

FÍSICA

**ELETRICIDADE, MAGNETISMO
E FÍSICA MODERNA.**

© Valley Editora Ltda. Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Editores: Valley Editora Ltda.
Direção: João Vicente Strapasson Silveira Netto
Gestão: Vinícius Azambuja de Almeida
Coordenação Editorial: Camila Nunes da Rosa
Coordenação Pedagógica: Vanessa Bianchi Gatto
Autoria: Fernando do Nascimento Friedrich
Luiz Eduardo Silva Porto
João Vicente Strapasson Silveira Netto
Airton Martins Coelho
Evandro Marcelo Oliveira
Revisão Editorial: Alana Hoffmann
Caroline Guerra
Pesquisa Iconográfica*: Camila Nunes da Rosa

*As imagens identificadas com a sigla BID pertencem ao Banco de Imagem e Documentação da Valley Editora.

Programação Visual: Camile Weber
Sibele Righi Scaramussa
Capa: Camile Weber
Editoração Eletrônica: Camila Nunes da Rosa
Camile Webber
Juliana Facco Segalla
Sibele Righi Scaramussa
Ilustrações: Fabiano da Costa Alvares
Gabriel La Rocca Coser
Sibele Righi Scaramussa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

F899f
Friedrich, Fernando do Nascimento
Física: mecânica dos fluidos, térmica e ondulatória / Fernando do Nascimento Friedrich, Luiz Eduardo Silva Porto, João Vicente Strapasson. Santa Maria: Valley Editora, 2024.
v. 3
244 p.

ISBN 978-65-89574-72-9

1. Mecânica 2. Dilatação 3. Oscilações 4. Acústica I. Título

CDU 371.671

Bibliotecária responsável Trilce Morales – CRB 10/2209

Coleção 2024

Sistema de Ensino



Comercialização e distribuição: NTRV Distribuidora

SUMÁRIO

Unidade 1

5 Reflexão e Refração da luz

Unidade 2

11 Espelhos planos e esféricos

Unidade 3

16 Lentes esféricas

Unidade 4

20 Estudo analítico das imagens

Unidade 5

22 Biofísica do olho humano

Unidade 6

25 Princípios básicos de eletrostática

Unidade 7

30 Força elétrica e campo elétrico

Unidade 8

36 Potencial elétrico e corrente elétrica

Unidade 9

42 Tópicos e elementos de um circuito elétrico

Unidade 10

53 Geradores e receptores

Unidade 11

59 Magnetismo

Unidade 12

63 Eletromagnetismo

Unidade 13

66 Força magnética

Unidade 14

71 Indução eletromagnética

Unidade 15

77 Física moderna



» Reflexão e Refração da luz

• Fundamentos da óptica geométrica

A óptica geométrica estuda a propagação da luz, admitindo-se essa propagação como retilínea.

Conceitos preliminares

O traçado dos raios de luz, base do estudo da óptica geométrica, fundamenta-se em três princípios:

- 1. Princípio da Propagação Retilínea:** em meios homogêneos, a luz propaga-se em linha reta.
- 2. Princípio da Reversibilidade:** a trajetória dos raios não depende do sentido de propagação.
- 3. Princípio da Independência dos Raios de Luz:** cada raio de luz propaga-se independentemente dos demais.

LUZ

Luz é a energia que se propaga por meio de ondas eletromagnéticas, cujas frequências sensibilizam nossos olhos.

- ▶ Luz monocromática é luz de uma única frequência.
– *Exemplos:* luz azul, luz verde.
- ▶ Luz policromática é luz constituída pela combinação de várias frequências.
– *Exemplo:* luz branca.
- ▶ Velocidade da luz no vácuo:

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Em qualquer meio material, a velocidade da luz é menor que no vácuo.

RAIOS DE LUZ

São linhas orientadas que representam, graficamente, a direção e o sentido de propagação da luz.

Os fenômenos estudados em óptica geométrica podem ser descritos com a simples noção de raios de luz.



MEIOS DE PROPAGAÇÃO

- ▶ **Transparente:** permite a visualização nítida dos objetos.
- ▶ **Translúcido:** permite a visualização dos objetos, mas não nitidamente.
- ▶ **Opaco:** não permite a propagação da luz.



TIPOS DE FEIXES LUMINOSOS

Um conjunto de luz constitui um feixe de luz. Este pode ser:



Convergente

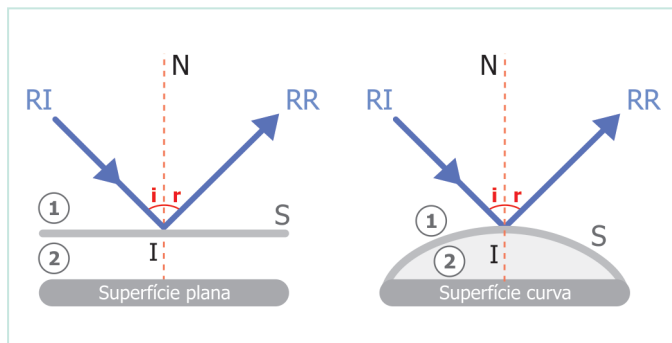
Divergente

Paralelo



• Reflexão luminosa

A reflexão da luz ocorre quando a luz retorna ao meio em que se propagava após atingir uma superfície separadora de dois meios de propagação.



Leis da reflexão

▶ 1ª Lei

O raio de luz incidente, o raio refletido e a reta normal são coplanares.

▶ 2ª Lei

O ângulo de incidência e o ângulo de reflexão possuem a mesma medida.

$$\hat{i} = \hat{r}$$

• Refração luminosa

É o fenômeno que ocorre quando a luz passa de um meio para outro, podendo sofrer um desvio em sua trajetória. Também pode ser entendida como “a variação de velocidade sofrida pela luz ao mudar de meio.”

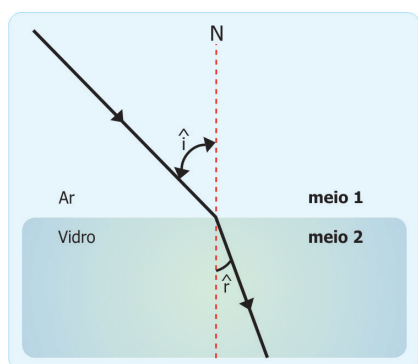
▶ 2ª Lei

A razão entre os senos dos ângulos de incidência e refração é uma constante que depende das velocidades dos meios.

Leis da refração

▶ 1ª Lei

A onda incidente, a refratada e a reta normal são coplanares.



$$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1}$$

Lei de Snell

ÍNDICE DE REFRAÇÃO

O índice de refração **n** de um meio é o quociente entre a velocidade da luz no vácuo, **c**, e a velocidade da luz, **v**, nesse meio:

$$n = \frac{c}{v}$$

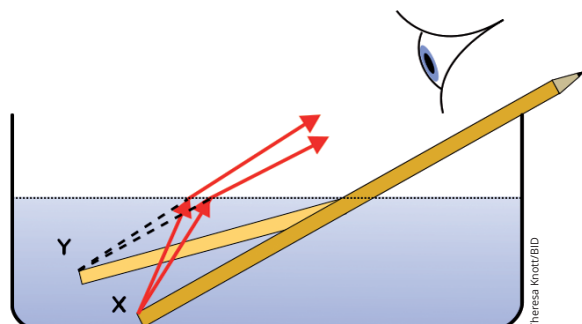
Nomenclatura

Maior n → meio mais refringente;

Menor n → meio menos refringente.

Alguns índices de refração

Substância	n
Vácuo	1,00
Ar	1,00
Gelo	1,31
Água	1,33
Vidro	1,50
NaCl	1,54
Diamante	2,42



Importante

Informações sobre o índice de refração

- ▶ caracteriza o grau de dificuldade encontrado pela luz para propagar-se em um novo meio transparente e homogêneo;
- ▶ representa o quanto o meio é capaz de desviar a luz;
- ▶ quanto mais refringente for o meio, maior o índice de refração e mais próximo da Normal estará o raio;
- ▶ é um valor sempre maior ou igual a 1, sendo que possui valor igual a 1 para o ar e para o vácuo.

A frequência permanece constante.

$$f_1 = f_2$$

Fórmula geral

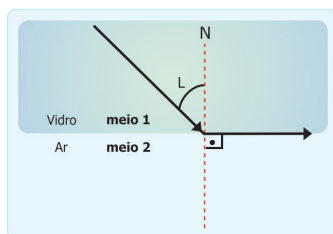
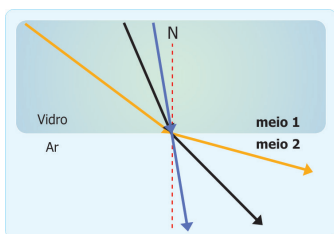
$$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

• Reflexão total

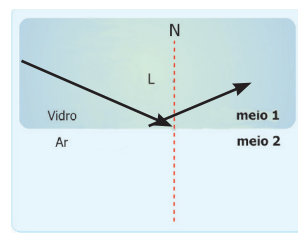
Vamos considerar um raio de luz propagando-se de um meio mais refringente (meio 1), por exemplo, o vidro, para outro menos refringente (meio 2), que poderia ser o ar. Já sabemos que esse raio se afasta da Normal. Se, por algum motivo, começamos a inclinar cada vez mais o raio incidente, estamos aumentando o ângulo de incidência \hat{i} , assim o ângulo de refração \hat{r} também aumentará.

Chega-se, então, a uma situação-limite, em que o ângulo de refração \hat{r} fica igual a 90° , ou seja, o raio refratado é rasante à superfície de separação entre os meios; o ângulo de incidência, nesse caso, chama-se ângulo-limite L .

Se o ângulo de incidência for maior que o ângulo-limite L , não haverá raio refratado, somente refletido, que conterá toda a energia luminosa transportada pelo raio incidente. Esse fenômeno chama-se reflexão total.



O ângulo refratado é de 90° .



Não ocorre mais refração, e o raio será refletido internamente.

Cálculo do ângulo-limite (L):

Caso $\hat{i} = \hat{L}$, então $\hat{r} = 90^\circ$.

$$\sin L = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}$$

Condições para haver reflexão total

▶ A luz deve se propagar de um meio (1) para um meio (2), tal que:

$$n_1 > n_2$$

▶ O ângulo de incidência deve ser maior que o ângulo-limite:

$$\hat{i} > \hat{L}$$





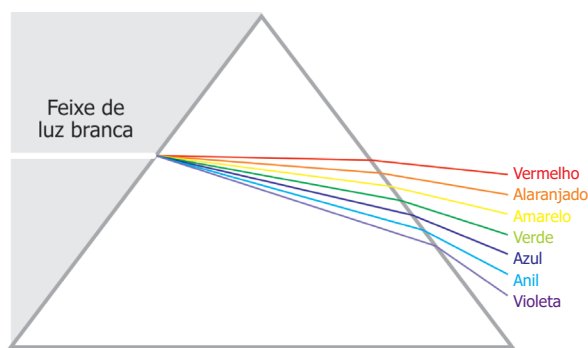
Vídeo Cores

• Dispersão da luz

Se conseguirmos um estreito feixe de luz branca, como a luz solar, incidindo em um prisma de vidro, observa-se que essa luz branca, ao penetrar no vidro, refrata-se e origina um feixe colorido. Nele é possível perceber as seguintes cores: **VERMELHO, ALARANJADO, AMARELO, VERDE, AZUL, ANIL** e **VIOLETA**.

A cor vermelha é a que sofre o menor desvio, e a violeta é a cor mais desviada. Essa experiência mostra que a luz branca é constituída pela superposição de todas essas cores.

Devido a cada uma das cores ter um diferente índice de refração para o vidro, cada cor desvia-se de maneira diferente, conseguindo-se um feixe colorido.



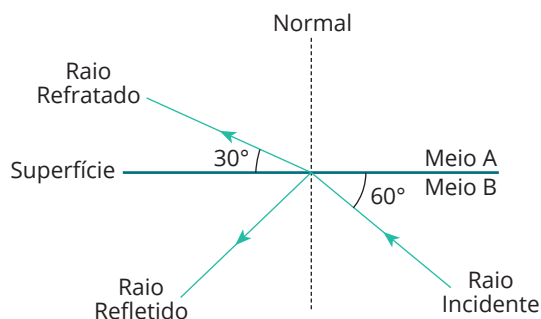
Quanto maior a frequência, maior o índice de refração.

Importante

A luz que sofre dispersão em um prisma é chamada *policromática*, pois contém várias cores. A luz que não sofre dispersão é chamada *monocromática*.

APOIO AO TEXTO

1.



A figura acima representa um raio de luz atingindo uma superfície e sofrendo, simultaneamente, reflexão e refração. Os ângulos de reflexão e de refração são, respectivamente, iguais a:

- a) 30° e 60°.
- b) 30° e 30°.
- c) 60° e 30°.
- d) 60° e 60°.
- e) 45° e 30°.

2. (UFRO) A formação de sombra evidencia que:

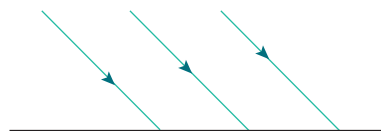
- a) a luz se propaga em linha reta.
- b) a velocidade da luz não depende do referencial.
- c) a luz sofre refração.
- d) a luz é necessariamente fenômeno da natureza corpuscular.
- e) a temperatura do obstáculo influi na luz que o atravessa.

3. Um observador, na superfície do planeta, observa, num arco-íris primário, que o vermelho é a cor que sempre está _____ da cor azul. Isso porque sofre _____ refração em relação ao azul. Além disso, é correto dizer que, durante a refração nas gotas de chuva, as frequências das cores _____.

Assinale a alternativa que preenche, correta e respectivamente, as lacunas do trecho acima.

- a) embaixo - menor - aumentam
- b) em cima - menor - aumentam
- c) em cima - menor - permanecem inalteradas
- d) embaixo - maior - permanecem inalteradas
- e) embaixo - maior - diminuem

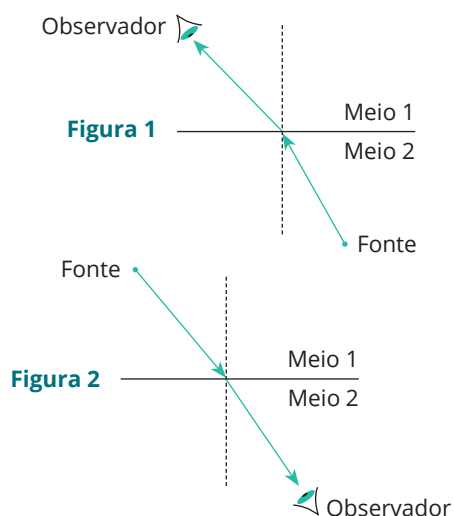
4. (UFPEL) Se um feixe constituído de raios luminosos paralelos entre si incide sobre uma superfície opaca e não polida, como mostra a figura, podemos afirmar que:



- a) se a superfície for metálica, o feixe refletido será constituído de raios luminosos paralelos entre si.
- b) sendo a superfície não polida, os raios refletidos não serão paralelos entre si.
- c) sendo a superfície opaca, não ocorrerá reflexão.
- d) sendo a superfície não polida, não haverá feixe refletido.
- e) se a superfície tiver grande poder refletor, os raios luminosos refletidos serão paralelos entre si.



5. (UNIRIO) Em uma aula prática de Física, foi feito o experimento esquematizado nas figuras I e II, no qual o professor alterou a posição da fonte e do observador.



Com esse experimento, o professor pretendia demonstrar uma aplicação da(o):

- a) reflexão difusa.
- b) fenômeno da difração.
- c) princípio da reflexão.
- d) princípio da reversibilidade da luz.
- e) princípio da independência dos raios luminosos.

6. (UFSM) Óculos, microscópios e telescópios vêm sendo utilizados há alguns séculos, trazendo enormes avanços científicos com consequências diretas no desenvolvimento de diversos campos, como saúde e tecnologia. Considerando os processos físicos fundamentais envolvidos na ótica de lentes delgadas, complete as lacunas na afirmação a seguir.

O processo de convergência ou divergência dos raios luminosos através de lentes delgadas tem como base física o fenômeno da _____, que se caracteriza pela mudança da _____ da luz, ao passar de um meio para outro (do ar para o vidro, por exemplo). O desvio na trajetória dos raios luminosos na interface entre o ar e a lente depende _____ da luz.

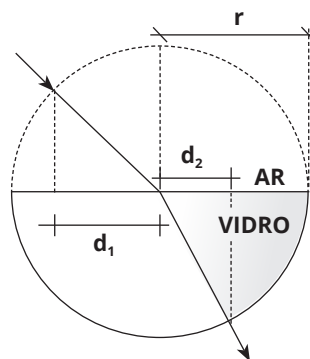
Assinale a sequência correta.

- a) refração - velocidade - do ângulo de incidência
- b) difração - frequência - da polarização
- c) difração - velocidade - do ângulo de incidência
- d) refração - frequência - da polarização
- e) refração - frequência - do ângulo de incidência

7. (UFPEL) Um raio luminoso monocromático passa do vácuo para um meio material de índice de refração igual a $4/3$. Sendo a velocidade de propagação da luz no vácuo igual a $3,00 \cdot 10^5$ km/s, podemos afirmar que a velocidade da luz no meio material é de:

- a) $4,00 \cdot 10^5$ km/s
- b) $2,25 \cdot 10^5$ km/s
- c) $3,00 \cdot 10^5$ km/s
- d) $2,00 \cdot 10^5$ km/s
- e) $8,00 \cdot 10^5$ km/s

8. (UFSM) Um raio de luz monocromática vindo do ar incide sobre a face plana de um cilindro de vidro de seção reta semicircular como indica a figura. Sendo o raio de seção semicircular, $r = 8$ cm, $d_1 = 5$ cm e $d_2 = 4$ cm, o índice de refração do vidro em relação ao ar é:

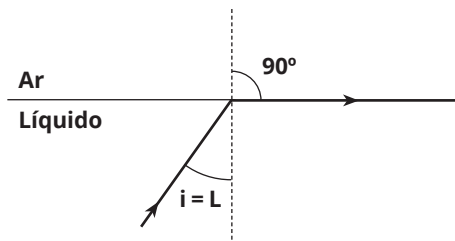


- a) 1,20
- b) 1,25
- c) 1,50
- d) 1,60
- e) 2,00



9. (UCS) Um raio luminoso monocromático propaga-se em um líquido transparente de índice de refração absoluto n . O ângulo-limite nesse meio vale 30° . Pode-se então dizer que o valor do índice de refração n vale:

Considere $n_{Ar} = 1$.



- a) $1/2$
- b) 1
- c) $\sqrt{2}$
- d) 2
- e) $\sqrt{3}$

10. (ULBRA-CANOAS) Com a evolução da tecnologia, os tradicionais cabos metálicos estão sendo, gradativamente, substituídos por cabos de fibra óptica. No Brasil, a taxa de penetração das informações por fibra óptica ainda é inferior a 10%, enquanto, no México, é de 18% e, no Uruguai, chega a 26%. Inventada pelo físico indiano Narinder Singh Kapany, em 1952, a fibra óptica é um filamento de vidro (ou material polimérico) com alta capacidade de transmitir raios de luz. O princípio de funcionamento desses cabos é simples. Cada filamento é basicamente formado por um núcleo central de vidro, por onde ocorre a transmissão da luz, e de uma casca envolvente, também feita de vidro. A transmissão da luz pela fibra óptica segue o **princípio da reflexão total da luz**. Em uma das extremidades do cabo óptico, é lançado um feixe de luz que, pelas características ópticas da fibra, percorre todo o cabo por meio de sucessivas reflexões até chegar ao seu destino final. Para que uma fibra óptica funcione, é necessário que os vidros que compõem o núcleo e a casca apresentem:

- a) núcleo com alto índice de refração e casca com baixo índice de refração.
- b) núcleo com baixo índice de refração e casca com alto índice de refração.
- c) núcleo com índice de refração muito menor do que o da casca.
- d) núcleo espelhado e casca mais espelhada ainda.
- e) tanto o núcleo como a casca devem apresentar mesmo índice de refração.

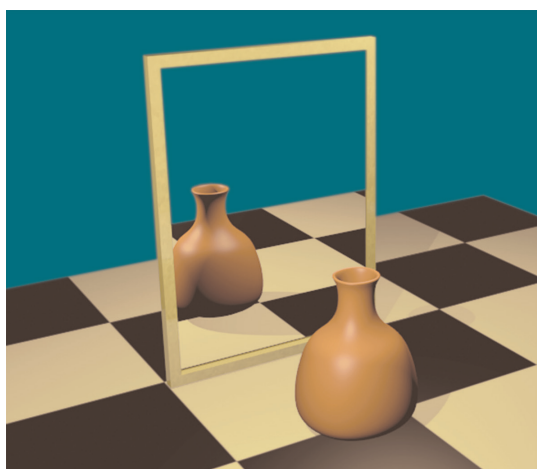
Anotações:





» Espelhos planos e esféricos

• Espelho plano

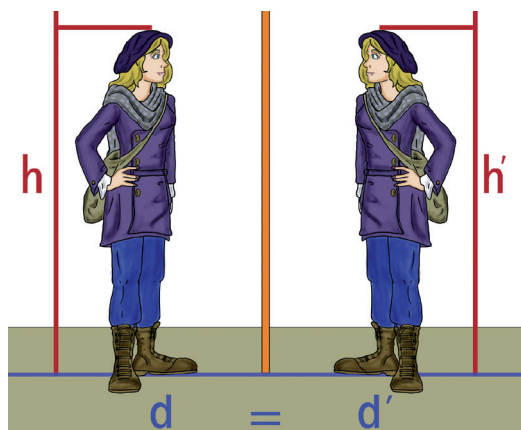


Espelho plano é um sistema óptico que consiste em uma superfície plana e extremamente polida. Baseia-se nas leis da Reflexão para a formação de imagem.

Características da imagem formada pelo espelho plano

- ▶ O objeto e a imagem estão a uma mesma distância do espelho;
- ▶ Se o objeto é real, sua imagem será virtual, e vice-versa;
- ▶ A imagem refletida tem as mesmas dimensões do objeto;
- ▶ A imagem e o objeto não se sobrepõem;
- ▶ A imagem sempre é direta em relação ao objeto.

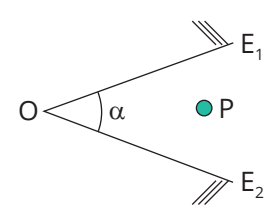
ESPELHO (REFERENCIAL)



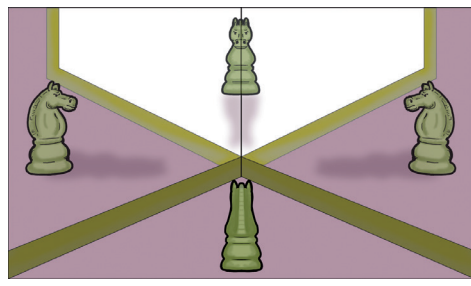
Associação de espelhos planos

Quando dois espelhos formam um ângulo α entre suas faces refletoras, o número N de imagens do objeto O é dado por:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$



Na figura, os espelhos planos formam 90° entre suas superfícies refletoras. A associação conjuga três imagens ao objeto, sendo duas enantiomorfos, ou seja, formadas por simples reflexão da luz, e a outra igual ao objeto, obtida por dupla reflexão da luz.

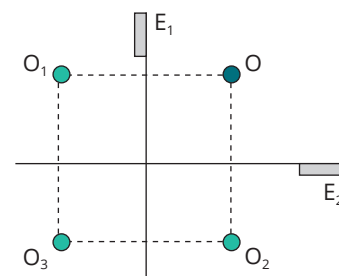


Como $\alpha = 90^\circ$, temos:

$$N = \frac{360^\circ}{90^\circ} - 1$$

$$N = 4 - 1$$

$$N = 3 \text{ imagens}$$



Existem limitações para a equação:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

- a) α máximo = 180° \rightarrow uma imagem;
- b) α mínimo = 0° \rightarrow infinitas imagens;
- c) o ângulo α deve ser divisor de 360° .

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



• Espelhos esféricos



Espelho retrovisor.

Neste tópico, faremos o estudo dos espelhos esféricos, provavelmente os mais comuns dos espelhos curvos, encontrados com muita frequência no nosso dia a dia.

Considere uma superfície esférica – uma bolinha de Natal, por exemplo – seccionada por um plano, como mostra a figura abaixo. Cada uma das superfícies assim obtida é denominada calota esférica.

Uma calota esférica que tem uma de suas superfícies, a interna, polida e refletora é denominada espelho côncavo; se a superfície refletora for a superfície externa da calota esférica, temos o espelho convexo.

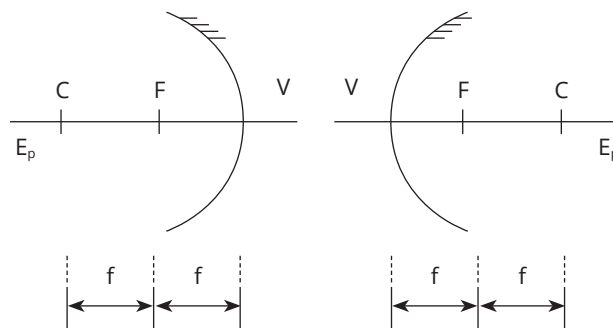


Reflexo na bola de vidro.



Espelho côncavo.

Elementos dos espelhos esféricos



Em que:

C: centro; **E_p:** eixo principal;
F: foco; **f:** distância focal.
V: vértice;

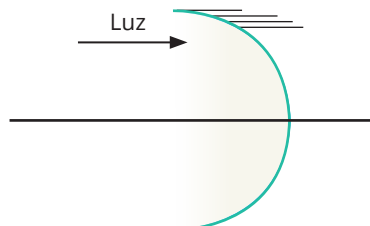
$$f = \frac{R}{2}$$

Raios notáveis dos espelhos esféricos

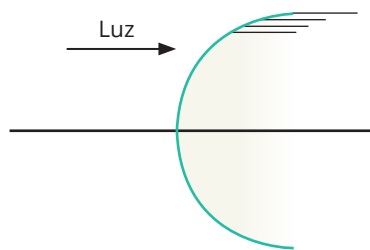
- ▶ Todo raio de luz que incide paralelamente ao eixo principal reflete-se em uma direção que passa pelo foco principal.
- ▶ Todo raio de luz que incide em uma direção que passa pelo foco principal reflete-se paralelamente ao eixo principal.
- ▶ Todo raio de luz que incide em uma direção que passa pelo centro de curvatura reflete-se sobre si mesmo.

Esquemáticamente

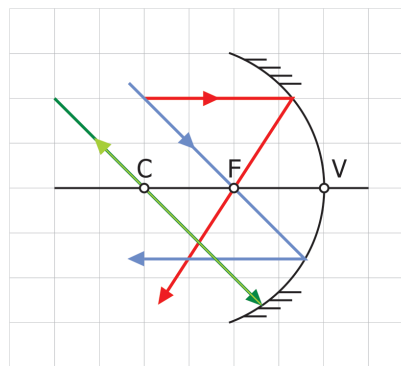
ESPELHO CÔNCAVO



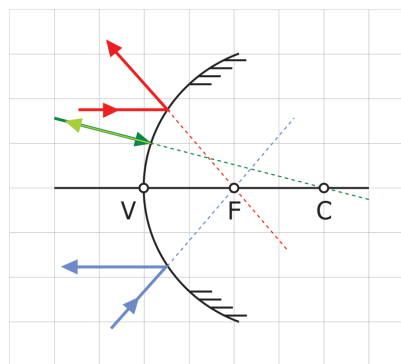
ESPELHO CONVEXO



CÔNCAVO



CONVEXO



Curiosidades



Fogão solar.



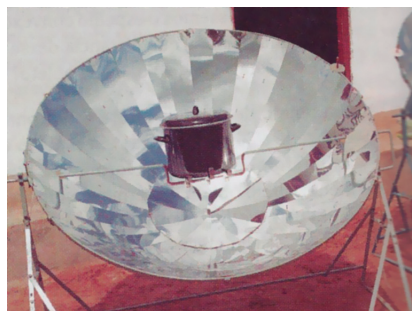
Espelho "dedo-duro".

APOIO AO TEXTO

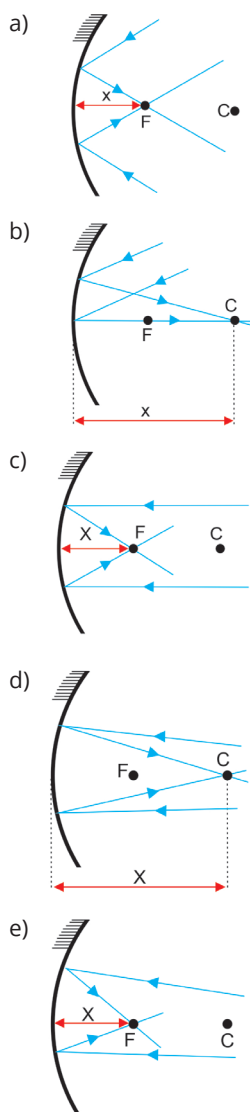
1. (UFRGS) O ângulo entre um raio de luz que incide em um espelho plano e a normal à superfície do espelho (conhecido como ângulo de incidência) é igual a 35° . Para esse caso, o ângulo entre o espelho e o raio refletido é igual a:

- a) 20°
- b) 35°
- c) 45°
- d) 55°
- e) 65°

2. (UFF) Um projeto que se beneficia do clima ensolarado da caatinga nordestina é o fogão solar, que transforma a luz do sol em calor para o preparo de alimentos. Esse fogão é constituído de uma superfície côncava revestida com lâminas espelhadas que refletem a luz do sol. Depois de refletida, a luz incide na panela, apoiada sobre um suporte a uma distância x do ponto central da superfície. Suponha que a superfície refletora seja um espelho esférico de pequena abertura, com centro de curvatura C e ponto focal F .



O esquema que representa a situação descrita está indicado na alternativa:



3. (UFRN) Deodora, aluna da 4ª série do ensino fundamental, ficou confusa na feira de ciências de sua escola ao observar a imagem de um boneco em dois espelhos esféricos. Ela notou que, com o boneco colocado a uma mesma distância do vértice dos espelhos, suas imagens produzidas por esses espelhos apresentavam tamanhos diferentes, conforme mostrado nas figuras 1 e 2, reproduzidas abaixo.

Figura 1



Figura 2



Observando-se as duas imagens, é correto afirmar:

- o espelho da figura 1 é côncavo, o da figura 2 é convexo, e o boneco está entre o foco e o vértice desse espelho.
- o espelho da figura 1 é convexo, o da figura 2 é côncavo, e o boneco está entre o centro de curvatura e o foco desse espelho.
- o espelho da figura 1 é convexo, o da figura 2 é côncavo, e o boneco está entre o foco e o vértice desse espelho.
- o espelho da figura 1 é côncavo, o da figura 2 é convexo, e o boneco está entre o centro de curvatura e o foco desse espelho.

4. (UFAL) Um espelho plano está no piso horizontal de uma sala com o lado espelhado voltado para cima. O teto da sala está a 2,40 m de altura, e uma lâmpada está a 80 cm do teto. Com esses dados, pode-se concluir que a distância entre a lâmpada e sua imagem formada pelo espelho plano é, em metros, igual a:

- 1,20
- 1,60
- 2,40
- 3,20
- 4,80

5. Considere as seguintes afirmações.

- A imagem de um objeto real fornecida por um espelho plano é sempre direita e real.
- Se uma pessoa se aproximar de um espelho plano com uma velocidade de 2 m/s, sua imagem se aproximará desse espelho com velocidade de 4 m/s.
- Um espelho plano fornece uma imagem de mesmo tamanho que o objeto.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- Apenas I.
- Apenas I e II.
- Apenas III.
- Apenas II e III.
- I, II e III.

6. (UFSM) As afirmativas a seguir referem-se a um espelho côncavo.

- I. Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal se reflete e passa pelo foco.
- II. Todo raio que incide ao passar pelo centro de curvatura se reflete sobre si mesmo.
- III. Todo raio que incide ao passar pelo foco se reflete sobre o eixo principal.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas I e II.
- c) apenas III.
- d) apenas II e III.
- e) I, II e III.

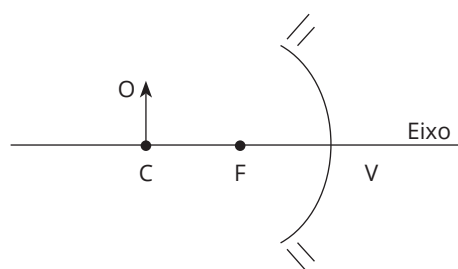
7. (UFSM) Com relação à natureza – real ou virtual – da imagem de um objeto produzido por um espelho, pode(m)-se afirmar:

- I. no espelho côncavo, a imagem poderá ser real, dependendo da posição do objeto.
- II. no espelho convexo, a imagem será virtual, independentemente da posição do objeto.
- III. no espelho plano, a imagem poderá ser real, dependendo da posição do objeto.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

- a) I apenas.
- b) II apenas.
- c) III apenas.
- d) I e II apenas.
- e) I, II e III.

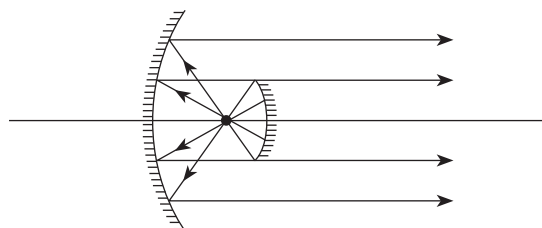
8. (UFSM)



A figura representa um objeto O colocado sobre o centro de curvatura C de um espelho esférico côncavo. A imagem formada será:

- a) virtual, direta e menor.
- b) virtual, invertida e menor.
- c) real, direta e menor.
- d) real, invertida e maior.
- e) real, invertida e de mesmo tamanho.

9. (UFV) Um farol de automóvel consiste em um filamento luminoso colocado entre dois espelhos esféricos côncavos de mesmo eixo, voltados um para o outro e de tamanhos diferentes, de modo que todos os raios oriundos do filamento se refletem no espelho maior e se projetam paralelos, conforme a figura.



A posição correta do filamento é:

- a) no centro de curvatura do espelho menor e no foco do espelho maior.
- b) no vértice do espelho menor e no centro de curvatura do espelho maior.
- c) no foco de ambos os espelhos.
- d) no centro de curvatura de ambos os espelhos.
- e) no foco do espelho menor e no centro de curvatura do espelho maior.

Anotações:





» Lentes esféricas

• Introdução

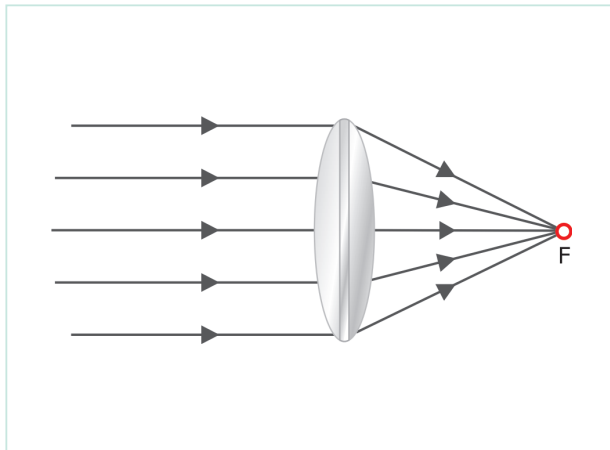
Nesta unidade, faremos um estudo das lentes, em particular das lentes esféricas delgadas. As lentes são sistemas ópticos com diversas aplicações no nosso dia a dia: desde um simples par de óculos até um sofisticado microscópio, uma máquina fotográfica ou um potente binóculo.

Lente é um sistema óptico constituído por três meios homogêneos e transparentes, separados por duas superfícies curvas ou por uma superfície curva e uma plana.

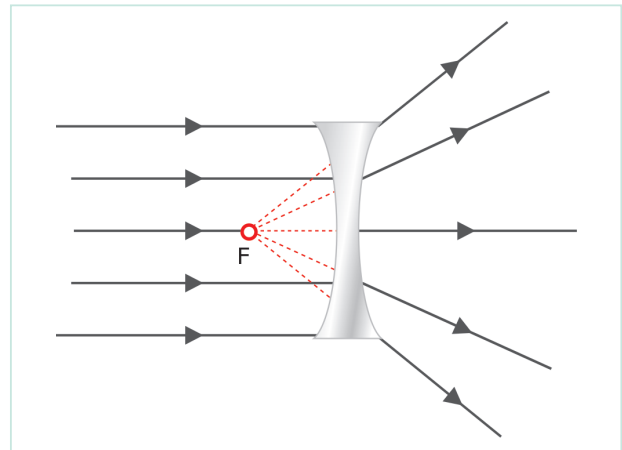


Classificação das lentes

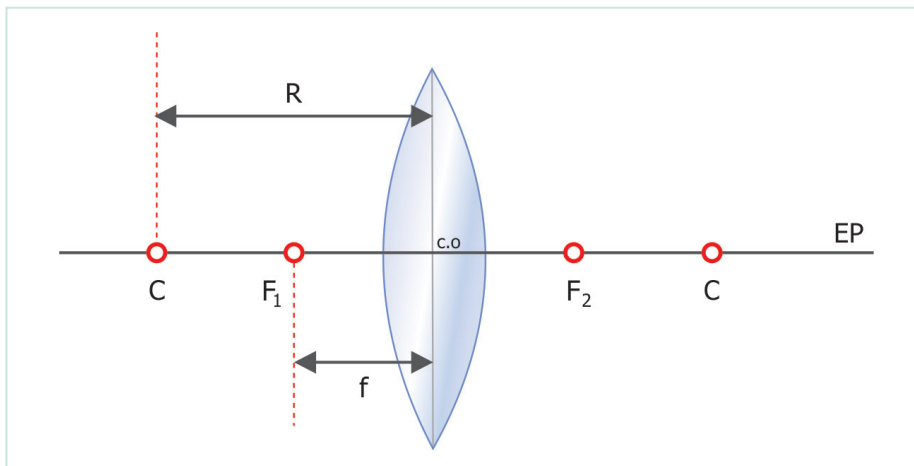
CONVERGENTES



DIVERGENTES



Elementos das lentes



EP: eixo principal;

$$f = \frac{R}{2}$$

C: centro de curvatura;

F₁ e F₂: focos;

C.O: centro óptico;

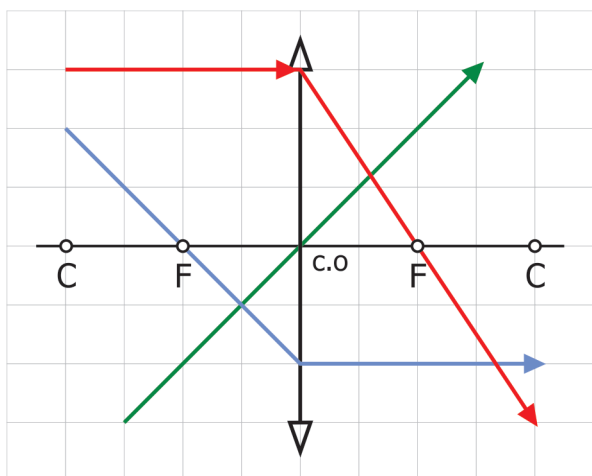
f: distância focal.



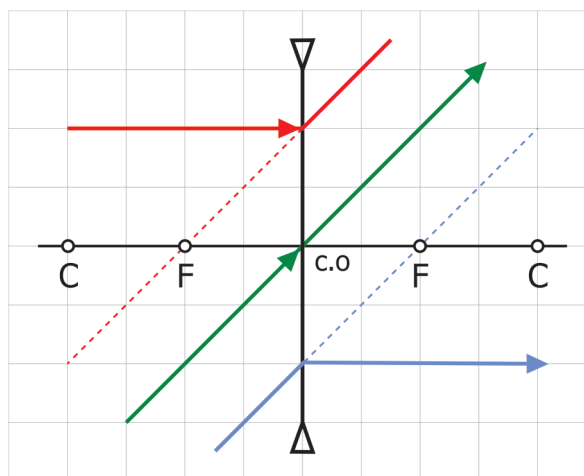
Raios notáveis das lentes

- ▶ Todo raio luminoso que incide em uma lente, paralelamente ao seu eixo principal, emerge na direção do foco principal da imagem.
- ▶ Todo raio luminoso que incide em uma lente, em uma direção que passa pelo foco principal do objeto, emerge paralelamente ao eixo principal.
- ▶ Todo raio luminoso que atravessa uma lente, passando pelo seu centro óptico, não sofre desvio.

CONVERGENTE



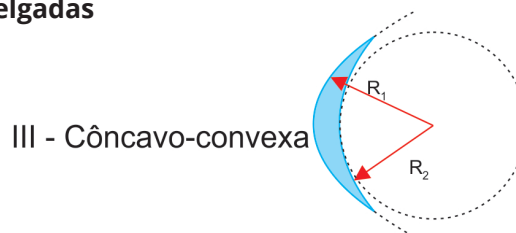
DIVERGENTE



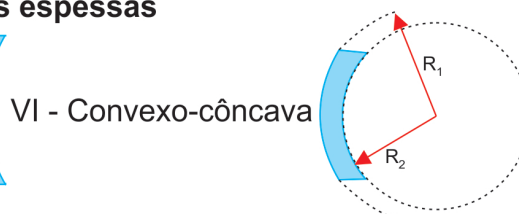
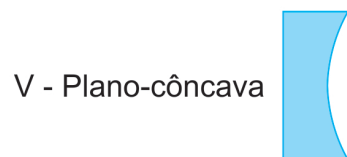
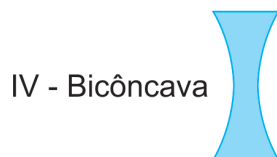
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

Leitura adicional

Lentes de bordas delgadas



Lentes de bordas espessas



APOIO AO TEXTO

1. Assinale a alternativa que, pela ordem, preenche corretamente as lacunas:

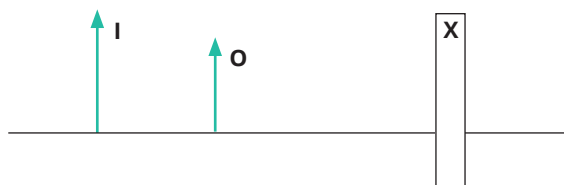
_____ é o fenômeno pelo qual a luz consegue contornar parcialmente objetos ou orifícios de dimensões comparáveis ao seu comprimento de onda, sendo uniforme o meio de propagação.

_____ é o fenômeno óptico em que se baseia a construção de lentes e prismas.

A imagem de um certo objeto, fornecido por uma lente delgada, não pode ser projetada sobre um anteparo. Essa imagem é do tipo _____.

- a) Refração - Propagação - real
- b) Reflexão - Refração - real
- c) Interferência - Difração - virtual
- d) Difração - Refração - virtual
- e) Difração - Refração - real

2. A figura representa um instrumento óptico X, um objeto O e sua imagem fornecida pelo instrumento.



É correto afirmar que X é:

- a) um espelho côncavo.
- b) um espelho convexo.
- c) um espelho plano.
- d) uma lente convergente.
- e) uma lente divergente.

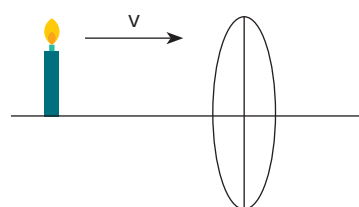
3. (ITA) Um rapaz construiu uma máquina fotográfica tipo fole, usando uma lente divergente como objetiva. Ao tirar fotografias com essa máquina, verificará que, no filme:

- a) a imagem será sempre menor que o objeto.
- b) a imagem será sempre maior que o objeto.
- c) a imagem será maior que o objeto somente se a distância do objeto à lente for maior que $2f$.
- d) a imagem será menor que o objeto somente se a distância do objeto à lente for maior que $2f$.
- e) não apareceu imagem alguma, por mais que se ajustasse o fole.

4. (UFRGS) Um objeto é observado através de uma lupa. Nesse caso, o tipo de lente usado, a posição correta do objeto e o tipo de imagem formada são, respectivamente:

- a) convergente - entre a lente e o foco - real
- b) convergente - entre a lente e o foco - virtual
- c) convergente - além do foco - virtual
- d) divergente - entre a lente e o foco - virtual
- e) divergente - entre a lente e o foco - real

5. (FURG) Um objeto encontra-se em movimento, com velocidade v , em direção a uma lente convergente.



Podemos afirmar que:

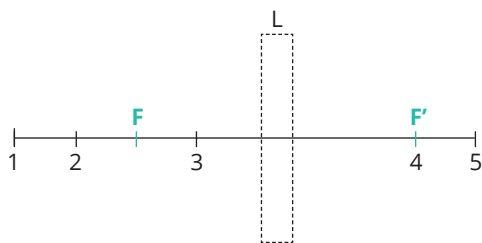
- a) enquanto o objeto se encontra antes do foco, sua imagem é real, menor e invertida. Quando ele se encontra entre o foco e a lente, sua imagem é virtual, menor e invertida.
- b) enquanto o objeto se encontra antes do foco, sua imagem pode ser real, menor e invertida. Quando ele se encontra entre o foco e a lente, sua imagem é virtual, maior e direta.
- c) enquanto o objeto se encontra antes do foco, sua imagem é real, menor e invertida. Quando ele se encontra entre o foco e a lente, sua imagem continua sendo real, menor e invertida.
- d) enquanto o objeto se encontra antes do foco, sua imagem é virtual, maior e direta. Quando ele se encontra entre o foco e a lente, sua imagem continua virtual, maior e direta.
- e) enquanto o objeto se encontra antes do foco, sua imagem é virtual, maior e direta. Quando ele se encontra entre o foco e a lente, sua imagem é real, menor e invertida.

6. (UFRGS) Uma imagem real de um objeto real pode ser obtida:

- a) apenas com um espelho plano.
- b) apenas com uma lente divergente.
- c) tanto com um espelho convexo como com um espelho côncavo.
- d) tanto com uma lente convergente como um espelho côncavo.
- e) tanto com um espelho convexo como com uma lente convergente.



7. (PUC) No espaço tracejado, deve ser colocada uma lente L com seus respectivos focos principais F e F' . Um objeto real pode ser colocado em qualquer uma das posições de 1 a 5, como indica a figura.



Para que a lente L produza uma imagem virtual, direita e maior do que o objeto, ele deve ser:

- a) divergente, e o objeto deve estar na posição 1.
- b) divergente, e o objeto deve estar na posição 2.
- c) convergente, e o objeto deve estar na posição 3.
- d) convergente, e o objeto deve estar na posição 4.
- e) convergente, e o objeto deve estar na posição 5.

8. (UFSM) Usando uma lupa a distância focal f , é possível queimar pedaços de papel seco quando, através dela, incidirem os raios solares e o papel estiver:

- a) entre a lupa e f .
- b) entre f e $2f$.
- c) aproximadamente em $2f$.
- d) aproximadamente em f .
- e) além de $2f$.

9. (UPF) O olho mágico que se encontra em muitas portas de entrada dos apartamentos oferece, de dentro, uma visão do corredor de fora e da pessoa que pretende ser atendida. Esse instrumento caracteriza-se por possuir lente, ou conjunto de lentes:

- a) bifocal.
- b) convergente.
- c) divergente.
- d) anamórfica.
- e) multifocal.

Anotações:





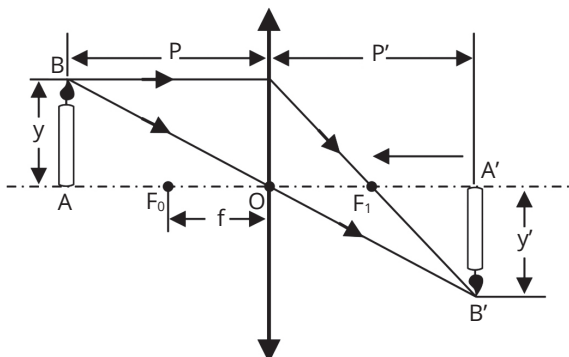
AULA-
PÍLULA

FÍSICA

UNIDADE 4

» Estudo analítico das imagens

O estudo analítico mostra, de maneira prática, as relações entre as imagens e os objetos vistos anteriormente.



Esse procedimento é válido para **lentes e espelhos**.

Convenção:

- P → distância do objeto ao sistema óptico;
- P' → distância da imagem ao sistema óptico;
- f → distância focal do sistema óptico;
- y → tamanho do objeto;
- y' → tamanho da imagem;

Equação dos pontos conjugados

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

Aumento linear transversal

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{-p'}{p}$$

Atenção

Cuidado com a convenção

- f > 0 → espelho côncavo ou lente convergente
- f < 0 → espelho convexo ou lente divergente
- P' > 0 → imagem REAL
- P' < 0 → imagem VIRTUAL
- A > 0 → imagem DIRETA

A < 0 → imagem INVERTIDA

|A| > 1 → ampliação

|A| < 1 → redução

• Vergência (grau)

Grandeza dada pelo inverso da distância focal.

$$v = \frac{1}{f}$$

Unidade: 1/m = m⁻¹ = dioptrias (di)

Importante

- ▶ **Lente Convergente** f > 0 → V > 0
- ▶ **Lente Divergente** f < 0 → V < 0

////////// APOIO AO TEXTO //////////

1. (ITA) Um jovem estudante, para fazer a barba mais eficientemente, resolve comprar um espelho esférico que aumente duas vezes a imagem do seu rosto quando ele se coloca a 50 cm dele. Que tipo de espelho ele deve usar e qual o raio de curvatura?

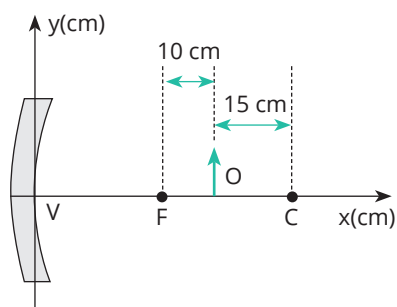
- a) Convexo com R = 50 cm.
- b) Côncavo com R = 200 cm.
- c) Convexo com R = 33,3 cm.
- d) Côncavo com R = 67 cm.
- e) Um espelho diferente dos mencionados.

2. (PUC-Campinas) Um objeto, de 2,0 cm de altura, é colocado a 20 cm de um espelho esférico. A imagem que se obtém é virtual e possui 4,0 mm de altura. O espelho utilizado é:

- a) côncavo, de raio de curvatura igual a 10 cm.
- b) côncavo, e a imagem forma-se a 4,0 cm do espelho.
- c) convexo, e a imagem obtida é invertida.
- d) convexo, de distância focal igual a 5,0 cm, em módulo.
- e) convexo, e a imagem forma-se a 30 cm do objeto.



3. (MACKENZIE) Um objeto real O está diante de um espelho esférico côncavo de Gauss, conforme ilustra a figura abaixo.



A distância entre esse objeto e sua respectiva imagem conjugada é de:

- a) 25 cm
- b) 30 cm
- c) 32,5 cm
- d) 52,5 cm
- e) 87,5 cm

6. (UFBA) Projeta-se, com o auxílio de uma lente delgada, a imagem real de uma vela, colocada a 20 cm da lente, em uma tela que dista 80 cm da vela.

A distância focal da lente e o aumento linear transversal da imagem são, respectivamente, iguais a:

- a) 15 cm e 3.
- b) 15 cm e -3.
- c) -15 cm e -3.
- d) -10 cm e -4.
- e) 16 cm e -4.

Anotações:

4. (UFSM) Um objeto está colocado a 2 m de distância de uma lente delgada convergente, com distância focal de 0,4 m. A distância da imagem do objeto até a lente vale, em m:

- a) 2,5
- b) 2,0
- c) 0,8
- d) 0,5
- e) 0,2

5. (MACKENZIE) A 60 cm de uma lente convergente de 5 di, coloca-se, perpendicularmente ao seu eixo principal, um objeto de 15 cm de altura.

A altura da imagem desse objeto é:

- a) 5,0 cm
- b) 7,5 cm
- c) 10,0 cm
- d) 12,5 cm
- e) 15,0 cm





AULA-
-PÍLULA

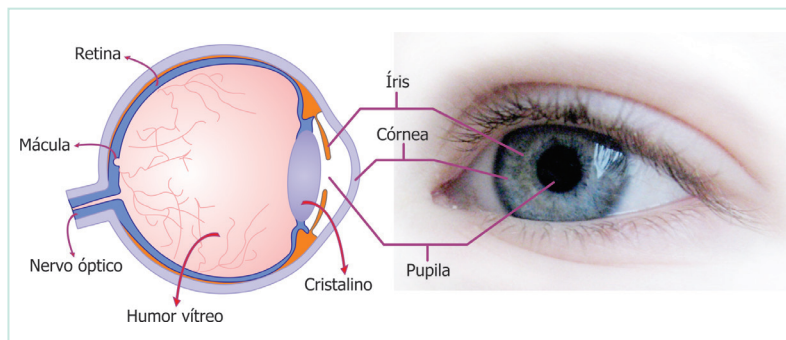
FÍSICA

UNIDADE 5

» Biofísica do olho humano

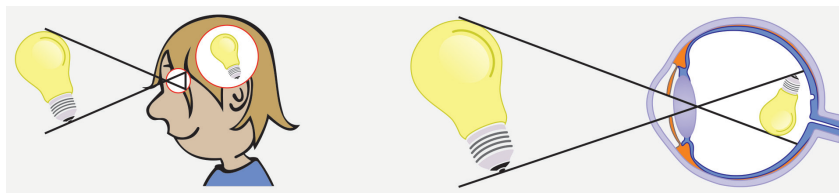
• Olho humano

Sistema óptico de primordial importância é o olho. A luz entra no olho através de uma abertura variável, a pupila, e é focalizada pelo sistema córneo-cristalino na retina, que é uma película de fibras nervosas que recobre a superfície posterior do olho. A retina contém estruturas sensíveis à luz, os bastonetes e os cones, que recebem a imagem e transmitem a informação, por meio do nervo óptico, para o cérebro. A forma do cristalino pode ser ligeiramente alterada pela ação do músculo ciliar. Quando o olho está focalizado em um objeto distante, o músculo está relaxado, e o sistema córneo-cristalino tem a sua distância focal máxima, cerca de 2,5 cm, que é a distância entre a córnea e a retina. Quando o objeto está mais próximo do olho, o músculo ciliar aumenta ligeiramente a curvatura do cristalino, o que diminui a distância focal e a imagem fica focalizada, de novo, na retina. Esse processo de ajustamento da distância focal é a acomodação. Se o objeto estiver muito perto do olho, o cristalino não pode focalizar a luz na retina, e a imagem fica pouco nítida. O ponto mais perto que o cristalino é capaz de focalizar a imagem na retina é o ponto próximo. A distância entre o olho e o ponto próximo varia bastante de uma pessoa para outra e altera-se com a idade. Aos 10 anos, o ponto próximo pode estar tão perto do olho quanto 7 cm, enquanto, aos 60 anos, pode ter recuado para cerca de 200 cm em virtude da perda de flexibilidade do cristalino. O valor padrão da distância do ponto próximo é 25 cm.



Corte esquemático do olho humano. A quantidade de luz que entra no olho é controlada pela íris, que regula o tamanho da pupila. A espessura do cristalino é controlada pelo músculo ciliar.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

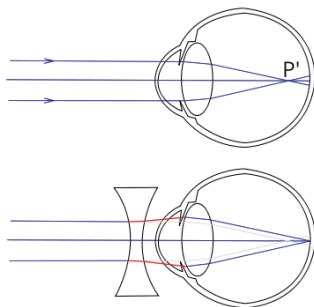


O caminho da luz na formação de imagens.

Defeitos da visão

MIOPIA (DIVERGENTE)

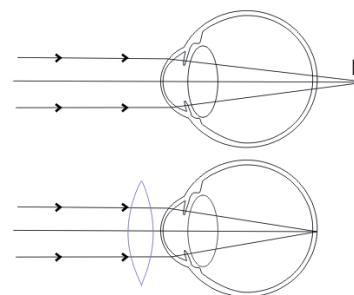
O olho de uma pessoa míope tem a convergência em demasia, e a luz dos objetos distantes fica focalizada à frente da retina. Uma pessoa míope pode ver os objetos próximos, cujos raios muito divergentes podem ser focalizados na retina, mas tem dificuldade em focalizar objetos distantes.



- ▶ Um olho míope focaliza os raios de um objeto distante em um ponto P' em frente da retina.
- ▶ Uma lente divergente (**negativa**) corrige esse defeito.

HIPERMETROPIA (CONVERGENTE)

Quando a convergência do olho é insuficiente, a imagem é focalizada atrás da retina. Uma pessoa hipermetrópe pode perceber os objetos distantes, para os quais a convergência necessária é pouca, mas tem dificuldade em perceber com clareza os objetos próximos.



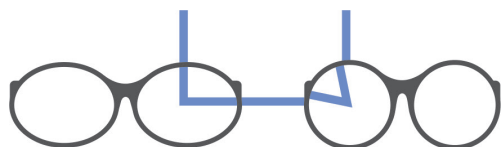
- ▶ Um olho hipermetrópe focaliza os raios de um objeto próximo P em um ponto P' atrás da retina.
- ▶ Uma lente convergente (**positiva**) corrige esse defeito.



ASTIGMATISMO

É provocado pela falta de esferecidade da córnea, que tem curvaturas diferentes em planos ortogonais. Essa conformação faz com que a imagem de um objeto puntiforme se transforme em um pequeno segmento de curva.

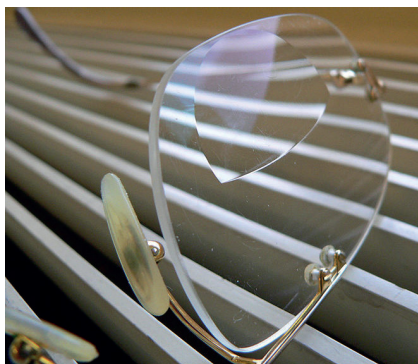
► **Correção:** uso de óculos cujas lentes têm forma cilíndrica e não esférica.



PRESBIOPIA OU VISTA CANSADA

Falta de acomodação visual, em função da perda de elasticidade do músculo ciliar (mecanismo que troca a distância focal do cristalino).

► **Correção:** lentes convergentes.



Lentes bifocais.

APOIO AO TEXTO

1. (UFSM) Considere as seguintes afirmações sobre o olho humano.

I. O cristalino funciona como uma lente convergente, com distância focal variável.

II. Na miopia, a distância entre o cristalino e a retina é menor do que a distância entre o cristalino e o ponto onde se deveriam formar as imagens.

III. Na presbiopia, o cristalino apresenta-se menos flexível, diminuindo a capacidade de acomodação visual.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas I e III.
- d) apenas II e III.
- e) I, II e III.

2. Considere as duas pessoas representadas a seguir. Devido às suas lentes corretivas, a da figura 1 aparenta ter os olhos muito pequenos em relação ao tamanho do seu rosto, ocorrendo o oposto com a pessoa da figura 2:

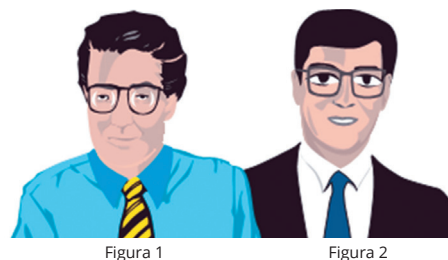


Figura 1

Figura 2

É correto concluir que:

- a) a pessoa da figura 1 é míope e usa lentes convergentes.
- b) a pessoa da figura 1 é hipermetrópe e usa lentes divergentes.
- c) a pessoa da figura 2 é míope e usa lentes divergentes.
- d) a pessoa da figura 2 é hipermetrópe e usa lentes convergentes.
- e) as duas pessoas têm o mesmo defeito visual.

3. (FUVEST) Na formação das imagens na retina da vista humana normal, o cristalino funciona como uma lente:


- a) convergente, formando imagens reais, diretas e diminuídas.
- b) divergente, formando imagens reais, diretas e diminuídas.
- c) convergente, formando imagens reais, invertidas e diminuídas.
- d) divergente, formando imagens virtuais, diretas e ampliadas.
- e) convergente, formando imagens virtuais, invertidas e diminuídas.

4. (FMTM) A receita de óculos para um míope indica que ele deve usar “lentes de 2,0 graus”, isto é, o valor da convergência das lentes deve ser 2,0 dioptrias. Podemos concluir que as lentes desses óculos devem ser:

- a) convergentes, com 2,0 m de distância focal.
- b) convergentes, com 50 cm de distância focal.
- c) divergentes, com 2,0 m de distância focal.
- d) divergentes, com 20 cm de distância focal.
- e) divergentes, com 50 cm de distância focal.



5. (UFABC)



Óptica Arco-Íris

armações e lentes especiais

Além dos menores preços, dispomos de grande estoque de lentes convergentes, divergentes e cilíndricas de diferentes graduações, permitindo-nos aviar sua receita mais rápido que a concorrência.

Venha nos conhecer.

Na ordem em que aparecem, as lentes citadas podem ser utilizadas para corrigir:

- a) astigmatismo ou miopia - presbiopia - hipermetropia
- b) miopia ou astigmatismo - presbiopia - hipermetropia
- c) miopia ou presbiopia - hipermetropia - astigmatismo
- d) presbiopia ou astigmatismo - hipermetropia - miopia
- e) hipermetropia ou presbiopia - miopia - astigmatismo

6. (ACAFE) Em um consultório oftalmológico, são observados dois irmãos gêmeos idênticos, X e Y, com apenas uma diferença: um deles tem miopia, e o outro, hipermetropia (figura a seguir).



Considerando a figura e o exposto acima e sabendo que ambos usam os óculos corretos para suas deficiências, assinale a alternativa correta que completa as lacunas da frase a seguir.

O gêmeo X tem _____ e usa óculos com lentes _____, já o gêmeo Y tem _____ e usa óculos com lentes _____.

- a) miopia - divergentes - hipermetropia - convergentes
- b) hipermetropia - convergentes - miopia - divergentes
- c) miopia - convergentes - hipermetropia - divergentes
- d) hipermetropia - divergentes - miopia - convergentes

7. (VUNESP) Uma pessoa com “vista normal” consegue enxergar objetos, nitidamente, a partir de uma distância de 25 cm (ponto máximo). Outra, com hipermetropia, usa óculos com 3 “graus” (dioptrias). Então, pode-se concluir que a lente usada nessa correção e o ponto próximo dessa pessoa, em m, são respectivamente:

- a) divergente - 0,3
- b) divergente - 1,0
- c) convergente - 0,25
- d) convergente - 0,3
- e) convergente - 1,0

Anotações:





» Princípios básicos de eletrostática

• Eletrostática

Todos os corpos são constituídos de átomos. O modelo planetário do átomo, apresentado em 1911 por Ernest Rutherford (1871-1937), admite que cada átomo possui um núcleo central, que é constituído de nêutrons – partículas sem carga elétrica – e prótons – partículas portadoras de carga elétrica positiva. Em torno do núcleo, existe a eletrosfera, formada de elétrons – partículas portadoras de carga elétrica negativa.

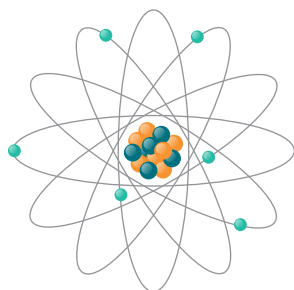
Estrutura elétrica da matéria

Em 1913, o físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) desenvolveu o modelo atômico que leva o seu nome. Nesse modelo, um átomo é constituído de prótons e nêutrons (partículas sem carga elétrica), localizados no núcleo, e elétrons, que se distribuem em alguns níveis permitidos de energia, formando a eletrosfera.

Sabe-se hoje que o núcleo do átomo é muito mais complexo, porém o modelo de Bohr será nosso guia para o estudo sobre eletricidade.

Carga elétrica

Os prótons e os elétrons apresentam uma propriedade natural, física, que faz com que tenham interação mútua. Essa propriedade é denominada **carga elétrica**. No SI, a unidade de carga elétrica é o Coulomb (C).



Importante

A carga elétrica é uma propriedade física inerente aos prótons e elétrons. Os nêutrons não possuem essa propriedade.

A partir da experimentação acerca da eletricidade, concluímos que o comportamento elétrico do próton é contrário ao comportamento elétrico do elétron. Por isso, são adotados sinais contrários para essas cargas.

Carga elétrica elementar

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Carga do próton} = +e = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{Carga do elétron} = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

No seu estado normal, um corpo é neutro, ou seja, apresenta a mesma quantidade de prótons e elétrons. Quando essa quantidade for desigual, temos um corpo eletrizado – que estudaremos nas unidades seguintes.

Princípios da eletrostática

PRINCÍPIO DA QUANTIZAÇÃO

A carga elétrica é quantizada, ou seja, só pode existir como múltiplo da carga elementar (e), encontrada nos prótons e elétrons.

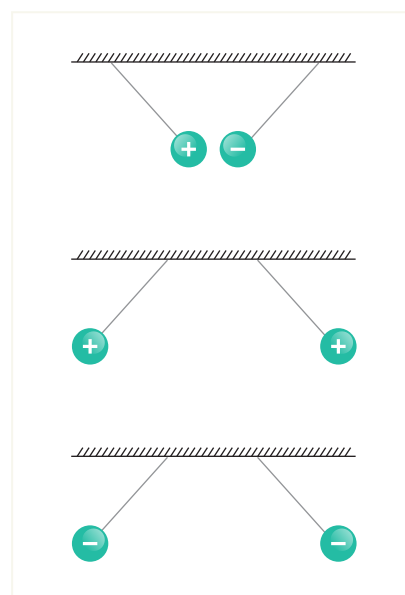
$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Um corpo inicialmente neutro, que ganha ou perde n elétrons, adquire uma carga elétrica Q dada por:

$$Q = \pm n \cdot e$$

Princípio da atração e repulsão

Cargas elétricas de sinais iguais se repelem, e cargas elétricas de sinais contrários se atraem.



Princípio da conservação da carga elétrica

Devemos entender, como um sistema eletricamente isolado, aquele em que não há troca de cargas com o meio exterior. É possível a transferência de carga elétrica de um corpo para outro pertencente ao sistema. Dessa forma, a carga elétrica total do sistema permanece constante.

Em um sistema eletricamente isolado, a soma das cargas elétricas é constante.

Sistema isolado

$$\Sigma \text{Cargas} = \text{Constante}$$

Condutores elétricos

Condutores de eletricidade movimentam facilmente cargas elétricas. Isso ocorre pela existência de elétrons livres nas camadas mais externas. Esses elétrons têm fraca ligação com o núcleo e, por isso, ao receberem energia, podem se mover com facilidade ao longo do condutor.

Importante

O material isolante pode ser eletrizado, porém é importante observar que, no isolante, a carga elétrica em excesso permanece exclusivamente no local onde se deu o processo de eletrização, recebendo o nome de carga estacionária. Já nos condutores ocorre uma distribuição de carga pela superfície externa.

Eletrização

Deixar um corpo eletrizado consiste em causar uma desigualdade de prótons e elétrons em um corpo. Lembre-se de que não alteramos o número de prótons de um átomo, pois eles estão no seu núcleo. Quando eletrizamos, estamos alterando o número de elétrons.



Jon Shukla/Nair Davle/BID

$$n_p = n_e \rightarrow \text{corpo neutro}$$

$$n_p > n_e \rightarrow \text{corpo carregado positivamente}$$

$$n_p < n_e \rightarrow \text{corpo carregado negativamente}$$

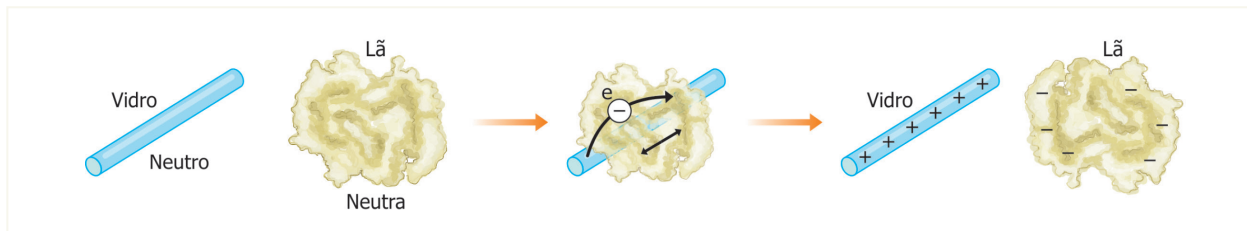
Anotações:



PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO

Eletrização por atrito

Consiste em um processo que envolve o atrito de corpos constituídos de materiais diferentes. Nesse processo, os corpos, ao serem friccionados, transferem elétrons de um para o outro.



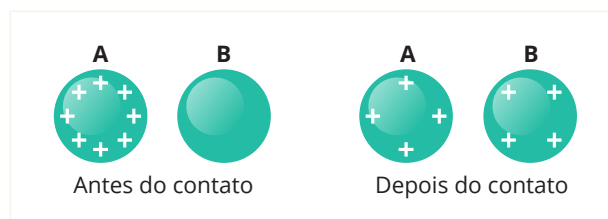
Comparando o comportamento de diferentes materiais ao serem atritados uns com os outros, foi estabelecida uma sequência, conhecida como série triboelétrica. Nesta, os materiais que se encontram próximos do topo da lista têm mais facilidade em perder elétrons, enquanto os mais próximos da base da lista têm mais facilidade em ganhar elétrons.



Na eletrização por atrito, os corpos atritados adquirem cargas elétricas de mesmo módulo e de sinais contrários.

Eletrização por contato

No processo de eletrização por contato, ocorre um compartilhamento de carga entre corpos. O corpo carregado eletricamente cede parte de sua carga ao corpo neutro. Observe a figura a seguir:



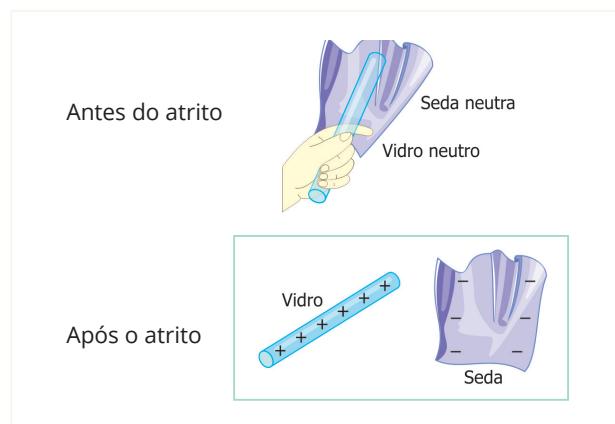
Note que, devido ao contato elétrico, o corpo B ficou eletrizado positivamente, assim como o corpo A. Observe ainda que os dois corpos ficam eletrizados com carga de mesmo módulo. Isso acontecerá sempre que os corpos forem idênticos. Assim, após o contato:

$$Q'_A = Q'_B = \frac{Q_A + Q_B}{2}$$

Importante

Após a eletrização por contato:

- ▶ Os corpos adquirem cargas elétricas de mesmo sinal e repelem-se.
- ▶ Se dois corpos condutores forem idênticos, eles repartirão o excesso de carga igualmente.

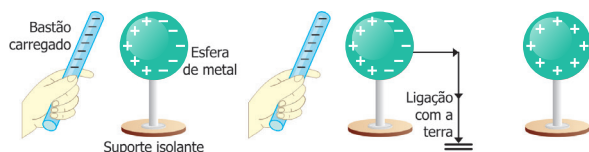


Anotações:



Eletrização por indução

A indução eletrostática (indução elétrica) consiste na separação (polarização elétrica) de um corpo neutro (induzido) devido à aproximação do indutor eletrizado.



Observe que a presença do bastão carregado eletricamente (indutor) proporciona uma organização das cargas elétricas na esfera, mantendo-a eletricamente neutra. Entretanto, a presença de uma ligação terra permite a troca de carga elétrica da esfera com a Terra, deixando a esfera com excesso de carga. Desfazendo a conexão com a Terra e, posteriormente, afastando o indutor, a esfera ficará eletrizada com carga de sinal contrário à do condutor.



Vídeo Máquina de choques caseira

LIGAÇÃO TERRA

Fazer uma ligação terra significa conectar um condutor qualquer por meio de um fio metálico (também condutor) ao solo (Terra). A Terra tem uma grande capacidade de trocar carga com um corpo a ela ligado.

Importante

Em uma eletrização por indução eletrostática, após a organização das cargas e a realização de uma ligação terra, os corpos se eletrizam com cargas de sinal contrário, a fim de que haja atração após esse processo.

APOIO AO TEXTO

1. (UEL) Corpos eletrizados ocorrem naturalmente em nosso cotidiano. Um exemplo disso é o fato de algumas vezes levarmos pequenos choques elétricos ao encostarmos em automóveis. Tais choques são devidos ao fato de estarem os automóveis eletricamente carregados. Sobre a natureza dos corpos (eletrizados ou neutros), considere as afirmativas a seguir:

- I. Se um corpo está eletrizado, então o número de cargas elétricas negativas e positivas não é o mesmo.
- II. Se um corpo tem cargas elétricas, então está eletrizado.
- III. Um corpo neutro é aquele que não tem cargas elétricas.
- IV. Ao serem atritados, dois corpos neutros, de materiais diferentes, tornam-se eletrizados com cargas opostas, devido ao princípio de conservação das cargas elétricas.
- V. Na eletrização por indução, é possível obter-se corpos eletrizados com quantidades diferentes de cargas.

Sobre as afirmativas acima, assinale a alternativa correta.

- a) Apenas as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- b) Apenas as afirmativas I, IV e V são verdadeiras.
- c) Apenas as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- d) Apenas as afirmativas II, IV e V são verdadeiras.
- e) Apenas as afirmativas II, III e V são verdadeiras.

2. (FUVEST) Têm-se três esferas condutoras idênticas, A, B e C. As esferas A (carga positiva) e a esfera B (carga negativa) estão eletrizadas com cargas de mesmo módulo, Q, e a esfera C está inicialmente neutra. São realizadas as seguintes operações:

- 1º toca-se C em B, com A mantida a distância, e em seguida separa-se C de B.
- 2º toca-se C em A, com B mantida a distância, e em seguida separa-se C de A.
- 3º toca-se A em B, com C mantida a distância, e em seguida separa-se A de B.

Podemos afirmar que a carga final da esfera A vale:

- a) zero
- b) $+Q/2$
- c) $-Q/4$
- d) $+Q/6$
- e) $-Q/8$

3. (UCSAL) Uma esfera condutora eletrizada com carga $Q = 6 \mu\text{C}$ é colocada em contato com outra, idêntica, eletrizada com cargas $q = -2 \mu\text{C}$. Admitindo-se que haja troca de cargas apenas entre essas duas esferas, o número de elétrons que passa de uma esfera para outra até atingir o equilíbrio eletrostático é:

Dado: Carga elementar = $1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

- a) $5,00 \cdot 10^{19}$
- b) $2,50 \cdot 10^{16}$
- c) $5,00 \cdot 10^{14}$
- d) $2,50 \cdot 10^{13}$
- e) $1,25 \cdot 10^{13}$

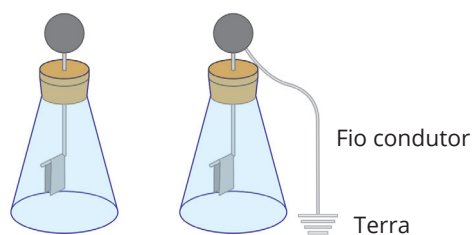


Três corpos, X, Y e Z, inicialmente neutros, foram eletrizados. Após os processos de eletrização, verifica-se que X e Y têm cargas positivas e Z tem carga negativa. A respeito da possível ordem e processos realizados, assinale a resposta correta.

Anotações:

- a) X e Y são eletrizados por contato e, em seguida, Z é eletrizado por atrito com Y.
- b) X e Y são eletrizados por atrito e, em seguida, Z é eletrizado por contato com Y.
- c) Y e Z são eletrizados por atrito e, em seguida, X é eletrizado por contato com Y.
- d) Y e Z são eletrizados por contato e, em seguida, X é eletrizado por atrito com Y.
- e) X, Y e Z são eletrizados estabelecendo contato mútuo.

4. (EFOA) As figuras a seguir ilustram dois eletroscópios. O da esquerda está totalmente isolado da vizinhança e o da direita está ligado à Terra por um fio condutor de eletricidade.



Das figuras a seguir, a que melhor representa as configurações das partes móveis dos eletroscópios, quando aproximarmos das partes superiores de ambos um bastão carregado negativamente, é:

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)



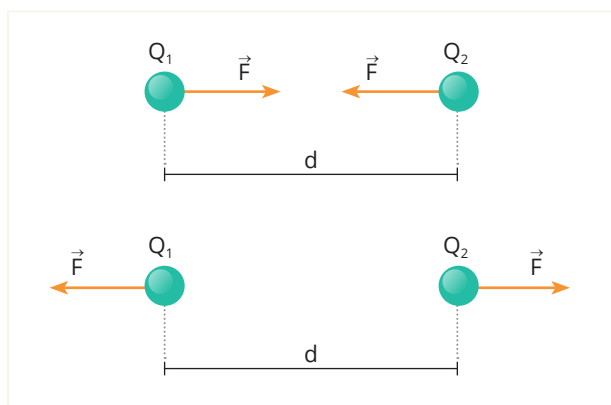


» Força elétrica e campo elétrico

• Lei de Coulomb

Em 1785, o cientista francês Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), utilizando uma balança de torção, conseguiu medir a força elétrica entre dois pequenos corpos carregados. Essa força, assim como a força de atração gravitacional, dependia do inverso do quadrado da distância. Dessa forma, temos a Lei de Coulomb.

A intensidade da força de ação mútua entre duas cargas elétricas pontiformes é diretamente proporcional ao produto dos valores absolutos das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa.



▶ Módulo

$$\vec{F} = k_0 \frac{|Q_1| |Q_2|}{d^2}$$

No SI: newtons (N)

▶ Direção

Segue a da reta que une as duas partículas.

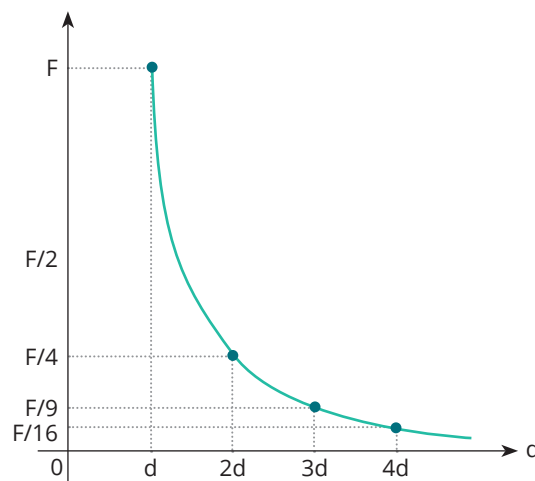
▶ Sentido

Será de aproximação, se as cargas forem de sinais opostos, e de afastamento, se as cargas forem de sinais iguais.

k_0 é denominada constante eletrostática do vácuo e é determinada experimentalmente. Vale:

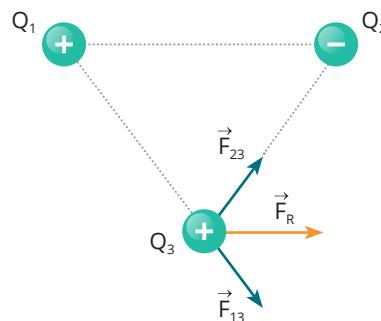
$$k_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

▶ Análise gráfica



• Força resultante

A Lei de Coulomb permite calcular a força eletrostática entre um par de cargas pontuais. No entanto, quando possuímos um sistema de várias cargas, podemos determinar a força resultante sobre uma carga do sistema, usando o princípio da superposição, que consiste em efetuar uma soma vetorial das forças que atuam na carga desejada.



$$\vec{F}_r = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

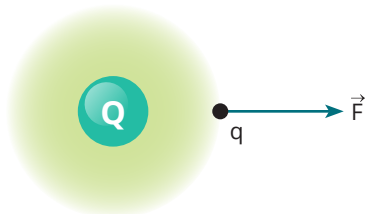
Importante

Não confunda soma algébrica com soma vetorial.



• Campo elétrico

Consideremos uma carga elétrica Q fixa. Colocando-se uma outra carga q , de prova, em diversos pontos do espaço em torno de Q , sabemos que, em cada um desses pontos, haverá uma força elétrica, exercida por Q , atuando em q .



No ponto em que colocamos a carga de prova q , é atribuído um vetor E , definido por:

► Módulo

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{|q|}$$

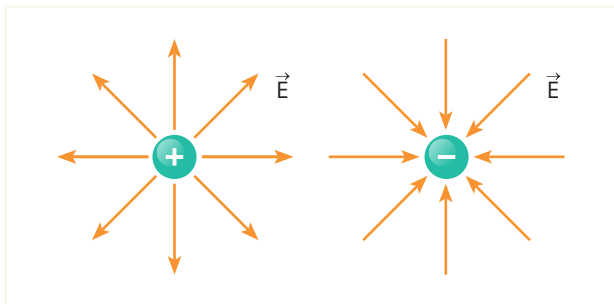
No SI: N/C

► Direção

Definida pela reta que une q e Q . A força elétrica e o campo elétrico têm a mesma direção.

► Sentido

Definido a partir do sinal da carga geradora Q . Se $Q > 0$, diz-se que o campo é de afastamento; já se $Q < 0$, diz-se que é de aproximação.



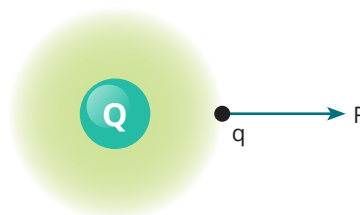
Importante

Campo elétrico e força têm a mesma direção, mas podem ter sentidos contrários. Observe a representação em uma carga de prova q situada em um ponto onde existe um campo elétrico E .



Campo elétrico criado por uma única carga pontual

Na figura que segue, a carga Q gera, na região à sua volta, um campo elétrico. Em cada ponto dessa região, o vetor campo elétrico E tem as seguintes características:



► Módulo

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{|q|}$$

Sendo a força definida pela Lei de Coulomb com o módulo:

$$\vec{F} = K \frac{|Q| |q|}{d^2}$$

$$\vec{E} = \frac{K|Q|}{d^2}$$

Importante

O campo elétrico é diretamente proporcional ao módulo da carga geradora Q e inversamente proporcional ao quadrado da distância do ponto P a essa carga.

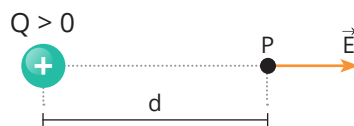
► Direção

É dada pela reta que une a carga geradora Q ao ponto P .

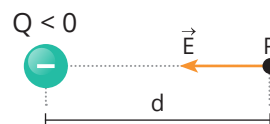
► Sentido

É determinado pelo sinal da carga geradora da seguinte forma:

CARGA POSITIVA

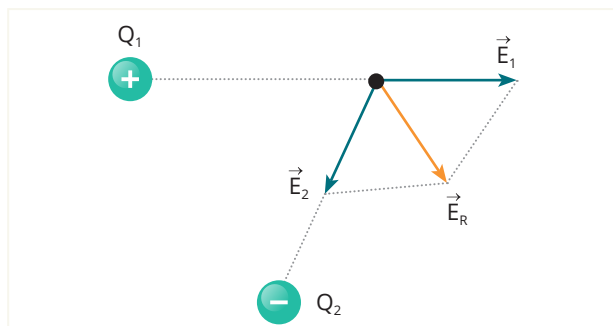


CARGA NEGATIVA



Campo elétrico resultante

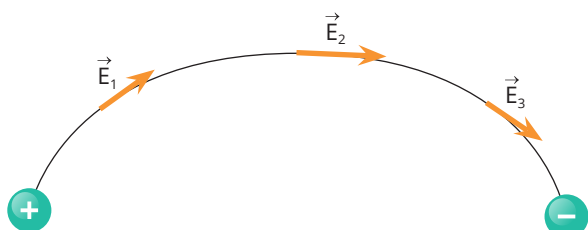
Para um ponto qualquer de uma região do espaço que se encontra sob ação elétrica de mais de uma carga, o vetor campo elétrico resultante é dado pela soma vetorial dos vetores campo elétrico gerados pelas cargas:



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

Linhas de força ou linhas de campo

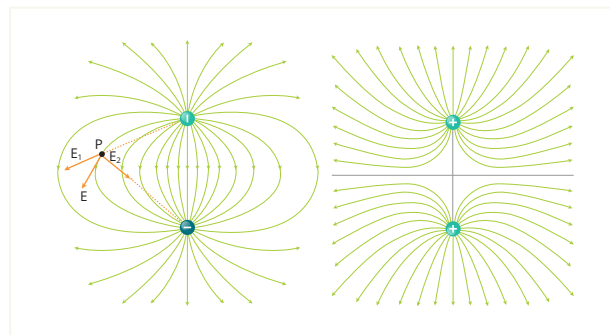
São linhas que representam graficamente o comportamento do campo elétrico em uma determinada região. Em um determinado ponto de uma linha de campo, o vetor campo elétrico tem a mesma orientação da linha de força e é tangente a ela. Vale lembrar que o vetor campo elétrico se afasta, caso a carga geradora seja positiva, e se aproxima, caso a carga geradora seja negativa. As linhas de força também têm esse comportamento, vejamos alguns exemplos:



Linhas de força do campo elétrico. A configuração dos vetores campo elétrico resultantes, \vec{E}_1 , \vec{E}_2 , \vec{E}_3 , etc., das partículas de cargas Q_1 e Q_2 , torna-se mais visível com o traçado de linhas de força.

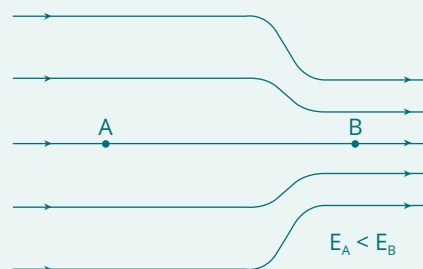
Anotações:

Dipolo elétrico



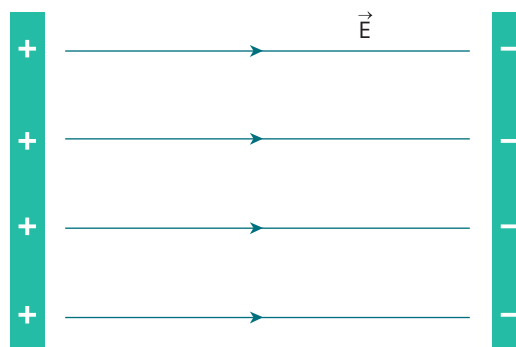
Importante

Quanto mais próximas estiverem as linhas de campo, maior sua intensidade.



Campo elétrico uniforme

O campo elétrico é dito uniforme quando ele se mantém constante em todos os pontos analisados. Sabendo que o campo elétrico é uma grandeza vetorial, para que ele seja uniforme, precisamos manter constantes seu módulo, sua direção e seu sentido. Para isso, as linhas de força devem ser paralelas e equidistantes entre si.



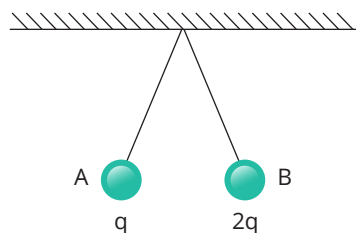
Importante

Uma partícula eletrizada em um campo elétrico uniforme sofre a ação de uma força elétrica constante.



APOIO AO TEXTO

1. (UNIVALE) Duas esferas metálicas pequenas, A e B de massas iguais, suspensas por fios isolantes, conforme representa a figura, são carregadas com cargas elétricas positivas que valem respectivamente q na esfera A e $2q$ na esfera B.



Sendo F_1 a força elétrica exercida por A sobre B, e F_2 a força elétrica exercida por B sobre A, pode-se afirmar que:

- a) $F_1 = F_2$
- b) $F_1 = 2F_2$
- c) $F_2 = 2F_1$
- d) $F_1 = 4F_2$
- e) $F_2 = 4F_1$

2. (MACKENZIE) Duas esferas metálicas idênticas, separadas pela distância d , estão eletrizadas com cargas elétricas Q e $-5Q$. Essas esferas são colocadas em contato e em seguida são separadas de uma distância $2d$. A força de interação eletrostática entre as esferas, antes do contato tem módulo F_1 e, após o contato, tem módulo F_2 . A relação F_1/F_2 é:

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

3. (FUVEST) Duas cargas elétricas $-q$ e $+q$ estão fixas nos pontos A e B, conforme a figura. Uma terceira carga positiva Q é abandonada em um ponto da reta \overline{AB} .



Podemos afirmar que a carga Q :

- a) permanecerá em repouso se for colocada no meio do segmento \overline{AB} .
- b) mover-se-á para a direita se for colocada no meio do segmento \overline{AB} .
- c) mover-se-á para a esquerda se for colocada à direita de B.
- d) mover-se-á para a direita se for colocada à esquerda de A.
- e) permanecerá em repouso em qualquer posição sobre a reta \overleftrightarrow{AB} .

4. (PUC-SP) As cargas elétricas puntiformes Q_1 e Q_2 , posicionadas em pontos fixos conforme o esquema, mantêm, em equilíbrio, a carga elétrica puntiforme q alinhada com as duas primeiras.



De acordo com as indicações do esquema, o módulo da razão Q_1/Q_2 é igual a:

- a) 36
- b) 9
- c) 2
- d) $3/2$
- e) $2/3$

Anotações:



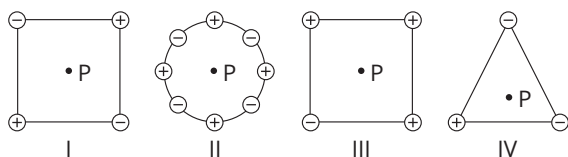
5. (UFSM) Uma partícula com carga de $8 \cdot 10^{-7}$ C exerce uma força elétrica de módulo $1,6 \cdot 10^{-2}$ N sobre outra partícula com carga de $2 \cdot 10^{-7}$ C. A intensidade do campo elétrico no ponto onde se encontra a segunda partícula é, em N/C:

- a) $3,2 \cdot 10^{-9}$
- b) $1,28 \cdot 10^{-8}$
- c) $1,6 \cdot 10^4$
- d) $2 \cdot 10^4$
- e) $8 \cdot 10^4$

6. Uma partícula cuja carga $q = 2,5 \cdot 10^{-8}$ C e massa $m = 5,0 \cdot 10^{-4}$ kg, colocada em um determinado ponto P onde existe um campo elétrico, adquire aceleração de $3,0 \times 10^3$ m/s² por causa exclusivamente desse campo. O módulo do campo elétrico é:

- a) $2,0 \times 10^7$ N/C
- b) $3,0 \times 10^7$ N/C
- c) $4,0 \times 10^7$ N/C
- d) $5,0 \times 10^7$ N/C
- e) $6,0 \times 10^7$ N/C

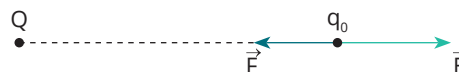
7. (EFOA) Elétrons e prótons são distribuídos simetricamente em torno de um ponto P nas configurações indicadas nas figuras abaixo.



É correto afirmar que o campo elétrico, no ponto P, é nulo nas figuras:

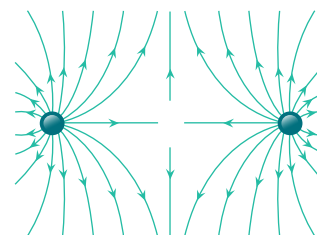
- a) II e III.
- b) III e IV.
- c) I e III.
- d) II e IV.
- e) I e II.

Na figura Q é uma carga elétrica puntiforme fixa, que produz um campo elétrico E na posição ocupada por uma carga móvel q_0 , e F é a força elétrica de interação entre Q e q_0 . Assim sendo, pode-se afirmar que:



- a) $Q > 0$ e $q_0 > 0$
- b) $Q < 0$ e $q_0 < 0$
- c) $Q > 0$ e $q_0 < 0$
- d) $Q < 0$ e $q_0 > 0$
- e) q_0 desloca-se no mesmo sentido de \vec{E} .

8. (UFMA) A figura representa, na convenção usual, a configuração de linhas de força associadas a duas cargas puntiformes Q_1 e Q_2 .



Podemos afirmar corretamente que:

- a) Q_1 e Q_2 são neutras.
- b) Q_1 e Q_2 são cargas negativas.
- c) Q_1 é positiva e Q_2 é negativa.
- d) Q_1 é negativa e Q_2 é positiva.
- e) Q_1 e Q_2 são cargas positivas.

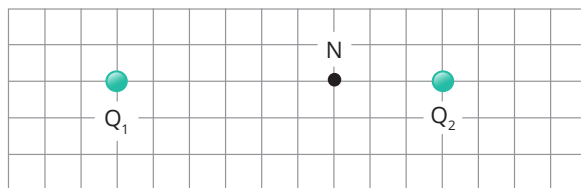
9. (UFSM) Preencha as lacunas e, após, assinale a alternativa correta.

Uma esfera de pequena massa, carregada positivamente, encontra-se em repouso, quando submetida, simultaneamente, a um campo elétrico e ao campo gravitacional da Terra. Nessa situação, a direção do campo elétrico é _____ com sentido _____.

- a) horizontal - do norte para o sul
- b) horizontal - do sul para o norte
- c) horizontal - do oeste para o leste
- d) vertical - de cima para baixo
- e) vertical - de baixo para cima



10. Duas cargas elétricas Q_1 e Q_2 estão dispostas conforme a figura abaixo. Se no ponto N o campo elétrico resultante é nulo, é possível afirmar que a razão Q_2/Q_1 é:



- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 1/2
- e) 1/4

Anotações:





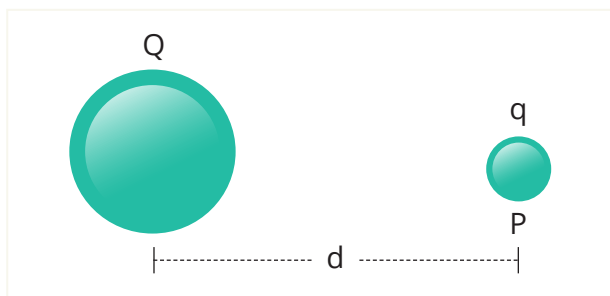
AULA-
-PILULA

» Potencial elétrico e corrente elétrica

• Potencial elétrico

Uma partícula de carga q , colocada em um ponto do campo elétrico gerado por uma carga fonte fixa Q , fica sujeita à ação de uma força F . Dessa forma, movimenta-se, adquirindo energia cinética às custas da energia potencial elétrica.

Colocando uma carga de prova q em um ponto P de um campo elétrico gerado por uma carga fixa Q , definimos a Energia Potencial Elétrica armazenada no sistema constituído pelas duas cargas, como:



$$E_p = \frac{KQq}{d}$$

No SI: Joule (J)

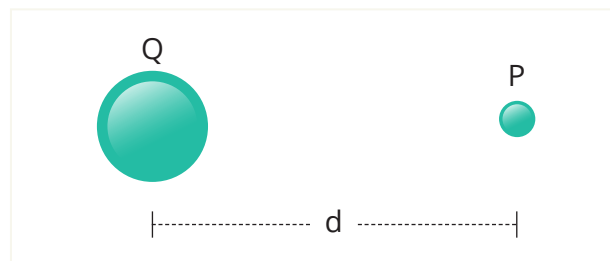
A esse ponto, associamos um Potencial Elétrico, que representa a energia potencial elétrica armazenada por unidade de carga.

$$V = \frac{E_p}{q}$$

No SI: J/C = volt (V)

Potencial em um campo elétrico criado por partícula puntiforme

O potencial elétrico é uma grandeza escalar definida pela relação entre energia potencial elétrica e unidade de carga de prova. Para uma carga geradora Q , em um ponto P do espaço, podemos obter o potencial elétrico gerado por:



$$V = \frac{kQ}{d}$$

No SI: V = volt (V)

Importante

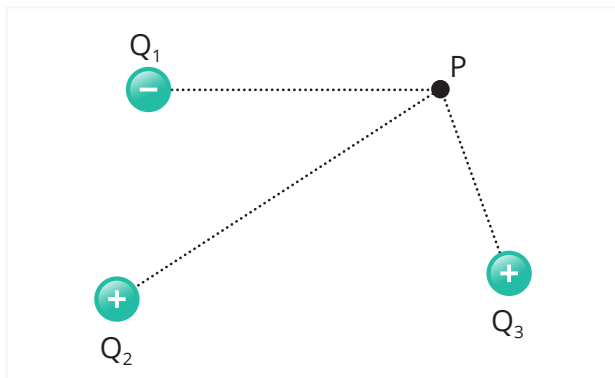
- ▶ O potencial elétrico é uma grandeza **escalar**, ou seja, não tem orientação.
- ▶ O potencial elétrico poderá ser positivo ou negativo, dependendo do sinal da carga geradora Q .
- ▶ O potencial elétrico é nulo em um ponto situado no infinito.
- ▶ O potencial elétrico não depende da carga de prova.

Anotações:



POTENCIAL TOTAL

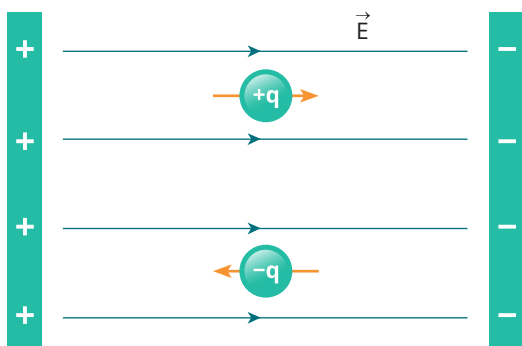
Para um ponto P qualquer do espaço, sob influência de várias cargas geradoras de campo elétrico, o potencial elétrico total é calculado como a soma algébrica de todos os potenciais no ponto:



$$V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

PROPRIEDADES DO POTENCIAL ELÉTRICO

Para que haja movimento de cargas elétricas entre dois pontos de um campo elétrico, a condição necessária e suficiente é que exista uma diferença de potencial entre esses pontos. Desse modo, as linhas de força de um campo elétrico são sempre orientadas no sentido dos maiores para os menores potenciais.



Importante

- ▶ Cargas positivas abandonadas em um campo elétrico ficam sujeitas à força elétrica e buscam, espontaneamente, os menores potenciais.
- ▶ Cargas negativas abandonadas em um campo elétrico ficam sujeitas à força elétrica e buscam, espontaneamente, os maiores potenciais.

Um movimento espontâneo ocorre sempre no sentido de diminuir a energia potencial elétrica.

DIFERENÇA DE POTENCIAL (DDP)

A diferença de potencial (ddp), que também é chamada de *tensão elétrica*, mede o desnível elétrico entre dois pontos de um campo elétrico.

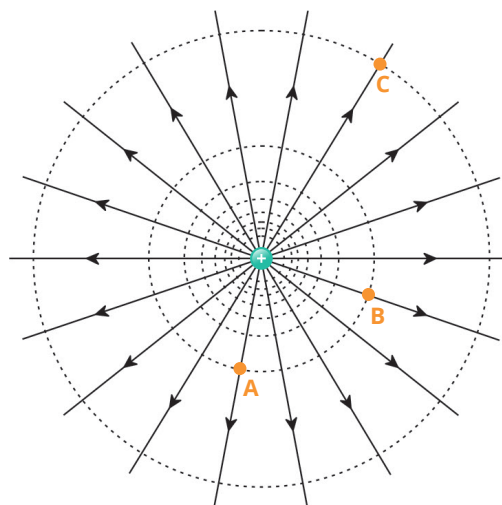
$$U = V_{\text{inicial}} - V_{\text{final}}$$

Superfícies equipotenciais

Representam, geometricamente, todos os pontos que estão submetidos a um mesmo potencial elétrico na região de campo elétrico de uma carga ou na distribuição de cargas no espaço. Essas superfícies são perpendiculares às linhas de força. Podem ser representadas como linhas, quando demonstradas no plano, e como superfícies, quando demonstradas no espaço.

PARA UMA CARGA ELÉTRICA PUNTI-FORME

Superfícies esféricas concêntricas

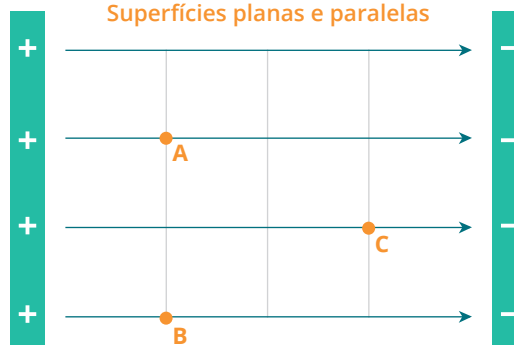


$$V_A = V_B$$

$$V_B > V_C$$

PARA UM CAMPO ELÉTRICO PUNTI-FORME

Superfícies planas e paralelas



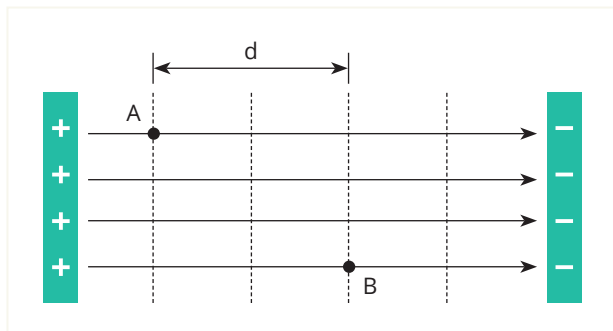
$$V_A = V_B$$

$$V_B > V_C$$



RELAÇÃO ENTRE CAMPO ELÉTRICO E POTENCIAL ELÉTRICO

Essa relação só é válida para um campo elétrico uniforme.



$$E \cdot d = U_{AB}$$

Sendo **U** a diferença de potencial entre os pontos **A** e **B**.

Trabalho da força elétrica

A fim de calcularmos o trabalho para deslocar uma carga **q** de um ponto, **A**, até outro ponto, **B**, devemos realizar o produto dessa carga pela diferença de potencial entre os pontos **A** e **B**.

$$W_{AB} = q \cdot (V_A - V_B)$$

Importante

- ▶ Note que todos os pontos sobre uma mesma linha ou superfície equipotencial estão sob o mesmo potencial elétrico, então o trabalho da força elétrica é nulo.
- ▶ O trabalho independe da trajetória.

Anotações:

Contato elétrico entre condutores

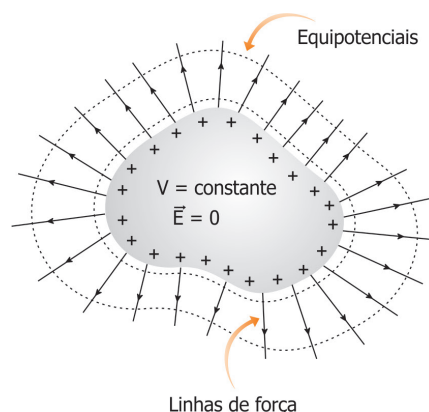
Quando se estabelece o contato elétrico entre condutores, estes adquirem uma condição de equilíbrio eletrostático – cargas elétricas estacionárias –, isto é, ausência de ddp ou potenciais iguais. Assim, ao se estabelecer tal contato, os condutores adquirem uma condição de igualdade de potencial elétrico. Para isso, a distribuição de carga acontece dependendo das dimensões do condutor. As cargas serão iguais se os condutores forem iguais.

Cessa o movimento das cargas de um condutor para o outro quando eles atingem o mesmo potencial elétrico.

CARACTERÍSTICA DO CONDUTOR EM EQUILÍBRIO ELÉTRICO

A distribuição de cargas em condutores obedece às seguintes características:

- ▶ cargas em excesso se distribuem na superfície externa do corpo;
- ▶ o potencial elétrico no interior e na superfície do corpo é constante;
- ▶ o campo elétrico no interior é nulo;
- ▶ o vetor campo elétrico tem direção perpendicular à superfície, conforme representado na figura abaixo:



• Eletrodinâmica

Quando estudamos os condutores, vimos onde seus átomos possuem poucos elétrons: em sua última camada. São, portanto, fracamente ligados ao núcleo. Nesse caso, ao receberem qualquer energia, libertam-se e passam a se deslocar entre os átomos do condutor.

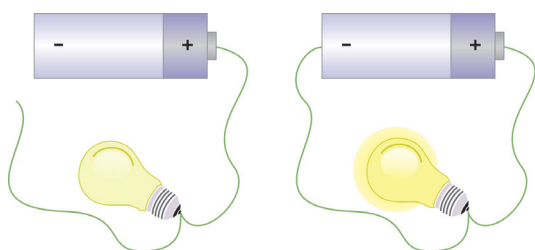


• Corrente elétrica

É o movimento ordenado de portadores de carga.

Importante

- ▶ O sentido real da corrente elétrica é do polo negativo para o polo positivo de um gerador, enquanto o convencional é do positivo para o negativo.
- ▶ A diferença de potencial (ddp) pode ser obtida por meio de um dispositivo chamado gerador (fonte de tensão elétrica).



Só existe movimento ordenado de cargas elétricas (corrente elétrica) se existir uma **ddp** em um **campo elétrico** $\neq 0$.

Intensidade da corrente elétrica

É a razão entre a quantidade de carga (Δq) que passa pela secção transversal de um condutor e o intervalo de tempo considerado (Δt).

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

$$\Delta q = i \cdot \Delta t$$

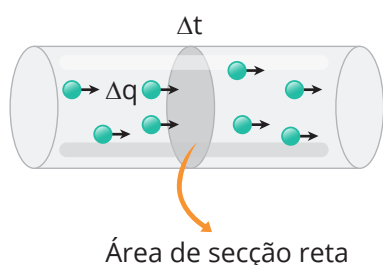
$$\frac{C}{s} = A \text{ (Ampère*)}$$

*Submúltiplos do Ampère:

1 miliampère ou 1 mA = 10^{-3} A

1 microampère ou 1 μ A = 10^{-6} A

1 nanoampère ou 1 nA = 10^{-9} A



Classificação da corrente elétrica

CORRENTE CONTÍNUA (CC)

É aquela cuja intensidade é constante e tem sempre o mesmo sentido.

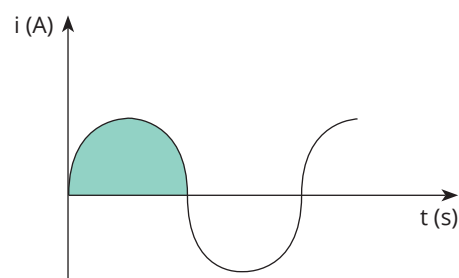
- *Exemplos:* pilha comum e bateria.



CORRENTE ALTERNADA (CA)

É aquela cuja intensidade varia senoidalmente com o tempo e cujo sentido se inverte periodicamente.

- *Exemplos:* alternadores e transformadores.



A área sob a reta fornece numericamente o valor absoluto da carga transportada por meio do condutor.

Anotações:



APOIO AO TEXTO

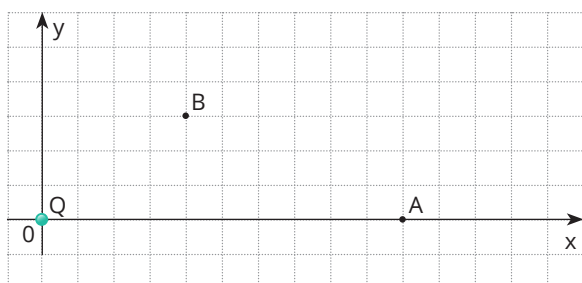
1. (UFTM) Com relação a um ponto P sobre as linhas de campo geradas por uma única carga puntiforme positiva, analise:

- I. A força elétrica exercida sobre uma carga nesse ponto tem a direção da tangente à linha no ponto P.
- II. O vetor campo elétrico nesse ponto tem sentido voltado para a carga geradora do campo.
- III. O potencial elétrico em P é um vetor com direção radial à carga geradora do campo.

É(São) verdadeira(s):

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) III, apenas.
- d) I e II, apenas.
- e) I, II e III.

2. (UCSAL) Considere uma carga puntiforme positiva Q, fixa na origem 0 de um sistema de eixos cartesianos, e dois pontos, A e B, deste plano, como mostra a figura.



No ponto B, o vetor campo elétrico tem intensidade E e o potencial elétrico é V. No ponto A, os valores dessas grandezas serão, respectivamente:

- a) E/4 e V/2
- b) E/2 e V/2
- c) E e V
- d) 2E e 2V
- e) 4E e 2V

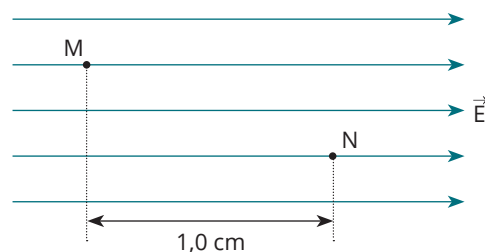
3. (PUC-MG) Quatro cargas puntiformes iguais, positivas, estão nos vértices de um quadrado. O potencial foi considerado nulo a uma distância infinita. É correto, então, dizer que no centro do quadrado:

- a) o potencial é diferente de zero e o campo elétrico é nulo.
- b) o potencial é nulo e o campo elétrico é diferente de zero.
- c) o potencial e o campo elétrico são ambos diferentes de zero.
- d) o potencial e o campo elétrico são ambos nulos.

4. (UNIUBE) Em uma região de campo elétrico uniforme de intensidade $E = 20.000 \text{ V/m}$, uma carga $q = 4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ é levada de um ponto A, onde $V_A = 200 \text{ V}$, para um ponto B, onde $V_B = 80 \text{ V}$. O trabalho realizado pela força elétrica, no deslocamento da carga entre A e B e a distância entre os pontos A e B são, respectivamente, iguais a:

- a) $4,8 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ e $6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- b) $4,8 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ e $6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- c) $2,4 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ e $8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- d) $2,4 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ e $6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- e) 0 e $8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

5. (PUC-SP) Considere dois pontos M e N, de um campo elétrico uniforme de intensidade $5,0 \cdot 10^3 \text{ N/C}$, conforme mostra o esquema a seguir.



Sabendo que o potencial elétrico no ponto M vale 40 V, é correto afirmar que:

- a) o potencial elétrico no ponto N vale -10 V.
- b) o trabalho do campo elétrico ao deslocar uma carga $q = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, de M até N, vale $-2,0 \cdot 10^{-4} \text{ J}$.
- c) o potencial elétrico no ponto N vale 40 V.
- d) o trabalho do campo elétrico ao deslocar uma carga $q = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, de M até N, vale $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ J}$.
- e) o potencial elétrico do ponto N vale 90 V.



6. (PUC-PR) Uma corrente elétrica de 10 A é mantida em um condutor metálico durante dois minutos. Pede-se a carga elétrica que atravessa uma seção do condutor.

- a) 120 C
- b) 1.200 C
- c) 200 C
- d) 20 C
- e) 600 C

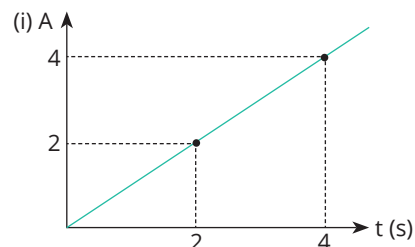
7. (PUC-SP) Uma corrente elétrica de intensidade 11,2 μA percorre um condutor metálico. Considere $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C o valor da carga elementar. O tipo e o número de partículas carregadas que atravessam uma seção transversal desse condutor por segundo são:

- a) prótons; $7,0 \cdot 10^{13}$ partículas.
- b) íons de metal; $14,0 \cdot 10^{16}$ partículas.
- c) prótons; $7,0 \cdot 10^{19}$ partículas.
- d) elétrons; $14,0 \cdot 10^{16}$ partículas.
- e) elétrons; $7,0 \cdot 10^{13}$ partículas.

9. Ao acionar um interruptor de uma lâmpada elétrica, esta se acende quase instantaneamente, embora possa estar a centenas de metros de distância. Isso ocorre porque:

- a) a velocidade dos elétrons na corrente elétrica é igual à velocidade da luz.
- b) os elétrons se põem em movimento quase imediatamente em todo o circuito, embora sua velocidade média seja relativamente baixa.
- c) a velocidade dos elétrons na corrente é muito elevada.
- d) não é necessário que os elétrons se movimentem para que a lâmpada se acenda.
- e) O movimento dos prótons tem velocidade igual à da luz.

10. (UNISA-SP) No diagrama temos a representação da intensidade de corrente (i) em função do tempo (t). A quantidade de carga elétrica, em C, que atravessa uma seção transversal do condutor entre 2s e 4s é:



- a) 4
- b) 8
- c) 1
- d) 6
- e) 2

8. Um ampère corresponde a:

- I. um coulomb por segundo.
- II. passagem de $6,25 \cdot 10^{18}$ cargas elementares por segundo através de uma seção transversal de um condutor (carga elementar $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C)

- a) Só a afirmação I é correta.
- b) Só a afirmação II é correta.
- c) As duas afirmações estão corretas.
- d) As duas afirmações estão incorretas.

Anotações:





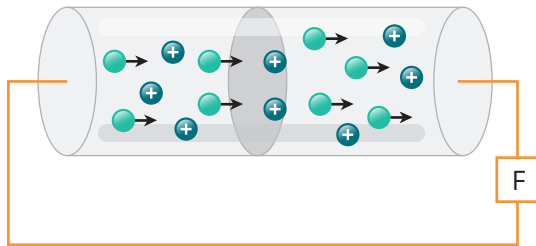
» Tópicos e elementos de um circuito elétrico

• Resistores

Resistência elétrica

É a dificuldade que as cargas elétricas em movimento (corrente elétrica) encontram para se moverem no interior do condutor.

$$R = \frac{U}{i}$$

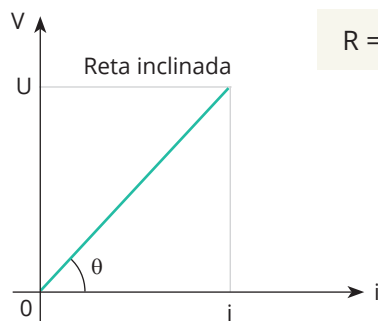
*Lei de OHM*

A intensidade de corrente elétrica que passa por um condutor é diretamente proporcional à d.d.p. (tensão) aplicada entre os terminais desse condutor, sendo a resistência elétrica uma constante de proporcionalidade entre as duas grandezas citadas acima.

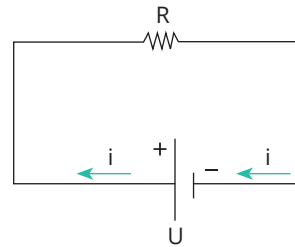
$$U = R \cdot i$$

$$\frac{\text{Volt (V)}}{\text{Ampère (A)}} = \text{Ohm } (\Omega)$$

Lei de Ohm \rightarrow **R = constante**



$$R = \text{tg } \theta$$



U (V)	i (A)
4	2
8	4
12	6
16	8

► **Resistor \neq resistência:** o **resistor** é o elemento que apresenta a propriedade da **resistência elétrica**.

► A **resistência é uma característica** (propriedade) **de cada material**. Logo, a **resistência** de cada material é **constante** quando se mantém constante a temperatura (mesmo variando a tensão e a corrente).

► Símbolo do resistor: $\text{---}\text{---}\text{---}$

APARELHOS RESISTIVOS

No ferro elétrico e no secador de cabelos, a energia elétrica se converte em energia térmica (efeito Joule) quando a corrente elétrica passa pelo resistor do aparelho.



Waleyr Mattoso/Socstu



Lisung/BID

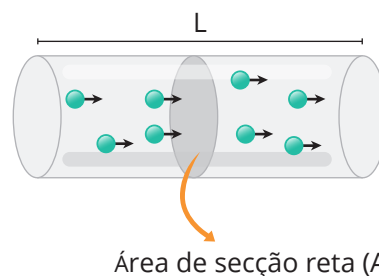
Exemplos de aparelhos resistivos.

Anotações:



RESISTIVIDADE

A resistência elétrica é diretamente proporcional ao comprimento (L) do condutor, inversamente proporcional à área da seção reta do condutor (A) e depende da natureza da substância de que é feito o condutor (ρ).



$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

Em que: ρ = resistividade
Unidade: $\Omega \cdot m$

Importante

- ▶ Podemos **alterar** o valor da **resistência**, alterando o comprimento do condutor (L) ou sua seção reta (A).
- ▶ A **resistividade** é uma característica do material. Logo, **não depende** das **dimensões do condutor**, da tensão nem da corrente elétrica.
- ▶ A resistividade **só varia com a temperatura**.
- ▶ A resistividade (ρ) é uma característica própria de cada material. Ela pode, porém, ser modificada pela variação da temperatura (quanto mais alta a temperatura, maior a resistência). A resistividade representa a maior ou a menor fluidez com que a corrente elétrica atravessa determinado material.
- ▶ Os reostatos são resistores de resistência variável. A representação de um reostato é:



- ▶ A condutância é a grandeza inversa da resistência, assim como a condutividade é a grandeza inversa da resistividade.
- ▶ Os semicondutores são, por definição, substâncias cuja condutividade elétrica se situa na faixa intermediária entre os condutores e os isolantes.
– Exemplos: carbono, germânio, silício.
- ▶ Para condutores cilíndricos, a área de seção reta pode ser calculada pela área da circunferência:

$$A = \pi r^2 \quad (\text{r é o raio da circunferência})$$

- ▶ Um isolante conduz corrente elétrica se o campo elétrico a que ele está submetido é superior a um certo valor conhecido como rigidez dielétrica.

Anotações:



• Associação simples de resistores

A **associação de resistores** é muito comum em vários sistemas quando queremos alcançar um nível de resistência em que somente um resistor não é suficiente. Qualquer associação de resistores será representada pelo resistor equivalente, que representa a resistência total dos resistores associados.

Associação de resistores

Associação em série	Associação em paralelo
<p>Corrente: É CONSTANTE $i_T = i_1 = i_2 = i_3$</p>	<p>Corrente: NÃO É CONSTANTE $i_T = i_1 + i_2 + i_3$</p>
<p>Tensão elétrica (ddp): NÃO É CONSTANTE $U_T = U_1 + U_2 + U_3$</p>	<p>Tensão elétrica (ddp): É CONSTANTE $U_T = U_1 = U_2 = U_3$</p>
<p>Resistência total (equivalente): $R_T = R_1 + R_2 + R_3$</p>	<p>Resistência total (equivalente): $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$</p>

OBSERVAÇÕES

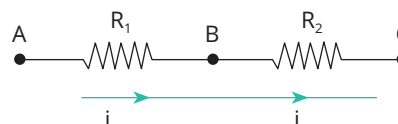
1. Para associações de dois resistores em paralelo, é válida a seguinte relação:

$$R_t = \frac{\text{produto}}{\text{soma}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

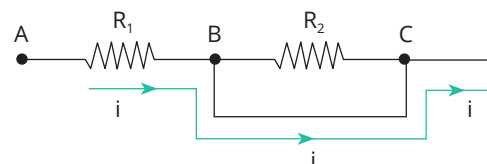
2. Para associações de vários ("N") resistores iguais a R em paralelo, é válida a seguinte relação:

$$R_t = \frac{R}{N}$$

3. Existe um curto-circuito entre dois pontos de um circuito elétrico quando eles são ligados por meio de um condutor de resistência elétrica desprezível.



Na figura acima, a corrente elétrica i atravessa os dois resistores em série, passando pelos pontos A, B e C em sequência. Se entre B e C conectarmos um condutor de resistência desprezível, a corrente não passará mais pelo resistor R_2 e esse condutor caracterizará um curto-circuito. O resistor R_2 perderá sua função no circuito elétrico.



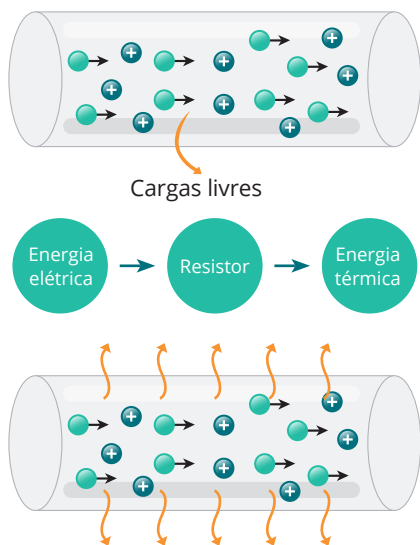
4. Associação mista é representada por uma combinação das ligações em série e em paralelo. Nesses casos, é importante definir, por meio do desenho da trajetória da corrente elétrica, quais resistores estão em série e quais estão em paralelo.



• Efeito Joule

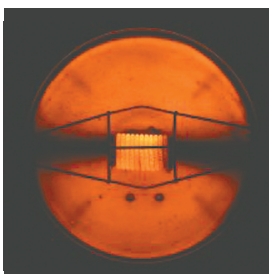
Energia elétrica convertida em térmica no resistor

As cargas que constituem a corrente elétrica se deslocam no interior de um condutor. Essas cargas se chocam com os átomos do condutor. Assim, parte de sua energia se transfere para os átomos do condutor, o que provoca aumento das vibrações desses átomos e, em consequência, aumento da sua temperatura.



As cargas perdem energia elétrica, que é transformada em energia térmica.

Esse efeito é aplicado nos chuveiros elétricos, aquecedores, ferros de passar roupa, estufas, fornos, etc.



Potência elétrica

É a rapidez com que a energia elétrica é transformada, consumida.

$$P = i \cdot U$$

Unidade: Watt (W)

$$P = R \cdot i^2$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Energia elétrica

Para calcularmos o quanto cada aparelho de nossa casa gasta de energia, basta sabermos a potência do aparelho e o tempo que ele fica ligado.

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$E = i \cdot U \cdot \Delta t$$

$$E = R \cdot i^2 \cdot \Delta t$$

$$E = \frac{U^2}{R} \cdot \Delta t$$

Unidade: (SI) joule = watt · segundo

Unidade técnica: Quilowatt-hora

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

////// APOIO AO TEXTO ////

1. (ITA) Medidas de intensidade de corrente e ddp foram realizadas com dois condutores de metais diferentes e mantidos à mesma temperatura, encontrando-se os resultados da tabela abaixo:

Condutor I		Condutor II	
0	0	0	0
0,5	2,18	0,5	3,18
1,0	4,36	1,0	4,36
2,0	8,72	2,0	6,72
4,0	17,44	4,0	11,44

Nessas condições, pode-se afirmar que:

- Ambos os condutores obedecem à Lei de Ohm.
- Nenhum dos condutores obedece à Lei de Ohm.
- Somente o condutor 1 obedece à Lei de Ohm.
- Somente o condutor 2 obedece à Lei de Ohm.
- Nenhuma das anteriores.

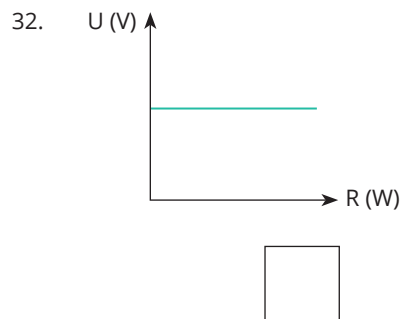
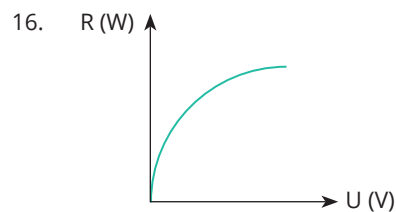
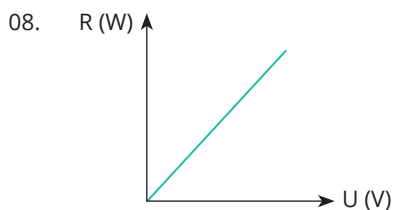
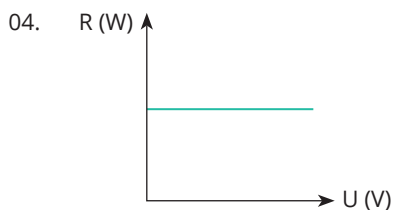
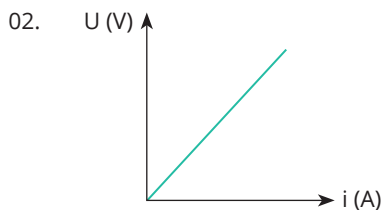
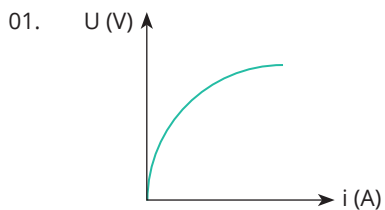
Anotações:



2. (CESGRANRIO) Alguns elementos passivos de um circuito elétrico são denominados resistores ôhmicos que obedecem à Lei de Ohm. Tal lei afirma que:

- a) Mantida constante a temperatura do resistor, sua resistência elétrica é constante, independentemente da tensão aplicada.
- b) A resistência elétrica do resistor é igual à razão entre a tensão que lhe é aplicada e a corrente que o atravessa.
- c) A potência dissipada pelo resistor é igual ao produto da tensão que lhe é aplicada pela corrente que o atravessa.
- d) O gráfico tensão X corrente para o resistor é uma linha reta que passa pela origem, independentemente de sua temperatura ser ou não mantida constante.
- e) A resistência elétrica do resistor aumenta com o aumento de sua temperatura e diminui com a diminuição de sua temperatura.

3. (UFSC) Dos gráficos mostrados abaixo escolha aqueles que melhor representam um resistor linear (que obedece à Lei de Ohm). Dê como resposta a soma dos números correspondentes aos gráficos escolhidos.



4. Têm-se cinco fios condutores F_1 , F_2 , F_3 , F_4 e F_5 , de mesmo material e à mesma temperatura. Os fios apresentam comprimento e área de seção transversal dados pela tabela:

	Comprimento	Área de seção transversal
F_1	L	A
F_2	2L	A
F_3	L	2A
F_4	L	A/2
F_5	2L	A/2

Seja R a resistência elétrica de F_1 , podemos afirmar que F_2 , F_3 , F_4 e F_5 têm resistências elétricas, respectivamente:

- a) 2R; 2R; R/2; R
- b) 2R; R/2; 2R; 4R
- c) 2R; R/2; 2R; R
- d) R/2; 2R; 2R; R
- e) R; 2R; R/2; 4R



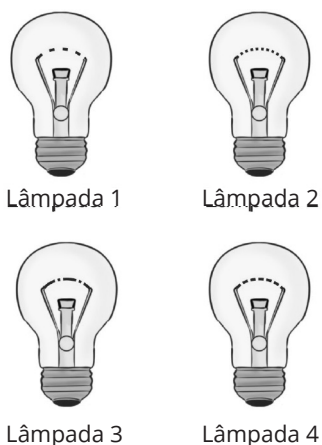
5. (PUC-RS) Um condutor elétrico tem comprimento L , diâmetro D e resistência elétrica R . Se duplicarmos seu comprimento e diâmetro, sua nova resistência elétrica passará a ser:

- a) R
- b) $2R$
- c) $R/2$
- d) $4R$
- e) $R/4$

6. (UNIFOR) Um fio metálico, de comprimento L e resistência elétrica R , é estirado de forma que seu novo comprimento passa a ser $2L$. Considere que a densidade e a resistividade do material permaneçam invariáveis. À mesma temperatura, sua nova resistência será?

- a) $4R$
- b) $2R$
- c) R
- d) $R/2$
- e) $R/4$

7. (FGV-SP) Uma fábrica de lâmpadas utiliza a mesma liga de tungstênio para produzir o filamento de quatro modelos de lâmpadas para tensão de 127 V.



Os modelos diferenciam-se entre si pelo comprimento e área da seção transversal do filamento, conforme indicado na tabela a seguir.

Modelo	Comprimento	Área de seção transversal
Lâmpada 1	L	S
Lâmpada 2	L	$2S$
Lâmpada 3	$2L$	S
Lâmpada 4	$2L$	$2S$

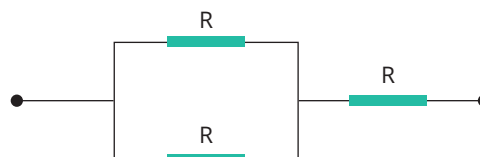
Quando ligadas em paralelo a uma mesma fonte de tensão de 127 V, as potências P_1 , P_2 , P_3 e P_4 das respectivas lâmpadas guardam a relação:

- a) $P_1 > P_2 > P_3 > P_4$
- b) $P_4 > P_3 > P_2 > P_1$
- c) $P_1 = P_2 > P_3 > P_4$
- d) $P_3 > P_4 > P_1 > P_2$
- e) $P_2 > P_1 = P_4 > P_3$

8. Em um chuveiro elétrico (2.200 W – 220 V) cortou-se a resistência ao meio; em virtude desse corte, a nova potência do chuveiro será:

- a) 550 W
- b) 1.100 W
- c) 4.400 W
- d) a mesma de antes.
- e) nenhuma das anteriores.

9. (UFC) No circuito abaixo, os três resistores são idênticos e cada um pode dissipar uma potência máxima de 32 W, sem haver superaquecimento.



Nessa condição, qual a potência máxima, em watts, que o circuito poderá dissipar?

- a) 32
- b) 36
- c) 40
- d) 44
- e) 48



10. (UFPEL) Um estudante que morava em Pelotas, onde a voltagem é 220 V, após concluir seu curso de graduação, mudou-se para Porto Alegre, onde a voltagem é 110 V. Modificações deverão ser feitas na resistência do chuveiro – que ele levou na mudança – para que a potência desse aparelho não se altere.



Gabriel Nemes/Keno

Com relação à nova resistência do chuveiro e à corrente elétrica que passará através dessa resistência, é correto afirmar que:

- a) tanto a resistência original quanto a corrente elétrica quadruplicarão.
- b) a resistência original será reduzida à metade e a corrente elétrica duplicará.
- c) tanto a resistência original como a corrente elétrica duplicarão.
- d) a corrente elétrica permanecerá a mesma, não sendo, pois, necessário modificar a resistência original.
- e) a resistência original será reduzida à quarta parte e a corrente elétrica duplicará.

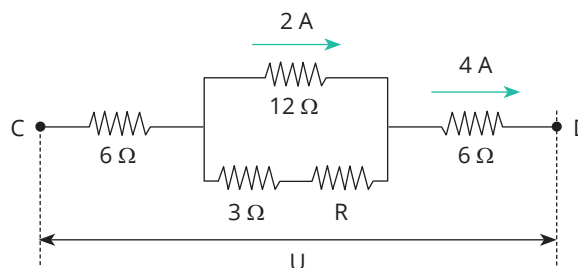
11. A chave de ligação de um chuveiro pode ser colocada em três posições: fria, morna, quente. A resistência elétrica que aquece a água varia com essas posições, assumindo, não respectivamente, os valores média, baixa, alta. A correspondência certa é:

- a) água quente - resistência baixa
- b) água fria - resistência baixa
- c) água quente - resistência média
- d) água morna - resistência alta
- e) nenhuma das correspondências anteriores é correta.

12. (MACKENZIE) Observa-se que um resistor de resistência R , quando submetido à ddp U , é percorrido pela corrente elétrica de intensidade i . Associando-se em série, a esse resistor, outro de resistência 12Ω e submetendo-se a associação à mesma ddp U , a corrente elétrica que a atravessa tem intensidade $i/4$. O valor da resistência R é:

- a) 2Ω
- b) 4Ω
- c) 6Ω
- d) 10Ω
- e) 12Ω

13. (FATEC) No circuito elétrico representado no esquema a seguir, a corrente no resistor de 6Ω é de 4 A e no de 12Ω é de 2 A.



Nessas condições, a resistência do resistor R e a tensão U aplicada entre os pontos C e D valem, respectivamente:

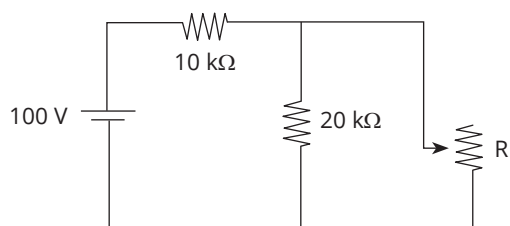
- a) 6Ω e 42 V
- b) 2Ω e 36 V
- c) 12Ω e 18 V
- d) 8Ω e 5 V
- e) 9Ω e 72 V

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

Anotações:



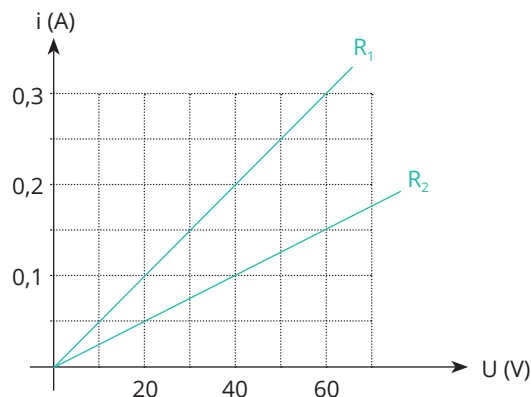
14. (FATEC) Responda à questão a partir da análise do circuito abaixo, em que R representa a resistência elétrica de um reostato que pode ser regulada para assumir valores entre 0 e um valor máximo de $20\text{ k}\Omega$.



Considerando uma variação da resistência R entre os seus limites, as intensidades máxima e mínima da corrente elétrica que passa no resistor de $10\text{ k}\Omega$ são, respectivamente:

- a) $0,8\text{ mA}$ e $2,0\text{ mA}$.
- b) $8,0\text{ mA}$ e $4,0\text{ mA}$.
- c) $8,0\text{ mA}$ e $5,0\text{ mA}$.
- d) 10 mA e $2,5\text{ mA}$.
- e) 10 mA e $5,0\text{ mA}$.

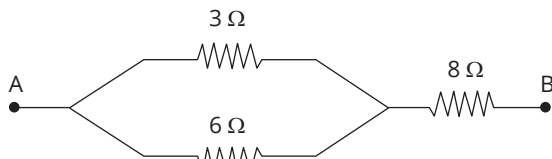
16. (UFRGS) O gráfico representa a corrente elétrica i em função da diferença de potencial U aplicada aos extremos de dois resistores R_1 e R_2 .



Quando R_1 e R_2 forem ligados em paralelo a uma diferença de potencial de 40 V , qual a potência dissipada nessa associação?

- a) $2,7\text{ W}$
- b) $4,0\text{ W}$
- c) 12 W
- d) 53 W
- e) 24.000 W

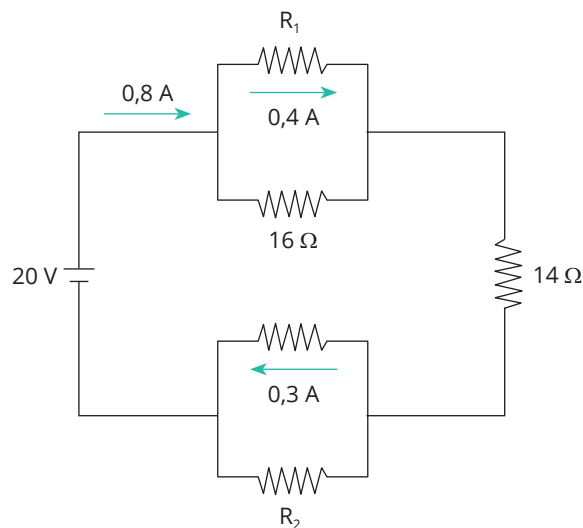
15. (MACKENZIE) No trecho de circuito visto na figura, a resistência de $3\ \Omega$ dissipa 27 W .



A ddp entre os pontos A e B vale:

- a) 9 V
- b) $13,5\text{ V}$
- c) $25,5\text{ V}$
- d) 30 V
- e) 45 V

17. (OBF) Seja o circuito representado na figura abaixo.

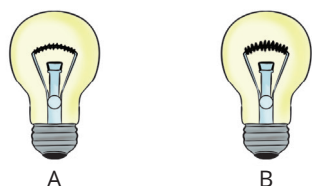


A potência dissipada pelo resistor R_2 é de:

- a) $4,8\text{ watts}$.
- b) $2,4\text{ watts}$.
- c) $1,92\text{ watts}$.
- d) $0,72\text{ watts}$.
- e) $1,2\text{ watts}$.



18. (PUC-RJ) Considere duas lâmpadas, A e B, idênticas a não ser pelo fato de que o filamento de B é mais grosso que o filamento de A.



Se cada uma estiver sujeita a um ddp de 110 volts:

- A será a mais brilhante, pois tem a maior resistência.
- B será a mais brilhante, pois tem a maior resistência.
- A será a mais brilhante, pois tem a menor resistência.
- B será a mais brilhante, pois tem a menor resistência.
- ambas terão o mesmo brilho.

Anotações:

19. (ENEM) Lâmpadas incandescentes são normalmente projetadas para trabalhar com a tensão da rede elétrica em que serão ligadas. Em 1997, contudo, lâmpadas projetadas para funcionar com 127 V foram retiradas do mercado e, em seu lugar, colocaram-se lâmpadas concebidas para uma tensão de 120 V. Segundo dados recentes, essa substituição representou uma mudança significativa no consumo de energia elétrica para cerca de 80 milhões de brasileiros que residem nas regiões em que a tensão da rede é de 127 V. A tabela abaixo apresenta algumas características de duas lâmpadas de 60 W, projetadas respectivamente para 127 V (antiga) e 120 V (nova), quando ambas encontram-se ligadas em uma rede de 127 V.

Lâmpada (projeto original)	60 W - 127 V	60 W - 120 V
Tensão da rede elétrica (V)	127	127
Potência medida (W)	60	65
Luminosidade medida (lúmens)	750	920
Vida útil média (horas)	1.000	452

Acender uma lâmpada de 60 W e 120 V em um local onde a tensão na tomada é de 127 V, comparativamente a uma lâmpada de 60 W e 127 V no mesmo local tem como resultado:

- mesma potência, maior intensidade de luz e maior durabilidade.
- mesma potência, maior intensidade de luz e menor durabilidade.
- maior potência, maior intensidade de luz e maior durabilidade.
- maior potência, maior intensidade de luz e menor durabilidade.
- menor potência, menor intensidade de luz e menor durabilidade.

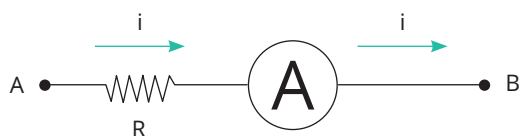


• Elementos de um circuito elétrico, suas características e finalidades

Instrumentos de medidas elétricas

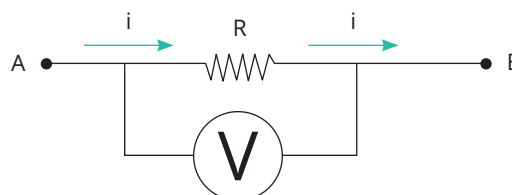
Nos circuitos elétricos, é muito comum o emprego de aparelhos de medidas para se determinarem as grandezas físicas envolvidas na experiência.

INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA DIFERENÇA DE POTENCIAL



Unidade	AMPÈRE (A)
Aparelho	amperímetro (A)
Ligação	sempre em série
Característica	pequena resistência interna

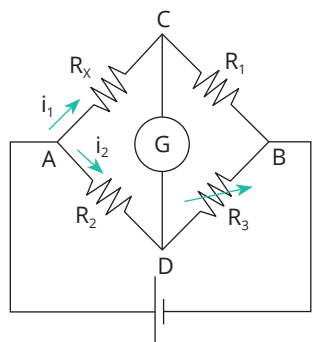
Tensão



Unidade	VOLT (V)
Aparelho	voltímetro (V)
Ligação	sempre em paralelo
Característica	alta resistência interna

PONTE DE WHEATSTONE

A ponte de Wheatstone é um esquema de montagem de elementos elétricos que permite a medição do valor de uma resistência elétrica desconhecida.

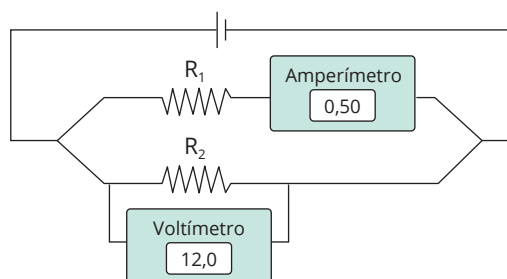


$$R_1 \cdot R_2 = R_x \cdot R_3$$

O circuito é composto por uma fonte de tensão, um voltmímetro e uma rede de quatro resistores, sendo três desses conhecidos e ajustáveis. Para determinar a resistência do resistor desconhecido, os outros três são ajustados e balanceados até que a corrente elétrica medida no galvanômetro seja nula.

////////// APOIO AO TEXTO //////////

20. (UNIVALE) O amperímetro e o voltmímetro ideais, ligados no circuito elétrico esquematizado na figura, indicam as leituras da corrente elétrica (em ampère) e a tensão (em volt).

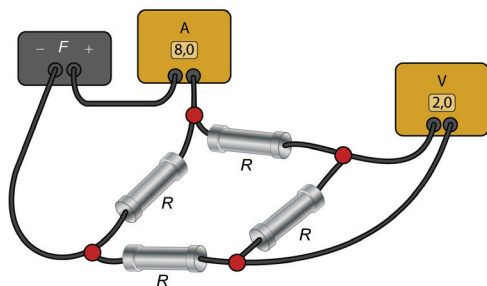


Os resistores R_1 e R_2 têm a mesma resistência elétrica. Qual a resistência elétrica equivalente que substitui a associação dos resistores R_1 e R_2 ?

- a) 6Ω
- b) 12Ω
- c) 24Ω
- d) 48Ω
- e) 96Ω



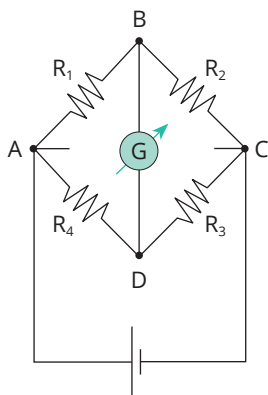
21. (FUVEST) Considere a montagem abaixo, composta por 4 resistores R iguais, uma fonte de tensão F , um medidor de corrente A , um medidor de tensão V e fios de ligação.



O medidor de corrente indica 8,0 A e o de tensão 2,0 V. Pode-se afirmar que a potência total dissipada nos 4 resistores é, aproximadamente, de:

- a) 8 W
- b) 16 W
- c) 32 W
- d) 48 W
- e) 64 W

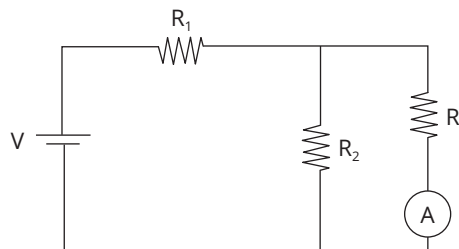
22. (FESP) O dispositivo da figura é chamado de ponte de Wheatstone. O galvanômetro G acusa corrente $i_g = 0$.



Assinale a alternativa **falsa**:

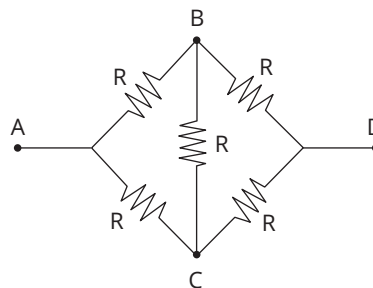
- a) A ddp $V_B - V_D = 0$.
- b) Os resistores R_1 e R_2 são atravessados pela mesma corrente.
- c) Os resistores R_3 e R_4 são atravessados por correntes de intensidade diferentes.
- d) Verifica-se que $V_A - V_B = V_A - V_D$ e $V_B - V_C = V_D - V_C$.
- e) É satisfeita a relação $R_1 R_3 = R_2 R_4$.

23. No circuito apresentado na figura, em que $V = 7$ V, $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, podemos dizer que a corrente medida pelo amperímetro A colocado no circuito é:



- a) 1 A
- b) 2 A
- c) 3 A
- d) 4 A
- e) 5 A

24. (FUVEST) No circuito, as resistências são idênticas e, conseqüentemente, é nula a diferença de potencial entre B e C.



Qual a resistência equivalente entre A e D?

- a) $R/2$
- b) R
- c) $5R/2$
- d) $4R$
- e) $5R$



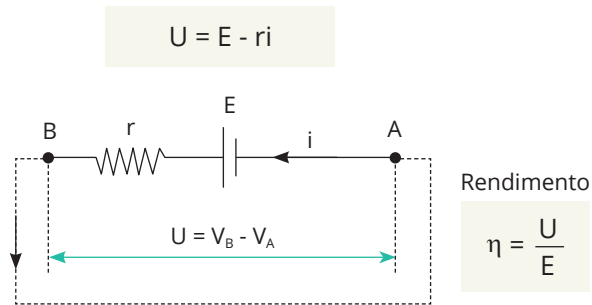


» Geradores e receptores

• Geradores elétricos

São dispositivos capazes de manter uma tensão (ddp) entre dois pontos de um circuito, a partir da transformação de certa forma de energia em energia elétrica. São exemplos: **pilhas secas, baterias, alternadores de automóveis**, etc.

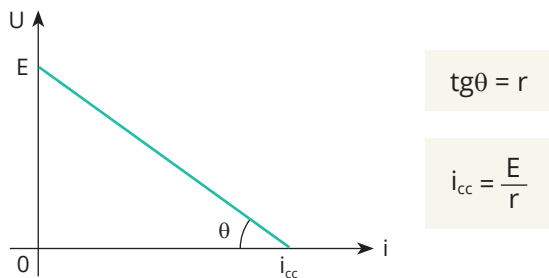
Equação do gerador



Em que:

- U** = tensão fornecida pelo gerador ao circuito;
- E** = força eletromotriz do gerador;
- r** = resistência interna do gerador;
- i** = corrente.

Curva característica



Anotações:

Importante
Nos circuitos utilizaremos a Lei de Ohm Pouillet.

$$i = \frac{E}{R + r}$$

Potências do gerador:



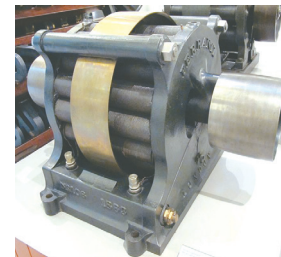
$$P_t = P_u + P_d$$

$$P_t = Ei$$

$$P_u = iu$$

$$P_d = ri^2$$

Geradores



Vídeo Geradores

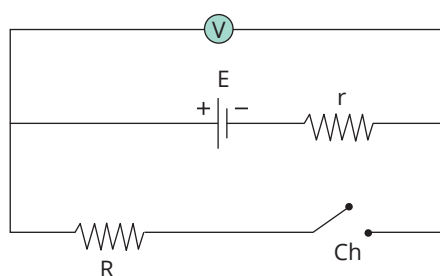


Associação de geradores

Série	Paralelo
$E_s = E_1 + E_2$	$E_p = E$
$r_s = r_1 + r_2$	$r_p = \frac{R}{n}$
$i = i_1 = i_2$	$i = \frac{i}{n} + \frac{i}{n} + \frac{i}{n}$

APOIO AO TEXTO

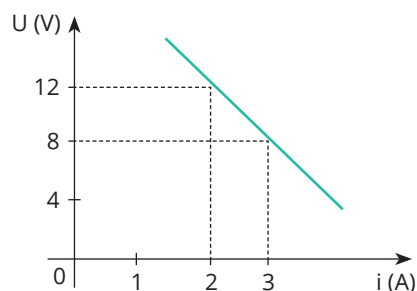
1. (UEL) O circuito esquematizado a seguir é constituído por um gerador de f.e.m. E e resistência interna r , um resistor de resistência $R = 10 \Omega$, um voltímetro ideal V e uma chave interruptora Ch . Com a chave aberta, o voltímetro indica $6,0 \text{ V}$. Fechando a chave, o voltímetro indica $5,0 \text{ V}$.



Nessas condições, a resistência interna r do gerador, em ohms, vale:

- 2,0
- 4,0
- 5,0
- 6,0
- 10

2. (MACKENZIE) Um reostato é ligado aos terminais de uma bateria. O gráfico foi obtido variando a resistência do reostato e mostra a variação da ddp U entre os terminais da bateria em função da intensidade de corrente i que é atravessada.



A força eletromotriz (f.e.m.) dessa bateria vale:

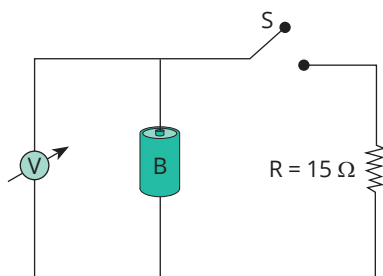
- 20 V
- 16 V
- 12 V
- 8 V
- 4 V

3. (UNIVALI) Durante a partida de um motor de automóvel, o motor de arranque demanda uma corrente elétrica da ordem de 200 A , e a tensão nos terminais da bateria cai do valor normal de 12 V para 8 V . É por esta razão que as luzes ficam fracas e o rádio, se estiver ligado, deixa de funcionar. Os carros modernos têm um dispositivo que desliga automaticamente, durante a partida, todos os circuitos não necessários. O valor da resistência interna dessa bateria é, em ohms:

- 0,4
- 0,2
- 0,06
- 0,04
- 0,02



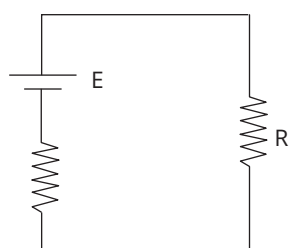
4. (Olimpíada Brasileira de Física) Um circuito elétrico foi montado conforme a figura, fazendo uso de uma pilha B de 1,5 V, uma resistência de 15 ohms, uma chave S e um voltímetro V. Todos os aparelhos são reais.



É correto afirmar, em relação a esse circuito, que:

- a) ao fechar a chave S, o voltímetro indicará 1,5 V.
- b) tanto com a chave S aberta quanto fechada, a leitura do voltímetro permanecerá a mesma.
- c) considerando a corrente convencional, ao fechar a chave S, o número de cargas que passam pela chave é maior que aquele que chega à parte inferior da pilha.
- d) ao fechar a chave S, o voltímetro indicará um valor menor do que indicava com a chave aberta.
- e) com a chave aberta, não circula corrente no circuito.

5. (UNIP) Um gerador elétrico (E ; r) alimenta um resistor elétrico (R). Os fios de ligação são supostos ideais.

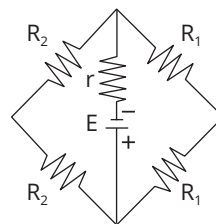


$E = 12 \text{ V}$ $r = 1,0 \Omega$ $R = 2,0 \Omega$

A potência elétrica que o gerador transfere para o resistor vale:

- a) 32 W
- b) 20 W
- c) 16 W
- d) 8,0 W
- e) 4,0 W

6. Para o circuito da figura, em que: $E = 12 \text{ V}$, $r = 2,0 \Omega$, $R_1 = 20 \Omega$ e $R_2 = 5,0 \Omega$, pode-se afirmar que a corrente elétrica que passa pelo gerador tem intensidade:

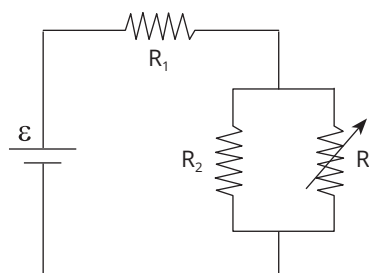


- a) 1,2 A
- b) 2,4 A
- c) 3,6 A
- d) 4,8 A
- e) zero.

7. (PUC-SP) Dispõe-se de uma pilha de força eletromotriz 1,5 V que alimenta duas pequenas lâmpadas idênticas, de valores nominais 1,2 V – 0,36 W. Para que as lâmpadas funcionem de acordo com suas especificações, a resistência interna da pilha deve ter, em ohm, um valor de, no mínimo:

- a) 0,1
- b) 0,2
- c) 0,3
- d) 0,4
- e) 0,5

8. O circuito elétrico esquematizado é constituído de um gerador ideal de f.e.m. \mathcal{E} , dois resistores de resistências $R_1 = 4,0 \Omega$ e $R_2 = 6,0 \Omega$ e um reostato R_v , cuja resistência pode variar de 0 a 50 Ω .



Para que a ddp nos terminais de R_1 seja $E/2$, o valor de R_v , em ohms, deve ser:

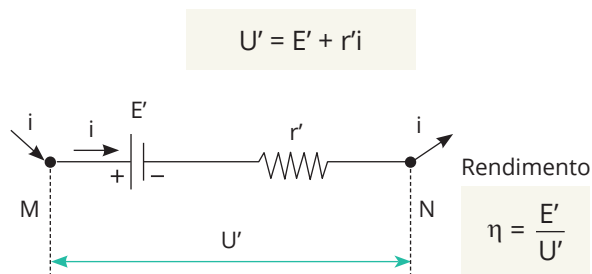
- a) 12
- b) 9,0
- c) 7,5
- d) 6,0
- e) 4,0



• Receptores

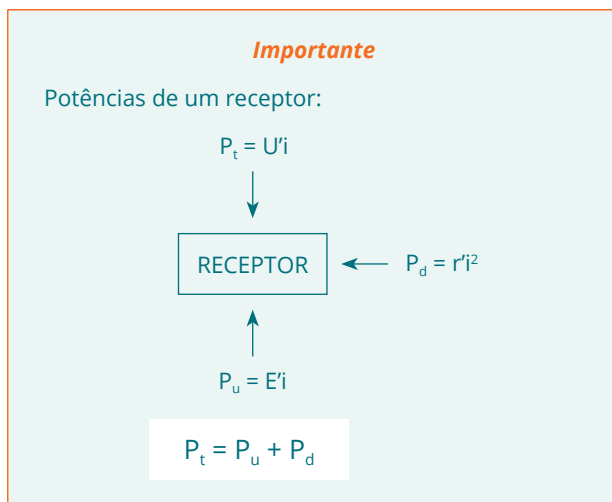
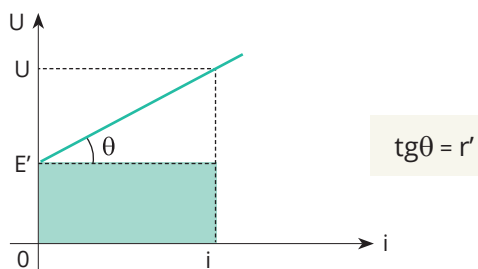
São dispositivos capazes de transformar energia elétrica em outra modalidade que não é térmica. São exemplos: **ventiladores, batedeiras**, etc.

Equação do receptor

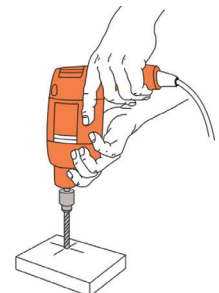
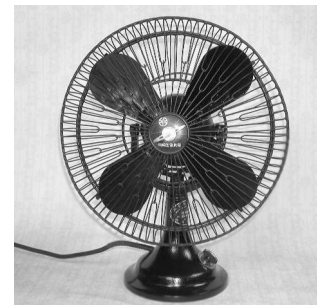


U' = tensão a que está submetido o receptor;
 E' = força contraeletromotriz do receptor;
 r' = resistência interna do receptor.

Curva característica



Receptores elétricos



////////// APOIO AO TEXTO //////////

9. (PUC) Para responder à questão, analise o texto e os dados a seguir.

A matéria apresenta um comportamento dualístico, ou seja, pode se comportar como onda ou como partícula.

Uma partícula em movimento apresenta um comprimento de onda associado a ela, o qual é descrito por $\lambda = h/p$, onde p é o módulo do seu momento linear, e h é a constante de Planck.

Considere as seguintes partículas movendo-se livremente no espaço e suas respectivas massas e velocidades:

- Partícula 1 – massa m e velocidade v
- Partícula 2 – massa m e velocidade $2v$
- Partícula 3 – massa $2m$ e velocidade $2v$

Os comprimentos de onda associados às partículas estão relacionados de tal modo que:

- a) $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$
- b) $\lambda_1 = \lambda_2 < \lambda_3$
- c) $\lambda_1 < \lambda_2 = \lambda_3$
- d) $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$
- e) $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$



10.(PUC) Para responder a questão, leia as informações a seguir.

A Física Médica é uma área da Física voltada ao estudo das aplicações da Física na Medicina. Estas aplicações incluem, entre outras, a obtenção de imagens do corpo que auxiliam no diagnóstico de doenças. Um dos equipamentos utilizados para obter essas imagens é o aparelho de raios X. A produção dos raios X ocorre no tubo de raios X, o qual consiste basicamente de uma ampola evacuada que contém dois terminais elétricos, um positivo e um negativo. Os elétrons liberados por um filamento no terminal negativo são acelerados em direção a um alvo metálico no terminal positivo por uma tensão aplicada entre esses terminais. Ao chegarem ao alvo, os elétrons são bruscamente freados e sua energia cinética é convertida em radiação infravermelha e raios X.

Em relação ao descrito acima, afirma-se:

I. A energia cinética adquirida pelos elétrons é diretamente proporcional à tensão aplicada entre os terminais positivo e negativo do tubo de raios X.

II. O trabalho realizado sobre os elétrons é inversamente proporcional ao campo elétrico existente no tubo de raios X.

III. Se toda a energia cinética de um determinado elétron for convertida em um único fóton de raios X, esse fóton terá uma frequência f igual a E/h , onde E é a energia cinética do elétron e h é a constante de Planck.

IV. Em relação ao espectro eletromagnético, a radiações produzidas (radiação infravermelha e raios X) têm frequências superiores às da luz visível.

Estão corretas apenas as afirmativas

- a) I e III.
- b) I e IV.
- c) II e IV.
- d) I, II e III.
- e) II, III e IV.

11. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Uma característica importante das radiações diz respeito ao seu poder de penetração na matéria. Chama-se alcance a distância que uma partícula percorre até parar. Para partículas α e β de mesma energia, o alcance da partícula α é da partícula β .

Raios X e raios γ são radiações de mesma natureza, mas enquanto os raios X se originam, os raios γ têm origem do átomo.

- a) maior que o — na eletrosfera — no núcleo
- b) maior que o — no núcleo — na eletrosfera
- c) igual ao — no núcleo — na eletrosfera
- d) menor que o — no núcleo — na eletrosfera
- e) menor que o — na eletrosfera — no núcleo

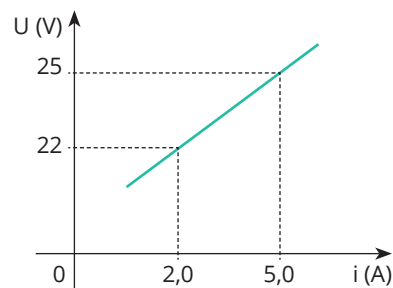
12. (UFRGS) Os seres, quando vivos, possuem aproximadamente a mesma fração de carbono-14 (^{14}C), isótopo radioativo do carbono, que a atmosfera. Essa fração, que é de 10 ppb (isto é, 10 átomos de ^{14}C para cada bilhão de átomos de C), decai com meia-vida de 5.730 anos, a partir do instante em que o organismo morre. Assim, o ^{14}C pode ser usado para se estimar o tempo decorrido desde a morte do organismo. Aplicando essa técnica a um objeto de madeira achado em um sítio arqueológico, a concentração de ^{14}C nele encontrada foi de 0,625 ppb. Esse valor indica que a idade aproximada do objeto é, em anos, de

- a) 1.432.
- b) 3.581.
- c) 9.168.
- d) 15.280.
- e) 22.920.

13. O vendedor de um motor elétrico de corrente contínua informa que a resistência interna desse motor é $1,0 \Omega$ e que ele consome $30,0 \text{ W}$, quando ligado à ddp de $6,0 \text{ V}$. A força contra-eletromotriz (f.c.e.m.) do motor que ele está vendendo é:

- a) $6,0 \text{ V}$
- b) $5,0 \text{ V}$
- c) $3,0 \text{ V}$
- d) $1,0 \text{ V}$
- e) $0,8 \text{ V}$

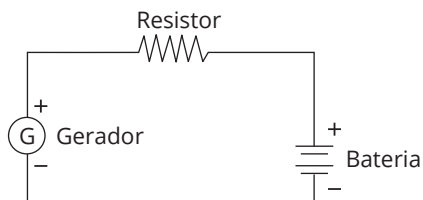
14. A ddp nos terminais de um receptor varia com a corrente conforme o gráfico. A f.c.e.m. e a resistência interna desse receptor são, respectivamente:



- a) 25 V e $5,0 \Omega$
- b) 22 V e $2,0 \Omega$
- c) 20 V e $1,0 \Omega$
- d) $12,5 \text{ V}$ e $2,5 \Omega$
- e) 11 V e $1,0 \Omega$

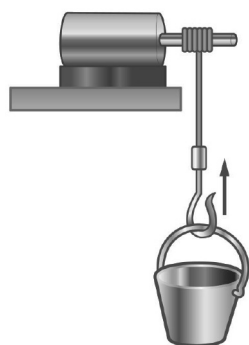


15. Um gerador, um resistor e uma bateria são ligados em série. O gerador tem uma f.e.m. de 15 V e a bateria, uma f.e.m. de 12 V. Se existe uma corrente de 2 A no circuito, a quantidade de energia elétrica transformada a cada segundo em energia interna no resistor é, em J:



- a) 3
- b) 6
- c) 24
- d) 30
- e) 54

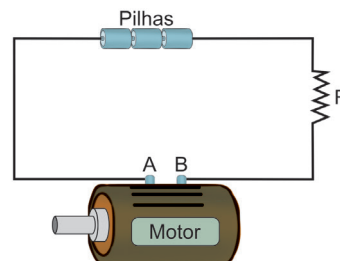
16. (UFPR) Em uma construção, é utilizado um motor de corrente contínua para elevar baldes contendo argamassa, conforme a figura abaixo. O motor funciona sob uma tensão de 20 V e o seu rendimento é de 70%.



Supondo-se que um balde de argamassa possua 28 kg e que esteja sendo elevado à velocidade constante de 0,5 m/s, considerando-se a aceleração da gravidade igual a 10 m/s², o módulo da intensidade de corrente elétrica no motor é:

- a) 10 A
- b) 14 A
- c) 7,0 A
- d) 4,9 A
- e) 0,7 A

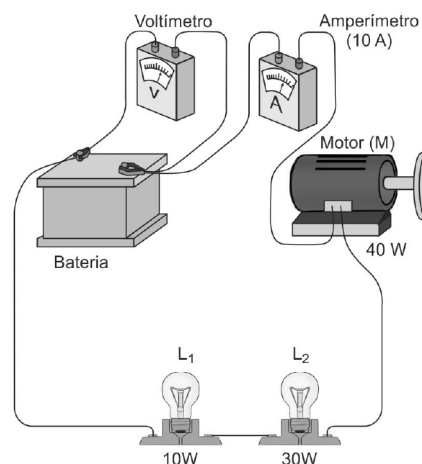
17. (UFRGS) O circuito a seguir representa três pilhas ideais de 1,5 V cada uma, um resistor R de resistência elétrica 1,0 Ω e um motor, todos ligados em série. (Considere desprezível a resistência elétrica dos fios de ligação do circuito.)



A tensão entre os terminais A e B do motor é 4,0 V. Qual é a potência elétrica consumida pelo motor?

- a) 0,5 W
- b) 1,0 W
- c) 1,5 W
- d) 2,0 W
- e) 2,5 W

18. (UFMG) Nessa figura, são indicadas as potências fornecidas ao motor e as duas lâmpadas, todos ligados a uma mesma bateria, bem como a leitura do amperímetro introduzido no circuito. Sabe-se que a força eletromotriz da bateria é 12 V e que o voltímetro e o amperímetro são ideais.



A resistência interna da bateria e a leitura do voltímetro valem:

- a) $r = 0 \Omega$ e $U = 12 \text{ V}$.
- b) $r = 0 \Omega$ e $U = 80 \text{ V}$.
- c) $r = 0,4 \Omega$ e $U = 8 \text{ V}$.
- d) $r = 0,8 \Omega$ e $U = 12 \text{ V}$.
- e) $r = 10 \Omega$ e $U = 80 \text{ V}$.



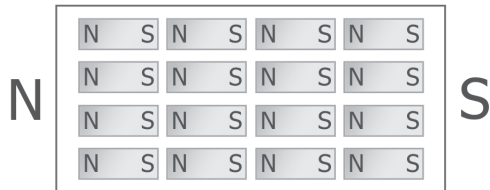


» Magnetismo

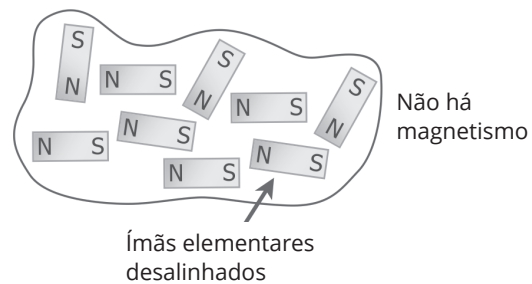
- ▶ **Magnetismo:** é a parte da Física que estuda os materiais magnéticos, ou seja, materiais capazes de atrair ou repelir outro, por meio de materiais eletricamente carregados.
- ▶ **Ímãs:** substâncias que têm a capacidade de atrair o ferro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni) e algumas ligas desses materiais.

Uma barra de ferro é imantada (magnetizada) quando seus ímãs elementares forem ordenados.

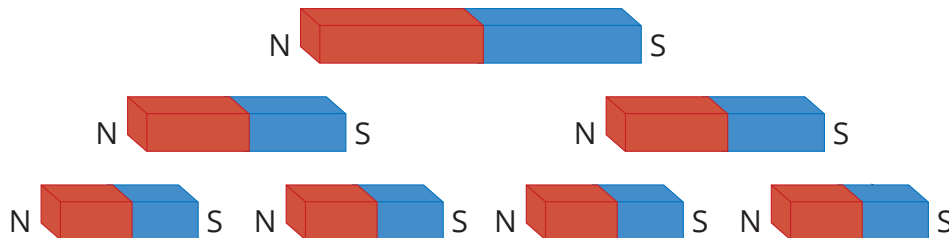
1 Ímã permanente formado pelos elementos alinhados



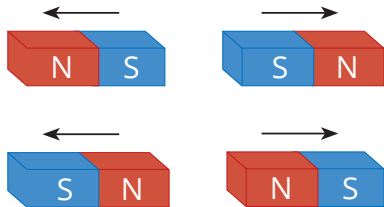
2 Material comum com os ímãs desalinhados



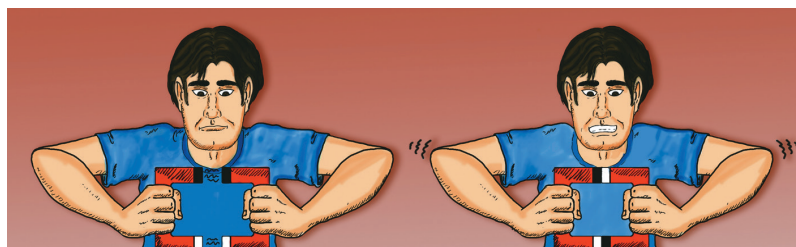
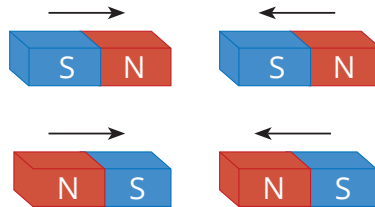
Os ímãs possuem dois (2) polos inseparáveis: NORTE e SUL.



REPULSÃO



ATRAÇÃO



Assim não gruda!

Assim não solta!

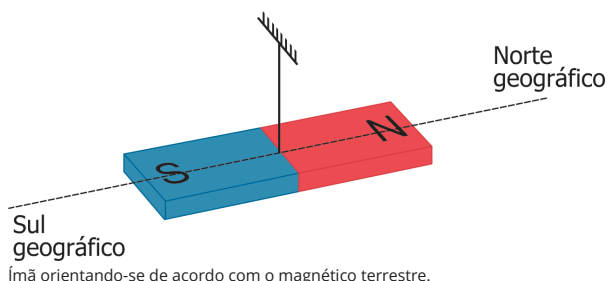


• Bússolas magnéticas

A palavra “bússola” vem do italiano do sul *bussola*, que significa “pequena caixa” de madeira. É composta por uma agulha magnética na horizontal, suspensa pelo centro de gravidade. Além disso, ao seguir a direção do norte magnético da Terra, aponta sempre para o eixo norte-sul. Atribui-se a descoberta da orientação natural dos ímãs aos chineses, por volta do ano 2000 a.C. e, por consequência, a invenção da bússola.

De onde vêm os polos magnéticos de um ímã?

Se deixar um ímã suspenso livremente, ele gira apontando seu polo norte para as vizinhanças do polo norte geográfico, porque a Terra é um grande ímã, cujo polo sul magnético encontra-se próximo do polo norte geográfico.



Bússola indicando os polos geográficos da Terra.

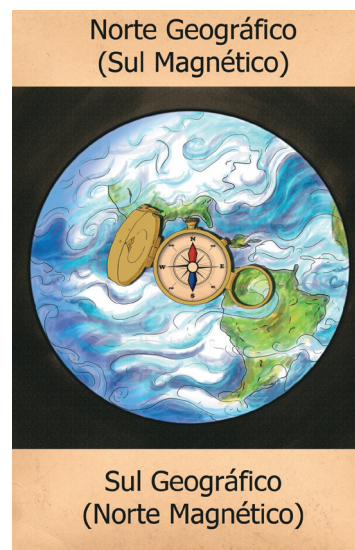
A Terra se comporta como um ímã gigante. A área ao redor do planeta, onde sua influência pode ser detectada, é chamada de campo magnético da Terra.

O formato do campo magnético da Terra é similar àquele de uma barra magnética gigante enterrada no centro da Terra, ao longo dos polos geográficos norte e sul.



Forma de ímãs em pastilhas atraindo materiais ferromagnéticos.

Campo magnético é o espaço ao redor do ímã onde sua força magnética ou influência pode ser detectada.

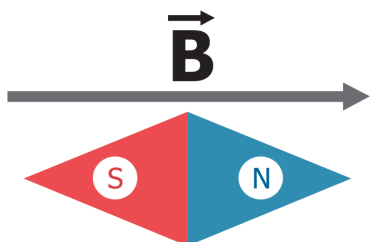


Conclusão da convenção adotada para os polos da Terra.

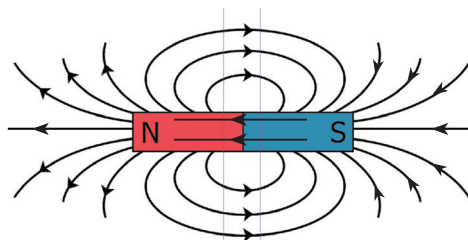
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

Orientação de uma bússola

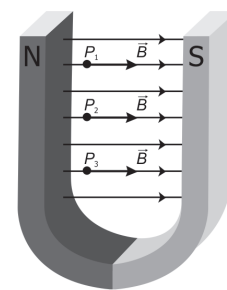
A agulha tem a mesma direção do vetor indução magnética com o polo norte apontando no mesmo sentido do vetor indução magnética.



Bússola representando esquematicamente o vetor indução eletromagnética.



Linhas de indução de um ímã em forma de barra.



Linhas de indução de um ímã em forma de ferradura.



Observações sobre o campo magnético:

- ▶ Convencionalmente essas linhas saem do polo norte do ímã e entram no polo sul (externamente).
- ▶ Internamente vão do polo sul para o polo norte.
- ▶ O vetor B é sempre tangente à linha de campo magnético.
- ▶ Quanto mais próximas as linhas de campo, mais intenso o campo.
- ▶ As linhas de campo magnético são sempre fechadas.
- ▶ O campo magnético uniforme é representado por linhas de campo magnético paralelas e equidistantes.

Classificação das substâncias na presença de um campo magnético

Substâncias diamagnéticas	Substâncias paramagnéticas	Substâncias ferromagnéticas
Aquelas que, na presença de um campo magnético, são fracamente repelidas pelos dois polos dos ímãs.	Aquelas que, na presença de um campo magnético, são fracamente atraídas pelos dois polos dos ímãs.	Aquelas que, na presença de um campo magnético, são fortemente atraídas pelos dois polos dos ímãs.
- <i>Exemplos:</i> bismuto, água, cobre, prata, ouro, chumbo, etc.	- <i>Exemplos:</i> óleo, madeira, alumínio, magnésio, platina.	- <i>Exemplos:</i> ferro, cobalto, níquel e ligas desses elementos.

APOIO AO TEXTO

1. (UFSM) Leia atentamente as afirmativas que seguem.

- O polo norte geográfico é um polo sul magnético.
- Em um ímã permanente, as linhas de indução saem do polo norte e vão para o polo sul, independentemente de estarem na parte interna ou externa do ímã.
- Considerando a agulha de uma bússola, a extremidade que aponta para o norte geográfico é o polo norte magnético da agulha.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

- apenas.
- II apenas.
- III apenas.
- I e II apenas.
- I e III apenas.

2. (UFSM) O campo magnético é uniforme em uma determinada região, quando as linhas de campo:

- são paralelas e equidistantes.
- direcionam-se para o polo norte.
- direcionam-se para o polo sul, aproximando-se por diferentes direções.
- afastam-se do polo norte em todas as direções e aproximam-se do polo sul.
- afastam-se do polo sul e direcionam-se para o polo norte.

3. Observe:

- Para o estudo do campo magnético, convencionou-se que as linhas de campo magnético são orientadas do polo sul para o polo norte.
- As substâncias diamagnéticas, tais como cobalto e níquel, não possuem propriedades magnéticas, não podendo, portanto, ser imantadas.
- Quando um ímã é dividido em várias partes, cada uma das partes comporta-se como um novo ímã.
- Em torno de um fio condutor retilíneo longo, percorrido por corrente elétrica, surge um campo magnético.

São corretas as afirmações:

- I, II, III e IV.
- II, III e IV.
- I, II e III.
- III e IV.
- II e III.

Anotações:



4. Das afirmações a seguir sobre o magnetismo:

I. Polos magnéticos de mesmo nome se atraem e de nomes contrários se repelem.

II. Ímãs são corpos de materiais diamagnéticos com propriedades de apenas atrair outros materiais paramagnéticos.

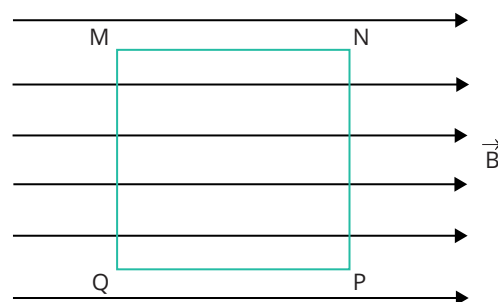
III. Como não existem polos magnéticos isolados, quando um ímã, por exemplo, quebra em duas partes, têm-se, em uma das partes, dois polos norte e, na outra parte, dois polos sul.

É correto afirmar que:

- a) todas estão corretas.
- b) todas estão incorretas.
- c) apenas a afirmação II está correta.
- d) estão corretas, apenas, as afirmações I e III.
- e) apenas a afirmação II está incorreta.

5. Uma chapa de ferro quadrada é submetida a um campo magnético uniforme de indução B , como mostra a figura.

É correto afirmar que a chapa:



- a) não se magnetiza.
- b) se magnetiza e o polo norte é o lado PQ.
- c) se magnetiza e o polo norte é o lado QM.
- d) se magnetiza e o polo norte é o lado MN.
- e) se magnetiza e o polo norte é o lado NP.

Anotações:





» Eletromagnetismo

Ainda no ano de 1820, os cientistas do mundo todo acreditavam que os fenômenos elétricos e magnéticos eram totalmente independentes um do outro. No entanto, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted notou que isso não era verdade.

Ao realizar diversas experiências, Oersted observou que uma corrente elétrica, passando por um condutor, desviava uma agulha magnética colocada na sua vizinhança, de tal modo que a agulha assumia uma posição perpendicular ao plano definido pelo fio e pelo centro da agulha.

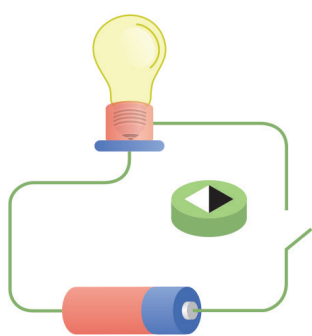


Figura 1

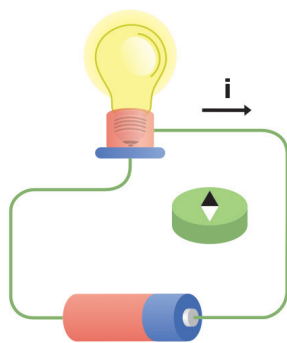


Figura 2

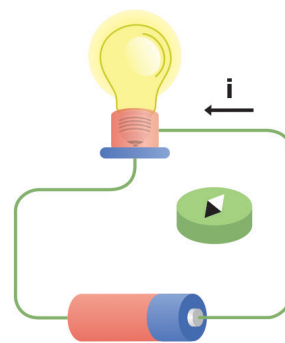
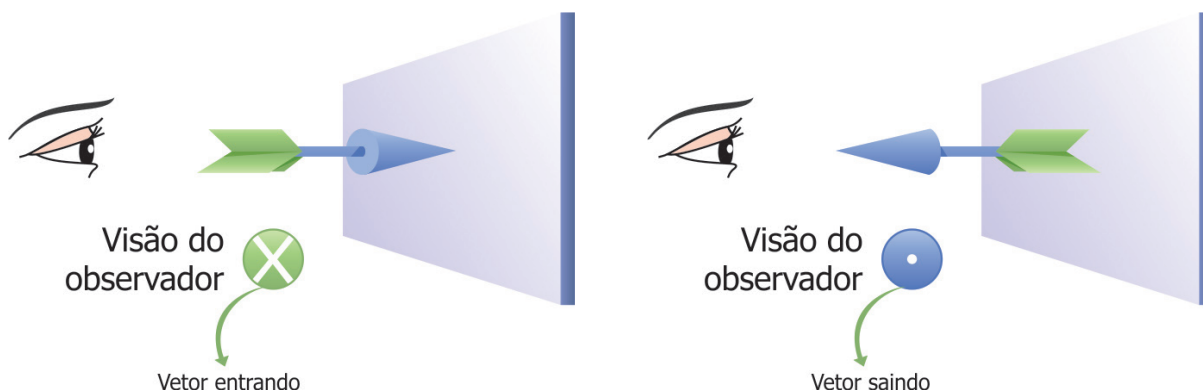


Figura 3

Toda vez que uma corrente passa por um fio, ela cria um campo magnético ao seu redor.

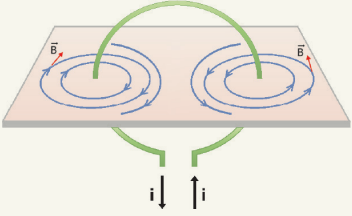
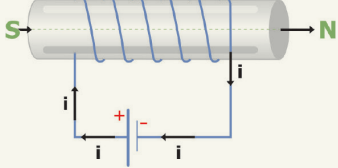
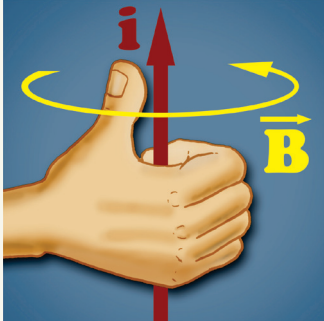
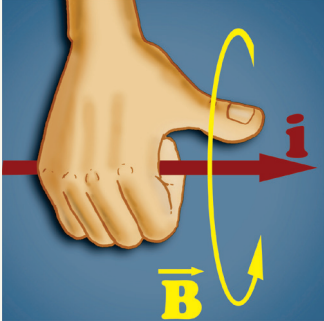
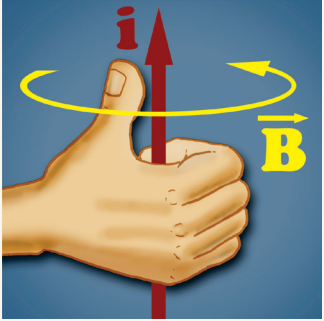
• Convenção



Anotações:



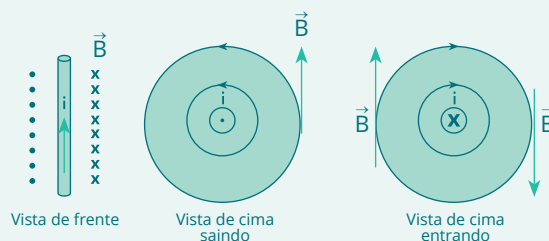
• 1º fenômeno: campo magnético criado por corrente elétrica

Condutor retilíneo (no vácuo)	Espira circular (no vácuo)	Solenoide (no vácuo)
 <p>Linhas de campo são circunferências concêntricas.</p>		
<p>Módulo</p> $\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi R}$	<p>Módulo</p> $\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot i}{2R}$	<p>Módulo</p> $\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot i \cdot n}{L}$
<p>Direção: é sempre tangente às linhas de campo circulares.</p> <p>Sentido: é dado pela regra da mão direita (RMD).</p>	<p>Direção: perpendicular ao plano da espira.</p> <p>Sentido: é dado pela RMD.</p>	<p>Direção: paralelo ao eixo do solenoide.</p> <p>Sentido: é dado pela RMD.</p>
 <p>Polegar: no sentido da corrente convencional.</p> <p>Demais dedos: indicam o sentido de B.</p>		

Constante de permeabilidade magnética no vácuo: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$

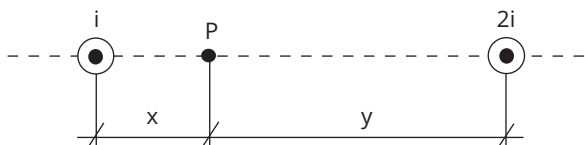
Importante

- ▶ No interior do solenoide, o campo magnético (\vec{B}) é praticamente uniforme e, externamente, o campo é quase que nulo.
- ▶ Vejamos, ao lado, outras importantes representações do campo magnético criado pela corrente em um condutor retilíneo:



////// APOIO AO TEXTO ////

1. Dois fios metálicos retos, paralelos e longos são percorridos por correntes i e $2i$ de sentidos iguais (saindo do papel, no esquema). O ambiente é o vácuo.



O campo magnético resultante produzido por essas duas correntes é nulo no ponto P, tal que:

- a) $y/x = 2$
- b) $y/x = 1/2$
- c) $y/x = 4$
- d) $y/x = 1/3$
- e) $y/x = 3$

2. "Um condutor percorrido por uma corrente elétrica gera um campo magnético ao seu redor". Este enunciado refere-se aos trabalhos de:

- a) Tesla.
- b) Oersted.
- c) Newton.
- d) Dalton.
- e) Pascal.

3. "Uma corrente elétrica, quando flui através de um condutor elétrico, cria no espaço ao seu redor um campo magnético." Considere as afirmações sobre esse fenômeno.

- I. O campo magnético gerado pela corrente dentro de um solenoide tem linhas de indução paralelas ao seu eixo.
- II. O campo magnético criado pela corrente em um fio retilíneo extenso tem linhas de indução circulares e concêntricas.
- III. O vetor campo magnético em um ponto do espaço devido a uma corrente elétrica tem sempre direção perpendicular a ela.

É(São) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e III.
- e) I, II e III.

4. (UFSM) Considere as seguintes afirmações:

- I. A passagem de uma corrente elétrica por um fio cria, ao seu redor, um campo magnético apenas se a corrente variar no tempo.
- II. Uma partícula carregada que se propaga no vácuo cria, ao seu redor, um campo magnético.
- III. As linhas de indução associadas ao campo magnético criado por uma corrente elétrica em um condutor retilíneo são circunferências concêntricas.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas I e II.
- c) apenas II e III.
- d) apenas III.
- e) I, II e III.

Anotações:

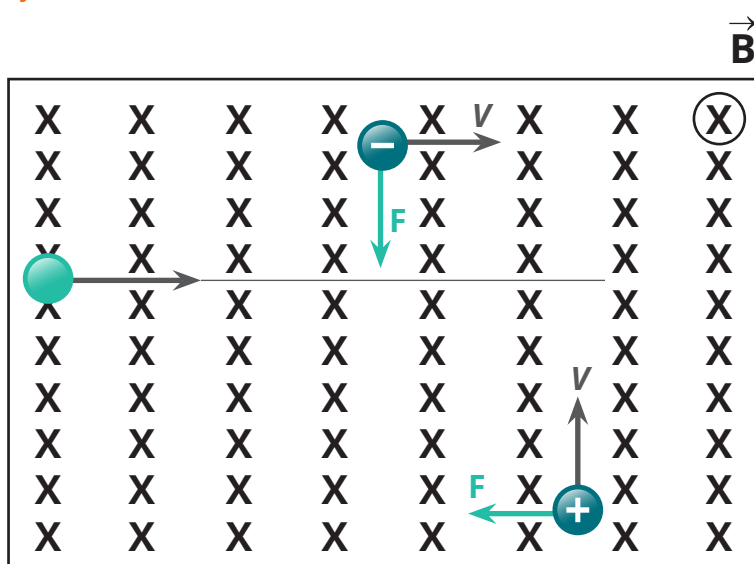




» Força magnética

• Força magnética I

2º fenômeno: força magnética sobre uma carga elétrica em um campo magnético uniforme



Módulo

$$\vec{F} = \vec{B} \cdot \vec{V} \cdot |q| \cdot \text{sen } \theta$$

Direção:

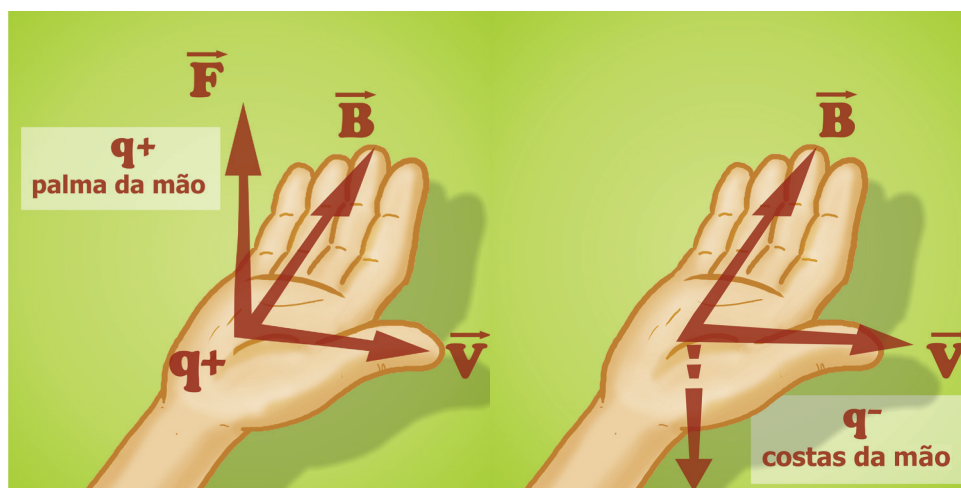
Perpendicular ao plano formado por \vec{B} e \vec{V} .

Sentido:

É dado pela regra do tapa (da mão direita).

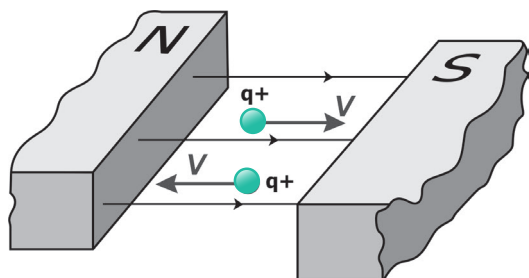
Regra do tapa

- ▶ **Polegar** no sentido da velocidade (V) da carga.
- ▶ **Demais dedos** no sentido de B .
- ▶ **Empurrão com** (fornece o sentido da força): **palma da mão** se a carga (q) for positiva; **costas da mão** se a carga (q) for negativa.



Situações em que a força magnética é nula

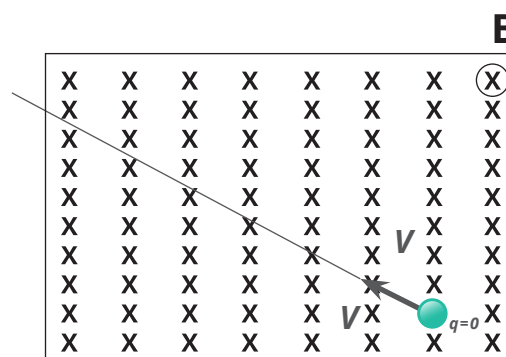
- ▶ Se $V = 0$, isto é, se a carga estiver parada no interior do campo magnético.
- ▶ Se a carga (q) for lançada paralelamente às linhas do campo magnético uniforme.



$$F = 0 \begin{cases} V = 0 \\ q = 0 \\ \text{sen } \theta = 0 \end{cases}$$

Para $\theta = 0^\circ$ ou $\theta = 180^\circ$, a partícula realiza um movimento retilíneo e uniforme na direção das linhas de indução do campo magnético.

Se a carga pontual de valor nulo (neutro) for jogada em um campo magnético uniforme, não sofrerá desvio.



Situação em que a força magnética é máxima

Para $\theta = 90^\circ$, a partícula eletrizada realiza um movimento circular e uniforme em um plano perpendicular às linhas de indução do campo magnético.

A força magnética será máxima, quando esta for a própria força resultante centrípeta e a carga descrever um MCU.

Para esse ângulo, a força magnética não realiza trabalho ($W = 0$).

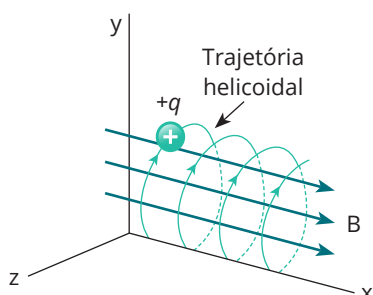
$$\vec{F}_{\text{mag}} = \vec{F}_{\text{cp}} \quad \longrightarrow \quad \vec{B} \cdot \vec{V} \cdot q \cdot \text{sen } 90^\circ = \frac{m \cdot \vec{V}^2}{R} \quad \longrightarrow \quad \vec{B} \cdot q = \frac{m \cdot \vec{V}}{R}$$

$$\vec{B} \cdot q \cdot R = m \cdot \vec{V} \quad \longrightarrow \quad R = \frac{m \cdot \vec{V}}{q \cdot B}$$

Situação em que a carga é lançada obliquamente ao campo magnético

Anotações:

Se uma partícula carregada desloca-se em um campo magnético uniforme com a sua velocidade fazendo um ângulo arbitrário em relação a \mathbf{B} , sua trajetória é uma hélice.



APOIO AO TEXTO

1. Considere as seguintes afirmativas:

I. A experiência de Hans Christian Oersted comprovou que um elétron não é desviado ao se deslocar em um campo magnético na mesma direção do campo.

II. Ao partirmos um ímã ao meio, separamos o polo norte magnético do polo sul magnético, dando origem a dois novos ímãs bipolares.

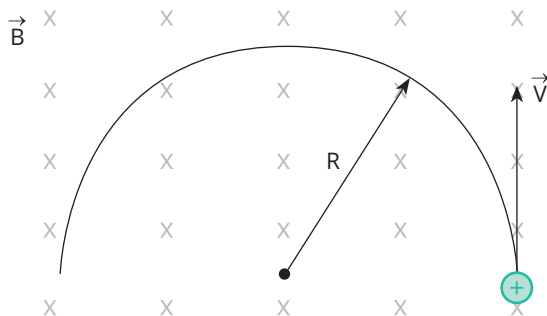
III. Quando uma partícula carregada se desloca paralelamente ao vetor campo magnético, a força magnética sobre ela é nula.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- c) Somente a afirmativa III é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- e) Todas as afirmativas são verdadeiras.

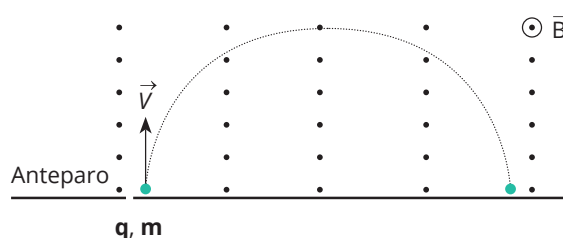
2. Um próton (carga q e massa m) penetra em uma região do espaço onde existe exclusivamente um campo de indução magnética B , uniforme e constante, conforme a figura. Determine o módulo de B , para que a carga lançada com velocidade V , de módulo $1 \cdot 10^6$ m/s, descreva a trajetória circular indicada, de raio $R = 2$ m.

Dado: $m/q = 1 \cdot 10^{-8}$ kg/C



Anotações:

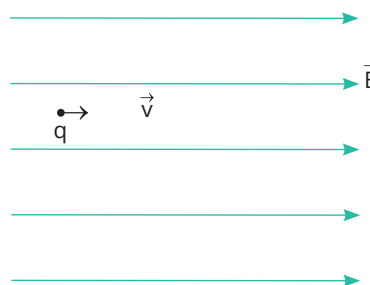
3. Uma carga elétrica q de massa m penetra em um campo de indução magnética B , conforme a figura abaixo:



Sabendo-se que, ao penetrar no campo com velocidade v , descreve uma trajetória circular, é **incorreto** afirmar que o tempo gasto para atingir o anteparo é:

- a) diretamente proporcional a B .
- b) independente de v .
- c) proporcional a m .
- d) inversamente proporcional a q .
- e) dependente da massa da carga elétrica.

4. Uma partícula com carga q é lançada em uma região com campo magnético uniforme (B) e velocidade v como mostra a figura abaixo.



Em relação ao efeito do campo magnético sobre a partícula quando se movimenta nessa região, podemos afirmar que:

- I. O módulo da velocidade mantém-se constante, mas a direção e o sentido mudam a cada instante.
- II. A força magnética tem direção perpendicular à direção da velocidade.
- III. A força magnética fará com que a partícula descreva um movimento circular.
- IV. Se a carga q é lançada com velocidade v perpendicular a B , a força magnética fará com que elas descrevam um movimento circular uniforme.

Em relação às afirmativas acima:

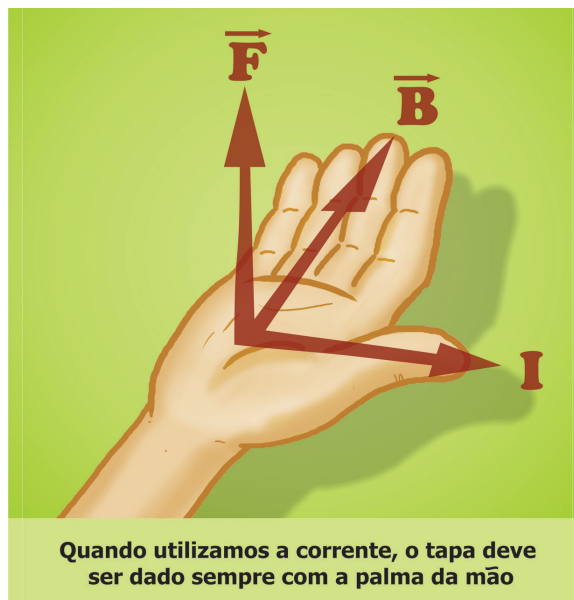
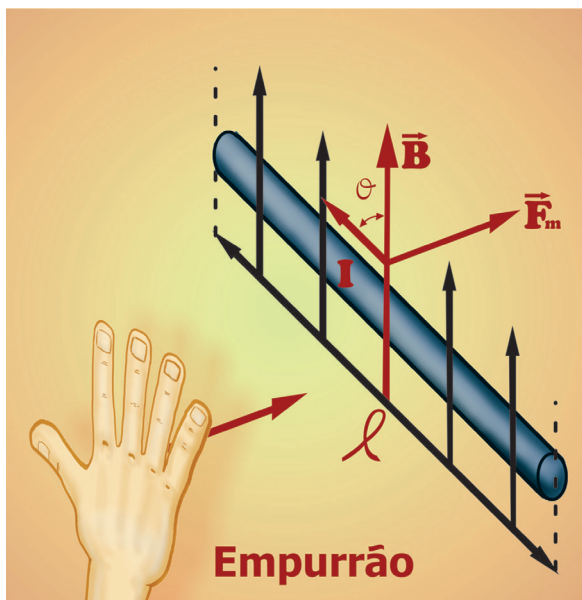
- a) somente I é correta.
- b) somente I, II e III são corretas.
- c) somente IV é correta.
- d) todas são corretas.
- e) todas são falsas.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



• Força magnética II

Força magnética sobre um condutor



Módulo

$$\vec{F} = \vec{B} \cdot i \cdot L \cdot \sin \theta$$

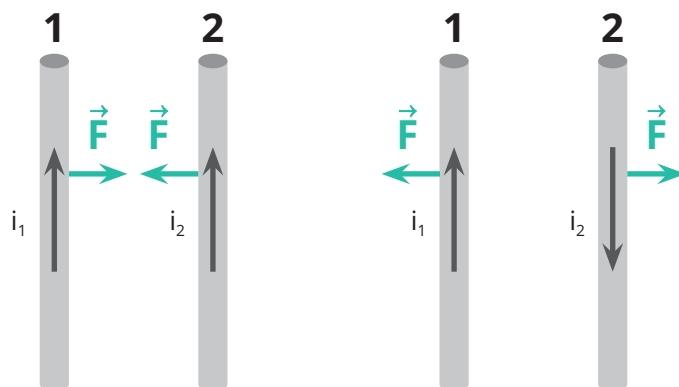
Direção:

Perpendicular ao plano formado por \vec{B} e \vec{i} (fio).

Sentido:

É dado pela regra do tapa (da mão direita).

Força magnética entre dois condutores paralelos



Módulo

$$\vec{F} = \frac{\mu_0 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot L}{2\pi d}$$

Direção:

Plano formado pelos dois fios.

Sentido:

Correntes de mesmo sentido: ATRAÇÃO.

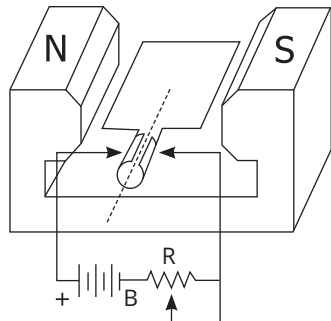
Correntes de sentidos opostos: REPULSÃO.



////// APOIO AO TEXTO ////

Anotações:

5. A figura representa, esquematicamente, um motor elétrico elementar, ligado a uma bateria B, por meio de um reostato R (resistor variável).



a) Represente, na figura, o vetor campo magnético.

b) Qual o sentido de rotação do motor?

6. Dois fios condutores, longos e paralelos, colocados a pequena distância um do outro, são percorridos por correntes elétricas. É correto afirmar que:

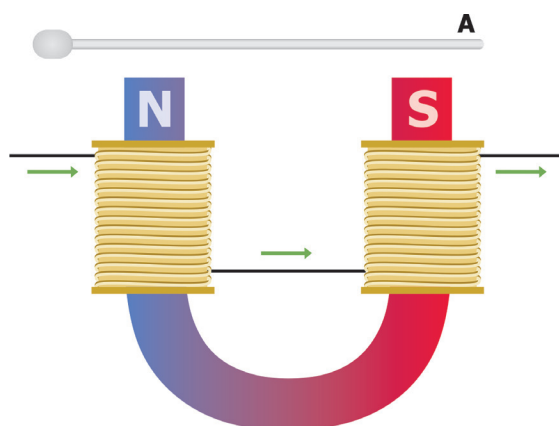
- a) a força magnética entre os condutores será de atração se as correntes forem de mesmo sentido.
- b) a força magnética entre os condutores será sempre de repulsão.
- c) a força magnética entre os condutores será sempre de atração.
- d) a força magnética entre os condutores será de atração se as correntes forem de sentidos opostos.
- e) não aparecerá força magnética entre os condutores.





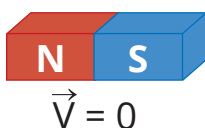
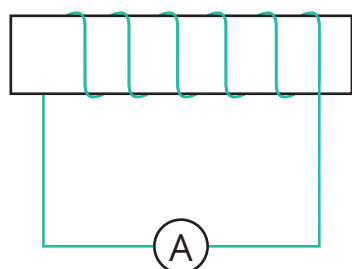
» Indução eletromagnética

• 3º fenômeno: indução eletromagnética

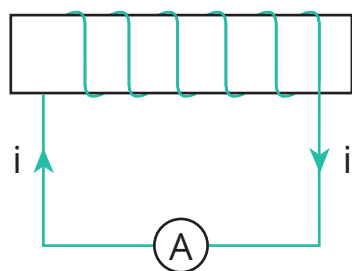


Introdução

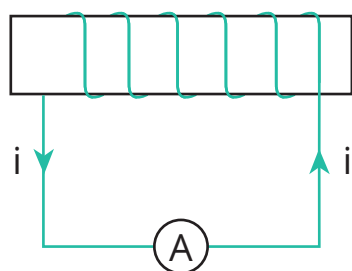
Vamos analisar o que ocorre com o circuito fechado da figura abaixo, que é formado por um solenoide e um amperímetro muito sensível, quando movimentamos o polo norte de um ímã nas proximidades desse solenoide.



► **Ímã parado:** não há indicação da passagem de corrente elétrica no solenoide.



► **Ímã em movimento:** em relação ao solenoide aproximando-se, provoca o aparecimento, no solenoide, de uma corrente elétrica induzida.

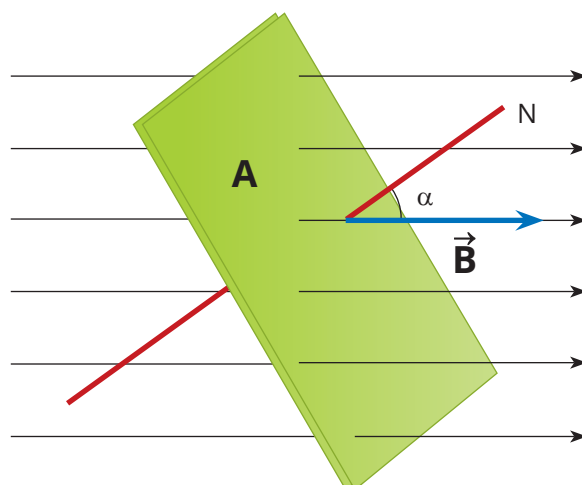


► **Ímã em movimento:** em relação ao solenoide afastando-se, provoca o aparecimento, no solenoide, de uma corrente elétrica induzida.



Fluxo magnético (Φ)

Indica a quantidade de linhas de campo que "furam" a superfície imersa no campo magnético.



Definimos o fluxo do vetor indução magnética ou fluxo magnético (Φ) por meio da superfície plana de área "A", conforme a expressão:

$$\Phi = A \cdot \vec{B} \cdot \cos \alpha$$

A unidade, no (SI), de **fluxo magnético** é o **weber (Wb)**.

Variação do fluxo magnético (Φ)

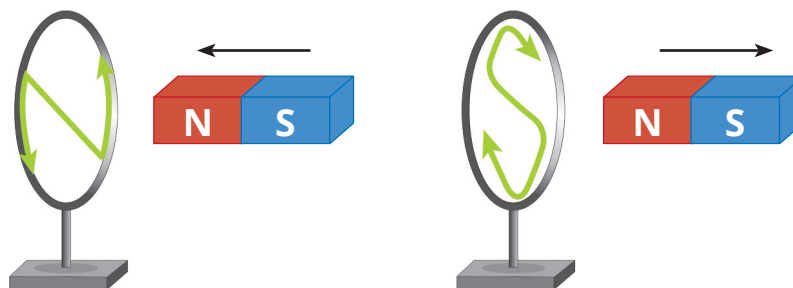
Dado pela expressão $\Phi = A \cdot B \cdot \cos \alpha$, o fluxo de indução (Φ) depende, como podemos observar, de três grandezas: A, B e α . Se pelo menos uma dessas três grandezas variarem, teremos uma variação de fluxo através da superfície considerada.

O fenômeno

A indução eletromagnética é o fenômeno que consiste no aparecimento de uma corrente elétrica em uma espira, quando há **movimento relativo** entre a espira e um ímã. A corrente que, nessas condições, aparece na espira recebe o nome de **corrente induzida**.

• Experiência de Faraday

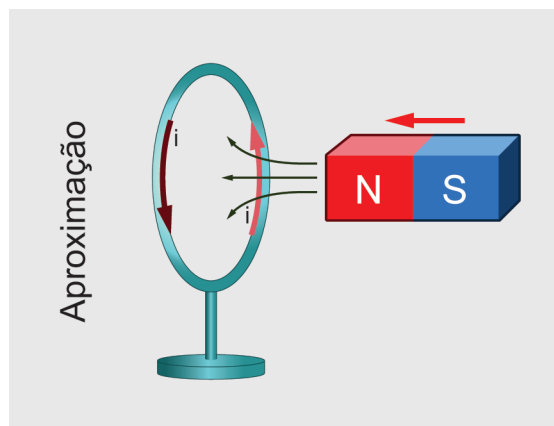
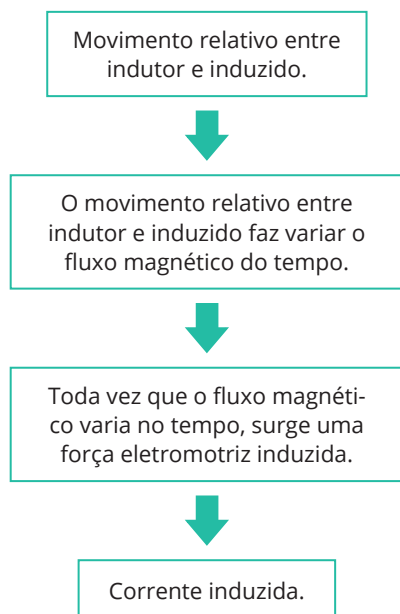
A variação do fluxo magnético por meio de uma espira dá origem a uma força eletromotriz induzida (\mathcal{E}).



Anotações:



Aparece corrente elétrica induzida quando...



Lei de Faraday-Neumann

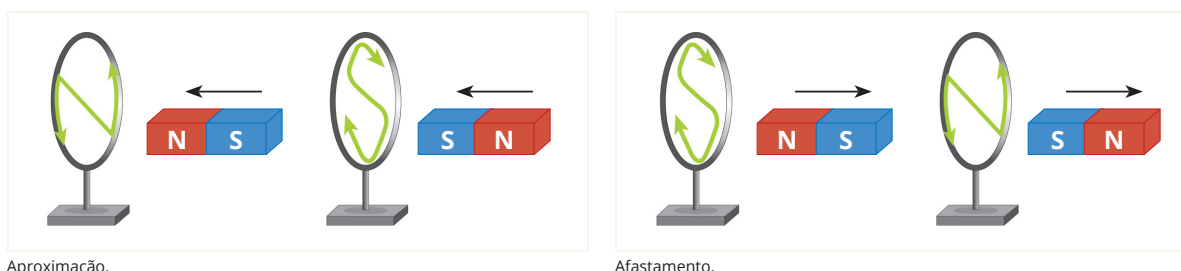
Seja $\Delta\phi$ a variação do fluxo magnético por meio de um circuito, em um intervalo de tempo Δt , o valor da f.e.m. induzida será: amperímetro muito sensível, quando movimentamos o polo norte de um ímã nas proximidades desse solenoide.

Importante
O sinal negativo é explicado pela Lei de Lenz.

$$\mathcal{E} = \frac{-\Delta\phi}{\Delta t}$$

• Lei de Lenz

A corrente induzida, em um circuito, sempre se opõe às causas que lhe deram origem.



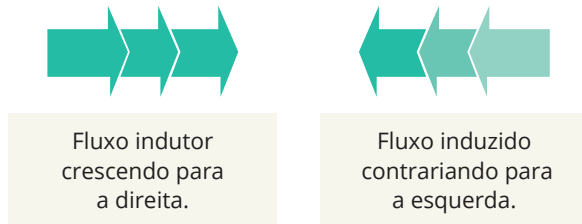
Na aproximação: colocar polos de mesmo nome (aproximação gera repulsão).
No afastamento: colocar polos de nomes contrários (afastamento gera atração).

Conclui-se que, na aproximação ou no afastamento do ímã, a corrente não é espontânea, pois é necessário que um operador tenha que exercer força contra as forças repulsivas ou atrativas para conseguir isso. O trabalho motor útil, realizado pela força exercida pelo operador, representa a energia (mecânica) entregue ao sistema, que se converte em energia elétrica. O que temos, nesse caso, a rigor, é o Princípio da Conservação da Energia.

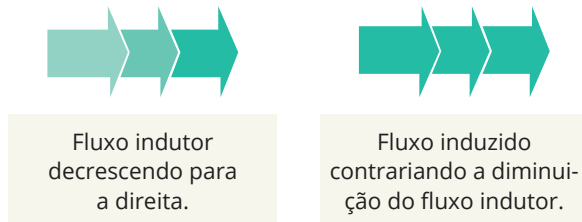


Visualizando a Lei de Lenz a partir dos fluxos indutor e induzido

▶ Se o fluxo indutor estiver crescendo no decorrer do tempo, o fluxo induzido deve ser desenhado no sentido contrário ao do indutor.



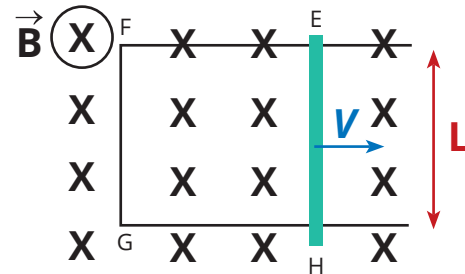
▶ Se o fluxo indutor estiver decrescendo no decorrer do tempo, o fluxo induzido deve ser desenhado no mesmo sentido do indutor.



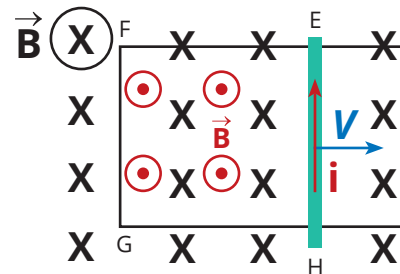
- *Exemplo:* condutor retilíneo sobre um trilho condutor ou espira de área móvel.

Anotações:

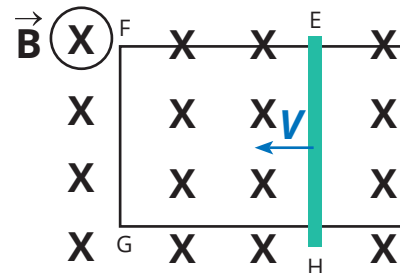
▶ Neste caso, quando o condutor é deslocado para a direita, a área aumenta e, conseqüentemente, o fluxo indutor aumenta, entrando.



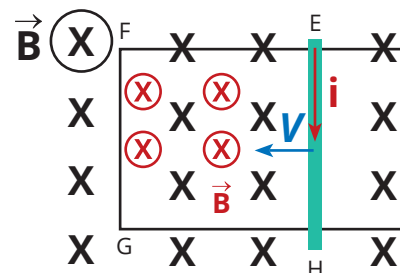
▶ Então, a corrente induzida criará um fluxo induzido em sentido contrário, saindo.



▶ Neste caso, quando o condutor é deslocado para a esquerda, a área diminui e, conseqüentemente, o fluxo indutor diminui, entrando.



▶ Então, a corrente induzida criará um fluxo induzido em sentido a favor (entrando) do fluxo indutor para tentar aumentá-lo.

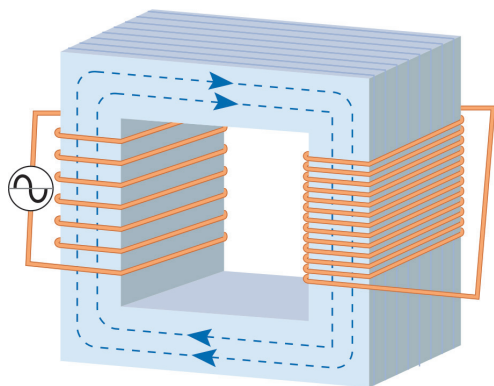


O cálculo da força eletromotriz induzida é dado pela expressão:

$$\mathcal{E} = L \cdot B \cdot v$$



• Transformador



- ▶ É uma aplicação da indução eletromagnética;
- ▶ só funciona com corrente alternada;
- ▶ é um dispositivo com capacidade para elevar ou rebaixar a tensão.

▶ Se $N_s > N_p \leftrightarrow U_s > U_p$, então o transformador é um elevador de tensão.

▶ Se $N_s < N_p \leftrightarrow U_s < U_p$, então o transformador é um rebaixador de tensão.

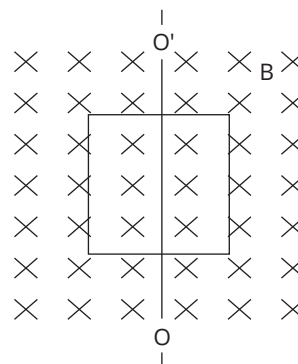
▶ No transformador ideal, existe conservação de energia, isto é, a potência do primário é igual à potência do secundário.

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

Anotações:

////// APOIO AO TEXTO ////

1. A figura representa uma espira condutora quadrada, inicialmente em repouso no plano da página. Na mesma região, existe um campo magnético uniforme, de intensidade B , perpendicular ao plano da página.



I. A espira se mantém em repouso e a intensidade do campo magnético varia no tempo.

II. A espira se mantém em repouso e a intensidade do campo magnético permanece constante no tempo.

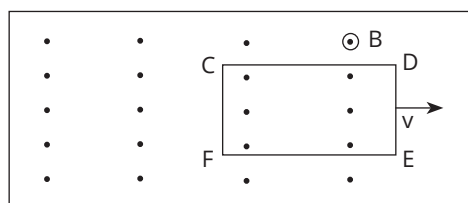
III. A espira passa a girar em torno do eixo OO' e a intensidade do campo magnético permanece constante no tempo.

Em qual(is) dessa(s) situaçã(ões) **não** ocorre indução de corrente elétrica na espira?

- a) Apenas em I.
- b) Apenas em II.
- c) Apenas em III.
- d) Apenas em I e III.
- e) Em I, II e III.

2. Uma espira metálica é deslocada para a direita, com velocidade constante $v = 10 \text{ m/s}$, em um campo magnético uniforme $B = 0,20 \text{ Wb/m}^2$. Com relação à figura abaixo, quando a resistência da espira é $0,80 \Omega$, a corrente induzida é igual a:

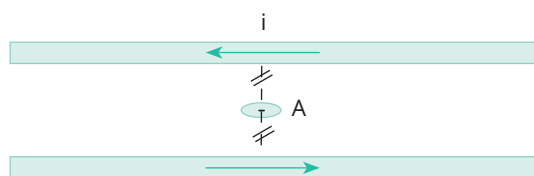
Dado: $CF = 20 \text{ cm}$



- a) 0,50 A
- b) 5,0 A
- c) 0,40 A
- d) 4,0 A
- e) 0,80 A



3. A figura representa dois condutores retilíneos colocados paralelamente. Eles estão submetidos a uma corrente elétrica de mesma intensidade i , conforme a figura.



Considere as afirmativas:

- I. A intensidade do campo magnético resultante no ponto A corresponde à soma das intensidades dos campos criados pela corrente elétrica em cada condutor.
- II. A intensidade do campo magnético resultante no ponto A é nula, pois as correntes elétricas têm sentidos opostos.
- III. A intensidade do campo magnético resultante no ponto A é nula, pois as correntes elétricas não geram campo magnético.
- IV. Os condutores ficam sujeitos a forças de origem magnética.

É(São) **incorreta(s)**:

- a) I e IV.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) II e III.
- e) apenas I.

4. Sobre um transformador ideal em que o número de espiras do enrolamento secundário é menor que o do enrolamento primário, assinale verdadeiro (V) ou falso (F):

- () A potência elétrica na entrada do enrolamento primário desse transformador é igual à potência elétrica na saída do enrolamento secundário.
- () Se ligarmos os terminais do enrolamento primário a uma bateria de 12 V, teremos uma ddp menor no enrolamento secundário.
- () A energia no enrolamento primário é igual à energia no enrolamento secundário, caracterizando o princípio da conservação de energia.
- () As correntes nos enrolamentos primário e secundário desse transformador são iguais.
- () A transferência de potência do enrolamento primário para o enrolamento secundário não ocorre por indução.

5. Considerando os conceitos e aplicações da eletricidade e do magnetismo, examine a situação física descrita em cada alternativa e a justificativa (em negrito) que a segue. Assinale com C as alternativas corretas e E as erradas, em que a justificativa explica apropriadamente a situação.

- () Um transformador funciona com corrente alternada **porque a corrente no primário produz um fluxo magnético variável que gera uma força eletromotriz induzida no secundário.**
- () O motor de um eletrodoméstico funciona quando ligado à tomada **porque ocorre dissipação de energia por efeito Joule.**
- () Dois fios metálicos paralelos percorridos por correntes de mesmo sentido se atraem **porque cargas de sinais contrários se atraem.**
- () Um elétron, ao passar próximo de um fio percorrido por uma corrente, sofre a ação de uma força perpendicular à sua velocidade **porque a corrente no fio produz um campo magnético ao seu redor, que atua sobre o elétron.**

Anotações:





» Física moderna

• Natureza da luz e das ondas eletromagnéticas

Definição de luz

É a radiação eletromagnética capaz de provocar sensação visual em um observador normal. Transporta uma energia chamada energia radiante, a qual tem capacidade de sensibilizar as células de nossa retina e provocar a sensação de visão.

Natureza e propagação da luz

A misteriosa natureza da luz sempre foi tema de fascínio para os maiores cientistas do mundo. Ela desperta controvérsias, polêmicas e interpretações conceituais duvidosas, que, ao longo do tempo, foram sendo adaptadas, reformuladas ou mesmo refutadas pela comunidade científica.

Teoria corpuscular da luz

O prestígio de Isaac Newton foi responsável pelo fato de a teoria corpuscular da luz (teoria que admitia que a luz era formada por um feixe de partículas) predominar por muito tempo, mesmo sem explicar de maneira convincente muitos fenômenos ópticos. A exemplo, temos o caso da refração, que recebia uma explicação conceitual coerente com a observação experimental, mas que chegava à conclusão (que hoje sabemos ser equivocada) de que a luz teria velocidade maior na água do que no ar.

Teoria ondulatória da luz

A teoria ondulatória da luz, mesmo sem contar com paternidade tão eminente, conseguia explicar de maneira satisfatória um grande número de fenômenos. Em 1850, ficou comprovado experimentalmente que a velocidade da luz no ar era maior que na água e, em 1860, com a teoria eletromagnética de Maxwell, ficou sentenciada a estabilidade e a credibilidade da teoria ondulatória da luz.

Teoria moderna da luz – dualismo onda/partícula

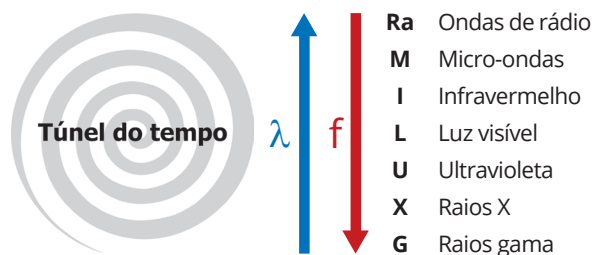
Por conta de uma grande ironia da ciência, no final do século XIX, em uma das experiências comprobatórias da teoria ondulatória da luz, descobriu-se o efeito fotoelétrico, que ressuscitaria o modelo corpuscular para a luz. Dessa maneira, a aceitação de uma natureza dupla (dualidade onda-partícula) foi inevitável. Hoje, a moderna teoria quântica descreve com requintes matemáticos o “mundo invisível” das interações subatômicas, sem, contudo, tomar partido definitivo nessa questão.

A luz ocupa uma posição intermediária na escala dos comprimentos de onda, apresenta tanto propriedades ondulatórias como corpusculares.

Espectro eletromagnético

Denominação	Intervalo de frequência	Origem
50/60 ciclos	50/60 Hz	Radiações fracas de circuitos de corrente alternada (redes de transmissão)
Rádio, radar e TV	10^4 a 10^{10} Hz	Circuitos elétricos oscilantes
Micro-ondas	10^9 a 10^{12} Hz	Correntes alternadas em tubos de vácuos
Infravermelho	10^{11} a $4 \cdot 10^{14}$ Hz	Elétrons exteriores em tubos dos átomos e das moléculas
Visível	$4 \cdot 10^{14}$ a $8 \cdot 10^{14}$ Hz	Elétrons exteriores dos átomos
Ultravioleta	$8 \cdot 10^{14}$ a 10^{17} Hz	Elétrons exteriores dos átomos
Raios X	10^{15} a 10^{20} Hz	Elétrons interiores dos átomos e desaceleração súbita de elétrons livres de alta energia
Raios gama	10^{19} a 10^{24} Hz	Núcleos dos átomos e desaceleração súbita de partículas de alta energia obtidas com aceleradores





No vácuo/ar, a velocidade das ondas eletromagnéticas vale aproximadamente $3 \cdot 10^8$ m/s.

• Polarização

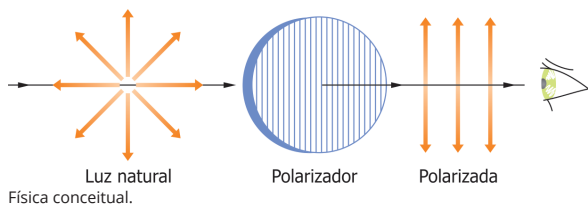
A luz é uma onda eletromagnética, sendo, portanto, uma onda transversal, em que os campos elétricos e magnéticos ocorrem em planos perpendiculares à direção de propagação da onda e perpendiculares entre si. Quando os campos se mantêm sempre na mesma direção, dizemos que a onda é linearmente polarizada.

O campo elétrico da luz proveniente do Sol pode ser um vetor com qualquer direção perpendicular à direção de propagação, pois essa luz não é polarizada.

A luz do Sol e da maioria das lâmpadas comuns não é polarizada. Alguns cristais (turmalina, herapatite) conseguem polarizar a luz.



Os efeitos de um filtro polarizador no céu em uma fotografia. A imagem à direita usa o filtro.



Importante

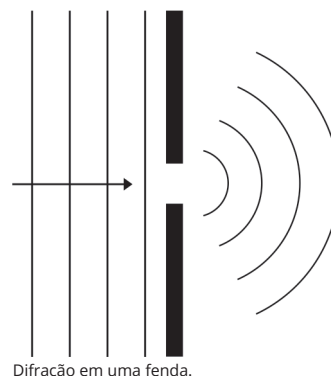
Polarizar uma onda significa “filtrá-la”, deixando passar apenas aquelas perturbações que ocorrem em uma determinada direção.

• Difração

A difração é um fenômeno tipicamente ondulatório. As ondas na água, ao passar pelo orifício de um anteparo, abrem-se ou difratam-se, formando um feixe divergente.

Em 1803, Young realizou uma experiência demonstrando que a luz possuía natureza ondulatória. Ele a fez passar por uma abertura estreita e constatou que, em um antepa-

ro instalado do outro lado, não surgia simplesmente uma linha nítida, mas sim um conjunto de faixas luminosas de diferentes intensidades. Isso mostrava que a luz sofria difração, tal como ocorria com as ondas sonoras ou com as de um lago. Se ela fosse constituída de partículas, esse comportamento seria impossível.

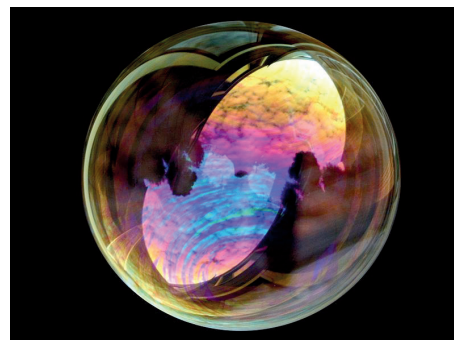


Difração em uma fenda.

• Interferência

A interferência é um importante fenômeno que distingue as ondas das partículas, pois duas partículas não podem atravessar-se mutuamente e continuar sua trajetória anterior, mas duas ondas podem. Isso só acontece quando a diferença de fase entre as duas ondas for mantida constante no tempo, isto é, quando as fontes forem coerentes. A interferência é a combinação por superposição de duas ou mais ondas que se encontram em um ponto do espaço.

Frequentemente, pode-se ver franjas coloridas na superfície das bolhas de sabão. Essas franjas devem-se à interferência entre os raios de luz refletidos nas duas faces da fina película de líquido que forma a bolha de sabão. Em uma parte da bolha, vista de um certo ângulo, a interferência pode intensificar certos comprimentos de onda, ou cores, da luz refletida, enquanto suprime outros comprimentos de onda. A cor vista depende da intensidade relativa dos diferentes comprimentos de onda na luz refletida. Em outras zonas, vistas de diferentes ângulos, os comprimentos de onda que se reforçam ou se cancelam são outros. A estrutura das franjas de cores depende da espessura da película de líquidos nos diferentes pontos.



Bolha de sabão.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



Experiência de Young

Young desenvolveu o seguinte experimento: fez passar dois feixes de luz por orifícios separados, e, como resultado, percebeu que, ao incidirem sobre um anteparo, os feixes de luz resultaram em um desenho que apresentava áreas claras entremeadas com outras totalmente escuras.



Padrão de interferência.

Importante

A formação de franjas de interferência estáveis no tempo só ocorrerá se as frentes de onda que chegam à fenda dupla forem coerentes.

Anotações:

• Noções de Física Quântica

Até o final do séc. XIX, os fenômenos físicos podiam ser explicados pelo ramo do conhecimento a que hoje chamamos Física Clássica. Os físicos, naquela época, estavam convictos de que o edifício da Física encontrava-se completamente construído. Entretanto, começaram a aparecer alguns fenômenos cuja explicação não era dada de forma satisfatória pelas leis da Física, até então conhecidas, como a radiação do corpo negro, o efeito fotoelétrico, o espectro de riscas dos gases etc.

Assim, surgiu a necessidade de pôr em causa os conceitos clássicos e partir para novas explicações, as quais abriram novos horizontes à Física. Muitas delas foram bastante controversas, e mesmo físicos de renome não estiveram de acordo. A dar força à controvérsia surgiu uma nova teoria, a teoria da relatividade, que também punha em causa as ideias da Física Clássica. Os factos experimentais foram mais fortes do que todas as discussões e é sobre eles que se assenta o ramo da Física que lida fundamentalmente com partículas de dimensões inferiores às do átomo: a Física Quântica.

Para a sua construção, contribuíram muitos nomes célebres, como Wien, Planck, Einstein, Bohr, Broglie, Davison, G. Thomson, Heisenberg, Born, Dirac, Schrödinger, Compton, Pauli e muitos outros. Faremos uma breve abordagem sobre alguns dos fatos que levaram à construção da Física Quântica. Esse tema é muito vasto e, contrariamente ao que se supõe acontecer com a Física Clássica do final do séc. XIX, os conhecimentos sobre ele cada vez mais se encontram longe de estar esgotados.

Quantização da energia

A radiação térmica de um corpo negro: todos os corpos, independentemente do material de que são feitos ou de sua temperatura, absorvem e emitem uma quantidade de radiações de diferentes frequências. Um pedaço de ferro emite luz visível quando se encontra a altíssima temperatura. Mesmo à temperatura ambiente, o ferro emite radiação na faixa do infravermelho, que nossos olhos não conseguem enxergar. No entanto, se tivermos instrumentos adequados, poderemos estudar, medir essa radiação e descobrir quais são os comprimentos de onda e as intensidades das radiações eletromagnéticas que a compõem.

Na física, um **corpo negro** é um corpo que absorve toda a radiação que nele incide: nenhuma (somente em casos específicos) luz o atravessa nem é refletida. Apesar do nome, corpos negros produzem radiação eletromagnética, tal como a luz. Quando ele é aquecido, essas propriedades o tornam uma fonte ideal de radiação térmica.

Um corpo negro a uma temperatura T emite menos comprimentos de onda e intensidades que estariam presentes em um ambiente com equilíbrio térmico em T . Como a radiação em tal ambiente possuiria um espectro dependente apenas de sua temperatura, a temperatura do objeto está diretamente associada aos comprimentos de onda que emite. Em temperatura ambiente, corpos negros emitem infravermelho. No entanto, à medida que a temperatura aumenta algumas centenas de graus Celsius,



corpos negros começam a emitir radiação em comprimentos de onda visíveis: começando no vermelho, passando por amarelo, branco e, finalmente, acabando no azul, quando a emissão passa a incluir crescentes quantidades de ultravioleta.

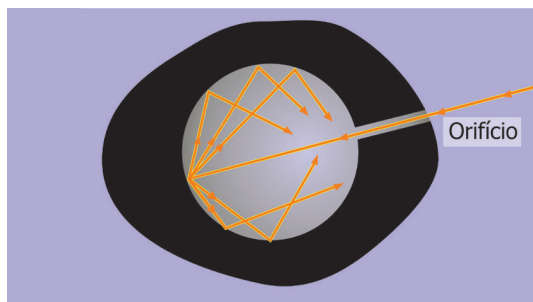
A radiação emitida por um corpo negro mostrou uma falha na teoria clássica, que explicava as emissões satisfatoriamente apenas em baixas temperaturas. O estudo das leis de corpos negros levou ao surgimento da mecânica quântica.

EXPLICAÇÃO

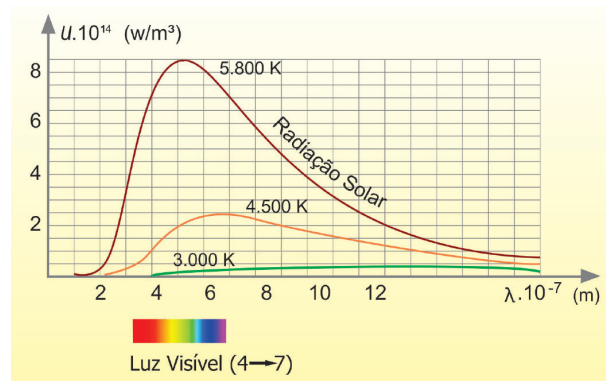
Experimentalmente, a radiação mais próxima à de um corpo negro ideal é a emitida de pequenas aberturas para extensas cavidades. Qualquer luz entrando pela abertura deve ser refletida várias vezes nas paredes da cavidade antes de escapar, e, então, a probabilidade de que seja absorvida pelas paredes durante o processo é muito alta, independentemente de qual seja o material que a compõe ou o comprimento de onda da radiação. Tal cavidade é uma aproximação de um corpo negro e, ao ser aquecida, o espectro da radiação do buraco (a quantidade de luz emitida do buraco em cada comprimento de onda) é contínuo e não depende do material da cavidade (compare com espectro de emissão).

Por um teorema provado por Kirchhoff, o espectro observado depende apenas da temperatura das paredes da cavidade. A Lei de Kirchhoff nos diz que, em um corpo negro ideal, em equilíbrio termodinâmico à temperatura T , a radiação total emitida deve ser igual à radiação total absorvida.

- ▶ Cada corpo emite luz quando se encontra a uma determinada temperatura!
- ▶ Quanto maior a temperatura do corpo, maior será a frequência da luz emitida!



O gráfico abaixo relaciona a intensidade da radiação emitida (I) em função da frequência para cada temperatura.

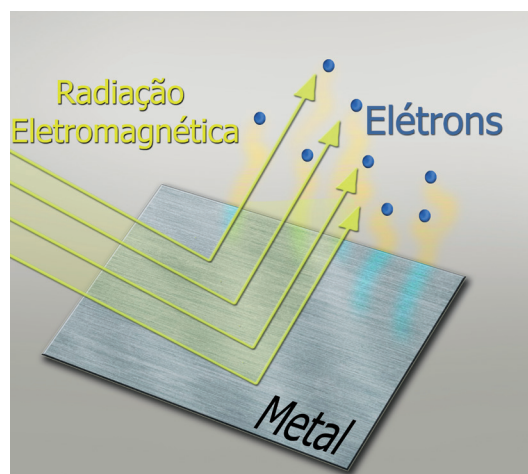


As teorias clássicas, que se baseavam nos princípios da termodinâmica e nas leis do eletromagnetismo, não eram capazes de justificar a forma desses espectros. A solução foi encontrada, em 1900, pelo físico alemão Max Planck (1858-1947), que lançou a teoria de que os corpos aquecidos emitiam energia radiante em "pacotes" discretos (chamados quanta). Assim surgiu o conceito de energia quantizada, uma hipótese audaciosa para contornar o problema e que, obviamente, conflitava com as ideias da física clássica.

$$E = n \cdot h \cdot f$$

Efeito fotoelétrico

Quando ondas eletromagnéticas atingem um corpo, elétrons podem ser "arrancados" desse corpo. Esse efeito é possível de ocorrer com vários materiais, mas é mais observável em metais. A emissão de elétrons pela absorção de radiação é chamada de **efeito fotoelétrico**.



Anotações:



CARACTERÍSTICAS

- ▶ A energia chega aos elétrons em “pacotes”, e não continuamente.
- ▶ Cada “pacote” é um *quantum* (fóton) de energia, e a energia de cada fóton é dada por:

$$E = h \cdot f$$

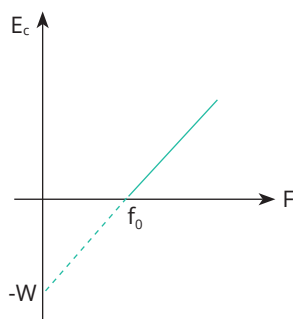
Em que:

f = frequência;

h = constante de PLANCK.

- ▶ Um fóton de radiação incidente é completamente absorvido por um único elétron, cedendo-lhe sua energia.
- ▶ A energia mínima para extrair um elétron de uma placa metálica é chamada de **função trabalho (W)** e depende do tipo de metal utilizado. Se a energia do fóton incidente superar o valor da função trabalho, o saldo ficará na forma de energia cinética do elétron extraído (E_c). Dessa forma:

$$E_c = h \cdot f - W$$



No gráfico acima, temos a energia cinética do elétron extraído em função da frequência do fóton incidente. A frequência mínima do fóton incidente para produzir o efeito fotoelétrico é f_0 (frequência de corte). Para frequências menores do que f_0 , o efeito não ocorre, mas, ao se utilizar radiação com frequência superior a f_0 , o número de elétrons extraídos do metal é proporcional à intensidade da radiação incidente.

Átomo de Bohr

Elétrons circundam o núcleo em camadas de diferentes energias, como as órbitas planetárias. Niels Bohr descreveu como os elétrons podem pular entre as camadas e como eles o fazem ao emitir ou absorver luz correspondente à diferença de energia. Esses pulos são conhecidos como saltos quânticos.

Ao criar o seu modelo atômico, Bohr utilizou a ideia de Planck, segundo a qual a energia não seria emitida continuamente, mas em pequenos pacotes, cada um dos quais denominado quantum. Existiriam, de acordo com Bohr, níveis estáveis de energia, que denominou estados estacionários, nos quais os elétrons não emitiriam radiação. A passagem de um certo nível de energia para outro superior seria possível desde que o elétron absorvesse energia do meio externo, numa quantidade bem definida para

isso. Quando retornasse ao nível inicial, o elétron devolveria, na forma de radiação, exatamente a quantidade de energia antes absorvida.

MODELO DE BOHR APLICADO AO ÁTOMO DE HIDROGÊNIO

O fato de o átomo de hidrogênio ser o mais simples de todos levou Bohr a aplicar seu modelo a ele, generalizando depois para átomos mais complexos.

Para o átomo de hidrogênio, Bohr estabeleceu os seguintes postulados:

1. Os elétrons descrevem órbitas circulares em torno do núcleo (formado por um único próton), sendo a força de atração eletrostática a força centrípeta responsável por esse movimento.
2. Apenas algumas órbitas estáveis, bem definidas, denominadas estados estacionários são permitidas ao elétron. Nelas, o átomo não irradia energia, de modo que se conserva a sua energia total, sendo então possível aplicar a Mecânica Clássica para descrever o movimento do elétron.
3. A passagem do elétron de um estado estacionário para outro é possível mediante a absorção ou liberação de energia pelo átomo. A energia do fóton absorvido ou liberado no processo corresponde à diferença entre as energias dos níveis envolvidos. Assim, ao passar de um estado estacionário, de energia E , para outro, de energia E' (com $E' > E$), teremos:

$$E' - E = h \cdot f$$

4. As órbitas permitidas ao elétron são aquelas em que o momento angular orbital do elétron é um múltiplo inteiro de

$$h = \frac{h}{2\pi}$$

O estado estacionário fundamental corresponde ao menor raio, denominado raio de Bohr. Para ele, $n = 1$. Para os demais estados permitidos, os raios podem ser obtidos em função do raio de Bohr pela fórmula:

$$r_n = n^2 \cdot r_{\text{Bohr}}$$

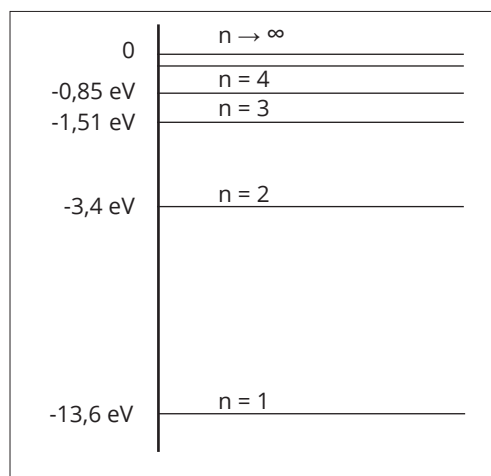
A energia mecânica total (E_m) do elétron no n ésimo estado estacionário é expressa em elétron-volt (eV) por:

$$E_m = \frac{-13,6}{n^2}$$

A fórmula de Bohr, como é conhecida, prevê com grande precisão os níveis energéticos para o átomo de hidrogênio, mas falha no caso de átomos com maior número de elétrons.



O modelo de Bohr foi substituído no final dos anos 1920 por versões da mecânica quântica. Elas acomodaram as propriedades ondulatórias de um elétron e trataram da órbita como uma espécie de nuvem de probabilidade – uma região do espaço onde há alguma probabilidade de o elétron estar. Não é possível saber exatamente onde o elétron está em determinado instante. Ainda assim, o *insight* de Bohr continua útil na química, pois explica uma miríade de padrões, da estrutura da tabela periódica ao espectro do hidrogênio.



Níveis de energia (n) de um elétron num átomo de hidrogênio.

Anotações:

• Dualidade partícula-onda

Segundo a teoria de Maxwell – **modelo ondulatório** –, a luz (e qualquer outra radiação eletromagnética) é uma onda eletromagnética, pois apresenta os fenômenos de interferência, difração e polarização. E, após estudar o **modelo quântico**, a luz (e qualquer outra radiação eletromagnética) é constituída de partículas denominadas **fótons**, é natural que surja a seguinte pergunta: afinal, a luz é onda ou partícula?

A resposta atual é a seguinte: dependendo do fenômeno, a luz se comporta como onda ou partícula. Então, não se diz o que a luz é, mas como ela se **comporta** em cada fenômeno. Portanto, os dois modelos são necessários e se complementam: usando um ou outro, nenhum fenômeno deixa de ser explicado.

A esse duplo comportamento da luz dá-se o nome de dualidade partícula-onda. É importante destacar que a luz, assim como as demais radiações eletromagnéticas, nunca exhibe dois comportamentos ao **mesmo tempo**. Esse é o Princípio da Complementaridade, proposto pelo físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962).

Comportamento ondulatório da matéria

Em 1924, o físico francês Louis-Victor de Broglie (1892-1987) formulou uma hipótese na qual afirmava que:

Toda a matéria apresenta características tanto ondulatórias como corpusculares, comportando-se de um ou outro modo, dependendo do experimento específico.



Duque de Broglie.

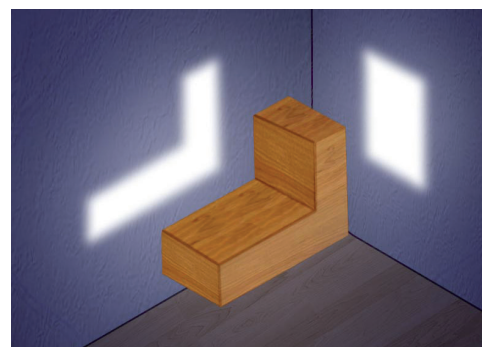


Ilustração da dualidade onda-partícula. Percebe-se como um mesmo fenômeno pode ter duas percepções diferentes.



Para postular essa propriedade da matéria, De Broglie baseou-se na explicação do efeito fotoelétrico, fornecida pouco antes por Albert Einstein, em que sugeria a natureza quântica da luz. Para Einstein, a energia transportada pelas ondas luminosas estava quantizada, distribuída em pequenos pacotes de energia ou quantum de luz, que, mais tarde, seriam denominados fótons, e cuja energia dependia da frequência da luz por meio da relação: $E = h \cdot f$ (em que f é a frequência da onda luminosa e h a constante de Planck). Albert Einstein propunha, dessa forma, que, em determinados processos, as ondas eletromagnéticas que formam a luz comportam-se como corpúsculos. De Broglie perguntou-se por que não poderia ser de maneira inversa, isto é, que uma partícula material (um corpúsculo) pudesse mostrar o mesmo comportamento que uma onda.

O físico francês relacionou o comprimento de onda, λ , com a quantidade de movimento da partícula, mediante a seguinte fórmula:

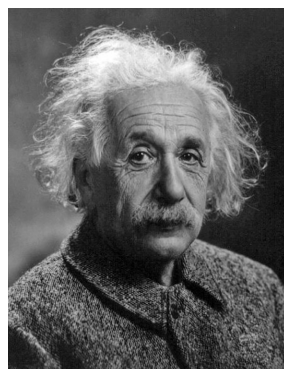
$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

Em que λ é o comprimento de onda associada à partícula de massa m que se move a uma velocidade v , e h é a constante de Planck. O produto $m \cdot v$ é também o módulo do vetor p , ou quantidade de movimento da partícula. Vendo a fórmula, percebe-se facilmente que, à medida que a massa do corpo ou sua velocidade aumenta, diminui consideravelmente o comprimento de onda.

Essa hipótese confirmou-se três anos depois para os elétrons, com a observação dos resultados do experimento da dupla fenda de Young na difração de elétrons em duas investigações independentes. Na Universidade de Aberdeen, George Paget Thomson passou um feixe de elétrons através de uma delgada placa de metal e observou os diferentes esquemas preditos. Nos Laboratórios Bell, Clinton Joseph Davisson e Lester Halbert Germer guiaram seu feixe através de uma cela cristalina.

A equação de De Broglie pode ser aplicada para toda a matéria. Os corpos macroscópicos também teriam associada uma onda, mas, dado que sua massa é muito grande, o comprimento de onda resulta tão pequeno que neles se faz impossível apreciar suas características ondulatórias.

• Noções da Teoria da Relatividade



Albert Einstein.

A Teoria da Relatividade foi criada pelo físico alemão **Albert Einstein** (1879-1955) em duas etapas: em 1905, ele publicou um trabalho que, mais tarde, ficou conhecido pelo nome de *Teoria da Relatividade Especial*, que trata do movimento uniforme; e, em 1915, publicou a *Teoria da Relatividade Geral*, que aborda o movimento acelerado e a gravitação. Agora, estudaremos os fatos que levaram Einstein à criação da Teoria da Relatividade.

Os postulados de Einstein

1º POSTULADO

As leis da Física são as mesmas, expressas por equações que têm a mesma forma, em qualquer referencial inercial. Não existe um referencial inercial privilegiado.

2º POSTULADO

A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor C em qualquer referencial inercial, independentemente da velocidade da fonte de luz.

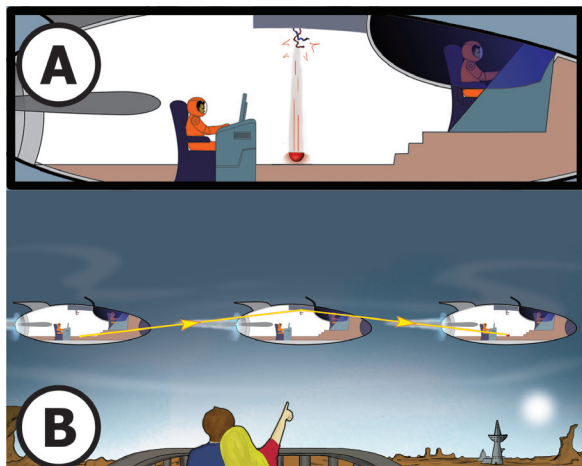


Anotações:



A dilatação do tempo

O intervalo de tempo medido para um fenômeno depende da velocidade do referencial que mede esse intervalo. Vamos interpretar a ilustração abaixo:



O fato de a velocidade ser invariável em relação ao referencial faz com que, para um observador em movimento, **o tempo passe mais lentamente** (medido por um observador que não se move).

PARADOXO DOS GÊMEOS



O Gêmeo viajante não envelhece tão rápido quanto o gêmeo que fica em casa.

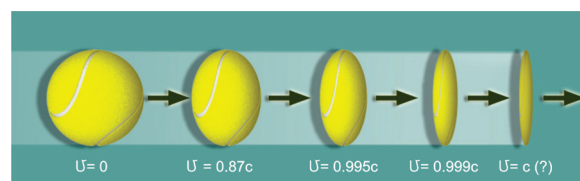
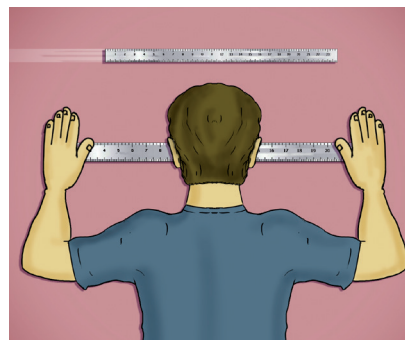
$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$$

Anotações:

A contração do comprimento

O espaço sofre **contração**, fazendo com que os objetos pareçam mais curtos quando estão se movendo em relação a nós, com velocidade próxima à da luz.

$$L = L_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}$$



• Massa relativística

Considere, por exemplo, uma pedra em repouso em relação ao solo:



Vamos simbolizar por m_0 a massa da pedra medida nessa situação (**massa de repouso**). Suponha, agora, que essa mesma pedra esteja em movimento em relação ao solo, com velocidade \mathbf{V} :

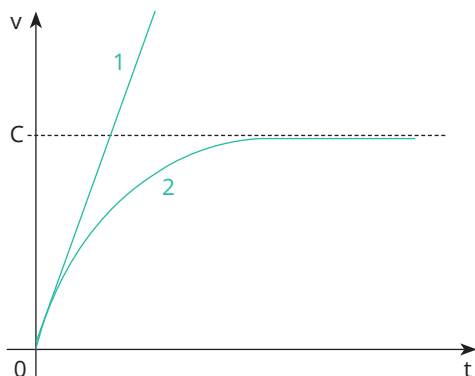


Na nova situação, a massa da pedra passa a ser \mathbf{m} , dada pela expressão:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$$

Em que **m**: massa relativística.

Sendo $\sqrt{1 - (v/c)^2}$ menor que 1, **m** é maior que m_0 , ou seja, a massa da pedra em movimento é maior que sua massa de repouso. Note que, quanto maior for **v**, maior será a massa **m**. Evidentemente, esse aumento de massa não significa um aumento da quantidade de partículas que constituem a pedra, mas um aumento na sua inércia. Por exemplo, se a pedra estiver em movimento retilíneo acelerado, sob ação de uma força resultante constante, sua aceleração não será constante, mas diminuirá à medida que sua velocidade aumentar, conforme ilustra a figura seguinte:



▶ O gráfico 1 representa a previsão da mecânica clássica: a aceleração da pedra é constante e sua velocidade cresce indefinidamente.

▶ O gráfico 2 representa a previsão relativística: a aceleração da pedra diminui com o tempo, em virtude do aumento de sua inércia, e sua velocidade é limitada pelo valor **c**.

– *Exemplo:* Vamos calcular a massa que teria uma pessoa se pudesse se mover com velocidade $0,8c$, considerando sua massa de repouso igual a 60 kg.

Temos que:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \frac{60}{\sqrt{1 - 0,64}} \quad m = 100 \text{ kg}$$

Ocorre a relatividade da massa, ou seja, ela cresce.

Notas:

Quando **v** tende a **c**, v^2/c^2 tende a 1. Assim, $\sqrt{1 - v^2/c^2}$ tende a zero e **m** tende a infinito.

Como nenhum corpo pode ter massa infinita, sua velocidade sempre será menor que **c**.

Se **v** for muito menor que **c**, teremos:

$$\frac{v^2}{c^2} \cong 0 \rightarrow m \cong m_0$$

Na mecânica clássica, em que as velocidades são muito menores que a da luz, **m** é igual a m_0 .

Nos aceleradores de partículas, em que elétrons, por exemplo, atingem velocidades próximas de **c**, a variação da massa com a velocidade é plenamente comprovada.

Equivalência massa-energia

Considere, novamente, uma pedra em repouso em relação ao solo. Sendo m_0 sua massa de repouso, pode-se demonstrar que essa massa equivale a uma energia intrínseca E_0 , dada por:

$$E_0 = m_0 c^2$$

Por exemplo, se fosse possível aniquilar uma pedra de massa de repouso igual a 1 g, transformando-a totalmente em energia, obteríamos:

$$E_0 = m_0 c^2 = (1 \cdot 10^{-3}) \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \\ E_0 = 9 \cdot 10^{13} \text{ J}$$

Essa energia seria suficiente para manter acesas 1.000 lâmpadas de 100 W por quase 30 anos! Portanto, uma pequeníssima massa equivale a uma enorme quantidade de energia.

Todas as reações que liberam energia, inclusive as reações químicas exotérmicas, fazem-no devido a uma perda de massa, que se transforma em energia.

A energia solar, por exemplo, provém de uma reação nuclear denominada **fusão nuclear**. Nessa reação, núcleos de hidrogênio unem-se produzindo um núcleo de hélio. A massa do núcleo de hélio, porém, é ligeiramente menor que a soma das massas dos núcleos de hidrogênio, e essa perda de massa corresponde à energia liberada. Nesse processo, o Sol perde cerca de 4 milhões de toneladas de massa a cada segundo. A fusão nuclear também ocorre na explosão de uma bomba de hidrogênio.

A massa é uma forma de energia

Se um corpo estiver em movimento em relação a um referencial no qual ele possui uma massa de repouso igual a m_0 , sua energia total **E** será dada por:

$$E = m \cdot c^2$$

em que **m** é a massa relativística do corpo.

Essa energia total **E** é a soma da energia de repouso do corpo, E_0 , com sua energia cinética E_c :

$$E = E_0 + E_c$$



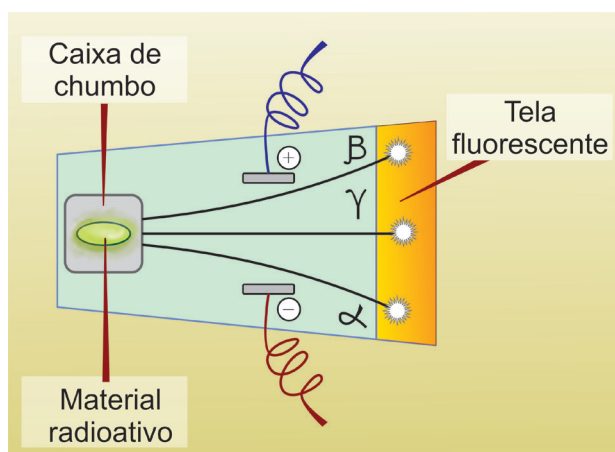
• Radioatividade

Radioatividade natural

Radioatividade é a capacidade de uma substância emitir radiação, independentemente de estímulos externos.

Colocamos uma substância radioativa natural, por exemplo, o Polônio, em um bloco de chumbo, desde que esse bloco apresente uma única abertura. As emissões radioativas do polônio passam por uma região submetida a um campo elétrico criado por duas placas eletrizadas.

Nessa situação, acontece a divisão das emissões em três feixes distintos, que vão impressionar uma tela fluorescente colocada à frente da abertura.



Podemos observar três tipos diferentes de emissões:

- ▶ **Emissão Alfa (α):** sofre pequeno desvio na direção da placa negativa.
- ▶ **Emissão Beta (β):** sofre grande desvio na direção da placa positiva.
- ▶ **Emissão Gama (γ):** não sofre desvio de trajetória e atravessa o anteparo.

PARTÍCULA ALFA

Apresenta 2 prótons e 2 nêutrons; logo, sua massa relativa é, 4 e a carga relativa, +2. Trata-se de um núcleo do átomo de hélio, representado por ${}^4_2\alpha$.

PARTÍCULA BETA

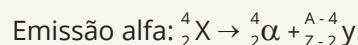
Trata-se de um elétron produzido no núcleo do átomo. Sua massa relativa é muito pequena (1/1.836), considerada como não nula. A carga relativa é -1, e sua representação é ${}^0_{-1}\beta$.

RADIAÇÃO GAMA

Onda eletromagnética de grande frequência, o que equivale a pequenos comprimentos de onda. Representada por ${}^0_0\gamma$.

Decaimento radioativo

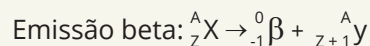
Quando um átomo de determinado elemento químico emite uma partícula ${}^4_2\alpha$ ou uma partícula ${}^0_{-1}\beta$, ele se transforma em um átomo de outro elemento químico. A radioatividade transforma um elemento em outro.



O elemento X transforma-se no elemento Y, de número atômico duas unidades menor e de número de massa quatro unidades menor.

Note que a massa total e o número total de prótons conservam-se:

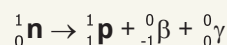
$$\begin{cases} A \rightarrow 4 + (A - 4) \\ Z \rightarrow 2 + (Z - 4) \end{cases}$$



O elemento X transforma-se no elemento Y, de número atômico uma unidade maior e número de massa igual ao do átomo emissor.

Novamente, a massa total e o número de *núcleons* (prótons + nêutrons) conserva-se. Essa última afirmação fica clara se adotarmos a hipótese de Fermi:

No interior do núcleo ocorre uma transformação que produz um elétron (a partícula beta);



A emissão gama sempre vem acompanhada de uma das duas acima. Como ela não altera nem Z nem A, é costume não escrevê-la nas equações nucleares.

Anotações:



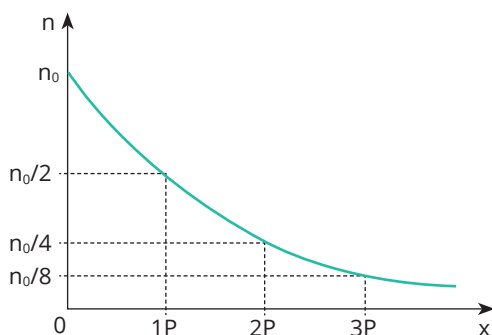
A meia-vida dos radioisótopos

O tempo necessário para que o número de átomos de determinado radioisótopo se reduza à sua metade é denominado período de meia-vida (P).

Se n o número de átomos restantes, n_0 o número de átomos radioativos iniciais e x o número de períodos, podemos escrever:

$$n = \frac{n_0}{2^x}$$

Representando graficamente n em função de x , obtemos a curva de decaimento radiativo:



O tempo (t) necessário para que dos átomos iniciais restem apenas $n/2^x$ pode ser calculado por:

$$t = xp$$

Para a massa m de átomos de amostra, podemos escrever, analogicamente:

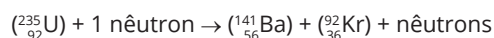
$$m = \frac{m_0}{2^x}$$

Fissão nuclear

A cisão ou divisão de um núcleo atômico pesado e instável pelo bombardeamento desse núcleo com nêutrons é denominada **fissão nuclear**.

O bombardeamento do núcleo de um átomo de Urânio ($^{235}_{92}\text{U}$) com nêutron, por exemplo, causa a divisão do núcleo desse átomo em duas partes: um átomo de bário ($^{141}_{56}\text{Ba}$) e um átomo de criptônio ($^{92}_{36}\text{Kr}$) e a liberação de dois ou três novos nêutrons. Há também liberação de uma quantidade de energia.

A reação de fissão do urânio é a seguinte:



Anotações:

Como ocorre liberação de energia, isso equivale a uma perda de massa de urânio. A equação que sintetiza essa ideia é:

$$E = mc^2$$

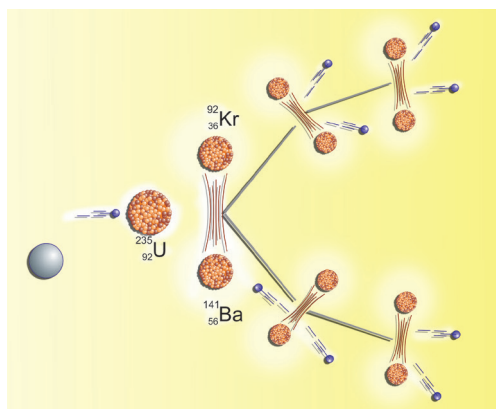
Em que:

E = energia correspondente à massa **m**;

c = velocidade da luz no vácuo.

No entanto, a divisão do núcleo não acontece por causa do impacto do nêutron. Na verdade, essa divisão acontece em consequência da instabilidade gerada no núcleo ao receber um nêutron a mais.

Os novos nêutrons podem colidir com dois outros núcleos de urânio e produzir quatro outros nêutrons.



Se o processo se repetir sucessivamente, dará origem a uma reação em cadeia, na qual a produção de nêutrons a cada fissão cresce em progressão geométrica, liberando uma quantidade enorme de energia.

A grande quantidade de energia liberada nessas reações proporcionou as condições necessárias para que fossem criadas:

- ▶ **A usina nuclear:** a reação de fissão em cadeia é mantida sob controle, e a energia liberada é usada como fonte de calor para aquecer a água, cujo vapor aciona uma turbina geradora para produzir eletricidade.
- ▶ **A bomba atômica:** utiliza a imensa quantidade de energia e radiações liberadas na reação de fissão em cadeia para causar destruição.

Fusão nuclear

A união ou a junção de dois ou mais núcleos atômicos leves, originando um único núcleo atômico, e a liberação de uma quantidade colossal de energia é denominada **fusão nuclear**.

A fusão nuclear requer temperaturas elevadíssimas para a sua efetivação. No interior do Sol, por exemplo (estima-se que a temperatura seja de 20 milhões de graus Celsius), átomos de hidrogênio unem-se formando átomos de hélio. Nesse caso, quatro átomos de hidrogênio



fundem-se em um único átomo de hélio à custa de perda de massa do hidrogênio que é liberada na forma de energia ($E = mc^2$).

Como, a cada reação, diminui a quantidade de hidrogênio, isso nos leva a prever a "morte" do Sol.

Um outro exemplo de fusão nuclear é a bomba de hidrogênio (bomba H), na qual a temperatura necessária para iniciar a reação de fusão é obtida pela explosão de uma bomba atômica.

• O Nosso Universo

A busca pela resposta definitiva

"Como tudo começou?" é uma pergunta que está sem resposta definitiva há um tempo quase tão longo quanto a própria história do homem. Com o desenvolvimento das ciências, teorias surgiram buscando explicar não apenas como teria ocorrido o "nascimento" do nosso Universo, mas também responder a uma indagação um pouco mais recente: será que o nosso Universo também completará um ciclo, passando por um período de evolução, para, finalmente, "morrer"?

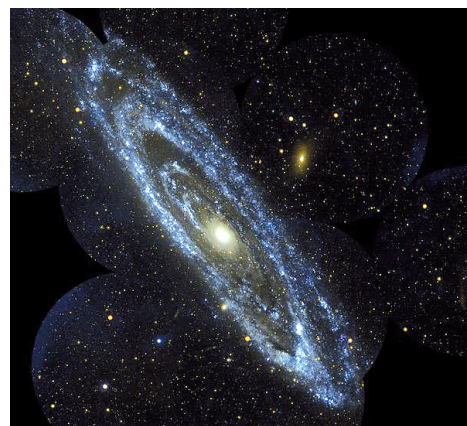


Stonehenge, em Wiltshire, na Inglaterra.

O Universo em expansão

Em 1923, Edwin Powell Hubble realizou medições as quais demonstravam que existiam outras galáxias, além da nossa, povoando o universo. Poucos anos depois, verificou que essas galáxias afastavam-se de nós, com uma velocidade diretamente proporcional à distância estimada. Imagine as galáxias se afastando, como se estivessem na superfície de um balão que estamos inflando.

Se agora as galáxias estão se afastando umas das outras, significa que, em algum momento do passado, elas deveriam ter estado muito próximas, da mesma forma que um balão totalmente vazio. Uma regressão a um tempo entre 10 e 15 bilhões de anos colocaria toda a matéria que hoje compõe o universo concentrada em um único ponto. Vários cientistas do mundo inteiro, entre eles um especial destaque para George Gamow, investiram seus esforços para delinear o que ficaria conhecido como a teoria Big Bang.



Esta imagem é em ondas ultravioleta, trata-se de uma observação da galáxia de Andrômeda (galáxia mais próxima da nossa).

O Big Bang

Um ponto diminuto, supostamente com toda a matéria do universo, passaria por um evento expansivo de dimensões avassaladoras. O Universo teria inflado, em uma fração de segundo, do tamanho de uma pequena semente de laranja para, aproximadamente, o seu tamanho atual (o tamanho estimado do universo é de 1.021 m e, dessa forma, em uma fração de segundo, o universo teria sido inflado em cerca de 1.028 vezes o seu tamanho original).

Quando o Universo atingiu a idade de 1 microssegundo, era composto tão somente por radiação, como radiação de um corpo negro, a altíssima temperatura, e algumas partículas elementares, os *quarks* e os *antiquarks*. Com o passar do tempo (ainda estamos falando em minúsculas frações de segundo), *quarks* e *antiquarks* se aniquilaram, e os *quarks* que não se desintegraram foram se aglutinando em prótons e nêutrons, originando, provavelmente, toda matéria formadora dos corpos do Universo. Aos poucos, o Universo começou a esfriar e, à medida que se expandia, a matéria começou a surgir.

No intervalo de tempo que foi, provavelmente, de 0,1s até cerca de três minutos, núcleos leves, como os de hidrogênio e de hélio, começaram a se fundir a partir dos prótons e nêutrons.

Durante os 300 mil anos que seguiram à formação dos primeiros núcleos, o Universo poderia ser definido como um calmo mar de núcleos de hidrogênio, hélio, elétrons livres e fótons. Durante essa fase, o Universo continuou em expansão, com sua temperatura baixando gradativamente. Quando atingiu a temperatura de cerca de 3.000 K, os núcleos e os elétrons se combinaram para formar átomos comuns, quase todos de hidrogênio. Somente então, a temperaturas cada vez mais baixas, a atração gravitacional começou a se tornar dominante e foi possível aos átomos iniciarem um processo de aglutinação. Foi desse processo que se originaram as nuvens interestelares de gás e poeira, os planetas, as estrelas e as galáxias que povoam, atualmente, o nosso Universo.



Albert Einstein estava certo sobre a expansão do Universo

Físicos da Universidade de Portsmouth, na Inglaterra, e do Instituto Max Planck, na Alemanha, confirmaram que a **Teoria da Relatividade**, proposta por Albert Einstein no começo do século XX, é "incrivelmente precisa". O estudo – anunciado em um encontro nacional de astronomia na Universidade de Manchester, na Inglaterra – ressalta os acertos dos cálculos do físico alemão para explicar a **expansão do universo**.

Segundo os pesquisadores, Einstein teria acertado, inclusive, na teoria da **constante cosmológica**, uma força que atuaria no Universo, adicionada por ele à **Teoria da Relatividade Geral**, mas logo depois descartada. O físico chegou a declarar que chegar à hipótese de tal constante foi o pior erro de sua carreira.

////// APOIO AO TEXTO ///////////////

1. Quando a luz passa por um orifício muito pequeno, comparável ao seu comprimento de onda, ela sofre um efeito chamado de:

- a) dispersão.
- b) interferência.
- c) difração.
- d) refração.
- e) polarização.

2. (PUC) Para responder à questão, analise o texto e os dados a seguir.

A matéria apresenta um comportamento dualístico, ou seja, pode se comportar como onda ou como partícula.

Uma partícula em movimento apresenta um comprimento de onda associado a ela, o qual é descrito por $\lambda = h/p$, onde p é o módulo do seu momento linear, e h é a constante de Planck.

Considere as seguintes partículas movendo-se livremente no espaço e suas respectivas massas e velocidades:

- Partícula 1 – massa m e velocidade v
- Partícula 2 – massa m e velocidade $2v$
- Partícula 3 – massa $2m$ e velocidade $2v$

Os comprimentos de onda associados às partículas estão relacionados de tal modo que

- a) $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$
- b) $\lambda_1 = \lambda_2 < \lambda_3$
- c) $\lambda_1 < \lambda_2 = \lambda_3$
- d) $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$
- e) $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$

3. (PUC) Para responder a questão, leia as informações a seguir.

A Física Médica é uma área da Física voltada ao estudo das aplicações da Física na Medicina. Estas aplicações incluem, entre outras, a obtenção de imagens do corpo que auxiliam no diagnóstico de doenças. Um dos equipamentos utilizados para obter essas imagens é o aparelho de raios X. A produção dos raios X ocorre no tubo de raios X, o qual consiste basicamente de uma ampola evacuada que contém dois terminais elétricos, um positivo e um negativo. Os elétrons liberados por um filamento no terminal negativo são acelerados em direção a um alvo metálico no terminal positivo por uma tensão aplicada entre esses terminais. Ao chegarem ao alvo, os elétrons são bruscamente freados e sua energia cinética é convertida em radiação infravermelha e raios X.

Em relação ao descrito acima, afirma-se:

- I. A energia cinética adquirida pelos elétrons é diretamente proporcional à tensão aplicada entre os terminais positivo e negativo do tubo de raios X.
- II. O trabalho realizado sobre os elétrons é inversamente proporcional ao campo elétrico existente no tubo de raios X.
- III. Se toda a energia cinética de um determinado elétron for convertida em um único fóton de raios X, esse fóton terá uma frequência f igual a E/h , onde E é a energia cinética do elétron e h é a constante de Planck.
- IV. Em relação ao espectro eletromagnético, as radiações produzidas (radiação infravermelha e raios X) têm frequências superiores às da luz visível.

Estão corretas apenas as afirmativas

- a) I e III.
- b) I e IV.
- c) II e IV.
- d) I, II e III.
- e) II, III e IV.



4. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Uma característica importante das radiações diz respeito ao seu poder de penetração na matéria. Chama-se alcance a distância que uma partícula percorre até parar. Para partículas α e β de mesma energia, o alcance da partícula α é da partícula β .

Raios X e raios γ são radiações de mesma natureza, mas enquanto os raios X se originam, os raios γ têm origem do átomo.

- a) maior que o — na eletrosfera — no núcleo
- b) maior que o — no núcleo — na eletrosfera
- c) igual ao — no núcleo — na eletrosfera
- d) menor que o — no núcleo — na eletrosfera
- e) menor que o — na eletrosfera — no núcleo

5. (UFRGS) Os seres, quando vivos, possuem aproximadamente a mesma fração de carbono-14 (^{14}C), isótopo radioativo do carbono, que a atmosfera. Essa fração, que é de 10 ppb (isto é, 10 átomos de ^{14}C para cada bilhão de átomos de C), decai com meia-vida de 5.730 anos, a partir do instante em que o organismo morre. Assim, o ^{14}C pode ser usado para se estimar o tempo decorrido desde a morte do organismo. Aplicando essa técnica a um objeto de madeira achado em um sítio arqueológico, a concentração de ^{14}C nele encontrada foi de 0,625 ppb. Esse valor indica que a idade aproximada do objeto é, em anos, de

- a) 1.432.
- b) 3.581.
- c) 9.168.
- d) 15.280.
- e) 22.920.



GABARITO

• Apoio ao texto

Unidade 1

- A
- E
- D
- B
- E
- E
- E
- C

Unidade 2

- D
- C
- C
- D
- C
- B
- D
- E
- A

Unidade 3

- D
- D
- E
- B
- B
- D
- C
- D
- C

Unidade 4

- B
- D
- D
- D
- B
- B

Unidade 5

- C
- D
- C
- E
- E
- A
- E

Unidade 6

- B
- E
- D
- C
- E

Unidade 7

- A
- E
- D
- B
- E
- E
- E
- C
- E
- E
- E

Unidade 8

- | | |
|------|-------|
| 1. A | 6. B |
| 2. A | 7. E |
| 3. A | 8. C |
| 4. B | 9. B |
| 5. A | 10. D |

Unidade 9

- C
- A
- $02 + 04 = 06$
- B
- C
- A
- E
- C
- E
- E
- A
- B
- E
- E
- C
- C
- D
- B
- B
- A
- D
- C
- A
- B

Unidade 10

- A
- A
- E
- D
- A
- A
- E
- A
- D
- C
- A
- B
- A
- D
- C
- A
- B
- A
- D
- C


Unidade 11

- E
- A
- D
- B
- E

Unidade 12

- A
- B
- E
- C

Unidade 13

- D
- $B = 5 \cdot 10^{-3} \text{ T}$
- A
- C
- a) 
b) O sentido de rotação é anti-horário.
- A

Unidade 14

- B
- A
- D
- V - F - V - F - F
- C - E - E - C

Unidade 15

- C
- E
- A
- E
- E



• Referências

- ALVARENGA, Beatriz. Curso de Física. São Paulo: Scipione, 2005.
- AMALDI, Hugo. Imagens da Física. São Paulo: Scipione, 1995.
- BONJORNO, Clínton. Temas de Física. São Paulo: FTD, 2011.
- CARRON, Wilson; GUIMARÃES, Osvaldo. As faces da Física. São Paulo: Moderna, 2003.
- _____. Física - Volume único. São Paulo: Moderna, 2003.
- CARRON, Wilson; PIQUEIRA, José Roberto; GUIMARÃES, Osvaldo. Física Ensino Médio. Vol. 2. São Paulo: Editora Ática, 2014.
- FERRARO, Nicolau. Física Básica. 4ª ed. São Paulo: Editora Atual, 2013.
- GASPAR, Alberto. Física. São Paulo: Editora Ática, 2011.
- _____. Fundamentos da Física. 4ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1993.
- HALLIDAY, Resnick. Fundamentos da Física. São Paulo: LTC, 2009.
- HERSKOWICZ, Gerson; PENTEADO, Paulo; SCOLFARO, Valdir. Curso completo de Física - Volume único. São Paulo: Moderna, 1993.
- HEWITT, Paul G. Física Conceitual. 9ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- MORETTO, Vasco Pedro. Mecânica 1. São Paulo: Ática, 1979.
- PENTEADO, Paulo. Física: conceitos e aplicações. São Paulo: Moderna, 2001.
- SÉRGIO, Caio. Física Clássica. São Paulo: Editora Atual, 2012.
- TIPLER, Paul. Física. 4ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2000.
- VÁLIO, Adriana. Ser protagonista. Box-Física. São Paulo: Editora SM, 2014.

HABILIDADES À PROVA 1

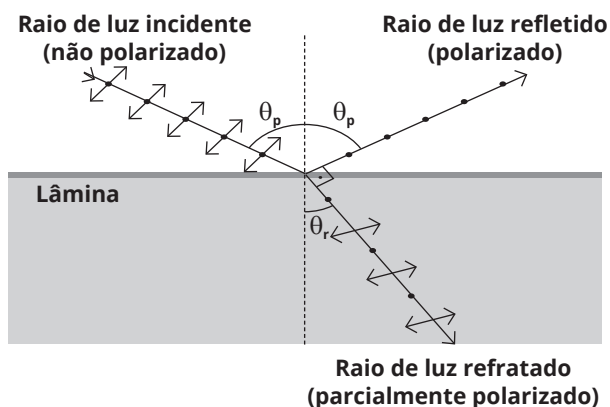
» Reflexão e Refração da luz

○ 1. (ENEM) Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas, o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe.

Ele deve proceder dessa forma porque os raios de luz:

- a) refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água.
- b) emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água.
- c) espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água.
- d) emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água.
- e) refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar.

○ 2. (ENEM) A fotografia feita sob luz polarizada é usada por dermatologistas para diagnósticos. Isso permite ver detalhes da superfície da pele que não são visíveis com o reflexo da luz branca comum. Para se obter luz polarizada, pode-se utilizar a luz transmitida por um polaroide ou a luz refletida por uma superfície na condição de Brewster, como mostra a figura. Nessa situação, o feixe da luz refratada forma um ângulo de 90° com o feixe da luz refletida, fenômeno conhecido como Lei de Brewster. Nesse caso, o ângulo de incidência θ_p , também chamado de ângulo de polarização, e o ângulo de refração θ_r estão em conformidade com a Lei de Snell.



Dados:

$$\text{sen } 30^\circ = \cos 60^\circ = 1/2$$

$$\text{sen } 60^\circ = \cos 30^\circ = \sqrt{3}/2$$

Considere um feixe de luz não polarizada proveniente de um meio com índice de refração igual a 1, que incide sobre uma lâmina e faz um ângulo de refração θ_r de 30° .

Nessa situação, qual deve ser o índice de refração da lâmina para que o feixe refletido seja polarizado?

- a) $\sqrt{3}$
- b) $\frac{\sqrt{3}}{3}$
- c) 2
- d) $\frac{1}{2}$
- e) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

○ 3. (ENEM) Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível. Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9.

Qual foi o comportamento do raio refratado?

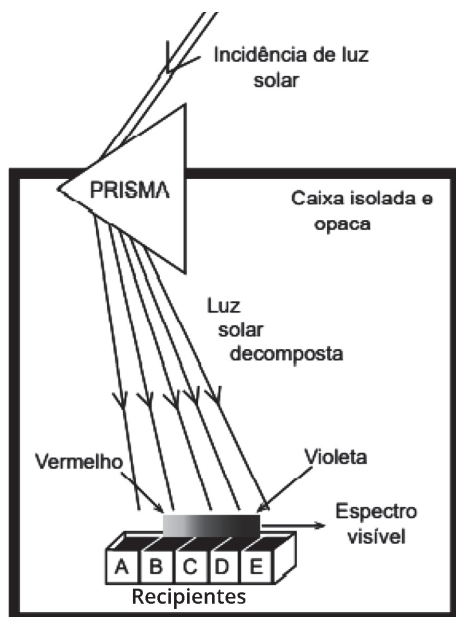
- a) Mudou de sentido.
- b) Sofreu reflexão total.
- c) Atingiu o valor do ângulo limite.
- d) Direcionou-se para a superfície de separação.
- e) Aproximou-se da normal à superfície de separação.



○ 4. (ENEM) Herschel, em 1880, começou a escrever sobre a condensação da luz solar no foco de uma lente e queria verificar de que maneira os raios coloridos contribuem para o aquecimento. Para isso, ele projetou sobre um anteparo o espectro solar obtido com um prisma, colocou termômetros nas diversas faixas de cores e verificou nos dados obtidos que um dos termômetros iluminados indicou um aumento de temperatura maior para uma determinada faixa de frequências.

SAYURI, M.; GASPAR, M. B. Infravermelho na sala de aula. Disponível em: www.ciencia.ao.usp.br. Acesso em: 15 ago. 2016 (adaptado).

Para verificar a hipótese de Herschel, um estudante montou o dispositivo apresentado na figura. Nesse aparato, cinco recipientes contendo água, à mesma temperatura inicial, e separados por um material isolante térmico e refletor são posicionados lado a lado (A, B, C, D e E) no interior de uma caixa de material isolante térmico e opaco. A luz solar, ao entrar na caixa, atravessa o prisma e incide sobre os recipientes. O estudante aguarda até que ocorra o aumento da temperatura e a afere em cada recipiente.



Em qual dos recipientes a água terá maior temperatura ao final do experimento?

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E



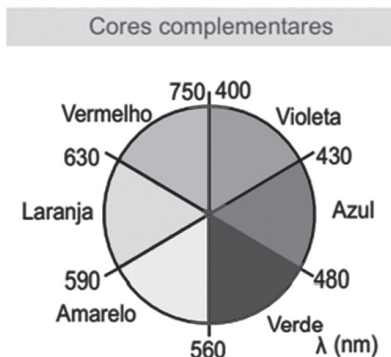
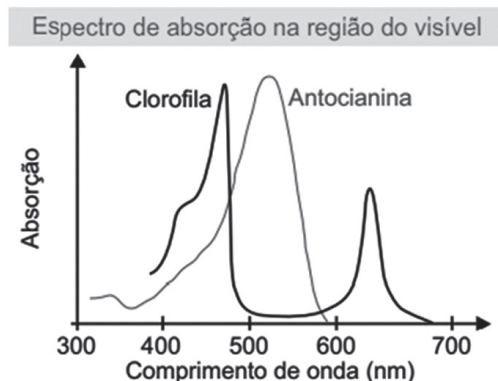
○ 5. (ENEM) Será que uma miragem ajudou a afundar o Titanic? O fenômeno óptico conhecido como Fata Morgana pode fazer com que uma falsa parede de água apareça sobre o horizonte molhado. Quando as condições são favoráveis, a luz refletida pela água fria pode ser desviada por uma camada incomum de ar quente acima, chegando até o observador, vinda de muitos ângulos diferentes. De acordo com estudos de pesquisadores da Universidade de San Diego, uma Fata Morgana pode ter obscurecido os icebergs da visão da tripulação que estava a bordo do Titanic. Dessa forma, a certa distância, o horizonte verdadeiro fica encoberto por uma névoa escurecida, que se parece muito com águas calmas no escuro.

O fenômeno óptico que, segundo os pesquisadores, provoca a Fata Morgana é a:

- a) ressonância.
- b) refração.
- c) difração.
- d) reflexão.
- e) difusão.

○ 6. (ENEM) No outono, as folhas das árvores mudam de cor, de verde para tons de amarelo, castanho, laranja e vermelho. A cor verde das folhas deve-se ao pigmento clorofila. Nas plantas de folhas caducas, a produção de clorofila diminui, e o tom verde desvanece, permitindo assim que outros pigmentos, como o caroteno, de coloração amarelo-alaranjado, e a antocianina, de tons avermelhados, passem a dominar a tonalidade das folhas. A coloração observada se dá em função da interação desses pigmentos com a radiação solar.

Conforme apresentado no espectro de absorção, as moléculas de clorofila absorvem a radiação solar nas regiões do azul e do vermelho, assim a luz refletida pelas folhas tem falta desses dois tons e as vemos na cor verde. Já as antocianinas absorvem a luz desde o azul até o verde. Nesse caso, a luz refletida pelas folhas que contêm antocianinas aparece conforme as cores complementares, ou seja, vermelho-alaranjado.



Disponível em: <https://vidauniversoydemas.wordpress.com>. Acesso em: 6 dez. 2017 (adaptado).

Em qual faixa do espectro visível os carotenos absorvem majoritariamente?

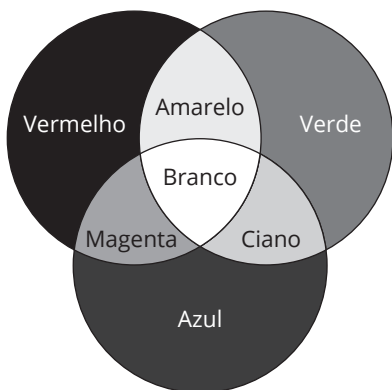
- a) Entre o violeta e o azul.
- b) Entre o azul e o verde.
- c) Entre o verde e o amarelo.
- d) Entre o amarelo e o laranja.
- e) Entre o laranja e o vermelho.



Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



○ 7. (ENEM) Os olhos humanos normalmente têm três tipos de cones responsáveis pela percepção das cores: um tipo para tons vermelhos, um para tons azuis e outro para tons verdes. As diversas cores que enxergamos são o resultado da percepção das cores básicas, como indica a figura.



A protanopia é um tipo de daltonismo em que há diminuição ou ausência de receptores da cor vermelha. Considere um teste com dois voluntários: uma pessoa com visão normal e outra com caso severo de protanopia. Nesse teste, eles devem escrever a cor dos cartões que lhes são mostrados. São utilizadas as cores indicadas na figura. Para qual cartão os dois voluntários identificarão a mesma cor?

- a) Vermelho.
- b) Magenta.
- c) Amarelo.
- d) Branco.
- e) Azul.

○ 8. (ENEM) A maioria das pessoas fica com a visão embaçada ao abrir os olhos debaixo d'água. Mas há uma exceção: o povo moken, que habita a costa da Tailândia.

Essa característica se deve principalmente à adaptabilidade do olho e à plasticidade do cérebro, o que significa que você também, com algum treinamento, poderia enxergar relativamente bem debaixo d'água. Estudos mostraram que as pupilas de olhos de indivíduos moken sofrem redução significativa debaixo d'água, o que faz com que os raios luminosos incidam quase paralelamente ao eixo óptico da pupila.

GISLÉN, A. et al. Visual Training Improves Underwater Vision in Children. Vision Research, n. 46, 2006 (adaptado).

A acuidade visual associada à redução das pupilas é fisicamente explicada pela diminuição:

- a) da intensidade luminosa incidente na retina.
- b) da difração dos feixes luminosos que atravessam a pupila.
- c) da intensidade dos feixes luminosos em uma direção por polarização.
- d) do desvio dos feixes luminosos refratados no interior do olho.
- e) das reflexões dos feixes luminosos no interior do olho.

○ 9. (ENEM)

Seu olhar

Na eternidade
Eu quisera ter
Tantos anos-luz
Quanto fosse precisar
Pra cruzar o túnel
Do tempo do seu olhar

Gilberto Gil, 1984.

Gilberto Gil usa na letra da música a palavra composta *anos-luz*. O sentido prático em geral não é obrigatoriamente o mesmo que na ciência. Na Física, um ano-luz é uma medida que relaciona a velocidade da luz e o tempo de um ano e que, portanto, se refere a:

- a) tempo.
- b) aceleração.
- c) distância.
- d) velocidade.
- e) luminosidade.

○ 10. (ENEM) Em um experimento, coloca-se glicerina dentro de um tubo de vidro liso. Em seguida, parte do tubo é colocada em um copo de vidro que contém glicerina, e a parte do tubo imersa fica invisível. Esse fenômeno ocorre porque a:

- a) intensidade da luz é praticamente constante no vidro.
- b) parcela de luz refletida pelo vidro é praticamente nula.
- c) luz que incide no copo não é transmitida para o tubo de vidro.
- d) velocidade da luz é a mesma no vidro e na glicerina.
- e) trajetória da luz é alterada quando ela passa da glicerina para o vidro.

○ 11. (ENEM) A banda larga brasileira é lenta. No Japão já existem redes de fibras ópticas, que permitem acessos à internet com velocidade de 1 gigabit por segundo (Gbps), o suficiente para baixar, em um minuto, por exemplo, 80 filmes. No Brasil a maioria das conexões ainda é de 1 megabit por segundo (Mbps), ou seja, menos de um milésimo dos acessos mais rápidos do Japão. A fibra óptica é composta basicamente de um material dielétrico (sílica ou plástico), segundo uma estrutura cilíndrica, transparente e flexível. Ela é formada de uma região central envolta por uma camada, também de material dielétrico, com índice de refração diferente ao do núcleo.

A transmissão em uma fibra óptica acontecerá de forma correta se o índice de refração do núcleo, em relação ao revestimento, for:

- a) superior e ocorrer difração.
- b) superior e ocorrer reflexão interna total.
- c) inferior e ocorrer reflexão interna parcial.
- d) inferior e ocorrer interferência destrutiva.
- e) inferior e ocorrer interferência construtiva.



○ **12. (ENEM)** As miragens existem e podem induzir à percepção de que há água onde não existe. Elas são a manifestação de um fenômeno óptico que ocorre na atmosfera.

Disponível em: www.invivo.fiocruz.br. Acesso em: 29 fev. 2012.

Esse fenômeno óptico é consequência da:

- a) refração da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.
- b) reflexão da luz ao incidir no solo quente.
- c) reflexão difusa da luz na superfície rugosa.
- d) dispersão da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.
- e) difração da luz nas camadas de ar próximas do chão quente.

○ **13. (UFSM)** As fibras óticas foram inventadas na década de 1950 e estão sendo usadas para transmitir informação. Um tipo de fibra ótica é formado por um cilindro de vidro com índice de refração n_1 , e recoberto por uma camada de vidro com índice de refração n_2 . A luz se propaga no cilindro central e não passa à camada externa, porque realiza reflexões totais na superfície de separação. Para que ocorram essas reflexões totais,

- a) $n_1 > n_2$.
- b) $n_1 = 0$.
- c) $n_1 = n_2$.
- d) $n_2 > n_1$.
- e) $n_2 = 0$.

○ **14. (UFSM)** Um raio luminoso propaga-se em um meio 1 e incide na superfície de separação desse meio com um meio 2, havendo, então, reflexão total

I - se $n_1 > n_2$ e se o ângulo de incidência for menor que o ângulo limite.

II - se $n_1 > n_2$ e se o ângulo de incidência for maior que o ângulo limite.

III - se $n_1 < n_2$ e se o ângulo de incidência for maior que o ângulo limite.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e III.
- e) I, II e III.

○ **15. (UFSM)** O caráter transversal das ondas eletromagnéticas, como a luz, fica evidenciado na

- a) difração.
- b) interferência.
- c) reflexão.
- d) polarização.
- e) refração.

○ **16. (UFRGS)** Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir, na ordem em que aparecem.

Uma onda luminosa se propaga através da superfície de separação entre o ar e um vidro cujo índice de refração é $n = 1,33$. Com relação a essa onda, pode-se afirmar que, ao passar do ar para o vidro, sua intensidade, sua frequência, e seu comprimento de onda

- a) diminui - diminui - aumenta
- b) diminui - não se altera - diminui
- c) não se altera - não se altera - diminui
- d) aumenta - diminui - aumenta
- e) aumenta - aumenta - diminui

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A nanotecnologia, tão presente nos nossos dias, disseminou o uso do prefixo nano (n) junto a unidades de medida. Assim, comprimentos de onda da luz visível são, modernamente, expressos em nanômetros (nm), sendo $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$. (Considere a velocidade da luz no ar igual a $3 \times 10^8 \text{ m/s}$.)

○ **17. (UFRGS)** Um feixe de luz monocromática de comprimento de onda igual a 600 nm, propagando-se no ar, incide sobre um bloco de vidro, cujo índice de refração é 1,5. O comprimento de onda e a frequência do feixe que se propaga dentro do vidro são, respectivamente,

- a) 400 nm e $5,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- b) 400 nm e $7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- c) 600 nm e $5,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- d) 600 nm e $3,3 \times 10^{14} \text{ Hz}$.
- e) 900 nm e $3,3 \times 10^{14} \text{ Hz}$.

○ **18. (UFRGS)** Um estudante, para determinar a velocidade da luz em um bloco de acrílico, fez incidir um feixe de luz sobre o bloco. Os ângulos de incidência e refração medidos foram, respectivamente, 45° e 30° .

Dados: $\text{sen } 30^\circ = 1/2$; $\text{sen } 45^\circ = \sqrt{2}/2$.

Seja c a velocidade de propagação da luz no ar, o valor obtido para a velocidade de propagação da luz no bloco é:

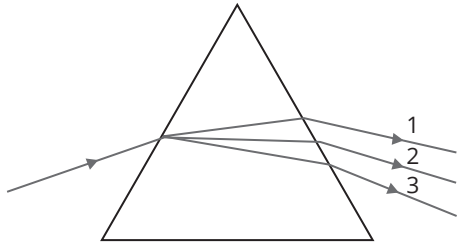
- a) $c/2$
- b) $c/\sqrt{2}$
- c) c
- d) $\sqrt{2}c$
- e) $2c$



Instrução: As questões 19 e 20 referem-se ao enunciado e ao gráfico abaixo.

Um feixe de luz branca incide em uma das faces de um prisma de vidro imerso no ar. Após atravessar o prisma, o feixe emergente exibe um conjunto de raios de luz de diversas cores.

Na figura abaixo, estão representados apenas três raios correspondentes às cores azul, verde e vermelha.



○ 19. (UFRGS) A partir dessa configuração, os raios 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente, às cores:

- a) vermelha - verde - azul
- b) vermelha - azul - verde
- c) verde - vermelha - azul
- d) azul - verde - vermelha
- e) azul - vermelha - verde

○ 20. (UFRGS) O fenômeno físico responsável pela dispersão da luz branca, ao atravessar o prisma, é chamado:

- a) difração.
- b) interferência.
- c) polarização.
- d) reflexão.
- e) refração.

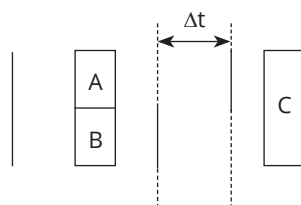
○ 21. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no parágrafo abaixo, na ordem em que elas aparecem.

As cores que compõem a luz branca podem ser visualizadas quando um feixe de luz, ao atravessar um prisma de vidro, sofre, separando-se nas cores do espectro visível. A luz de cor é a menos desviada de sua direção de incidência e a de cor é a mais desviada de sua direção de incidência.

- a) dispersão - vermelha - violeta
- b) dispersão - violeta - vermelha
- c) difração - violeta - vermelha
- d) reflexão - vermelha - violeta
- e) reflexão - violeta - vermelha

○ 22. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que aparecem.

Três meios transparentes, A, B e C, com índices de refração n_A , n_B e n_C respectivamente, são dispostos como indicado na figura abaixo.

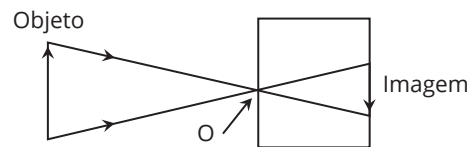


Uma frente de onda plana monocromática incide sobre os meios A e B. A fase da onda que passa por B apresenta um atraso em relação à que passa por A. Portanto, o índice n_A é _____ que o índice n_B .

Após essas ondas atravessarem o meio C, o atraso Δt correspondente é _____ anterior.

- a) menor - menor que o
- b) maior - menor que o
- c) menor - maior que o
- d) menor - igual ao
- e) maior - igual ao

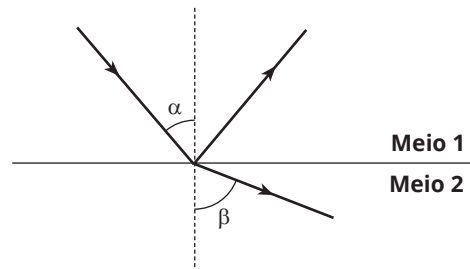
○ 23. (UFRGS) Uma câmera fotográfica caseira pode ser construída a partir de uma caixa escura, com um minúsculo orifício (O, na figura) em um dos lados, e uma folha de papel fotográfico no lado interno oposto ao orifício. A imagem de um objeto é formada, segundo o diagrama abaixo.



O fenômeno ilustrado ocorre porque:

- a) a luz apresenta ângulos de incidência e de reflexão iguais.
- b) a direção da luz é variada quando passa através de uma pequena abertura.
- c) a luz produz uma imagem virtual.
- d) a luz viaja em linha reta.
- e) a luz contorna obstáculos.

○ 24. (UFRGS) A figura abaixo representa um raio de luz monocromática que incide sobre a superfície de separação de dois meios transparentes. Os ângulos formados pelo raio incidente e pelo raio refratado com a normal à superfície são designados por α e β , respectivamente.



Nesse caso, afirmar que o ângulo-limite para a reflexão total da luz entre os meios 1 e 2 é de 48° significa dizer que ocorrerá reflexão total se:

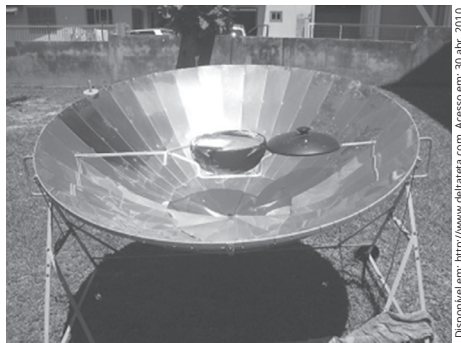
- a) $48^\circ < \alpha < 90^\circ$
- b) $24^\circ < \alpha < 48^\circ$
- c) $0^\circ < \alpha < 24^\circ$
- d) $48^\circ < \beta < 90^\circ$
- e) $0^\circ < \beta < 48^\circ$



HABILIDADES À PROVA 2

» Espelhos planos e esféricos

○ 1. (ENEM) A figura mostra uma superfície refletora de formato parabólico, que tem sido utilizada como um fogão solar. Esse dispositivo é montado de tal forma que a superfície fique posicionada sempre voltada para o Sol. Neste, a panela deve ser colocada em um ponto determinado para maior eficiência do fogão.



Considerando que a panela esteja posicionada no ponto citado, a maior eficiência ocorre porque os raios solares:

- refletidos passam por esse ponto, definido como ponto de reflexão.
- incidentes passam por esse ponto, definido como vértice da parábola.
- refletidos se concentram nesse ponto, definido como foco da parábola.
- incidentes se concentram nesse ponto, definido como ponto de incidência.
- incidentes e refletidos se interceptam nesse ponto, definido como centro de curvatura.

○ 2. (ENEM) Os espelhos retrovisores, que deveriam auxiliar os motoristas na hora de estacionar ou mudar de pista, muitas vezes causam problemas. É que o espelho retrovisor do lado direito, em alguns modelos, distorce a imagem, dando a impressão de que o veículo está a uma distância maior do que a real. Esse tipo de espelho, chamado convexo, é utilizado com o objetivo de ampliar o campo visual do motorista, já que, no Brasil, se adota a direção do lado esquerdo e, assim, o espelho da direita fica muito distante dos olhos do condutor.

Disponível em: <http://noticias.vrum.com.br>. Acesso em: 3 nov. 2010 (adaptado).

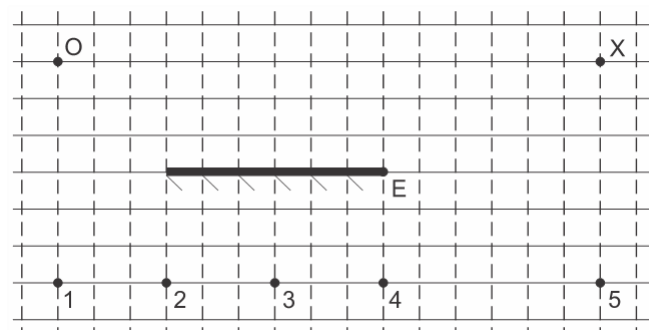
Sabe-se que, em um espelho convexo, a imagem formada está mais próxima do espelho do que este está do objeto, o que parece entrar em conflito com a informação apresentada na reportagem. Essa aparente contradição é explicada pelo fato de:

- a imagem projetada na retina do motorista ser menor do que o objeto.
- a velocidade do automóvel afetar a percepção da distância.
- o cérebro humano interpretar como distante uma imagem pequena.
- o espelho convexo ser capaz de aumentar o campo visual do motorista.
- o motorista perceber a luz vinda do espelho com a parte lateral do olho.

○ 3. (UFSM) Comparado com um espelho plano, um espelho convexo de mesma área

- mantém o tamanho das imagens e diminui o campo visual.
- aumenta o tamanho das imagens e mantém inalterado o campo visual.
- aumenta o tamanho das imagens e aumenta o campo visual.
- diminui o tamanho das imagens e aumenta o campo visual.
- diminui o tamanho das imagens e diminui o campo visual.

○ 4. (UFRGS) Na figura abaixo, O representa um objeto puntual luminoso, E representa um espelho plano e X um observador.

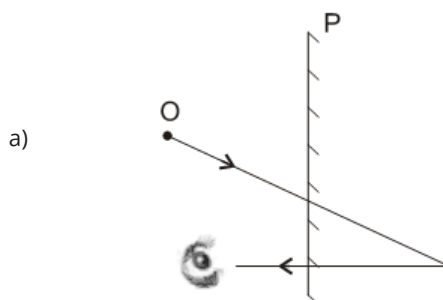


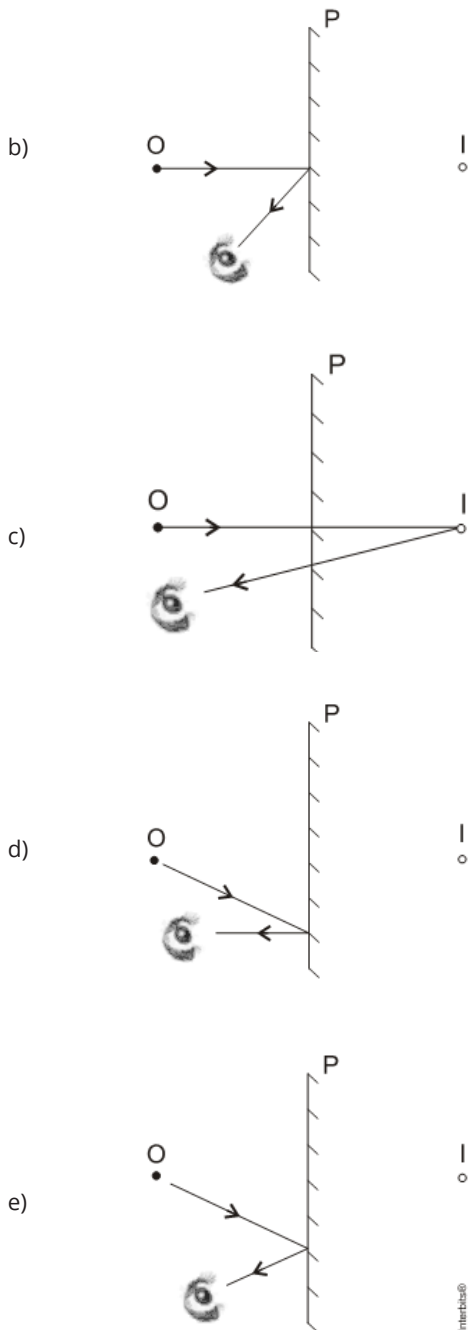
A imagem do objeto O está corretamente posicionada no ponto

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

○ 5. (UFRGS) Nos diagramas abaixo, O representa um pequeno objeto luminoso que está colocado diante de um espelho plano P, perpendicular à página, ambos imersos no ar; I representa a imagem do objeto formada pelo espelho, e o olho representa a posição de quem observa a imagem.

Qual dos diagramas representa corretamente a posição da imagem e o traçado dos raios que chegam ao observador?





○ 6. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Para que os seguranças possam controlar o movimento dos clientes, muitos estabelecimentos comerciais instalam espelhos convexos em pontos estratégicos das lojas.

A adoção desse procedimento deve-se ao fato de que esses espelhos aumentam o campo de visão do observador. Isso acontece porque a imagem de um objeto formada por esses espelhos é _____, _____ e _____ objeto.

- a) virtual - direta - menor que o
- b) virtual - invertida - maior que o
- c) virtual - invertida - igual ao
- d) real - invertida - menor que o
- e) real - direta - igual ao

○ 7. (UFRGS) A figura a seguir representa a vista frontal de Homer comendo em frente a dois espelhos planos, posicionados perpendicularmente entre si.

Assinale a alternativa que representa a imagem que Homer observa nos espelhos.



- a)
- b)
- c)
- d)
- e)



○ 8. (UFRGS) Considere as afirmações abaixo.

I. Para que uma pessoa consiga observar sua imagem por inteiro em um espelho retangular plano, o comprimento do espelho deve ser, no mínimo, igual à altura da pessoa.

II. Reflexão total pode ocorrer quando raios luminosos que se propagam em um dado meio atingem a superfície que separa esse meio de outro com menor índice de refração.

III. A imagem de um objeto real fornecida por um espelho convexo é sempre virtual, direita e menor do que o objeto, independentemente da distância deste ao espelho.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e II.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

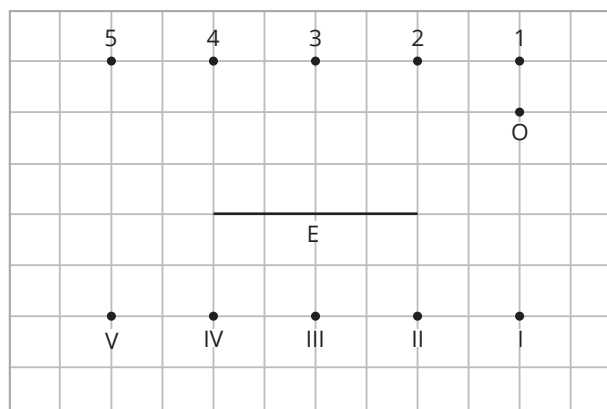
○ 9. (UFRGS) No estudo de espelhos planos e esféricos, quando se desenham figuras para representar objetos e imagens, costuma-se selecionar determinados pontos do objeto. Constrói-se, então, um ponto imagem P', conjugado pelo espelho a um ponto objeto P, aplicando as conhecidas regras para construção de imagens em espelhos que decorrem das Leis da Reflexão.

Utilizando-se tais regras, conclui-se que um ponto imagem VIRTUAL P', conjugado pelo espelho a um ponto objeto REAL P, ocorre

- a) apenas em espelhos planos.
- b) apenas em espelhos planos e côncavos.
- c) apenas em espelhos planos e convexos.
- d) apenas em espelhos côncavos e convexos.
- e) em espelhos planos, côncavos e convexos.

Instrução: As questões 10 e 11 referem-se ao enunciado e à figura abaixo.

Na figura abaixo, E representa um espelho plano que corta perpendicularmente a página, e O representa um pequeno objeto colocado no plano da página.



Na figura também estão representadas duas seqüências de pontos. A seqüência I, II, III, IV e V está localizada atrás do espelho, região de formação da imagem do objeto O pelo espelho E. A seqüência 1, 2, 3, 4 e 5 indica as posições de cinco observadores. Considere que todos os pontos estão no plano da página.

○ 10. (UFRGS) Qual é o ponto que melhor representa a posição da imagem do objeto O formada pelo espelho plano E?

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) IV.
- e) V.



○ 11. (UFRGS) Qua(is) observador(es) pode(m) ver a imagem do objeto O formada pelo espelho plano E?

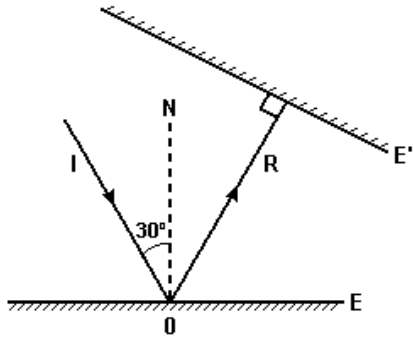
- a) Apenas 1.
- b) Apenas 4.
- c) Apenas 1 e 2.
- d) Apenas 4 e 5.
- e) Apenas 2, 3 e 4.



Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



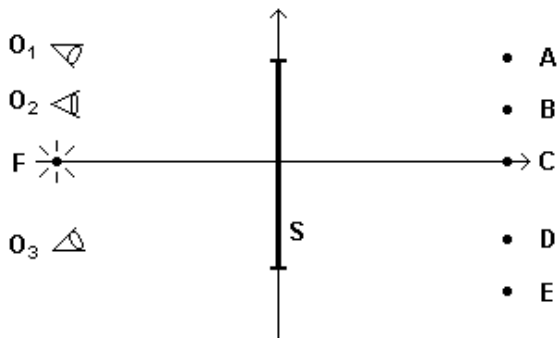
○ 12. (UFRGS) A figura a seguir representa as secções E e E' de dois espelhos planos. O raio de luz I incide obliquamente no espelho E, formando um ângulo de 30° com a normal N a ele, e o raio refletido R incide perpendicularmente no espelho E'.



Que ângulo formam entre si as secções E e E' dos dois espelhos?

- a) 15° .
- b) 30° .
- c) 45° .
- d) 60° .
- e) 75° .

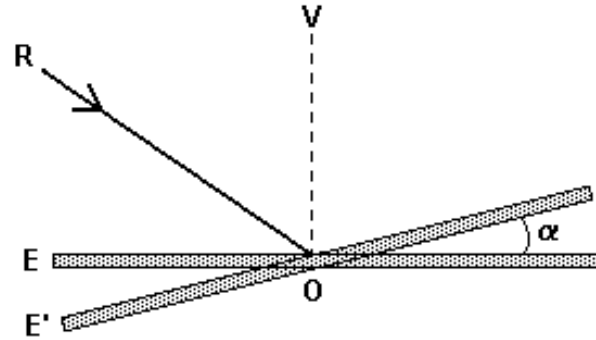
○ 13. (UFRGS) A figura a seguir representa um espelho plano S, colocado perpendicularmente ao plano da página. Também estão representados os observadores O_1 , O_2 e O_3 , que olham no espelho a imagem da fonte de luz F.



As posições em que cada um desses observadores vê a imagem da fonte F são, respectivamente,

- a) A, B e D.
- b) B, B e D.
- c) C, C e C.
- d) D, D e B.
- e) E, D e A.

○ 14. (UFRGS) A figura a seguir representa um raio luminoso R incidindo obliquamente sobre um espelho plano que se encontra na posição horizontal E. No ponto de incidência O, foi traçada a vertical V. Gira-se, então, o espelho de um ângulo α (em torno de um eixo que passa pelo ponto O) para a posição E', conforme indica a figura.



Não sendo alterada a direção do raio luminoso incidente R com respeito à vertical V, pode-se afirmar que a direção do raio refletido

- a) também não será alterada, com respeito à vertical V.
- b) será girada de um ângulo α , aproximando-se da vertical V.
- c) será girada de um ângulo 2α , aproximando-se da vertical V.
- d) será girada de um ângulo α , afastando-se da vertical V.
- e) será girada de um ângulo 2α , afastando-se da vertical V.

○ 15. (UFRGS) A imagem de um objeto real, formada por um espelho convexo, é sempre

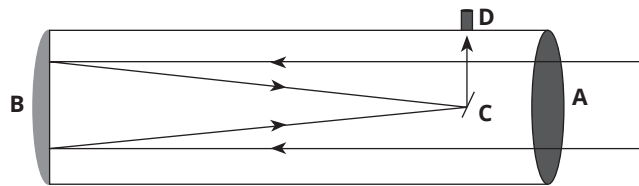
- a) real, invertida e maior do que o objeto.
- b) real, direita e menor do que o objeto.
- c) real, direita e maior do que o objeto.
- d) virtual, invertida e maior do que o objeto.
- e) virtual, direita e menor do que o objeto.



HABILIDADES À PROVA 3

» Lentes esféricas

○ 1. (ENEM) A figura seguinte representa, esquematicamente,



um telescópio refletor.

A luz emitida por um astro penetra no telescópio pelo orifício na posição A, reflete no espelho parabólico localizado na posição B, é novamente refletida pelo espelho C em direção às lentes localizadas na ocular do telescópio (local onde o observador aproxima o olho) na posição D. Essa lente forma uma imagem real e maior em relação ao objeto observado, um pouco à frente de D. Por isso, o observador não deve encostar seus olhos na lente para enxergar essa imagem.

Considerando uma situação em que apenas uma lente é colocada na posição D, qual o tipo de espelho utilizado e qual o tipo de lente utilizada nas posições B e D, respectivamente?

- a) convexo - bifocal
- b) convexo - divergente
- c) côncavo - convergente
- d) côncavo - divergente
- e) plano - convergente

○ 2. (ENEM) As lentes fotocromáticas escurecem quando expostas à luz solar por causa de reações químicas reversíveis entre uma espécie incolor e outra colorida. Diversas reações podem ser utilizadas, e a escolha do melhor reagente para esse fim se baseia em três principais aspectos: (i) o quanto escurece a lente; (ii) o tempo de escurecimento quando exposta à luz solar; e (iii) o tempo de esmaecimento em ambiente sem forte luz solar. A transmitância indica a razão entre a quantidade de luz que atravessa o meio e a quantidade de luz que incide sobre ele. Durante um teste de controle para o desenvolvimento de novas lentes fotocromáticas, foram analisadas cinco amostras que utilizam reagentes químicos diferentes. No quadro, são apresentados os resultados.

Amostra	Tempo de escurecimento (segundo)	Tempo de esmaecimento (segundo)	Transmitância média da lente quando exposta à luz solar (%)
1	20	50	80
2	40	30	90
3	20	30	50
4	50	50	50
5	40	20	95

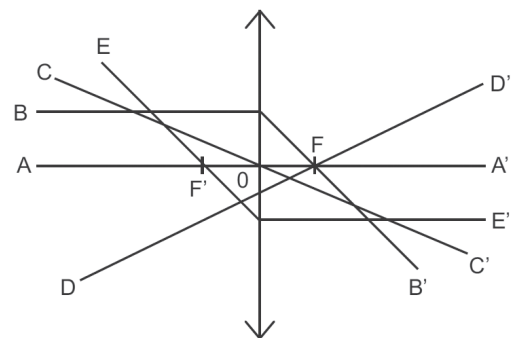
Considerando os três aspectos, qual é a melhor amostra de lente fotocromática para se utilizar em óculos?

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 5.

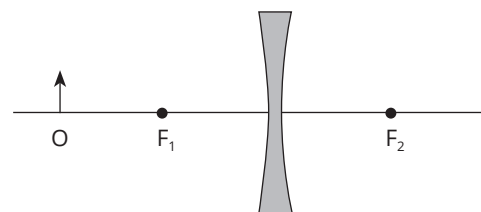


○ 3. (UFSM) A figura representa uma lente convergente delgada e alguns raios de luz. NÃO é raio notável

- a) AA'
- b) BB'
- c) CC'
- d) DD'
- e) EE'



○ 4. (UFRGS) A figura a seguir representa um objeto real O colocado diante de uma lente delgada de vidro, com pontos focais F_1 e F_2 . O sistema todo está imerso no ar.



Nessas condições, a imagem do objeto fornecida pela lente é:

- a) real, invertida e menor que o objeto.
- b) real, invertida e maior que o objeto.
- c) real, direta e maior que o objeto.
- d) virtual, direta e menor que o objeto.
- e) virtual, direta e maior que o objeto.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



○ 5. Indique se é verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das alternativas a seguir.

- () Todo raio de luz que incide em uma lente delgada convergente e passa pelo foco emerge paralelamente ao eixo ótico.
- () Todo raio de luz que incide em uma lente delgada divergente emerge, de modo que o seu prolongamento passa pelo foco.
- () Todo raio de luz que incide em uma lente delgada e passa pelo centro ótico não sofre desvio, independentemente de a lente delgada ser convergente ou divergente.

A sequência correta é:

- a) F - F - V
- b) V - F - V
- c) V - V - F
- d) F - F - F
- e) V - V - V

○ 6. Com o auxílio de uma lente, um estudante projeta sobre um anteparo uma imagem maior e invertida de uma vela. Ele faz as seguintes afirmativas:

- I. A imagem obtida no anteparo é real.
- II. A lente utilizada é convergente.
- III. A distância da vela até a lente é menor que a distância focal da lente.

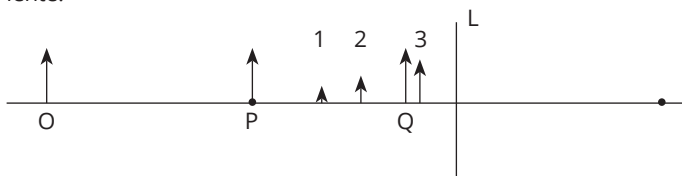
Dessas afirmações, é(são) sempre verdadeira(s) apenas a(s) de número(s):

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) I e II.
- e) I, II e III.

○ 7. Tendo em vista espelhos esféricos e lentes esféricas delgadas (finas), é **incorreto** afirmar que:

- a) toda imagem virtual é direta.
- b) a lente divergente só forma imagens virtuais e menores de objetos reais.
- c) um espelho côncavo não pode formar imagens virtual, direta e maior que o objeto.
- d) um espelho convexo e uma lente divergente têm em comum uma imagem virtual, direta e menor que o objeto.
- e) se a lente é convergente e o espelho côncavo, todo raio luminoso incidente, paralelo ao eixo principal, refrata e reflete passando pelo foco.

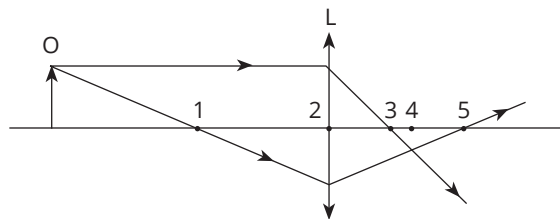
○ 8. (UFRGS-2020) Na figura abaixo, O, P e Q representam três diferentes posições de um objeto real, e L é uma lente, imersa no ar, cuja distância focal coincide com a distância da posição P à lente. As setas 1, 2 e 3 representam imagens do objeto, formadas pela lente.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem. A lente L é, e as imagens do objeto quando colocado nas posições O, P e Q são, respectivamente,

- a) convergente - 1, 2 e 3
- b) divergente - 1, 2 e 3
- c) convergente - 2, 3 e 1
- d) divergente - 3, 2 e 1
- e) convergente - 3, 2 e 1

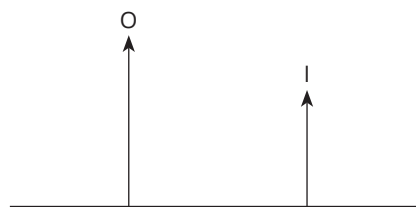
○ 9. (UFRGS) Na figura abaixo, L representa uma lente convergente de vidro, imersa no ar, e O representa um objeto luminoso colocado diante dela. Entre os infinitos raios de luz que atingem a lente, provenientes do objeto, estão representados apenas dois. Os números na figura identificam pontos sobre o eixo ótico da lente.



Analisando a figura, conclui-se que apenas um, entre os cinco pontos, está situado no plano focal da lente. O número que identifica esse ponto é:

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 5.

○ 10. (UFRGS) Na figura abaixo, O representa um objeto real, e I, sua imagem virtual formada por uma lente esférica.

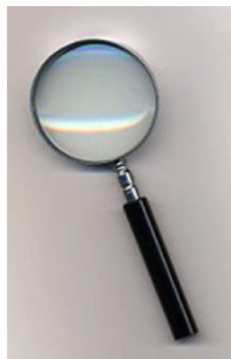


Com base nessa figura, é correto afirmar que a lente é _____ e está posicionada _____.

- a) convergente - à direita de I
- b) convergente - entre O e I
- c) divergente - à direita de I
- d) divergente - entre O e I
- e) divergente - à esquerda de O



○ 11. (UFRGS) Um instrumento óptico muito simples e comum é a lupa, também conhecida como lente de aumento, utilizada para visualização de, por exemplo, textos grafados em letras muito pequenas.



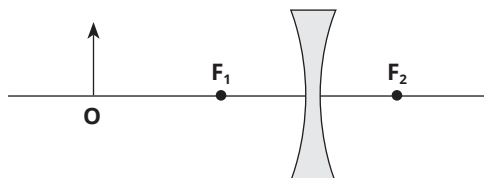
(Adaptado de: Wikimedia Commons)

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A lupa é um instrumento óptico que consiste de uma lente _____ que conjuga com eficiência uma imagem direita e _____ de um objeto colocado entre o foco e o centro óptico.

- a) convexa - virtual
- b) convexa - real
- c) côncava - virtual
- d) côncava - real
- e) côncava - ampliada

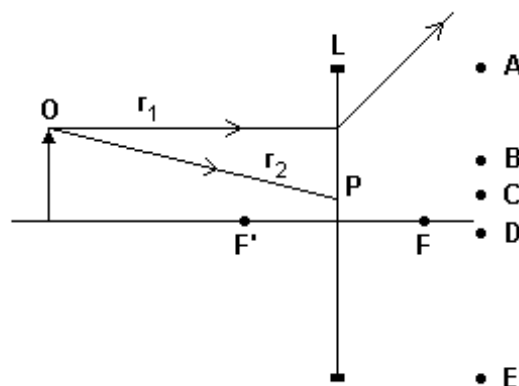
○ 12. (UFRGS) A figura abaixo representa um objeto real O colocado diante de uma lente delgada de vidro, com pontos focais F_1 e F_2 . O sistema todo está imerso no ar.



Nessas condições, a imagem do objeto fornecida pela lente é:

- a) real, invertida e menor que o objeto.
- b) real, invertida e maior que o objeto.
- c) real, direta e maior que o objeto.
- d) virtual, direta e menor que o objeto.
- e) virtual, direta e maior que o objeto.

○ 13. (UFRGS) Na figura adiante, L representa uma lente esférica de vidro, imersa no ar, e a seta O um objeto real colocado diante da lente. Os segmentos de reta r_1 e r_2 representam dois dos infinitos raios de luz que atingem a lente, provenientes do objeto. Os pontos sobre o eixo óptico representam os focos F e F' da lente.



Qual das alternativas indica um segmento de reta que representa a direção do raio r_2 após ser refratado na lente?

- a) PA.
- b) PB.
- c) PC.
- d) PD.
- e) PE.

○ 14. (UFRGS) Considere uma lente com índice de refração igual a 1,5 imersa completamente em um meio cujo índice de refração pode ser considerado igual a 1. Um feixe luminoso de raios paralelos incide sobre a lente e converge para um ponto P situado sobre o eixo principal da lente.

Sendo a lente mantida em sua posição e substituído o meio no qual ela se encontra imersa, são feitas as seguintes afirmações a respeito do experimento.

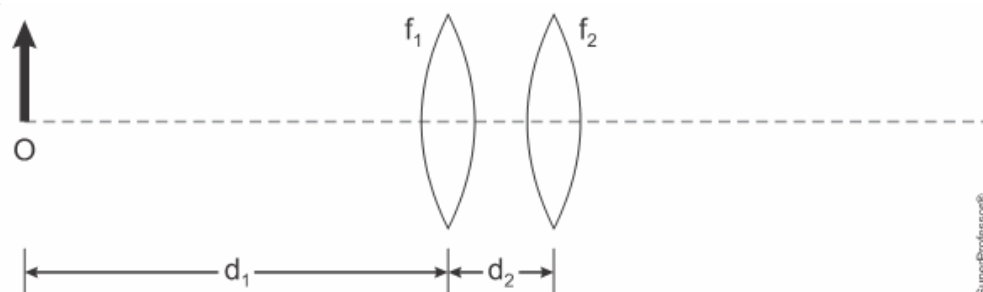
- I - Em um meio com índice de refração igual ao da lente, o feixe luminoso converge para o mesmo ponto P.
- II - Em um meio com índice de refração menor do que o da lente, porém maior do que 1, o feixe luminoso converge para um ponto P' mais afastado da lente do que o ponto P.
- III - Em um meio com índice de refração maior do que o da lente, o feixe luminoso diverge ao atravessar a lente.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.



15. (UFRGS) Duas lentes convergentes finas, de distâncias focais $f_1 = 20$ cm e $f_2 = 10$ cm, estão separadas pela distância $d_2 = 10$ cm. Um objeto O está colocado à distância $d_1 = 40$ cm à esquerda da lente f_1 , conforme representado na figura abaixo.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A imagem do objeto é _____, _____ e localiza-se 7,5 cm _____ da lente f_2 .

- a) virtual – direta – à esquerda
- b) virtual – invertida – à esquerda
- c) virtual – direta – à direita
- d) real – invertida – à direita
- e) real – direta – à direita

Anotações:



HABILIDADES À PROVA 4

» *Estudo analítico do olho humano*

○ **1. (ENEM)** Indivíduos míopes têm dificuldade de enxergar objetos distantes. Para correção desse problema com lentes, o oftalmologista deve medir a distância máxima que o indivíduo pode enxergar nitidamente, que corresponde à distância focal da lente. A vergência (V) de uma lente é numericamente igual ao inverso da distância focal (f), dada em metros ($V = 1/f$). A vergência é medida em dioptria (di), comumente denominada de graus de uma lente. Se a distância máxima a que o indivíduo míope enxerga nitidamente for 50 cm, para corrigir o problema, o oftalmologista receitará lentes de vergência:

- a) -2,00 di
- b) -0,02 di
- c) 0,02 di
- d) 0,20 di
- e) 2,00 di

○ **2. (UFRGS)** A distância focal de uma lente convergente é de 10,0 cm. A que distância da lente deve ser colocada uma vela para que sua imagem seja projetada, com nitidez, sobre um anteparo situado a 0,5 m da lente?

- a) 5,5 cm
- b) 12,5 cm
- c) 30,0 cm
- d) 50,0 cm
- e) 60,0 cm



○ **3. (UFRGS)** Um objeto real está situado a 12 cm de uma lente. Sua imagem, formada pela lente, é real e tem uma altura igual à metade da altura do objeto. Tendo em vista essas condições, considere as afirmações a seguir.

- I. A lente é convergente.
- II. A distância focal da lente é 6 cm.
- III. A distância da imagem à lente é 12 cm.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas I e II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ **4. (UFRGS)** Um objeto real está colocado a 20 cm do vértice de um espelho esférico côncavo de distância focal igual a 30 cm.

Nessa situação, a imagem do objeto está a ____ cm do vértice do espelho, é ____ e tem um tamanho igual ____ do objeto.

Selecione a alternativa que representa os termos que preencham corretamente as três lacunas no período acima, respectivamente.

- a) 60 - direta - ao triplo
- b) 50 - direta - ao dobro
- c) 30 - invertida - à metade
- d) 60 - invertida - à metade
- e) 50 - direta - ao triplo



○ **5. (UFRGS)** Parte de um feixe de luz de raios paralelos que incide sobre uma lente convergente delgada é refratada e converge para um ponto localizado a 30 cm da lente. Qual a distância focal da lente?

- a) 15 cm
- b) -15 cm
- c) 30 cm
- d) 60 cm
- e) -60 cm

○ **6. (UFRGS)** Um objeto delgado, com 10 cm de altura, está posicionando sobre o eixo central de uma lente esférica delgada convergente, cuja distância focal é igual a 25 cm.

Considerando-se que a distância do objeto à lente é de 50 cm, a imagem formada pela lente é

- a) real e de mesmo tamanho que o objeto.
- b) virtual e de mesmo tamanho que o objeto.
- c) real e menor que o objeto.
- d) virtual e menor que o objeto.
- e) virtual e maior que o objeto.



○ 7. (UFRGS) UConsidere as afirmações a seguir:

I - A distância focal de uma lente depende do meio que a envolve.

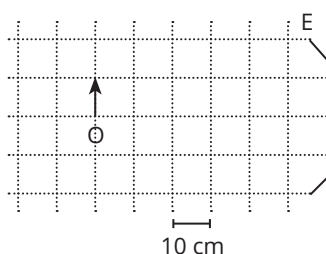
II - A luz contorna obstáculos com dimensões semelhantes ao seu comprimento de onda, invadindo a região de sombra geométrica.

III - Luz emitida por uma fonte luminosa percorre o interior de fibras óticas, propagando-se de uma extremidade à outra.

Os fenômenos óticos, melhor exemplificados pelas afirmações I, II e III são, respectivamente, os seguintes:

- a) refração, difração e reflexão total.
- b) refração, interferência e polarização.
- c) espalhamento, difração e reflexão total.
- d) espalhamento, interferência e reflexão total.
- e) dispersão, difração e polarização.

○ 8. (UFRGS) Observe a figura abaixo:



Na figura, E representa um espelho esférico côncavo com distância focal de 20 cm, e O, um objeto extenso colocado a 60 cm do vértice do espelho.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A imagem do objeto formada pelo espelho é _____, _____ e situa-se a _____ do vértice do espelho.

- a) real - direita - 15 cm
- b) real - invertida - 30 cm
- c) virtual - direita - 15 cm
- d) virtual - invertida - 30 cm
- e) virtual - direita - 40 cm

Anotações:

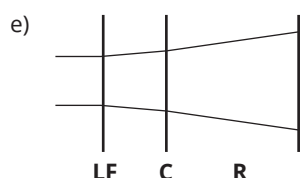
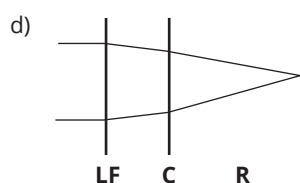
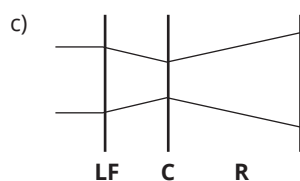
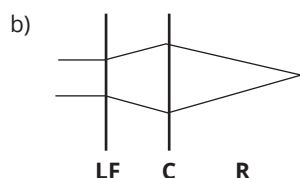
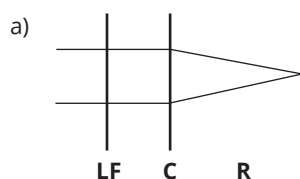


HABILIDADES À PROVA 5

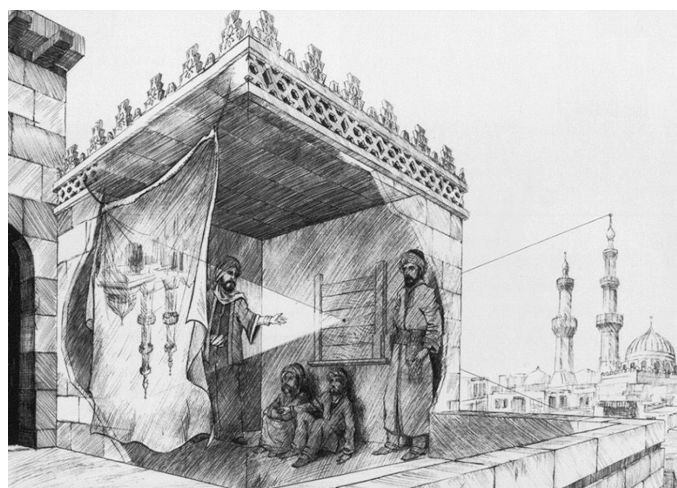
» Biofísica do olho humano

○ 1. (ENEM) O avanço tecnológico da medicina propicia o desenvolvimento de tratamento para diversas doenças, como as relacionadas à visão. As correções que utilizam *laser* para o tratamento da miopia são consideradas seguras até 12 dioptrias, dependendo da espessura e da curvatura da córnea. Para valores de dioptria superiores a esse, o implante de lentes intra-oculares é mais indicado. Essas lentes, conhecidas como lentes fáticas (LF), são implantadas junto à córnea, antecedendo o cristalino (C), sem que ele precise ser removido, formando a imagem correta sobre a retina (R).

O comportamento de um feixe de luz, incidindo no olho que possui um implante de lentes fáticas para correção do problema de visão apresentado, é esquematizado por:



○ 2. (ENEM) Entre os anos de 1028 e 1038, Alhazen (Ibn al-Haytham, 965-1040 d.C.) escreveu sua principal obra, o *Livro da Óptica*, que, com base em experimentos, explicava o funcionamento da visão e outros aspectos da ótica, por exemplo, o funcionamento da câmara escura. O livro foi traduzido e incorporado aos conhecimentos científicos ocidentais pelos europeus. Na figura, retirada dessa obra, é representada a imagem invertida de edificações em um tecido utilizado como anteparo.



Se fizermos uma analogia entre a ilustração e o olho humano, o tecido corresponde ao(à):

- a) íris.
- b) retina.
- c) pupila.
- d) córnea.
- e) cristalino.

Anotações:



3. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do seguinte texto.

Uma pessoa vê nitidamente um objeto quando a imagem desse objeto se forma sobre a retina.

Em pessoas míopes, a imagem se forma à frente da retina. Em pessoas hipermetrópes, os raios luminosos são interceptados pela retina antes de formarem a imagem (diz-se, então, que a imagem se forma atrás da retina).

Pessoas míopes devem usar óculos com lentes _____, e pessoas hipermetrópes devem usar óculos com lentes _____.

- a) convergentes - biconvexas
- b) convergentes - divergentes
- c) plano-convexas - divergentes
- d) divergentes - bicôncavas
- e) divergentes - convergentes

4. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas no fim do enunciado que segue, na ordem em que aparecem.

O olho humano é um sofisticado instrumento óptico. Todo o globo ocular equivale a um sistema de lentes capaz de focalizar, na retina, imagens de objetos localizados desde distâncias muito grandes até distâncias mínimas de cerca de 25 cm.

O olho humano pode apresentar pequenos defeitos, como a miopia e a hipermetropia, que podem ser corrigidos com o uso de lentes externas. Quando os raios de luz paralelos incidem sobre um olho míope, eles são focalizados antes da retina, enquanto a focalização ocorre após a retina, no caso de olho hipermetrópe.

Portanto, o globo ocular humano equivale a um sistema de lentes _____. As lentes corretivas para um olho míope e para um olho hipermetrópe devem ser, respectivamente, _____ e _____.

- a) convergentes - divergente - divergente
- b) convergentes - divergente - convergente
- c) convergentes - convergente - divergente
- d) divergentes - divergente - convergente
- e) divergentes - convergente - divergente

Anotações:



HABILIDADES À PROVA 6

» Princípios básicos de eletrostática

○ 1. (UFRGS) Uma carga negativa Q é aproximada de uma esfera condutora isolada, eletricamente neutra. A esfera é, então, aterrada com um fio condutor.

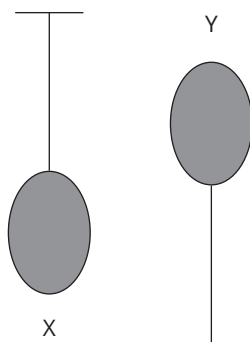
Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Se a carga Q for afastada para bem longe enquanto a esfera está aterrada, e, a seguir, for desfeito o aterramento, a esfera ficará _____.

Por outro lado, se primeiramente o aterramento for desfeito e, depois, a carga Q for afastada, a esfera ficará _____.

- a) eletricamente neutra – positivamente carregada
- b) eletricamente neutra – negativamente carregada
- c) positivamente carregada – eletricamente neutra
- d) positivamente carregada – negativamente carregada
- e) negativamente carregada – positivamente carregada

○ 2. (UFRGS) Em uma aula de Física, foram utilizadas duas esferas metálicas idênticas, X e Y: X está suspensa por um fio isolante na forma de um pêndulo e Y fixa sobre um suporte isolante, conforme representado na figura abaixo. As esferas encontram-se inicialmente afastadas, estando X positivamente carregada e Y eletricamente neutra.



Considere a descrição abaixo de dois procedimentos simples para demonstrar possíveis processos de eletrização e, em seguida, assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas dos enunciados, na ordem em que aparecem.

I. A esfera Y é aproximada de X, sem que elas se toquem. Nesse caso, verifica-se experimentalmente que a esfera X é _____ pela esfera Y.

II. A esfera Y é aproximada de X, sem que elas se toquem. Enquanto mantida nessa posição, faz-se uma ligação da esfera Y com a terra, usando um fio condutor. Ainda nessa posição próxima de X, interrompe-se o contato de Y com a terra e, então, afasta-se novamente Y de X. Nesse caso, a esfera Y fica _____.

- a) atraída - eletricamente neutra
- b) atraída - positivamente carregada
- c) atraída - negativamente carregada
- d) repelida - positivamente carregada
- e) repelida - negativamente carregada

○ 3. (UFRGS) Considere dois balões de borracha, A e B. O balão B tem excesso de cargas negativas; o balão A, ao ser aproximado do balão B, é repelido por ele. Por outro lado, quando certo objeto metálico isolado é aproximado do balão A, este é atraído pelo objeto.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A respeito das cargas elétricas líquidas no balão A e no objeto, pode-se concluir que o balão A só pode _____ e que o objeto só pode _____.

- a) ter excesso de cargas negativas – ter excesso de cargas positivas
- b) ter excesso de cargas negativas – ter excesso de cargas positivas ou estar eletricamente neutro
- c) ter excesso de cargas negativas – estar eletricamente neutro
- d) estar eletricamente neutro – ter excesso de cargas positivas ou estar eletricamente neutro
- e) estar eletricamente neutro – ter excesso de cargas positivas

○ 4. (UFRGS) Um aluno recebe um bastão de vidro e um pedaço de seda para realizar uma demonstração de eletrização por atrito. Após esfregar a seda no bastão, o aluno constata que a parte atritada do bastão ficou carregada positivamente.

Nesse caso, durante o processo de atrito, cargas elétricas:

- a) positivas foram transferidas da seda para o bastão.
- b) negativas foram transferidas do bastão para a seda.
- c) negativas foram repelidas para a outra extremidade do bastão.
- d) negativas foram destruídas no bastão pelo calor gerado pelo atrito.
- e) positivas foram criadas no bastão pelo calor gerado pelo atrito.

○ 5. (UFRGS) Duas pequenas esferas metálicas idênticas e eletricamente isoladas, X e Y, estão carregadas com cargas elétricas $+4\text{ C}$ e -8 C , respectivamente. As esferas X e Y estão separadas por uma distância que é grande em comparação com seus diâmetros. Uma terceira esfera Z, idêntica às duas primeiras, isolada e inicialmente descarregada, é posta em contato, primeiro, com a esfera X e, depois, com a esfera Y.

As cargas elétricas finais nas esferas X, Y e Z são, respectivamente:

- a) $+2\text{ C}$, -3 C e -3 C .
- b) $+2\text{ C}$, $+4\text{ C}$ e -4 C .
- c) $+4\text{ C}$, 0 e -8 C .
- d) 0 , -2 C e -2 C .
- e) 0 , 0 e -4 C .



○ 6. (UFRGS) Analise as afirmativas, a seguir, identificando a incorreta.

a) Quando um condutor eletrizado é colocado nas proximidades de um condutor com carga total nula, existirá força de atração eletrostática entre eles.

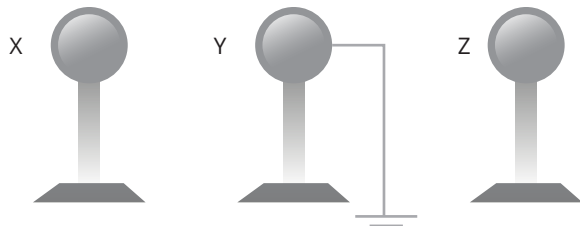
b) Um bastão eletrizado negativamente é colocado nas imediações de uma esfera condutora que está aterrada. A esfera então se eletriza, sendo sua carga total positiva.

c) Se dois corpos, inicialmente neutros, são eletrizados atritando-se um no outro, eles adquirirão cargas totais de mesma quantidade, mas de sinais opostos.

d) O para-raio é um dispositivo de proteção para os prédios, pois impede descargas elétricas entre o prédio e as nuvens.

e) Dois corpos condutores, de formas diferentes, são eletrizados com cargas de $-2 \mu\text{C}$ e $-1 \mu\text{C}$. Depois que esses corpos são colocados em contato e afastados, a carga em um deles pode ser $-0,3 \mu\text{C}$.

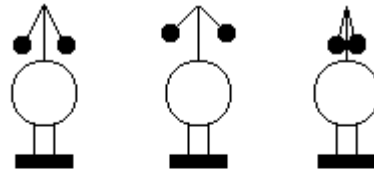
○ 7. (UFRGS) Três esferas metálicas idênticas, X, Y e Z, estão colocadas sobre suportes feitos de isolante elétrico e Y está ligada à Terra por um fio condutor conforme a figura a seguir. X e Y estão descarregadas, enquanto Z está carregada com uma quantidade de carga q . Em condições ideais, faz-se a esfera Z tocar primeiro a esfera X e depois a Y. Logo após este procedimento, as quantidades de carga elétrica nas esferas X, Y e Z são, respectivamente:



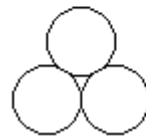
- a) $q/3 - q/3 - q/3$
- b) $q/2 - q/4 - q/4$
- c) $q/2 - q/2 - \text{nula}$
- d) $q/2 - \text{nula} - q/4$
- e) $q/2 - \text{nula} - \text{nula}$

Anotações:

○ 8. (UFRGS) Três esferas metálicas idênticas, mantidas sobre suportes isolantes, encontram-se inicialmente afastadas umas das outras, conforme indica a figura (a). Duas das esferas estão eletricamente carregadas, uma com $9 \times 10^{-6} \text{C}$ e a outra com $15 \times 10^{-6} \text{C}$, enquanto a terceira está descarregada. As três esferas são então colocadas em contato, de modo que se toquem mutuamente, conforme indica a figura (b).



a) Antes (vista lateral)



b) Depois (vista superior)

Assinale a alternativa que fornece os valores corretos das cargas elétricas que as esferas apresentam após terem sido postas em contato:

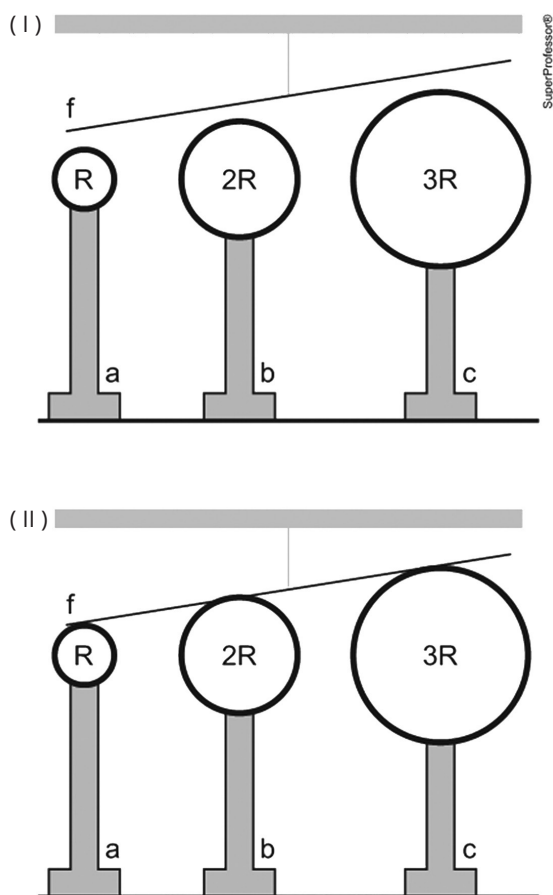
- a) $0 \text{ C}, 0 \text{ C}, 0 \text{ C}$
- b) $9 \times 10^{-6} \text{ C}, 15 \times 10^{-6} \text{ C}, 0 \text{ C}$
- c) $12 \times 10^{-6} \text{ C}, 12 \times 10^{-6} \text{ C}, 0 \text{ C}$
- d) $8 \times 10^{-6} \text{ C}, 8 \times 10^{-6} \text{ C}, 8 \times 10^{-6} \text{ C}$
- e) $2 \times 10^{-6} \text{ C}, 2 \times 10^{-6} \text{ C}, 2 \times 10^{-6} \text{ C}$

Anotações:



9. (UFRGS) A figura abaixo representa 3 esferas, a, b e c, com raios R , $2R$ e $3R$, perfeitamente condutoras e eletricamente carregadas, e um fio f , também perfeitamente condutor e neutro, suspenso por uma corda isolante, em dois momentos distintos (I) e (II). As esferas estão em suportes isolantes e separadas por grandes distâncias.

Anotações:



De início, no painel (I), a esfera a tem carga elétrica $+2Q$, a esfera b tem carga elétrica $-3Q$, a esfera c tem carga elétrica $-2Q$, e o fio está afastado das esferas. O fio f é então posto simultaneamente em contato com as três esferas, como mostra o painel (II). Após longo tempo nessa situação, o fio suspenso é afastado.

As cargas elétricas nas esferas a, b e c são, aproximadamente:

- a) $-3Q, -2Q, +2Q$
- b) $-3Q, +Q, -Q$
- c) $-2Q, +2Q, -3Q$
- d) $-Q, -Q, -Q$
- e) $-Q/2, -Q, -3Q/2$



HABILIDADES À PROVA 7

» Força elétrica e campo elétrico

○ 1. (UFSM) Duas cargas puntiformes iguais encontram-se separadas por uma certa distância "d" e repelem-se com uma força "F". Se for duplicada a separação, a força será

- a) 4F
- b) 2F
- c) F
- d) F/2
- e) F/4

○ 2. (UFSM) Em um campo elétrico uniforme de intensidade 2×10^3 N/C, há duas equipotenciais separadas pela distância de 0,2 m. A ddp entre elas, em V, é de

- a) 1000
- b) 400
- c) 200
- d) 100
- e) 0

○ 3. (UFSM) A ddp que acelera os elétrons entre o filamento e o alvo de um tubo de raios X é de 40.000 V. Qual a energia, em J, ganha por elétron ($e = 1,6 \times 10^{-19}$ C)?

- a) 4×10^{-22}
- b) $1,6 \times 10^{-19}$
- c) 2×10^{-19}
- d) $6,4 \times 10^{-15}$
- e) $2,5 \times 10^{23}$

○ 4. (UFSM) Analise as afirmativas:

I - A diferença de potencial está associada a um campo elétrico.

II - Se um aparelho elétrico for ligado numa tomada de 220 V, cada partícula que constitui uma corrente elétrica, ao se deslocar de um polo a outro da tomada, recebe 220 J de energia do campo elétrico.

III - A quantidade de energia recebida do campo elétrico pelas partículas que formam correntes elétricas, ao se deslocarem entre os polos da tomada, é independente do caminho seguido dentro do aparelho.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas I e III.

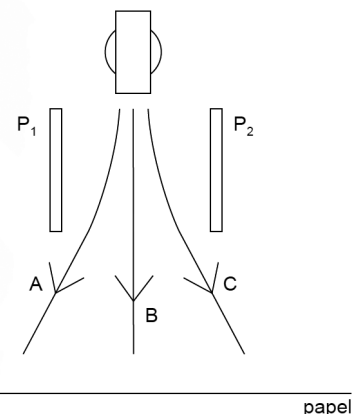
○ 5. (UFSM) No século XX, a máquina de xerox virou um meio de reproduzir textos escritos e popularizá-los. Nessa máquina, o papel eletrizado na sua parte escrita atrai o pó tonalizador (toner).

Se, em uma folha de papel, o campo elétrico originado pelas cargas for 160 N/C, com que força, em N, ele atrai uma molécula de pó tonalizador carregada com menos um elétron?

- a) $1,00 \times 10^{-17}$.
 - b) $1,00 \times 10^{-19}$.
 - c) $2,00 \times 10^{-17}$.
 - d) $2,56 \times 10^{-17}$.
 - e) $2,56 \times 10^{-19}$.
- $(e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C})$

○ 6. (UFSM) Dentre as modernas tecnologias de impressão, as impressoras por jato de tinta estão bastante disseminadas. Nesse tipo de impressora, pequenas gotas de tinta são eletrizadas, passam entre duas placas metálicas (P_1 e P_2) e atingem o papel, conforme ilustra a figura. O potencial elétrico em P_1 é maior do que o potencial elétrico em P_2 .

'FONTE' DE GOTÍCULAS ELETRIZADAS



Sobre esse sistema, é possível afirmar:

I - Existe um campo elétrico com sentido que vai da placa P_1 para a placa P_2 .

II - As gotas com trajetórias A, B e C têm cargas positiva, nula e negativa, respectivamente.

III - Se o campo elétrico entre as placas fosse uniforme, as trajetórias A e C seriam parábolas entre as placas.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas I e III.



○ 7. (UFSM) Considere as seguintes afirmações:

I - Campo elétrico é uma região ao redor de um corpo com carga elétrica.

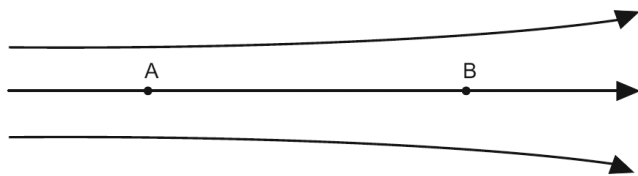
II - O campo elétrico pode ser representado, em cada ponto do espaço, por um vetor.

III - A direção e o sentido do campo elétrico em cada ponto do espaço são os mesmos que a direção e o sentido da força coulombiana que atua numa partícula com carga positiva colocada nesse ponto.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas II e III.
- e) I, II e III.

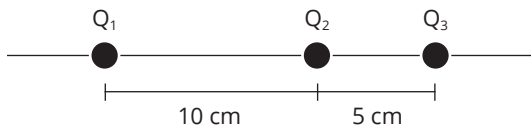
○ 8. (UFSM) A figura representa as linhas de força associadas a um campo elétrico.



Se a diferença de potencial entre os pontos A e B é de $2,0 \times 10^4$ V e o trabalho realizado pela força elétrica sobre uma partícula carregada que se desloca de A para B é de $8,0 \times 10^{-3}$ J, a carga dessa partícula, em coulomb, vale

- a) $1,6 \times 10^{-19}$
- b) $4,0 \times 10^{-7}$
- c) $1,6 \times 10^{-2}$
- d) $2,5 \times 10^6$
- e) $6,0 \times 10^{23}$

○ 9. (UFRGS) Três cargas elétricas puntiformes idênticas, Q_1 , Q_2 e Q_3 , são mantidas fixas em suas posições sobre uma linha reta, conforme indica a figura a seguir.



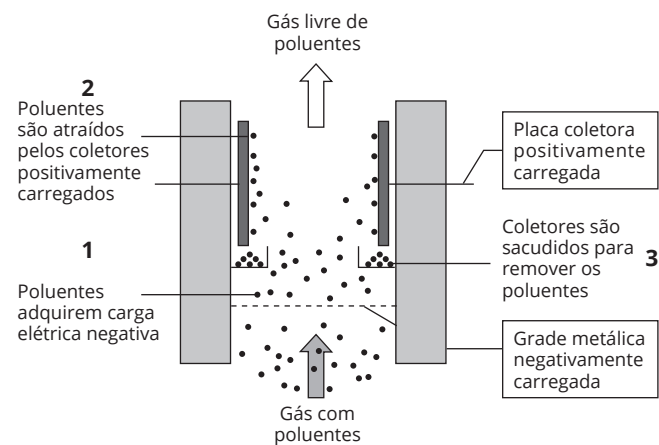
Sabendo-se que o módulo da força elétrica exercida por Q_1 sobre Q_2 é de $4,0 \cdot 10^{-5}$ N, qual é o módulo da força elétrica resultante sobre Q_2 ?

- a) $4,0 \cdot 10^{-5}$ N.
- b) $8,0 \cdot 10^{-5}$ N.
- c) $1,2 \cdot 10^{-4}$ N.
- d) $1,6 \cdot 10^{-4}$ N.
- e) $2,0 \cdot 10^{-4}$ N.

○ 10. (UFRGS)



Um dos grandes problemas ambientais decorrentes do aumento da produção industrial mundial é o aumento da poluição atmosférica. A fumaça, resultante da queima de combustíveis fósseis como carvão ou óleo, carrega partículas sólidas quase microscópicas contendo, por exemplo, carbono, grande causador de dificuldades respiratórias. Faz-se então necessária a remoção destas partículas da fumaça, antes de ela chegar à atmosfera. Um dispositivo idealizado para esse fim está esquematizado na figura abaixo.



A fumaça poluída, ao passar pela grade metálica negativamente carregada, é ionizada e posteriormente atraída pelas placas coletoras positivamente carregadas. O ar emergente fica até 99% livre de poluentes. A filtragem do ar idealizada neste dispositivo é um processo fundamentalmente baseado na:

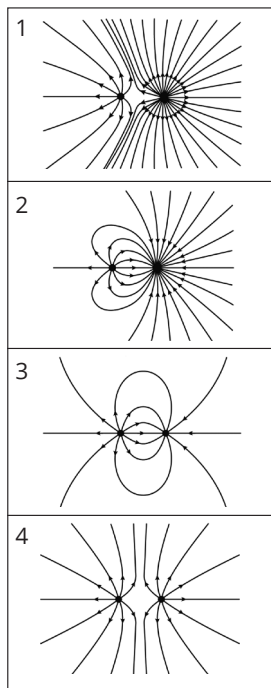
- a) eletricidade estática.
- b) conservação da carga elétrica.
- c) conservação da energia.
- d) força eletromotriz.
- e) conservação da massa.

○ 11. (UFRGS) Dois campos, um elétrico e outro magnético, antiparalelos, coexistem em certa região do espaço. Uma partícula eletricamente carregada é liberada, a partir do repouso, em um ponto qualquer dessa região. Assinale a alternativa que indica a trajetória que a partícula descreve.

- a) Circunferencial.
- b) Elipsoidal.
- c) Helicoidal.
- d) Parabólica.
- e) Retilínea.



12. (UFRGS) Na figura abaixo, está mostrada uma série de quatro configurações de linhas de campo elétrico.



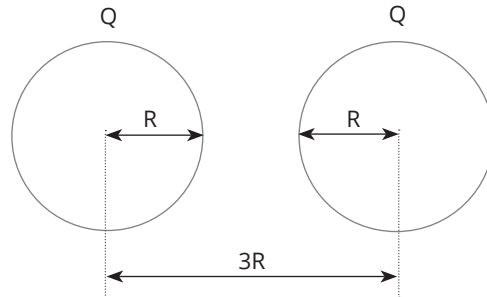
Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas da sentença abaixo, na ordem em que aparecem. Nas figuras _____, as cargas são de mesmo sinal e, nas figuras _____, as cargas têm magnitudes distintas.

- a) 1 e 4 - 1 e 2
- b) 1 e 4 - 2 e 3
- c) 3 e 4 - 1 e 2
- d) 3 e 4 - 2 e 3
- e) 2 e 3 - 1 e 4

Anotações:

13. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que elas aparecem.

Duas cascas esféricas finas, de alumínio, de mesmo raio R , que estão a uma distância de $100R$ uma da outra, são eletrizadas com cargas de mesmo valor, Q , e de mesmo sinal. Nessa situação, o módulo da força eletrostática entre as cascas é $\frac{kQ^2}{10.000R^2}$, onde k é a constante eletrostática. A seguir, as cascas são aproximadas até atingirem a configuração final representada na figura abaixo.



Nessa nova situação, o módulo da força eletrostática entre as cascas é $\frac{kQ^2}{9R^2}$.

- a) igual a - menor do que
- b) igual a - igual a
- c) igual a - maior do que
- d) maior do que - igual a
- e) maior do que - menor do que

14. (UFRGS) Duas pequenas esferas metálicas iguais, X e Y , fixadas sobre bases isolantes, estão eletricamente carregadas com cargas elétricas 6 C e -2 C , respectivamente. Quando separadas por uma distância d uma da outra, as esferas estão sujeitas a forças de atração coulombiana de módulo F_1 .

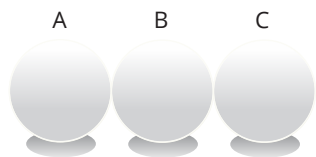
As duas esferas são deslocadas pelas bases até serem colocadas em contato. A seguir, elas são novamente movidas pelas bases até retornarem à mesma distância d uma da outra.

Se, após o contato e posterior separação das esferas, F_2 é o módulo da força coulombiana entre X e Y , pode-se afirmar corretamente que o quociente F_1/F_2 vale:

- a) $1/3$
- b) $3/4$
- c) $4/3$
- d) 3
- e) 4

○ 15. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas no fim do enunciado que segue, na ordem em que aparecem.

Três esferas metálicas idênticas, A, B, C, são montadas em suporte isolante. A esfera A está positivamente carregada com carga Q , enquanto as esferas B e C estão eletricamente neutras. Colocam-se as esferas B e C em contato uma com a outra e, então, coloca-se a esfera A em contato com a esfera B, conforme representado na figura.



Depois de assim permanecerem por alguns instantes, as três esferas são simultaneamente separadas. Considerando-se que o experimento foi realizado no vácuo ($K_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$) e que a distância final (d) entre as esferas A e B é muito maior que seu raio, a força eletrostática entre essas duas esferas é _____ e de intensidade igual a _____.

- a) repulsiva - $K_0 Q^2 / (9d^2)$
- b) atrativa - $K_0 Q^2 / (9d^2)$
- c) repulsiva - $K_0 Q^2 / (6d^2)$
- d) atrativa - $K_0 Q^2 / (4d^2)$
- e) repulsiva - $K_0 Q^2 / (4d^2)$

Anotações:

○ 16. (UFRGS) Duas grandes placas carregadas eletricamente, colocadas uma acima da outra paralelamente ao solo, produzem entre si um campo elétrico que pode ser considerado uniforme. O campo está orientado verticalmente e aponta para baixo.

Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo.

Uma partícula com carga negativa é lançada horizontalmente na região entre as placas. À medida que a partícula avança, sua trajetória _____, enquanto o módulo de sua velocidade _____. (Considere que os efeitos da força gravitacional e da influência do ar podem ser desprezados.)

- a) se encurva para cima - aumenta
- b) se encurva para cima - diminui
- c) se mantém retilínea - aumenta
- d) se encurva para baixo - aumenta
- e) se encurva para baixo - diminui

○ 17. (UFRGS) Duas cargas elétricas, A e B, sendo A de $2 \mu\text{C}$ e B de $-4 \mu\text{C}$, encontram-se em um campo elétrico uniforme. Qual das alternativas representa corretamente as forças exercidas sobre as cargas A e B pelo campo elétrico?

- a) A \leftarrow B \leftarrow
- b) A \rightarrow B \leftarrow
- c) A \leftarrow B \rightarrow
- d) A \rightarrow B \rightarrow
- e) A \leftarrow B \leftarrow

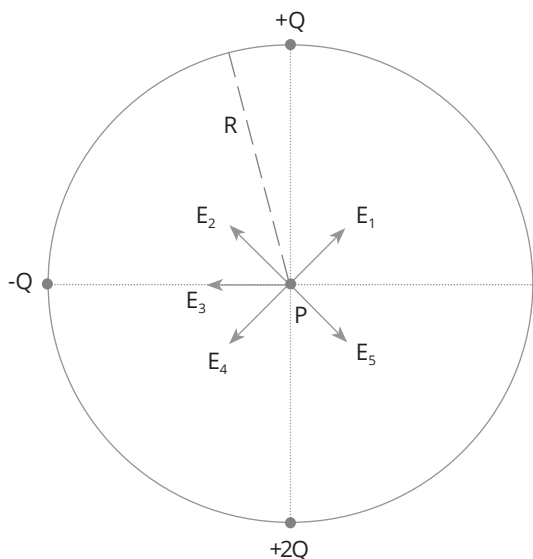
Anotações:

Reprodução proibida. Art. 174 do Código Penal e Art. 181 do Decreto nº 11.244 de 2019.



○ 18. (UFRGS) As cargas elétricas $+Q$, $-Q$ e $+2Q$ estão dispostas em um círculo de raio R , conforme representado na figura abaixo.

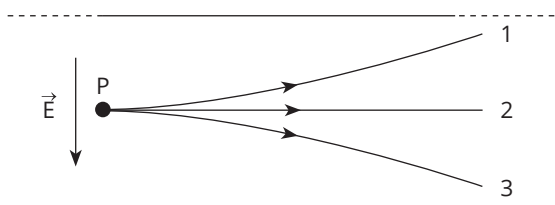
Anotações:



Com base nos dados da figura, é correto afirmar que o campo elétrico resultante no ponto situado no centro do círculo está representado pelo vetor:

- a) E_1
- b) E_2
- c) E_3
- d) E_4
- e) E_5

○ 19. (UFRGS) A figura abaixo representa um campo elétrico uniforme \vec{E} existente entre duas placas extensas, planas e paralelas, no vácuo. Uma partícula é lançada horizontalmente, com velocidade de módulo constante, a partir do ponto P situado a meia distância entre as placas. As curvas 1, 2 e 3 indicam possíveis trajetórias da partícula. Suponha que ela não sofra ação da força gravitacional.



Com base nesses dados, assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do seguinte enunciado.

A trajetória _____ indica que a partícula _____.

- a) 3 - está carregada negativamente
- b) 3 - está carregada positivamente
- c) 1 - está carregada positivamente
- d) 1 - não está carregada
- e) 2 - está carregada positivamente

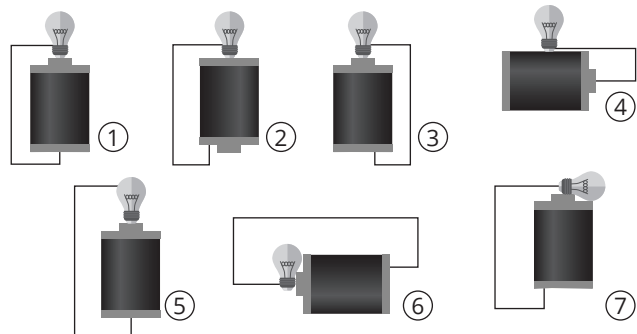
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



HABILIDADES À PROVA 8

» Potencial elétrico e corrente elétrica

○ 1. (ENEM) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:

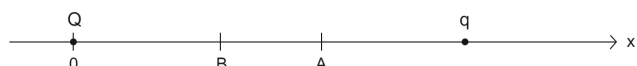


GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. Instalação Elétrica: investigando e aprendendo. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- a) 1 - 3 - 6
- b) 3 - 4 - 5
- c) 1 - 3 - 5
- d) 1 - 3 - 7
- e) 1 - 2 - 5

○ 2. (UFSM) A partícula 1 tem carga Q e está fixa na origem de um referencial. A partícula 2 tem carga q e é trazida, desde o infinito, para perto da partícula 1, ao longo do eixo x .



É possível, então, afirmar:

I - O trabalho associado à força coulombiana da partícula 1 sobre a partícula 2, quando esta se desloca de A para B, dividido pela carga q , é a diferença de potencial $V_B - V_A$.

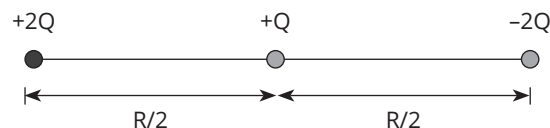
II - Se a partícula 2 tem carga nula, não há interação coulombiana entre as partículas, e $V_B = V_A$.

III - Se a carga Q é positiva, o vetor campo elétrico gerado por ela em qualquer ponto do eixo x , tanto à esquerda como à direita da origem, tem mesma direção e mesmo sentido que esse eixo.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e III.
- e) I, II e III.

○ 3. (UFRGS) Considere que U é a energia potencial elétrica de duas partículas com cargas $+2Q$ e $-2Q$ fixas a uma distância R uma da outra. Uma nova partícula de carga $+Q$ é agregada a este sistema entre as duas partículas iniciais, conforme representado na figura a seguir.



A energia potencial elétrica desta nova configuração do sistema é:

- a) zero.
- b) $U/4$.
- c) $U/2$.
- d) U .
- e) $3U$.

○ 4. (UFRGS) Considere uma casca condutora esférica eletricamente carregada e em equilíbrio eletrostático. A respeito dessa casca, são feitas as seguintes afirmações.

I. A superfície externa desse condutor define uma superfície equipotencial.

II. O campo elétrico em qualquer ponto da superfície externa do condutor é perpendicular à superfície.

III. O campo elétrico em qualquer ponto do espaço interior à casca é nulo.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ 5. (UFRGS) Uma carga de -10^6 C está uniformemente distribuída sobre a superfície terrestre. Considerando-se que o potencial elétrico criado por essa carga é nulo a uma distância infinita, qual será aproximadamente o valor desse potencial elétrico sobre a superfície da Lua?

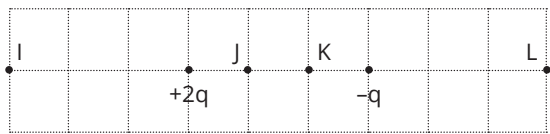
Dados: $D_{\text{Terra-Lua}} \approx 3,8m \cdot 10^8$; $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

- a) $-2,4 \times 10^7$ V.
- b) $-0,6 \times 10^{-1}$ V.
- c) $-2,4 \times 10^{+5}$ V.
- d) $-0,6 \times 10^7$ V.
- e) $-9,0 \times 10^6$ V.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



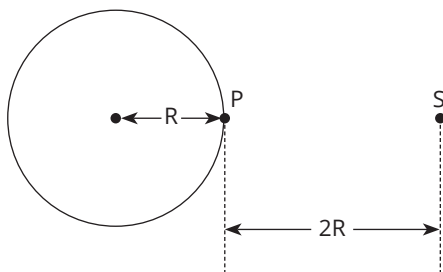
6. (UFRGS) A figura a seguir representa duas cargas elétricas puntiformes, mantidas fixas em suas posições, de valores $+2q$ e $-q$, sendo q o módulo de uma carga de referência.



Considerando-se zero o potencial elétrico no infinito, é correto afirmar que o potencial elétrico criado pelas duas cargas será zero também nos pontos:

- a) I e J.
- b) I e K.
- c) I e L.
- d) J e K.
- e) K e L.

7. (UFRGS) A figura a seguir representa uma esfera metálica oca, de raio R e espessura desprezível. A esfera é mantida eletricamente isolada e muito distante de quaisquer outros objetos, num ambiente onde se fez vácuo.

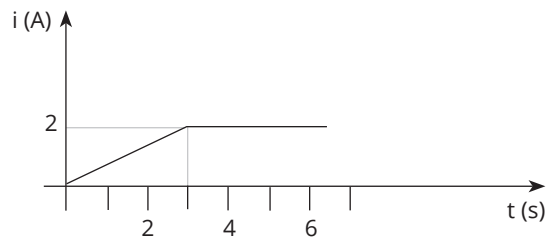


Em certo instante, uma quantidade de carga elétrica negativa, de módulo Q , é depositada no ponto P da superfície da esfera. Considerando nulo o potencial elétrico em pontos infinitamente afastados da esfera e designando por k a "constante eletrostática", podemos afirmar que, após terem decorrido alguns segundos, o potencial elétrico no ponto S , situado à distância $2R$ da superfície da esfera, é dado por:

- a) $-kQ/2R$.
- b) $-kQ/3R$.
- c) $+kQ/3R$.
- d) $-kQ/9R^2$.
- e) $+kQ/9R^2$.

Anotações:

8. (UFRGS) O gráfico representa a intensidade de corrente elétrica i em um fio condutor em função do tempo transcorrido t .

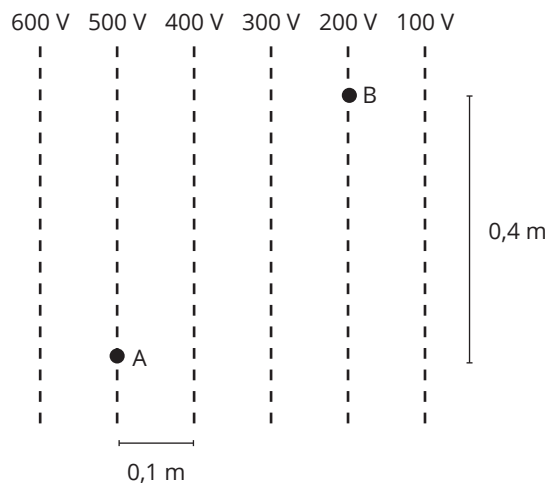


Qual a carga elétrica que passa por uma seção transversal do condutor nos cinco primeiros segundos?

- a) 2,0 C
- b) 2,5 C
- c) 4,0 C
- d) 7,0 C
- e) 10,0 C

9. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que aparecem.

Na figura que segue, um próton (carga $+e$) encontra-se inicialmente fixo na posição A em uma região onde existe um campo elétrico uniforme. As superfícies equipotenciais associadas a esse campo estão representadas pelas linhas tracejadas.



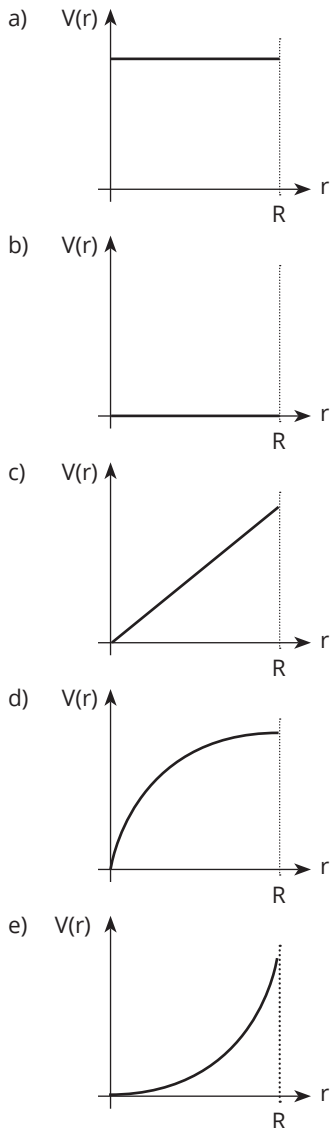
Na situação representada na figura, o campo elétrico tem módulo ____ e aponta para a ____, e o mínimo trabalho a ser realizado por um agente externo para levar o próton até a posição B é de ____.

- a) 1.000 V/m; direita; -300 eV
- b) 100 V/m; direita; -300 eV
- c) 1.000 V/m; direita; +300 eV
- d) 100 V/m; esquerda; -300 eV
- e) 1.000 V/m; esquerda; +300 eV

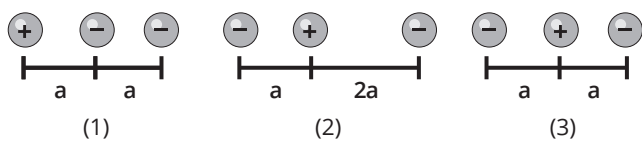


○ 10. (UFRGS) Uma esfera condutora e isolada, de raio R , foi carregada com uma carga elétrica Q .

Considerando o regime estacionário, assinale o gráfico abaixo que melhor representa o valor do potencial elétrico dentro da esfera, como função da distância $r < R$ até o centro da esfera.



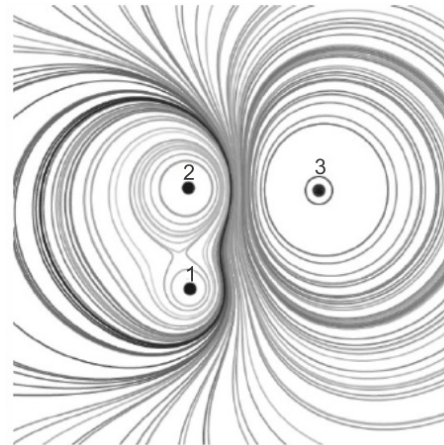
○ 11. (UFRGS) Duas cargas negativas e uma carga positiva, as três de mesmo módulo, estão arranjadas, em posições fixas, de três maneiras distintas, conforme representa a figura abaixo.



Assinale a alternativa que ordena corretamente os valores da energia potencial eletrostática armazenada U .

- a) $U_1 > U_2 = U_3$
- b) $U_1 > U_2 > U_3$
- c) $U_1 = U_2 = U_3$
- d) $U_1 < U_2 < U_3$
- e) $U_1 < U_2 = U_3$

○ 12. (UFRGS) Na figura abaixo, está representado, em corte, um sistema de três cargas elétricas com seu respectivo conjunto de superfícies equipotenciais.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

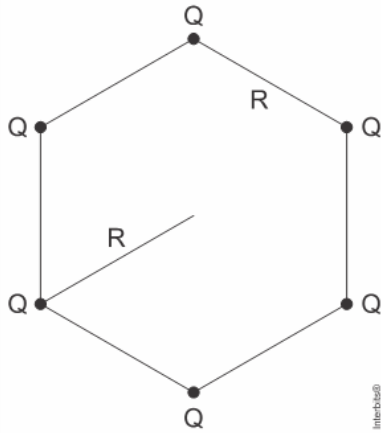
A partir do traçado das equipotenciais, pode-se afirmar que as cargas _____ têm sinais _____ e que os módulos das cargas são tais que _____.

- a) 1 e 2 – iguais – $q_1 < q_2 < q_3$
- b) 1 e 3 – iguais – $q_1 < q_2 < q_3$
- c) 1 e 2 – opostos – $q_1 < q_2 < q_3$
- d) 2 e 3 – opostos – $q_1 > q_2 > q_3$
- e) 2 e 3 – iguais – $q_1 > q_2 > q_3$

Anotações:



13. (UFRGS) Seis cargas elétricas iguais a Q estão dispostas, formando um hexágono regular de aresta R , conforme mostra a figura abaixo.



Com base nesse arranjo, sendo k a constante eletrostática, considere as seguintes afirmações.

- I. O campo elétrico resultante no centro do hexágono tem módulo igual a $\frac{6kQ}{R^2}$.
- II. O trabalho necessário para se trazer uma carga q , desde o infinito até o centro do hexágono, é igual a $\frac{6kQq}{R}$.
- III. A força resultante sobre uma carga de prova q , colocada no centro do hexágono, é nula.

Quais estão corretas?

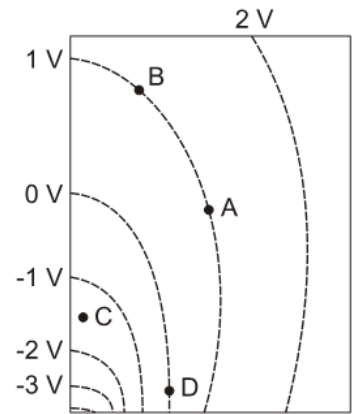
- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

14. (UFRGS) Uma carga de -10^6 C está uniformemente distribuída sobre a superfície terrestre. Considerando-se que o potencial elétrico criado por essa carga é nulo a uma distância infinita, qual será aproximadamente o valor desse potencial elétrico sobre a superfície da Lua?

(Dados: $D_{Terra-Lua} \approx 3,8 \times 10^8$; $k_0 = 9 \times 10^9$ Nm²/C².)

- a) $-2,4 \times 10^7$ V.
- b) $-0,6 \times 10^{-1}$ V.
- c) $-2,4 \times 10^{-5}$ V.
- d) $-0,6 \times 10^7$ V.
- e) $-9,0 \times 10^6$ V.

15. (UFRGS) Na figura, estão representadas, no plano XY, linhas equipotenciais espaçadas entre si de 1V.



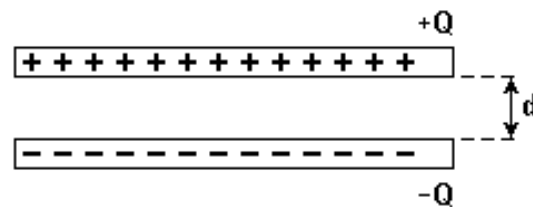
Considere as seguintes afirmações sobre essa situação.

- I. O trabalho realizado pela força elétrica para mover uma carga elétrica de 1 C de D até A é de -1J.
- II. O módulo do campo elétrico em C é maior do que em B.
- III. O módulo do campo elétrico em D é zero.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e II.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

16. (UFRGS) UA figura a seguir representa a vista lateral de duas placas metálicas quadradas que, em um ambiente desumidificado, foram eletrizadas com cargas de mesmo valor e de sinais contrários. As placas estão separadas por uma distância $d = 0,02$ m, que é muito menor do que o comprimento de seus lados. Dessa forma, na região entre as placas, existe um campo elétrico praticamente uniforme, cuja intensidade é aproximadamente igual a 5×10^3 N/C. Para se transferir uma carga elétrica positiva da placa negativamente carregada para a outra, é necessário realizar trabalho contra o campo elétrico. Esse trabalho é função da diferença de potencial existente entre as placas.



Quais são, respectivamente, os valores aproximados da diferença de potencial entre as placas e do trabalho necessário para transferir uma carga elétrica de 3×10^{-3} C da placa negativa para a positiva?

- a) 15 V e 0,2 J.
- b) 75 V e 0,2 J.
- c) 75 V e 0,3 J.
- d) 100 V e 0,3 J.
- e) 100 V e 0,4 J.



HABILIDADES À PROVA 9

» Tópicos e elementos de um circuito elétrico

○ 1. (ENEM) A capacidade de uma bateria com acumuladores, tal como a usada no sistema elétrico de um automóvel, é especificada em ampère-hora(Ah). Uma bateria de 12 V e 100 Ah fornece 12 J para cada coulomb de carga que flui através dela.

Se um gerador, de resistência interna desprezível, que fornece uma potência elétrica média igual a 600 W, fosse conectado aos terminais da bateria descrita, quanto tempo ele levaria para recarregá-la completamente?

- a) 0,5h
- b) 2h
- c) 12h
- d) 50h
- e) 100h

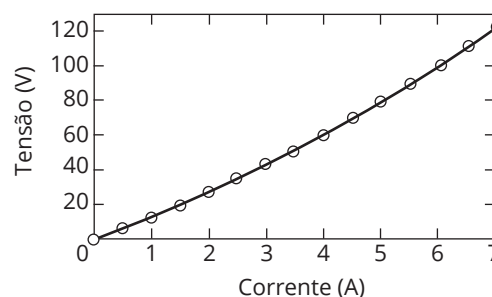
○ 2. (ENEM) Um circuito em série é formado por uma pilha, uma lâmpada incandescente e uma chave interruptora. Ao se ligar a chave, a lâmpada acende quase instantaneamente, irradiando calor e luz. Popularmente, associa-se o fenômeno da irradiação de energia a um desgaste da corrente elétrica, ao atravessar o filamento da lâmpada, e à rapidez com que a lâmpada começa a brilhar. Essa explicação está em desacordo com o modelo clássico de corrente.

De acordo com o modelo mencionado, o fato de a lâmpada acender quase instantaneamente está relacionado à rapidez com que:

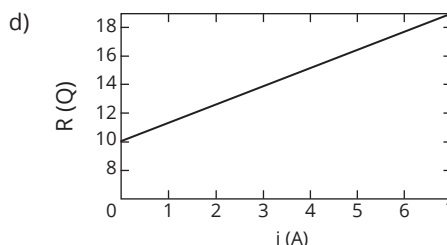
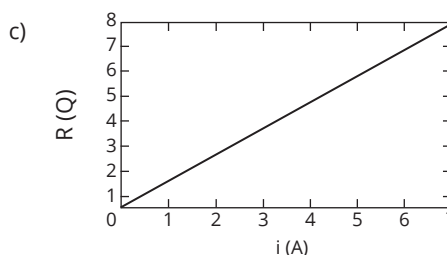
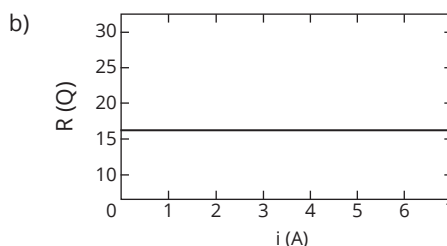
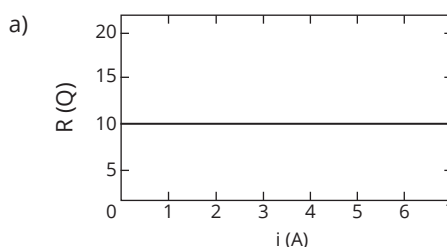
- a) o fluido elétrico se desloca no circuito.
- b) as cargas negativas móveis atravessam o circuito.
- c) a bateria libera cargas móveis para o filamento da lâmpada.
- d) o campo elétrico se estabelece em todos os pontos do circuito.
- e) as cargas positivas e negativas se chocam no filamento da lâmpada.

Anotações:

○ 3. (ENEM) Ao pesquisar um resistor feito de um novo tipo de material, um cientista observou o comportamento mostrado no gráfico tensão versus corrente.

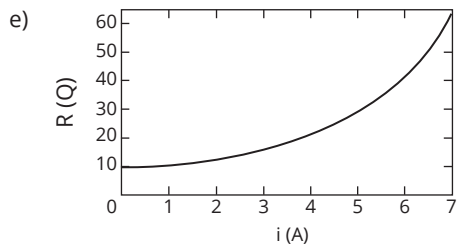


Após a análise do gráfico, ele concluiu que a tensão em função da corrente é dada pela equação $V = 10i + i^2$. O gráfico da resistência elétrica (R) do resistor em função da corrente (i) é:



Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.





○ 4. (ENEM) O chuveiro elétrico é um dispositivo capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o que possibilita a elevação da temperatura da água. Um chuveiro projetado para funcionar em 110 V pode ser adaptado para funcionar em 220 V, de modo a manter inalterada sua potência.

Uma das maneiras de fazer essa adaptação é trocar a resistência do chuveiro por outra, de mesmo material e com o(a):

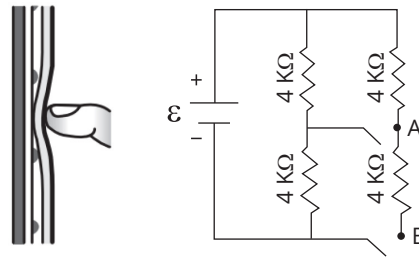
- dobro do comprimento do fio.
- metade do comprimento do fio.
- metade da área da seção reta do fio.
- quádruplo da área da seção reta do fio.
- quarta parte da área da seção reta do fio.

○ 5. (ENEM) Chuveiros elétricos possuem uma chave para regulação da temperatura verão/inverno e para desligar o chuveiro. Além disso, é possível regular a temperatura da água, abrindo ou fechando o registro. Abrindo, diminui-se a temperatura e fechando, aumenta-se.

Aumentando-se o fluxo da água há uma redução na sua temperatura, pois:

- aumenta-se a área da superfície da água dentro do chuveiro, aumentando a perda de calor por radiação.
- aumenta-se o calor específico da água, aumentando a dificuldade com que a massa de água se aquece no chuveiro.
- diminui-se a capacidade térmica do conjunto água/chuveiro, diminuindo também a capacidade do conjunto de se aquecer.
- diminui-se o contato entre a corrente elétrica do chuveiro e a água, diminuindo também a sua capacidade de aquecê-la.
- diminui-se o tempo de contato entre a água e a resistência do chuveiro, diminuindo a transferência de calor de uma para a outra.

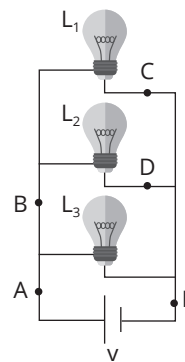
○ 6. (ENEM) Muitos *smartphones* e *tablets* não precisam mais de teclas, uma vez que todos os comandos podem ser dados ao se pressionar a própria tela. Inicialmente essa tecnologia foi proporcionada por meio das telas resistivas, formadas basicamente por duas camadas de material condutor transparente que não se encostam até que alguém as pressione, modificando a resistência total do circuito de acordo com o ponto onde ocorre o toque. A imagem é uma simplificação do circuito formado pelas placas, em que A e B representam pontos onde o circuito pode ser fechado por meio do toque.



Qual é a resistência equivalente no circuito provocada por um toque que fecha o circuito no ponto A?

- 1,3 kΩ
- 4,0 kΩ
- 6,0 kΩ
- 6,7 kΩ
- 12 kΩ

○ 7. (ENEM) Três lâmpadas idênticas foram ligadas no circuito esquematizado. A bateria apresenta resistência interna desprezível, e os fios possuem resistência nula. Um técnico fez uma análise do circuito para prever a corrente elétrica nos pontos: A, B, C, D e E; e rotulou essas correntes de I_A , I_B , I_C , I_D e I_E , respectivamente.

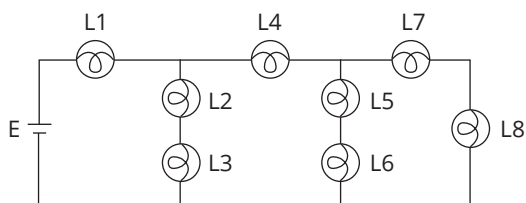


O técnico concluiu que as correntes que apresentam o mesmo valor são:

- $I_A = I_E$ e $I_C = I_D$.
- $I_A = I_B = I_E$ e $I_C = I_D$.
- $I_A = I_B$, apenas.
- $I_A = I_B = I_E$, apenas.
- $I_C = I_B$, apenas.

○ 8. (ENEM) Considere a seguinte situação hipotética: ao preparar o palco para a apresentação de uma peça de teatro, o iluminador deveria colocar três atores sob luzes que tinham igual brilho e os demais, sob luzes de menor brilho. O iluminador determinou, então, aos técnicos, que instalassem no palco oito lâmpadas incandescentes com a mesma especificação (L1 a L8), interligadas em um circuito com uma bateria, conforme mostra a figura.

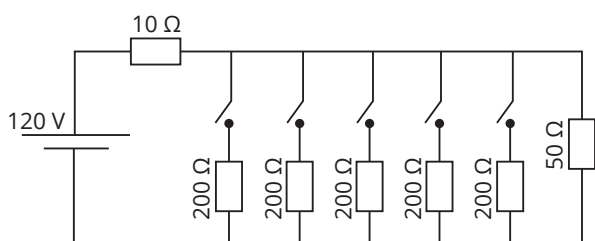




Nessa situação, quais são as três lâmpadas que acendem com o mesmo brilho por apresentarem igual valor de corrente fluindo nelas, sob as quais devem se posicionar os três atores?

- L1, L2 e L3.
- L2, L3 e L4.
- L2, L5 e L7.
- L4, L5 e L6.
- L4, L7 e L8.

9. (ENEM) Uma casa tem um cabo elétrico mal dimensionado, de resistência igual a 10Ω , que a conecta à rede elétrica de 120 V. Nessa casa, cinco lâmpadas, de resistência igual a 200Ω , estão conectadas ao mesmo circuito que uma televisão de resistência igual a 50Ω , conforme ilustrado no esquema. A televisão funciona apenas com tensão entre 90 V e 130 V.



O número máximo de lâmpadas que podem ser ligadas sem que a televisão pare de funcionar é:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

10. (ENEM) A usina de Itaipu é uma das maiores hidrelétricas do mundo em geração de energia. Com 20 unidades geradoras e 14.000 MW de potência total instalada, apresenta uma queda de 118,4 m e vazão nominal de $690 \text{ m}^3/\text{s}$ por unidade geradora. O cálculo da potência teórica leva em conta a altura da massa de água represada pela barragem, a gravidade local (10 m/s^2) e a densidade da água (1.000 kg/m^3). A diferença entre a potência teórica e a instalada é a potência não aproveitada.

Disponível em: www.itaipu.gov.br. Acesso em: 11 maio 2013 (adaptado).

Qual é a potência, em MW, não aproveitada em cada unidade geradora de Itaipu?

- 0
- 1,18
- 116,96
- 816,96
- 13.183,04

11. (ENEM) Os motores elétricos são dispositivos com diversas aplicações, dentre elas, destacam-se aquelas que proporcionam conforto e praticidade para as pessoas. É inegável a preferência pelo uso de elevadores quando o objetivo é o transporte de pessoas pelos andares de prédios elevados. Nesse caso, um dimensionamento preciso da potência dos motores utilizados nos elevadores é muito importante e deve levar em consideração fatores como economia de energia e segurança.

Considere que um elevador de 800 kg, quando lotado com oito pessoas ou 600 kg, precisa ser projetado. Para tanto, alguns parâmetros deverão ser dimensionados. O motor será ligado à rede elétrica que fornece 220 volts de tensão. O elevador deve subir 10 andares, em torno de 30 metros, a uma velocidade constante de 4 metros por segundo. Para fazer uma estimativa simples da potência necessária e da corrente que deve ser fornecida ao motor do elevador para ele operar com lotação máxima, considere que a tensão seja contínua, que a aceleração da gravidade vale 10 m/s^2 e que o atrito pode ser desprezado. Nesse caso, para um elevador lotado, a potência média de saída do motor do elevador e a corrente elétrica máxima que passa no motor serão respectivamente de:

- 24 kW - 109 A
- 32 kW - 145 A
- 56 kW - 255 A
- 180 kW - 818 A
- 240 kW - 1.090 A

12. (ENEM) A eficiência das lâmpadas pode ser comparada utilizando a razão, considerada linear, entre a quantidade de luz produzida e o consumo. A quantidade de luz é medida pelo fluxo luminoso, cuja unidade é o lúmen (lm). O consumo está relacionado à potência elétrica da lâmpada que é medida em watt (W). Por exemplo, uma lâmpada incandescente de 40 W emite cerca de 600 lm, enquanto uma lâmpada fluorescente de 40 W emite cerca de 3.000 lm.

Disponível em: tecnologia.terra.com.br. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

A eficiência de uma lâmpada incandescente de 40 W é:

- maior que a de uma lâmpada fluorescente de 8 W, que produz menor quantidade de luz.
- maior que a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, que produz menor quantidade de luz.
- menor que a de uma lâmpada fluorescente de 8 W, que produz a mesma quantidade de luz.
- menor que a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, pois consome maior quantidade de energia.
- igual a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, que consome a mesma quantidade de energia.



○ 13. (ENEM)

A evolução da luz

As lâmpadas LED já substituem com grandes vantagens a velha invenção de Thomas Edison

A tecnologia do LED é bem diferente da das lâmpadas incandescentes e fluorescentes. A lâmpada LED é fabricada com material semicondutor que, semelhante ao usado nos *chips* de computador, quando percorrido por uma corrente elétrica, emite luz. O resultado é uma peça muito menor, que consome menos energia e tem uma durabilidade maior. Enquanto uma lâmpada comum tem vida útil de 1.000 horas e uma fluorescente, de 10.000 horas, a LED rende entre 20.000 e 100.000 horas de uso ininterrupto. Há um problema, contudo: a lâmpada LED ainda custa mais caro, apesar de seu preço cair pela metade a cada dois anos. Essa tecnologia não está se tornando apenas mais barata. Está também mais eficiente, iluminando mais com a mesma quantidade de energia. Uma lâmpada incandescente converte em luz apenas 5% da energia elétrica que consome. As lâmpadas LED convertem até 40%. Essa diminuição no desperdício de energia traz benefícios evidentes ao meio ambiente.

A evolução da luz. Energia. In: Veja, 19 dez. 2007. Disponível em: http://veja.abril.com.br/191207/p_118.shtml.

Uma lâmpada LED que ofereça a mesma luminosidade que uma lâmpada incandescente de 100 W deverá ter uma potência mínima de:

- a) 12,5 W
- b) 25 W
- c) 40 W
- d) 60 W
- e) 80 W

Anotações:

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

○ 14. (ENEM) Em um manual de um chuveiro elétrico são encontradas informações sobre algumas características técnicas, ilustradas no quadro, como a tensão de alimentação, a potência dissipada, o dimensionamento do disjuntor ou fusível, e a área da seção transversal dos condutores utilizados.

Características técnicas			
Especificação			
Modelo		A	B
Tensão (V ~)		127	220
Potência (Watt)	Seletor de temperatura Multitemperaturas	○	0
		●	2.440
		●●	4.400
		●●●	5.500
Disjuntor ou fusível (Ampère)		50	30
Seção dos condutores (mm ²)		10	4

Uma pessoa adquiriu um chuveiro modelo A e, ao ler o manual, verificou que precisava ligá-lo a um disjuntor de 50 ampères. No entanto, intrigou-se com o fato do disjuntor a ser utilizado para uma correta instalação de um chuveiro B devia possuir uma amperagem 40% menor.

Considerando-se os chuveiros de modelos A e B, funcionando à mesma potência de 4.400 W, a razão entre as respectivas resistências elétricas, R_A e R_B , que justifica a diferença de dimensionamento dos disjuntores, é mais próxima de:

- a) 0,3
- b) 0,6
- c) 0,8
- d) 1,7
- e) 3,0

○ 15. (ENEM) A figura mostra a bateria de um computador portátil, a qual necessita de uma corrente elétrica de 2A para funcionar corretamente.

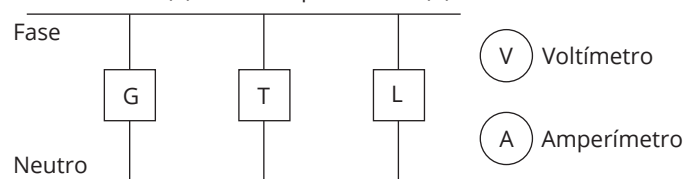


Quando a bateria está completamente carregada, o tempo máximo, em minuto, que esse *notebook* pode ser usado antes que ela “descarregue” completamente é:

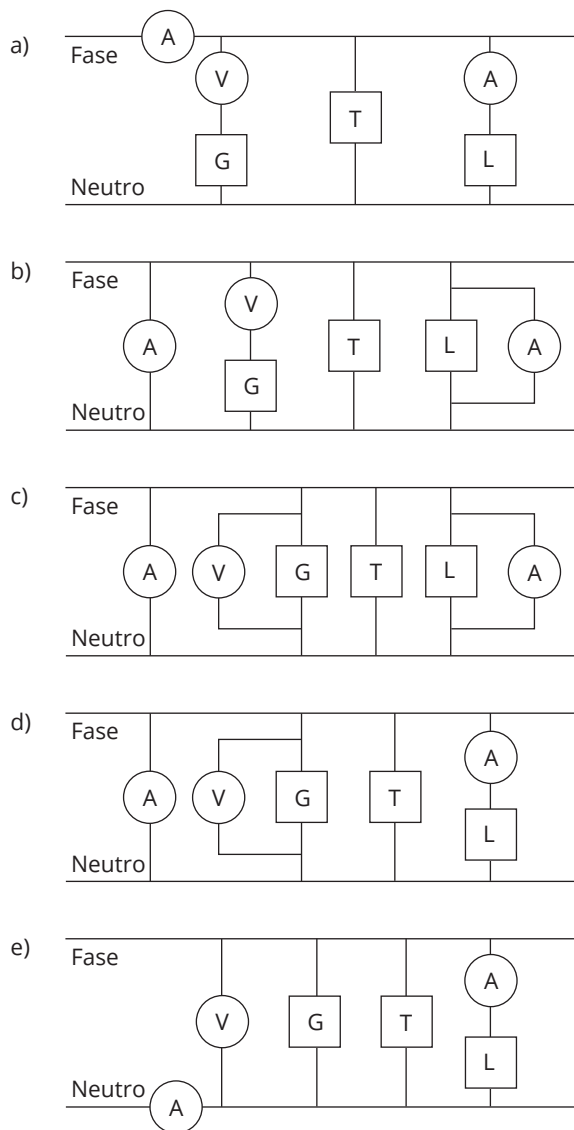
- a) 24,4
- b) 36,7
- c) 132
- d) 333
- e) 528



16. (ENEM) Um eletricitista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente, existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O eletricitista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).

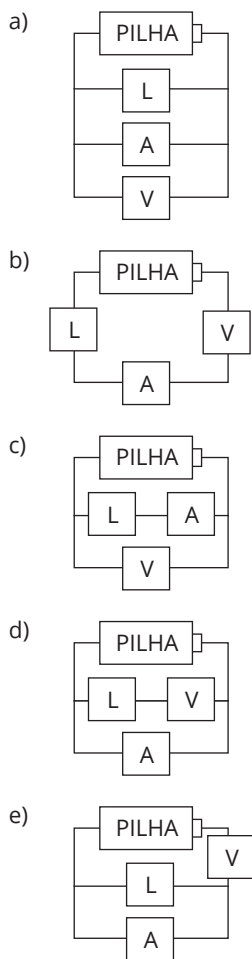


Para realizar as medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:



17. (ENEM) Um eletricitista precisa medir a resistência elétrica de uma lâmpada. Ele dispõe de uma pilha, de uma lâmpada (L), de alguns fios e de dois aparelhos: um voltímetro (V), para medir a diferença de potencial entre dois pontos, e um amperímetro (A), para medir a corrente elétrica.

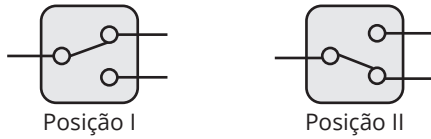
O circuito elétrico montado pelo eletricitista para medir essa resistência é:



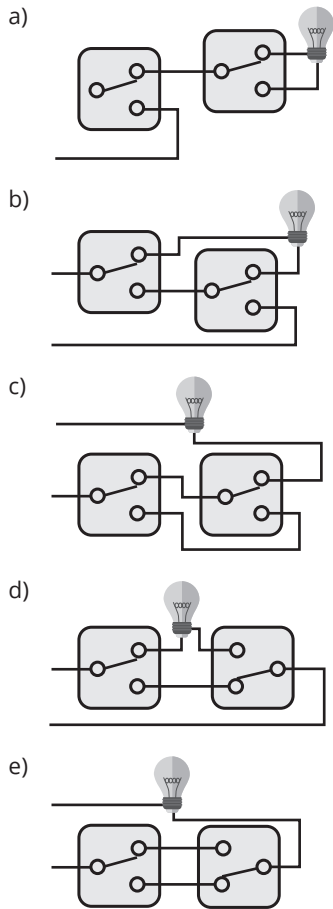
Anotações:



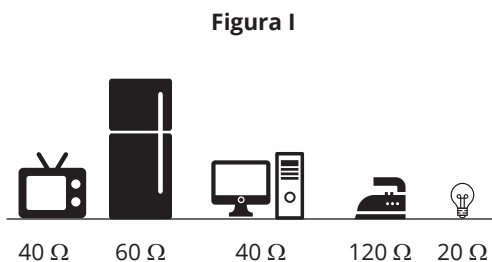
○ 18. (ENEM) Para ligar ou desligar uma mesma lâmpada a partir de dois interruptores, conectam-se os interruptores para que a mudança de posição de um deles faça ligar ou desligar a lâmpada, não importando qual a posição do outro. Esta ligação é conhecida como interruptores paralelos. Este interruptor é uma chave de duas posições constituída por um polo e dois terminais, conforme mostrado nas figuras de um mesmo interruptor. Na posição I a chave conecta o polo ao terminal superior, e na posição II a chave o conecta ao terminal inferior.



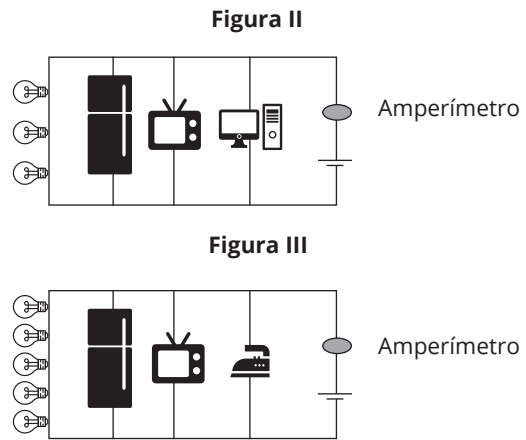
O circuito que cumpre a finalidade de funcionamento descrita no texto é:



○ 19. (ENEM) Uma residência possui dois aparelhos de TV, duas geladeiras, um computador, um ferro elétrico e oito lâmpadas incandescentes. A resistência elétrica de cada equipamento está representada pela figura I. A tensão elétrica que alimenta a rede da residência é de 120 V.



Um eletricista fez duas ligações, que se encontram representadas pelas figuras II e III.



Com base nas informações, verifica-se que a corrente indicada pelo amperímetro da figura:

- a) II registrará uma corrente de 10 A.
- b) II registrará uma corrente de 12 A.
- c) II registrará uma corrente de 0,10 A.
- d) III registrará uma corrente de 16,6 A.
- e) III registrará uma corrente de 0,14 A.

○ 20. (ENEM) Podemos estimar o consumo de energia elétrica de uma casa considerando as principais fontes desse consumo.

Pense na situação em que apenas os aparelhos que constam da tabela abaixo fossem utilizados diariamente da mesma forma. A tabela fornece a potência e o tempo efetivo de uso diário de cada aparelho doméstico.

Aparelho	Potência (kW)	Tempo de uso diário (h)
Ar condicionado	1,5	8
Chuveiro elétrico	3,3	1/3
Frezzer	0,2	10
Geladeira	0,35	10
Lâmpadas	0,10	6

Supondo que o mês tenha 30 dias e que o custo de 1 kWh é de R\$ 0,40, o consumo de energia elétrica mensal dessa casa, é de aproximadamente:

- a) R\$ 135
- b) R\$ 165
- c) R\$ 190
- d) R\$ 210
- e) R\$ 230

○ 21. (UFSM) O dimensionamento de motores elétricos, junto com o desenvolvimento de compressores, é o principal problema da indústria de refrigeração. As geladeiras do tipo “frost-free” não acumulam gelo no seu interior, o que evita o isolamento térmico realizado pelas grossas camadas de gelo formadas pelas geladeiras comuns. A não formação de gelo diminui o consumo de energia.

Assim, numa geladeira tipo “frost-free” ligada a uma ddp de 220 V circula uma corrente de 0,5 A. Se essa geladeira ficar ligada 5 minutos a cada hora, seu consumo diário de energia, em kWh, é de

- a) 0,22.
- b) 44.
- c) 220.
- d) 440.
- e) 24.200.

○ 22. (UFSM) O uso de *datashow* em sala de aula é muito comum. As lâmpadas de filamento que são usadas nesses equipamentos têm potência elevada de, aproximadamente, 1100 W quando ligadas em 220 V. Se um *datashow* for usado durante 1 hora e 40 minutos, que é o tempo de duração de uma aula com dois períodos, qual é a energia consumida em J?

- a) $5,00 \times 10^2$.
- b) $2,42 \times 10^3$.
- c) $1,10 \times 10^5$.
- d) $6,60 \times 10^6$.
- e) $1,45 \times 10^8$.

○ 23. (UFSM) Em uma instalação elétrica doméstica, as tomadas são ligadas em _____ para que a mesma _____ em todos os eletrodomésticos ligados a essa instalação.

Assinale a alternativa que completa as lacunas, na ordem.

- a) paralelo – tensão seja aplicada
- b) paralelo – corrente circule
- c) paralelo – potência atue
- d) série – tensão seja aplicada
- e) série – corrente circule

○ 24. (UFSM) O uso de *datashow* em sala de aula é muito comum. As lâmpadas de filamento que são usadas nesses equipamentos têm potência elevada de, aproximadamente, 1100W quando ligadas em 220V. Se um *datashow* for usado durante 1 hora e 40 minutos, que é o tempo de duração de uma aula com dois períodos, qual é a energia consumida em J?

- a) $5,00 \times 10^2$.
- b) $2,42 \times 10^3$.
- c) $1,10 \times 10^5$.
- d) $6,60 \times 10^6$.
- e) $1,45 \times 10^8$.

○ 25. (UFSM) Uma vez que a produção de energia elétrica, em qualquer de suas modalidades, tem impactos ambientais, inovações que levem à diminuição do consumo de energia são necessárias. Assim, as antigas lâmpadas incandescentes vêm sendo substituídas por alternativas energeticamente mais eficientes. Naquele tipo de lâmpada, a emissão de luz ocorre quando a temperatura de um filamento de tungstênio é elevada a valores entre 2.700 e 3.300K. Esse aquecimento ocorre como resultado da dissipação da energia dos elétrons ao serem transportados através do condutor. Aquecimento e emissão de radiação infravermelha consomem cerca de 90% da energia elétrica fornecida para a lâmpada. Com base nesse conhecimento, considere a situação representada na tira a seguir.



Fonte: LOUZADA, Paulo. Disponível em: <http://www.facebook.com/tapejara-o-ultimo-guasca>. Acesso em: 07 out. 2014. (adaptado)

Por que uma lâmpada incandescente de 100W a 110V, como a usada pelo personagem da tira, queima quando ligada em uma rede de 220V ?

- a) Ao dobrar a tensão, a lâmpada dissipa energia a uma taxa quatro vezes maior.
- b) Ao dobrar a tensão, a lâmpada dissipa energia a uma taxa duas vezes maior.
- c) Ao dobrar a corrente, a lâmpada dissipa energia a uma taxa duas vezes maior.
- d) Ao dobrar a corrente, a resistência da lâmpada cai à metade.
- e) Ao dobrar a corrente, a potência da lâmpada cai à metade.

○ 26. (UFSM) A favor da sustentabilidade do planeta, os aparelhos que funcionam com eletricidade estão recebendo sucessivos aperfeiçoamentos. O exemplo mais comum são as lâmpadas eletrônicas que, utilizando menor potência, iluminam tão bem quanto as lâmpadas de filamento.

Então, analise as afirmativas:

- I. A corrente elétrica que circula nas lâmpadas incandescentes é menor do que a que circula nas lâmpadas eletrônicas.
- II. Substituindo uma lâmpada incandescente por uma eletrônica, esta fica com a mesma ddp que aquela.
- III. A energia dissipada na lâmpada incandescente é menor do que na lâmpada eletrônica.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I e II.
- b) apenas II.
- c) apenas I e III.
- d) apenas III.
- e) I, II e III.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



○ 27. (UFSM) A luz gerada por uma lâmpada incandescente resulta do aumento de temperatura produzido em um filamento metálico pela passagem de uma corrente elétrica. Se V é a diferença de potencial elétrico sobre o filamento, i é a corrente que circula nesse filamento, durante um intervalo de tempo t , e R é a resistência do filamento, a energia dissipada na lâmpada é calculada pela equação

- a) Vi .
- b) V^2/R .
- c) Ri^2 .
- d) Vit .
- e) V^2/Rt .

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:



LOUZADA, P. Tapejara: O último Guasca. Santa Maria: Pallotti, 2007. p. 70.

○ 28. (UFSM) Analise as afirmativas:

- I. A diferença de potencial está associada a um campo elétrico.
- II. Se um aparelho elétrico for ligado numa tomada de 220V, cada partícula que constitui uma corrente elétrica, ao se deslocar de um polo a outro da tomada, recebe 220J de energia do campo elétrico.
- III. A quantidade de energia recebida do campo elétrico pelas partículas que formam correntes elétricas, ao se deslocarem entre os polos da tomada, é independente do caminho seguido dentro do aparelho.

Está(ão) CORRETA(S)

- a) apenas I.
- b) apenas II
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas I e III.

○ 29. (UFSM) Chama-se "gato" uma ligação elétrica clandestina entre a rede e uma residência.

Usualmente, o "gato" infringe normas de segurança, porque é feito por pessoas não especializadas. O choque elétrico, que pode ocorrer devido a um "gato" malfeito, é causado por uma corrente elétrica que passa através do corpo humano.

Considere a resistência do corpo humano como $10^5 \Omega$ para pele seca e $10^3 \Omega$ para pele molhada.

Se uma pessoa com a pele molhada toca os dois polos de uma tomada de 220V, a corrente que a atravessa, em A, é

- a) $2,2 \times 10^5$
- b) $2,2 \times 10^3$
- c) 4,5
- d) $2,2 \times 10^{-1}$
- e) $2,2 \times 10^{-3}$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

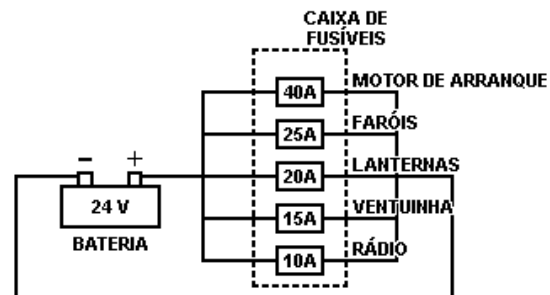
Não só a tecnologia contribui para identificar os procedimentos mais adequados à saúde. É preciso também domínio das particularidades do ser humano.

○ 30. (UFSM) Uma das aplicações dos raios X é na observação dos ossos do corpo humano.

Os raios X são obtidos quando elétrons, emitidos por um filamento aquecido, são acelerados por um campo elétrico e atingem um alvo metálico com velocidade muito grande. Se 1×10^{18} elétrons ($e = 1,6 \times 10^{-19} C$) atingem o alvo por segundo, a corrente elétrica no tubo, em A, é de

- a) 8×10^{-38}
- b) 0,08
- c) 0,16
- d) 0,32
- e) 3,20

○ 31. (UFSM)



A figura esquematiza o circuito elétrico de um caminhão. Que dispositivo(s) pode(m) dissipar a maior potência?

- a) Rádio.
- b) Ventuinha.
- c) Lanternas.
- d) Faróis.
- e) Motor de arranque.

○ 32. (UFSM) Considere as seguintes afirmativas:

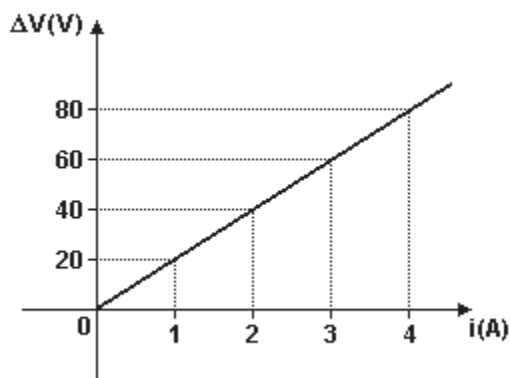
- I. Um dispositivo condutor obedece à lei de Ohm, quando sua resistência é independente do valor e da polaridade da diferença de potencial (ddp) aplicada.
- II. A relação entre a diferença de potencial (ddp) aplicada em um fio condutor e a corrente que nele circula define a lei de Ohm.
- III. A lei de Ohm diz que a resistência de um fio condutor é diretamente proporcional às suas dimensões.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

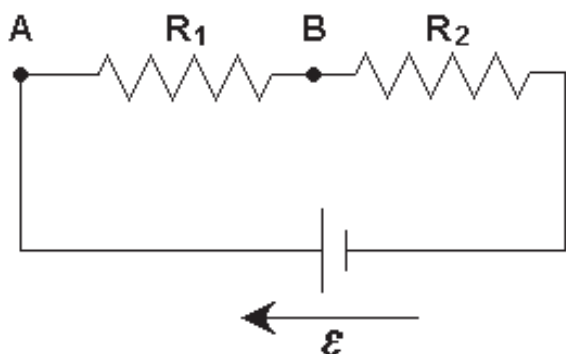


○ 33. (UFSM) O gráfico representa a diferença de potencial ΔV entre dois pontos de um fio, em função da corrente i que passa através dele. A resistência do fio entre os dois pontos considerados vale, em Ω ,



- a) 0,05
- b) 4
- c) 20
- d) 80
- e) 160

○ 34. (UFSM) Considere o circuito representado na figura, sendo $\varepsilon = 12V$, $R_1 = 2\ \Omega$ e $R_2 = 4\ \Omega$. A queda de potencial do ponto A ao ponto B vale, em V,



- a) 2
- b) 4
- c) 6
- d) 8
- e) 10

Anotações:

○ 35. (UFSM) Um pedaço de fio cuja área de seção transversal é A_1 apresenta o dobro da resistência elétrica de outro cuja área de seção transversal é A_2 . Sabendo que a resistividade do primeiro é dez vezes a resistividade do segundo, assinale a alternativa que apresenta a correta relação A_1/A_2 para um mesmo comprimento de fio.

- a) 1/10
- b) 1/5
- c) 1
- d) 5
- e) 10

○ 36. (UFSM) Em uma residência, estão ligados 6 lâmpadas de 60W cada uma, um ferro de passar roupa de 400W e uma ducha de 3200W. Se a tensão na rede é de 220V, a corrente que circula nos fios que levam a energia elétrica à residência, tem uma intensidade, em A, de

- a) 8.
- b) 10.
- c) 15.
- d) 18.
- e) 20.

○ 37. (UFSM) São feitas as seguintes afirmações a respeito de linhas de campo e superfícies equipotenciais:

- I. O sentido de uma linha de campo elétrico indica o sentido de diminuição do potencial elétrico.
- II. As linhas de campo são perpendiculares às superfícies equipotenciais.
- III. Uma carga de prova em movimento espontâneo num campo elétrico uniforme aumenta a sua energia potencial.

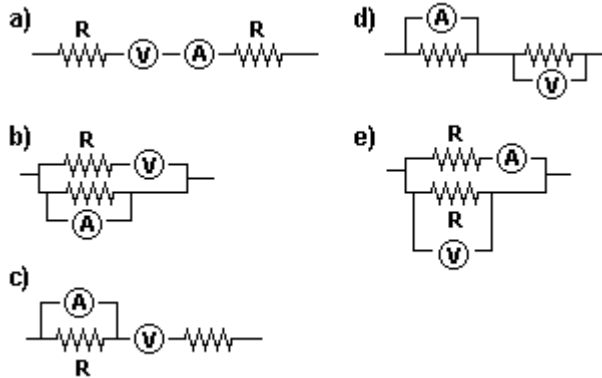
Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

Anotações:



38. (UFSM) Representado um amperímetro por - A - e um voltímetro por - V -, o esquema onde aparecem corretamente ligados à respectiva malha é o



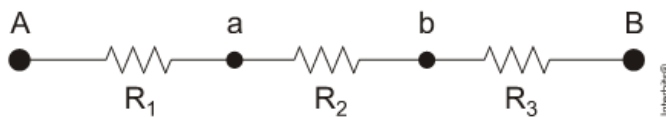
39. (UFSM) Uma lâmpada permanece acesa durante 5 minutos por efeito de uma corrente de 2A, fornecida por uma bateria. Nesse intervalo de tempo, a carga total (em C) liberada pela bateria é

- a) 0,4.
- b) 2,5.
- c) 10.
- d) 150.
- e) 600.

40. (UFSM) Dois fios condutores do mesmo material e do mesmo comprimento, com seções retas de áreas A e 2A, submetidos à mesma diferença de potencial e à mesma temperatura, dissipam, por efeito Joule, respectivamente, as potências P_1 e P_2 com P_1/P_2 valendo

- a) 1/4.
- b) 1/2.
- c) 2.
- d) 4.
- e) 8.

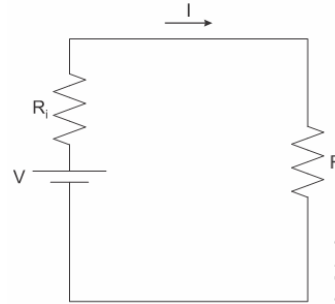
41. (UFRGS) Observe o segmento de circuito.



No circuito, $V_A = -20V$ e $V_B = 10V$ são os potenciais nas extremidades A e B; e $R_1 = 2k\Omega$, $R_2 = 8k\Omega$ e $R_3 = 5k\Omega$ são os valores das resistências elétricas presentes. Nessa situação, os potenciais nos pontos a e b são, respectivamente,

- a) -24V e 0V.
- b) -16V e 0V.
- c) -4V e 0V.
- d) 4V e 5V.
- e) 24V e 5V.

42. (UFRGS) Uma fonte possui tensão nominal (de circuito aberto) V e resistência interna R_i e é colocada como componente do circuito indicado na figura. A tabela apresenta valores da corrente I que percorre o circuito, para dois valores da resistência R.



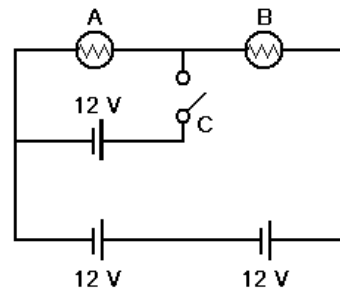
R(Ω)	I (A)
2,5	4
3,5	3

A partir desses dados, assinale a alternativa que melhor representa os valores de V (em volts) e de R_i (em ohms), respectivamente.

- a) 6 e 12.
- b) 12 e 0,5.
- c) 24 e 1.
- d) 8 e 2.
- e) 10 e 4.

43. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir, na ordem em que aparecem.

No circuito esquematizado na figura que segue, as lâmpadas A e B são iguais e as fontes de tensão são ideais.

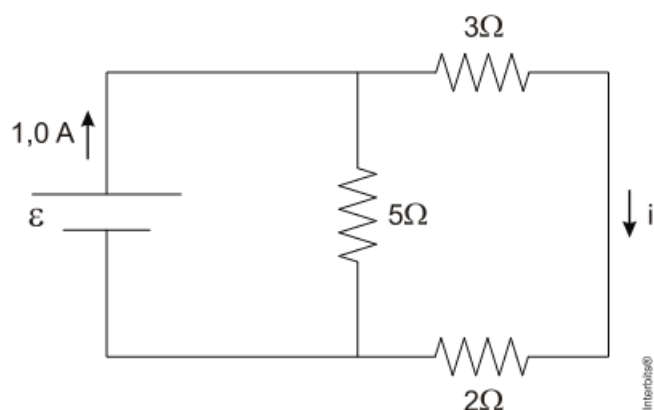


Quando a chave C é fechada, o brilho da lâmpada A e o brilho da lâmpada B

- a) aumenta - diminui
- b) aumenta - não se altera
- c) diminui - aumenta
- d) não se altera - diminui
- e) não se altera - não se altera



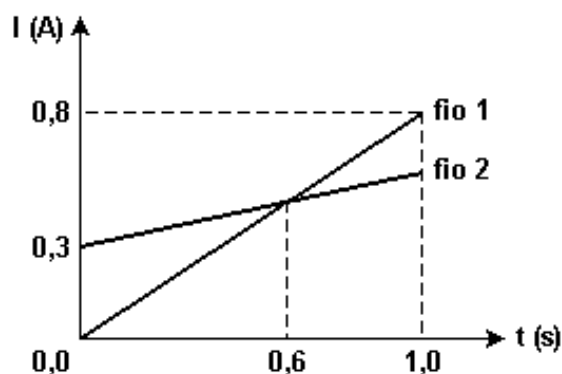
○ 44. (UFRGS) No circuito elétrico representado na figura a seguir, a fonte de tensão é uma fonte ideal que está sendo percorrida por uma corrente elétrica contínua de 1,0 A.



Quanto valem, respectivamente, a força eletromotriz ϵ da fonte e a corrente elétrica i indicadas na figura?

- a) 2,0 V e 0,2 A.
- b) 2,0V e 0,5 A.
- c) 2,5 V e 0,3 A.
- d) 2,5 V e 0,5 A.
- e) 10,0 V e 0,2 A.

○ 45. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir, na ordem em que elas aparecem.



No intervalo de tempo entre zero e 0,6 s, a quantidade de carga elétrica que atravessa uma seção transversal do fio é maior para o fio do que para o outro fio; no intervalo entre 0,6 s e 1,0 s, ela é maior para o fio do que para o outro fio; e no intervalo entre zero e 1,0 s, ela é maior para o fio do que para o outro fio.

- a) 1 - 1 - 2
- b) 1 - 2 - 1
- c) 2 - 1 - 1
- d) 2 - 1 - 2
- e) 2 - 2 - 1

○ 46. (UFRGS) Os fios comerciais de cobre, usados em ligações elétricas, são identificados através de números de bitola. À temperatura ambiente, os fios 14 e 10, por exemplo, têm áreas de seção reta iguais a 2,1 mm² e 5,3 mm², respectivamente. Qual é, àquela temperatura, o valor aproximado da razão R_{14}/R_{10} entre a resistência elétrica, R_{14} , de um metro de fio 14 e a resistência elétrica, R_{10} , de um metro de fio 10?

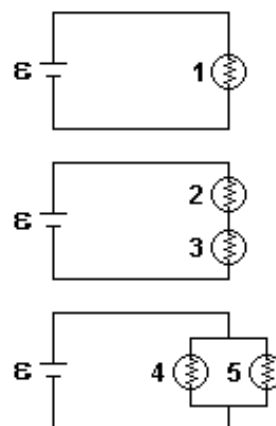
- a) 2,5.
- b) 1,4.
- c) 1,0.
- d) 0,7.
- e) 0,4.

○ 47. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no parágrafo a seguir.

Para fazer funcionar uma lâmpada de lanterna, que traz as especificações 0,9W e 6V, dispõe-se, como única fonte de tensão, de uma bateria de automóvel de 12V. Uma solução para compatibilizar esses dois elementos de circuito consiste em ligar a lâmpada à bateria (considerada uma fonte ideal) em com um resistor cuja resistência elétrica seja no mínimo de

- a) paralelo - 4 Ω
- b) série - 4 Ω
- c) paralelo - 40 Ω
- d) série - 40 Ω
- e) paralelo - 80 Ω

○ 48. (UFRGS) Nos circuitos representados na figura a seguir, as lâmpadas 1, 2, 3, 4 e 5 são idênticas. As fontes que alimentam os circuitos são idênticas e ideais.



Considere as seguintes afirmações sobre o brilho das lâmpadas.

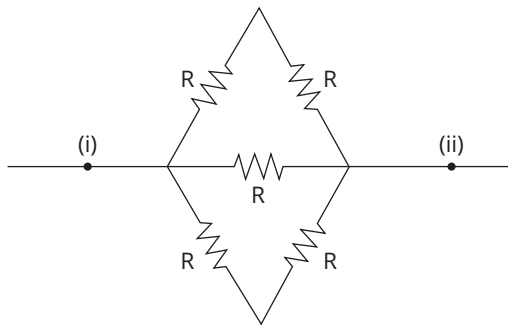
- I - As lâmpadas 1, 4 e 5 brilham com mesma intensidade.
- II - As lâmpadas 2 e 3 brilham com mesma intensidade.
- III - O brilho da lâmpada 4 é maior do que o da lâmpada 2.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.
- e) I, II e III.



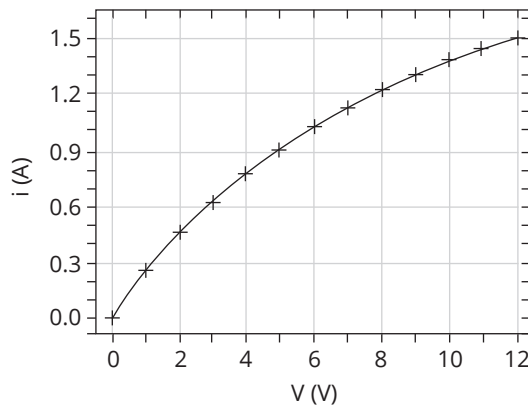
○ 49. (UFRGS) A diferença de potencial entre os pontos (i) e (ii) do circuito abaixo é V .



Considerando que todos os cinco resistores têm resistência elétrica R , a potência total por eles dissipada é?

- a) $2V^2/R$.
- b) $V^2/(2R)$.
- c) $V^2/(5R)$.
- d) $4V^2/R^2$.
- e) $V^2/(4R^2)$.

○ 50. (UFRGS) O gráfico abaixo apresenta a curva corrente elétrica i versus diferença de potencial V para uma lâmpada de filamento.



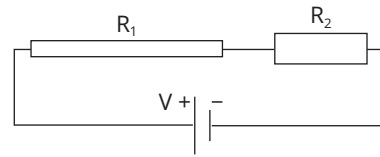
Sobre essa lâmpada, considere as seguintes afirmações.

- I. O filamento da lâmpada é ôhmico.
- II. A resistência elétrica do filamento, quando ligado em 6 V , é $6\ \Omega$.
- III. A potência dissipada pelo filamento, quando ligado em 8 V , é $0,15\text{ W}$.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e III.
- e) I, II e III.

○ 51. (UFRGS) No circuito esquematizado abaixo R_1 e R_2 são resistores com a mesma resistividade p . R_1 tem comprimento $2L$ e seção transversal A , e R_2 tem comprimento L e seção transversal $2A$.



Nessa situação, a corrente elétrica que percorre o circuito é:

- a) $2AV/(5pL)$.
- b) $2AV/(3pL)$.
- c) $AV/(pL)$.
- d) $3AV/(2pL)$.
- e) $5AV/(2pL)$.

○ 52. (UFRGS) Um secador de cabelo é constituído, basicamente, por um resistor e um soprador (motor elétrico). O resistor tem resistência elétrica de $10\ \Omega$. O aparelho opera na voltagem de 110 V e o soprador tem consumo de energia desprezível.

Supondo-se que o secador seja ligado por 15 minutos diariamente e que o valor da tarifa de energia elétrica seja de $\text{R\$ }0,40$ por kWh , o valor total do consumo mensal, em reais, será de aproximadamente:

- a) $0,36$.
- b) $3,30$.
- c) $3,60$.
- d) $33,00$.
- e) $360,00$.

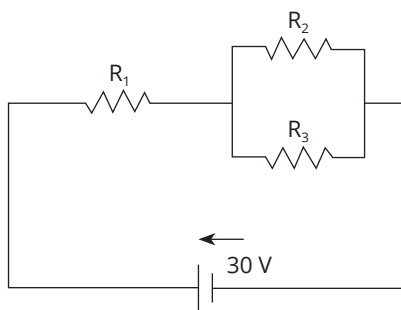
○ 53. (UFRGS) O rótulo de um chuveiro elétrico indica 4.500 W e 127 V . Isso significa que, ligado a uma rede elétrica de 127 V , o chuveiro consome:

- a) 4.500 joules por segundo.
- b) 4.500 joules por hora.
- c) 571.500 joules por segundo.
- d) 4.500 calorias por segundo.
- e) 4.500 calorias por hora.

Anotações:



○ 54. (UFRGS) No circuito representado na figura a seguir, a fonte tem força eletromotriz de 30 V e resistência interna desprezível. Os resistores têm resistências $R_1 = 20 \Omega$ e $R_2 = R_3 = 60 \Omega$.



A intensidade da corrente no resistor 2 e a potência elétrica dissipada no resistor 1 valem, respectivamente:

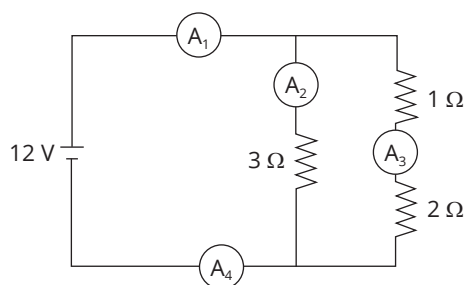
- a) 0,3 A e 5,4 W.
- b) 0,5 A e 45 W.
- c) 0,3 A e 7,2 W.
- d) 0,3 A e 3,6 W.
- e) 0,5 A e 90 W.

○ 55. (UFRGS) Uma fonte de tensão cuja força eletromotriz é de 15 V tem resistência interna de 5 Ω . A fonte está ligada em série com uma lâmpada incandescente e com um resistor. Medidas são realizadas e constata-se que a corrente elétrica que atravessa o resistor é de 0,20 A, e que a diferença de potencial na lâmpada é de 4 V.

Nessa circunstância, as resistências elétricas da lâmpada e do resistor valem, respectivamente:

- a) 0,8 Ω e 50 Ω .
- b) 20 Ω e 50 Ω .
- c) 0,8 Ω e 55 Ω .
- d) 20 Ω e 55 Ω .
- e) 20 Ω e 70 Ω .

○ 56. (UFRGS) No circuito elétrico a seguir, os amperímetros A_1 , A_2 , A_3 e A_4 , a fonte de tensão e os resistores são todos ideais.

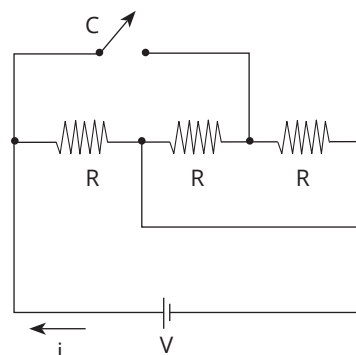


Nessas condições, pode-se afirmar que:

- a) A_1 e A_2 registram correntes de mesma intensidade.
- b) A_1 e A_4 registram correntes de mesma intensidade
- c) a corrente em A_1 é mais intensa do que a corrente em A_4 .
- d) a corrente em A_2 é mais intensa do que a corrente em A_3 .
- e) a corrente em A_3 é mais intensa do que a corrente em A_4 .

Instrução: As questões 57 e 58 referem-se ao enunciado que segue.

A figura abaixo representa um circuito elétrico com três resistores idênticos, de resistência R , ligados a uma fonte ideal de força eletromotriz V . (Considere desprezível a resistência elétrica dos fios de ligação.)



○ 57. (UFRGS) Quanto vale a corrente elétrica i , indicada no circuito, quando a chave C está aberta?

- a) $V/(3R)$
- b) $V/(2R)$
- c) V/R
- d) $2V/R$
- e) $3V/R$

○ 58. (UFRGS) Quanto vale a corrente elétrica i , indicada no circuito, quando a chave C está fechada?

- a) $V/(3R)$
- b) $V/(2R)$
- c) V/R
- d) $2V/R$
- e) $3V/R$

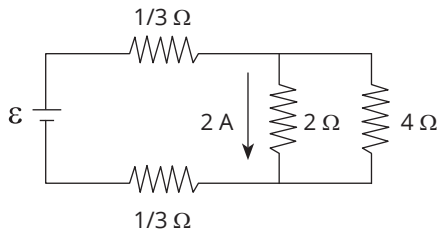
○ 59. (UFRGS) Para iluminar sua barraca, um grupo de campistas liga uma lâmpada a uma bateria de automóvel.

A lâmpada consome uma potência de 6 W quando opera sob uma tensão de 12 V. A bateria traz as seguintes especificações: 12 V, 45 Ah, sendo o último valor a carga máxima que a bateria é capaz de armazenar. Supondo-se que a bateria seja ideal e que esteja com a metade da carga máxima, e admitindo-se que a corrente fornecida por ela se mantenha constante até a carga se esgotar por completo, quantas horas a lâmpada poderá permanecer funcionando continuamente?

- a) 90h.
- b) 60h.
- c) 45h.
- d) 22h 30min.
- e) 11h 15min.

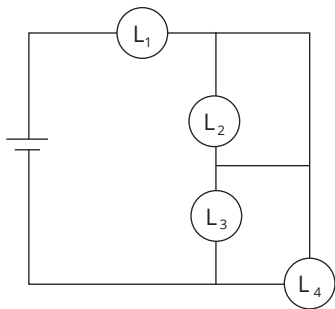


60. (UFRGS) No circuito representado na figura abaixo, a intensidade da corrente elétrica através do resistor de $2\ \Omega$ é de 2 A. O circuito é alimentado por uma fonte de tensão ideal \mathcal{E} . Qual o valor da diferença de potencial entre os terminais da fonte?



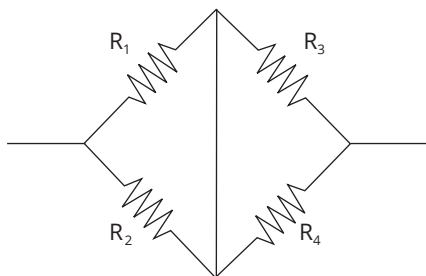
- a) 4 V
- b) $14/3$ V
- c) $16/3$ V
- d) 6 V
- e) $40/3$ V

61. No circuito abaixo, em que L_1, L_2, L_3 e L_4 representam 4 lâmpadas, é correto afirmar que passará corrente:



- a) em todas as lâmpadas.
- b) apenas em L_1 e L_4 .
- c) apenas em L_1, L_2 e L_3 .
- d) apenas em L_1, L_3 e L_4 .
- e) apenas em L_2, L_3 e L_4 .

62. (UFRGS) Observe o circuito esquematizado na figura abaixo.

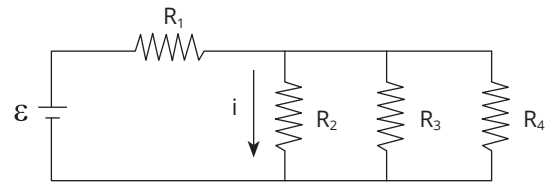


Se o ramo que contém a resistência R_4 fosse retirado, a resistência equivalente seria:

- a) $R_1 + R_2 + R_3$
- b) $\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1} + R_3$

- c) $\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1}$
- d) $\left(\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1}$
- e) $\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + R_3}\right)^{-1}$

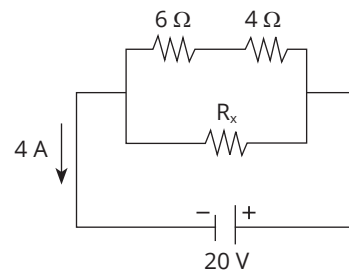
63. (UFRGS) No circuito abaixo, todos os resistores têm resistências idênticas, de valor $10\ \Omega$. A corrente elétrica i , através de R_2 , é de 500 mA. A fonte, os fios e os resistores são todos ideais.



Selecione a alternativa que indica o valor correto da diferença de potencial a que está submetido o resistor R_1 .

- a) 5 V
- b) 7,5 V
- c) 10 V
- d) 15 V
- e) 20 V

64. (UFRGS) Considere o circuito abaixo.

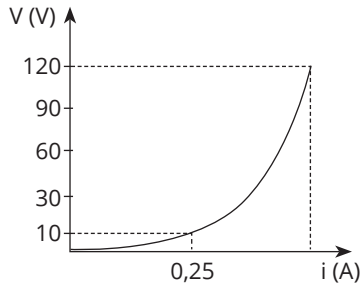


No circuito, por onde passa uma corrente elétrica de 4 A, três resistores estão conectados a uma fonte ideal de força eletromotriz de 20 V. Os valores da resistência total deste circuito e da resistência R_x são, respectivamente:

- a) $0,8\ \Omega - 2,6\ \Omega$
- b) $0,8\ \Omega - 4,0\ \Omega$
- c) $5,0\ \Omega - 5,0\ \Omega$
- d) $5,0\ \Omega - 10,0\ \Omega$
- e) $10,0\ \Omega - 4,0\ \Omega$



○ **65. (UFRGS)** O gráfico abaixo mostra a curva volt-ampère de uma lâmpada incandescente comum. A lâmpada consiste basicamente de um filamento de tungstênio que, dentro de um bulbo de vidro, está imerso em um gás inerte. A lâmpada dissipa 60 W de potência, quando opera sob tensão nominal de 120 V.

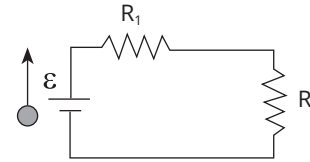


Com base no gráfico e nas características da lâmpada, é correto afirmar que:

- a resistência elétrica do filamento, no intervalo de tensão mostrado pelo gráfico, é constante e igual a 4Ω .
- a potência dissipada pela lâmpada, quando submetida a uma tensão de 10 V, é de 5 W.
- a resistência elétrica do filamento, quando a lâmpada opera na tensão de 120 V, é seis vezes maior do que quando ela está submetida à tensão de apenas 10 V.
- a corrente elétrica na lâmpada, quando ela está submetida à tensão de 120 V, é de 1 A.
- a resistência elétrica do filamento, quando a lâmpada opera na tensão de 120 V, é de 300Ω .

Anotações:

○ **66. (UFRGS)** Voltímetros e amperímetros são instrumentos mais usuais para medições elétricas. Evidentemente, para a obtenção de medidas corretas, esses instrumentos devem ser conectados de maneira adequada. Além disso, podem ser danificados se forem conectados de forma incorreta ao circuito. Suponha que se deseja medir a diferença de potencial a que está submetido o resistor R_2 do circuito abaixo, bem como a corrente elétrica que o percorre.



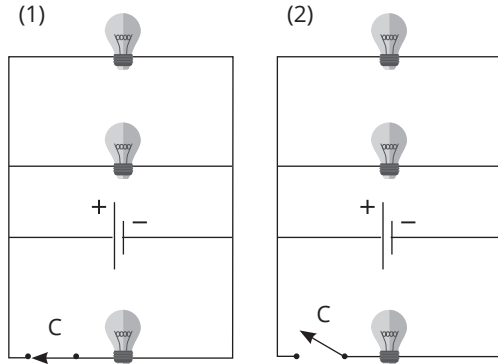
Assinale a figura que representa a correta conexão do voltmetro (V) e do amperímetro (A) ao circuito para a realização das medidas desejadas.

-
-
-
-
-

Anotações:



67. (UFRGS) Considere o circuito formado por três lâmpadas idênticas ligadas em paralelo à bateria, conforme representa a figura (1).



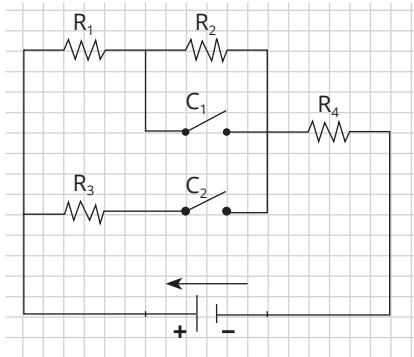
Como a chave C foi aberta na figura (2), considere as afirmações abaixo sobre a figura (2), em comparação à situação descrita na figura (1).

- I. A potência fornecida pela bateria é a mesma.
- II. A diferença de potencial aplicada a cada lâmpada acesa é a mesma.
- III. As correntes elétricas que percorrem as lâmpadas acesas são menores.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas II.
- b) Apenas III.
- c) Apenas I e II.
- d) Apenas I e III.
- e) I, II e III.

68. (UFRGS) Considere o circuito abaixo.



Neste circuito, todos os resistores são idênticos, e C_1 e C_2 são dois interruptores que podem estar abertos ou fechados, de acordo com os esquemas numerados a seguir.

	C_1	C_2
Aberto		
Fechado	X	X

(1)

	C_1	C_2
Aberto	X	X
Fechado		

(2)

	C_1	C_2
Aberto	X	
Fechado		X

(3)

	C_1	C_2
Aberto		X
Fechado	X	

(4)

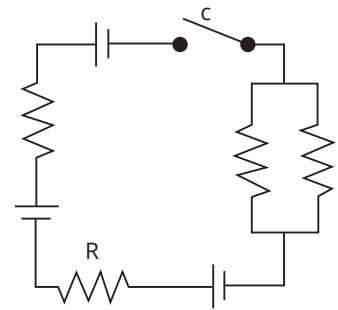
Assinale a alternativa que apresenta corretamente o ordenamento dos esquemas de ligação, em ordem crescente da corrente elétrica que passa no resistor R_4 .

- a) (4) - (2) - (3) - (1)
- b) (1) - (3) - (2) - (4)
- c) (2) - (4) - (3) - (1)
- d) (2) - (3) - (4) - (1)
- e) (3) - (2) - (1) - (4)

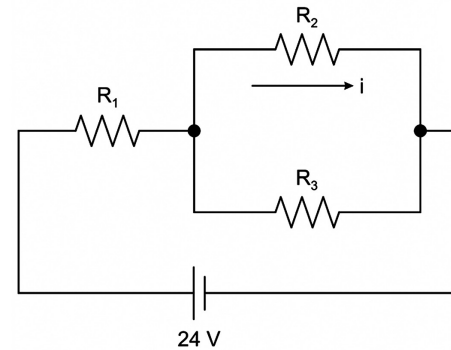
69. (UFRGS) No circuito da figura abaixo, todas as fontes de tensão são ideais e de 10 V, e todos os resistores são de 4Ω .

Quando a chave C for fechada, a potência, em W, dissipada no resistor R, será de:

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 5.



70. (UFRGS) Considere o circuito resistivo, representado na figura abaixo.

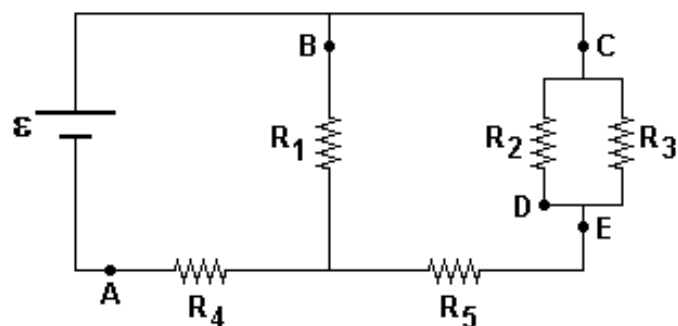


Sendo $R_1 = R_3 = 2 \Omega$ e $R_2 = 1 \Omega$ a corrente elétrica i , em R_2 é de

- a) 3 A.
- b) 4,8 A.
- c) 6 A.
- d) 8 A.
- e) 14,4 A.



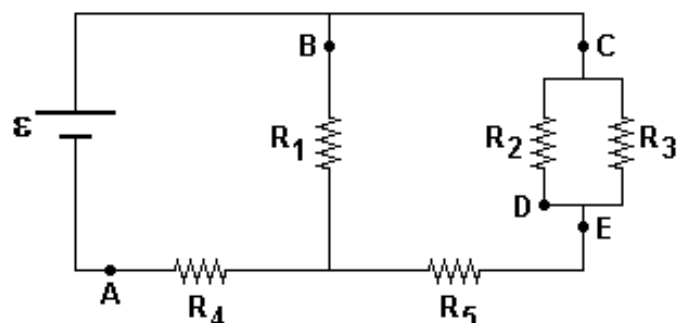
○ 71. (UFRGS) A questão refere-se ao circuito elétrico representado na figura a seguir, no qual todos os resistores têm a mesma resistência elétrica R .



Qual dos resistores está submetido à maior diferença de potencial?

- a) R_1
- b) R_2
- c) R_3
- d) R_4
- e) R_5

○ 72. (UFRGS) A questão refere-se ao circuito elétrico representado na figura a seguir, no qual todos os resistores têm a mesma resistência elétrica R .



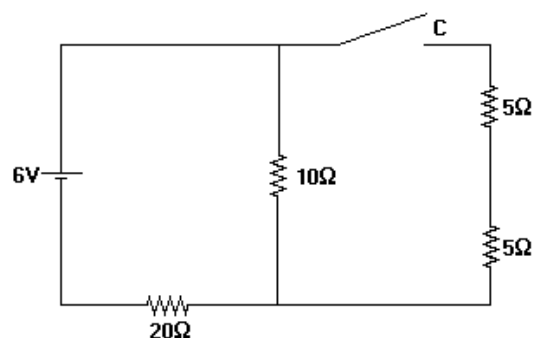
Em qual dos pontos assinalados na figura a corrente elétrica é mais intensa?

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

○ 73. (UFRGS) Quando uma diferença de potencial é aplicada aos extremos de um fio metálico, de forma cilíndrica, uma corrente elétrica " i " percorre esse fio. A mesma diferença de potencial é aplicada aos extremos de outro fio, do mesmo material, com o mesmo comprimento, mas com o dobro do diâmetro. Supondo os dois fios à mesma temperatura, qual será a corrente elétrica no segundo fio?

- a) i
- b) $2i$
- c) $i/2$
- d) $4i$
- e) $i/4$

○ 74. (UFRGS) Considere o circuito elétrico representado na figura a seguir:



Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas na afirmativa seguinte:

Com a chave C aberta, a corrente elétrica que passa pela resistência de 20Ω é de _____; com a chave C fechada, a corrente elétrica que passa pela resistência de 20Ω é de _____.

- a) 300 mA; 300 mA
- b) 200 mA; 200 mA
- c) 200 mA; 240 mA
- d) 900 mA; 780 mA
- e) 200 mA; 150 mA

Anotações:



○ **75. (UFRGS)** Somando-se as cargas dos elétrons livres contidos em 1cm^3 de um condutor metálico, encontra-se aproximadamente $-1,1 \times 10^4\text{C}$. Esse metal foi utilizado na construção de um fio e nele se fez passar uma corrente elétrica com intensidade de 1A. Quanto tempo, aproximadamente, deve-se esperar para que passe pela seção reta transversal do fio a quantidade de carga igual a $1,1 \times 10^4\text{C}$?

- a) 11000h
- b) 3min
- c) 3h
- d) 11min
- e) 0,11h

○ **76. (UFRGS)** Quatro resistores iguais são associados em série; a associação é submetida a uma diferença de potencial elétrico V. Os mesmos quatro resistores são em seguida associados em paralelo e submetidos à mesma diferença de potencial elétrico V. Assim sendo, a intensidade da corrente elétrica em um resistor da associação em série é intensidade da corrente elétrica em um resistor da associação em paralelo; a potência elétrica total dissipada na associação em série é potência elétrica total dissipada na associação em paralelo.

Qual das alternativas a seguir preenche corretamente, na ordem, as duas lacunas?

- a) igual à - igual à
- b) quatro vezes maior do que a - dezesseis vezes maior do que a
- c) quatro vezes menor do que a - dezesseis vezes menor do que a
- d) dezesseis vezes maior do que a - quatro vezes maior do que a
- e) dezesseis vezes menor do que a - quatro vezes menor do que a

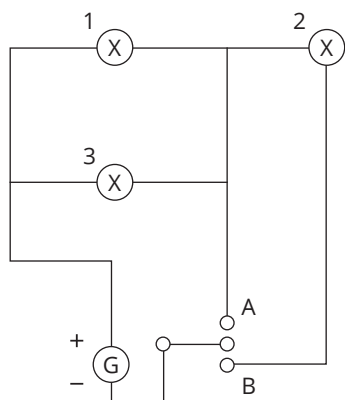
Anotações:



HABILIDADES À PROVA 10

» Geradores e receptores

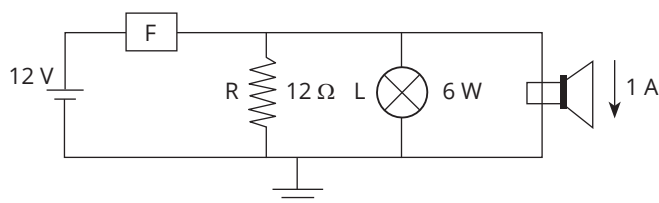
○ 1. (ENEM) Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B.



Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição:

- a) B, pois a corrente será maior nesse caso.
- b) B, pois a potência total será maior nesse caso.
- c) A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.
- d) B, pois o gerador fornecerá uma maior tensão nesse caso.
- e) A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

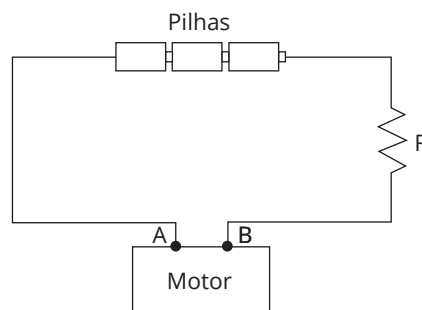
○ 2. (ENEM) Fusíveis são dispositivos de proteção de um circuito elétrico, sensíveis ao excesso de corrente elétrica. Os modelos mais simples consistem de um filamento metálico de baixo ponto de fusão, que se funde quando a corrente ultrapassa determinado valor, evitando que as demais partes do circuito sejam danificadas. A figura mostra um diagrama de um circuito em que o fusível F protege um resistor R de $12\ \Omega$, uma lâmpada L de $6\ \text{W}$ e um alto-falante que conduz $1\ \text{A}$.



Sabendo que esse fusível foi projetado para trabalhar com uma corrente até 20% maior que a corrente nominal que atravessa esse circuito, qual é o valor, em ampères, da corrente máxima que o fusível F permite passar?

- a) 1,0
- b) 1,5
- c) 2,0
- d) 2,5
- e) 3,0

○ 3. (UFRGS) O circuito a seguir representa três pilhas ideais de $1,5\ \text{V}$ cada uma, um resistor R de resistência elétrica $1,0\ \Omega$ e um motor, todos ligados em série. (Considere desprezível a resistência elétrica dos fios de ligação do circuito.)



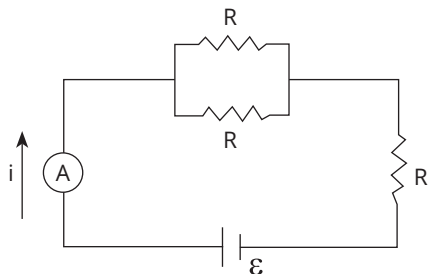
A tensão entre os terminais A e B do motor é $4,0\ \text{V}$. Qual é a potência elétrica consumida pelo motor?

- a) $0,5\ \text{W}$.
- b) $1,0\ \text{W}$.
- c) $1,5\ \text{W}$.
- d) $2,0\ \text{W}$.
- e) $2,5\ \text{W}$.

○ 4. (UFSM) As fibras óticas foram inventadas na década de 1950 e estão sendo usadas para transmitir informação. Um tipo de fibra ótica é formado por um cilindro de vidro com índice de refração n_1 , e recoberto por uma camada de vidro com índice de refração n_2 . A luz se propaga no cilindro central e não passa à camada externa, porque realiza reflexões totais na superfície de separação. Para que ocorram essas reflexões totais,

- a) $n_1 > n_2$.
- b) $n_1 = 0$.
- c) $n_1 = n_2$.
- d) $n_2 > n_1$.
- e) $n_2 = 0$.

○ 5. (UFRGS) No circuito da figura a seguir, o amperímetro A registra uma corrente $i = 0,2$ A. Cada um dos três resistores representados na figura tem resistência $R = 40 \Omega$. Qual é a potência dissipada pelo par de resistores associados em paralelo?



- a) 0,8 W
- b) 1,6 W
- c) 3,2 W
- d) 8,0 W
- e) 16,0 W

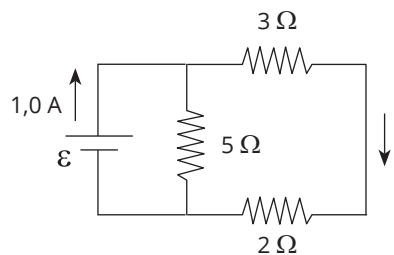
○ 6. (UFRGS) Um gerador possui uma força eletromotriz de 10 V. Quando os terminais do gerador estão conectados por um condutor com resistência desprezível, a intensidade da corrente elétrica no resistor é 2 A. Com base nessas informações, analise as seguintes afirmativas.

- I. Quando uma lâmpada for ligada aos terminais do gerador, a intensidade da corrente elétrica será 2 A.
- II. A resistência interna do gerador é 5 Ω .
- III. Se os terminais do gerador forem ligados por uma resistência elétrica de 2 Ω , a diferença de potencial elétrico entre eles será menor do que 10 V.

Quais das afirmativas estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e II.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ 7. (UFRGS) No circuito elétrico da figura abaixo, a fonte de tensão é uma fonte ideal que está sendo percorrida por uma corrente elétrica contínua de 1,0 A.



Quanto valem, respectivamente, a força eletromotriz ε da fonte e a corrente elétrica i indicadas na figura?

- a) 2,0 V e 0,2 A.
- b) 2,0 V e 0,5 A.
- c) 2,5 V e 0,3 A.
- d) 2,5 V e 0,5 A.
- e) 10,0 V e 0,2 A.

○ 8. (UFRGS) Um gerador possui uma força eletromotriz igual a 20 V. Quando os polos positivo e negativo do gerador estão em curto-circuito, a corrente elétrica entre eles tem intensidade igual a 5 A.

Com base nessas informações, analise as afirmações seguintes.

- I. A corrente elétrica máxima possível em um circuito ligado ao gerador é 5 A.
- II. A resistência interna do gerador tem 4 Ω .
- III. Quando os polos do gerador não estão ligados a um circuito fechado, a diferença de potencial entre eles é de 20 V.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.



HABILIDADES À PROVA 11

» Magnetismo

○ 1. (UFSM) Considere as afirmações a seguir, a respeito de ímãs.

I. Convencionou-se que o polo norte de um ímã é aquela extremidade que, quando o ímã pode girar livremente, aponta para o norte geográfico da Terra.

II. Polos magnéticos de mesmo nome se repelem e polos magnéticos de nomes contrários se atraem.

III. Quando se quebra, ao meio, um ímã em forma de barra, obtêm-se dois novos ímãs, cada um com apenas um polo magnético.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

○ 2. (UFSM) Considere as seguintes afirmações:

I. Um pedaço de ferro comum se transforma em um ímã pela orientação de seus ímãs elementares, constituídos pelos seus átomos.

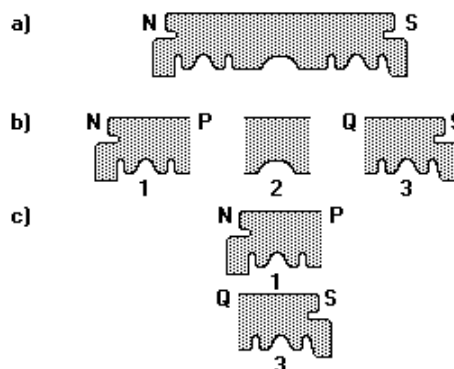
II. O campo magnético de um solenoide pode ficar mais intenso com a introdução de uma substância ferromagnética no seu interior.

III. Nas substâncias ferromagnéticas, por efeito de um campo magnético externo, ocorre um alto grau de alinhamento dos ímãs elementares.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ 3. (UFRGS) A figura (a) representa uma metade magnetizada de uma lâmina de barbear, com os polos norte e sul indicados respectivamente pelas letras N e S. Primeiramente, esta metade de lâmina é dividida em três pedaços, como indica a figura (b). A seguir, os pedaços 1 e 3 são colocados lado a lado, como indica a figura (c).



Nestas condições, podemos afirmar que os pedaços 1 e 3 se _____, pois P assinala um polo _____ e Q um polo _____.

A alternativa que preenche corretamente as lacunas na afirmativa anterior é:

- a) atrairão - norte - sul
- b) atrairão - sul - norte
- c) repelirão - norte - sul
- d) repelirão - sul - norte
- e) atrairão - sul - sul

Anotações:



○ 4. (UFRGS) Uma agulha magnética, orientada dentro do campo magnético da Terra conforme representa a figura 1, é colocada dentro do campo magnético formado entre dois polos, um norte (N) e outro sul (S), conforme ilustra a figura 2.



Figura 1

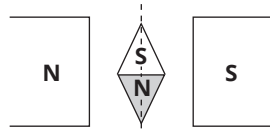
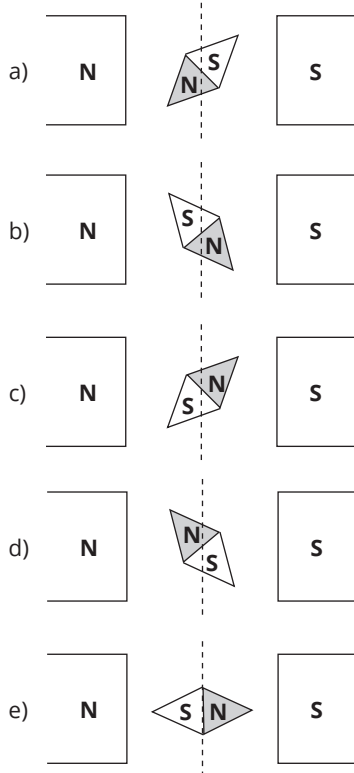


Figura 2

Se dois campos têm intensidades iguais, a agulha se moverá e a posição final será a representada pela figura:



Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

○ 5. (UFRGS) Considere as seguintes afirmações sobre magnetismo:

I. O polo magnético de um ímã repele uma das extremidades de uma barra de aço. Esse fato prova que a barra de aço está imantada.

II. O polo norte de um ímã atrai o polo sul de uma barra de ferro com uma força menor do que aquela com que repele o polo norte (mais distante) dessa mesma barra.

III. Se um ímã atrai um pedaço de ferro, esse pedaço de ferro atrai o ímã.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

Anotações:



HABILIDADES À PROVA 12

» Eletromagnetismo

○ 1. (UFSM) O campo magnético pode ser produzido pelo movimento de cargas elétricas ou, como ocorre nas ondas eletromagnéticas, pela variação do fluxo de campo elétrico local. Em qual das figuras a seguir está representado corretamente o campo magnético?

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

Anotações:

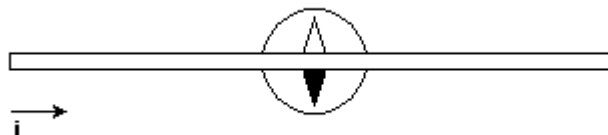
○ 2. (UFSM) Considere as seguintes afirmações:

- I. A passagem de uma corrente elétrica por um fio cria, ao seu redor, um campo magnético apenas se a corrente varia no tempo.
 II. Uma partícula carregada que se propaga no vácuo cria, ao seu redor, um campo magnético.
 III. As linhas de indução associadas ao campo magnético criado por uma corrente elétrica num condutor retilíneo são circunferências concêntricas.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
 b) apenas I e II.
 c) apenas II e III.
 d) apenas III.
 e) I, II e III.

○ 3. (UFRGS) A figura a seguir representa uma vista superior de um fio retilíneo, horizontal, conduzindo corrente elétrica i no sentido indicado. Uma bússola, que foi colocada abaixo do fio, orientou-se na direção perpendicular a ele, conforme também indica a figura.



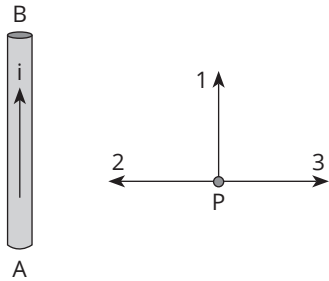
Imagine, agora, que se deseje, sem mover a bússola, fazer sua agulha inverter a orientação indicada na figura. Para obter esse efeito, considere os seguintes procedimentos.

- I - Inverter o sentido da corrente elétrica i , mantendo o fio na posição em que se encontra na figura.
 II - Efetuar a translação do fio para uma posição abaixo da bússola, mantendo a corrente elétrica i no sentido indicado na figura.
 III - Efetuar a translação do fio para uma posição abaixo da bússola e, ao mesmo tempo, inverter o sentido da corrente elétrica i .

Desconsiderando-se a ação do campo magnético terrestre, quais desses procedimentos conduzem ao efeito desejado?

- a) Apenas I.
 b) Apenas II.
 c) Apenas III.
 d) Apenas I e II.
 e) I, II e III.

○ 4. (UFRGS) A figura representa um fio retilíneo e muito longo percorrido por uma corrente elétrica convencional i , de A para B. Qual o sentido do campo magnético criado pela corrente elétrica no ponto P?



- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) Para fora da página.
- e) Para dentro da página.

○ 5. (UFRGS) Considere as seguintes situações:

- I. Um fio condutor percorrido por uma corrente elétrica contínua.
- II. Um feixe de íons positivos acelerados.
- III. Elétrons acelerados entre duas placas, uma eletricamente negativa e a outra positiva.

Em que situação(ões) se cria um campo magnético na região próxima da ocorrência do evento?

- a) Apenas em I.
- b) Apenas em II.
- c) Apenas em I e III.
- d) Apenas em II e III.
- e) Em I, II e III.

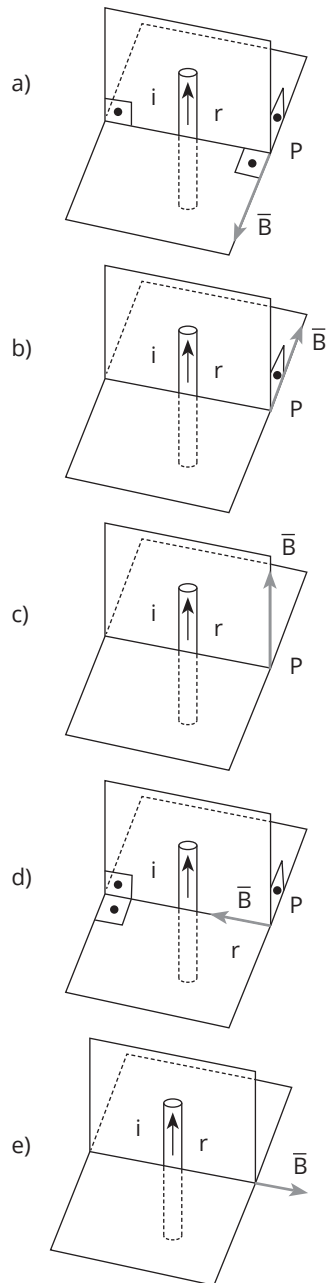
○ 6. (UFRGS) Um fio condutor retilíneo e muito longo é percorrido por uma corrente elétrica que cria um campo magnético \vec{B} , em torno do fio. Nessa situação:

- a) \vec{B} tem direção paralela ao fio.
- b) \vec{B} tem a mesma direção em qualquer ponto equidistante do fio.
- c) \vec{B} tem o mesmo sentido da corrente elétrica.
- d) o módulo de \vec{B} não depende da intensidade da corrente elétrica.
- e) o módulo de \vec{B} diminui à medida que a distância em relação ao condutor aumenta.

○ 7. (UFRGS) Um fio retilíneo muito longo é percorrido por uma corrente elétrica constante de intensidade i e o vetor indução magnética, em um ponto P perto do fio, tem módulo B. Se o mesmo fio for percorrido por uma corrente elétrica constante de intensidade $2i$, o módulo do vetor indução magnética no mesmo ponto P será:

- a) $B/4$
- b) $B/2$
- c) B
- d) $2B$
- e) $4B$

○ 8. (UFRGS) Um condutor retilíneo é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade "i", cujo sentido é indicado na figura a seguir. A orientação do vetor indução magnética "B" no ponto "P", a uma distância "r" do condutor, está corretamente representada na figura:

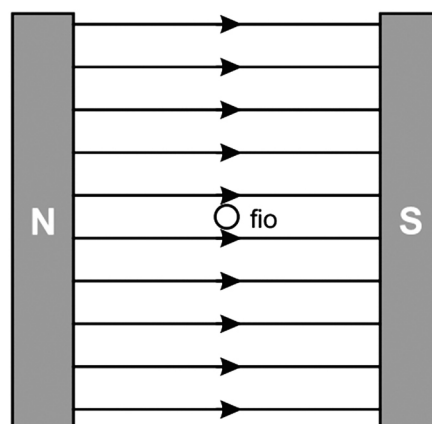


○ 9. (UFRGS) Um fio condutor retilíneo e muito longo é percorrido por uma corrente elétrica constante, que cria um campo magnético em torno do fio. Esse campo magnético:

- a) tem o mesmo sentido da corrente elétrica.
- b) é uniforme.
- c) diminui à medida que a distância em relação ao condutor aumenta.
- d) é paralelo ao fio.
- e) aponta para o fio.

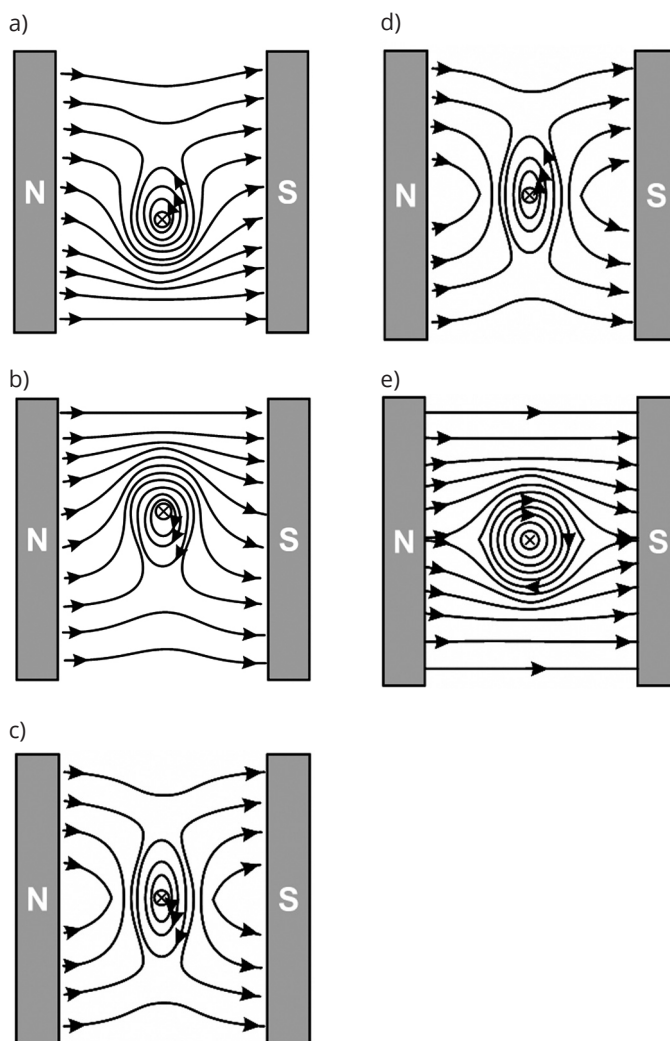
Anotações:

○ 10. (UFRGS) Um fio condutor está fixamente colocado na região entre os polos de um ímã. A figura abaixo representa um corte da região interior, que mostra o campo magnético uniforme (desprezando os efeitos de borda) e o fio entrando perpendicularmente no plano da página.



Em dado instante, uma corrente elétrica começa a fluir pelo fio, com sentido "para dentro da página".

A alternativa que melhor representa a configuração final das linhas de campo magnético é:



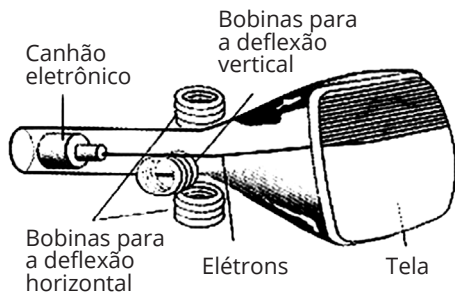
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



HABILIDADES À PROVA 13

» Força magnética

○ 1. (ENEM) A figura mostra o tubo de imagens dos aparelhos de televisão usado para produzir as imagens sobre a tela. Os elétrons do feixe emitido pelo canhão eletrônico são acelerados por uma tensão de milhares de volts e passam por um espaço entre bobinas onde são defletidos por campos magnéticos variáveis, de forma a fazerem a varredura da tela.



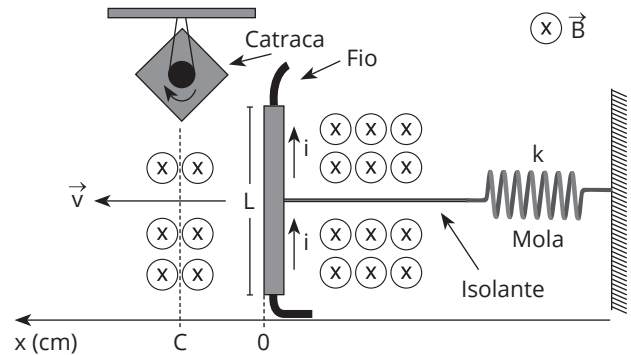
Nos manuais que acompanham os televisores é comum encontrar, entre outras, as seguintes recomendações:

- I. Nunca abra o gabinete ou toque as peças no interior do televisor.
- II. Não coloque seu televisor próximo de aparelhos domésticos com motores elétricos ou ímãs.

Estas recomendações estão associadas, respectivamente, aos aspectos de:

- a) riscos pessoais por alta tensão - perturbação ou deformação de imagem por campos externos
- b) proteção dos circuitos contra manipulação indevida - perturbação ou deformação de imagem por campos externos
- c) riscos pessoais por alta tensão - sobrecarga dos circuitos internos por ações externas
- d) proteção dos circuitos contra a manipulação indevida - sobrecarga da rede por fuga de corrente
- e) proteção dos circuitos contra manipulação indevida - sobrecarga dos circuitos internos por ação externa

○ 2. (ENEM) Desenvolve-se um dispositivo para abrir automaticamente uma porta no qual um botão, quando acionado, faz com que uma corrente elétrica $i = 6 \text{ A}$ percorra uma barra condutora de comprimento $L = 5 \text{ cm}$, cujo ponto médio está preso a uma mola de constante elástica $k = 5 \cdot 10^{-2} \text{ N/cm}$. O sistema mola-condutor está imerso em um campo magnético uniforme perpendicular ao plano. Quando acionado o botão, a barra sairá da posição de equilíbrio a uma velocidade média de 5 m/s e atingirá a catraca em 6 milissegundos, abrindo a porta.

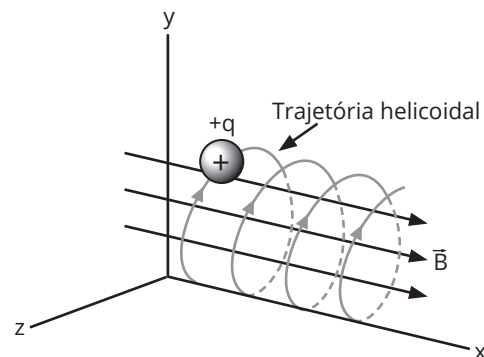


A intensidade do campo magnético, para que o dispositivo funcione corretamente, é de:

- a) $5 \cdot 10^{-1} \text{ T}$
- b) $5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$
- c) $5 \cdot 10^1 \text{ T}$
- d) $2 \cdot 10^{-2} \text{ T}$
- e) $2 \cdot 10^0 \text{ T}$

○ 3. (ENEM) O espectrômetro de massa de tempo de voo é um dispositivo utilizado para medir a massa de íons.

Nele, um íon de carga elétrica q é lançado em uma região de campo magnético constante B , descrevendo uma trajetória helicoidal, conforme a figura. Essa trajetória é formada pela composição de um movimento circular uniforme no plano yz e uma translação ao longo do eixo x . A vantagem desse dispositivo é que a velocidade angular do movimento helicoidal do íon é independente de sua velocidade inicial. O dispositivo então mede o tempo t de voo para N voltas do íon. Logo, com base nos valores q , B , N e t , pode-se determinar a massa do íon.

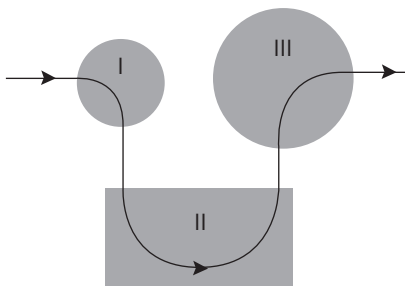


A massa do íon medida por esse dispositivo será:

- a) $\frac{qBt}{2\pi N}$
- b) $\frac{qBt}{\pi N}$
- c) $\frac{2qBt}{\pi N}$
- d) $\frac{qBt}{N}$
- e) $\frac{2qBt}{N}$



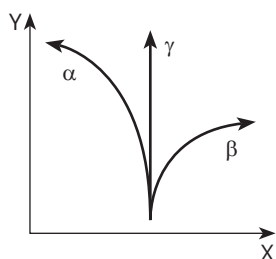
○ 4. (UFRGS) Na figura abaixo, está representada a trajetória de uma partícula de carga negativa que atravessa três regiões onde existem campos magnéticos uniformes e perpendiculares à trajetória da partícula.



Nas regiões I e III, as trajetórias são quartos de circunferências e, na região II, a trajetória é uma semicircunferência. A partir da trajetória representada, pode-se afirmar corretamente que os campos magnéticos nas regiões I, II e III, em relação à página, estão, respectivamente:

- a) entrando, saindo e entrando.
- b) entrando, saindo e saindo.
- c) saindo, saindo e entrando.
- d) entrando, entrando e entrando.
- e) saindo, entrando e saindo.

○ 5. (UFRGS) Partículas α , β e γ são emitidas por uma fonte radioativa e penetram em uma região do espaço onde existe um campo magnético uniforme. As trajetórias são coplanares com o plano desta página e estão representadas na figura se segue.



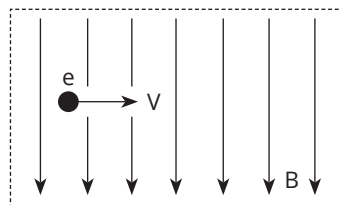
Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do enunciado abaixo.

A julgar pelas trajetórias representadas na figura acima, o campo magnético _____ plano da figura.

- a) aponta no sentido positivo do eixo X, no
- b) aponta no sentido negativo do eixo X, no
- c) aponta no sentido positivo do eixo Y, no
- d) entra perpendicularmente no
- e) sai perpendicularmente do

○ 6. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas no fim do enunciado que segue, na ordem em que aparecem.

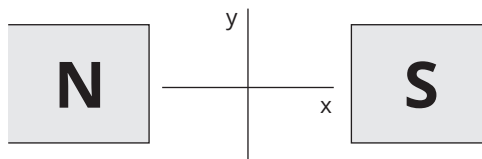
Um elétron atravessa, com velocidade constante de módulo v , uma região do espaço onde existem campos elétrico e magnético uniformes e perpendiculares entre si. Na figura abaixo, estão representados o campo magnético, de módulo B , e a velocidade do elétron, mas o campo elétrico não está representado.



Desconsiderando-se qualquer outra interação, é correto afirmar que o campo elétrico _____ página, perpendicularmente, e que seu módulo vale _____.

- a) penetra na - vB
- b) emerge da - vB
- c) penetra na - eB
- d) emerge da - eB
- e) penetra na - E/B

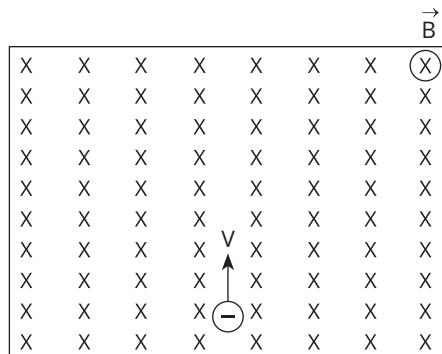
○ 7. (UFRGS) Na figura estão representados os polos norte (N) e sul (S) de dois ímãs. Na região entre esses polos existe um campo magnético uniforme na direção x . Seja z a direção perpendicular ao plano formado pelas direções x e y . A força magnética exercida sobre um elétron é nula somente quando ele for lançado nessa região segundo a direção:



- a) x
- b) y
- c) z
- d) x ou z
- e) y ou z

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

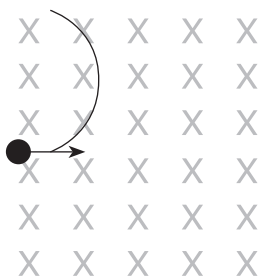
8. (UFRGS) Um feixe de elétrons é lançado com velocidade \vec{V} paralelamente ao plano da página no interior de um campo magnético uniforme de intensidade B , para dentro da página, como representa a figura.



Nessas condições, verifica-se que:

- a) os elétrons sofrem um desvio para dentro da página, no interior do campo magnético.
- b) o módulo da velocidade dos elétrons no interior do campo magnético diminui.
- c) os elétrons sofrem um desvio para a direita no plano da página, sendo que o módulo da sua velocidade não varia.
- d) os elétrons não mudam a direção de seu movimento, e o módulo da sua velocidade aumenta.
- e) a força magnética sobre os elétrons tem a mesma direção que sua velocidade.

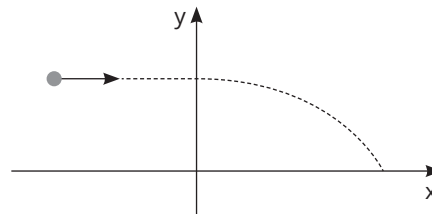
9. (UFRGS) A figura representa a trajetória semicircular de um próton lançado com velocidade \vec{v} , perpendicularmente à direção do campo magnético B , uniforme, cujo sentido é para dentro da página.



Qual seria o movimento de um elétron lançado nas mesmas condições, no domínio do campo magnético?

- a) O mesmo que o do próton.
- b) Semicircular, girando em sentido horário.
- c) Retilíneo, com aceleração constante.
- d) Retilíneo, com velocidade constante.
- e) De trajetória curva, com velocidade variável em módulo.

10. (UFRGS) Uma partícula com carga negativa se desloca no segundo quadrante paralelamente ao eixo dos x , para a direita, com velocidade constante, até atingir o eixo dos y (conforme a figura). A partir daí a sua trajetória se encurva.



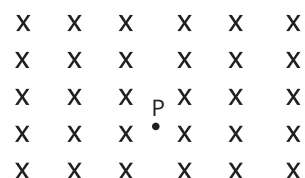
Com base nisso, é possível que no primeiro quadrante haja:

- I. somente um campo elétrico paralelo ao eixo dos y no sentido dos y negativos.
- II. somente um campo magnético perpendicular ao plano xy , entrando no plano xy .
- III. um campo elétrico paralelo ao eixo dos x e um campo magnético perpendicular ao plano xy .

Qual(is) afirmativa(s) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

11. (UFRGS) A figura abaixo representa uma região do espaço no interior de um laboratório, onde existe um campo magnético estático e uniforme. As linhas do campo apontam perpendicularmente para dentro da folha, conforme indicado.



Uma partícula carregada negativamente é lançada a partir do ponto P com velocidade inicial V_0 em relação ao laboratório.

Assinale V (verdadeiro) e F (falso) as afirmações abaixo, referentes ao movimento subsequente da partícula, com respeito ao laboratório.

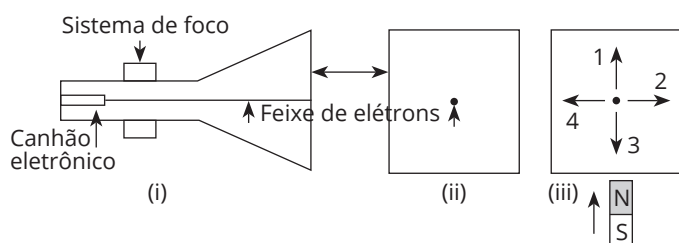
- () Se V_0 for perpendicular ao plano da página, a partícula seguirá uma linha reta, mantendo sua velocidade inicial.
- () Se V_0 apontar para a direita, a partícula se desviará para o pé da página.
- () Se V_0 apontar para o alto da página, a partícula se desviará para a esquerda.

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

- a) V - V - F
- b) F - F - V
- c) F - V - F
- d) V - F - V
- e) V - V - V



○ 12. (UFRGS) A figura (i) abaixo esquematiza um tubo de raios catódicos. Nele, um feixe de elétrons é emitido pelo canhão eletrônico, é colimado no sistema de foco e incide sobre uma tela transparente que se ilumina no ponto de chegada. Um observador posicionado em frente ao tubo vê a imagem representada em (ii). Um ímã é então aproximado da tela, com velocidade constante e vertical, conforme mostrado em (iii).



Assinale a alternativa que descreve o comportamento do feixe após sofrer a influência do ímã.

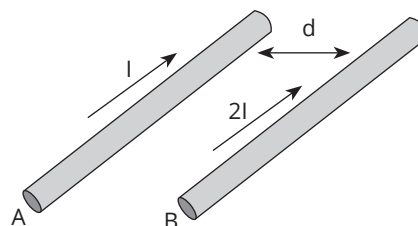
- a) O feixe será desviado seguindo a seta 1.
- b) O feixe será desviado seguindo a seta 2.
- c) O feixe será desviado seguindo a seta 3.
- d) O feixe será desviado seguindo a seta 4.
- e) O feixe não será desviado.

○ 13. (UFRGS) Dois campos, um elétrico e outro magnético, antiparalelos, coexistem em certa região do espaço. Uma partícula eletricamente carregada é liberada, a partir do repouso, em um ponto qualquer dessa região. Assinale a alternativa que indica a trajetória que a partícula descreve.

- a) Circunferencial.
- b) Elipsoidal.
- c) Helicoidal.
- d) Parabólica.
- e) Retilínea.

○ 14. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que elas aparecem.

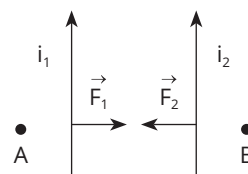
A figura abaixo representa dois fios metálicos paralelos, A e B, próximos um do outro, que são percorridos por correntes elétricas de mesmo sentido e de intensidades iguais a I e $2I$, respectivamente. A força que o fio A exerce sobre o fio B é _____, e sua intensidade é _____ intensidade da força exercida pelo fio B sobre o fio A.



- a) repulsiva - duas vezes maior do que a
- b) repulsiva - igual à
- c) atrativa - duas vezes menor do que a
- d) atrativa - duas vezes maior do que a
- e) atrativa - igual à

Instrução: As questões 15 a 17 referem-se ao enunciado e à figura abaixo.

Dois fios condutores, longos, retos e paralelos, são representados pela figura abaixo. Ao serem percorridos por correntes elétricas contínuas, de mesmo sentido e de intensidade i_1 e i_2 , os fios interagem através das forças \vec{F}_1 e \vec{F}_2 , conforme indica a figura.



○ 15. (UFRGS) Sendo $i_1 = 2i_2$, os módulos F_1 e F_2 das forças são tais que:

- a) $F_1 = 4F_2$
- b) $F_1 = 2F_2$
- c) $F_1 = F_2$
- d) $F_1 = F_2/2$
- e) $F_1 = F_2/4$

○ 16. (UFRGS) Os vetores campo magnético resultantes nos pontos A e B indicados na figura, devidos às correntes i_1 e i_2 :

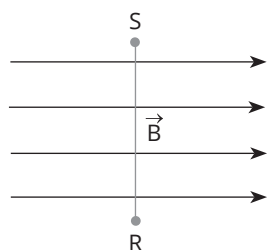
- a) são paralelos aos vetores \vec{F}_1 e \vec{F}_2 e apontam em sentidos opostos.
- b) são paralelos aos fios e têm o mesmo sentido das correntes elétricas.
- c) são paralelos aos fios e têm sentidos opostos aos das correntes elétricas.
- d) têm direção perpendicular ao plano que contém os fios (plano da página) e apontam no mesmo sentido.
- e) têm direção perpendicular ao plano que contém os fios (plano da página) e apontam em sentidos opostos.

○ 17. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do parágrafo abaixo.

Invertendo-se os sentidos das correntes elétricas i_1 e i_2 , as forças de interação F_1 e F_2 _____ e os vetores campo magnético nos pontos A e B _____.

- a) permanecem inalteradas - permanecem inalterados
- b) permanecem inalteradas - invertem seus sentidos
- c) invertem seus sentidos - permanecem inalterados
- d) invertem seus sentidos - invertem seus sentidos
- e) permanecem inalteradas - sofrem rotação de 90°

○ 18. (UFRGS) Um fio condutor está colocado em uma região onde existe um campo magnético B, uniforme, paralelo ao plano da página, conforme mostra o desenho.



A partir de um dado instante passa a circular no interior do fio uma corrente elétrica i , de R para S. Nessa situação, qual o sentido da força magnética sobre o fio?

- a) De R para S.
- b) De S para R.
- c) Para a direita.
- d) Para a esquerda.
- e) Para dentro da página.

Instrução: O enunciado abaixo refere-se às questões 19 e 20.

Um segmento retilíneo de fio conduz uma corrente elétrica i , em uma região onde existe um campo magnético uniforme B . Devido a este campo magnético, o fio fica sob o efeito de uma força de módulo F , cuja direção é perpendicular ao fio e à direção de B .

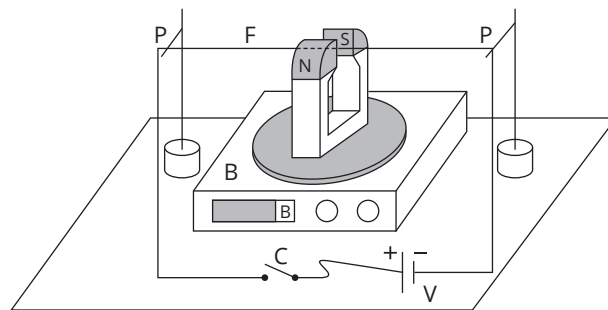
○ 19. (UFRGS) Se duplicarmos as intensidades do campo magnético e da corrente elétrica, mantendo inalterados todos os demais fatores, a força exercida sobre o fio passará a ter módulo:

- a) $8F$
- b) $4F$
- c) F
- d) $F/4$
- e) $F/8$

○ 20. (UFRGS) O efeito ao qual se refere o enunciado constitui o princípio de funcionamento de:

- a) motores elétricos.
- b) aquecedores elétricos.
- c) capacitores.
- d) reostatos.
- e) eletroscópios.

○ 21. (UFRGS) No esquema da figura abaixo, o fio F, horizontalmente suspenso e fixo nos pontos de suporte P, passa entre os polos de um ímã, em que o campo magnético é suposto horizontal e uniforme. O ímã, por sua vez, repousa sobre uma balança B, que registra seu peso.

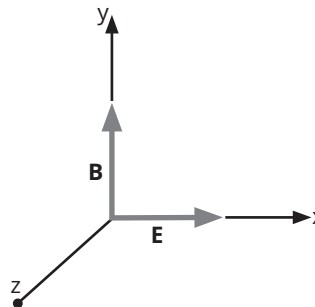


Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Em dado instante, a chave C é fechada, e uma corrente elétrica circula pelo fio. O fio sofre uma força vertical, _____, e o registro na balança _____.

- a) para baixo - não se altera
- b) para baixo - aumenta
- c) para baixo - diminui
- d) para cima - aumenta
- e) para cima - diminui

○ 22. (UFRGS) Em uma dada região do espaço, existem campos elétrico (E) e magnético (B), orientados perpendicularmente entre si. A figura abaixo representa a situação.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Para que uma carga positiva movendo-se paralelamente ao eixo z atravessasse essa região sem sofrer desvio em sua trajetória, o módulo de sua velocidade deve ser igual a _____ e o sentido do seu movimento deve ser _____.

- a) $|B|/|E|$; $+z$
- b) $|E| \times |E|$; $+z$
- c) $|E|/|B|$; $+z$
- d) $|B| \times |E|$; $-z$
- e) $|E|/|B|$; $-z$



HABILIDADES À PROVA 14

» Indução eletromagnética

○ 1. (ENEM) A tecnologia de comunicação da etiqueta RFID (chamada de etiqueta inteligente) é usada há anos para rastrear gado, vagões de trem, bagagem aérea e carros nos pedágios. Um modelo mais barato dessas etiquetas pode funcionar sem baterias e é constituído por três componentes: um microprocessador de silício; uma bobina de metal, feita de cobre ou de alumínio, que é enrolada em um padrão circular; e um encapsulador, que é um material de vidro ou polímero envolvendo o microprocessador e a bobina. Na presença de um campo de radiofrequência gerado pelo leitor, a etiqueta transmite sinais. A distância de leitura é determinada pelo tamanho da bobina e pela potência da onda de rádio emitida pelo leitor.

Disponível em: <http://eletronicos.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

A etiqueta funciona sem pilhas porque o campo:

- a) elétrico da onda de rádio agita elétrons da bobina.
- b) elétrico da onda de rádio cria uma tensão na bobina.
- c) magnético da onda de rádio induz corrente na bobina.
- d) magnético da onda de rádio aquece os fios da bobina.
- e) magnético da onda de rádio diminui a ressonância no interior da bobina.

○ 2. (ENEM) O manual de funcionamento de um captador de guitarra elétrica apresenta o seguinte texto:

Esse captador comum consiste de uma bobina, fios condutores enrolados em torno de um ímã permanente. O campo magnético do ímã induz o ordenamento dos polos magnéticos na corda da guitarra, que está próxima a ele. Assim, quando a corda é tocada, as oscilações produzem variações, com o mesmo padrão, no fluxo magnético que atravessa a bobina. Isso induz uma corrente elétrica na bobina, que é transmitida até o amplificador e, daí, para o alto-falante.

Um guitarrista trocou as cordas originais de sua guitarra, que eram feitas de aço, por outras feitas de náilon. Com o uso dessas cordas, o amplificador ligado ao instrumento não emitia mais som, porque a corda de náilon:

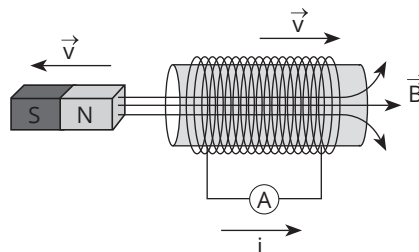
- a) isola a passagem de corrente elétrica da bobina para o alto-falante.
- b) varia seu comprimento mais intensamente do que ocorre com o aço.
- c) apresenta uma magnetização desprezível sob a ação do ímã permanente.
- d) induz correntes elétricas na bobina mais intensas que a capacidade do captador.
- e) oscila com uma frequência menor do que a que pode ser percebida pelo captador.

○ 3. (ENEM) Há vários tipos de tratamentos de doenças cerebrais que requerem a estimulação de partes do cérebro por correntes elétricas. Os eletrodos são introduzidos no cérebro para gerar pequenas correntes em áreas específicas. Para se eliminar a necessidade de introduzir eletrodos no cérebro, uma alternativa é usar bobinas que, colocadas fora da cabeça, sejam capazes de induzir correntes elétricas no tecido cerebral.

Para que o tratamento de patologias cerebrais com bobinas seja realizado satisfatoriamente, é necessário que:

- a) haja um grande número de espiras nas bobinas, o que diminui a voltagem induzida.
- b) o campo magnético criado pelas bobinas seja constante, de forma a haver indução eletromagnética.
- c) se observe que a intensidade das correntes induzidas depende da intensidade da corrente nas bobinas.
- d) a corrente nas bobinas seja contínua, para que o campo magnético possa ser de grande intensidade.
- e) o campo magnético dirija a corrente elétrica das bobinas para dentro do cérebro do paciente.

○ 4. (ENEM) O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a v , induzindo uma corrente elétrica de intensidade i , como ilustrado na figura.



A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para a:

- a) esquerda e o ímã para a direita com polaridade invertida.
- b) direita e o ímã para a esquerda com polaridade invertida.
- c) esquerda e o ímã para a esquerda com mesma polaridade.
- d) direita e manter o ímã em repouso com polaridade invertida.
- e) esquerda e manter o ímã em repouso com mesma polaridade.

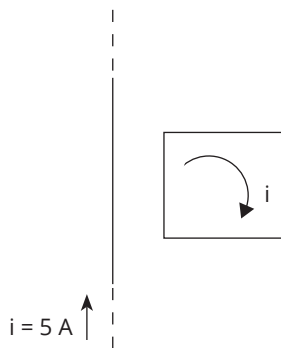


○ 5. (ENEM) Em uma usina geradora de energia elétrica, seja através de uma queda-d'água ou através de vapor sob pressão, as pás do gerador são postas a girar. O movimento relativo de um ímã em relação a um conjunto de bobinas produz um fluxo magnético variável através delas, gerando uma diferença de potencial em seus terminais. Durante o funcionamento de um dos geradores, o operador da usina percebeu que houve um aumento inesperado da diferença de potencial elétrico nos terminais das bobinas.

Nessa situação, o aumento do módulo da diferença de potencial obtida nos terminais das bobinas resulta do aumento do(a)

- intervalo de tempo em que as bobinas ficam imersas no campo magnético externo, por meio de uma diminuição de velocidade no eixo de rotação do gerador.
- fluxo magnético através das bobinas, por meio de um aumento em sua área interna exposta ao campo magnético aplicado.
- intensidade do campo magnético no qual as bobinas estão imersas, por meio de aplicação de campos magnéticos mais intensos.
- rapidez com que o fluxo magnético varia através das bobinas, por meio de um aumento em sua velocidade angular.
- resistência interna do condutor que constitui as bobinas, por meio de um aumento na espessura dos terminais.

○ 6. (UFSM)



No circuito fechado da figura, a corrente induzida tem sentido horário, quando ele:

- fica em repouso.
- é deslocado para cima, paralelo ao fio.
- é deslocado para baixo, paralelo ao fio.
- é deslocado para a esquerda, na horizontal.
- é deslocado para a direita, na horizontal.

○ 7. (UFSM) O alto-falante, usado na comunicação, em megafones, rádios, televisões, tem o seu princípio de funcionamento ligado à lei de

- Coulomb.
- Ohm.
- Joule.
- Ampère.
- Faraday.

○ 8. (UFSM) A tecnologia das grandes usinas hidroelétricas depende de extensas linhas de transmissão. As linhas de transmissão usualmente transportam energia elétrica em _____ tensão. O transformador é um dispositivo que permite transformar baixa tensão e _____ corrente em alta tensão e _____ corrente e vice-versa. No transformador, o fluxo magnético associado ao campo criado pela corrente _____ no primário gera uma corrente no secundário, conforme a lei de Faraday.

A alternativa que completa, corretamente, as lacunas é

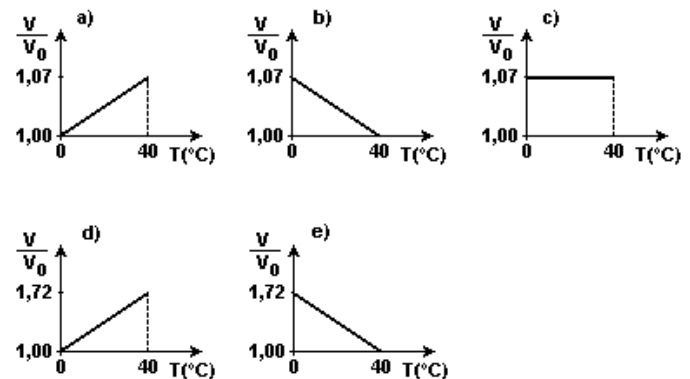
- alta - alta - baixa - contínua.
- alta - baixa - alta - alternada.
- baixa - baixa - baixa - contínua.
- alta - alta - baixa - alternada.
- baixa - baixa - alta - contínua.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

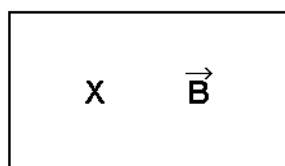
As usinas hidroelétricas, que utilizam a água acumulada em represas para fazer funcionar suas turbinas, são responsáveis pela perturbação no ciclo natural das cheias e secas dos rios, pela inundação de áreas de terra cada vez maiores, pela retenção de nutrientes que, se não fosse esse uso, estariam distribuídos mais ou menos uniformemente, ao longo dos rios.

A queima de carvão mineral para a geração do vapor d'água que move as turbinas das usinas termoeletricas lança, na atmosfera, além de dióxido de carbono, grandes quantidades de enxofre e óxidos nitrogenados, gases que formam a chuva ácida. As usinas nucleares causam impacto ambiental mesmo na ausência de acidentes, porque retiram a água do mar ou dos rios para resfriar os núcleos de seus geradores, devolvendo-a a uma temperatura bem mais alta. Esse aquecimento afeta os organismos aquáticos, pois o aumento da temperatura deixa a água pobre em oxigênio pela diminuição da solubilidade.

○ 9. (UFSM) A turbina movimentada pela água está acoplada a um gerador elétrico. A figura que representa corretamente o sentido da corrente convencional (i) num segmento de condutor que se desloca com velocidade \vec{v} , numa região de campo magnético uniforme \vec{E} , é:



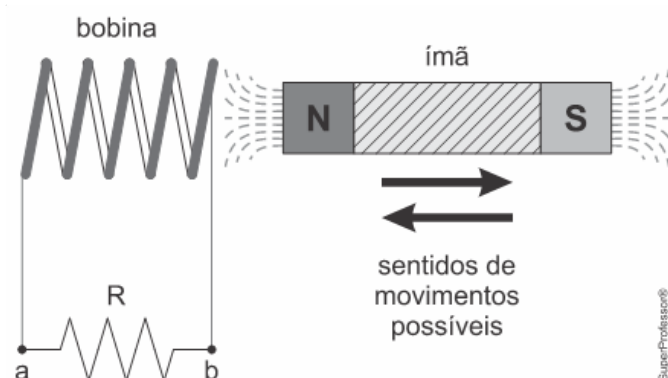
○ 10. (UFSM)



Se um campo magnético que passa através da espira aumenta uniformemente com o tempo, então a corrente induzida

- é nula.
- está no sentido horário e é constante no tempo.
- está no sentido anti-horário e é constante no tempo.
- está no sentido horário e é crescente no tempo.
- está no sentido anti-horário e é crescente no tempo.

○ 11. (UFRGS) A figura abaixo representa um ímã que se move ao longo do eixo de uma bobina, que se encontra conectada a um resistor R.



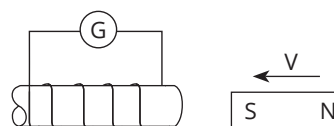
Considere as seguintes afirmações.

- A corrente elétrica em R só existe, se o ímã estiver acelerando.
- A corrente elétrica flui de a para b, quando o ímã se move para a esquerda.
- A corrente elétrica em R é máxima, quando o ímã estiver completamente inserido na bobina.

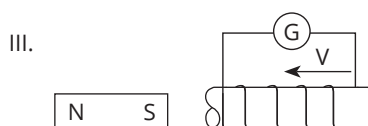
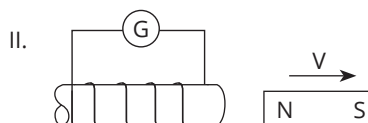
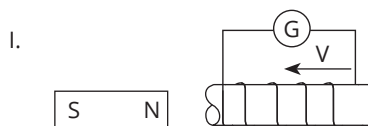
Quais estão corretas?

- Apenas I.
- Apenas II.
- Apenas I e III.
- Apenas II e III.
- I, II e III.

○ 12. (UFRGS) A figura abaixo representa um experimento em que um ímã está sendo aproximado com velocidade V de uma bobina em repouso, ligada em série com um galvanômetro G.



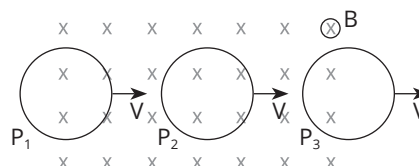
A seguir, três variantes do mesmo experimento estão representadas nas figuras I, II e III.



Assinale a alternativa que indica corretamente as variantes que possuem corrente elétrica induzida igual àquela produzida no experimento original.

- Apenas I.
- Apenas II.
- Apenas III.
- Apenas I e II.
- I, II e III.

○ 13. (UFRGS) A figura abaixo representa três posições, P₁, P₂ e P₃, de um anel condutor que se desloca com velocidade v constante numa região em que há um campo magnético B, perpendicular ao plano da página.

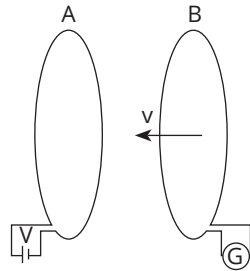


Com base nestes dados, é correto afirmar que uma corrente elétrica induzida no anel surge:

- apenas em P₁.
- apenas em P₃.
- apenas em P₁ e P₃.
- apenas em P₂ e P₃.
- em P₁, P₂ e P₃.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

14. (UFRGS) Observe a figura abaixo.



Esta figura representa dois circuitos, cada um contendo uma espira de resistência elétrica não nula. O circuito A está em repouso e é alimentado por uma fonte de tensão constante V . O circuito B aproxima-se com velocidade constante de módulo v , mantendo-se paralelos os planos das espiras. Durante a aproximação, uma força eletromotriz (f.e.m.) induzida aparece na espira do circuito B, gerando uma corrente elétrica que é medida pelo galvanômetro G.

Sobre essa situação, são feitas as seguintes afirmações.

- I. A intensidade da f.e.m. induzida depende de v .
- II. A corrente elétrica induzida em B também gera campo magnético.
- III. O valor da corrente elétrica induzida em B independe da resistência elétrica deste circuito.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.
- e) I, II e III.

15. (UFRGS) Um campo magnético cuja intensidade varia no tempo atravessa uma bobina de 100 espiras e de resistência elétrica desprezível. A esta bobina está conectada em série uma lâmpada cuja resistência elétrica é de $10,0 \Omega$ e que está dissipando $10,0 \text{ W}$. A variação temporal do fluxo magnético através de cada espira é, em módulo, de:

- a) $0,01 \text{ Wb/s}$.
- b) $0,10 \text{ Wb/s}$.
- c) $1,0 \text{ Wb/s}$.
- d) $10,0 \text{ Wb/s}$.
- e) $100,0 \text{ Wb/s}$.

16. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir, na ordem em que aparecem.

A figura 1 representa um anel condutor, em repouso, sobre o plano yz de um sistema de coordenadas, com seu centro coincidindo com a origem O do sistema, e um ímã em forma de barra que é movimentado sobre o eixo dos x , entre o anel e o observador.

O gráfico a seguir (figura 2), representa a velocidade v desse ímã em função do tempo t , em três intervalos consecutivos, designados por I, II e III.

Figura 1

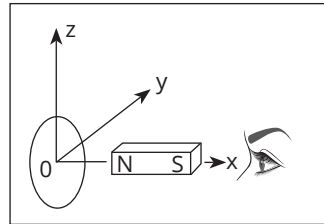
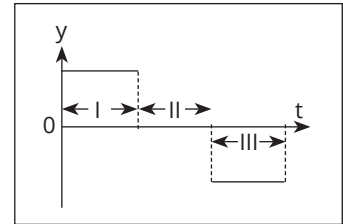


Figura 2



(Nesse gráfico, $v > 0$ significa movimento no sentido $+x$ e $v < 0$ significa movimento no sentido $-x$.)

Com base nas informações apresentadas acima, é correto afirmar que, durante o intervalo, o campo magnético induzido em O tem o sentido e a corrente elétrica induzida no anel tem, para o observador, o sentido

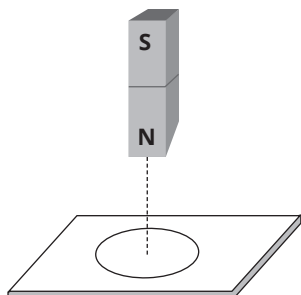
- a) I ; $-x$; horário
- b) I ; $+x$; anti-horário
- c) II ; $-x$; anti-horário
- d) III ; $+x$; horário
- e) III ; $-x$; anti-horário

17. (UFRGS) Um aparelho de rádio portátil pode funcionar tanto ligado a um conjunto de pilhas que fornece uma diferença de potencial de 6 V quanto a uma tomada elétrica de 120 V e 60 Hz . Isso se deve ao fato de a diferença de potencial de 120 V ser aplicada ao primário de um transformador existente no aparelho, que reduz essa diferença de potencial para 6 V . Para esse transformador, pode-se afirmar que a razão N_1/N_2 , entre o número N_1 de espiras no primário e o número N_2 de espiras no secundário, é aproximadamente:

- a) $1/20$
- b) $1/10$
- c) 1
- d) 10
- e) 20

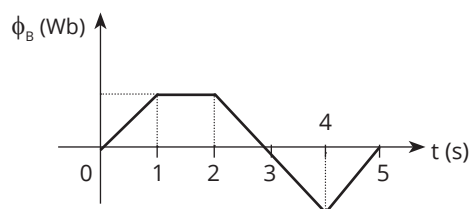


○ 18. (UFRGS) Um ímã cai ao longo do trecho de uma espira condutora colocada sobre um plano horizontal, conforme a figura abaixo. Enquanto o ímã está se aproximando da espira, o sentido da corrente elétrica induzida na espira (conforme visto por um observador colocado acima dela) e a força magnética sobre o ímã são:



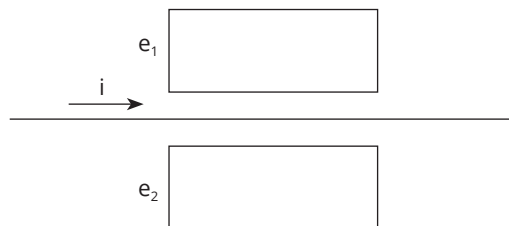
- a) corrente no sentido horário - força para cima
- b) corrente no sentido horário - força para baixo
- c) corrente no sentido anti-horário - força para cima
- d) corrente no sentido anti-horário - força para baixo
- e) corrente no sentido anti-horário - força nula

○ 19. (UFRGS) O gráfico abaixo registra o fluxo magnético através de um anel metálico ao longo de 5 segundos. Em quais dos intervalos de tempo abaixo relacionados (valores em segundos) surgirá no anel uma corrente elétrica induzida?



- a) Somente em (1, 2).
- b) Somente em (0, 1) e (2, 3).
- c) Somente em (0, 1) e (4, 5).
- d) Somente em (0, 1), (1, 2) e (2, 3).
- e) Somente em (0, 1), (2, 3), (3, 4) e (4, 5).

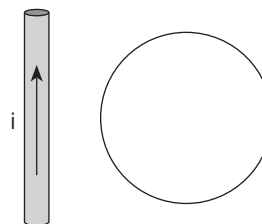
○ 20. (UFRGS) A figura abaixo representa um fio retilíneo que é percorrido por uma corrente elétrica no sentido indicado pela seta, cuja intensidade i aumenta à medida que o tempo decorre. Nas proximidades desse fio, encontram-se duas espiras condutoras, e_1 e e_2 , simetricamente dispostas em relação a ele, todos no mesmo plano da página.



Nessas condições, pode-se afirmar que as correntes elétricas induzidas nas espiras e_1 e e_2 são, respectivamente:

- a) nula - nula
- b) de sentido anti-horário - de sentido horário
- c) de sentido horário - de sentido horário
- d) de sentido anti-horário - de sentido anti-horário
- e) de sentido horário - de sentido anti-horário

○ 21. (UFRGS) A figura representa um fio vertical muito longo conduzindo uma corrente elétrica i constante, e uma espira metálica circular. O fio e a espira estão no plano da página.



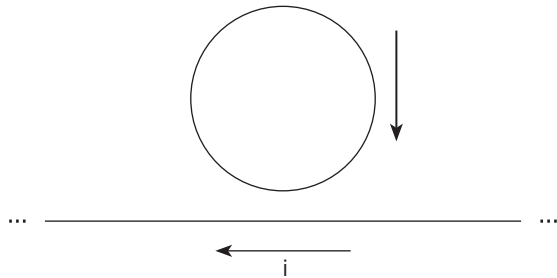
Analise os seguintes movimentos da espira:

- I. Translação para a direita.
- II. Translação paralela ao fio.
- III. Rotação em torno de um dos seus diâmetros.

Dentre esses movimentos, qual(is) o(s) que faz(em) aparecer corrente elétrica induzida na espira?

- a) Apenas II.
- b) Apenas III.
- c) Apenas I e II.
- d) Apenas I e III.
- e) I, II e III.

○ 22. (UFRGS) Observe a figura abaixo que representa um anel condutor que cai verticalmente na direção de um fio fixo que conduz uma corrente elétrica i .

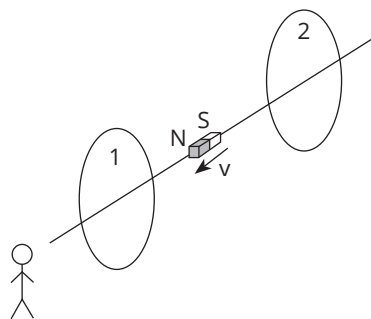


Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Considerando que o plano do anel e o fio são coplanares, conforme representa a figura, a corrente elétrica induzida no anel terá sentido _____ e a força magnética resultante sobre ela _____.

- a) horário - aponta para o topo da página
- b) horário - aponta para o pé da página
- c) anti-horário - aponta para o topo da página
- d) anti-horário - aponta para o pé da página
- e) anti-horário - será nula

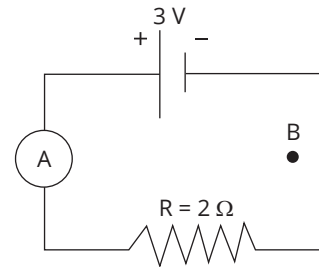
○ 23. (UFRGS) O observador, representado na figura, observa um ímã que se movimenta em sua direção com velocidade constante. No instante representado, o ímã encontra-se entre duas espiras condutoras, 1 e 2, também mostradas na figura.



Examinando as espiras, o observador percebe que:

- a) existem correntes elétricas induzidas no sentido horário em ambas espiras.
- b) existem correntes elétricas induzidas no sentido anti-horário em ambas espiras.
- c) existem correntes elétricas induzidas no sentido horário na espira 1 e anti-horário na espira 2.
- d) existem correntes elétricas induzidas no sentido anti-horário na espira 1 e horário na espira 2.
- e) existe apenas corrente elétrica induzida na espira 1, no sentido horário.

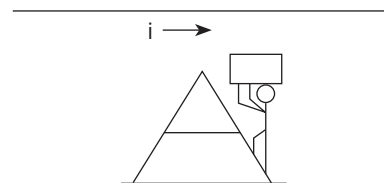
○ 24. (UFRGS) Um campo magnético uniforme B atravessa perpendicularmente o plano do circuito representado abaixo, direcionado para fora desta página. O fluxo desse campo através do circuito aumenta à taxa de 1 Wb/s .



Nessa situação, a leitura do amperímetro A apresenta, em ampères:

- a) 0,0
- b) 0,5
- c) 1,0
- d) 1,5
- e) 2,0

○ 25. (UFRGS) Um trabalhador carregando uma esquadria metálica de resistência elétrica R sobe, com velocidade de módulo constante, uma escada colocada abaixo de um fio conduzindo uma corrente elétrica intensa, i . A situação está esquematizada na figura abaixo.



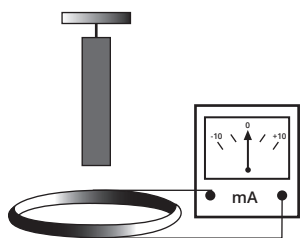
Assinale a alternativa correta sobre essa situação.

- a) Como a esquadria tem, aos pares, lados paralelos, a força resultante exercida pelo fio acima é nula.
- b) Visto que o fio não atravessa a esquadria, a lei de Ampère afirma que não existem correntes elétricas na esquadria.
- c) À medida que sobe a escada, o trabalhador sente a esquadria "ficar mais leve", resultado da força atrativa exercida pelo fio, como previsto pela lei de Biot-Savart.
- d) À medida que sobe a escada, o trabalhador sente a espira "ficar mais pesada", resultado da força de repulsão estabelecida entre a corrente elétrica no fio e a corrente elétrica induzida, conforme explicado pela lei de Faraday-Lenz.
- e) Como o trabalhador sobe com velocidade de módulo constante, não há o aparecimento de corrente elétrica na esquadria.

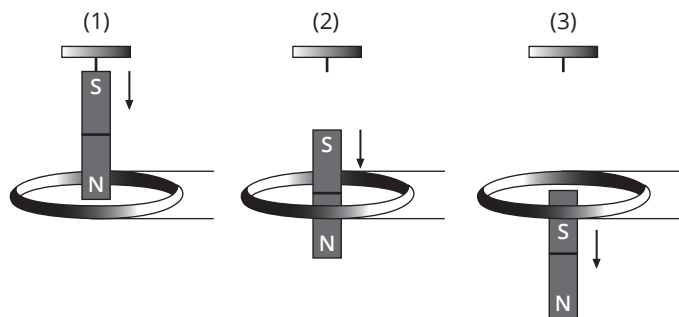


26. (UFRGS) A figura representa um ímã suspenso verticalmente ao longo do eixo de uma bobina ligada a um galvanômetro.

Anotações:



A deflexão do ponteiro do galvanômetro para direita/esquerda indica que a corrente elétrica fluindo na espira, vista desde o ponto de suspensão do ímã, tem sentido horário/anti-horário. Em $t = 0$, o ímã é liberado e cai. Considere três instantes de queda, (1), (2) e (3), mostrados abaixo.



Escolha a alternativa que indica, aproximadamente, a posição do ponteiro do galvanômetro nos instantes mostrados acima.

- a) (1) (2) (3)
- b) (1) (2) (3)
- c) (1) (2) (3)
- d) (1) (2) (3)
- e) (1) (2) (3)

○ 27. (UFRGS) O fogão mostrado na figura 1 abaixo não produz chamas nem propaga calor. O cozimento ou aquecimento dos alimentos deve ser feito em panelas de ferro ou de aço e ocorre devido à existência de campos magnéticos alternados, produzidos em bobinas, conforme representado no esquema da figura 2. Os campos magnéticos penetram na base das panelas, criando correntes elétricas que as aquecem.



Figura 1

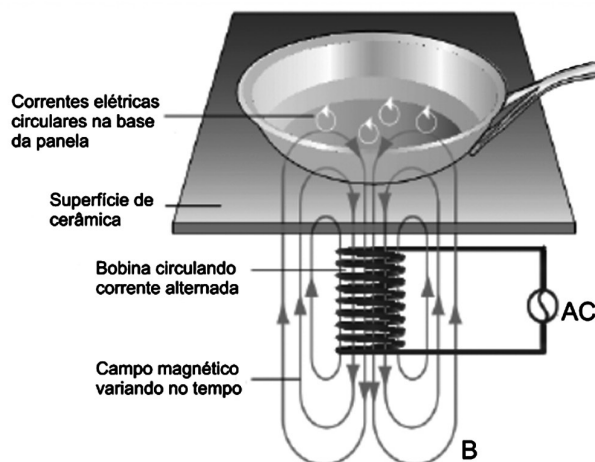


Figura 2

Disponível em: <<http://asko.co.n2>>.
Acesso em: 10 out. 2018.

Adaptado de: <<http://kitchenaparatus.com>>.
Acesso em: 10 out. 2018.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

O processo físico que fundamenta essa aplicação tecnológica é conhecido como _____ e é regido pela lei de _____.

- a) convecção – Faraday-Lenz
- b) indução – Faraday-Lenz
- c) indução – Ampère
- d) radiação – Gauss
- e) radiação – Ampère

Anotações:



HABILIDADES À PROVA 15

» Física moderna

○ 1. (ENEM) Em altos-fornos siderúrgicos, as temperaturas acima de 600°C são mensuradas por meio de pirômetros óticos. Esses dispositivos apresentam a vantagem de medir a temperatura de um objeto aquecido sem necessidade de contato. Dentro de um pirômetro ótico, um filamento metálico é aquecido pela passagem de corrente elétrica até que sua cor seja a mesma que a do objeto aquecido em observação. Nessa condição, a temperatura conhecida do filamento é idêntica a do objeto aquecido em observação.

Disponível em: www.if.usp.br. Acesso em: 4 ago. 2012 (adaptado).

A propriedade da radiação eletromagnética avaliada nesse processo é a:

- a) amplitude.
- b) coerência.
- c) frequência.
- d) intensidade.
- e) velocidade.

○ 2. (ENEM) Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle.

Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. *Sensores*. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência:

- a) da luz visível.
- b) do ultravioleta.
- c) do infravermelho.
- d) das micro-ondas.
- e) das ondas longas de rádio.

○ 3. (ENEM) A bomba reduz neutros e neutrinos, e abana-se com leque da reação em cadeia.

ANDRADE, C. D. *Poesia completa e prosa*. Rio de Janeiro, 1973 (fragmento).

Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita "em cadeia" porque na:

- a) fissão do ^{235}U ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação.
- b) fissão do ^{235}U ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo ^{238}U , enriquecendo-o em mais ^{235}U .
- c) fissão do ^{235}U ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.
- d) fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.
- e) fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de outros elementos radioativos mais pesados, que desencadeiam novos processos de fusão.

○ 4. (ENEM) "Partículas beta, ao atravessarem a matéria viva, colidem com uma pequena porcentagem de moléculas e deixam atrás de si um rastro aleatoriamente pontilhado de radicais livres e íons quimicamente ativos. Essas espécies podem romper ainda outras ligações moleculares, causando danos celulares."

A capacidade de gerar os efeitos descritos dá-se porque tal partícula é um:

- a) elétron e, por possuir massa relativa desprezível, tem elevada energia cinética translacional.
- b) nêutron e, por não possuir carga elétrica, tem alta capacidade de produzir reações nucleares.
- c) núcleo do átomo de hélio (He) e, por possuir massa elevada, tem grande poder de penetração.
- d) fóton e, por não possuir massa, tem grande facilidade de induzir a formação de radicais livres.
- e) núcleo do átomo de hidrogênio (H) e, por possuir carga positiva, tem alta reatividade química.

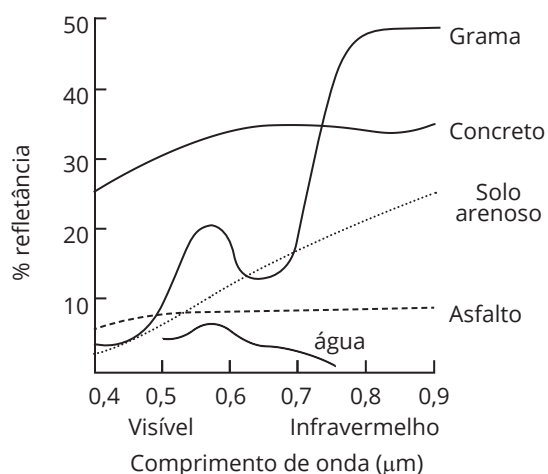
○ 5. (ENEM) Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a da radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo.



Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem inclui-se a:

- a) absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.
- b) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.
- c) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.
- d) maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.
- e) maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

6. (ENEM) O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia refletida pelos objetos. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou assinatura espectral do objeto, como mostrado na figura, para objetos comuns na superfície terrestre.



D'ARCO, E. *Radiometria e Comportamento Espectral de Alvos*. INPE. Disponível em: <http://www.agro.unitai.br>. Acesso em: 3 maio 2009.

De acordo com as curvas de assinatura espectral apresentadas na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros (μm)?

- a) 0,4 a 0,5.
- b) 0,5 a 0,6.
- c) 0,6 a 0,7.
- d) 0,7 a 0,8.
- e) 0,8 a 0,9.

7. (ENEM) Para que uma substância seja colorida ela deve absorver luz na região do visível. Quando uma amostra absorve luz visível, a cor que percebemos é a soma das cores restantes que são refletidas ou transmitidas pelo objeto. A figura 1 mostra o espectro de absorção para uma substância e é possível observar que há um comprimento de onda em que a intensidade de absorção é máxima. Um observador pode prever a cor dessa substância pelo uso da roda de cores (figura 2): o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.

Figura 1

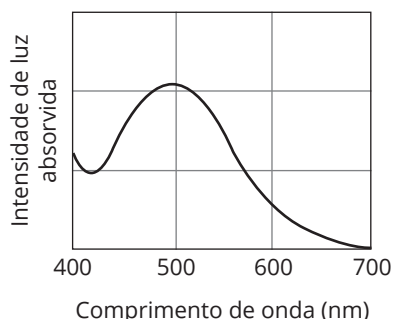
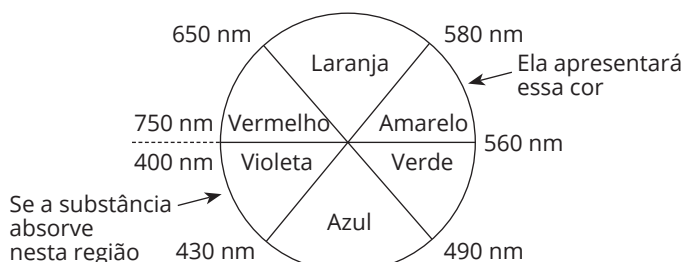


Figura 2



Brown, T. *Química a Ciência Central*, 2005 (adaptado).

Qual a cor da substância que deu origem ao espectro da figura 1?

- a) Azul.
- b) Verde.
- c) Violeta.
- d) Laranja.
- e) Vermelho.

8. (ENEM) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum.

O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de:

- a) baixa intensidade.
- b) baixa frequência.
- c) um espectro contínuo.
- d) amplitude inadequada.
- e) curto comprimento de onda.

○ 9. (UFRGS) Dilatação temporal e contração espacial são conceitos que decorrem de:

- a) Teoria Especial da Relatividade.
- b) Termodinâmica.
- c) Mecânica Newtoniana.
- d) Teoria Atômica de Bohr.
- e) Mecânica Quântica.

○ 10. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Quando um núcleo de urânio $^{238}\text{U}_{92}$ absorve um nêutron, forma-se o núcleo $^{239}\text{U}_{92}$, que é radioativo com meia-vida de 24 minutos.

Núcleos de urânio $^{239}\text{U}_{92}$ emitem radiação _____, transformando-se em núcleos de netúnio $^{239}\text{Np}_{93}$. Esse isótopo de netúnio também é radioativo com meia-vida de 2,3 dias.

Ao emitirem radiação _____, os núcleos de netúnio $^{239}\text{Np}_{93}$ transformam-se em núcleos de plutônio $^{239}\text{Pu}_{94}$, cuja meia-vida é cerca de 24.000 anos.

- a) $\alpha - \beta$
- b) $\alpha - \gamma$
- c) $\beta - \alpha$
- d) $\beta - \beta$
- e) $\beta - \gamma$

○ 11. (UFRGS) No ano de 2013, comemorou-se o centenário da publicação do modelo atômico de Bohr, uma das bases da moderna teoria quântica.

A respeito desse modelo, são feitas as seguintes afirmações.

I. Os elétrons movem-se em torno do núcleo em órbitas circunferenciais, sob influência da atração coulombiana, e satisfazem as leis de Newton.

II. Emissão ou absorção de radiação ocorre apenas quando o elétron faz uma transição entre órbitas permitidas.

III. Nem todas as órbitas são permitidas, apenas aquelas nas quais a energia é um múltiplo inteiro de uma quantidade fundamental.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas I e II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ 12. (UFRGS) Em 1905, Einstein propôs uma teoria simples e revolucionária para explicar o efeito fotoelétrico, a qual considera que a luz é constituída por partículas sem massa, chamadas de fótons. Cada fóton carrega uma energia dada por hf , onde $h = 4,1 \cdot 10^{-15}$ e $V \cdot s$ é a constante de Planck, e f é a frequência da luz. Einstein relacionou a energia cinética, E , com que o elétron emerge da superfície do material, à frequência da luz incidente sobre ele e à função trabalho, W , através da equação $E = hf - W$. A função trabalho, W , corresponde à energia necessária para um elétron ser ejetado do material.

Em uma experiência realizada com os elementos Potássio (K), Chumbo (Pb) e Platina (Pt), deseja-se obter o efeito fotoelétrico fazendo incidir radiação eletromagnética de mesma frequência sobre cada um desses elementos.

Dado que os valores da função trabalho para esses elementos são $W_k = 2,1$ e V, $W_{pb} = 4,1$ e V e $W_{pt} = 6,3$ e V, é correto afirmar que o efeito fotoelétrico será observado, nos três elementos, na frequência:

- a) $1,2 \cdot 10^{14}$ Hz
- b) $3,1 \cdot 10^{14}$ Hz
- c) $5,4 \cdot 10^{14}$ Hz
- d) $1,0 \cdot 10^{15}$ Hz
- e) $1,6 \cdot 10^{15}$ Hz

○ 13. (UFRGS) Considere as afirmações sobre radioatividade nuclear.

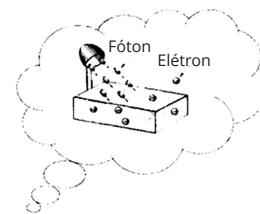
I. Todos os núcleos atômicos são radioativos.

II. Todos os núcleos radioativos em uma dada amostra, depois de duas meias-vidas, já se desintegraram.

III. No decaimento γ , um núcleo em um estado excitado decai para um estado de menor energia pela emissão de um fóton.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.
- e) I, II e III.



○ 14. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

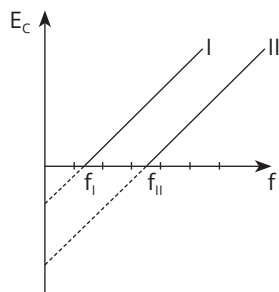
A incidência de radiação eletromagnética sobre uma superfície metálica pode arrancar elétrons dessa superfície. O fenômeno é conhecido como _____ e só pode ser explicado satisfatoriamente invocando a natureza _____ da luz.

- a) efeito fotoelétrico - ondulatória
- b) efeito Coulomb - corpuscular
- c) efeito Joule - corpuscular
- d) efeito fotoelétrico - corpuscular
- e) efeito Coulomb - ondulatória

○ 15. (UFRGS) O físico francês Louis de Broglie (1892-1987), em analogia ao comportamento dual onda-partícula da luz, atribuiu propriedades ondulatórias à matéria. Sendo a constante de Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, o comprimento de onda de Broglie para um elétron (massa $m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$) com velocidade de módulo $v = 2,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ é aproximadamente:

- a) $3,3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
- b) $3,3 \cdot 10^{-9} \text{ m}$
- c) $3,3 \cdot 10^3 \text{ m}$
- d) $3,0 \cdot 10^9 \text{ m}$
- e) $3,0 \cdot 10^{10} \text{ m}$

○ 16. (UFRGS) O gráfico abaixo mostra a energia cinética E_c de elétrons emitidos por duas placas metálicas, I e II, em função da frequência f da radiação eletromagnética incidente.



Sobre essa situação, são feitas três afirmações.

- I. Para $f > f_{iI}$, a E_c dos elétrons emitidos pelo material II é maior do que a dos elétrons emitidos pelo material I.
- II. O trabalho realizado para liberar elétrons da placa II é maior do que o realizado na placa I.
- III. A inclinação de cada reta é igual ao valor da constante universal de Planck, h .

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ 17. (UFRGS) A nanotecnologia, tão presente nos nossos dias, disseminou o uso do prefixo nano (n) junto a unidades de medida. Assim, comprimentos de onda da luz visível são, modernamente, expressos em nanômetros (nm), sendo $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$. (Considere a velocidade da luz no ar igual a $3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

Cerca de 60 fótons devem atingir a córnea para que o olho humano perceba um flash de luz, e aproximadamente metade deles são absorvidos ou refletidos pelo meio ocular. Em média, apenas 5 dos fótons restantes são realmente absorvidos pelos fotorreceptores (bastonetes) na retina, sendo os responsáveis pela percepção luminosa. (Considere a constante de Planck h igual a $6,6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.) Com base nessas informações, é correto afirmar que, em média, a energia absorvida pelos fotorreceptores quando luz verde com comprimento de onda igual a 500 nm atinge o olho humano é igual a:

- a) $3,30 \times 10^{-41} \text{ J}$.
- b) $3,96 \times 10^{-33} \text{ J}$.
- c) $1,98 \times 10^{-32} \text{ J}$.
- d) $3,96 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- e) $1,98 \times 10^{-18} \text{ J}$.

○ 18. (UFRGS) Um apontador laser emite uma radiação de comprimento de onda igual a 600 nm, isto é, $600 \times 10^{-9} \text{ m}$. São dadas a velocidade da luz no ar, $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$, e a constante de Planck, $6,6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$. Os valores que melhor representam a frequência da radiação e a energia de cada fóton são, respectivamente:

- a) 50 Hz e $3,3 \times 10^{-32} \text{ J}$.
- b) 50 Hz e $1,32 \times 10^{-35} \text{ J}$.
- c) 180 Hz e $1,2 \times 10^{-31} \text{ J}$.
- d) $5,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ e $1,8 \times 10^{-20} \text{ J}$.
- e) $5,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ e $3,3 \times 10^{-19} \text{ J}$.

○ 19. (UFRGS) De acordo com a Teoria da Relatividade, quando objetos se movem através do espaço-tempo com velocidades da ordem da velocidade da luz, as medidas de espaço e tempo sofrem alterações. A expressão da contração espacial é dada por $L = L_0 (1 - v^2/c^2)^{1/2}$, onde v é a velocidade relativa entre o objeto observado e o observador, c é a velocidade de propagação da luz no vácuo, L é o comprimento medido para o objeto em movimento, e L_0 é o comprimento medido para o objeto em repouso. A distância Sol-Terra para um observador fixo na Terra é $L_0 = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$. Para um nêutron com velocidade $v = 0,6 c$, essa distância é de:

- a) $1,2 \times 10^{10} \text{ m}$
- b) $7,5 \times 10^{10} \text{ m}$
- c) $1,0 \times 10^{11} \text{ m}$
- d) $1,2 \times 10^{11} \text{ m}$
- e) $1,5 \times 10^{11} \text{ m}$



○ **20. (UFRGS)** Os múons cósmicos são partículas de altas energias, criadas na alta atmosfera terrestre. A velocidade de alguns desses múons (v) é próxima da velocidade da luz (c) tal que $v^2 = 0,998 c^2$ e seu tempo de vida em um referencial em repouso é aproximadamente $t_0 = 2 \cdot 10^{-6}$ s. Pelas leis da mecânica clássica, com esse tempo de vida tão curto, nenhum múon poderia chegar ao solo, no entanto eles são detectados na Terra. Pelos postulados da relatividade restrita, o tempo de vida do múon em um referencial terrestre (t) e o tempo t_0 são relacionados pelo fator relativístico

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Para um observador terrestre a distância que o múon pode percorrer antes de se desintegrar é, aproximadamente:

- a) $6 \cdot 10^2$ m
- b) $6 \cdot 10^3$ m
- c) $13,5 \cdot 10^3$ m
- d) $17,5 \cdot 10^3$ m
- e) $27,0 \cdot 10^3$ m

○ **21. (UFRGS)** Escolha a opção que associa as colunas da tabela abaixo, de modo a completar corretamente as lacunas pontilhadas nas reações nucleares indicadas na coluna da esquerda.

Reação	Complemento
I. ${}^{222}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{218}_{86}\text{Rn} + \dots$	(1) ${}^{23}_{12}\text{Mg}$
II. ${}^{143}_{61}\text{Pm} \rightarrow {}^{143}_{61}\text{Pm} + \dots$	(2) ${}^{14}_7\text{N}$
III. ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow \beta^- + \bar{\nu} + \dots$	(3) $2\beta^+$
IV. $\dots \rightarrow {}^{23}_{11}\text{Na} + \beta^+ + \nu$	(4) $\beta^- + \beta^+$
	(5) ${}^{12}_6\text{C}$
	(6) γ
	(7) ${}^{24}_{11}\text{Na}$
	(8) $\frac{4}{2}\alpha$

- a) (8) - (4) - (2) - (7)
- b) (3) - (4) - (5) - (7)
- c) (8) - (6) - (2) - (1)
- d) (3) - (6) - (5) - (1)
- e) (8) - (4) - (2) - (1)

○ **22. (UFRGS)** Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

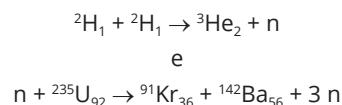
Uma característica importante das radiações diz respeito ao seu poder de penetração na matéria. Chama-se *alcance* a distância que uma partícula percorre até parar. Para partículas α e β de mesma energia, o alcance da partícula α é ____ da partícula β .

Raios X e raios γ são radiações de mesma natureza, mas enquanto os raios X se originam ____, os raios γ têm origem ____ do átomo.

- a) maior que o - na eletrosfera - no núcleo
- b) maior que o - no núcleo - na eletrosfera
- c) igual ao - no núcleo - na eletrosfera
- d) menor que o - no núcleo - na eletrosfera
- e) menor que o - na eletrosfera - no núcleo

○ **23. (UFRGS)** Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

As reações nucleares



liberam energia e são, respectivamente, exemplos de reações nucleares chamadas _____ e _____.

- a) fissão nuclear - fusão nuclear
- b) fusão nuclear - fissão nuclear
- c) reação em cadeia - fusão nuclear
- d) reação em cadeia - fissão nuclear
- e) reação em cadeia - reação em cadeia

○ **24. (UFRGS)** Em 2011, Ano Internacional da Química, comemora-se o centenário do Prêmio Nobel de Química concedido a Marie Curie pela descoberta dos elementos radioativos Rádium (Ra) e Polônio (Po). Os processos de desintegração do ${}^{224}\text{Ra}$ em ${}^{220}\text{Rn}$ e do ${}^{216}\text{Po}$ em ${}^{212}\text{Pb}$ são acompanhados, respectivamente, da emissão de radiação:

- a) α - α
- b) α - β
- c) β - β
- d) β - γ
- e) γ - γ

○ **25. (UFRGS)** Em certo experimento, um contador Geiger (instrumento que conta o número de eventos de decaimento radioativo por unidade de tempo) foi colocado a 0,5 m de uma amostra radioativa pequena, registrando 1.280 contagens/minuto. Cinco horas mais tarde, quando nova medida foi feita com o contador na mesma posição anterior, foram registradas 80 contagens/minuto.

Com base nessas informações, é correto concluir que a meia-vida da amostra é de:

- a) 0,6h
- b) 0,8h
- c) 1,0h
- d) 1,25h
- e) 1,5h

Anotações:



○ 26. (UFRGS) O espectro de radiação emitido por um corpo negro ideal depende basicamente de:

- a) seu volume.
- b) sua condutividade térmica.
- c) sua massa.
- d) seu calor específico.
- e) sua temperatura.

○ 27. (UFRGS) Um átomo em seu estado fundamental absorve a energia de um fóton e passa para um estado excitado. Sabe-se que, ao decair para outro estado intermediário (exceto o fundamental), o átomo emite um fóton.

Considere as seguintes afirmações a esse respeito.

- I. O estado intermediário tem energia maior que o estado fundamental.
- II. O fóton emitido tem frequência menor que o fóton absorvido.
- III. Ao emitir o fóton, o átomo não recua.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas I e II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ 28. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir, na ordem em que aparecem.

De acordo com a relatividade restrita, é _____ atravessarmos o diâmetro da Via Láctea, uma distância de aproximadamente 100 anos-luz (equivalente a 10^{18} m), em um intervalo de tempo bem menor que 100 anos. Isso pode ser explicado pelo fenômeno de _____ do comprimento, como visto pelo viajante, ou ainda pelo fenômeno de _____ temporal, como observado por quem está em repouso em relação à galáxia.

- a) impossível - contração - dilatação
- b) possível - dilatação - contração
- c) possível - contração - dilatação
- d) impossível - dilatação - contração
- e) impossível - contração - contração

Anotações:

○ 29. (UFRGS) Considere as afirmações a seguir, acerca de processos radioativos.

- I. O isótopo radioativo do urânio ($A = 235$, $Z = 92$) pode decair para um isótopo do tório ($A = 231$, $Z = 90$) através da emissão de uma partícula α .
- II. Radioatividade é o fenômeno no qual um núcleo pode transformar-se espontaneamente em outro sem que nenhuma energia externa seja fornecida a ele.
- III. As partículas α e β emitidas em certos processos radioativos são carregadas eletricamente.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas I e II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ 30. (UFRGS) Quando se faz incidir luz de uma certa frequência sobre uma placa metálica, qual é o fator que determina se haverá ou não emissão de fotoelétrons?

- a) A área da placa.
- b) O tempo de exposição da placa à luz.
- c) O material da placa.
- d) O ângulo de incidência da luz.
- e) A intensidade da luz.

○ 31. (UFRGS) O PET (*Positron Emission Tomography* ou tomografia por emissão de pósitron) é uma técnica de diagnóstico por imagens que permite mapear a atividade cerebral por meio de radiações eletromagnéticas emitidas pelo cérebro. Para a realização do exame, o paciente ingere uma solução de glicose contendo o isótopo radioativo flúor-18, que tem meia-vida de 110 minutos e decai por emissão de pósitron. Essa solução é absorvida rapidamente pelas áreas cerebrais em maior atividade. Os pósitrons emitidos pelos núcleos de flúor-18, ao encontrar elétrons das vizinhanças, provocam, por aniquilação de par, a emissão de fótons de alta energia. Esses fótons são empregados para produzir uma imagem do cérebro em funcionamento.

Supondo-se que não haja eliminação da solução pelo organismo, que porcentagem da quantidade de flúor-18 ingerido ainda permanece presente no paciente 5 horas e 30 minutos após a ingestão?

- a) 0,00%
- b) 12,50%
- c) 33,33%
- d) 66,66%
- e) 87,50%



○ **32. (UFRGS)** Os seres, quando vivos, possuem aproximadamente a mesma fração de carbono-14 (^{14}C), isótopo radioativo do carbono, que a atmosfera. Essa fração, que é de 10 ppb (isto é, 10 átomos de ^{14}C para cada bilhão de átomos de C), decai com meia-vida de 5.730 anos, a partir do instante em que o organismo morre. Assim, o ^{14}C pode ser usado para se estimar o tempo decorrido desde a morte do organismo. Aplicando essa técnica a um objeto de madeira achado em um sítio arqueológico, a concentração de ^{14}C nele encontrada foi de 0,625 ppb. Esse valor indica que a idade aproximada do objeto é, em anos, de:

- a) 1.432
- b) 3.581
- c) 9.168
- d) 15.280
- e) 22.920

○ **33. (UFRGS)** Na passagem do século XIX para o século XX, várias questões e fenômenos que eram temas de discussão e pesquisa começaram a ser esclarecidos graças a ideias que, mais tarde, viriam a constituir a área da física hoje conhecida como Mecânica Quântica.

Na primeira coluna da tabela a seguir, estão listados três desses temas; na segunda, equações fundamentais relacionadas às soluções encontradas.

Temas	Equações
1. Radiação do corpo negro	(a) $\lambda = h/p$ (Postulado de Louis de Broglie)
2. Efeito fotoelétrico	(b) $P = \sigma S T^4$ (Lei de Stefan-Boltzmann)
3. Ondas de matéria	(c) $K = hf - W$ (Relação de Einstein)

Assinale a alternativa que associa corretamente os temas apontados na primeira coluna às respectivas equações, listadas na segunda coluna.

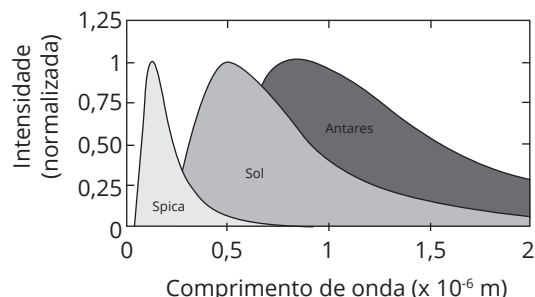
- a) 1(a) - 2(b) - 3(c)
- b) 1(a) - 2(c) - 3(b)
- c) 1(b) - 2(c) - 3(a)
- d) 1(b) - 2(a) - 3(c)
- e) 1(c) - 2(b) - 3(a)

○ **34. (UFRGS)** Segundo o modelo atômico de Bohr, no qual foi incorporada a ideia de quantização, o raio da órbita e a energia correspondentes ao estado fundamental do átomo de hidrogênio são, respectivamente, $R_1 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ e $E_1 = -13,6 \text{ eV}$.

Para outras órbitas do átomo de hidrogênio, os raios R_n e as energias E_n em que $n = 2, 3, 4, \dots$, são tais que:

- a) $R_n = n^2 R_1$ e $E_n = E_1/n^2$
- b) $R_n = n^2 R_1$ e $E_n = n_2 E_1$
- c) $R_n = n^2 R_1$ e $E_n = E_1/n$
- d) $R_n = n R_1$ e $E_n = n E_1$
- e) $R_n = n R_1$ e $E_n = E_1/n^2$

○ **35. (UFRGS)** Objetos a diferentes temperaturas emitem espectros de radiação eletromagnética que possuem picos em diferentes comprimentos de onda. A figura abaixo apresenta as curvas de intensidade de emissão por comprimento de onda (normalizadas para ficarem na mesma escala) para três estrelas conhecidas: Spica, da constelação de Virgem, nosso Sol, e Antares, da constelação do Escorpião.



Tendo em vista que a constante da lei dos deslocamentos de Wien é aproximadamente $2,90 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ e levando em conta a lei de Stefan-Boltzmann, que relaciona a intensidade total da emissão com a temperatura, considere as seguintes afirmações sobre as estrelas mencionadas.

- I. Spica é a mais brilhante das três.
- II. A temperatura do Sol é de aproximadamente 5.800 K.
- III. Antares é a mais fria das três.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

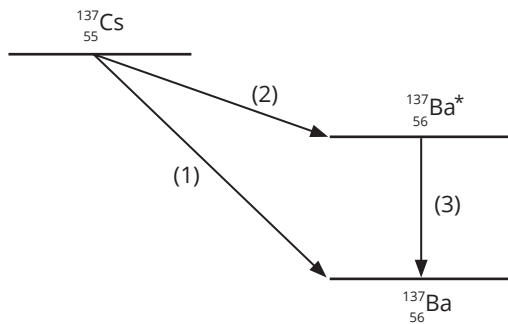
- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ **36. (UFRGS)** No início do século XX, a Física Clássica começou a ter problemas para explicar fenômenos físicos que tinham sido recentemente observados. Assim começou uma revolução científica que estabeleceu as bases do que hoje se chama Física Moderna. Entre os problemas antes inexplicáveis e resolvidos nesse novo período, podem-se citar:

- a) a indução eletromagnética, o efeito fotoelétrico e a radioatividade.
- b) a radiação do corpo negro, a 1ª lei da Termodinâmica e a radioatividade.
- c) a radiação do corpo negro, a indução eletromagnética e a 1ª lei da Termodinâmica.
- d) a radiação do corpo negro, o efeito fotoelétrico e a radioatividade.
- e) a radiação do corpo negro, o efeito fotoelétrico e a indução eletromagnética.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

○ **37. (UFRGS)** Em 26 de abril de 1986, o reator 4 da usina nuclear de Chernobyl, na atual Ucrânia, explodiu durante um teste de segurança, devido a uma combinação de erros humanos. Esse foi o pior desastre nuclear da história. Entre os resíduos radioativos mais poluentes provenientes do desastre, estão os isótopos, com a respectiva meia-vida entre parênteses: Xenônio-133 (^{133}Xe - 5,2 dias), Iodo-131 (^{131}I - 8 dias), Césio-134 (^{134}Ce - 2 anos), Estrôncio-90 (^{90}Sr - 28,8 anos) e Césio-137 (^{137}Ce - 32,2 anos). Atualmente, e por vários anos a seguir, o ^{90}Sr e o ^{137}Ce são as principais fontes de radiação na região afetada pela explosão. A figura abaixo mostra, em particular, a cadeia de decaimentos que leva o ^{137}Ce ao isótopo estável Bário-137 (^{137}Ba).



Os processos indicados pelas setas (1), (2) e (3) são, respectivamente, decaimentos:

- a) β^- , β^- e γ
- b) β^+ , β^- e β^-
- c) β^+ , β^- e γ
- d) β^- , β^- e β^+
- e) β^+ , β^+ e γ

○ **38. (UFRGS)** Em seu postulado sobre "ondas de matéria", Louis De Broglie afirma que qualquer partícula massiva que tenha momentum linear tem, também, um comportamento ondulatório.

O comprimento de onda dessa onda está relacionado com o momentum linear da partícula através:

- a) da constante de Planck.
- b) da constante de Boltzmann.
- c) do número de Avogadro.
- d) da constante de Stefan-Boltzmann.
- e) da velocidade da luz.

○ **39. (UFRGS)** Em maio de 2019, comemorou-se o centenário do eclipse solar total observado desde a cidade de Sobral, no Ceará, por diversos cientistas de todo o mundo.

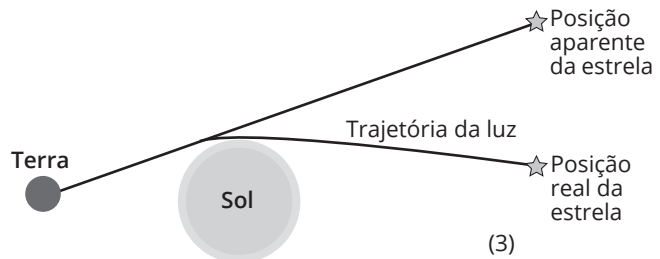
No momento em que a Lua encobriu o Sol, câmeras acopladas a telescópios registraram, em chapas fotográficas, posições de estrelas que apareciam próximas ao Sol, destacando-se as duas mais próximas, uma de cada lado, conforme figura 1 abaixo.



Alguns meses após o eclipse, novas fotografias foram tiradas da mesma região do céu. Nelas as duas estrelas estavam mais próximas uma da outra, conforme figura 2 abaixo.



A comparação entre as duas imagens mostrou que a presença do Sol havia desviado a trajetória da luz proveniente das estrelas, conforme esquematizado na figura 3 abaixo.

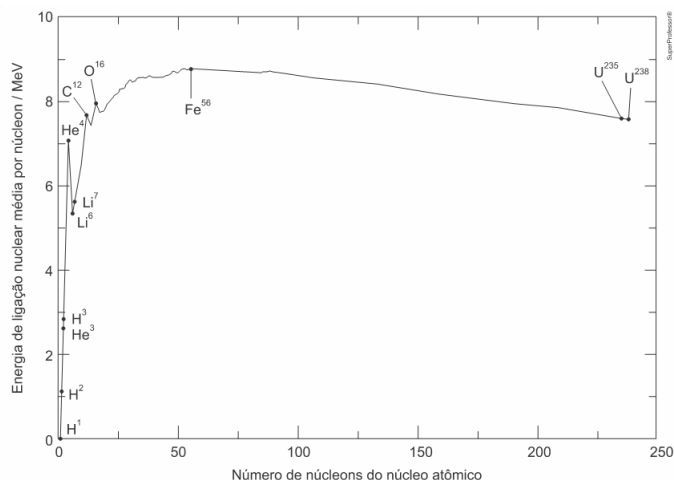


Os desvios observados, durante o eclipse, serviram para comprovar uma previsão:

- a) das Leis de Kepler.
- b) da Lei da Gravitação Universal.
- c) da Mecânica Newtoniana.
- d) da Relatividade de Einstein.
- e) da Mecânica Quântica.



○ 40. (UFRGS) O gráfico abaixo indica o valor da energia de ligação média por núcleon *versus* o número de núcleons (número de massa), para núcleos atômicos. Por núcleon, entende-se um componente do núcleo atômico, próton ou nêutron. A energia (nas ordenadas) é informada em MeV (10^6 elétron-volts).



Observando o gráfico, pode-se chegar a conclusões sobre reações nucleares que liberam grande quantidade de energia potencialmente aproveitável, as chamadas fissão e fusão nucleares.

Assinale a alternativa que apresenta uma afirmação correta a respeito dessas reações.

- a) A fusão nuclear ocorre pela união de determinados núcleos localizados no final da curva (à direita).
- b) A fissão nuclear ocorre pela quebra de determinados núcleos localizados no início da curva (à esquerda).
- c) A fusão nuclear ocorre pela quebra de determinados núcleos localizados no final da curva (à direita).
- d) A fissão nuclear ocorre pela união de determinados núcleos localizados no início da curva (à esquerda).
- e) A fusão nuclear ocorre pela união de determinados núcleos localizados no início da curva (à esquerda).

○ 41. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

O fóton, manifestação da luz como partícula, também chamado de quantum da radiação

eletromagnética, tem massa _____ e carga _____.

- a) igual à massa do elétron – nula
- b) igual à massa do elétron – positiva
- c) igual a zero – negativa
- d) igual a zero – nula
- e) igual à massa do elétron – negativa

42. (UFRGS) O Na coluna da esquerda, estão listados eventos ou situações físicas; na direita, grandes áreas das teorias físicas.

1. Descrição de sistemas que envolvam objetos que se movam com velocidades próximas da velocidade da luz.	(a) Física Clássica
2. Descrição de fenômenos que ocorrem em dimensões muito pequenas, como as de um átomo.	(b) Física Quântica
3. Unificação da Eletricidade e Magnetismo, conforme realizada por Maxwell.	(c) Física Relativística

A alternativa que relaciona corretamente o evento ou situação com a área usada para descrevê-lo é

- a) 1(a), 2(b) e 3(c).
- b) 1(a), 2(c) e 3(b).
- c) 1(b), 2(c) e 3(a).
- d) 1(c), 2(a) e 3(b).
- e) 1(c), 2(b) e 3(a).

○ 43. (UFRGS) Leia o enunciado abaixo, sobre as órbitas eletrônicas.

“As órbitas eletrônicas em torno dos núcleos atômicos devem conter um número inteiro de comprimentos de onda de Broglie do elétron.”

Considere as seguintes afirmações sobre o enunciado acima.

- I. Ele evidencia o comportamento onda-partícula do elétron.
- II. Ele assegura que as órbitas eletrônicas são sempre circunferenciais.
- III. Ele define o número quântico N que identifica a órbita ocupada pelo elétron.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.



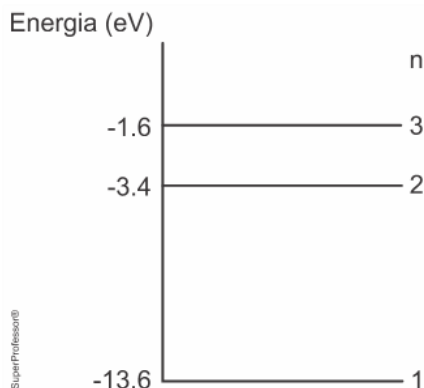
○ 44. (UFRGS) Um átomo instável perde energia emitindo alguma forma de radiação. Quando a perda de energia ocorre devido a transições na eletrosfera do átomo, pode acontecer a emissão de

- a) pósitrons.
- b) luz visível.
- c) partículas alfa.
- d) radiação beta.
- e) radiação gama.

○ 45. (UFRGS) Dilatação temporal e contração espacial são conceitos que decorrem da

- a) Teoria Especial da Relatividade.
- b) Termodinâmica.
- c) Mecânica Newtoniana.
- d) Teoria Atômica de Bohr.
- e) Mecânica Quântica.

○ 46. (UFRGS) O diagrama a seguir representa alguns níveis de energia do átomo de hidrogênio.



Qual é a energia do fóton emitido quando o átomo sofre uma transição do primeiro estado excitado para o estado fundamental?

- a) 1,8 eV
- b) 5,0 eV
- c) 10,2 eV
- d) 12,0 eV
- e) 17,0 eV

○ 47. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no texto abaixo.

A chamada experiência de Rutherford (1911-1913), consistiu essencialmente em lançar, contra uma lâmina muito delgada de ouro, um feixe de partículas emitidas por uma fonte radioativa. Essas partículas, cuja carga elétrica é, são conhecidas como partículas

- a) positiva - alfa
- b) positiva - beta
- c) nula - gama
- d) negativa - alfa
- e) negativa - beta

○ 48. (UFRGS) A experiência de Rutherford (1911-1913), na qual uma lâmina delgada de ouro foi bombardeada com um feixe de partículas, levou à conclusão de que

- a) a carga positiva do átomo está uniformemente distribuída no seu volume.
- b) a massa do átomo está uniformemente distribuída no seu volume.
- c) a carga negativa do átomo está concentrada em um núcleo muito pequeno.
- d) a carga positiva e quase toda a massa do átomo estão concentradas em um núcleo muito pequeno.
- e) os elétrons, dentro do átomo, movem-se somente em certas órbitas, correspondentes a valores bem definidos de energia.

○ 49. (UFRGS) Considere as seguintes afirmações sobre o efeito fotoelétrico.

- I - O efeito fotoelétrico consiste na emissão de elétrons por uma superfície metálica atingida por radiação eletromagnética.
- II - O efeito fotoelétrico pode ser explicado satisfatoriamente com a adoção de um modelo corpuscular para a luz.
- III - Uma superfície metálica fotossensível somente emite fotoelétrons quando a frequência da luz incidente nessa superfície excede um certo valor mínimo, que depende do metal.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e II.
- d) Apenas I e III.
- e) I, II e III.

○ 50. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no parágrafo a seguir, na ordem em que elas aparecem.

Na partícula alfa - que é simplesmente um núcleo de Hélio - existem dois, que exercem um sobre o outro uma força de origem eletromagnética e que são mantidos unidos pela ação de forças

- a) nêutrons - atrativa - elétricas
- b) elétrons - repulsiva - nucleares
- c) prótons - repulsiva - nucleares
- d) prótons - repulsiva - gravitacionais
- e) nêutrons - atrativa - gravitacionais



○ **51. (UFRGS)** Os modelos atômicos anteriores ao modelo de Bohr, baseados em conceitos da física clássica, não explicavam o espectro de raias observado na análise espectroscópica dos elementos químicos. Por exemplo, o espectro visível do átomo de hidrogênio - que possui apenas um elétron - consiste de quatro raias distintas, de frequências bem definidas.

No modelo que Bohr propôs para o átomo de hidrogênio, o espectro de raias de diferentes frequências é explicado

- a) pelo caráter contínuo dos níveis de energia do átomo de hidrogênio.
- b) pelo caráter discreto dos níveis de energia do átomo de hidrogênio.
- c) pela captura de três outros elétrons pelo átomo de hidrogênio.
- d) pela presença de quatro isótopos diferentes numa amostra comum de hidrogênio.
- e) pelo movimento em espiral do elétron em direção ao núcleo do átomo de hidrogênio.

○ **52. (UFRGS)** O decaimento de um átomo, de um nível de energia excitado para um nível de energia mais baixo, ocorre com a emissão simultânea de radiação eletromagnética.

A esse respeito, considere as seguintes afirmações.

- I - A intensidade da radiação emitida é diretamente proporcional à diferença de energia entre os níveis inicial e final envolvidos.
- II - A frequência da radiação emitida é diretamente proporcional à diferença de energia entre os níveis inicial e final envolvidos.
- III - O comprimento de onda da radiação emitida é inversamente proporcional à diferença de energia entre os níveis inicial e final envolvidos.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ **53. (UFRGS)** A intensidade luminosa é a quantidade de energia que a luz transporta por unidade de área transversal à sua direção de propagação e por unidade de tempo. De acordo com Einstein, a luz é constituída por partículas, denominadas fótons, cuja energia é proporcional à sua frequência.

Luz monocromática com frequência de 6×10^{14} Hz e intensidade de $0,2 \text{ J/m}^2 \cdot \text{s}$ incide perpendicularmente sobre uma superfície de área igual a 1 cm^2 . Qual o número aproximado de fótons que atinge a superfície em um intervalo de tempo de 1 segundo?

(Constante de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$)

- a) 3×10^{11} .
- b) 8×10^{12} .
- c) 5×10^{13} .
- d) 4×10^{14} .
- e) 6×10^{15} .

○ **54. (UFRGS)** Um átomo de hidrogênio tem sua energia quantizada em níveis de energia (E_n), cujo valor genérico é dado pela expressão $E_n = -E_0/n^2$, sendo n igual a 1, 2, 3, ... e E_0 igual à energia do estado fundamental (que corresponde a $n = 1$).

Supondo-se que o átomo passe do estado fundamental para o terceiro nível excitado ($n = 4$), a energia do fóton necessário para provocar essa transição é

- a) $1/16 E_0$.
- b) $1/4 E_0$.
- c) $1/2 E_0$.
- d) $15/16 E_0$.
- e) $17/16 E_0$.

○ **55. (UFRGS)** Em um processo de transmutação natural, um núcleo radioativo de U-238, isótopo instável do urânio, se transforma em um núcleo de Th-234, isótopo do tório, através da reação nuclear



Por sua vez, o núcleo-filho Th-234, que também é radioativo, transmuta-se em um núcleo do elemento protactínio, através da reação nuclear



O X da primeira reação nuclear e o Y da segunda reação nuclear são, respectivamente,

- a) uma partícula alfa e um fóton de raio gama.
- b) uma partícula beta e um fóton de raio gama.
- c) um fóton de raio gama e uma partícula alfa.
- d) uma partícula beta e uma partícula beta.
- e) uma partícula alfa e uma partícula beta.

○ **56. (UFRGS)** Em 1887, quando pesquisava sobre a geração e a detecção de ondas eletromagnéticas, o físico Heinrich Hertz (1857-1894) descobriu o que hoje conhecemos por "efeito fotoelétrico". Após a morte de Hertz, seu principal auxiliar, Philip Lenard (1862-1947), prosseguiu a pesquisa sistemática sobre o efeito descoberto por Hertz. Entre as várias constatações experimentais daí decorrentes, Lenard observou que a energia cinética máxima, K_{max} , dos elétrons emitidos pelo metal era dada por uma expressão matemática bastante simples:

$$K_{\text{max}} = B f - C,$$

onde B e C são duas constantes cujos valores podem ser determinados experimentalmente.

A respeito da referida expressão matemática, considere as seguintes afirmações.

- I. A letra f representa a frequência das oscilações de uma força eletromotriz alternada que deve ser aplicada ao metal.
- II. A letra B representa a conhecida "Constante Planck", cuja unidade no Sistema Internacional é J.s.
- III. A letra C representa uma constante, cuja unidade no Sistema Internacional é J, que corresponde à energia mínima que a luz incidente deve fornecer a um elétron do metal para removê-lo do mesmo.



Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

57. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir, na ordem em que elas aparecem.

Entre os diversos isótopos de elementos químicos encontrados na natureza, alguns possuem núcleos atômicos instáveis e, por isso, são radioativos.

A radiação emitida por esses isótopos instáveis pode ser de três classes. A classe conhecida como radiação alfa consiste de núcleos de Outra classe de radiação é constituída de elétrons, e é denominada radiação Uma terceira classe de radiação, denominada radiação, é formada de partículas eletricamente neutras chamadas de Dentre essas três radiações, a que possui maior poder de penetração nos materiais é a radiação

- a) hidrogênio - gama - beta - nêutrons - beta.
- b) hidrogênio - beta - gama - nêutrons - alfa.
- c) hélio - beta - gama - fótons - gama.
- d) deutério - gama - beta - neutrinos - gama.
- e) hélio - beta - gama - fótons - beta.

58. (UFRGS) Um contador Geiger indica que a intensidade da radiação beta emitida por uma amostra de determinado elemento radioativo cai pela metade em cerca de 20 horas. A fração aproximada do número inicial de átomos radioativos dessa amostra que se terão desintegrado em 40 horas é

- a) 1/8.
- b) 1/4.
- c) 1/3.
- d) 1/2.
- e) 3/4.

59. (UFRGS) Em 1905, como consequência da sua Teoria da Relatividade Especial, Albert Einstein (1879 - 1955) mostrou que a massa pode ser considerada como mais uma forma de energia. Em particular, a massa m de uma partícula em repouso é equivalente a um valor de energia E dado pela famosa fórmula de Einstein:

$$E = mc^2,$$

onde c é a velocidade de propagação da luz no vácuo, que vale aproximadamente 300000 km/s.

Considere as seguintes afirmações referentes a aplicações da fórmula de Einstein.

I - Na reação nuclear de fissão do U-235, a soma das massas das partículas reagentes é maior do que a soma das massas das partículas resultantes.

II - Na reação nuclear de fusão de um próton e um nêutron para formar um dêuteron, a soma das massas das partículas reagentes é menor do que a massa da partícula resultante.

III - A irradiação contínua de energia eletromagnética pelo Sol provoca uma diminuição gradual da massa solar.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.
- e) Apenas I e III.



60. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir, na ordem em que aparecem.

De acordo com a Física Quântica, a energia interna de um átomo está quantizada em níveis discretos. Pelo modelo atômico de Bohr, os valores de energia dos níveis discretos do átomo de hidrogênio livre são dados por

$$E_n = (2,18 \times 10^{-18})/n^2, n = 1, 2, 3, \dots, \text{ em J}$$

onde n é o número quântico que identifica cada nível de energia. Sendo $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ o valor aproximado da constante de Planck, para sofrer uma transição atômica do nível inicial $n = 3$ para o nível fundamental $n = 1$, um átomo de hidrogênio deverá radiação eletromagnética de frequência aproximadamente igual a hertz.

- a) absorver - $1,6 \times 10^{14}$
- b) emitir - $2,5 \times 10^{14}$
- c) absorver - $3,6 \times 10^{14}$
- d) emitir - $2,9 \times 10^{15}$
- e) absorver - $3,3 \times 10^{15}$

61. (UFRGS) Quando um nêutron é capturado por um núcleo de grande número de massa, como o do U-235, este se divide em dois fragmentos, cada um com cerca da metade da massa original. Além disso, nesse evento, há emissão de dois ou três nêutrons e liberação de energia da ordem de 200 MeV, que, isoladamente, pode ser considerada desprezível (trata-se de uma quantidade de energia cerca de 10^{13} vezes menor do que aquela liberada quando se acende um palito de fósforo!). Entretanto, o total de energia liberada que se pode obter com esse tipo de processo acaba se tornando extraordinariamente grande graças ao seguinte efeito: cada um dos nêutrons liberados fissiona outro núcleo, que libera outros nêutrons, os quais, por sua vez, fissionarão outros núcleos, e assim por diante. O processo inteiro ocorre em um intervalo de tempo muito curto e é chamado de

- a) reação em cadeia.
- b) fusão nuclear.
- c) interação forte.
- d) decaimento alfa.
- e) decaimento beta.



GABARITO

• Habilidades à prova

Unidade 1

1. E	6. A	11. B	16. B	21. A
2. A	7. E	12. A	17. A	22. D
3. E	8. D	13. A	18. B	23. D
4. A	9. C	14. B	19. A	24. A
5. B	10. D	15. D	20. E	

Unidade 2

1. C	4. A	7. A	10. A	13. C
2. C	5. E	8. D	11. D	14. C
3. D	6. A	9. E	12. B	15. E

Unidade 3

1. C	4. D	7. C	10. C	13. C
2. C	5. B	8. B	11. A	14. D
3. D	6. D	9. C	12. D	15. D

Unidade 4

1. A	3. A	5. C	7. A	9. E
2. B	4. A	6. A	8. B	

Unidade 5

1. B
2. B
3. E
4. B

Unidade 6

1. A	3. B	5. A	7. E
2. C	4. B	6. D	8. D

Unidade 7

1. E	5. D	9. C	13. A	17. B
2. B	6. E	10. A	14. D	18. B
3. D	7. D	11. E	15. A	19. B
4. E	8. B	12. A	16. A	

Unidade 8

1. D	5. C	9. A	13. D
2. A	6. E	10. A	14. A
3. D	7. B	11. B	15. C
4. E	8. D	12. A	16. D

Unidade 9

1. B	19. A	37. D	55. B	73. D
2. D	20. E	38. E	56. B	74. C
3. D	21. A	39. E	57. C	75. C
4. E	22. D	40. B	58. E	76. C
5. E	23. A	41. B	59. C	
6. C	24. D	42. B	60. D	
7. A	25. A	43. E	61. D	
8. B	26. B	44. D	62. B	
9. B	27. D	45. D	63. D	
10. C	28. E	46. A	64. D	
11. C	29. D	47. D	65. C	
12. C	30. C	48. E	66. B	
13. A	31. E	49. A	67. A	
14. A	32. D	50. B	68. C	
15. C	33. C	51. A	69. D	
16. E	34. B	52. C	70. C	
17. C	35. D	53. A	71. D	
18. E	36. D	54. C	72. A	

Unidade 10

1. C	4. B	7. D
2. E	5. A	8. E
3. D	6. D	

Unidade 11

1. D	2. E	3. D	4. B	5. C
------	------	------	------	------

Unidade 12

1. B	4. E	7. B	10. B
2. C	5. E	8. B	
3. D	6. E	9. C	

Unidade 13

1. A	8. C	15. C	22. C
2. A	9. B	16. E	
3. A	10. D	17. B	
4. A	11. A	18. E	
5. D	12. B	19. B	
6. B	13. E	20. A	
7. A	14. E	21. D	

Unidade 14

1. C	7. E	13. C	19. E	25. D
2. C	8. D	14. D	20. E	26. A
3. C	9. A	15. B	21. D	27. B
4. A	10. C	16. A	22. C	
5. D	11. B	17. E	23. C	
6. E	12. D	18. C	24. C	

Unidade 15

1. C	16. D	31. B	46. C	61. A
2. C	17. E	32. E	47. A	
3. C	18. E	33. C	48. D	
4. A	19. D	34. A	49. E	
5. B	20. C	35. E	50. C	
6. E	21. C	36. D	51. B	
7. E	22. E	37. A	52. D	
8. B	23. B	38. A	53. C	
9. A	24. B	39. D	54. D	
10. D	25. D	40. E	55. E	
11. B	26. E	41. D	56. E	
12. E	27. B	42. E	57. B	
13. C	28. C	43. C	58. E	
14. D	29. E	44. B	59. E	
15. A	30. C	45. A	60. D	



MEDIMAIIS 1

» Reflexão e Refração da luz

○ 1. (IMED) Um observador na superfície do planeta observa, num arco-íris primário, que o vermelho é a cor que sempre está em _____ da cor azul. Isso porque sofre _____ refração em relação ao azul. Além disso, é correto dizer que, durante a refração nas gotas de chuva, as frequências das cores _____.

Assinale a alternativa que preenche, correta e respectivamente, as lacunas do trecho acima.

- a) baixo – menor – aumentam
- b) cima – menor – aumentam
- c) cima – menor – permanecem inalteradas
- d) baixo – maior – permanecem inalteradas
- e) baixo – maior – diminuem

○ 2. (UTFPR) Quando aplicada na medicina, a ultrassonografia permite a obtenção de imagens de estruturas internas do corpo humano. Ondas de ultrassom são transmitidas ao interior do corpo. As ondas que retornam ao aparelho são transformadas em sinais elétricos, amplificadas, processadas por computadores e visualizadas no monitor de vídeo. Essa modalidade de diagnóstico por imagem baseia-se no fenômeno físico denominado:

- a) ressonância.
- b) reverberação.
- c) reflexão.
- d) polarização.
- e) dispersão.

○ 3. (IMED) À medida que se aproximam da beira da praia, as ondas reduzem a sua velocidade de propagação. Isso ocasiona uma redução no comprimento da onda, deixando as cristas mais próximas. Além disso, outra consequência da redução da velocidade da onda é a mudança na direção de propagação das ondas, o que faz com que as ondas cheguem com velocidades perpendiculares à orla da praia.

Esse fenômeno ondulatório é entendido como:

- a) reflexão.
- b) refração.
- c) interferência.
- d) polarização.
- e) difração.

Anotações:

○ 4. (UEM) Os fenômenos relacionados à propagação da luz são muito comuns em pesquisas científicas e em nosso cotidiano. Com relação a esses fenômenos, assinale a(s) alternativa(s) corretas(s).

01. Uma lâmpada é colocada no fundo de uma piscina. Quando essa lâmpada é acesa, a luz que emana dela diminuirá sua velocidade ao atravessar a superfície de separação água-ar. Esse fenômeno é conhecido como interferência construtiva.

02. Após uma chuva em uma tarde de verão, o Sol voltou a brilhar, e algumas gotas de água ainda continuam suspensas na atmosfera. No horizonte é possível observar um arco-íris. O arco-íris foi formado devido à refração e à reflexão da luz solar no interior das gotas de água suspensas na atmosfera.

04. Um motorista está viajando por uma rodovia asfaltada em um dia muito quente e ensolarado. Um carro ao longe na rodovia parece estar transitando sobre a pista molhada. Esse fenômeno é conhecido como miragem e é causado por um efeito de refração da luz.

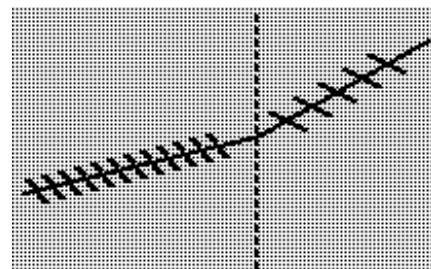
08. Em um experimento de refração da luz, o comprimento de onda de um feixe de luz monocromática não se altera quando esse feixe passa de um meio transparente para outro.

16. Um feixe de luz monocromática atravessa um orifício circular em um anteparo. O diâmetro do orifício é próximo ao comprimento de onda da luz utilizada. Ao passar pelo orifício, a luz sofre difração.



○ 5. (PUC-PR) Na figura a seguir, é mostrada uma piscina que possui uma metade mais funda que a outra. Um trem de frentes de ondas planas propaga-se da parte rasa para a parte mais funda.

Observe a figura e analise as afirmativas a seguir.



- I. A velocidade da onda é maior na metade mais funda da piscina.
- II. A frequência da onda é a mesma nas duas metades da piscina.
- III. A figura ilustra o fenômeno ondulatório denominado difração.
- IV. A onda sofre uma inversão de fase ao passar para a metade mais profunda.

Marque a alternativa correta:

- a) I e II.
- b) Apenas I.
- c) I, II e III.
- d) II e IV.
- e) I, II e IV.

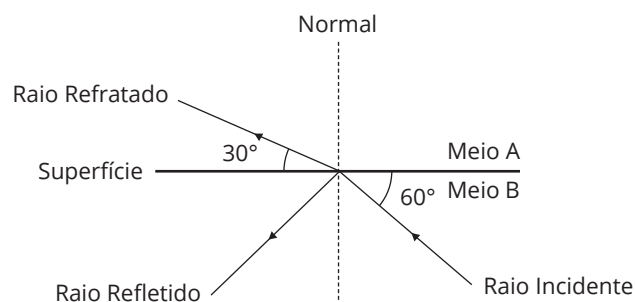


○ **6. (MACKENZIE)** Um feixe de luz apresenta um comprimento de onda igual a 400 nm quando se propaga no vácuo. Ao incidir em um determinado meio X, sua velocidade passa a ser 40% menor que a velocidade de propagação da luz no vácuo. O índice de refração desse meio X e o comprimento de onda do feixe no meio X são, respectivamente:

Dado: velocidade da luz no vácuo igual a $3,0 \cdot 10^8$ m/s.

- a) 4/3; 240 nm
- b) 4/3; 300 nm
- c) 5/3; 240 nm
- d) 5/3; 300 nm
- e) 3/2; 300 nm

○ **7. (MACKENZIE)**

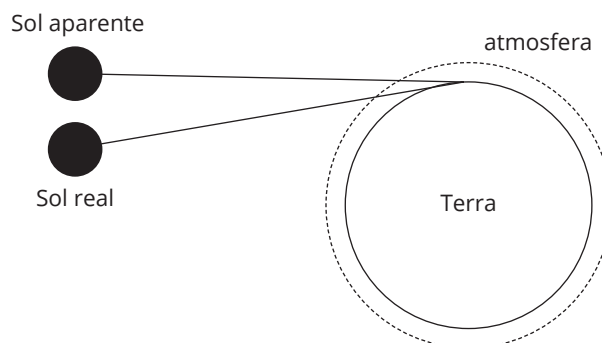


A figura acima representa um raio de luz atingindo uma superfície e sofrendo, simultaneamente, reflexão e refração. Os ângulos de reflexão e refração são, respectivamente, iguais a:

- a) 30° e 60°
- b) 30° e 30°
- c) 60° e 30°
- d) 60° e 60°
- e) 45° e 30°

Anotações:

○ **8. (UFU)** Quando um raio de luz, vindo do Sol, atinge a Terra, muda sua trajetória inicial. Por isso, vemos o Sol antes mesmo de ele ter, de fato, se elevado acima do horizonte, ou seja, podemos considerar que vemos o Sol "aparente" e não o real, conforme indica a figura a seguir.



Obs: figura fora de escala

Esse efeito ocorre devido ao fenômeno óptico chamado:

- a) reflexão.
- b) dispersão.
- c) refração.
- d) difração.

○ **9. (UNISC)** Um feixe luminoso monocromático incide em uma superfície de separação de dois meios transparentes e homogêneos formando um ângulo de 60° com a normal. Considerando que o meio de origem do feixe luminoso apresenta índice de refração de 2,0 e que o outro meio tem índice de refração de $\sqrt{2}$, assinale a alternativa que descreve corretamente o que acontecerá com o raio luminoso.

- a) Parte do feixe luminoso será refletida com um ângulo de 60° e a outra parte do feixe luminoso será refratada com um ângulo de 45° .
- b) O feixe luminoso será refratado com um ângulo de 45° .
- c) O feixe luminoso será refletido com um ângulo de 60° .
- d) O feixe luminoso será refratado com um ângulo de 60° .
- e) O feixe luminoso será refletido com um ângulo de 45° .

○ **10. (UNISC)** Uma luz monocromática verde e uma luz monocromática violeta propagam-se em um tipo de vidro com velocidades de $1,970 \times 10^8$ m/s e $1,960 \times 10^8$ m/s, respectivamente. Considerando que a velocidade da luz no vácuo é de $3,0 \times 10^8$ m/s, a relação entre o índice de refração do vidro para a luz verde (n_A) e o índice de refração do vidro para a luz violeta (n_B) será:

- a) $n_A = n_B$
- b) $n_A \leq n_B$
- c) $n_A < n_B$
- d) $n_A > n_B$
- e) $n_A \geq n_B$



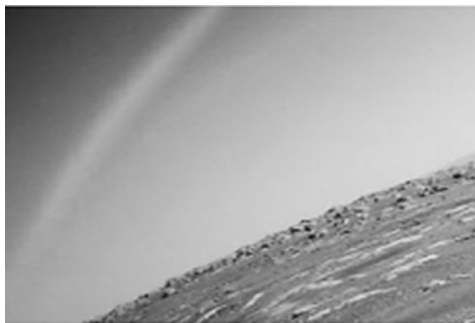
○ 11. (UPF) Sobre o comportamento da luz em diferentes meios, são feitas as seguintes afirmações:

- I. Um feixe de luz monocromático tem frequência definida.
- II. No vácuo, os diferentes feixes de luz monocromáticos se propagam com velocidades distintas.
- III. A passagem da luz de um meio para outro, acompanhada de uma variação em sua velocidade de propagação, recebe o nome de refração da luz.
- IV. O índice de refração absoluto de um meio define-se como o quociente entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz no meio em questão.

Está correto apenas o que se afirma em:

- a) I, II e III.
- b) I, III e IV.
- c) I e III.
- d) II e IV.
- e) III e IV.

○ 12. (UNICAMP)



Uma imagem capturada recentemente pela sonda *Perseverance* na superfície de Marte mostrou o que parece ser um arco-íris no céu daquele planeta. Na Terra, um arco-íris surge como resultado da decomposição da luz branca do Sol por refração nas gotículas quase esféricas de água, suspensas na atmosfera. Em Marte, contudo, não há chuva. Portanto, a origem do arco-íris ainda é controversa. Em relação ao fenômeno de formação do arco-íris na Terra, quando a luz solar incide em uma gotícula de água, é correto afirmar que:

- a) o índice de refração da água para as diferentes cores da luz branca é *menor* do que o do ar; assim, no interior das gotículas, os raios de luz das diferentes cores se *aproximam* mais da reta normal à interface entre os meios de refração, quanto maior for o índice de refração corresponde àquela cor, na água.
- b) o índice de refração da água para as diferentes cores da luz branca é *menor* do que o do ar; assim, os raios de luz das diferentes cores, no interior das gotículas, se *afastam* mais da reta normal à interface entre os meios de refração, quanto maior for o índice de refração corresponde àquela cor, na água.
- c) o índice de refração da água para as diferentes cores da luz branca é *maior* do que o do ar; assim, os raios de luz das diferentes cores, no interior das gotículas, se *aproximam* mais da reta normal à interface entre os meios de refração, quanto maior for o índice de refração corresponde àquela cor, na água.
- d) o índice de refração da água para as diferentes cores da luz branca é *maior* do que o do ar; assim, os raios de luz das diferentes cores, no interior das gotículas, se *afastam* mais da reta normal à interface entre os meios de refração, quanto maior for o índice de refração corresponde àquela cor, na água.

○ 13. (UNISC) A lei de Snell-Descartes relaciona os ângulos formados entre os raios de luz e a reta normal com os índices de refração dos meios envolvidos na refração de um raio de luz e determina que o produto do seno do ângulo formado entre o raio de luz e a reta normal e o índice de refração do meio deve ser constante. Pode-se equacionar essa lei da seguinte forma:

$$n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \cdot \text{sen}\theta_2$$

Considerando o exposto, determine o ângulo de refração (ângulo entre o raio refratado e a reta Normal) que se forma quando um raio de luz incide na superfície da água, refletindo com um ângulo de 60° com a superfície. Sabe-se que o raio de luz é oriundo do ar (índice de refração 1) e é refratado, passando a se propagar na água (índice de refração 1,33).

- a) 22°
- b) 40°
- c) 33°
- d) 10°
- e) 56°

○ 14. (PUC) A velocidade de uma onda sonora no ar é 340 m/s, e seu comprimento de onda é 0,340 m. Passando para outro meio, onde a velocidade do som é o dobro (680 m/s), os valores da frequência e do comprimento de onda no novo meio serão, respectivamente:

- a) 400 Hz e 0,340 m
- b) 500 Hz e 0,340 m
- c) 1.000 Hz e 0,680 m
- d) 1.200 Hz e 0,680 m
- e) 1.360 Hz e 1,360 m

○ 15. (PUC) Uma onda sonora de 1.000 Hz propaga-se no ar a 340 m/s quando atinge uma parede, onde passa a se propagar com velocidade de 2.000 m/s. É correto afirmar que os valores do comprimento de onda e da frequência da onda propagando-se na parede são, respectivamente:

- a) 0,340 m e 1.000 Hz.
- b) 0,680 m e 1.000 Hz.
- c) 0,850 m e 2.000 Hz.
- d) 2,000 m e 1.000 Hz.
- e) 2,500 m e 500 Hz.



○ 16. (UPF) Conta a história que Isaac Newton, trabalhando no polimento de algumas peças de vidro, conseguiu obter um prisma triangular, o qual utilizou para a sua famosa experiência da dispersão da luz branca, ilustrada na figura a seguir.



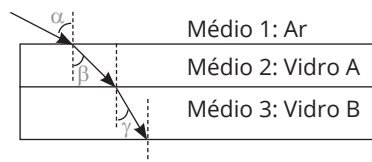
Fonte: Luiz, A. M. R. Física 2: contexto e aplicações. Scipione, 2011.

Utilizando-se da palavra latina *spectrum*, ele descreveu o conjunto de cores que resultou dessa dispersão da luz branca ao atravessar o prisma. A explicação para o observado por Newton encontra-se associada ao fato de que cada cor que compõe o *spectrum* sofre um desvio diferente em virtude:

- a) da sua polarização.
- b) da sua difusão.
- c) do seu índice de refração.
- d) da sua velocidade no vácuo.
- e) da sua interferência.

○ 17. (UPF) A figura representa o comportamento de um feixe de luz monocromático ao incidir sobre duas lâminas de vidros diferentes, de faces paralelas, imersas no ar. Sendo o índice de refração do ar n_{Ar} , do vidro A n_{VA} e do vidro B n_{VB} , e sabendo que a relação que existe entre esses índices é dada por: $n_{Ar} < n_{VA} < n_{VB}$; e $n_{VB} = (3/2) n_{Ar}$, pode-se afirmar que, quando $\alpha = 70^\circ$, o valor do ângulo de refração γ apresenta um valor próximo de: (considere as informações sobre a função seno dadas na tabela)

θ (°)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Sen θ	0,26	0,34	0,42	0,50	0,57	0,64	0,71	0,77	0,82	0,87	0,91	0,94



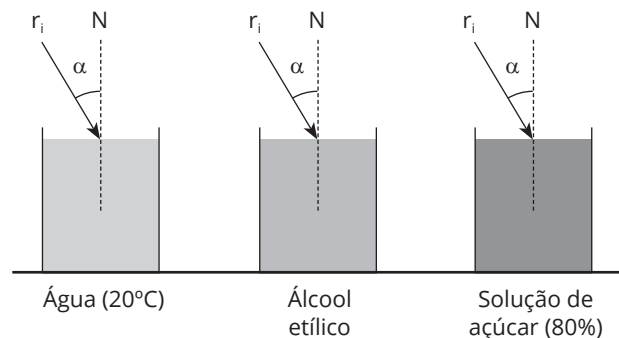
- a) 35°
- b) 50°
- c) 45°
- d) 40°
- e) 25°

○ 18. (UPF) Segundo os astrônomos, um eclipse solar irá ocorrer em 20 de março de 2015 e será visível, por exemplo, em alguns países da Europa. Com relação à ocorrência de eclipses, é correto afirmar que eles evidenciam o princípio da:

- a) reversibilidade dos raios luminosos.
- b) independência dos raios luminosos.
- c) refração da luz.
- d) propagação retilínea da luz.
- e) polarização da luz.

○ 19. (PUC-RS) Considere as informações a seguir.

Um feixe paralelo de luz monocromática, ao se propagar no ar, incide em três recipientes transparentes contendo substâncias com índices de refração diferentes quando medidos para essa radiação. Na figura abaixo, são representados os raios incidentes (r_i), bem como os respectivos ângulos (α) que eles formam com as normais (N) às superfícies.



Na tabela abaixo, são informados os índices de refração da radiação para as substâncias.

Meio	Índice
Água (20°C)	1,33
Álcool etílico	1,36
Solução de açúcar (80%)	1,49

Quando a radiação é refratada pelas substâncias para a situação proposta, qual é a relação correta para os ângulos de refração (θ) da radiação nas três substâncias?

- a) $\theta_{\text{água}} = \theta_{\text{álcool etílico}} = \theta_{\text{solução de açúcar}}$
- b) $\theta_{\text{água}} > \theta_{\text{álcool etílico}} > \theta_{\text{solução de açúcar}}$
- c) $\theta_{\text{água}} < \theta_{\text{álcool etílico}} < \theta_{\text{solução de açúcar}}$
- d) $\theta_{\text{água}} > \theta_{\text{álcool etílico}} < \theta_{\text{solução de açúcar}}$
- e) $\theta_{\text{água}} < \theta_{\text{álcool etílico}} > \theta_{\text{solução de açúcar}}$

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



○ 20. (UFSC) No Circo da Física, o show de ilusionismo, no qual o mágico Gafanhoto utiliza fenômenos físicos para realizar o truque, é uma das atrações mais esperadas. Ele caminha sobre as águas de uma piscina, deixando surpresos os espectadores. Mas como ele faz isso? Na verdade, ele caminha sobre uma plataforma de acrílico ($n = 1,49$) que fica imersa alguns centímetros na água ($n = 1,33$), conforme a figura abaixo. O truque está em fazer a plataforma de acrílico ficar invisível dentro da água colocando-se alguns solutos na água.



Sobre essa situação, é correto afirmar que:

- 01. por causa das condições em que o truque ocorre, o mágico, ao olhar para o fundo da piscina, como mostra a figura, verá a imagem do fundo da piscina na posição real em que o fundo se encontra.
- 02. a plataforma de acrílico fica invisível porque o índice de refração da água é maior do que o índice de refração do acrílico.
- 04. por causa da plataforma de acrílico, a luz não sofre o fenômeno da refração ao passar do ar para a água.
- 08. nas condições em que o truque acontece, não é possível ocorrer o fenômeno da reflexão total na superfície de separação entre o acrílico e a água.
- 16. a plataforma de acrílico fica invisível aos olhos porque a luz não sofre o fenômeno da refração ao passar da água para o acrílico.
- 32. nas condições em que o truque acontece, a razão entre o índice de refração da água e o índice de refração do acrílico é igual a 1.



○ 21. (UFSC) Na era da informação, os fenômenos e os instrumentos ópticos são de fundamental importância. Desde a construção de aparatos para buscar informações do Cosmo, como telescópios, até a utilização da luz como meio de enviar informações, a óptica é um dos ramos da Física com grande valor para o desenvolvimento do conhecimento humano.

Com relação aos fenômenos e aos instrumentos ópticos, é correto afirmar que:

- 01. espelho é a denominação dada para qualquer superfície reta que permita a reflexão regular ou especular da luz.
- 02. quando a luz atinge a fronteira entre dois meios transparentes e homogêneos, ela sofre reflexão, refração e absorção.
- 04. a cor percebida de um objeto depende da cor da luz incidente sobre o objeto e do pigmento existente nele.
- 08. uma das leis da reflexão diz que o ângulo de reflexão com a normal é igual ao ângulo de incidência com a normal, mas ela só é aplicável aos espelhos.
- 16. o arco-íris é consequência somente da reflexão da luz nas gotículas de água dispersas na atmosfera após a chuva.
- 32. qualquer superfície transparente pode se tornar um espelho, desde que as condições para a reflexão total – ângulo de incidência maior do que o ângulo limite e propagação da luz do meio mais refringente para o menos refringente – sejam respeitadas.



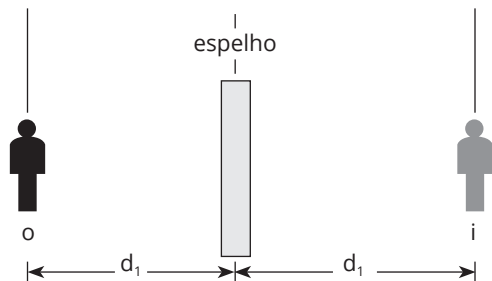
Anotações:



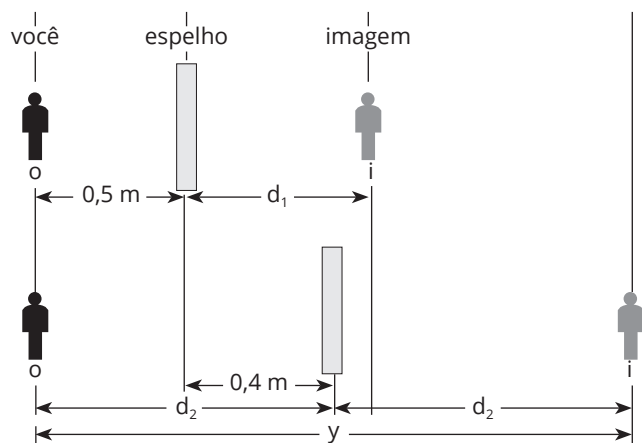
MEDIMAS 2

» Espelhos planos e esféricos

○ 1. (CPS) Quando você fica à frente de um espelho plano, você e sua respectiva imagem têm sempre naturezas opostas, ou seja, quando um é real, o outro deve ser virtual. Dessa maneira, para se obter geometricamente a imagem de um objeto pontual, basta traçar por ele uma reta perpendicular ao espelho plano, atravessando a superfície espelhada, e marcar simetricamente o ponto imagem, como mostrado na figura.



Imagine que você esteja em frente a um espelho plano, a uma distância de 0,5 m. Suponha que esse espelho seja deslocado no mesmo plano em 0,4 m se distanciando de você, conforme a figura.



A distância, representada no esquema pela letra y entre você e a sua imagem, será, em metros, de:

- a) 0,4
- b) 0,8
- c) 1,0
- d) 1,8
- e) 2,0

○ 2. (UNICAMP) Em uma animação do *Tom e Jerry*, o camundongo Jerry se assusta ao ver sua imagem em uma bola de Natal cuja superfície é refletora, como mostra a reprodução abaixo.



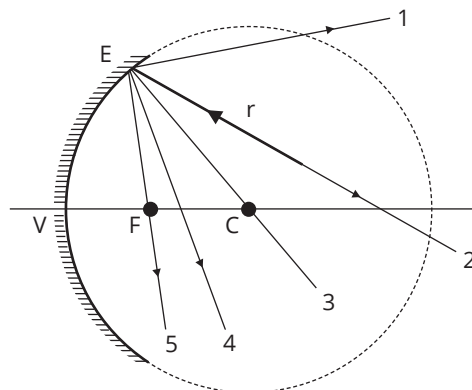
Adaptado de: https://www.youtube.com/watch?v=RtZYfTr7D_o. Acessado em 25/10/2016.

É correto afirmar que o efeito mostrado na ilustração não ocorre na realidade, pois a bola de Natal formaria uma imagem:

- a) virtual ampliada.
- b) virtual reduzida.
- c) real ampliada.
- d) real reduzida.

○ 3. (PUC-RS) Considere o campo gravitacional uniforme.

Na figura abaixo, ilustra-se um espelho esférico côncavo E e seus respectivos centro de curvatura (C), foco (F) e vértice (V). Um dos infinitos raios luminosos que incidem no espelho tem sua trajetória representada por r . As trajetórias de 1 a 5 se referem a possíveis caminhos seguidos pelo raio luminoso refletido no espelho.



O número que melhor representa a trajetória percorrida pelo raio r , após refletir no espelho E , é:

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



○ 4. (MACKENZIE) Um objeto extenso de altura h está fixo, disposto frontalmente diante de uma superfície refletora de um espelho plano, a uma distância de 120,0 cm. Aproximando-se o espelho do objeto de uma distância de 20,0 cm, a imagem conjugada, nessa condição, encontra-se distante do objeto de:

- a) 100,0 cm
- b) 120,0 cm
- c) 200,0 cm
- d) 240,0 cm
- e) 300,0 cm

○ 5. (UPF) As afirmações a seguir referem-se à formação de imagens em espelhos esféricos.

- I. Uma imagem real é obtida quando acontece a intersecção dos raios luminosos refletidos por um espelho.
- II. Um espelho convexo não forma, em nenhuma situação, uma imagem real.
- III. A imagem real formada por um espelho convexo de um objeto colocado à sua frente é sempre de maior tamanho do que o do objeto.
- IV. Independentemente da posição do objeto colocado à frente de um espelho convexo, ter-se-á sempre uma imagem maior do que o objeto.

Está correto apenas o que se afirma em:

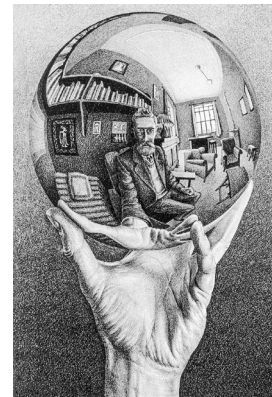
- a) I e II.
- b) II e III.
- c) I, II e IV.
- d) II e IV.
- e) II, III e IV.

○ 6. (UPF) Na madrugada do dia 15 de abril de 2014, os olhares dos latino-americanos voltaram-se para o céu, no qual era possível observar o alinhamento entre Sol, Terra e Lua, formando o eclipse lunar conhecido por "Lua Vermelha". Astrônomos e observadores amadores direcionaram telescópios para visualizar o fenômeno. Considerando a utilização de um telescópio do tipo refletor, é correto afirmar que a imagem final do objeto estelar que se apresenta aos olhos do observador tem as seguintes características:

- a) real e invertida.
- b) real e direita.
- c) virtual e invertida.
- d) virtual e direita.
- e) virtual e maior.



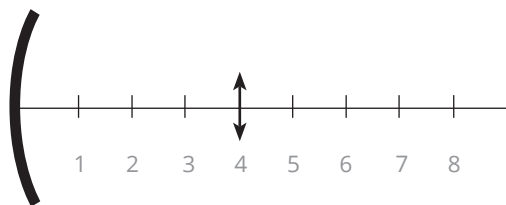
○ 7. (PUC) Para responder à questão, analise a figura abaixo, que mostra a obra *Autorretrato*, do artista holandês M.C. Escher (1898-1972).



Pode-se considerar que a esfera vista na figura se comporta como um espelho _____. A imagem conjugada pelo espelho é _____ e encontra-se entre o foco e o _____ do espelho.

- a) côncavo – real – vértice
- b) convexo – real – vértice
- c) convexo – virtual – vértice
- d) convexo – virtual – centro de curvatura
- e) côncavo – virtual – centro de curvatura

○ 8. (PUC) A figura a seguir mostra um espelho côncavo e diversas posições sobre seu eixo principal. Um objeto e sua imagem, produzida por esse espelho, são representados pelas flechas na posição 4.



O foco do espelho está no ponto identificado pelo número?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 8

○ 9. (PUC-RJ) Espelhos convexos são frequentemente utilizados como retrovisores em carros e motos.

Quais das seguintes afirmações estão corretas?

- I. A área refletida para o olho, por um espelho circular convexo, é maior que a refletida por um espelho plano de igual diâmetro na mesma posição.
- II. A imagem é formada atrás de espelho, portanto é real.
- III. A imagem é menor que o objeto e não é invertida.
- IV. A distância entre a imagem e o espelho é ilimitada, tornando-se cada vez maior, à medida que o objeto se afasta.

- a) Somente I e III.
- b) Somente II e IV.
- c) Somente I, III e IV.
- d) Somente I, II e III.
- e) Somente II, III e IV.



○ 10. (UPF) Sobre a formação da imagem em espelhos esféricos são feitas as seguintes afirmações:

I. Quando se coloca um objeto sobre o eixo principal no centro de curvatura de um espelho côncavo, forma-se uma imagem real, invertida, do mesmo tamanho que o objeto e localizada no centro de curvatura.

II. Quando se coloca um objeto sobre o eixo principal no foco de um espelho côncavo, forma-se uma imagem imprópria no infinito.

III. Em um espelho côncavo, todo raio luminoso que incide paralelamente ao seu eixo principal é refletido em direção ao foco principal do espelho.

IV. Quando um raio de luz incide no vértice de um espelho esférico, é refletido numa direção simétrica à da incidência, em relação ao eixo principal, independentemente de o espelho ser côncavo ou convexo.

Dessas afirmações:

- a) Somente I e II são corretas.
- b) Somente I, III e IV são corretas.
- c) Somente I, II e IV são corretas.
- d) Somente I, II e III são corretas.
- e) Todas são corretas.

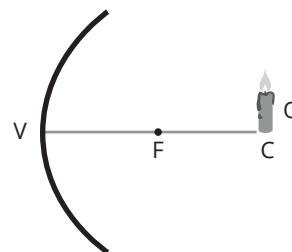
○ 11. (UPF) Durante uma aula experimental em um laboratório didático, o professor pede para um aluno projetar a imagem da chama de uma vela sobre um anteparo. Para realizar essa tarefa, ele poderá escolher um único objeto do conjunto a seguir:

- I. espelho plano
- II. espelho côncavo
- III. espelho convexo
- IV. lente biconvexa
- V. lente bicôncava

Desse conjunto, o(s) possível(is) objeto(s) que permitem ao aluno realizar a tarefa com sucesso são:

- a) somente I
- b) somente II
- c) I, II e IV
- d) II e IV
- e) III e V

○ 12. (PUCRS-2020) Em frente a um espelho côncavo de foco principal F e vértice V, um objeto O está posicionado no centro de curvatura C, conforme mostra a figura abaixo.

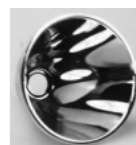


Quando esse objeto for aproximado do espelho, ficando entre o foco e o vértice, sua imagem posicionar-se-á:

- a) no foco.
- b) no infinito.
- c) atrás do espelho.
- d) no centro de curvatura.

○ 13. (ACAFE) As lanternas ainda são equipamentos muito utilizados, principalmente, quando precisamos de uma fonte de luz móvel. No decorrer dos anos, os refletores que as lanternas utilizam foram sendo desenvolvidos para melhorar a eficiência luminosa e garantir que reflitam a luz paralelamente ao eixo principal. Os tipos de refletores utilizados são:

Refletores lisos: os mais antigos



Refletores facetados: formados por pequenos espelhos



Refletores casca de laranja: evolução final até agora



Fonte: disponível em: <https://sobrevivencialismo.com/2016/07/04/lanternas-o-guia-completo/>. [Adaptada]. Acesso em 01 de abril de 2019.

Com base no exposto, assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas da frase a seguir. Todos esses três refletores representam _____, do tipo _____ e as lâmpadas utilizadas estão posicionadas no _____ do refletor.

- a) lentes - convergente - foco
- b) espelhos - convexo - vértice
- c) espelhos - côncavo - foco
- d) lentes - convergente - vértice

○ 14. (UNISC) Os instrumentos ópticos são equipamentos utilizados para auxiliar a visualização do que seria muito difícil ou impossível de enxergar sem eles. Esses instrumentos fazem parte do nosso cotidiano, tendo diversas e deferentes aplicações. Sobre instrumentos ópticos utilizados no cotidiano, assinale a alternativa que apresenta o exemplo e a explicação física que justifica seu emprego de forma correta.

a) O “olho mágico” é um mecanismo de segurança, que garante controle de acesso a espaços restritos. É instalado em portas de acesso a espaços reservados e particulares, sendo constituído por lente ou sistema de lentes convergentes, pois possibilita a formação de uma imagem direita em relação ao objeto.

b) A lupa manual é constituída por uma lente divergente, pois tem a função de possibilitar a visão ampliada do objeto, através de sua imagem real.

c) O espelho de segurança utilizado em instituições financeiras, garagens, mercados e lojas, entre outros locais, é basicamente um espelho convexo, pois forma imagem virtual, independente da distância que o objeto se encontra.

d) O espelho utilizado pelos dentistas é convexo, pois possibilita a visão de uma imagem virtual e maior do objeto (interior da boca).

e) Os espelhos utilizados para maquiagem ou para se barbear são constituídos por um espelho convexo, pois têm a função de fornecer uma imagem real e maior do que o objeto.



Anotações:

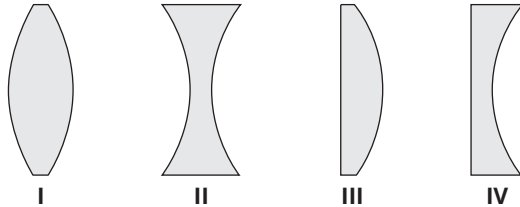


MEDIMAI 3

» Lentes esféricas

○ 1. (CESGRANRIO) Um estudante deseja queimar uma folha de papel, concentrando, com apenas uma lente, um feixe de luz solar na superfície da folha.

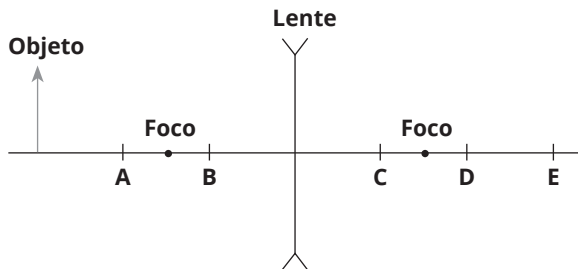
Para tal, ele dispõe de 4 lentes de vidro, cujos perfis são mostrados a seguir:



Para conseguir seu intento, o estudante poderá usar as lentes:

- a) I ou II somente.
- b) I ou III somente.
- c) I ou IV somente.
- d) II ou III somente.
- e) II ou IV somente.

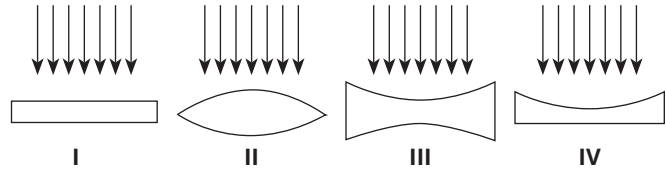
○ 2. (FIUBE) Na figura estão representados um objeto e uma lente divergente delgada.



Aproximadamente, em que ponto do eixo óptico vai se formar a imagem conjugada pela lente?

- a) A.
- b) B.
- c) C.
- d) D.
- e) E.

○ 3. (UFRJ) As figuras abaixo representam raios solares incidentes sobre quatro lentes distintas:



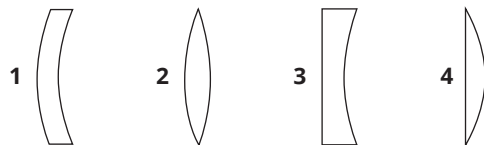
Deseja-se incendiar um pedaço de papel, concentrando a luz do Sol sobre ele. A lente que seria mais efetiva para essa finalidade é a de número:

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) IV.

○ 4. (PUC-MG) A lente da historinha do Bidu pode ser representada por quais das lentes cujos perfis são mostrados a seguir?



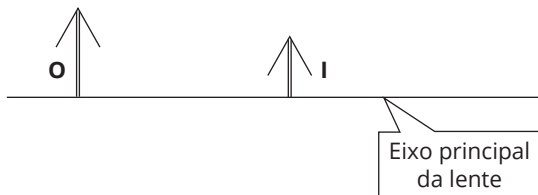
Criação de Maurício de Souza.



- a) 1 ou 3.
- b) 2 ou 4.
- c) 1 ou 2.
- d) 3 ou 4.
- e) 2 ou 3.



○ 5. (PUC-SP) No esquema a seguir, O é um objeto real, e I, sua imagem virtual, conjugada por uma lente esférica delgada.



A partir das informações contidas no texto e na figura, podemos concluir que a lente é:

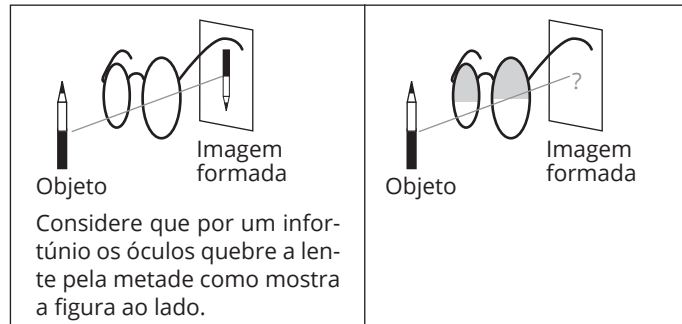
- a) convergente e está entre O e I.
- b) convergente e está à direita de I.
- c) divergente e está entre O e I.
- d) divergente e está à esquerda de O.
- e) divergente e está à direita de I.

○ 6. (UPF) Muitos instrumentos se utilizam de lentes esféricas delgadas para seu funcionamento. Tais lentes podem ser do tipo convergente ou divergente e formam imagens com características específicas. Sobre as imagens formadas por essas lentes, é correto afirmar que:

- a) quando um objeto é posicionado no foco de uma lente convergente, se forma uma imagem real, maior e direita.
- b) quando um objeto é posicionado entre o foco e o centro óptico de uma lente convergente, se forma uma imagem real, maior e direita.
- c) quando um objeto é posicionado entre o foco e o centro óptico de uma lente convergente, não se forma nenhuma imagem.
- d) uma lente divergente só pode formar uma imagem virtual, menor e direita de um objeto.
- e) uma lente divergente só pode formar uma imagem real, maior e direita de um objeto.



○ 7. (ACAFE) A partir da meia idade, a consulta ao médico oftalmologista se faz necessária, pois os músculos ciliares vão perdendo a elasticidade, aparecendo a presbiopia. Para corrigir, o médico irá receitar óculos com lentes convergentes que deslocam as imagens um pouco mais para frente da retina do olho. Usando-se esses óculos com lente convergente, pode-se, então, observar um lápis como uma imagem real e invertida em um anteparo conforme o esquema a seguir. (iremos analisar somente por uma das lentes)



A alternativa correta que mostra como será a imagem formada nesse caso é:



- a)
- b)
- c)
- d)



MEDIMAI 4

» Estudo analítico do olho humano

○ 1. (UDESC) Um objeto é colocado a 4,0 cm à esquerda de uma lente convergente de distância focal de 2,0 cm. Um espelho convexo de raio de curvatura de 4,0 cm está 10,0 cm à direita da lente convergente, como mostra a figura abaixo.



Assinale a alternativa que corresponde à posição da imagem final, com relação ao vértice V do espelho.

- a) 1,5 cm
- b) -1,5 cm
- c) -1,3 cm
- d) 1,3 cm
- e) 3,0 cm

○ 2. (FEPAR) A foto a seguir mostra um dentista examinando uma paciente por meio de um pequeno espelho esférico conhecido popularmente como espelho de dentista. O profissional utiliza o instrumento para observar o estado do dente do paciente.



Com base em seus conceitos físicos, julgue as afirmativas que seguem.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

- () A principal função desse tipo de espelho é ampliar o campo visual.
- () Se o objeto (dente) for posicionado no foco principal do espelho, a imagem será real.
- () Esse modelo de espelho pode ser utilizado para refletir a luz de um objeto luminoso, pois possui comportamento convergente, iluminando assim áreas da boca com formação de sombras, como as regiões voltadas para a garganta.
- () Num espelho esférico com raio de curvatura de 10 mm, um dente de 0,8 mm de altura é posicionado a 1 mm do vértice do espelho. A abscissa da imagem é de -1,25 mm.

() Para o dente posicionado entre o vértice e o foco principal desse espelho, temos para um objeto real uma imagem de natureza virtual, orientação direita e maior que o objeto.

- a) V - F - V - F - V
- b) F - F - V - V - V
- c) V - V - F - F - F
- d) F - F - F - V - V
- e) F - V - F - F - V

○ 3. (UDESC) Um lápis foi colocado a 30,00 cm diante de um espelho esférico convexo de distância focal igual a 50,0 cm perpendicularmente ao eixo principal. O lápis possui 10,0 cm de comprimento. Com base nessas informações, pode-se afirmar que a posição e o tamanho da imagem do lápis são, respectivamente:

- a) 75,0 cm e -25,0 cm
- b) 18,75 cm e -6,25 cm
- c) -75,0 cm e 25,0 cm
- d) 75,0 cm e 6,25 cm
- e) -18,75 cm e 6,25 cm

○ 4. (ACAFE) Um objeto foi colocado em duas posições à frente de um espelho côncavo de 10 cm de foco. A imagem do objeto, conjugada pelo espelho, quando colocado na primeira posição foi invertida, com ampliação de 0,2 e, quando colocado na segunda posição, foi direita com ampliação de 5.

Considerando o exposto, e utilizando o referencial e as equações de Gauss, assinale a alternativa correta que completa as lacunas da frase a seguir.

A imagem conjugada do objeto na primeira posição é _____ e _____ que o objeto.

A imagem conjugada do objeto na segunda posição é _____ e _____ que o objeto.

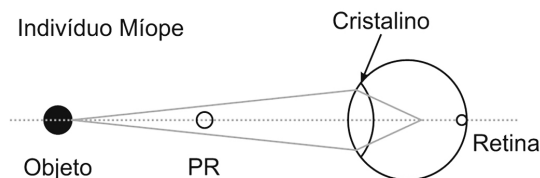
- a) real - menor - virtual - maior
- b) real - menor - real - maior
- c) virtual - maior - real - menor
- d) virtual - maior - virtual - menor



○ 5. (UNISC) Uma pessoa não consegue ver os objetos com nitidez porque suas imagens se formam entre o cristalino e a retina. Qual é o defeito de visão dessa pessoa e como podemos corrigi-lo?

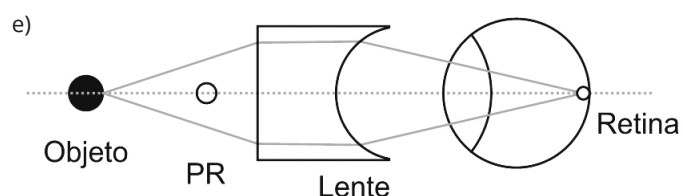
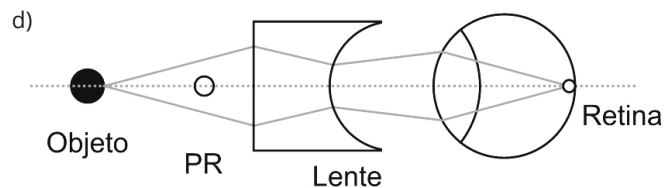
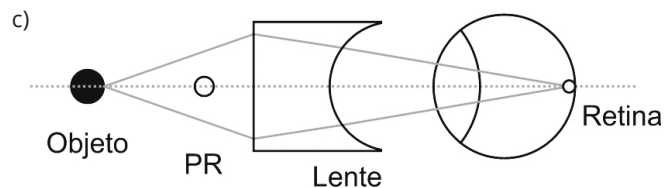
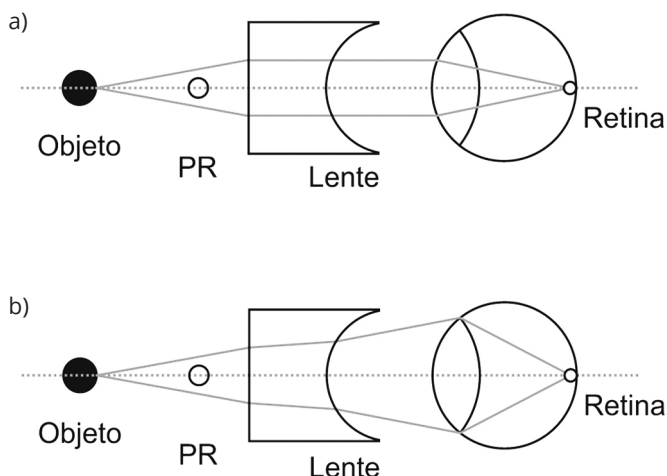
- a) Hipermetropia, e a pessoa deverá usar lentes divergentes para a sua correção.
- b) Miopia, e a pessoa deverá usar lentes divergentes para a sua correção.
- c) Miopia, e a pessoa deverá usar lentes convergentes para a sua correção.
- d) Hipermetropia, e a pessoa deverá usar lentes convergentes para a sua correção.
- e) Miopia, e a pessoa deverá usar uma lente divergente e outra lente convergente para a sua correção.

○ 6. (FUVEST) O olho humano constitui uma complexa estrutura capaz de controlar a luz recebida e produzir imagens nítidas. Em pessoas com visão normal, o olho é capaz de acomodar o cristalino para focalizar sobre a retina a luz que vem dos objetos, desde que não estejam muito próximos. Pessoas míopes, por outro lado, apresentam dificuldades em enxergar de longe. Ao focalizar objetos situados além do chamado ponto remoto (PR), a imagem forma-se à frente da retina, conforme ilustrado na figura.



Nesse caso, lentes corretivas são necessárias a fim de que o indivíduo observe o objeto de forma nítida.

Qual arranjo esquemático melhor descreve a correção realizada por uma lente receitada por um oftalmologista no caso de um indivíduo míope?



○ 7. (UNISC) Uma lente esférica imersa no ar de vergência (ou também conhecida como convergência) de -2 (menos dois) dioptrias é utilizada para a obtenção de uma imagem duas vezes menor que o objeto. Considerando o exposto, assinale a alternativa que apresenta a distância da lente em que o objeto deve ser colocado.

- a) 0,2 m.
- b) 0,4 m.
- c) 0,5 m.
- d) 0,6 m.
- e) 1,0 m.

○ 8. (UCPEL) No olho humano existe o cristalino que é uma lente biconvexa. No entanto, as lentes esféricas delgadas têm, também, larga aplicação técnica como componente de diversos instrumentos óticos, tais como óculos, luneta, câmara fotográfica e projetor. O projetor de cinema utiliza uma lente convergente que fornece, de um objeto real, uma imagem real, invertida e maior do que o objeto. Chamando de "p" a distância do objeto ao centro ótico da lente e de "f" a distância focal, pode-se afirmar que para o correto funcionamento do projetor cinematográfico o valor de "p" deve ser

- a) Igual a $2f$.
- b) Maior do que $2f$.
- c) Menor do que f .
- d) Maior do que f e menor do que $2f$.
- e) Menor do que $f/2$.



○ **9. (PUC-RJ)** Um objeto real que se encontra a uma distância de 25 cm de uma lente esférica delgada divergente, cuja distância focal é, em valor absoluto, também de 25 cm, terá uma imagem:

- a) virtual, direita e reduzida, a 12,5 cm do objeto.
- b) real, invertida e do mesmo tamanho do objeto, a 25 cm da lente.
- c) real, invertida e ampliada, a 12,5 cm da lente.
- d) virtual, direita e ampliada, a 25 cm do objeto.
- e) não fornecerá imagem.

○ **10. (PUC-RS)** Um salão de beleza projeta instalar um espelho que aumenta 1,5 vezes o tamanho de uma pessoa posicionada em frente a ele. Para o aumento ser possível e a imagem se apresentar direita (direta), a pessoa deve se posicionar, em relação ao espelho:

- a) antes do centro de curvatura.
- b) no centro de curvatura.
- c) entre o centro de curvatura e o foco.
- d) no foco.
- e) entre o foco e o vértice do espelho.

○ **11. (ULBRA-CANOAS)** Um objeto está à frente de um espelho e tem sua imagem aumentada em quatro vezes e projetada em uma tela que está a 2,4 m do objeto, na sua horizontal. Que tipo de espelho foi utilizado e qual o seu raio de curvatura?

- a) Côncavo; 64 cm
- b) Côncavo; 36 cm
- c) Côncavo; 128 cm
- d) Convexo; -128 cm
- e) Convexo; -64 cm



Anotações:



MEDIMAIIS 5

» Biofísica do olho humano

○ 1. (FUVEST) A distância entre um objeto e uma tela é de 80 cm. O objeto é iluminado e, por meio de uma lente delgada posicionada adequadamente entre o objeto e a tela, uma imagem do objeto, nítida e ampliada três vezes, é obtida sobre a tela. Para que isso seja possível, a lente deve ser:

- a) convergente, com distância focal de 15 cm, colocada a 20 cm do objeto.
- b) convergente, com distância focal de 20 cm, colocada a 20 cm do objeto.
- c) convergente, com distância focal de 15 cm, colocada a 60 cm do objeto.
- d) divergente, com distância focal de 15 cm, colocada a 60 cm do objeto.
- e) divergente, com distância focal de 20 cm, colocada a 20 cm do objeto.

○ 2. (UPF) Uma pessoa com visão perfeita observa um adesivo, de tamanho igual a 6 mm, grudado na parede na altura de seus olhos. A distância entre o cristalino do olho e o adesivo é de 3 m. Supondo que a distância entre esse cristalino e a retina, onde se forma a imagem, seja igual a 20 mm, o tamanho da imagem do adesivo formada na retina é:



- a) 4×10^{-3} mm
- b) 5×10^{-3} mm
- c) 4×10^{-2} mm
- d) 5×10^{-4} mm
- e) 2×10^{-4} mm

○ 3. (UFSC) Em 2017, Carlos Mastrangelo, da Universidade de Utah, nos EUA, divulgou seus estudos sobre a criação de óculos formados por lentes líquidas, para fazer o foco automático. Seu objetivo foi resolver o problema de quem tem presbiopia e miopia, por exemplo, para não precisar trocar de óculos. Mastrangelo conta que os óculos possuem uma câmera infravermelha entre as lentes que serve para identificar a distância entre o rosto do usuário e o objeto que ele está olhando e, assim, fazer o foco correto.



Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/medicina/113833-oculos-inteligentes-tem-lentes-liquidas-fazer-foco-automatico.htm>. [Adaptado]. Acesso em: 14 mar. 2019.

Sobre o assunto abordado e com base no exposto acima, é correto afirmar que:

- 01. o defeito da visão chamado hipermetropia provoca o mesmo efeito que a miopia, ou seja, o indivíduo tem dificuldades em enxergar objetos próximos.
- 02. uma das formas de ajustar o foco da lente é alterando sua curvatura.
- 04. o fenômeno óptico que explica o funcionamento de uma lente é a refração.
- 08. para determinar a distância, a câmera acoplada aos óculos utiliza a onda de calor liberada pelos objetos.
- 16. uma causa do defeito da visão chamado presbiopia está relacionada com um globo ocular mais achatado.
- 32. a lente utilizada para corrigir o defeito da visão chamado miopia é a lente convergente.
- 64. em um olho hipermetrópe, a imagem é formada após a retina.



MEDIMAS 6

» Princípios básicos de eletrostática

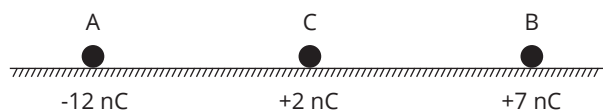
○ 1. Três esferas condutoras A, B e C têm o mesmo diâmetro. A esfera A está inicialmente neutra e as outras duas estão carregadas com cargas $Q_B = 1,2 \mu\text{C}$ e $Q_C = 1,8 \mu\text{C}$. Com a esfera A, toca-se primeiramente a esfera B e depois a C. As cargas elétricas de A, B e C, depois desses contatos, são, respectivamente:

- a) $0,6 \mu\text{C}$, $0,6 \mu\text{C}$ e $1,8 \mu\text{C}$.
- b) $0,6 \mu\text{C}$, $1,2 \mu\text{C}$ e $1,2 \mu\text{C}$.
- c) $1,0 \mu\text{C}$, $1,0 \mu\text{C}$ e $1,0 \mu\text{C}$.
- d) $1,2 \mu\text{C}$, $0,6 \mu\text{C}$ e $1,2 \mu\text{C}$.
- e) $1,2 \mu\text{C}$, $0,8 \mu\text{C}$ e $1,0 \mu\text{C}$.

○ 2. Têm-se 4 esferas idênticas, uma carregada eletricamente com carga Q e as outras eletricamente neutras. Colocando-se, separadamente, a esfera eletrizada em contato com cada uma das outras esferas, a sua carga final será de:

- a) $Q/4$
- b) $Q/8$
- c) $Q/16$
- d) $Q/32$
- e) $Q/64$

○ 3. A figura a seguir mostra três esferas iguais: A e B, fixas sobre um plano horizontal e carregadas eletricamente com $q_A = -12 \text{ nC}$ e $q_B = +7 \text{ nC}$ e C, que pode deslizar sem atrito sobre o plano, carregada com $q_C = +2 \text{ nC}$. Não há troca de carga elétrica entre as esferas e o plano. Estando solta, a esfera C dirige-se de encontro à esfera A, com a qual interage eletricamente, retornando de encontro à B, e assim por diante, até que o sistema atinge o equilíbrio, com as esferas não mais se tocando. Nesse momento, as cargas A, B e C, em nC, serão, respectivamente:



- a) -1, -1 e -1
- b) -2, -1/2 e -1/2
- c) +2, -1 e +2
- d) -3, zero e +3
- e) -3/2, zero e -3/2

○ 4. (PUC) Uma pequena esfera metálica isolada, denominada A, possui 3×10^{11} prótons e 5×10^{11} elétrons. Essa esfera é colocada em contato com outra esfera isolada, denominada B, de mesmo material e dimensões, cuja carga elétrica é 32 nC . As esferas são separadas após atingir o equilíbrio eletrostático. Dados: carga elementar $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Analise as afirmativas a seguir:

- I. A carga elétrica da esfera A antes do contato é -32 nC .
- II. Durante o procedimento do contato, a esfera B transfere prótons para a esfera A.
- III. A carga elétrica das esferas após o contato será nula.

Estão corretas as afirmativas

- a) I e II, apenas.
- b) I e III, apenas.
- c) II e III, apenas.
- d) I, II e III.

Anotações:



○ **5. (PUCRS)** A Física emprega Princípios de Conservação para descrever fenômenos, tanto numa escala microscópica como macroscópica. Dois desses princípios empregam as grandezas denominadas:

- a) carga elétrica e energia elétrica.
- b) carga elétrica e quantidade de movimento.
- c) carga elétrica e massa.
- d) massa e quantidade de movimento.
- e) massa e energia gravitacional.

○ **6. (PUC-RS)** Considere as informações a seguir.

Em Física de Partículas, uma partícula é dita elementar quando não possui estrutura interna. Por muito tempo se pensou que prótons e nêutrons eram partículas elementares, contudo as teorias atuais consideram que essas partículas possuem estrutura interna. Pelo modelo padrão da Física de Partículas, prótons e nêutrons são formados, cada um, por três partículas menores denominadas *quarks*. Os *quarks* que constituem tanto os prótons quanto os nêutrons são dos tipos *up* e *down*, cada um possuindo um valor fracionário do valor da carga elétrica elementar **e** ($e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$).

A tabela abaixo apresenta o valor da carga elétrica desses *quarks* em termos da carga elétrica elementar **e**.

	<i>Quark up</i>	<i>Quark down</i>
Carga elétrica	$\frac{+2}{3}e$	$\frac{-1}{3}e$

Assinale a alternativa que melhor representa os *quarks* que constituem os prótons e os nêutrons.

	Próton	Nêutron
a)	<i>up - up - down</i>	<i>up - up - up</i>
b)	<i>down - down - down</i>	<i>up - down - down</i>
c)	<i>up - down - down</i>	<i>up - up - down</i>
d)	<i>up - up - down</i>	<i>up - down - down</i>
e)	<i>up - down - down</i>	<i>down - down - down</i>

○ **7. (PUC-SP)** Tem-se três esferas metálicas A, B e C, inicialmente neutras. Atrita-se A com B, mantendo C à distância. Sabe-se que, nesse processo, B ganha elétrons e que, logo após, as esferas são afastadas entre si de uma grande distância. Um bastão eletrizado positivamente é aproximado de cada esfera, sem tocá-las. Podemos afirmar que haverá atração:

- a) apenas entre o bastão e a esfera B.
- b) entre o bastão e a esfera B e entre o bastão e a esfera C.
- c) apenas entre o bastão e a esfera C.
- d) entre o bastão e a esfera A e entre o bastão e a esfera B.
- e) entre o bastão e a esfera A e entre o bastão e a esfera C.



MEDIMAS 7

» Força elétrica e campo elétrico

○ 1. Uma partícula eletrizada com carga $2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ está em equilíbrio quando submetida aos campos gravitacional e elétrico. Sabendo que a gravidade local vale 10 m/s^2 e que a massa da partícula é 10 g , determine o campo elétrico em que se encontra a partícula.

- a) $5 \cdot 10^5 \text{ N/C}$
- b) $5 \cdot 10^7 \text{ N/C}$
- c) $2 \cdot 10^5 \text{ N/C}$
- d) $2 \cdot 10^7 \text{ N/C}$
- e) $1 \cdot 10^5 \text{ N/C}$

○ 2. Duas pequenas esferas estão, inicialmente, neutras eletricamente. De uma das esferas são retirados $5,0 \cdot 10^{14}$ elétrons que são transferidos para a outra esfera. Após essa operação, as duas esferas são afastadas de $8,0 \text{ cm}$, no vácuo.

Dados: carga elementar $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, constante eletrostática no vácuo $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, a força de interação elétrica entre as esferas será de:

- a) atração e intensidade $7,2 \cdot 10^5 \text{ N}$.
- b) atração e intensidade $9,0 \cdot 10^3 \text{ N}$.
- c) atração e intensidade $6,4 \cdot 10^3 \text{ N}$.
- d) repulsão e intensidade $7,2 \cdot 10^3 \text{ N}$.
- e) repulsão e intensidade $9,0 \cdot 10^3 \text{ N}$.

○ 3. Inicialmente, a força elétrica atuando entre dois corpos A e B, separados por uma distância d , é repulsiva e vale F .

Se retirarmos metade da carga do corpo A, qual deve ser a nova separação entre os corpos para que a força entre eles permaneça igual a F ?

- a) d .
- b) $d/2$.
- c) $d/\sqrt{2}$.
- d) $d/\sqrt{3}$.
- e) $d/3$.

○ 4. Duas cargas puntiformes $q_1 = +2 \mu\text{C}$ e $q_2 = -6 \mu\text{C}$ estão fixas e separadas por uma distância de 600 mm no vácuo. Uma terceira carga $q_3 = 3 \mu\text{C}$ é colocada no ponto médio do segmento que une as cargas. Qual é o módulo da força elétrica que atua sobre a carga q_3 ?

Dados: constante eletrostática do vácuo $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

- a) $1,2 \text{ N}$
- b) $2,4 \text{ N}$
- c) $3,6 \text{ N}$
- d) $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$
- e) $3,6 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

○ 5. Sobre uma carga elétrica de $2,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, colocada em certo ponto do espaço, age uma força de intensidade $0,80 \text{ N}$. Despreze as ações gravitacionais. A intensidade do campo elétrico nesse ponto é:

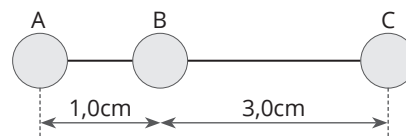
- a) $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ N/C}$
- b) $1,3 \cdot 10^{-5} \text{ N/C}$
- c) $2,0 \cdot 10^3 \text{ N/C}$
- d) $1,6 \cdot 10^5 \text{ N/C}$
- e) $4,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$

○ 6. Uma partícula de massa m e eletrizada com carga elétrica q é colocada num ponto P de um campo elétrico, onde o vetor campo elétrico E tem direção vertical, sentido de cima para baixo e intensidade E .

Observa-se que a partícula fica em equilíbrio sob ação da força elétrica e do seu peso. Sendo g a aceleração da gravidade, qual a alternativa que fornece o valor de q ?

- a) $q = m \cdot g \cdot E$
- b) $q = E/m \cdot g$
- c) $q = m \cdot g/E$
- d) $q = -m \cdot g/E$
- e) $q = -m \cdot g \cdot E$

○ 7. (UCPEL) O campo elétrico pode ser definido como uma região do espaço onde um corpo eletricamente carregado fique sujeito à ação de uma força de origem elétrica. No entanto, se colocarmos dois pequenos corpos eletricamente carregados, próximos um do outro, é possível que em um determinado ponto sobre o segmento de reta que os une a força resultante seja nula.



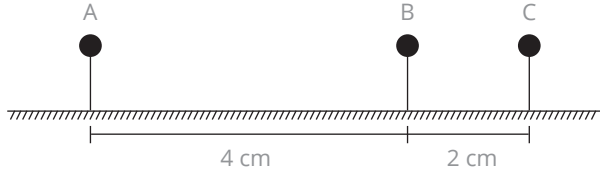
Considere que nos pontos A, B e C da figura acima existam três pequenas esferas eletricamente carregadas e isoladas entre si. Para que a força resultante que atua sobre uma carga elétrica colocada no ponto A seja nula é necessário que a carga colocada no ponto C seja

- a) A força resultante que atuará sobre qualquer carga colocada no ponto A nunca poderá ser nula.
- b) de módulo igual 16 vezes o módulo da carga colocada em B e de mesmo sinal desta.
- c) de módulo igual a 4 vezes ao da carga colocada no ponto B e de sinal contrário a esta.
- d) de módulo igual a 3 vezes ao da carga colocada no ponto B e de mesmo sinal desta.
- e) de módulo igual a 16 vezes o módulo da carga colocada no ponto B e de sinal contrário a esta.



○ **8. (PUC)** Para responder à questão a seguir considere as informações que seguem.

Três esferas de dimensões desprezíveis **A**, **B** e **C** estão eletricamente carregadas com cargas elétricas respectivamente iguais a $2q$, q e q . Todas encontram-se fixas, apoiadas em suportes isolantes e alinhadas horizontalmente, como mostra a figura abaixo:



O módulo da força elétrica exercida por B na esfera C é F . O módulo da força elétrica exercida por A na esfera B é:

- a) $F/4$
- b) $F/2$
- c) F
- d) $2F$
- e) $4F$

○ **9. (UPF)** Uma lâmina muito fina e minúscula de cobre, contendo uma carga elétrica q , flutua em equilíbrio numa região do espaço onde existe um campo elétrico uniforme de 20 kN/C , cuja direção é vertical e cujo sentido se dá de cima para baixo.

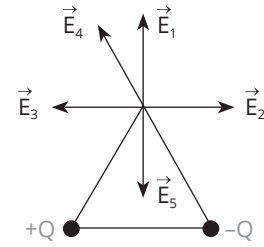
Considerando que a carga do elétron seja de $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ e a aceleração gravitacional seja de 10 m/s^2 e sabendo que a massa da lâmina é de $3,2 \text{ mg}$, é possível afirmar que o número de elétrons em excesso na lâmina é:

- a) $3,0 \cdot 10^{12}$
- b) $1,0 \cdot 10^{13}$
- c) $1,0 \cdot 10^{10}$
- d) $2,0 \cdot 10^{12}$
- e) $3,0 \cdot 10^{11}$

○ **10. (UPF)** Durante uma experiência em um laboratório de física, um balão (desses usados em festas de aniversário) cheio de ar, de massa total $m = 1 \text{ g}$, carregado eletricamente com uma carga q negativa, flutua estaticamente numa região do espaço onde existe um campo elétrico uniforme na direção vertical e no sentido de cima para baixo. Desprezando-se o empuxo sobre o balão e considerando que a aceleração gravitacional local é $g = 10 \text{ m/s}^2$ e que o valor do campo elétrico é de 50 N/C , pode-se afirmar que o módulo da carga elétrica do balão é de:

- a) $200 \mu\text{C}$
- b) 2 mC
- c) $2 \cdot 10^{-1} \text{ C}$
- d) 5 mC
- e) $5 \mu\text{C}$

○ **11. (PUC)** Considere a figura a seguir, que representa duas cargas elétricas de mesma intensidade e sinais opostos colocadas nos vértices inferiores do triângulo equilátero.



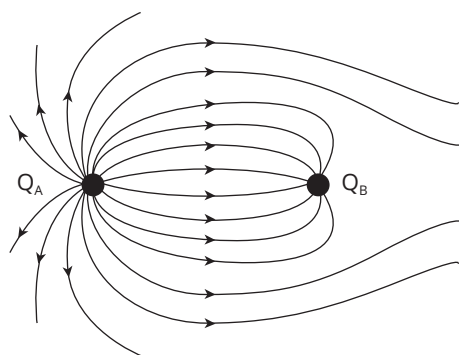
O vetor que representa o campo elétrico resultante no vértice superior do triângulo é?

- a) \vec{E}_1
- b) \vec{E}_2
- c) \vec{E}_3
- d) \vec{E}_4
- e) \vec{E}_5

○ **12. (PUC)** Uma pequena esfera de peso $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ e carga elétrica $10,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ encontra-se suspensa verticalmente por um fio de seda, isolante elétrico e de massa desprezível. A esfera está no interior de um campo elétrico uniforme de 300 N/C , orientado na vertical e para baixo. Considerando que a carga elétrica da esfera é, inicialmente, positiva e, posteriormente, negativa, as forças de tração no fio são, respectivamente:

- a) $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ e $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ N}$
- b) $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ e $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ N}$
- c) $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ e $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$
- d) $9,0 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ e $3,0 \cdot 10^{-3} \text{ N}$
- e) $9,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ e $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

○ 13. (PUC-RS) Considere a figura abaixo, que representa as linhas de força do campo elétrico gerado por duas cargas pontuais Q_A e Q_B .



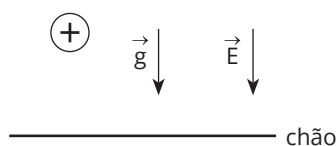
A soma $Q_A + Q_B$ é, necessariamente, um número:

- a) par.
- b) ímpar.
- c) inteiro.
- d) positivo.
- e) negativo.

○ 14. (UFN) Na Engenharia Biomédica, testou-se a reação de tecidos artificiais na presença de campos elétricos e magnéticos. Uma das atividades consistiu em estabilizar uma molécula, de uma substância eletricamente carregada, com carga negativa de valor $2 \mu\text{C}$. Para tanto, mediu-se a massa da molécula, obtendo-se o valor de $4,0 \text{ mg}$, colocada depois em equilíbrio num campo elétrico vertical, calculado pelos participantes do projeto. Assinale, entre as alternativas a seguir, a que contenha a resposta aproximada e de forma correta, encontrada por um dos participantes.

- a) Gilberto: O campo elétrico é vertical para baixo e vale $18 \cdot 10^{-3} \text{ N/C}$.
- b) Solange: O campo elétrico é vertical para baixo e vale 18 N/C .
- c) Claudia: O campo elétrico é vertical para baixo e vale $18 \cdot 10^{-3} \text{ N/C}$.
- d) Luiz: O campo elétrico é vertical para baixo e vale $20 \cdot 10^{-3} \text{ N/C}$.
- e) Jussane: O campo elétrico é vertical para baixo e vale $40 \cdot 10^{-3} \text{ N/C}$.

○ 15. (UNICAMP) Existem na natureza forças que podemos observar em nosso cotidiano. Dentre elas, a força gravitacional da Terra e a força elétrica. Num experimento, solta-se uma bola com carga elétrica positiva, a partir do repouso, de uma determinada altura, numa região em que há um campo elétrico dirigido verticalmente para baixo, e mede-se a velocidade com que ela atinge o chão. O experimento é realizado primeiramente com uma bola de massa m e carga q , e em seguida com uma bola de massa $2m$ e mesma carga q .



Desprezando a resistência do ar, é correto afirmar que, ao atingir o chão:

- a) as duas bolas terão a mesma velocidade.
- b) a velocidade de cada bola não depende do campo elétrico.
- c) a velocidade da bola de massa m é maior que a velocidade da bola de massa $2m$.
- d) a velocidade da bola de massa m é menor que a velocidade da bola de massa $2m$.

○ 16. (ULBRA) Considere duas cargas, $Q_A = 4 \mu\text{C}$ e $Q_B = -5 \mu\text{C}$ separadas por 3 cm no vácuo. Elas são postas em contato e, após, separadas no mesmo local, por 1 cm . Qual o sentido e o valor da força eletrostática entre elas, após o contato?

Considere: $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$, $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

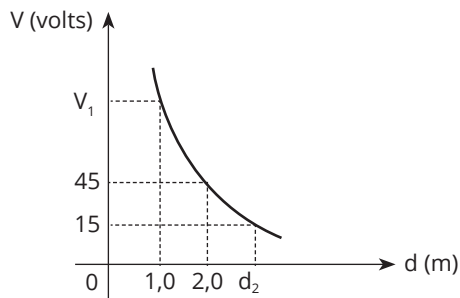
- a) Atração; $0,2 \text{ N}$
- b) Atração; $2,5 \text{ N}$
- c) Atração; $200,0 \text{ N}$
- d) Repulsão; $0,2 \text{ N}$
- e) Repulsão; $22,5 \text{ N}$



MEDIMAI 8

» Potencial elétrico e corrente elétrica

○ 1. (FAMECA) O gráfico representa o potencial gerado por uma carga elétrica puntiforme, em função da distância dessa carga aos pontos do campo elétrico. O meio é o vácuo.



Dado: constante eletrostática do vácuo $k_0 = 9,0 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

O potencial elétrico V_1 e a distância d_2 , que podem ser obtidos a partir do gráfico, e a carga Q que gera o potencial, assumem os seguintes valores:

- a) $V_1 = 180 \text{ v}$; $d_2 = 6,0 \text{ m}$; $Q = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ C}$
- b) $V_1 = 90 \text{ v}$; $d_2 = 6,0 \text{ m}$; $Q = 2,0 \cdot 10^{-8} \text{ C}$
- c) $V_1 = 90 \text{ v}$; $d_2 = 3,5 \text{ m}$; $Q = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ C}$
- d) $V_1 = 180 \text{ v}$; $d_2 = 3,5 \text{ m}$; $Q = 2,0 \cdot 10^{-8} \text{ C}$
- e) $V_1 = 90 \text{ v}$; $d_2 = 6,0 \text{ m}$; $Q = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ C}$

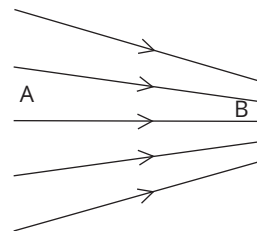
○ 2. (MACKENZIE) Em um ponto A do universo, constata-se a existência de um campo elétrico E de intensidade $9,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$, devido exclusivamente a uma carga Q situada a 10 cm dele. Em um outro ponto B, distante 30 cm da mesma carga, o vetor campo elétrico tem intensidade $1,0 \cdot 10^5 \text{ N/C}$. A ddp entre A e B é:

- a) $1,8 \times 10^4 \text{ V}$
- b) $2,0 \times 10^4 \text{ V}$
- c) $6,0 \times 10^4 \text{ V}$
- d) $6,0 \times 10^5 \text{ V}$
- e) $8,0 \times 10^5 \text{ V}$

○ 3. (MACKENZIE) Ao abandonarmos um corpúsculo, eletrizado positivamente com carga elétrica de $2 \mu\text{C}$, no ponto A de um campo elétrico, ele fica sujeito a uma força eletrostática que o leva para o ponto B, após realizar o trabalho de 6,0 mJ. A diferença de potencial elétrico entre os pontos A e B desse campo elétrico é:

- a) 1,5 kV
- b) 3,0 kV
- c) 4,5 kV
- d) 6,0 kV
- e) 7,5 kV

○ 4. (UFSM) A tecnologia dos aparelhos eletroeletrônicos está baseada nos fenômenos de interação das partículas carregadas com campos elétricos e magnéticos. A figura representa as linhas de campo de um campo elétrico.



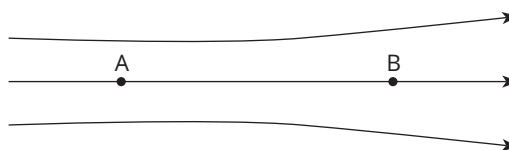
Assim, analise as afirmativas:

- I. O campo é mais intenso na região A.
- II. O potencial elétrico é maior na região B.
- III. Uma partícula com carga negativa pode ser a fonte desse campo.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ 5. (UFSM) A figura representa as linhas de força associadas a um campo elétrico.

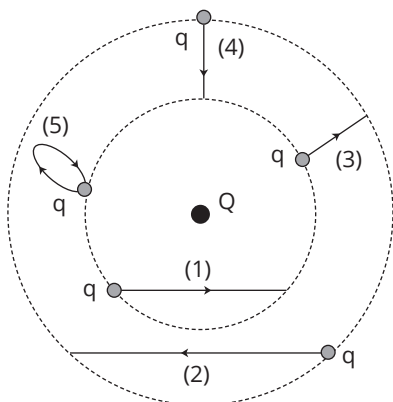


Se a diferença de potencial entre os pontos A e B é de $2,0 \cdot 10^4 \text{ V}$ e o trabalho realizado pela força elétrica sobre uma partícula carregada que se desloca de A para B é de $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ J}$, a carga dessa partícula, em coulomb, vale:

- a) $1,6 \cdot 10^{-19}$
- b) $4,0 \cdot 10^{-7}$
- c) $1,6 \cdot 10^{-2}$
- d) $2,5 \cdot 10^6$
- e) $6,0 \cdot 10^{23}$



○ 6. Uma carga puntiforme $Q < 0$ encontra-se fixa no vácuo. Uma outra carga puntiforme $q < 0$ executa, com velocidade de módulo constante, cada um dos percursos enumerados de (1) a (5) na figura a seguir. Sobre a carga q atuam apenas a força elétrica e uma força conservativa F . As linhas tracejadas na figura representam circunferências com centro na carga Q . Considerando o trabalho motor como positivo e o trabalho resistente como negativo, assinale qual o percurso em que a força F realiza o maior trabalho.



- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 5.

○ 7. Um corpúsculo de 0,2 g eletrizado com carga de $80 \mu\text{C}$ varia sua velocidade de 20 m/s para 80 m/s ao ir do ponto A para o ponto B de um campo elétrico. A d.d.p. entre os pontos A e B desse campo elétrico é de:

- a) 1.500 V
- b) 3.000 V
- c) 7.500 V
- d) 8.500 V
- e) 9.000 V

○ 8. Uma partícula de massa $20 \mu\text{g}$ e carga $1 \mu\text{C}$ é lançada, com velocidade de 200 m/s, contra uma carga fixa de $2 \mu\text{C}$. O lançamento é realizado no vácuo e de um ponto muito afastado da carga fixa. Desprezando as ações gravitacionais, a menor distância entre as cargas será de:

- a) 45 m
- b) 40 m
- c) 35 m
- d) 30 m
- e) 25 m

○ 9. Considere um drone que utiliza uma bateria com carga total $q = 900 \text{ mAh}$. Se o drone operar por um intervalo de tempo igual a $\Delta t = 90 \text{ min}$ a corrente média fornecida pela bateria nesse intervalo de tempo será igual a:

Dados: Se necessário, use aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$ aproxime $\pi = 3$ e $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$.

- a) 10 mA
- b) 600 mA
- c) 1.350 mA
- d) 81.000 mA

○ 10. (ENEM) Com o avanço das multifunções dos dispositivos eletrônicos portáteis, como os smartphones, o gerenciamento da duração da bateria desses equipamentos torna-se cada vez mais crítico. O manual de um telefone celular diz que a quantidade de carga fornecida pela sua bateria é de 1.500 mAh.

A quantidade de carga fornecida por essa bateria, em coulomb, é de:

- a) 90
- b) 1.500
- c) 5.400
- d) 90.000
- e) 5.400.000

○ 11. (UNISC) Analise as afirmativas que seguem:

I – O movimento ordenado de portadores de carga (elétrons) em um condutor é denominado corrente elétrica.

II – A resistência elétrica está vinculada à dificuldade oferecida ao movimento dos portadores de carga.

III – A resistência elétrica é diretamente proporcional à corrente elétrica e essa relação é expressa pela Lei de Ohm.

V – Para que haja corrente elétrica em um circuito deve haver diferença de potencial elétrico, ou seja, a presença de um gerador ligado a este circuito.

Assinale a alternativa que apresenta a análise correta de todas as quatro afirmativas.

- a) I e II são falsas e III e IV são verdadeiras.
- b) III e IV são falsas e I e II são verdadeiras.
- c) III é falsa e I, II e IV são verdadeiras.
- d) I é falsa e II, III e IV são verdadeiras.
- e) IV é falsa e I, II e III são verdadeiras.



○ 12. (UNISC) Em um circuito elétrico, podem-se utilizar diferentes componentes elétricos ou eletrônicos, mas cada um tem características que devem ser consideradas para o modo correto de ligação. Cada um também tem uma função específica em um circuito.

Assinale a alternativa que apresenta o nome do dispositivo elétrico capaz de provocar a redução ou queda de potencial elétrico, sendo usado para controlar a passagem de corrente elétrica e que converte um tipo de energia em outro através do efeito Joule.

- a) Gerador.
- b) Capacitor.
- c) Resistor.
- d) Indutor.
- e) Interruptor.

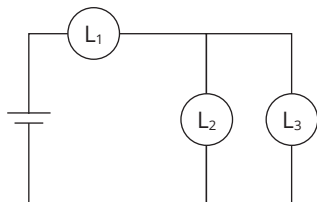
○ 13. (UNISC) As descargas atmosféricas, conhecidas como raios ou relâmpagos parecem para o olho humano como descargas elétricas contínuas, mas, geralmente, são formadas por múltiplas descargas, denominadas descargas de retorno, que ocorre em intervalos de tempo muito curto. A descarga de retorno quando alcança o solo pode apresentar um pico de corrente elétrica de cerca de 30kA.

<http://www.inpe.br/webelat/rindat/menu/desc.atm/>

Essa medida de corrente elétrica é quantas vezes maior do que a corrente elétrica em um circuito composto por uma fonte de 60 V e duas resistências iguais de 10 Ω, associadas em série?

- a) 10.000.
- b) 2.500.
- c) 10.
- d) 250.
- e) 5.000.

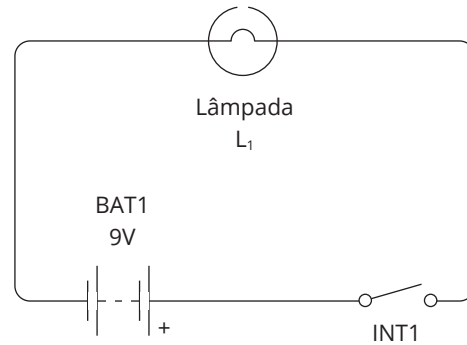
○ 14. (UNISC) Tem-se um circuito elétrico composto por uma fonte de tensão e 3 lâmpadas iguais (L_1 , L_2 e L_3), ligadas nesse circuito como apresentado na figura.



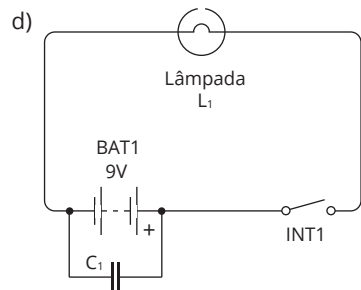
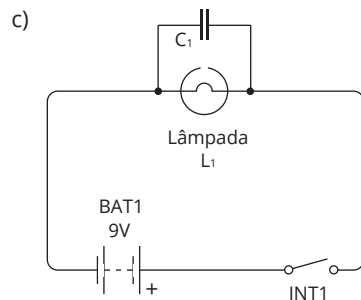
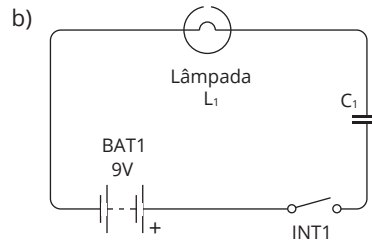
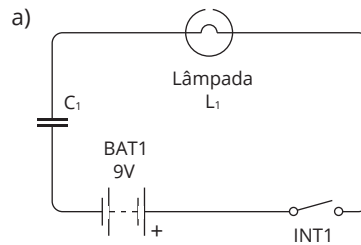
Sabendo-se que a fonte fornece uma tensão constante e que todas as lâmpadas acendem quando a fonte está ligada, assinale a alternativa que apresenta a afirmação correta sobre este caso.

- a) Quando a fonte de tensão está ligada, todas as lâmpadas acendem porque a corrente elétrica que percorre cada uma é a mesma.
- b) Quando a fonte de tensão está ligada, todas as lâmpadas acendem porque a tensão que percorre cada uma é a mesma.
- c) A tensão nas lâmpadas L_2 e L_3 é a mesma e é a metade da tensão na lâmpada L_1 .
- d) A corrente elétrica nas lâmpadas L_2 e L_3 é a mesma e é o dobro da corrente elétrica que percorre a lâmpada L_1 .
- e) A corrente elétrica que percorre L_1 é o triplo da que percorre as outras duas lâmpadas.

○ 15. (URI) O circuito mostrado, abaixo, mantém acesa uma pequena lâmpada alimentada por uma bateria. Quando o interruptor é aberto, a lâmpada apaga imediatamente.



Com o objetivo de manter a lâmpada acesa por intervalo de tempo um pouco maior, decidiu-se associar um capacitor ao circuito, uma vez que este componente armazena energia elétrica em suas placas. Observando os circuitos abaixo, assinale a alternativa que contém o capacitor associado corretamente a fim de que a lâmpada se mantenha acesa por mais tempo.



- e) nenhuma das alternativas.



○ **16. (URI)** Pequenas lâmpadas incandescentes ainda são muito utilizadas na sinalização de painéis e enfeites de natal. Para que possamos associar em série, 2 lâmpadas de potência nominal de 0,5 W cada uma e tensão de funcionamento de 3 V, alimentando o circuito com uma fonte de corrente contínua, cuja tensão é 12 V, qual a melhor opção?

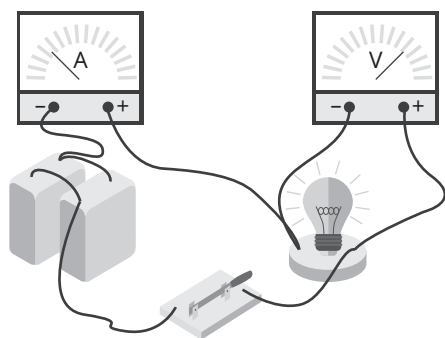
- a) Associar em série, às lâmpadas, um resistor de 35 Ω .
- b) Associar um capacitor de 100 μF , em série, às lâmpadas.
- c) Associar um diodo em série.
- d) Associar um resistor de 25 Ω em paralelo às lâmpadas.
- e) Nenhuma das alternativas.

○ **17. (URI)** Um pequeno produtor rural possui, em sua propriedade, um riacho com uma queda-d'água. Pensando em aproveitar esse recurso para a geração de eletricidade, mediu a vazão de água e a altura da queda, obtendo os seguintes resultados: altura de queda 3,5 m; vazão 10 litros por segundo. Quantas lâmpadas de 40 W de potência podem ser ligadas pelo gerador, considerando a eficiência do sistema de 80%?

Considere a densidade da água 1000 kg/m^3 ; 1 $\text{J}/\text{s} = 1 \text{ W}$:

- a) 10 lâmpadas.
- b) 15 lâmpadas.
- c) 17 lâmpadas.
- d) 7 lâmpadas.
- e) 5 lâmpadas.

○ **18. (UCPEL)** Em uma aula de Física um estudante apresenta aos seus colegas um circuito elétrico simples, constituído de duas baterias e uma lâmpada incandescente, como mostra a figura abaixo. Os instrumentos de medida são ligados ao circuito de forma a registrar a diferença de potencial entre os terminais da lâmpada e a corrente elétrica que percorre a mesma.



Considerando que a força eletromotriz de cada bateria é de 12 V, a resistência interna de cada uma é de 1 Ω e a resistência da lâmpada é de 2,5 Ω , conclui-se que o amperímetro e o voltímetro ligados ao circuito registram, respectivamente, os valores

- a) 4 A e 10 V.
- b) 8 A e 10 V.
- c) 4 A e 12 V.
- d) 8 A e 20 V.
- e) 5,3 A e 13,3 V.

○ **19. (PUC)** Uma esfera condutora, oca, encontra-se eletricamente carregada e isolada. Para um ponto de sua superfície, os módulos do campo elétrico e do potencial elétrico são 900 N/C e 90 V. Portanto, considerando um ponto no interior da esfera, na parte oca, é correto afirmar que os módulos para o campo elétrico e para o potencial elétrico são, respectivamente:

- a) zero N/C e 90V.
- b) zero N/C e zero V.
- c) 900N/C e 90V.
- d) 900N/C e 9,0V.
- e) 900N/C e zero V.

○ **20. (PUC-SP adaptada)** A corrente elétrica, através de um fio metálico, é constituída pelo movimento de:

- a) íons positivos e negativos.
- b) cargas positivas no sentido oposto ao convencional.
- c) cargas positivas no sentido convencional.
- d) elétrons livres no sentido convencional.
- e) elétrons livres no sentido oposto ao convencional.

○ **21. (UFN)** Carl David Anderson foi laureado com o prêmio, em 1936, pela sua descoberta do pósitron. Essa partícula tem mesma massa que o elétron, porém com carga positiva. Experiências feitas em laboratórios de Física, usando essas partículas, consistem em acelerá-las por meio de campos elétricos uniformes. Um desses experimentos usou uma placa de 10 cm, um campo elétrico de 3 kN/C, um pósitron que possui massa de $9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, com carga de $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, com velocidade inicial nula em um dos extremos da placa. A energia cinética do pósitron, ao atingir o outro extremo da placa, foi de:

- a) $4,8 \cdot 10^{-17} \text{ J}$
- b) $2,6 \cdot 10^{-15} \text{ J}$
- c) $2,3 \cdot 10^{-15} \text{ J}$
- d) $3 \cdot 10^{-17} \text{ J}$
- e) $8 \cdot 10^{-15} \text{ J}$

○ 22. (ACAFE) Seja um balão de látex que tem forma esférica e está eletrizado com carga negativa distribuída uniformemente em sua superfície externa.



Considerando o exposto acima e que inicialmente o balão está semi-inflado, assinale a alternativa correta que completa as lacunas das frases a seguir.

Em relação ao estado inicial, enquanto o balão estiver sendo inflado, constatamos que em pontos interiores a superfície do mesmo, o campo elétrico _____. Já em pontos externos na superfície, o campo elétrico _____ e o potencial _____.

- a) será sempre nulo – diminui – diminui.
- b) diminui – diminui – será sempre igual.
- c) será sempre nulo – aumenta – aumenta.
- d) aumenta – diminui – aumenta.

○ 23. (UPF) Durante uma experiência didática sobre eletrostática, um professor de Física eletriza uma esfera metálica oca suspensa por um fio isolante. Na sequência, faz as seguintes afirmações:

- I. A carga elétrica transferida para a esfera se distribui na superfície externa desta.
- II. O campo elétrico no interior da esfera é nulo.
- III. O campo elétrico na parte exterior da esfera tem direção perpendicular à superfície desta.
- IV. A superfície da esfera, na situação descrita, apresenta o mesmo potencial elétrico em todos os pontos.
- V. A carga elétrica acumulada na esfera é positiva, pois lhe foram transferidas cargas positivas.

Está correto o que se afirma em:

- a) I apenas.
- b) I e II apenas.
- c) I, II e III apenas.
- d) I, II, III e IV apenas.
- e) I, II, III, IV e V.

○ 24. (UFSC) A trovoada é constituída por um conjunto de fenômenos associados com as nuvens, tais como relâmpagos, trovões e chuvas. Após as mídias noticiarem um enorme incêndio em Pedrógão Grande, região de Portugal, em 17 de junho de 2017, o termo trovoada seca ganhou destaque, pois seria a suposta responsável pelo incêndio. A trovoada seca não é um fenômeno desconhecido dos cientistas. Ela ocorre por causa de nuvens de crescimento vertical, denominadas cúmulos-nimbos. Esse tipo de trovoada ocorre devido a alguns fatores, como por exemplo a baixa umidade do ar e a elevada temperatura ambiente. O nome refere-se ao fato de ocorrerem descargas elétricas com ausência de chuva, pois a água da chuva evapora-se antes de chegar ao solo.



Sobre os fenômenos atmosféricos, é correto afirmar que:

- 01. O vapor d'água presente na atmosfera, quando atinge grandes altitudes, condensa-se, formando as nuvens.
- 02. Uma descarga elétrica ocorre porque existe uma corrente elétrica de milhões de volts entre as nuvens e a Terra.
- 04. Na trovoada seca, a água da chuva perde calor para a atmosfera e passa do estado líquido para o gasoso antes de chegar ao solo.
- 08. Em uma descarga atmosférica, ocorre o relâmpago, luz vista no céu, e o trovão, som provocado pela expansão do ar atmosférico.
- 16. A água que evapora na superfície da Terra, proveniente de rios e lagos, por exemplo, sobe porque é mais densa que o ar.
- 32. Uma descarga atmosférica constitui-se de uma corrente elétrica que pode ocorrer das nuvens para a Terra, da Terra para as nuvens e nas próprias nuvens.



○ 25. (UFN) A BNCT é uma terapia que usa o nêutron como partícula que depositará sua energia para promover a morte de uma célula cancerígena. Nesse caso, o nêutron é absorvido pelo ^{10}B que foi inserido no tumor. Uma possível fonte de nêutrons são os chamados Geradores de Nêutrons, e que estão baseados numa reação de fusão nuclear, especificamente, do deutério com o trítio, ambos isótopos do hidrogênio, respectivamente, com números de massa 2 e 3, ou seja, ^2H e ^3H . Numa reação típica, os deutérios são acelerados linearmente por uma diferença de potencial de 150 kV até atingirem o trítio. (Dados: massa aproximada do deutério: $3,2 \times 10^{-27}$ kg, e carga elementar aproximada: $1,6 \times 10^{-19}$ C). A velocidade média, aproximada, de cada deutério, ao atingir o trítio, é da ordem de:

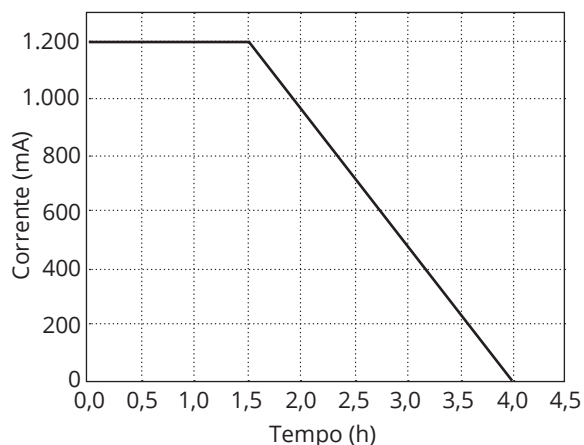
- a) $1,0 \times 10^5$ m/s.
- b) $3,2 \times 10^4$ m/s.
- c) $3,2 \times 10^5$ m/s.
- d) $3,9 \times 10^6$ m/s.
- e) $5,9 \times 10^6$ m/s.



○ 26. (UNICAMP) Considere um drone que utiliza uma bateria com carga total $q = 900 \text{ mAh}$. Se o drone operar por um intervalo de tempo igual a $\Delta t = 90 \text{ min}$, a corrente média fornecida pela bateria nesse intervalo de tempo será igual a:

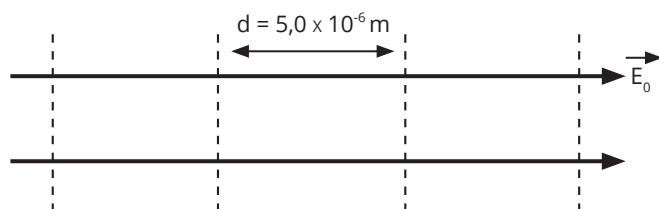
- a) 10 mA.
- b) 600 mA.
- c) 1.350 mA.
- d) 81.000 mA

○ 27. (UNICAMP) Tecnologias móveis como celulares e tablets têm tempo de autonomia limitado pela carga armazenada em suas baterias. O gráfico abaixo apresenta, de forma simplificada, a corrente de recarga de uma célula de bateria de íon de lítio, em função do tempo. Considere uma célula de bateria inicialmente descarregada e que é carregada seguindo essa curva de corrente. A sua carga no final da recarga é de:



- a) 3,3 C.
- b) 11.880 C.
- c) 1.200 C.
- d) 3.300 C.

○ 28. (UNICAMP) As máscaras de proteção N95 e PFF2 se tornaram ferramentas importantes no combate à disseminação do novo coronavírus durante a pandemia da Covid-19. Essas máscaras possuem fibras compostas de um material com campo elétrico permanente e são capazes de realizar uma filtragem eletrostática das partículas ou gotículas dispersas no ar. Considere um campo elétrico uniforme de módulo $E_0 = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ V/m}$ em uma região do espaço. A diferença de potencial elétrico entre duas linhas tracejadas paralelas entre si e perpendiculares à direção desse campo elétrico, separadas por uma distância d , conforme mostra a figura a seguir, é igual a:



- a) $1,6 \cdot 10^{-10} \text{ V}$.
- b) $2,0 \cdot 10^{-7} \text{ V}$.
- c) $0,8 \cdot 10^{-6} \text{ V}$.
- d) $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ V}$.

○ 29. (UPF) Um aquecedor de água elétrico ligado a uma rede de 220 V fornece 660 kJ de calor à água em 5 minutos. Nestas condições, a intensidade de corrente elétrica utilizada pelo aquecedor, em ampère, é:

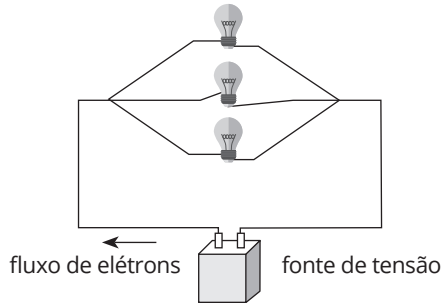
- a) 3
- b) 10
- c) 15
- d) 5
- e) 7,5



MEDIMAI 9

» Tópicos e elementos de um circuito elétrico

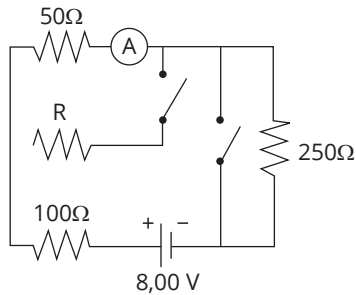
○ 1. Numa instalação elétrica de um escritório, são colocadas 3 lâmpadas idênticas em paralelo conectadas a uma fonte de tensão.



Se uma das lâmpadas queimar, o que acontecerá com a corrente nas outras lâmpadas?

- a) Aumentará por um fator 1,5
- b) Aumentará por um fator 2
- c) Diminuirá por um fator 1,5
- d) Diminuirá por um fator 2
- e) Permanecerá a mesma.

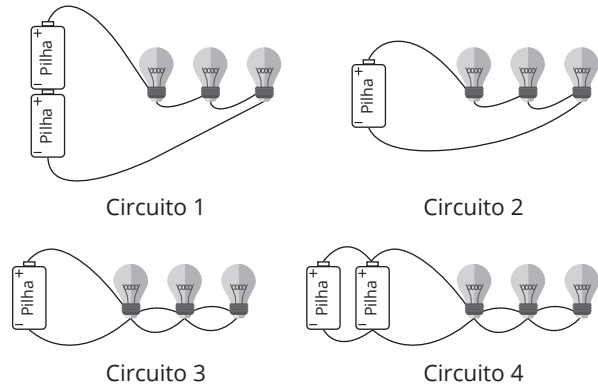
○ 2. No circuito, mostrado na figura abaixo, a leitura do amperímetro é a mesma, estando ambos interruptores abertos ou fechados.



O valor da resistência R indicado na figura, é:

- a) 45 Ω
- b) 38 Ω
- c) 20 Ω
- d) 220 Ω
- e) 470 Ω

○ 3. Um professor de Física elaborou quatro circuitos, utilizando pilhas idênticas e ideais e lâmpadas idênticas e ideais, conforme a figura.



Considere a tensão de cada pilha V e a resistência de cada lâmpada R . Depois, fez algumas afirmações sobre os circuitos. Analise-as.

- I. A corrente elétrica total que percorre o circuito 1 é de mesma intensidade que a corrente elétrica total que percorre o circuito 4.
- II. A corrente elétrica total que percorre o circuito 3 é de mesma intensidade que a corrente elétrica total que percorre o circuito 4.
- III. A corrente elétrica que atravessa uma das lâmpadas do circuito 3 tem o triplo da intensidade da corrente elétrica que atravessa uma lâmpada do circuito 2.
- IV. A tensão sobre uma das lâmpadas do circuito 1 é maior que a tensão sobre uma das lâmpadas do circuito 4.

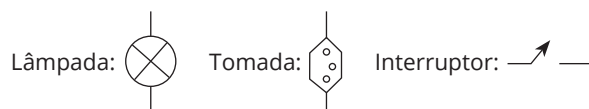
Todas as afirmativas estão corretas em:

- a) II - III
- b) I - II
- c) I - II - III
- d) II - III - IV

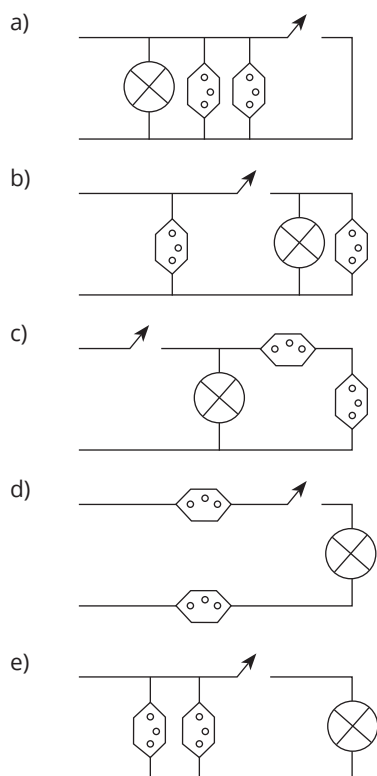
○ 4. Um estudante, precisando instalar um computador, um monitor e uma lâmpada em seu quarto, verificou que precisaria fazer a instalação de duas tomadas e um interruptor na rede elétrica. Decidiu esboçar com antecedência o esquema elétrico.

“O circuito deve ser tal que as tomadas e a lâmpada devem estar submetidas à tensão nominal da rede elétrica e a lâmpada deve poder ser ligada ou desligada por um interruptor sem afetar os outros dispositivos” — pensou.

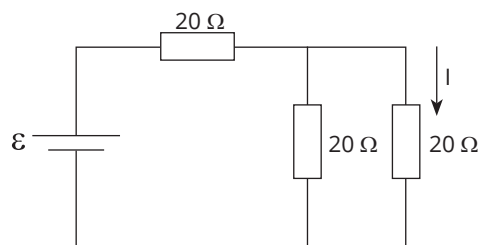
Símbolos adotados:



Qual dos circuitos esboçados atende às exigências?



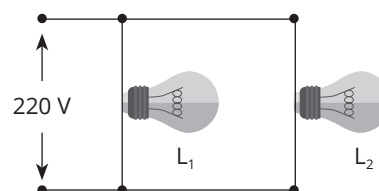
○ 5. Analise o circuito abaixo.



Sabendo-se que a corrente I é igual a 500 mA, o valor da tensão fornecida pela bateria, em volts, é:

- 10.
- 20.
- 30.
- 40.
- 50.

○ 6. Em uma situação cotidiana, uma pessoa liga duas lâmpadas incandescentes em paralelo em uma rede de 220 V. As lâmpadas apresentam certa intensidade luminosa (brilho), sendo que a lâmpada 2 tem um filamento de mesmo material, mesmo comprimento, mas é mais grosso que o filamento da lâmpada 1.

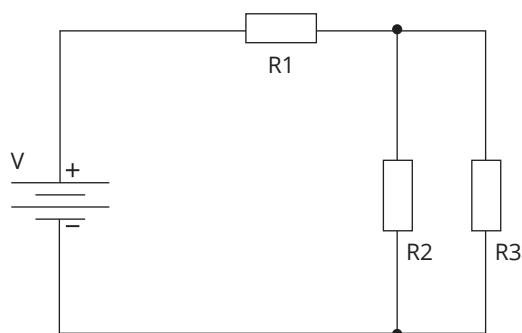


Nessas condições, a alternativa correta é:

- desligando a lâmpada L_1 , a lâmpada L_2 diminui o seu brilho.
- a lâmpada L_1 brilha mais que a lâmpada L_2 .
- as lâmpadas L_1 e L_2 tem o mesmo brilho.
- a lâmpada L_2 brilha mais que a lâmpada L_1 .



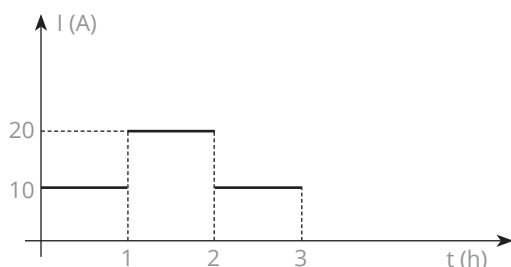
- 7. Um circuito elétrico é formado por uma fonte de alimentação ideal V com tensão de 12 V e três resistores ligados conforme a figura abaixo.



Considerando-se que cada resistor tem resistência elétrica igual a $10\ \Omega$, a resistência equivalente do circuito e a potência dissipada no resistor R_3 valem, respectivamente:

- a) $30\ \Omega$ e 14,4 W.
- b) $30\ \Omega$ e 1,6 W.
- c) $15\ \Omega$ e 14,4 W.
- d) $15\ \Omega$ e 1,6 W.

- 8. (UPF) O gráfico a seguir ilustra a variação de corrente elétrica de uma torneira elétrica operando em 220 V, durante 3h.



Considerando que o custo de kWh é de R\$ 0,30, o valor a ser pago para a concessionária de distribuição elétrica referente ao período em que a torneira permaneceu ligada será de:

- a) R\$ 6,60
- b) R\$ 6,40
- c) R\$ 8,80
- d) R\$ 3,00
- e) R\$ 2,64

- 9. (UPF) Em uma aula experimental de Física, o professor apresenta aos alunos uma associação em paralelo constituída por três lâmpadas incandescentes ligadas a uma fonte de tensão constante. Durante o experimento, uma lâmpada queima. Nessa situação:

- a) As demais lâmpadas se apagam.
- b) A resistência equivalente da associação aumentará de valor.
- c) A intensidade da corrente fornecida pela fonte permanecerá a mesma.
- d) A potência da associação aumenta.
- e) A intensidade da corrente fornecida pela fonte aumenta.

- 10. (PUC) Dois resistores ôhmicos de resistências elétricas R_1 e R_2 são associados em série, e a associação é ligada aos extremos de uma bateria considerada ideal. Sabe-se que o valor da resistência elétrica de R_2 é quatro vezes menor do que o valor da resistência elétrica de R_1 . Caso a intensidade da corrente elétrica no resistor R_1 seja igual a 2 A, qual dos valores abaixo representa corretamente a intensidade da corrente elétrica, em ampères (A), no resistor R_2 ?

- a) 4
- b) 2
- c) 1
- d) 0,5
- e) 0,25

- 11. (UPF) Dentre as alternativas descritas abaixo, assinale aquela que indica o aparelho com maior consumo de energia, em kWh.

- a) Uma panela elétrica de 1.500 W usada durante 10h.
- b) Uma lâmpada incandescente de 0,120 kW ligada pelo período de 20h.
- c) Um forno elétrico ligado a 200 V e com corrente nominal de 30 A utilizado durante 5h.
- d) Um aquecedor de resistência elétrica nominal de $5\ \Omega$ funcionando a 200 V durante 10h.
- e) Um ferro de passar de 2.000 W ligado durante 5h.



○ 12. (PUC) Durante um experimento realizado com um condutor que obedece à lei de Ohm, observou-se que o seu comprimento dobrou, enquanto a área da sua secção transversal foi reduzida à metade. Neste caso, se as demais condições experimentais permanecerem inalteradas, pode-se afirmar que a resistência final do condutor, em relação à resistência original, será:

- a) dividida por 4.
- b) quadruplicada.
- c) duplicada.
- d) dividida por 2.
- e) mantida.

○ 13. (PUC) Uma família que costuma controlar seu consumo de energia elétrica registrou, ao final de um mês, os seguintes dados:

Itens	Potência (kW)	Tempo de uso (h)
Chuveiro elétrico	5,5	5
Aquecedor	1,5	8
Forno elétrico	1,2	10
Secador de cabelo	1,0	4
Lâmpadas (oito)	0,50	150

Supondo que o valor de um quilowatt-hora (1 kWh) de energia elétrica é cerca de R\$ 0,45, e desprezando outros custos além das informações constantes no quadro, a família concluirá que:

- I. O custo mensal de energia elétrica ficará entre 55 e 60 reais.
- II. Dentre os itens listados na tabela, o chuveiro elétrico foi o que gerou a maior despesa.
- III. As oito lâmpadas foram as responsáveis pelo menor consumo de energia elétrica.

A(s) afirmativa(s) correta(s) é/são:

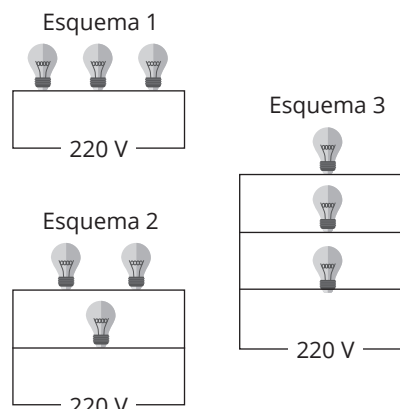
- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) III, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

○ 14. (PUC) Um chuveiro tem as seguintes especificações: 4.000 W - 220 V. Para aumentar a temperatura da água que sai desse chuveiro, pode-se:

- a) ligá-lo em uma rede cuja tensão é 127 V.
- b) selecionar um comprimento maior para o comprimento do resistor do chuveiro.
- c) selecionar um comprimento menor para o comprimento do resistor do chuveiro.
- d) conectá-lo com um disjuntor que permita maior passagem de corrente.
- e) substituir os fios da rede por outros de maior diâmetro.

○ 15. (PUC) Um electricista tem uma tarefa para resolver: precisa instalar três lâmpadas, cujas especificações são 60 W e 110 V, em uma residência onde a tensão é 220 V.

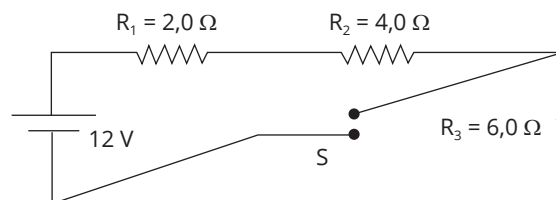
A figura a seguir representa os três esquemas considerados por ele.



Analisando os elementos da figura, é correto concluir que, no esquema:

- a) 1, todas as lâmpadas queimarão.
- b) 2, duas lâmpadas queimarão, e a outra terá seu brilho diminuído.
- c) 3, todas as lâmpadas terão seu brilho diminuído.
- d) 1, só uma das lâmpadas queimará, e as outras não acenderão.
- e) 2, duas lâmpadas exibirão brilho normal.

○ 16. (PUC) Considere a figura a seguir, que representa um circuito elétrico com gerador de corrente contínua.



As diferenças de potencial elétrico, em volts, em cada um dos resistores R_1 , R_2 e R_3 com a chave S aberta, e depois fechada, serão, respectivamente, de:

- a) 2,0 ; 4,0 ; 6,0 e 2,0 ; 4,0 ; zero
- b) 2,0 ; 4,0 ; 6,0 e 4,0 ; 8,0 ; zero
- c) 2,0 ; 4,0 ; 6,0 e 6,0 ; 4,0 ; 2,0
- d) 6,0 ; 4,0 ; 2,0 e 4,0 ; 6,0 ; 2,0
- e) 6,0 ; 4,0 ; 2,0 e 8,0 ; 4,0 ; zero

○ 17. (UPF) Um sistema elétrico de aquecimento de água (tipo rabo quente) é ligado a uma rede de 220 V e é percorrido por uma corrente elétrica de 25 A durante 3 minutos. A energia consumida pelo sistema, em kJ, é:

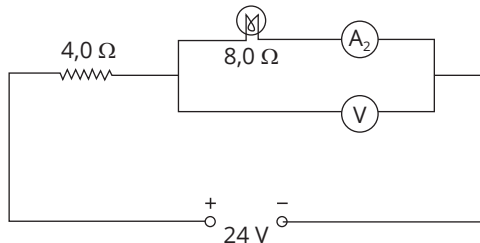
- a) 33,0
- b) 16,5
- c) 5,5
- d) 990,0
- e) 1,6

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



○ 18. (PUC) Considere o texto e a figura para analisar as afirmativas apresentadas na sequência.

No circuito elétrico mostrado na figura a seguir, um resistor de $4,0 \Omega$ e uma lâmpada, cuja resistência elétrica é $8,0 \Omega$, estão ligados a uma fonte de 24 V . Nesse circuito são conectados dispositivos de medida de corrente elétrica, os amperímetros A_1 e A_2 , e de diferença de potencial elétrico, o voltímetro V . Assume-se que os amperímetros e o voltímetro podem ser considerados ideais, ou seja, que seu efeito no circuito pode ser desprezado na forma como estão ligados.



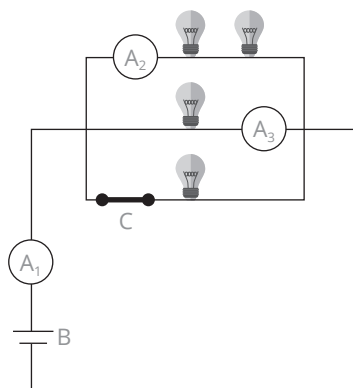
A partir da análise do circuito, afirma-se que:

- I. As leituras dos amperímetros A_1 e A_2 são, respectivamente, $2,0 \text{ A}$ e $2,0 \text{ A}$.
- II. A leitura do voltímetro V é 24 V .
- III. As potências dissipadas no resistor e na lâmpada são, respectivamente, 16 W e 32 W .

Está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

- a) I, apenas.
- b) I e II, apenas.
- c) I e III, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

○ 19. (PUC) Na figura abaixo, estão representadas quatro lâmpadas idênticas associadas por fios condutores ideais a uma bateria ideal B . Uma chave interruptora C e três amperímetros ideais também fazem parte do circuito. Na figura, a chave interruptora está inicialmente fechada, e os amperímetros A_1 , A_2 e A_3 medem intensidades de correntes elétricas, respectivamente, iguais a i_1 , i_2 e i_3 .



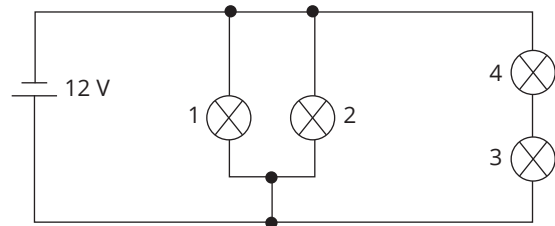
Quando a chave interruptora C é aberta, as leituras indicadas por A_1 , A_2 e A_3 passam a ser, respectivamente:

- a) menor que i_1 , menor que i_2 e igual a i_3 .
- b) menor que i_1 , igual a i_2 e igual a i_3 .
- c) igual a i_1 , maior que i_2 e maior que i_3 .
- d) igual a i_1 , igual a i_2 e menor que i_3 .
- e) maior que i_1 , maior que i_2 e maior que i_3 .

○ 20. (UPF) Considere um circuito formado por dois resistores ôhmicos, R_1 e R_2 , em série com uma bateria. Neste circuito, a energia dissipada por unidade de tempo pelo resistor R_2 é o dobro do que a dissipada pelo resistor R_1 . Sendo I_1 e I_2 as correntes elétricas que circulam pelos resistores, e V_1 e V_2 as quedas de potencial nos respectivos resistores, é correto afirmar que:

- a) $V_1 = V_2$; $I_1 = I_2$; $R_1 = R_2$
- b) $V_1 \neq V_2$; $I_1 = I_2$; $R_1 = R_2$
- c) $V_1 = V_2$; $I_1 \neq I_2$; $R_1 = R_2$
- d) $V_1 \neq V_2$; $I_1 = I_2$; $2R_1 = R_2$
- e) $V_1 \neq V_2$; $I_1 = I_2$; $R_1 = 2R_2$

○ 21. (PUC-RS) O circuito alimentado com uma diferença de potencial de 12 V , representado na figura a seguir, mostra quatro lâmpadas associadas, cada uma com a inscrição $12 \text{ V} / 15 \text{ W}$.



Considerando essa associação entre as lâmpadas, é correto afirmar que:

- a) A intensidade da corrente elétrica é diferente nas lâmpadas 1 e 2.
- b) A diferença de potencial é diferente nas lâmpadas 1 e 2.
- c) A intensidade de corrente elétrica na lâmpada 2 é maior do que na 3.
- d) Cada uma das lâmpadas 1 e 2 está sujeita à diferença de potencial de $6,0 \text{ V}$.
- e) Cada uma das lâmpadas 3 e 4 está sujeita à diferença de potencial de 12 V .



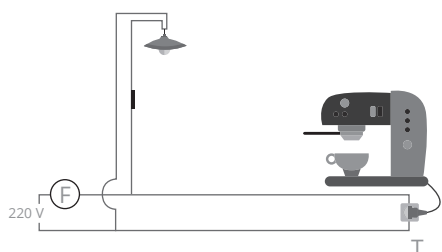
○ 22. (PUC-SP) As especificações técnicas de uma TV de LED com 60 polegadas e resolução Full HD indicam uma potência de 180 W. Considere que esse aparelho de TV seja utilizado para assistir apenas aos jogos da seleção brasileira na Copa do Mundo de 2014.



Supondo que a seleção brasileira seja uma das finalistas, e que, para tal, tenha realizado um total de 7 partidas, qual o custo aproximado, em reais, devido ao uso desse aparelho para assistir apenas aos jogos da seleção brasileira e aos comentários nos intervalos do primeiro para o segundo tempo de cada uma delas? Considere que nenhuma partida assistida teve prorrogação, que cada uma delas teve duração de 90 minutos e o intervalo entre o primeiro e o segundo tempo de cada partida foi de exatos 15 minutos. Adote o valor do kWh igual a R\$ 0,30.

- a) 0,62
- b) 0,66
- c) 0,57
- d) 2,21
- e) 2,08

○ 23. (UPF) Um circuito elétrico simples protegido por um fusível F de 8 A, ligado à rede de 220 V, está mostrado na figura a seguir.

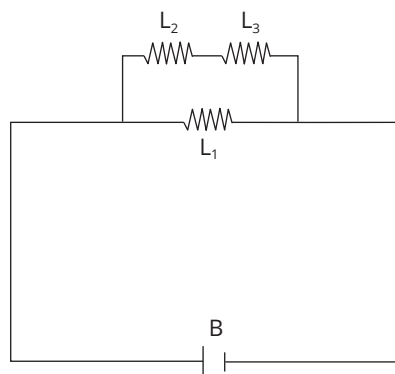


Considere que você deseja tomar um café e vai até a cozinha, acende a lâmpada de 60 W, põe pó de café na cafeteira e a liga. Supondo que a cafeteira está ligada em uma tomada T, em paralelo ao circuito, a potência máxima da cafeteira que pode ser ligada, simultaneamente, à lâmpada, sem que o fusível interrompa o circuito, é de, aproximadamente:

- a) 1.700 W
- b) 1.000 W
- c) 1.950 W
- d) 1.550 W
- e) 1.760 W

○ 24. (PUC-RS) Considere o texto e a figura abaixo.

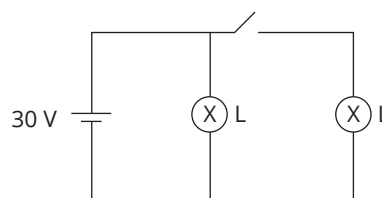
No circuito abaixo, estão representadas três lâmpadas idênticas, L_1 , L_2 e L_3 , associadas por fios condutores ideais a uma bateria ideal B. Cada uma das lâmpadas dissipa, respectivamente, uma potência P_1 , P_2 e P_3 .



Sobre a potência elétrica dissipada pelas lâmpadas, é correto afirmar que:

- a) $P_1 = P_2 = P_3$
- b) $P_1 < P_2 < P_3$
- c) $P_1 > P_2 = P_3$
- d) $P_1 < P_2 = P_3$
- e) $P_1 > P_2 > P_3$

○ 25. (PUC-RS) O circuito abaixo representa um gerador de resistência interna desprezível, de força eletromotriz 30 V, duas lâmpadas L iguais e um interruptor aberto.

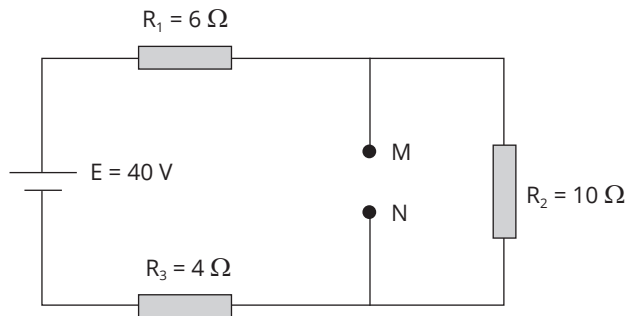


Quando o interruptor é fechado, pode-se afirmar que o valor:

- a) da corrente que passa pelo gerador não se altera.
- b) da corrente que passa pelo gerador dobra.
- c) da corrente que passa pelo gerador reduz-se à metade.
- d) da tensão aplicada em cada lâmpada passa a ser de 15 V.
- e) da tensão aplicada em cada lâmpada passa a ser de 60 V.



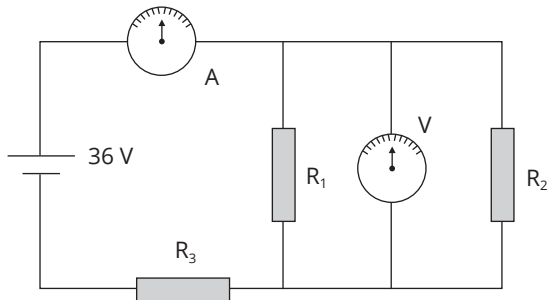
○ 26. (PUC) Considere o circuito simples abaixo representado com os valores indicados.



Ligando entre os pontos M e N um amperímetro ideal e, a seguir, substituindo-o por um volímetro ideal, suas indicações serão, respectivamente:

- a) 8 A - 80 V
- b) 4 A - 40 V
- c) 4 A - 20 V
- d) 2 A - 40 V
- e) 2 A - 20 V

○ 27. (PUC) No circuito representado no esquema abaixo, os resistores R_1 , R_2 e R_3 têm valores iguais a 12 ohms.

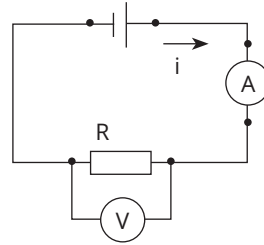


De acordo com o esquema, a leitura do amperímetro A, em ampères, e a leitura do volímetro V, em volts, são, respectivamente:

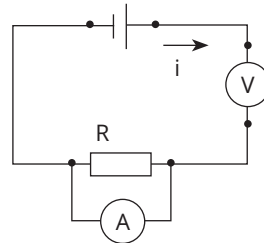
- a) 4 - 12
- b) 2 - 24
- c) 2 - 12
- d) 1 - 36
- e) 1 - 12

○ 28. (UPF) Em uma aula no laboratório de Física, o professor solicita aos alunos que meçam o valor da resistência elétrica de um resistor utilizando um volímetro ideal e um amperímetro ideal. Dos esquemas abaixo, que representam arranjos experimentais, qual o mais indicado para a realização dessa medição?

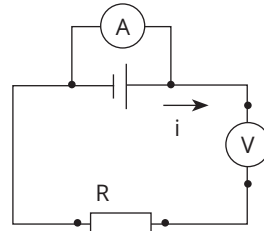
a) Esquema A



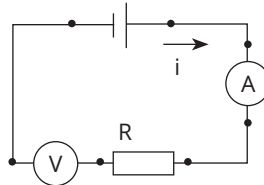
b) Esquema B



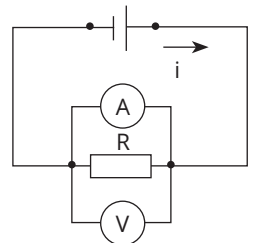
c) Esquema C



d) Esquema D



e) Esquema E

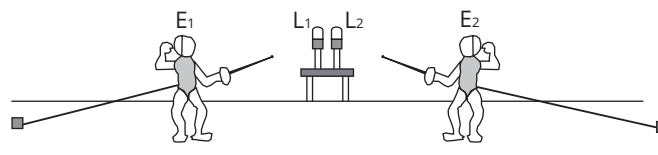


○ 29. (UPF) A partir de 2010, o comércio de material elétrico disponibilizou um novo formato de tomadas (figura). O modelo tem por objetivo evitar a exposição dos terminais metálicos e, com isso, reduzir os choques elétricos. Sobre os choques elétricos, pode-se dizer que uma pessoa com a pele seca que apresenta resistência elétrica corporal de 100.000Ω , ao tocar os dois polos de uma tomada de 220 V (cada polo com uma das suas mãos), sentirá desconforto, uma vez que a intensidade de corrente elétrica que estaria atravessando o seu corpo, nas condições especificadas, em mA, seria de:

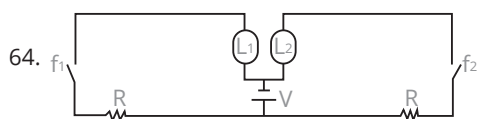
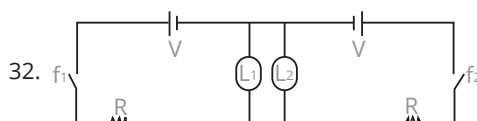
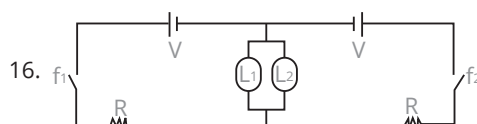
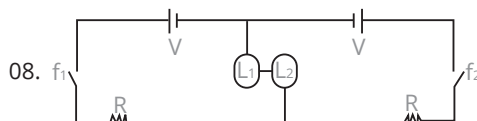
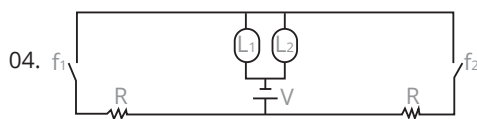
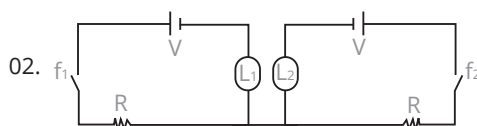
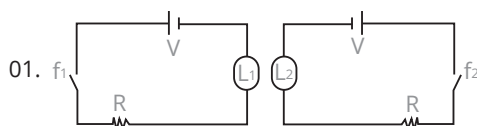


- a) 22
- b) 220
- c) 2,2
- d) 454
- e) 4,54

○ 30. (UFSC) A esgrima, esporte presente nos jogos olímpicos da era moderna desde 1896, é caracterizada por um combate entre dois competidores que se enfrentam com armas brancas, neste caso florete, sabre ou espada. Cada oponente veste um colete que delimita a área que deve ser tocada pela arma para marcar pontos. Antigamente, a ponta do florete era mergulhada em tinta para facilitar a visualização dos pontos. Hoje são utilizados sensores na ponta do florete, que, ao tocar no colete do adversário, fecha um circuito, ligando uma lâmpada que assinala a pontuação. Basicamente, o circuito simplificado utilizado na esgrima elétrica é formado por uma lâmpada, fios elétricos, uma fonte de energia e uma chave f (sensor na ponta do florete) para fechar o circuito.



Com base no exposto e considerando que os lutadores não se tocam com os floretes simultaneamente, assinale os circuitos simplificados que podem marcar a pontuação correta de cada esgrimista ao tocar no oponente.



Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



31. (UFSC) Quando chegaram ao local do acampamento, Pedro, Tiago e João utilizaram os materiais que trouxeram de casa para providenciar alguns dos elementos prioritários em situações de sobrevivência: água, fogo e comida. Eles tentaram produzir fogo em pequenos pedaços de palha, palha de aço e papel. Pedro encheu um saco transparente com água, moldou-o para ficar esférico e o colocou no sol (Figura A). João poliu o fundo côncavo de uma lata de refrigerante e o expôs ao sol (Figura B). Tiago montou um aparato com uma laranja e pedaços de cobre e zinco (Figura C). Para conseguir água, ensacaram por um tempo o galho de uma árvore (Figura D) e, para pescar no rio, montaram um sistema de lançamento de arpão com elásticos (Figura E).

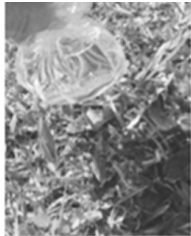


Figura A



Figura B

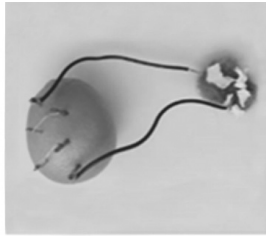


Figura C



Figura D



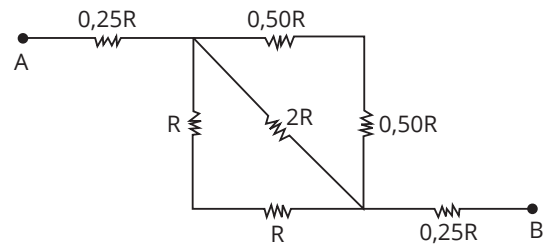
Figura E

Com base nas figuras e nas informações do enunciado, é correto afirmar que:

01. O saco transparente com água se comporta como uma lente convergente, aumentando a intensidade da luz no ponto focal.
02. O fundo polido da lata de refrigerante se comporta como um espelho côncavo, aumentando a intensidade da luz no centro de curvatura.
04. O elástico, quando esticado, armazena energia potencial elástica que é transferida para o arpão, aumentando sua energia cinética.
08. O circuito com a laranja e os pedaços de cobre e zinco funciona como uma pilha: o pedaço de zinco ganha elétrons, o pedaço de cobre perde elétrons e a polpa da laranja atua como solução eletrolítica.
16. A água contida no saco colocado no galho de árvore surgiu devido à condensação do vapor de água liberado pela planta e confinado no saco.



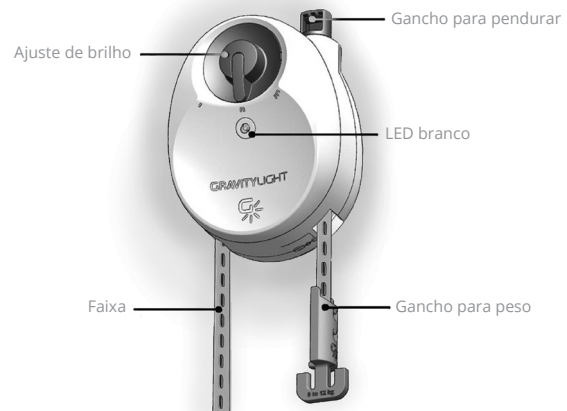
32. (PUC) A figura apresenta parte de um circuito elétrico composto por resistores em uma associação mista.



O resultado da resistência equivalente entre os pontos A e B é

- a) 0,25 R
- b) 0,50 R
- c) 0,75 R
- d) 1,00 R

33. (UFSC) Para aumentar a luminosidade dentro do abrigo, Pedro resolve utilizar a Gravity Light (luz de gravidade, em tradução livre). Pedro leu no manual que a Gravity Light possui uma luz LED branca de potência 0,14 W e que, ao colocar 12,0 kg em um saco e erguê-lo no gancho para peso, ele irá começar a cair lentamente, preso pela faixa que está ligada a um gerador elétrico. Assim, a energia de movimento do saco caindo é transformada em energia para acender a luz LED por 25 minutos.



Com base no exposto acima, é correto afirmar que:

01. A cadeia de transformações de energia no sistema Gravity Light + Terra é: energia potencial → energia cinética → energia luminosa.
02. Como existem perdas de energia, a massa dentro do saco deve estar acima da altura de 1,75 m.
04. A energia transformada pelo LED em 25 minutos é, aproximadamente, $58 \cdot 10^{-3}$ Wh.
08. a potência desenvolvida por Pedro para erguer o saco a uma altura de 1,75 m é sempre igual à potência da lâmpada.
16. Se desconsiderarmos a resistência do ar, toda a energia mecânica será convertida em energia elétrica.
32. Ao erguer o saco, Pedro não transforma nenhum tipo de energia para aumentar a energia potencial do saco.
64. Aumentando a potência da lâmpada, o brilho da luz será menor.



○ **34. (UPF)** Uma célula solar, ou célula fotovoltaica, converte energia solar em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico. Esse efeito consiste no surgimento de uma tensão elétrica em um material semicondutor, quando este é exposto à luz. Assim, a célula funciona como um gerador de corrente contínua. Considerando uma experiência hipotética na qual um condutor ôhmico de resistência igual a 20Ω é ligado aos terminais de uma célula fotovoltaica que gera uma tensão constante de $0,4 \text{ V}$ quando iluminada pela luz solar, é correto afirmar que a potência dissipada no resistor é de:

- a) 8 W
- b) 20 mW
- c) 50 mW
- d) 2 W
- e) 8 mW

○ **35. (ACAFE)** O quadro abaixo apresenta algumas informações de uma fatura da conta de energia elétrica de uma residência por um período de 30 dias.

Concessionária de energia elétrica		Unidade consumidora XXXXXXXXXX	
Mês	Vencimento	Consumo faturado (kwh)	Valor (R\$)
09/2018	10/10/2018	375	297,89
Tensão da rede: 220V Frequência: 60hz			
Dados da medição	Unidade de medida	Leitura atual	Leitura anterior
Consumo	kwh	1831	1456

Sabe-se que uma chaleira elétrica é utilizada todos os dias por quinze minutos e que a energia gasta por ela, em 30 dias, representa 2% do consumo de energia da casa.

A alternativa correta que apresenta o valor da potência dessa chaleira, em watt, é:

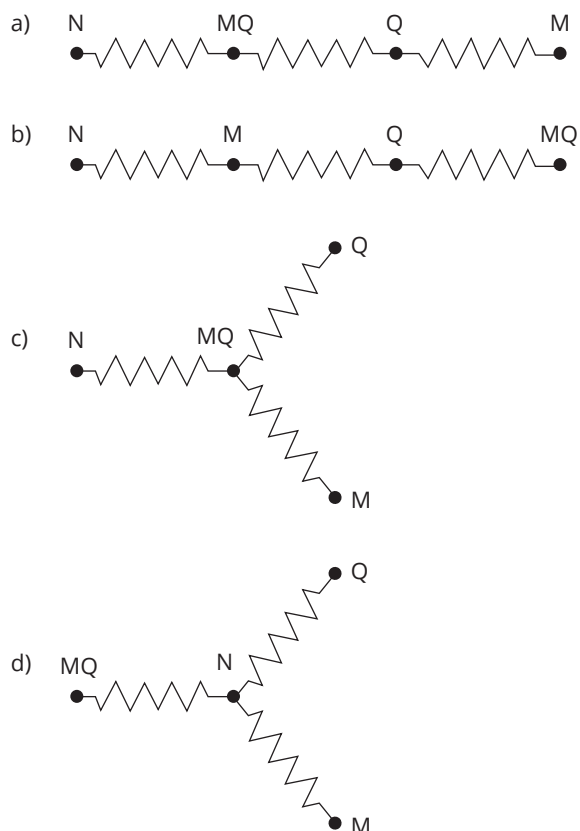
- a) 800
- b) 1.200
- c) 1.500
- d) 1.000

○ **36. (UNISC)** Em um circuito elétrico, podem-se utilizar diferentes componentes elétricos ou eletrônicos, mas cada um tem características que devem ser consideradas para o modo correto da ligação. Cada um tem uma função específica dentro de um circuito.

Assinale a alternativa que apresenta o nome do dispositivo elétrico capaz de provocar a redução ou queda de potencial elétrico, sendo utilizado para controlar a passagem de corrente elétrica e que converte um tipo de energia em outro através do efeito Joule.

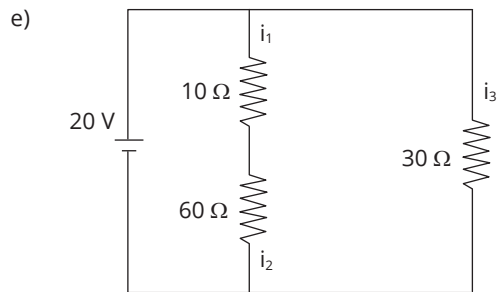
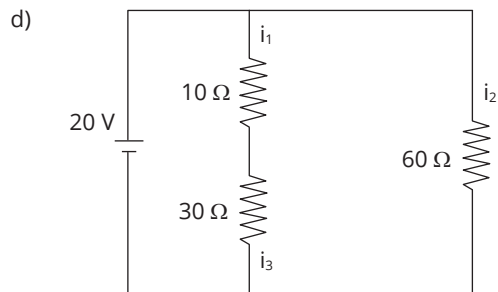
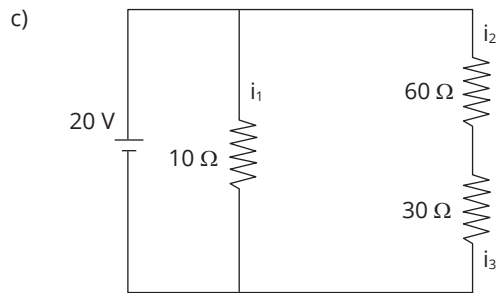
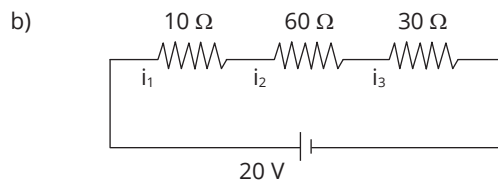
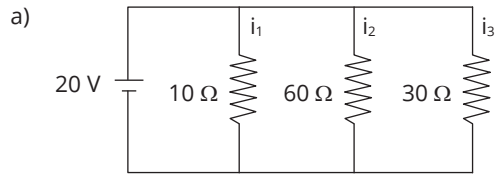
- a) Gerador.
- b) Capacitor.
- c) Resistor.
- d) Indutor.
- e) Interruptor.

○ **37. (UNICAMP)** Muitos dispositivos de aquecimento usados em nosso cotidiano usam resistores elétricos como fonte de calor. Um exemplo é o chuveiro elétrico, em que é possível escolher entre diferentes opções de potência usadas no aquecimento da água, por exemplo, morno (M), quente (Q) e muito quente (MQ). Considere um chuveiro que usa a associação de três resistores, iguais entre si, para oferecer essas três opções de temperatura. A escolha é feita por uma chave que liga a rede elétrica entre o ponto indicado pela letra N e um outro ponto indicado por M, Q ou MQ, de acordo com a opção de temperatura desejada. O esquema que representa corretamente o circuito equivalente do chuveiro é:



38. (UNISC) Considerando os circuitos apresentados, assinale o que apresenta as seguintes relações entre intensidade de corrente: $i_1 = i_3 > i_2$; e entre a diferença de potencial elétrico: $V_2 > V_3 > V_1$.

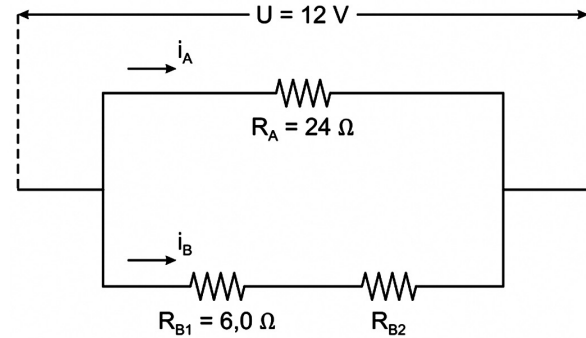
O índice apresentado para a corrente elétrica (i) corresponde ao número do resistor, bem como da diferença de potencial elétrico (V) naquela parte do circuito.



TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Sempre que necessário, use $\pi = 3$ e $g = 10\text{m/s}^2$.

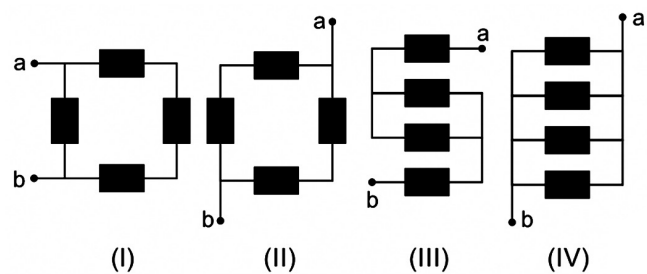
39. (UNICAMP) A diferença de potencial elétrico, U é proporcional à corrente elétrica, i em um trecho de um circuito elétrico resistivo, com constante de proporcionalidade dada pela resistência equivalente, R_{eq} no trecho do circuito. Além disso, no caso de resistores dispostos em série, a resistência equivalente é dada pela soma das resistências ($R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots$). A corrente elétrica, i_B no trecho B do circuito abaixo é três vezes maior que a corrente elétrica no trecho A ou seja, $i_B/i_A = 3$.



Quanto vale a resistência R_{B2} ?

- a) 2,0 Ω .
- b) 14 Ω .
- c) 18 Ω .
- d) 66 Ω .

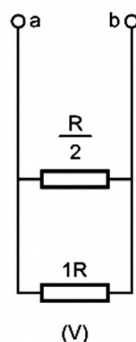
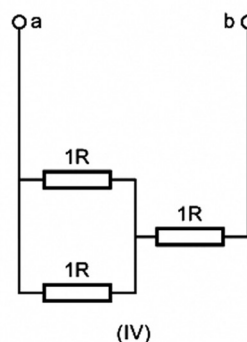
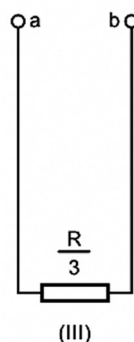
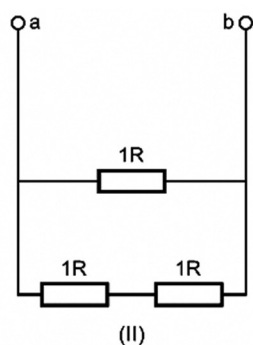
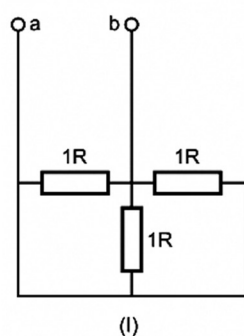
40. (UNISC) Os seguintes circuitos elétricos têm as mesmas resistências valendo cada uma R . Afirma-se que os circuitos que tem entre os pontos **a** e **b** a menor e a maior resistência equivalente são, respectivamente, os seguintes circuitos:



- a) (I) e (II)
- b) (III) e (IV)
- c) (IV) e (III)
- d) (III) e (II)
- e) (II) e (IV)



○ 41. (UNISC) Analisando os circuitos abaixo podemos afirmar que os circuitos elétricos idênticos entre os contatos a e b são:



- a) (V), (II) e (IV).
 b) (IV), (I) e (III).
 c) (III), (V) e (II).
 d) (II), (IV) e (I).
 e) (I), (III) e (V).

○ 42. (UNISC) Uma partícula com carga q e massa M move-se ao longo de uma reta com velocidade v constante em uma região onde estão presentes um campo elétrico de $1,0 \cdot 10^6$ m/V/m e um campo de indução magnética de 0,10 T. Sabe-se que ambos os campos e a direção de movimento da partícula são perpendiculares entre si. Determine a velocidade da partícula.

- a) $1,0 \cdot 10^3$ m/s
 b) $1,0 \cdot 10^7$ m/s
 c) $1,0 \cdot 10^4$ m/s
 d) $1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s
 e) $1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s

○ 43. (UPF) A preservação do meio ambiente tem sido notícia constante nos meios de comunicação. Dentre as campanhas, está a recentemente veiculada de que usar roupas sem passar ajuda o meio ambiente. Segundo os organizadores dessa campanha, o fato de não passar as roupas apresenta benefícios como o ganho de tempo, a redução de estresse e a redução nos gastos de energia elétrica. Sobre esse último aspecto, podemos considerar que um ferro de 3.000 W ligado por 10 minutos diários apresenta um "consumo de energia elétrica", ao final de trinta dias, em kWh de:

- a) 10
 b) 20
 c) 5
 d) 25
 e) 15

○ 44. (ULBRA) Um gaúcho deseja tomar chimarrão, para isso vai aquecer 0,8 litros de água de 20°C até 70°C . Ele conta com um aquecedor de imersão que deverá ser ligado a uma fonte de 120 V. Sendo a resistência do mesmo de 30Ω (OHMS), quanto tempo ele deverá esperar, em segundos, até que água atinja a temperatura desejada?

Considere: $c_{\text{água}} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; $d_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3$

- a) 160
 b) 350
 c) 380
 d) 420
 e) 480

○ 45. (ULBRA) A *termoterapia* consiste na utilização do calor com fins terapêuticos. Esse procedimento é utilizado em diversos tratamentos provocando a dilatação nos vasos sanguíneos para promover melhor vascularização em algumas partes do corpo, tais como braços e pernas. Para esses tratamentos, um dos aparelhos utilizados é o Forno de Bier. Um instrumento desse tipo apresenta potência de 780 W. Para cada seção fisioterápica, é indicada sua utilização por um tempo máximo de 10 minutos.

Sabendo que o kW · h custa R\$ 0,40, se o Forno de Bier for associado a uma tensão de 220 V, para 200 seções de tempo máximo, custará o seguinte:

- a) R\$ 624,00.
 b) R\$ 104,40.
 c) R\$ 94,40.
 d) R\$ 62,40.
 e) R\$ 10,40.



○ 46. (FUVEST) Uma comunidade rural tem um consumo de energia elétrica de 2 Mwh por mês. Para suprir parte dessa demanda, os moradores têm interesse em instalar uma miniusina hidrelétrica em uma queda d'água de 15 m de altura com vazão de 10 litros por segundo. O restante do consumo seria complementado com painéis de energia solar que produzem 40 kWh de energia por mês cada um.

Considerando que a miniusina hidrelétrica opere 24 h por dia com 100% de eficiência, o número mínimo de painéis solares necessários para suprir a demanda da comunidade seria de:

Note e adote:

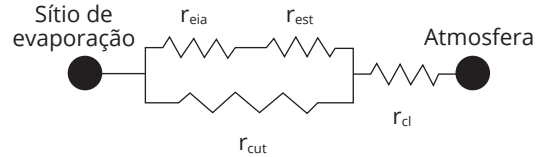
Densidade da água: 1 kg/litro

1 mês = 30 dias

Aceleração da gravidade: $g = 10\text{m/s}^2$

- a) 12
- b) 23
- c) 30
- d) 45
- e) 50

○ 47. (UNICAMP) Em analogia com um circuito elétrico, a transpiração foliar é regulada pelo conjunto de resistências (medidas em segundos/metro) existentes na rota do vapor d'água entre os sítios de evaporação próximos à parede celular no interior da folha e a atmosfera. Simplificadamente, há as resistências dos espaços intercelulares de ar (r_{eia}), as induzidas pela presença dos estômatos (r_{est}) e da cutícula (r_{cut}) e a promovida pela massa de ar próxima à superfície das folhas (r_{cl}). O esquema abaixo representa as resistências mencionadas.



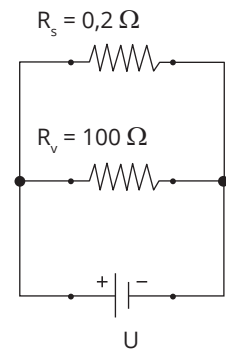
A tabela a seguir apresenta os valores das resistências de duas espécies de plantas (espécie 1 e espécie 2).

Resistências (segundos/metro)	Espécie 1	Espécie 2
r_{eia}	10	30
r_{est}	30	10
r_{cut}	120	280
r_{cl}	50	15

Tendo em vista os dados apresentados e considerando que a condutância é o inverso da resistência, assinale a alternativa que indica a espécie com menor transpiração e sua respectiva condutância total à difusão do vapor d'água entre os sítios de evaporação e a atmosfera.

- a) espécie 1; $48 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.
- b) espécie 1; $125 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.
- c) espécie 2; $30 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.
- d) espécie 2; $200 \times 10^{-4} \text{ m/s}$.

○ 48. (UNICAMP) Nos últimos anos, materiais exóticos conhecidos como isolantes topológicos se tornaram objeto de intensa investigação científica em todo o mundo. De forma simplificada, esses materiais se caracterizam por serem isolantes elétricos no seu interior, mas condutores na sua superfície. Desta forma, se um isolante topológico for submetido a uma diferença de potencial U , teremos uma resistência efetiva na superfície diferente da resistência do seu volume, como mostra o circuito equivalente da figura. Nessa situação, a razão $F = i_s/i_v$ entre a corrente i_s que atravessa a porção condutora na superfície e a corrente i_v que atravessa a porção isolante no interior do material vale:

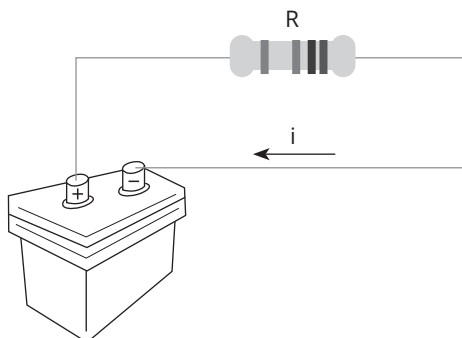


- a) 0,002.
- b) 0,2.
- c) 100,2.
- d) 500

MEDIMAI 10

» Geradores e receptores

○ 1. Quando um gerador de força eletromotriz 12 V é ligado a um resistor R de resistência $5,8 \Omega$ uma corrente elétrica i de intensidade 2 A circula pelo circuito.

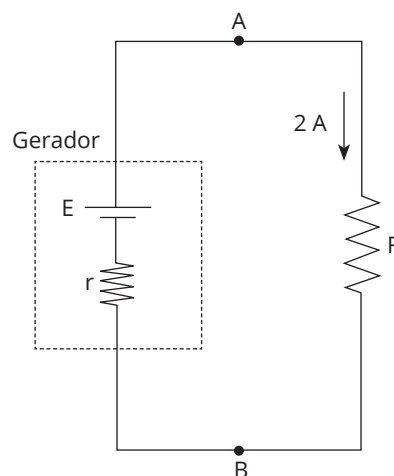


A resistência interna desse gerador é igual a:

- a) $0,40 \Omega$
- b) $0,20 \Omega$
- c) $0,10 \Omega$
- d) $0,30 \Omega$
- e) $0,50 \Omega$

Anotações:

○ 2. Um circuito elétrico é constituído por um gerador de força eletromotriz E e resistência interna $r = 2 \Omega$ e por um resistor ôhmico de resistência R. Se por esse circuito circular uma corrente elétrica de intensidade $i = 2 \text{ A}$, diferença de potencial entre os pontos A e B será 16 V.



Considerando desprezíveis as resistências dos fios e das conexões utilizados na montagem desse circuito, os valores de E e de R são:

- a) 20 V e 8Ω
- b) 10 V e 8Ω
- c) 32 V e 8Ω
- d) 32 V e 10Ω
- e) 20 V e 10Ω

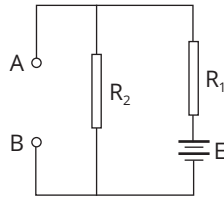
○ 3. A pilha de uma lanterna possui uma força eletromotriz de 1,5 V e resistência interna de $0,05 \Omega$. O valor da tensão elétrica nos polos dessa pilha quando ela fornece uma corrente elétrica de $1,0 \text{ A}$ a um resistor ôhmico é de:

- a) 1,45 V
- b) 1,30 V
- c) 1,25 V
- d) 1,15 V
- e) 1,00 V

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



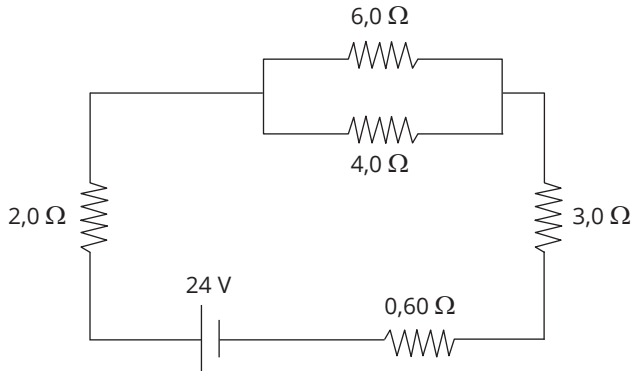
○ 4. (PUC) Uma bateria nova de força eletromotriz $E = 12\text{ V}$ e resistência interna desprezível está ligada a dois resistores, $R_1 = 4,0\ \Omega$ e $R_2 = 8,0\ \Omega$, conforme o esquema:



A diferença de potencial, em volts, entre os pontos A e B é:

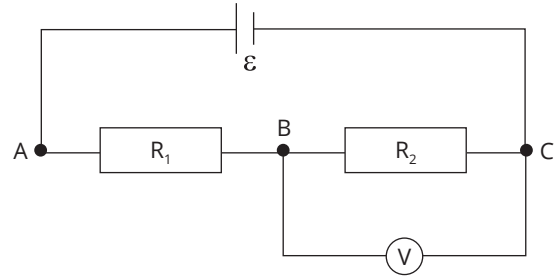
- a) 4,0
- b) 6,0
- c) 8,0
- d) 10
- e) 12

○ 5. (PUC-MG) A intensidade da corrente, em ampères, na resistência de $6,0\ \Omega$ é:



- a) 1,2
- b) 2,0
- c) 3,6
- d) 4,0
- e) 8,0

○ 6. (UCS) O circuito elétrico da figura é alimentado pela bateria de força eletromotriz \mathcal{E} . O voltímetro ideal V ligado nos extremos de R_2 indica a diferença de potencial de 10 volts.



Sabendo-se que $R_1 = 10\ \text{ohms}$ e $R_2 = 20\ \text{ohms}$, considere as afirmações:

- I. A corrente elétrica que circula em R_1 é a mesma que circula em R_2 .
- II. A diferença de potencial entre os pontos A e B do circuito é igual a 5 volts.
- III. A força eletromotriz da bateria que alimenta o circuito é igual a 30 volts.
- IV. A potência elétrica dissipada em forma de calor em R_2 é igual a 5 watts.

É certo concluir que:

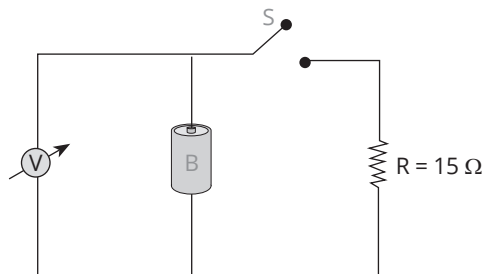
- a) apenas a I e a II estão corretas.
- b) apenas a II e a III estão corretas.
- c) apenas a III e a IV estão corretas.
- d) apenas a I, a II e a III estão corretas.
- e) apenas a I, a II e a IV estão corretas.

○ 7. (UFPEL) Um voltímetro ideal, ao medir a tensão de uma bateria desconectada de qualquer outro circuito, indica exatamente 12 V. Se, nos extremos dessa mesma bateria, for ligado um resistor de $10\ \Omega$, observa-se que a corrente elétrica fornecida pela bateria é de 1,0 A. Com base nesses dados, podemos afirmar que a resistência interna da bateria, enquanto ligada ao resistor, e a ddp, nos terminais dessa bateria, são, respectivamente:

- a) $2\ \Omega$ e 12 V.
- b) $1\ \Omega$ e 12 V.
- c) $10\ \Omega$ e 1 V.
- d) $1\ \Omega$ e 10 V.
- e) $2\ \Omega$ e 10 V.



○ **8. (OBF adaptada)** Um circuito elétrico foi montado conforme a figura, fazendo uso de uma pilha, B de 1,5 V, uma resistência de 15 ohms, uma chave S e um voltímetro V. Todos os aparelhos são reais.



É correto afirmar, em relação a esse circuito, que:

- a) ao fechar a chave S, o voltímetro indicará 1,5 V.
- b) tanto com a chave S aberta quanto fechada, a leitura do voltímetro permanecerá a mesma.
- c) considerando a corrente convencional, ao fechar a chave S, o número de cargas que passam pela chave é maior que aquele que chega a parte inferior da pilha.
- d) ao fechar a chave S, o voltímetro indicará um valor menor do que indicava com a chave aberta.
- e) com a chave aberta, não circula corrente no circuito.

○ **9. (PUC-SP)** Um gerador de resistência de 8 ohms é ligado por um fio de resistência de 4 ohms a um receptor, em série, com o qual está um resistor de 20 ohms. O gerador tem uma f.e.m. de 500 V e o receptor, uma força contraeletromotriz de 100 V. A corrente terá intensidade de:

- a) 12,5 A
- b) 15,2 A
- c) 10,0 A
- d) 32,5 A
- e) n.r.a.

○ **10. (PUC-SP)** Na questão anterior, os rendimentos do gerador e do receptor são, respectivamente:

- a) 90% - 10%
- b) 20% - 75%
- c) 60% - 40%
- d) 50% - 50%
- e) n.r.a



MEDIMAI 11

» Magnetismo

○ 1. Quanto à facilidade de imantação, podemos afirmar que:

“Substâncias _____ são aquelas cujos ímãs elementares se orientam em sentido contrário ao vetor indução magnética, sendo, portanto, repelidas pelo ímã que criou o campo magnético”.

O termo que preenche corretamente a lacuna é:

- a) diamagnéticas
- b) paramagnéticas
- c) ultramagnéticas
- d) ferromagnéticas

○ 2. Considere as seguintes afirmações.

I. A denominação de Polo Norte de um ímã é a região que se volta para o Norte geográfico da Terra e Polo Sul a região que volta para o Sul geográfico da Terra.

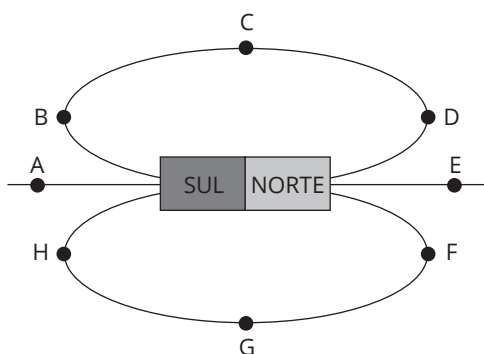
II. Ímãs naturais são formados por pedras que contém óxido de ferro (Fe_3O_4) denominadas magnetitas.

III. Ímãs artificiais são obtidos a partir de processos denominados imantação.

Com relação às afirmações, podemos dizer que:

- a) apenas I é correta.
- b) apenas I e II são corretas.
- c) apenas I e III são corretas.
- d) apenas II e III são corretas.
- e) todas são corretas.

○ 3. A figura representa um ímã em forma de barra, seus dois polos magnéticos Norte e Sul e algumas linhas de indução, contidas no plano da figura, do campo magnético criado pelo ímã. Sobre essas linhas estão assinalados os pontos de A até H.



Desprezando a ação de quaisquer outros campos magnéticos, o vetor campo magnético criado por esse ímã tem a mesma direção e o mesmo sentido em:

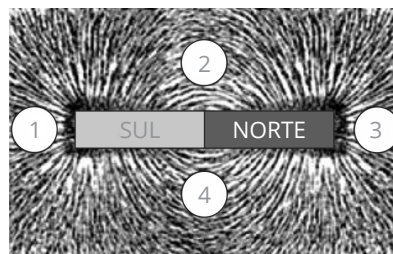
- a) B e H
- b) B e D
- c) E e G
- d) A e C
- e) D e H

○ 4. Uma das hipóteses, ainda não comprovada, sobre os modos como se orientam os animais migratórios durante suas longas viagens é a de que esses animais se guiam pelo campo magnético terrestre. Segundo essa hipótese, para que ocorra essa orientação, esses animais devem possuir, no corpo, uma espécie de ímã que, como na bússola, indica os polos magnéticos da Terra.

De acordo com a Física, se houvesse esse ímã que pudesse se movimentar como a agulha de uma bússola, orientando uma ave que migrasse para o hemisfério sul do planeta, local em que se encontra o polo norte magnético da Terra, esse ímã deveria:

- a) possuir apenas um polo, o sul.
- b) possuir apenas um polo, o norte.
- c) apontar seu polo sul para o destino.
- d) apontar seu polo norte para o destino.
- e) orientar-se segundo a linha do Equador.

○ 5. (UNESP) Um ímã em forma de barra, com seus polos Norte e Sul, é colocado sob uma superfície coberta com partículas de limalha de ferro, fazendo com que elas se alinhem segundo seu campo magnético. Se quatro pequenas bússolas, 1, 2, 3 e 4, forem colocadas em repouso nas posições indicadas na figura, no mesmo plano que contém a limalha, suas agulhas magnéticas orientam-se segundo as linhas do campo magnético criado pelo ímã.



www.grupoescolar.com. Adaptado.

Desconsiderando o campo magnético terrestre e considerando que a agulha magnética de cada bússola seja representada por uma seta que se orienta na mesma direção e no mesmo sentido do vetor campo magnético associado ao ponto em que ela foi colocada, assinale a alternativa que indica, correta e respectivamente, as configurações das agulhas das bússolas 1, 2, 3 e 4 na situação descrita.

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)



○ 6. (MACKENZIE) Considere as seguintes afirmações.

I. Quando se coloca um ímã em contato com limalha (fragmentos) de ferro, estes não aderem a ele em toda a sua extensão, mas predominantemente nas regiões próximas das extremidades.

II. Cortando-se um ímã em duas partes iguais, que por sua vez podem ser redivididas em outras tantas, observa-se que cada uma dessas partes constitui um novo ímã, que embora menor tem sempre dois polos.

III. Polos de mesmo nome se atraem e de nomes diferentes se repelem.

Com relação às afirmações, podemos dizer que:

- a) apenas I é correta.
- b) apenas I e II são corretas.
- c) apenas I e III são corretas.
- d) apenas II e III são corretas.
- e) todas são corretas.



MEDIMAI 12

» Eletromagnetismo

○ 1. O módulo do vetor campo magnético gerado por uma corrente elétrica constante passando por um fio retilíneo depende da distância do ponto de medição do campo ao fio. Assim, é correto afirmar que a direção desse vetor é:

- a) perpendicular ao fio somente para um dos sentidos da corrente.
- b) perpendicular ao fio independente do sentido da corrente.
- c) paralela ao fio independente do sentido da corrente.
- d) paralela ao fio somente para um dos sentidos da corrente.

○ 2. Uma espira circular com 10π cm de diâmetro, ao ser percorrida por uma corrente elétrica de 500 mA de intensidade, produz no seu centro um vetor campo magnético de intensidade igual a _____ 10^{-6} T.

Obs. Utilize $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m/A

- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 5

○ 3. No caso hipotético de uma corrente elétrica por um condutor retilíneo, há geração de um campo magnético:

- a) na mesma direção do condutor.
- b) que aumenta proporcionalmente à distância do condutor.
- c) que é constante e uniforme em torno da direção do condutor.
- d) em direções perpendiculares à do condutor.

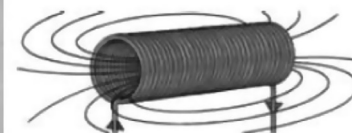
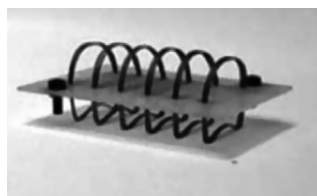
○ 4. Considere um longo solenoide ideal composto por 10.000 espiras por metro, percorrido por uma corrente contínua de 0,2 A. O módulo e as linhas de campo magnético no interior do solenoide ideal são, respectivamente:

- a) nulo - inexistentes
- b) $8\pi \cdot 10^{-4}$ T - circunferências concêntricas
- c) $4\pi \cdot 10^{-4}$ T - hélices cilíndricas
- d) $8\pi \cdot 10^{-3}$ T - radiais com origem no eixo do solenoide
- e) $8\pi \cdot 10^{-4}$ T - retas paralelas ao eixo do solenoide

○ 5. (PUC) Para uma espira circular condutora, percorrida por uma corrente elétrica de intensidade i , é registrado um campo magnético de intensidade B no seu centro. Alterando-se a intensidade da corrente elétrica na espira para um novo valor i_{final} , observa-se que o módulo do campo magnético, no mesmo ponto, assumirá o valor $5B$. Qual é a razão entre as intensidades das correntes elétricas final e inicial (i_{final}/i)?

- a) 1/5
- b) 1/25
- c) 5
- d) 10
- e) 25

○ 6. (FGV) As figuras representam dois exemplos de solenoides, dispositivos que consistem em um fio condutor enrolado. Tal enrolamento pode se dar em torno de um núcleo feito de algum material ou, simplesmente, no ar. Cada volta de fio é denominada espira.



(labdemo.tf.usp.br)

A passagem de uma corrente elétrica através desse fio cria, no interior do solenoide, um campo magnético cuja intensidade:

- a) é diretamente proporcional ao quadrado da intensidade da corrente elétrica e ao comprimento do solenoide.
- b) é diretamente proporcional à densidade das espiras, ou seja, ao número de espiras por unidade de comprimento.
- c) é diretamente proporcional ao número total de espiras do solenoide e ao seu comprimento.
- d) independe da distância entre as espiras, mas depende do material de que é feito o núcleo.
- e) é a maior possível quando o material componente do núcleo é diamagnético ou paramagnético.

○ 7. (UECE) Em um experimento A, sobre eletromagnetismo, um fio condutor muito fino é disposto em linha reta sobre uma mesa isolante horizontal. Pelo fio passa uma corrente elétrica constante. Em um segundo experimento, B, o mesmo fio é disposto na forma de uma circunferência também sobre a mesa. Em ambas as situações o fio está contido no plano da mesa.

É correto afirmar que, no plano da mesa, os campos magnéticos produzidos pela corrente elétrica nos dois experimentos são:

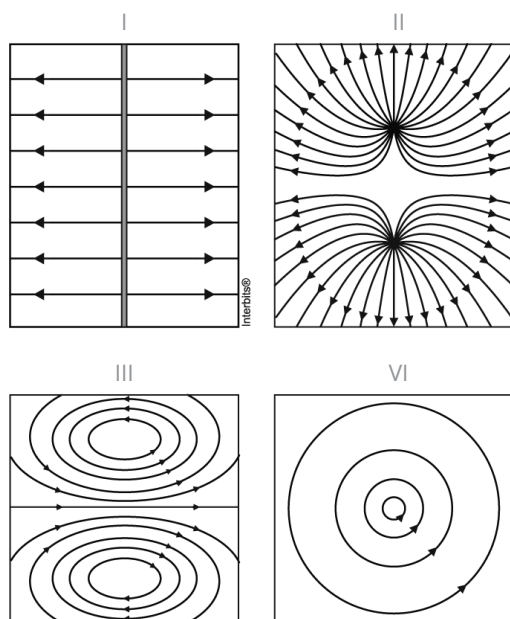
- a) verticais.
- b) horizontais.
- c) vertical e horizontal, respectivamente.
- d) horizontal e vertical, respectivamente.



○ **8. (UDESC)** Considere um longo solenoide ideal composto por 10.000 espiras por metro, percorrido por uma corrente contínua de 0,2 A. O módulo e as linhas de campo magnético no interior do solenoide ideal são, respectivamente:

- a) nulo, inexistentes.
- b) $8\pi \cdot 10^{-4}$ T, circunferências concêntricas.
- c) $4\pi \cdot 10^{-4}$ T, hélices cilíndricas.
- d) $8\pi \cdot 10^{-3}$ T, radiais com origem no eixo do solenoide.
- e) $8\pi \cdot 10^{-4}$ T, retas paralelas ao eixo do solenoide.

○ **9. (FUVEST)** Em uma aula de laboratório, os estudantes foram divididos em dois grupos. O grupo A fez experimentos com o objetivo de desenhar linhas de campo elétrico e magnético. Os desenhos feitos estão apresentados nas figuras I, II, III e IV abaixo.



Aos alunos do grupo B, coube analisar os desenhos produzidos pelo grupo A e formular hipóteses. Dentre elas, a única correta é que as figuras I, II, III e IV podem representar, respectivamente, linhas de campo:

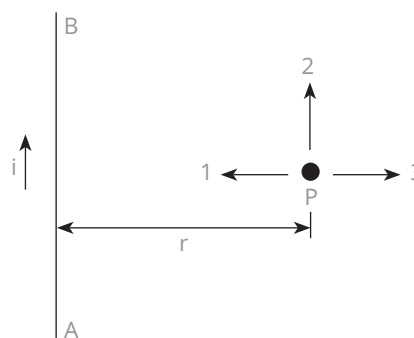
- a) eletrostático, eletrostático, magnético e magnético.
- b) magnético, magnético, eletrostático e eletrostático.
- c) eletrostático, magnético, eletrostático e magnético.
- d) magnético, eletrostático, eletrostático e magnético.
- e) eletrostático, magnético, magnético e magnético.

○ **10. (UFPR)** Na segunda década do século XIX, Hans Christian Oersted demonstrou que um fio percorrido por uma corrente elétrica era capaz de causar uma perturbação na agulha de uma bússola. Mais tarde, André Marie Ampère obteve uma relação matemática para a intensidade do campo magnético produzido por uma corrente elétrica que circula em um fio condutor retilíneo. Ele mostrou que a intensidade do campo magnético depende da intensidade da corrente elétrica e da distância ao fio condutor.

Com relação a esse fenômeno, assinale a alternativa correta.

- a) As linhas do campo magnético estão orientadas paralelamente ao fio condutor.
- b) O sentido das linhas de campo magnético independe do sentido da corrente.
- c) Se a distância do ponto de observação ao fio condutor for diminuída pela metade, a intensidade do campo magnético será reduzida pela metade.
- d) Se a intensidade da corrente elétrica for duplicada, a intensidade do campo magnético também será duplicada.
- e) No Sistema Internacional de unidades (S.I.), a intensidade de campo magnético é A/m.

○ **11. (UFPEL)** A figura a seguir representa um fio retilíneo e muito longo percorrido por uma corrente elétrica convencional i , de A para B.



Com relação ao sentido do campo magnético criado pela corrente elétrica no ponto P e a sua intensidade, é correto afirmar que:

- a) o sentido é para fora da página e sua intensidade depende da distância " r^2 ".
- b) o sentido é para o ponto "1" e sua intensidade depende da distância " r ".
- c) o sentido é para o ponto "2" e sua intensidade independe da distância " r ".
- d) o sentido é para dentro da página e sua intensidade depende da distância " r ".
- e) o sentido é para o ponto "3" e sua intensidade depende de " i " e independe de " r ".

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

12. (UFMG) Observe a figura.



Essa figura mostra três fios paralelos, retos e longos, dispostos perpendicularmente ao plano do papel, e, em cada um deles, uma corrente i . Cada fio, separadamente, cria, em um ponto a 20 cm de distância dele, um campo magnético de intensidade B . O campo magnético resultante no ponto P , devido à presença dos três fios, terá intensidade igual a:

- a) $B/3$
- b) $B/2$
- c) B
- d) $5B/2$
- e) $3B$

13. (UFN) "Por meio de suas experiências, Ørsted descobriu que a corrente elétrica em um fio condutor está associada ao campo magnético existente ao redor desse fio. Depois, Faraday e Henry descobriram que a variação de um campo magnético é o que induz uma corrente elétrica em um condutor. Dessa forma, estabeleceu-se definitivamente uma relação entre eletricidade e magnetismo, nascendo o eletromagnetismo. Foram enormes as aplicações práticas e os desenvolvimentos tecnológicos que surgiram a partir daí, bem como suas implicações na vida das pessoas, como no caso do motor e do gerador elétricos".

Veiculada em: 26/09/2010.
Disponível em: <http://educacao.uol.com.br/fisica/forca-magnetica-corrente-eletrica.jhtm>.

Sobre a relação entre efeitos elétricos e magnéticos, analise as seguintes afirmações:

- I. Quando um condutor retilíneo é percorrido por uma corrente elétrica, surge um campo magnético cujas linhas de indução são circulares e concêntricas ao condutor.
- II. A intensidade do campo magnético, gerado por uma corrente que percorre um fio longo e reto, é inversamente proporcional à distância até o fio.
- III. Um campo magnético estacionário não atua em cargas elétricas que se movem em direção perpendicular a esse campo.
- IV. Triplicando-se o raio de uma espira circular percorrida por uma corrente elétrica, o campo magnético medido no seu centro também triplica.

Estão corretas?

- a) apenas I e II.
- b) apenas II e IV.
- c) apenas I, II e III.
- d) apenas I, II e IV.
- e) apenas II, III e IV.



MEDIMAI 13

» Força magnética

○ 1. Uma partícula com carga elétrica igual a $3,2 \mu\text{C}$ e velocidade de $2 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ é lançada perpendicularmente a um campo magnético uniforme e sofre a ação de uma força magnética de intensidade igual a $1,6 \cdot 10^2 \text{ N}$.

Determine a intensidade do campo magnético (em Tesla) no qual a partícula foi lançada.

- a) $0,25 \cdot 10^3$
- b) $2,5 \cdot 10^3$
- c) $2,5 \cdot 10^4$
- d) $0,25 \cdot 10^6$

○ 2. Uma máquina de ressonância magnética necessita criar um campo magnético para gerar as imagens utilizadas para diagnósticos médicos. Isso nos mostra a relação entre medicina e tecnologia e o grande avanço que essa parceria proporciona. Uma forma de gerar campo magnético de intensidade constante de 2T é utilizando supercondutores resfriados a temperaturas inferiores a -200°C . Entretanto, esses supercondutores, são muito bem isolados por vácuo, não atrapalhando e causando desconforto aos pacientes em exame.

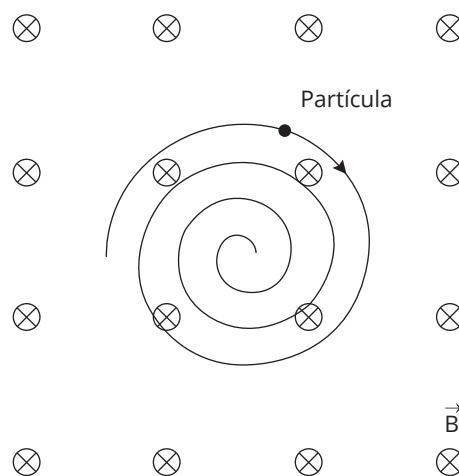
Qual seria a intensidade da força magnética sobre um elétron que incidisse perpendicularmente nesse campo magnético a uma velocidade de 300 m/s ? (Considere a carga elementar $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

- a) 0 N
- b) $9,6 \cdot 10^7 \text{ N}$
- c) $9,6 \cdot 10^{-17} \text{ N}$
- d) $9,6 \cdot 10^{19} \text{ N}$
- e) $9,6 \cdot 10^{-19} \text{ N}$

○ 3. Uma carga elétrica puntiforme, no interior de um campo magnético uniforme e constante, dependendo de suas condições cinemáticas, pode ficar sujeita à ação de uma força magnética. Sobre essa força pode-se afirmar que:

- a) tem a mesma direção do campo magnético, se a carga elétrica tiver velocidade perpendicular a ele.
- b) é nula se a carga elétrica estiver em repouso.
- c) tem máxima intensidade se o campo magnético e a velocidade da carga elétrica forem paralelos.
- d) é nula se o campo magnético e a velocidade da carga elétrica forem perpendiculares.
- e) tem a mesma direção da velocidade da carga elétrica.

○ 4. Um campo magnético uniforme está entrando no plano da página. Uma partícula carregada move-se neste plano em uma trajetória em espiral, no sentido horário e com raio decrescente, como mostra a figura abaixo.



Assinale a alternativa correta para o comportamento observado na trajetória da partícula.

- a) A carga é negativa e sua velocidade está diminuindo.
- b) A carga é positiva e sua velocidade está diminuindo.
- c) A carga é positiva e sua velocidade está aumentando.
- d) A carga é negativa e sua velocidade está aumentando.
- e) A carga é neutra e sua velocidade é constante.

Anotações:

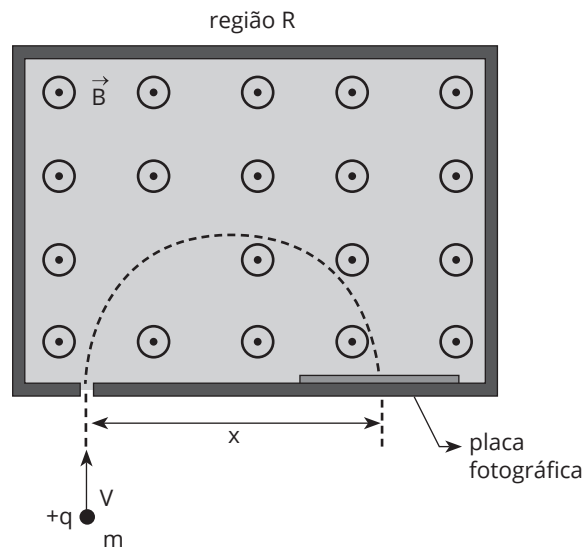


○ 5. Espectrometria de massas é uma técnica instrumental que envolve o estudo, na fase gasosa, de moléculas ionizadas, com diversos objetivos, dentre os quais a determinação da massa dessas moléculas. O espectrômetro de massas é o instrumento utilizado na aplicação dessa técnica.

(www.em.iqm.unicamp.br. Adaptado.)

A figura representa a trajetória semicircular de uma molécula de massa m ionizada com carga $+q$ e velocidade escalar V , quando penetra numa região R de um espectrômetro de massa.

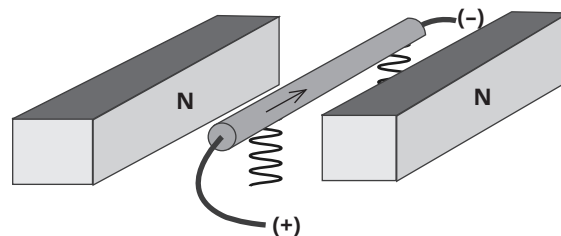
Nessa região atua um campo magnético uniforme perpendicular ao plano da figura, com sentido para fora dela, representado pelo símbolo \odot . A molécula atinge uma placa fotográfica, onde deixa uma marca situada a uma distância x do ponto de entrada.



Considerando as informações do enunciado e da figura, é correto afirmar que a massa da molécula é igual a:

- a) $q \cdot V \cdot b \cdot x / 2$
- b) $2 \cdot q \cdot b / Vx$
- c) $q \cdot b / 2Vx$
- d) $q \cdot x / 2 \cdot B \cdot V$
- e) $q \cdot b \cdot x / 2 \cdot V$

○ 6. (URI) Um condutor de eletricidade com 20 cm de comprimento está situado entre dois ímãs e por ele passa uma corrente de 8A. Este condutor está suspenso por duas molas com constante elástica 90 N/m e comprimento 10 cm. A intensidade do campo magnético entre os ímãs é de 5 T. Ao ligar a corrente elétrica, surge uma força magnética sobre o condutor e a mola sofre deformação.



Determine o valor dessa deformação, sua direção e sentido. Despreze a ação da gravidade no sistema.

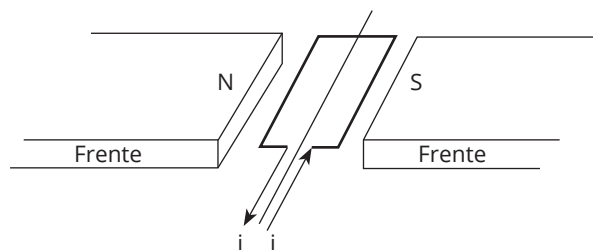
- a) 0,03 m, vertical para cima.
- b) 0,12 m, vertical para baixo.
- c) 0,70 m, vertical para cima.
- d) 0,05 m, vertical para baixo.
- e) 0,04 m, vertical para baixo.



○ 7. (UPF) Um elétron experimenta a ação de uma força magnética quando se encontra numa região do espaço onde há um campo magnético uniforme. Em relação ao comportamento do elétron, é correto afirmar que:

- a) o elétron não pode estar em repouso.
- b) o elétron se movimenta numa direção paralela à direção do campo magnético.
- c) pela ação da força magnética, o elétron experimenta uma desaceleração na direção paralela ao campo magnético.
- d) a força magnética independe da carga do elétron.
- e) como o campo magnético é uniforme, a força magnética atuante sobre o elétron é constante e independente da sua velocidade.

○ 8. (PUC) A figura a seguir mostra a posição inicial de uma espira retangular acoplada a um eixo de rotação, sob a ação de um campo magnético originado por ímãs permanentes, e percorrida por uma corrente elétrica. A circulação dessa corrente determina o aparecimento de um par de forças na espira, que tende a movimentá-la.



Em relação aos fenômenos físicos observados pela interação dos campos magnéticos originados pelos ímãs e pela corrente elétrica, é correto afirmar que:

- a) o vetor indução magnética sobre a espira está orientado do polo S para o polo N.
- b) o vetor indução magnética muda o sentido da orientação enquanto a espira se move.
- c) a espira, percorrida pela corrente i , tende a mover-se no sentido horário quando vista de frente.
- d) a força magnética que atua no lado da espira próximo ao polo N tem orientação vertical para baixo.
- e) a força magnética que atua no lado da espira próximo ao polo S tem orientação vertical para cima.

○ 9. (UPF) Considere uma região do espaço onde existe um campo magnético uniforme cujas linhas de indução são verticais, com sentido para cima. Suponha que uma partícula carregada negativamente se movimenta horizontalmente da direita para a esquerda, com velocidade constante, e penetre na região do campo. Sobre o comportamento da partícula, analise as afirmações que seguem.

- I. O campo magnético interage com a partícula, diminuindo o módulo da velocidade.
- II. O campo magnético interage com a partícula, mas não influencia no módulo da sua velocidade.
- III. O campo magnético interage com a partícula e modifica a direção original do deslocamento dessa partícula.
- IV. O módulo da força magnética sobre a partícula é zero.

Está correto apenas o que se afirma em:

- a) I e II.
- b) II e III.
- c) III e IV.
- d) I e III.
- e) II e IV.

○ 10. (UPF) Sobre conceitos de eletricidade e magnetismo, são feitas as seguintes afirmações:

- I. Se uma partícula com carga não nula se move em um campo magnético uniforme perpendicularmente à direção do campo, então a força magnética sobre ela é nula.
- II. Somente ímãs permanentes podem produzir, em um dado ponto do espaço, campos magnéticos de módulo e direção constantes.
- III. Quando dois fios condutores retilíneos longos são colocados em paralelo e percorridos por correntes elétricas contínuas de mesmo módulo e sentido, observa-se que os fios se atraem.
- IV. Uma carga elétrica em movimento pode gerar campo magnético, mas não campo elétrico.

Está correto apenas o que se afirma em:

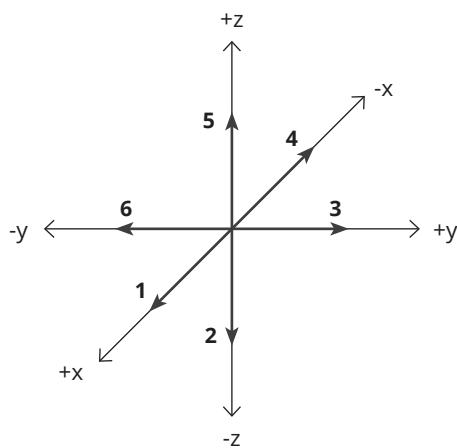
- a) III.
- b) I e II.
- c) II.
- d) II e IV.
- e) II, III e IV.



○ 11. (UPF) Considere uma partícula com carga positiva q , a qual se move em linha reta com velocidade constante v . Em um determinado instante, esta partícula penetra em uma região do espaço onde existe um campo magnético uniforme \vec{B} , cuja orientação é perpendicular à trajetória da partícula. Como resultado da interação da carga com o campo magnético, a partícula sofre a ação de uma força magnética \vec{F}_M , cuja direção é sempre perpendicular à direção do campo e ao vetor velocidade instantânea da carga. Assim, a partícula passa a descrever um movimento circular uniforme em um plano perpendicular ao \vec{B} . Supondo que o módulo da velocidade da partícula seja $v = 9 \times 10^3$ m/s; que o módulo do campo magnético seja $B = 2 \times 10^{-3}$ T; e que o raio da circunferência descrita pela partícula seja $R = 3$ cm, é correto afirmar que, nessas condições, a relação carga/massa (q/m) da partícula é de:

- a) $3,0 \times 10^8$ C · kg⁻¹
- b) $3,0 \times 10^7$ C · kg⁻¹
- c) $1,5 \times 10^8$ C · kg⁻¹
- d) $1,5 \times 10^7$ C · kg⁻¹
- e) $4,5 \times 10^6$ C · kg⁻¹

○ 12. (UPF) Um elétron é lançado em linha reta com velocidade \vec{v} constante, no interior de um campo magnético uniforme \vec{B} . Da interação do elétron em movimento com o campo \vec{B} surge uma força magnética \vec{F}_M no momento em que o elétron ingressa no campo magnético. O desenho a seguir representa um sistema de coordenadas cartesianas tridimensional no qual estão identificados por números seis vetores. Desses vetores, o conjunto de três vetores que representa corretamente (em direções e sentidos) uma possível configuração para \vec{v} , \vec{B} e \vec{F}_M na situação descrita é:



- a) 3 - 5 - 1
- b) 1 - 3 - 5
- c) 1 - 3 - 2
- d) 3 - 6 - 5
- e) 2 - 5 - 3

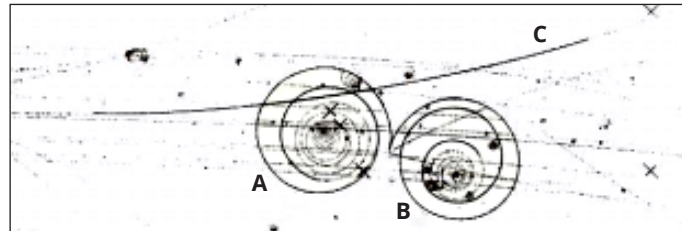
○ 13. (UPF) Sabemos que existe um campo magnético nas proximidades de um ímã e também em torno de um condutor percorrido por uma corrente elétrica. O comportamento desse campo pode ser representado graficamente por meio das linhas de campo magnético ou linhas de indução. Sobre essas linhas de indução, são feitas as seguintes afirmações:

- I. São sempre perpendiculares ao vetor que representa o campo.
- II. Quando uma carga elétrica q é abandonada, em movimento com uma velocidade vetorial \vec{v} , perto de um ímã, a força gerada pela interação do campo com a carga, em um determinado ponto, tem direção tangencial às linhas de indução e perpendicular à direção do vetor \vec{v} .
- III. Nas regiões próximas aos polos de um ímã em forma de barra, a concentração de linhas de indução é maior que em qualquer outro ponto ao seu redor.
- IV. As linhas de indução do campo magnético gerado por uma corrente estabelecida em um fio condutor metálico, retilíneo e muito longo, têm formato de circunferências concêntricas ao fio em um plano perpendicular a este.

Está correto o que se afirma em:

- a) I, II, III e IV.
- b) II e III apenas.
- c) II e IV apenas.
- d) III e IV apenas.
- e) II, III e IV apenas.

○ 14. (UFN) Na figura abaixo, é apresentada uma fotografia feita em uma câmara de bolhas, equipamento usado em Física Nuclear para visualizar a trajetória de partículas carregadas. Neste experimento, um campo magnético uniforme está saindo perpendicularmente a esta folha. A partícula C se move em uma trajetória da esquerda para a direita, e o par de partículas A e B é produto da extinção de um raio gama de alta energia, que surgiu de um mesmo ponto e se moveu em trajetória curva na forma espiral, uma no sentido horário (partícula B) e a outra no sentido anti-horário (partícula A).



Disponível em: <http://www.davidarling.info/encyclopedia/A/antiparticle.html>

A respeito desse evento nuclear, supondo que as três partículas viajam com velocidades iguais, e baseado em conhecimentos do Eletromagnetismo, indique a afirmativa correta.

- a) As partículas A e B têm cargas de sinal oposto, sendo a partícula A positiva e a B negativa e, por possuírem praticamente o mesmo raio, possuem massas próximas.
- b) As partículas A e B têm cargas de sinal oposto, sendo a partícula A negativa e a B positiva e, por possuírem praticamente o mesmo raio, possuem massas próximas.
- c) As partículas A e B têm cargas de mesmo sinal e positivas, e a partícula C é negativa, de maior massa, porque desvia pouco no campo magnético.
- d) As partículas A e B têm cargas de mesmo sinal e negativas, e a partícula C é positiva, de maior massa, porque desvia pouco no campo magnético.
- e) As partículas A e B têm cargas de sinal oposto, sendo a partícula A negativa e a B positiva, e a partícula C tem mesmo sinal de B e maior massa, porque desvia pouco no campo magnético.



○ 15. (UFN) Em 8 de outubro de 2013, foi anunciada a atribuição do prêmio Nobel de Física ao belga François Englert e ao britânico Peter Higgs, pela descoberta teórica do mecanismo que explicaria a origem da massa das partículas subatômicas, cuja existência foi recentemente confirmada pela descoberta da partícula de Higgs, experiências conduzidas recentemente no CERN.

Revista Ciência Hoje.

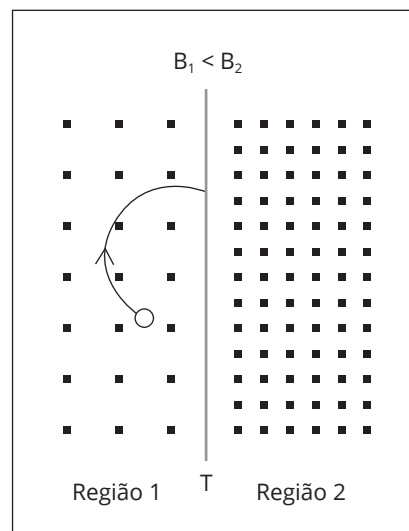
O uso conjugado de campos elétricos e magnéticos permitiu a análise das partículas utilizadas por Higgs e colaboradores. Então, avalie cada uma das opções abaixo e, depois, assinale a correta.

- Com uma força de $1,28 \cdot 10^{-11}$ N, em um campo magnético de 4 MT, sobre uma partícula de $8 \cdot 10^{-20}$ C, é possível acelerar, tangencialmente ao campo, uma partícula estacionária até a velocidade atingir 40 m/s.
- Uma partícula neutra, arremessada com velocidade de $3 \cdot 10^{-4}$ m/s em um campo magnético de intensidade $4 \cdot 10^2$ T, ficará submetida a uma força de intensidade $12 \cdot 10^{-2}$ N.
- Uma partícula estacionária, com carga $2 \cdot 10^{-3}$ C e massa de $2 \cdot 10^{-3}$ g, pode ficar em equilíbrio estático em um campo magnético de intensidade $3 \cdot 10^2$ T, em uma região em que $g = 10$ m/s².
- Campos magnéticos tentam frear, linearmente, as partículas neles lançadas.
- Uma partícula, lançada perpendicularmente ao campo magnético, ficará submetida a uma resultante centrípeta que ocasionará uma variação na direção e no sentido do vetor velocidade.

○ 16. (UFN) Os cursos de Engenharia estão desenvolvendo um projeto piloto com partículas eletrizadas de alta energia. Então, se uma partícula eletrizada, com carga de $2 \mu\text{C}$, é arremessada, em um campo elétrico de intensidade $5 \cdot 10^{-2}$ N/C, ficará submetida a uma força elétrica de _____. Se essa mesma carga for lançada paralelamente a um campo magnético de intensidade $2 \cdot 10^3$ T, ficará submetida a uma força de valor _____.

- 10^{-9} N e $4 \cdot 10^{-3}$ N.
- 1 nN e zero.
- 10^{-7} N e 10^{-3} N.
- 100 nN e zero.
- 10^{-7} N e 10^{-9} N.

○ 17. (UFN)



Um plano T divide uma zona do espaço em duas regiões, nas quais há campos magnéticos uniformes, ambos saindo do plano da folha e paralelos ao plano T indicado, mas com intensidades diferentes, $B_1 < B_2$, conforme a figura. Uma partícula carregada é lançada em um plano perpendicular ao campo, na região de campo fraco, de forma que sua trajetória circular a conduza a fronteira plana das duas regiões. A trajetória seguida pela partícula será:

- circular e de raio menor que na região 1.
- circular e de raio maior que na região 1.
- circular e de raio igual ao da região 1.
- retilíneo e com velocidade aumentando.
- retilíneo e com velocidade igual.

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

○ **18. (UFN)** O Grande Colisor de Hádrons (em inglês: *Large Hadron Collider* - LHC), do CERN, é o maior acelerador de partículas e o de maior energia existente no mundo. Seu principal objetivo é obter dados sobre colisões de feixes de partículas de alta energia. O laboratório localiza-se em um túnel de 27 km de circunferência, bem como a 175 metros abaixo do nível do solo na fronteira franco-suíça, próximo a Genebra, Suíça, conforme a imagem abaixo.



Extraído e adaptado de: <http://cmns2.umd.edu/lhc/lhc.html> (Universidade de Maryland).

Com base na imagem e em seus conhecimentos físicos, analise as assertivas a seguir.

I. Como o movimento das partículas é um movimento circular, a sua velocidade permanecerá constante.

II. As partículas, usadas no interior do acelerador, estão imersas em um conjugado de campo elétrico e magnético. Então, o campo elétrico tem como objetivo alterar o módulo da velocidade das partículas, e o campo magnético variar a direção e o sentido das mesmas.

III. Suponha que sejam usadas, no interior do acelerador, partículas carregadas positivamente. Nesse caso, essas partículas também irão gerar um campo magnético devido a sua movimentação.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas I e II.
- c) apenas I e III.
- d) apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ **19. (UFN)** O campo eletrostático é indissociável _____ e, para revelá-lo, aproxima-se uma carga elétrica e observa-se a interação de atração ou repulsão. Já o campo magnético de uma carga elétrica pode ser "ligado" ou "desligado". Assim, para gerar o seu estado "ligado", é necessário _____ a carga elétrica e, para revelar a sua existência, é obrigatório outro campo magnético no qual a carga _____ em um ângulo _____.

Assinale a alternativa que completa, corretamente, as lacunas do texto.

- a) da carga elétrica – manter em repouso – se mova – igual a 90°
- b) do espaço – movimentar – circule – entre 90° e 180° e diferente de 0°
- c) da carga elétrica – manter em repouso – se mova – diferente de 0° ou 90°
- d) da carga elétrica – transladar – se mova – diferente de 0° ou 180°
- e) do espaço – manter em repouso – translate – diferente de 180° ou 90°

○ **20. (UPF)** As partículas subatômicas (elétrons, prótons e nêutrons) apresentam comportamentos específicos quando se encontram em uma região do espaço onde há um campo elétrico (E) ou magnético (B). Sobre esse assunto, é correto afirmar:

- a) Um elétron em movimento numa região do espaço onde há um B uniforme experimenta a ação de uma força na mesma direção de B, mas com sentido oposto.
- b) Um próton em movimento numa região do espaço onde há um B uniforme experimenta a ação de uma força na mesma direção de B, mas com sentido oposto.
- c) Um elétron em movimento numa região do espaço onde há um E uniforme experimenta a ação de uma força na mesma direção de E, mas com sentido oposto.
- d) Um próton em movimento numa região do espaço onde há um E uniforme experimenta a ação de uma força na mesma direção de E, mas com sentido oposto.
- e) Um nêutron em movimento numa região do espaço onde há um E uniforme experimenta a ação de uma força na mesma direção de E, mas com sentido oposto.

○ **21. (UNISC)** Uma partícula com carga q e massa M move-se ao longo de uma reta com velocidade v constante em uma região onde estão presentes um campo elétrico de $1,0 \cdot 10^6$ m.V/m e um campo de indução magnética de 0,10 T. Sabe-se que ambos os campos e a direção de movimento da partícula são perpendiculares entre si. Determine a velocidade da partícula.

- a) $1,0 \cdot 10^3$ m/s
- b) $1,0 \cdot 10^7$ m/s
- c) $1,0 \cdot 10^4$ m/s
- d) $1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s
- e) $1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s



MEDIMAI 14

» Indução eletromagnética

○ 1. O desenvolvimento tecnológico das últimas décadas tem exigido a produção cada vez maior de energia, principalmente de energia elétrica. Além das hidrelétricas, outras fontes como painéis fotovoltaicos, usinas eólicas, termoeletricas e baterias têm sido usadas para produzir energia elétrica.

São fontes de energia que **não** se baseiam na indução eletromagnética para produção de energia elétrica:

- a) pilhas e painéis fotovoltaicos.
- b) termoeletricas e usinas eólicas.
- c) pilhas, termoeletricas e painéis fotovoltaicos.
- d) termoeletricas, painéis fotovoltaicos e usinas eólicas.

○ 2. Os ímãs, naturais ou artificiais, apresentam determinados fenômenos denominados de fenômenos magnéticos.

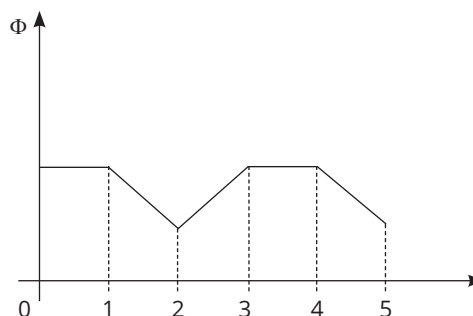
Sobre esses fenômenos, é correto afirmar:

- a) A Lei de Lenz estabelece que o sentido da corrente induzida é tal que se opõe à variação de fluxo magnético através de um circuito que a produziu.
- b) Os pontos da superfície terrestre que possuem inclinação magnética máxima pertencem a uma linha chamada Equador Magnético.
- c) Sob a ação exclusiva de um campo magnético, o movimento de uma carga elétrica é retilíneo e uniformemente acelerado.
- d) Nas regiões em que as linhas de indução estão mais próximas, o campo magnético é menos intenso.
- e) As linhas de indução são, em cada ponto, perpendiculares ao vetor indução magnética.

○ 3. A Costa Rica, em 2015, chegou muito próximo de gerar 100% de sua energia elétrica a partir de fontes de energias renováveis, como hídrica, eólica e geotérmica. A lei da Física que permite a construção de geradores que transformam outras formas de energia em energia elétrica é a lei de Faraday, que pode ser melhor definida pela seguinte declaração:

- a) toda carga elétrica produz um campo elétrico com direção radial, cujo sentido independe do sinal dessa carga.
- b) toda corrente elétrica, em um fio condutor, produz um campo magnético com direção radial ao fio.
- c) uma carga elétrica, em repouso, imersa em um campo magnético sofre uma força centrípeta.
- d) a força eletromotriz induzida em uma espira é proporcional à taxa de variação do fluxo magnético em relação ao tempo gasto para realizar essa variação.
- e) toda onda eletromagnética se torna onda mecânica quando passa de um meio mais denso para um menos denso.

○ 4. Uma espira circular está imersa em um campo magnético criado por dois ímãs, conforme a figura abaixo. Um dos ímãs pode deslizar livremente sobre uma mesa que não interfere no campo gerado. O gráfico da figura, a seguir, representa o fluxo magnético através da espira em função do tempo.



O intervalo de tempo em que aparece na espira uma corrente elétrica induzida é de:

- a) 0 a 1s somente.
- b) 0 a 1s e de 3 a 4s.
- c) 1 a 3s e de 4 a 5s.
- d) 1 a 2s e de 4 a 5s.
- e) 2 a 3s somente.

○ 5. O princípio físico do funcionamento de alternadores e transformadores, comprovável de modo experimental, refere-se à produção de corrente elétrica por meio da variação de um campo magnético aplicado a um circuito elétrico.

Esse princípio se fundamenta na denominada Lei de:

- a) Newton.
- b) Ampère.
- c) Faraday.
- d) Coulomb.



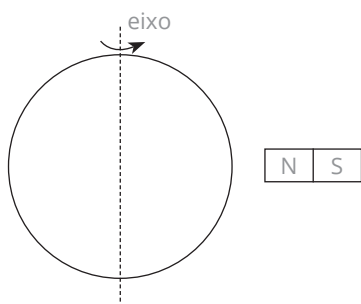
○ 6. (UPF) A indução eletromagnética é um fenômeno que se encontra presente em diversos equipamentos que utilizamos cotidianamente. Ela é utilizada para gerar energia elétrica e seu princípio físico consiste no aparecimento de uma força eletromotriz entre os extremos de um fio condutor. Para que essa força eletromotriz surja, é necessário haver variação de:

- a) campo elétrico.
- b) resistência elétrica.
- c) capacitância elétrica.
- d) temperatura.
- e) fluxo magnético.

○ 7. (PUC) Sobre o fenômeno de indução eletromagnética, apresentam-se três situações:

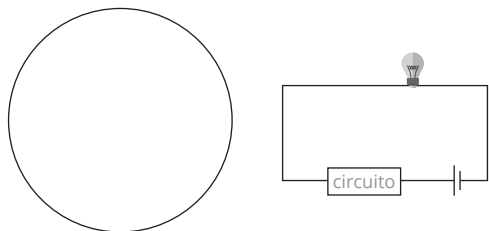
Situação 1:

Uma espira condutora gira em torno do eixo indicado, enquanto um ímã encontra-se em repouso em relação ao mesmo eixo.



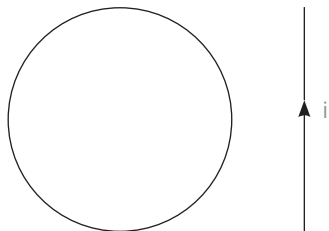
Situação 2:

Uma espira condutora encontra-se em repouso em relação a um circuito elétrico no qual uma lâmpada pisca com uma frequência constante.



Situação 3:

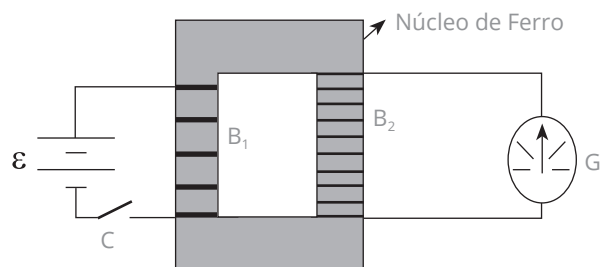
Uma espira condutora se encontra em repouso em relação a um fio condutor retilíneo, ligado a um circuito elétrico, no qual circula uma corrente elétrica i contínua e constante.



Verifica-se uma corrente elétrica induzida na espira condutora na(s) situação(ões):

- a) 1, apenas.
- b) 3, apenas.
- c) 1 e 2, apenas.
- d) 2 e 3, apenas.
- e) 1, 2 e 3.

○ 8. (PUC) A figura a seguir representa um esquema de uma das experiências que Michael Faraday (século 19) realizou para demonstrar a indução eletromagnética.

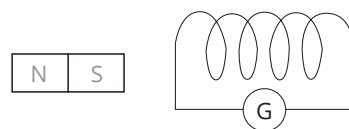


Nessa figura, uma bateria de tensão constante ϵ é conectada a uma chave interruptora C e a uma bobina B_1 , que, por sua vez, está enrolada a um núcleo de ferro doce, ao qual também se enrola uma outra bobina B_2 , esta conectada a um galvanômetro G , que poderá indicar a passagem de corrente elétrica.

Quando a chave C fecha o circuito com a bobina B_1 , o ponteiro do galvanômetro G :

- a) não registra qualquer alteração, porque a fonte de corrente do circuito da bobina B_1 é contínua.
- b) não registra qualquer alteração, porque a fonte de corrente do circuito só inclui a bobina B_1 .
- c) indica a passagem de corrente permanente pela bobina B_2 .
- d) indica a passagem de corrente pela bobina B_2 por um breve momento, e logo volta à posição original.
- e) gira alternadamente para a direita e para a esquerda, indicando a presença de corrente alternada circulando pela bobina B_2 .

○ 9. (PUC) Responder à questão com base na figura a seguir, que mostra uma bobina ligada a um galvanômetro e, próximo à bobina, um ímã. Tanto o ímã como a bobina podem-se movimentar.



É correto afirmar que não haverá indicação de corrente elétrica no galvanômetro quando:

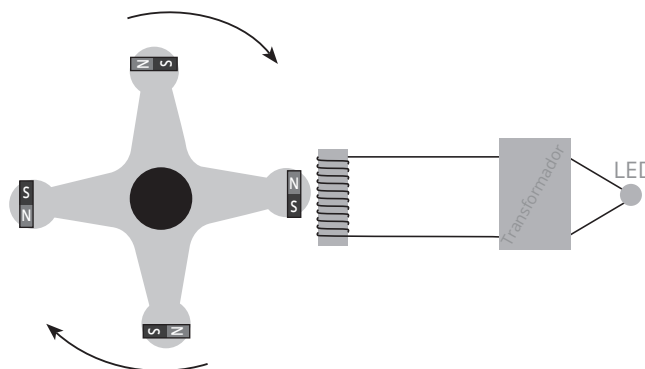
- a) o ímã afastar-se para a esquerda da bobina e esta permanecer em repouso.
- b) o ímã permanecer em repouso e a bobina aproximar-se do ímã.
- c) o ímã deslocar-se para a esquerda e a bobina para a direita.
- d) o ímã deslocar-se para cima e a bobina para baixo.
- e) o ímã e a bobina deslocarem-se para a direita com velocidades iguais e constantes.



○ 10. (UPF) O filme "O menino que descobriu o vento", sucesso na Netflix, conta a história de um menino que mora com sua família em uma aldeia pobre em Malauí. Para ajudar sua comunidade, William, a partir de seus estudos na escola da comunidade, constrói uma estação de energia eólica usando apenas descartes de um ferro velho. Dentre os dispositivos utilizados por ele, está um dínamo de uma bicicleta. Sobre o dínamo, é correto afirmar que:

- a) O dínamo utiliza como princípio de funcionamento o efeito Joule.
- b) O dínamo é um aparelho que produz luz por meio de um campo magnético variável.
- c) O dínamo é um aparelho que gera corrente elétrica, convertendo energia mecânica em energia elétrica por meio da indução eletromagnética.
- d) O funcionamento do dínamo é baseado na lei de Coulomb.
- e) O dínamo transforma a energia luminosa em energia elétrica por meio de dispositivos chamados de células solares.

○ 11. (UFSC) À noite no acampamento, Pedro, Tiago e João pensam em maneiras alternativas de produzir luz, além do fogo. João desenha o esquema abaixo imaginando uma aplicação para o *hand spinner* e outros materiais que trouxe. Em seu desenho, acoplou um ímã em cada um dos lados do brinquedo e o colocou próximo de uma bobina ligada a um pequeno transformador elevador de tensão conectado a um LED. Antes de montarem o aparato, eles observaram que o *hand spinner* livre gira por 5 minutos, então João desafiou Pedro e Tiago a fazerem comentários sobre o seu funcionamento.



Quanto aos comentários que podem ser feitos por Pedro e Tiago, é correto afirmar que:

- 01. a corrente elétrica que percorrerá o enrolamento primário do transformador será de maior módulo do que a corrente elétrica que percorrerá o enrolamento secundário.
- 02. o *hand spinner* vai demorar mais do que 5 minutos para parar, pois o campo magnético induzido na bobina aplicará uma força magnética sobre ele por causa dos ímãs.
- 04. se o LED acender, a corrente elétrica que o percorrerá será alternada.
- 08. a corrente elétrica induzida na bobina irá produzir um fluxo magnético constante, fazendo com que os ímãs do *hand spinner* sejam atraídos ou repelidos.
- 16. a transformação da energia cinética do *hand spinner* em energia elétrica na bobina é explicada pela Lei de Faraday.
- 32. caso todos os ímãs sejam deslocados para pontos mais próximos do centro do *hand spinner*, a corrente elétrica induzida na bobina será mais intensa.
- 64. o sistema de geração de energia elétrica acima utiliza o mesmo princípio de geração de energia da Gravity Light.



○ 12. (ACAFE) *Tasers* são armas de eletrochoque que usam uma corrente elétrica para imobilizar pessoas que estejam representando alguma ameaça a alguém ou à ordem pública. O sistema interno da arma cria e trata a corrente elétrica que será descarregada por meio dos fios de cobre. Capacitores, transformadores e baterias são peças fundamentais nesse processo.

Disponível em: < <https://www.tecmundo.com.br/infografico/12216-a-tecnologia-das-armas-taser-infografico-.htm>>. Adaptada. Acesso em: 03 de set. 2017.

Nesse sentido, assinale a alternativa correta que completa as lacunas das frases a seguir.

O Transformador é um equipamento elétrico que tem seu princípio de funcionamento baseado na _____. A bateria é uma fonte de energia que transforma energia _____ em energia elétrica. O capacitor é um dispositivo que armazena _____.

- a) Lei de Coulomb - térmica - campo magnético
- b) Lei de Lenz - luminosa - corrente elétrica
- c) Lei de Faraday - química - cargas elétricas
- d) Lei de Newton - magnética - resistência elétrica

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.



MEDIMAI 15

» Física moderna

○ 1. No passado, muitos cientistas se dedicaram a compreender o comportamento da luz. Diversos experimentos foram criados por eles para poderem observar esse comportamento. Dos experimentos a seguir, qual deles comprova a natureza corpuscular da luz?

- a) A imagem produzida por uma luz incidindo em uma fenda dupla.
- b) A corrente elétrica gerada por uma placa metálica iluminada.
- c) Um laser sendo refletido por um espelho plano.
- d) Um lápis visto dentro de um copo com água.
- e) Um disco colorido posto a girar rapidamente.

○ 2. Os avanços tecnológicos que a ciência experimentou nos últimos tempos nos permitem pensar que, dentro em breve, seres humanos viajarão pelo espaço sideral a velocidades significativas, se comparadas com a velocidade da luz no vácuo.

Imagine um astronauta terráqueo que, do interior de uma nave que se desloca a uma velocidade igual a 60% da velocidade da luz, avista um planeta. Ao passar pelo planeta, ele consegue medir seu diâmetro, encontrando o valor $4,8 \cdot 10^6$ m. Se a nave parasse naquelas proximidades e o diâmetro do planeta fosse medido novamente, o valor encontrado, em 10^6 seria de:

- a) 2,7
- b) 3,6
- c) 6,6
- d) 7,5
- e) 11,0

○ 3. A natureza da luz é um assunto que tem estado presente nas discussões de cientistas e filósofos há séculos, principalmente a partir da possibilidade de aplicação de fenômenos luminosos por comportamentos tanto ondulatórios quanto corpusculares. Segundo o princípio da complementaridade, proposto por Niels Bohr em 1928, a descrição ondulatória da luz é complementar à descrição corpuscular, mas não se usam as duas descrições simultaneamente para descrever um determinado fenômeno luminoso. Desse modo, fenômenos luminosos envolvendo a propagação, a emissão e a absorção da luz são explicados ora considerando a natureza ondulatória, ora considerando a natureza corpuscular.

Assinale a alternativa que apresenta um fenômeno luminoso mais bem explicado, considerando-se a natureza corpuscular da luz.

- a) Espalhamento da luz ao atravessar uma fenda estreita.
- b) Interferência luminosa quando feixes luminosos de fontes diferentes se encontram.
- c) Mudança de direção de propagação da luz ao passar de um meio transparente para outro.
- d) Absorção de luz com emissão de elétrons por uma placa metálica.

○ 4. A radiação eletromagnética tem uma natureza bastante complexa. Em fenômenos de interferência, por exemplo, ela apresenta um comportamento _____. Já em processo de emissão e de absorção ela pode apresentar um comportamento _____. Pode também ser descrita por “pacotes de energia” (fótons) que se movem no vácuo com velocidade de aproximadamente 300.000 Km/h e têm massa _____.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- a) ondulatório – ondulatório – nula.
- b) ondulatório – corpuscular – nula.
- c) ondulatório – corpuscular – diferente de zero.
- d) corpuscular – ondulatório – diferente de zero.
- e) ondulatório – ondulatório – diferente de zero.

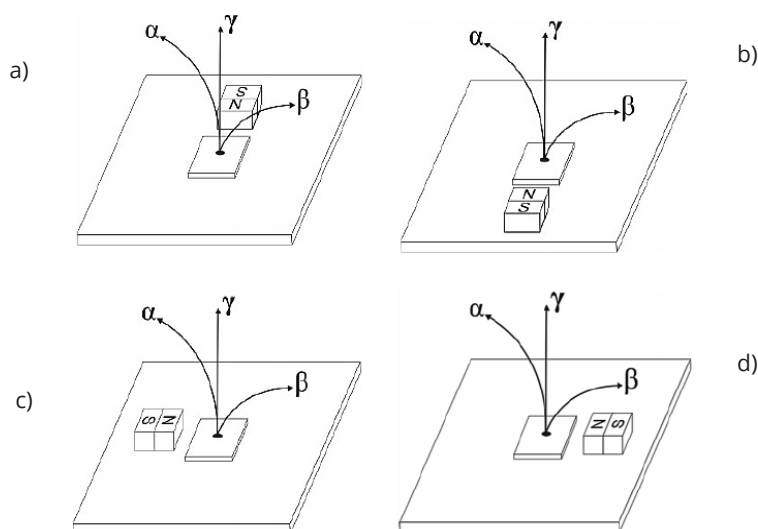
○ 5. (URI) A medicina moderna dispõe de recursos tecnológicos altamente eficazes e pouco invasivos para o tratamento das mais variadas doenças. Como ferramentas de diagnóstico e terapia, as radiações se destacam nesse contexto. Analise as afirmações abaixo e assinale a alternativa correta:

- a) Todos os tipos de radiações ionizantes são consideradas radiações nucleares.
- b) Os raios X têm origem no núcleo de átomos quando estes são atingidos por elétrons.
- c) A radiação Gama, por ser onda eletromagnética, é produzida nas camadas mais internas da eletrosfera.
- d) A radiação alfa, apesar de ser constituída por partículas, é considerada radiação ionizante.
- e) Nenhuma das alternativas.

Anotações:



○ 6. (URI) As características das radiações Alfa, Beta e Gama, emitidas por núcleos de diversos tipos de átomos, foram descobertas, utilizando-se o método de interação entre os campos magnéticos e as emissões em estudo. No desenho a seguir, temos uma fonte radioativa emitindo radiação Alfa, Beta e Gama, sendo estas emanações orientadas verticalmente para cima. Sabe-se que a radiação Alfa é constituída de 2 prótons e 2 nêutrons; a radiação Beta, nesse caso, é uma partícula negativa chamada nêgatron, que possui a massa equivalente a um elétron; a radiação Gama é onda eletromagnética. Nas proximidades da fonte radioativa é colocado um ímã com as polaridades indicadas nas figuras.



Em qual das quatro figuras é correta a orientação das trajetórias das radiações (todas no mesmo plano), relativamente à configuração do campo magnético?

- a) Figura a
- b) Figura b
- c) Figura c
- d) Figura d
- e) Nenhuma das figuras.

○ 7. (PUC) O efeito fotoelétrico foi observado pela primeira vez pelo físico alemão Heinrich Hertz em 1887. Hertz observou que, quando certas frequências de luz iluminavam uma placa metálica, elétrons excitados, denominados fotoelétrons, deixavam o metal. Posteriormente, esse efeito foi explicado por Albert Einstein quando introduziu o conceito de fóton.

Durante um experimento, um professor demonstrou o efeito fotoelétrico iluminando diferentes placas metálicas com radiação infravermelha ($E = 1,38 \text{ eV}$) e radiação ultravioleta ($E = 4,13 \text{ eV}$). A tabela a seguir apresenta a função trabalho (ϕ) dos materiais utilizados.

Metal	ϕ
Sódio	2,28
Alumínio	4,08
Prata	4,73

Como resultado, quando as placas foram iluminadas com radiação infravermelha, o fenômeno _____ observado nesses materiais. Quando as placas foram iluminadas com radiação ultravioleta, o fenômeno não foi observado para _____, enquanto a máxima energia cinética dos fotoelétrons foi observada para _____.

- a) foi – alumínio – sódio
- b) foi – prata – alumínio
- c) não foi – sódio – alumínio
- d) não foi – prata – sódio



○ **8. (UPF)** Analise as afirmações sobre tópicos de Física Moderna.

- I. A Física Moderna é a Física desenvolvida até o século XIX.
- II. A Mecânica Quântica, a Teoria da Relatividade e a Mecânica Newtoniana formam parte do conjunto de teorias da Física Moderna.
- III. A Física Moderna destaca que, em algumas situações, a luz se comporta como onda, e, em outras situações, como partícula.
- IV. O efeito fotoelétrico é um dos fenômenos explicados pela Física Moderna.

Está correto apenas o que se afirma em:

- a) II e III.
- b) II.
- c) III e IV.
- d) II e IV.
- e) I, II e IV.

○ **9. (PUC)** Para responder à questão, analise as afirmativas abaixo, referentes ao efeito fotoelétrico.

- I. A frequência mínima da radiação incidente para que o efeito fotoelétrico seja observado depende da constituição química do material.
- II. A energia de cada fotoelétron ejetado no processo depende da intensidade da radiação incidente.
- III. A quantidade de fotoelétrons ejetados no processo depende da intensidade da radiação eletromagnética incidente.

Está/Estão correta(s) a(s) afirmativa(s):

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) I e III, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

○ **10. (UPF)** Duas fontes de luz laser, denominadas de Fonte 1 e Fonte 2, têm as seguintes especificações:

Fonte 1	Fonte 2
Potência: $5 \cdot 10^{-3}$ W	Potência: $3 \cdot 10^{-2}$ W
Comprimento de onda: 632 nm	Comprimento de onda: 632 nm

Considere que um estudante do ensino médio compra as fontes. Ele sabe que a fonte 1 emite N_1 fótons por segundo, cada um com energia E_1 e que a fonte 2 emite N_2 fótons por segundo, cada um com energia E_2 .

Com relação a essas fontes e considerando-se as informações anteriormente descritas, é correto afirmar que:

- a) $N_1 < N_2$ e $E_1 < E_2$
- b) $N_1 = N_2$ e $E_1 < E_2$
- c) $N_1 = N_2$ e $E_1 = E_2$
- d) $N_1 < N_2$ e $E_1 = E_2$
- e) $N_2 < N_1$ e $E_1 = E_2$

○ **11. (UNISINOS)** A origem da energia solar, no Sol, ocorre a partir:

- a) da combustão de substâncias que contêm carbono.
- b) da fissão nuclear do hidrogênio.
- c) da fissão nuclear do urânio.
- d) da fusão nuclear do hidrogênio.
- e) da fusão nuclear do urânio.

○ **12. (UPF)** Com relação ao efeito fotoelétrico, são feitas as seguintes afirmações:

- I. Pode ser explicado satisfatoriamente com a adoção do modelo corpuscular da luz.
- II. Consiste na emissão de elétrons por uma superfície metálica atingida por radiação eletromagnética.
- III. Uma superfície metálica fotossensível somente emite elétrons quando a frequência da luz incidente nessa superfície excede um certo valor mínimo, que depende do metal.

Está correto o que se afirma em:

- a) I, II e III.
- b) I e III apenas.
- c) I e II apenas.
- d) I apenas.
- e) II e III apenas.

○ **13. (UPF)** Analise as afirmações sobre tópicos de Física Moderna.

- I. Um dos postulados da teoria da relatividade especial é o de que as leis da Física são idênticas em relação a qualquer referencial inercial.
- II. Um segundo postulado da teoria da relatividade especial é o de que a velocidade da luz no vácuo é uma constante universal que não depende do movimento da fonte de luz.
- III. Denomina-se de efeito fotoelétrico a emissão de fótons por um material metálico quando exposto a radiação eletromagnética.
- IV. A Física Moderna destaca que em algumas situações a luz se comporta como onda e em outras situações como partícula.

Está correto apenas o que se afirma em:

- a) I e II.
- b) II e III.
- c) I, II e III.
- d) II e IV.
- e) I, II e IV.

○ **14. (UNISC)** Em uma explosão de uma mina de carvão foram utilizadas 1.000 toneladas de explosivo trinitrotolueno (TNT), o que equivale a $1,0 \cdot 10^{12}$ calorias. Qual foi, aproximadamente, a quantidade de massa convertida em energia equivalente a essa explosão? ($1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$ e $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)

- a) $4,6 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$
- b) $4,6 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$
- c) $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$
- d) $1,1 \cdot 10^{-8} \text{ kg}$
- e) $1,1 \cdot 10^{-13} \text{ kg}$



○ **15. (UPF)** Denomina-se de efeito fotoelétrico o fenômeno que consiste na liberação de elétrons pela superfície de um material quando esse é exposto a uma radiação eletromagnética como a luz. O fenômeno foi explicado por Einstein em 1905, quando admitiu que a luz é constituída por quanta de luz cuja energia é dada por $E = h \cdot f$, sendo h a constante de Planck e f a frequência da luz.

Das seguintes afirmativas, assinale a correta.

- a) O efeito fotoelétrico acontece independentemente da frequência da luz incidente na superfície metálica.
- b) A teoria do efeito fotoelétrico afirma que, aumentando a frequência da luz incidente na superfície metálica, é possível arrancar prótons da superfície do metal.
- c) Considerando que, no vácuo, o comprimento de onda da luz vermelha é maior do que o comprimento de onda da luz azul, a energia dos quanta de luz vermelha é maior do que a energia dos quanta da luz azul.
- d) Quando uma luz monocromática incide sobre uma superfície metálica e não arranca elétrons dela, basta aumentar a sua intensidade para que o efeito fotoelétrico ocorra.
- e) O efeito fotoelétrico fornece evidências das naturezas ondulatória e corpuscular da luz.

○ **16. (UPF)** A física moderna trata da física desenvolvida no início do século XX e dos conhecimentos por ela gerados advêm muitos dos avanços tecnológicos observados nos dias atuais.

Sobre fenômenos, conceitos e teorias abordados pela física moderna, analise as afirmativas que seguem.

- I. O efeito fotoelétrico explica como um próton pode ser arrancado de um metal.
- II. As leis da física são idênticas para todos os observadores em qualquer referencial inercial.
- III. Um elétron salta de uma órbita para outra somente quando perde energia.
- IV. A energia de um fóton é diretamente proporcional à sua frequência.

Está correto apenas o que se afirma em:

- a) I e III.
- b) II e III.
- c) II e IV.
- d) I e II.
- e) III e IV.

○ **17. (PUC)** Analise as afirmativas que seguem, referentes a fenômenos descritos pela Física Moderna.

- I. A energia de um fóton é diretamente proporcional à sua frequência.
- II. A velocidade da luz, no vácuo, tem um valor finito, considerado constante para todos os referenciais inerciais.
- III. No efeito fotoelétrico, há uma frequência mínima de corte, abaixo da qual o fenômeno não se verifica, qualquer que seja a intensidade da luz incidente.
- IV. A fissão nuclear acontece quando núcleos de pequena massa colidem, originando um núcleo de massa maior.

Estão corretas apenas as afirmativas:

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) III e IV.
- d) I, II e III.
- e) II, III e IV.

○ **18. (PUC)** Para responder à questão, analise o texto e os dados a seguir.

A matéria apresenta um comportamento dualístico, ou seja, pode se comportar como onda ou como partícula.

Uma partícula em movimento apresenta um comprimento de onda associado a ela, o qual é descrito por $\lambda = h/p$, onde p é o módulo do seu momento linear, e h é a constante de Planck.

Considere as seguintes partículas movendo-se livremente no espaço e suas respectivas massas e velocidades:

Partícula 1 – massa m e velocidade v

Partícula 2 – massa m e velocidade $2v$

Partícula 3 – massa $2m$ e velocidade $2v$

Os comprimentos de onda associados às partículas estão relacionados de tal modo que:

- a) $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$
- b) $\lambda_1 = \lambda_2 < \lambda_3$
- c) $\lambda_1 < \lambda_2 = \lambda_3$
- d) $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$
- e) $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$



○ 19. (PUC) Associe os itens da coluna A às informações da coluna B.

Coluna A

1. Fissão Nuclear
2. Fusão Nuclear

Coluna B

- () Processo cujos produtos são radioativos de longa duração.
- () Processo de conversão de energia que ocorre no Sol.
- () Processo de funcionamento da usina de Fukushima, onde, em 2011, houve um acidente nuclear.

A numeração correta, de cima para baixo, é:

- a) 2 - 1 - 2
- b) 1 - 1 - 2
- c) 1 - 2 - 1
- d) 1 - 2 - 2
- e) 2 - 1 - 1

○ 20. (PUC) Para responder à questão, considere as informações e preencha os parênteses com V (verdadeiro) ou F (falso).

A fissão e a fusão são processos que ocorrem em núcleos energeticamente instáveis como forma de reduzir essa instabilidade. A fusão é um processo que ocorre no Sol e em outras estrelas, enquanto a fissão é o processo utilizado em reatores nucleares, como o de Angra I.

- () Na fissão, um núcleo se divide em núcleos mais leves, emitindo energia.
- () Na fusão, dois núcleos se unem formando um núcleo mais pesado, absorvendo energia.
- () Na fusão, a massa do núcleo formado é maior que a soma das massas dos núcleos que se fundiram.
- () Na fissão, a soma das massas dos núcleos resultantes com a dos nêutrons emitidos é menor do que a massa do núcleo que sofreu a fissão.
- () Tanto na fissão como na fusão ocorre a conversão de massa em energia.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- a) F - V - F - V - V
- b) F - F - V - V - F
- c) V - F - V - F - V
- d) V - F - F - V - V
- e) V - V - V - F - F

○ 21. (PUC) A Física Médica é uma área da Física voltada ao estudo das aplicações da Física na Medicina. Estas aplicações incluem, entre outras, a obtenção de imagens do corpo que auxiliam no diagnóstico de doenças. Um dos equipamentos utilizados para obter essas imagens é o aparelho de raios X. A produção dos raios X ocorre no tubo de raios X, o qual consiste basicamente de uma ampola evacuada que contém dois terminais elétricos, um positivo e um negativo. Os elétrons liberados por um filamento no terminal negativo são acelerados em direção a um alvo metálico no terminal positivo por uma tensão aplicada entre esses terminais. Ao chegarem ao alvo, os elétrons são bruscamente freados e sua energia cinética é convertida em radiação infravermelha e raios X.

Em relação ao descrito acima, afirma-se:

- I. A energia cinética adquirida pelos elétrons é diretamente proporcional à tensão aplicada entre os terminais positivo e negativo do tubo de raios X.
- II. O trabalho realizado sobre os elétrons é inversamente proporcional ao campo elétrico existente no tubo de raios X.
- III. Se toda a energia cinética de um determinado elétron for convertida em um único fóton de raios X, esse fóton terá uma frequência f igual a E/h , onde E é a energia cinética do elétron e h é a constante de Planck.
- IV. Em relação ao espectro eletromagnético, as radiações produzidas (radiação infravermelha e raios X) têm frequências superiores às da luz visível.

Estão corretas apenas as afirmativas:

- a) I e III.
- b) I e IV.
- c) II e IV.
- d) I, II e III.
- e) II, III e IV.

○ 22. (PUC) "Determinadas grandezas podem caracterizar tanto raios X quanto um átomo de hidrogênio".

Dentre as grandezas a seguir, qual **não** se enquadra nessa descrição?

- a) Comprimento de onda.
- b) Momento linear.
- c) Velocidade.
- d) Energia.
- e) Massa de repouso.

○ 23. (UFPEL) Considere as afirmativas a seguir.

- I. O tempo transcorre da mesma maneira em qualquer referencial inercial, independente da sua velocidade.
- II. O comprimento dos corpos diminui na direção do movimento.
- III. Quando a velocidade de um corpo tende à velocidade da luz (c), sua massa tende ao infinito.

De acordo com seus conhecimentos sobre Física Moderna e as informações dadas, está(ão) correta(s) a(s) afirmativa(s):

- a) I e III.
- b) I e II.
- c) II e III.
- d) I, II e III.
- e) II.



○ **24. (UFN)** Ernest Rutherford realizou, em 1911, uma experiência com o objetivo de aprofundar os conhecimentos sobre o modelo atômico de Thomson. Na realização do experimento, Rutherford bombardeou uma lâmina de ouro extremamente fina com um feixe de partículas vindo de uma amostra radioativa de polônio. Colocou-se, atrás da lâmina de ouro, um anteparo recoberto com sulfeto de zinco, substância fluorescente que permitiu visualizar, de forma indireta, o caminho percorrido pelas partículas radioativas.

A respeito do experimento de Rutherford, podemos afirmar que:

- I. As partículas emitidas pela fonte radioativa possuíam cargas negativas denominadas partículas beta.
- II. Rutherford concluiu que a carga positiva e a maior parte da massa do átomo estão concentradas em um núcleo extremamente pequeno.
- III. Só é permitido ao elétron ocupar certos estados estacionários no átomo e, em cada um desses estados, a energia é fixa e definida.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ **25. (UFN)** Após atividades de laboratório e explicações teóricas sobre Nanociências, foi feita uma avaliação com proposições de verdadeiro ou falso.

- I. O grande diferencial das estruturas nanométricas é a grande área superficial se comparadas com estruturas micrométricas e milimétricas.
- II. As estruturas nanotubo, fulereno e grafeno são feitas de carbono em organizações distintas.
- III. A estruturação e estabilidade das estruturas nanométricas é estudada pela Mecânica Quântica.

A(s) proposição(ões) verdadeira(s) é(são):

- a) apenas I.
- b) apenas I e II.
- c) apenas I e III.
- d) apenas II e III.
- e) I, II e III.

○ **26. (UPF)** Em 1905, Albert Einstein propôs a Teoria da Relatividade Restrita (TRR), cujo objeto de estudo se dedica à discussão de fenômenos que envolvem sistemas de referência inerciais.

Sobre referenciais inerciais, é correto afirmar que:

- a) Sistemas inerciais de referência são aqueles nos quais as Leis de Newton não se aplicam.
- b) A velocidade da luz no vácuo é a mesma em todos os sistemas inerciais de referência.
- c) A medida do comprimento de uma barra em repouso em relação a um sistema de referência inercial R' , que se movimenta com velocidade constante, em relação a um outro sistema de referência inercial R , tem o mesmo valor em R e R' .
- d) A medida do intervalo de tempo de ocorrência de um fenômeno em um sistema de referência inercial R' , que se movimenta com velocidade constante, em relação a um outro sistema de referência inercial R , tem o mesmo valor em R e R' .
- e) De acordo com a TRR, as leis da Física mudam em conformidade com os valores das velocidades (constantes) com as quais se movimentam os sistemas de referência inercial.



○ **27. (UPF)** A teoria da relatividade restrita (TRR), também conhecida como teoria de relatividade especial, foi proposta por Albert Einstein em 1905.

Sobre essa teoria, é correto afirmar:

- a) A TRR afirma que as leis da Física são idênticas em relação a qualquer sistema referencial inercial.
- b) A TRR afirma que a velocidade da luz no vácuo é a mesma, independentemente do tipo de sistema de referência em que ela é medida.
- c) A TRR é válida em todos tipos de sistemas de referência.
- d) Para a TRR, não é possível a contração do espaço.
- e) Na TRR, não é possível a dilatação do tempo.

○ **28. (UPF)** Em 2019, estamos comemorando 100 anos do eclipse solar que é considerado um marco histórico na ciência mundial. Esse fenômeno, que marcou uma das passagens de Albert Einstein pelo Brasil, é tido como comprovação da teoria da relatividade geral. Essa teoria é um dos temas que integram a Física Moderna que revolucionou a ciência moderna, tanto do ponto de vista científico quanto do filosófico.

Sobre a Física Moderna, é correto afirmar que:

- a) O átomo de Neils Bohr aperfeiçoa o modelo atômico (planetário) proposto por Ernest Rutherford utilizando a ideia de Plank da quantização. No modelo de Bohr, os elétrons do átomo giram em volta do núcleo em órbitas específicas, com níveis estáveis de energia.
- b) Segundo a teoria do efeito fotoelétrico, um elétron pode ser arrancado da superfície de um material pela absorção de um fóton ou de uma fração de fóton da radiação eletromagnética incidente, dependendo da frequência da radiação.
- c) A hipótese de De Broglie sobre a dualidade onda-partícula estabelece que a luz é uma onda e não pode apresentar comportamento de partícula material.
- d) Um dos postulados da teoria da relatividade especial de Albert Einstein estabelece que as leis da Física mudam de acordo com o referencial inercial.
- e) A teoria da relatividade especial de Albert Einstein estabelece que a massa de repouso de um corpo não possui energia.

○ **29. (UFSC)** A natureza da luz é um tema que ocupa os estudos desde a antiguidade. As teorias corpuscular e ondulatória buscam a preferência de cientistas famosos para explicar fenômenos importantes da ciência. No entanto, após o experimento da fenda dupla de Thomas Young, em 1802, e da explicação do efeito fotoelétrico realizada por Albert Einstein, em 1905, a ideia da dualidade onda/partícula da luz foi aceita pela comunidade científica. A experiência da fenda dupla consiste em fazer a luz passar por duas fendas em uma placa e observar o padrão de franjas (listras) claras e franjas (listras) escuras. Já o efeito fotoelétrico consiste em incidir luz sobre uma placa metálica para arrancar elétrons.

Considerando o que foi exposto acima, é correto afirmar que:

01. o efeito fotoelétrico foi explicado por Einstein pela teoria ondulatória da luz.

02. a formação do padrão de franjas claras e franjas escuras no experimento da fenda dupla de Young foi explicada pela teoria corpuscular da luz, em que as partículas da luz (fótons) sofrem o fenômeno de interferência.

04. no efeito fotoelétrico, para arrancar os elétrons da placa, a luz deve ser formada por partículas (fótons) com uma energia mínima que é proporcional à frequência da luz.

08. tanto a teoria corpuscular quanto a teoria ondulatória da luz explicam o padrão de franjas claras e franjas escuras no experimento da fenda dupla.

16. no experimento de Young, a obtenção do padrão de franjas claras e franjas escuras ocorre por meio do fenômeno de interferência construtiva e interferência destrutiva das ondas, logo a explicação do fenômeno é ondulatória.

32. os fenômenos de interferência e difração são mais bem representados pela teoria ondulatória da luz, enquanto que o fenômeno do efeito fotoelétrico é mais bem representado pela teoria corpuscular da luz.



○ **30. (UFSC)** As radiações características emitidas pelos átomos dos elementos ao serem aquecidos em uma chama ou submetidos a descargas elétricas foram investigadas exaustivamente no final do século XIX. Quando observada através de um espectroscópio, essa radiação forma um conjunto de linhas de várias cores ou comprimentos de onda, e as posições e as intensidades dessas linhas são características de cada elemento. O estudo dessas linhas é importante, ainda hoje, em campos como a astrofísica e foi fundamental para a compreensão da estrutura da matéria no início do século XX.

Sobre espectros atômicos, é correto afirmar que:

01. espectros de emissão discretos são obtidos de luz proveniente de corpos densos e quentes (sólidos, líquidos e gases altamente comprimidos).

02. espectros de emissão contínuos são obtidos por intermédio de aquecimento ou descargas elétricas em matéria pouco densa, como gases rarefeitos.

04. espectros de absorção apresentam linhas escuras que representam os comprimentos de onda de gases relativamente frios e rarefeitos que se interpõem entre a luz proveniente de uma fonte que emite um espectro contínuo e um espectroscópio.

08. o Modelo Atômico de Rutherford não explicava os espectros de emissão discretos.

16. o Modelo Atômico de Bohr teve sucesso em explicar o espectro de emissão do hidrogênio ao propor que: os átomos emitem radiação quando um elétron sofre transição de uma órbita para outra e a frequência da radiação emitida está relacionada às energias das órbitas através da equação $h \cdot f = E_c - U_o$.

32. as regularidades nos espectros foram inicialmente interpretadas por fórmulas obtidas empiricamente, como a série de Balmer, a de Paschen e a de Lyman.



○ **31. (UFSC)** Em 6 de novembro de 2014, estreava no Brasil o filme de ficção científica *Interstellar*, que abordou, em sua trama, aspectos de Física Moderna. Um dos fenômenos mostrados no filme foi a dilatação temporal, já prevista na Teoria da Relatividade de Albert Einstein. Além da relatividade, Einstein explicou o Efeito Fotoelétrico, que lhe rendeu o prêmio Nobel de 1921.

Sobre os fenômenos referidos acima, é correto afirmar que:

01. o Efeito Fotoelétrico foi explicado atribuindo-se à luz o comportamento corpuscular.
 02. a alteração da potência de uma radiação que provoca o Efeito Fotoelétrico altera a energia cinética dos elétrons arrancados e não o número de elétrons.
 04. de acordo com a Teoria da Relatividade, as leis da Física são as mesmas para qualquer referencial inercial.
 08. de acordo com a Teoria da Relatividade, a velocidade da luz no vácuo é uma constante universal, é a mesma em todos os sistemas inerciais de referência e não depende do movimento da fonte de luz.



○ **32. (UFN)** Embora não as vejamos, muitas partículas chegam a Terra e algumas a atravessam como, por exemplo, os neutrinos. Outras partículas, os múons, são geradas na alta atmosfera (aproximadamente a 15 km) e possuem uma vida média de $2,2 \cdot 10^{-6}$ s, o que significa, de acordo com a Física Clássica, que poucos múons (< 1%) devem chegar à superfície terrestre ao nível do mar, mesmo que viajem a velocidades próximas à da luz. Porém, e inexplicavelmente, próximo de 60% dos múons são detectados ao nível do mar. Dentre as proposições da Física Moderna descritas abaixo, em qual das alternativas há uma explicação, de fato, para o resultado encontrado acima?

- a) A de Neils Bohr, que indica que as energias das transições eletrônicas são quantizadas e, portanto, os múons, com essa energia cinética, chegam ao nível do mar.
 b) A de Isaac Newton, que propõe que tanto o tempo como o espaço são absolutos; assim, os múons viajam direto com elevadas velocidades e conseguem atingir o nível do mar.
 c) A de Albert Einstein, que propõe a contração do comprimento a velocidades próximas à da luz e, portanto, os múons percorrem uma distância menor que 15 km, atingindo o nível do mar.
 d) A de Albert Einstein, que propõe a contração do tempo; portanto, o tempo de viagem dos múons é menor que $2,2 \times 10^{-6}$ s e, assim, atingem o nível do mar.
 e) A de Albert Einstein, que afirma que a matéria deforma o espaço-tempo e, portanto, os múons, viajando num espaço-tempo deformado, chegam ao nível do mar.

○ **33. (UFN)** Os raios X são usados para produção de imagens de partes do corpo humano, para acompanhamento médico. A origem dos raios X é devido, basicamente, à desaceleração de elétrons por um alvo metálico. Os raios gama são usados especialmente para tratamento de algumas doenças e têm sua origem no núcleo atômico, devido a um decaimento radioativo.

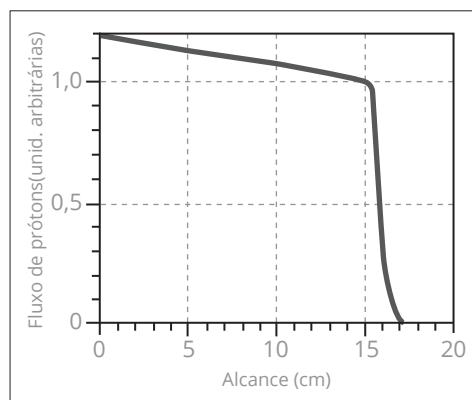
Assinale V (verdadeiro) ou F (falso) para as seguintes afirmações a respeito das radiações X e gama.

- () Os raios X são ondas eletromagnéticas.
 () A radiação gama é uma partícula constituinte do núcleo.
 () No espectro de energia, na maioria dos casos, a radiação gama possui menos energia que os raios X.

A alternativa que apresenta a sequência correta é:

- a) V - V - V
 b) V - F - V
 c) V - F - F
 d) F - V - V
 e) F - F - F

○ **34. (UFN)** No tratamento de alguns cânceres sólidos, é recomendada a Terapia por Íons Pesados, chegando, em alguns casos, à morte de todas as células cancerígenas. Um tipo de íon possível é o núcleo de hidrogênio, que é o próprio próton. Um feixe desses prótons pode ser acelerado até atingir uma determinada energia média de interesse e, na sequência, incidir no corpo humano, penetrando até o alvo determinado, que é a região do câncer. No gráfico a seguir, estão representados valores de uma incidência de prótons, por meio de um fluxo de prótons, em função da distância percorrida no interior do corpo humano. À medida que os prótons são absorvidos pelos tecidos, entregando boa parte de suas energias, eles são removidos do feixe e somente os remanescentes continuam em movimento.



Com base no gráfico acima, é possível afirmar que:

- a) A maior deposição de energia pelos prótons ocorre até a distância de 15 cm.
 b) A maior deposição de energia pelos prótons ocorrerá entre 15 cm e 18 cm.
 c) A maior deposição de energia pelos prótons ocorrerá no intervalo, desde a entrada, até 15 cm.
 d) O pico de entrega de energia pelos prótons é em 15 cm.
 e) A maior deposição de energia pelos prótons ocorrerá exatamente na entrada da pele, em 0 cm.

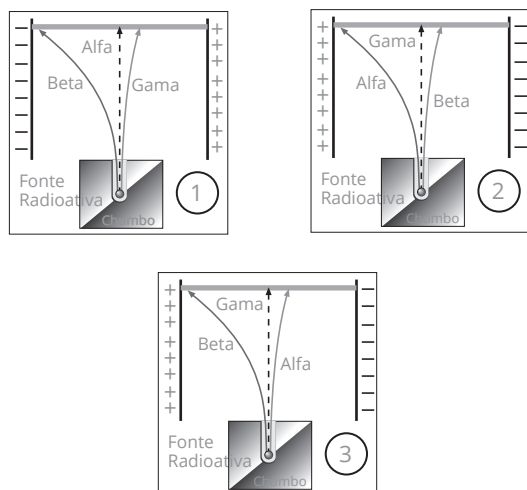


○ **35. (UFN)** O símbolo de Radioatividade, o Trifólio, que teve sua origem na Universidade da Califórnia, em 1946, tem por objetivo alertar as pessoas quanto ao risco de se exporem à radiação do tipo ionizante. Portanto, quando vir esse símbolo, afaste-se o mais rápido possível.



Fonte: Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA)

Uma possível leitura da diagramação é que as três folhas representam as radiações alfa (α), beta (β) e gama (γ), emitidas por uma fonte radioativa, representada no centro. Uma forma de distinguir esses três tipos de radiação é expor as saídas de suas fontes a um campo elétrico (placas positivas e negativas) e observar os seus desvios. Dessa forma, sabendo que a partícula alfa é o núcleo de He, a beta é o elétron, e a gama não é uma partícula carregada, mas sim um tipo de onda transversal, avalie as três representações abaixo, supondo que todas as partículas emergem da fonte radioativa com mesma velocidade.



A alternativa que explica corretamente o fenômeno é:

- a) Na representação 1, o desvio da beta é maior que o da gama, porque a atração elétrica é maior que na gama.
- b) Na representação 2, o desvio da beta é menor, porque possui menor carga que alfa e, assim, a força atrativa com a placa negativa é menor que na alfa.
- c) Na representação 2, o desvio da beta é menor, porque possui maior massa que a alfa e, assim, a força atrativa com a placa negativa é menor que na alfa.
- d) Na representação 3, o desvio da beta é maior, porque possui menor massa que a alfa e, assim, a força atrativa com a placa positiva é maior que na alfa.
- e) Na representação 3, o desvio da beta é maior, porque possui menor carga elétrica que a alfa e, assim, a força atrativa com a placa positiva é maior que na alfa.

○ **36. (UFN)** A BNCT é uma terapia que usa o nêutron como partícula que depositará sua energia para promover a morte de uma célula cancerígena. Nesse caso, o nêutron é absorvido pelo ^{10}B que foi inserido no tumor. Uma possível fonte de nêutrons são os chamados Geradores de Nêutrons, e que estão baseados numa reação de fusão nuclear, especificamente, do deutério com o trítio, ambos isótopos do hidrogênio, respectivamente, com números de massa 2 e 3, ou seja, ^2H e ^3H . Numa reação típica, os deutérios são acelerados linearmente por uma diferença de potencial de 150 kV até atingirem o trítio.

Dados: massa aproximada do deutério: $3,2 \times 10^{-27}$ kg, e carga elementar aproximada: $1,6 \times 10^{-19}$ C.

A velocidade média, aproximada, de cada deutério, ao atingir o trítio, é da ordem de:

- a) $1,0 \times 10^5$ m/s.
- b) $3,2 \times 10^4$ m/s.
- c) $3,2 \times 10^5$ m/s.
- d) $3,9 \times 10^6$ m/s.
- e) $5,9 \times 10^6$ m/s.

○ **37. (UFN)** Um dos grandes avanços ocorridos na Medicina foi a descoberta das radiações gama e X, as quais são utilizadas para tratamento e diagnóstico. A radiação gama também tem aplicação na agricultura, sendo usada para preservação e longevidade dos alimentos. A respeito da origem dessas duas radiações, podemos dizer que a radiação X é obtida, basicamente, por _____, e a radiação gama é uma _____ de alta frequência emitida por _____.

A sequência que completa, corretamente, as lacunas do texto é:

- a) desaceleração de partículas carregadas - partícula carregada - elevadas acelerações no vácuo
- b) desaceleração de partículas carregadas - onda eletromagnética - elementos radioativos
- c) elementos radioativos - onda eletromagnética - desaceleração de partículas carregadas
- d) emissão de partículas do núcleo instável - partícula carregada - elementos radioativos
- e) desaceleração de partículas neutras - onda mecânica - elementos radioativos



○ **38. (PUC)** Em um laboratório de Física, dois feixes de raios X (I e II) são disparados e incidem sobre uma placa de chumbo, sendo totalmente absorvidos por ela. O comprimento de onda do feixe II é quatro vezes maior que o comprimento de onda do feixe I. Ao serem absorvidos, um fóton do feixe I transfere à placa de chumbo uma energia E_1 e um fóton do feixe II transfere uma energia E_2 . A razão entre as energias E_2 e E_1 é:

- a) 1/16
- b) 1/4
- c) 4
- d) 16

○ **39. (UNIJUI)** Um único elétron em um átomo tem uma energia de -40 eV quando está no estado fundamental e o primeiro estado excitado para o elétron é -10 eV. O que acontecerá com esse elétron se o átomo for atingido por um fluxo de fótons, cada um com energia de 15 eV?

- a) O elétron absorverá dois fótons e será excitado até o primeiro estado excitado.
- b) O elétron absorve a energia de um fóton e fica excitado até a metade do primeiro estado; depois absorve rapidamente a energia de outro fóton para atingir o primeiro estado excitado.
- c) O elétron absorve a energia de um fóton e fica excitado até a metade do primeiro estado excitado, depois retorna rapidamente ao estado fundamental, emitindo um fóton de 15 eV no processo.
- d) O elétron absorve a energia de um fóton e fica excitado até a metade do primeiro estado excitado, depois retorna rapidamente ao estado fundamental, sem emitir um fóton.
- e) Nada vai acontecer.

○ **40. (UNIJUI)** A impossibilidade de realizar medições simultâneas e arbitrariamente precisas do momento e da posição de um elétron é explicada em:

- a) Termodinâmica.
- b) Eletrodinâmica Clássica.
- c) Mecânica Quântica.
- d) Relatividade Geral.
- e) Relatividade Espacial.

Texto para a próxima questão:

Em hospitais de grande porte das principais cidades do país são realizados tratamentos que utilizam radioisótopos emissores de radiações alfa, beta e gama.

○ **41. (PUC)** Em relação às radiações alfa, beta e gama, afirma-se:

- I. Todas possuem massa de repouso.
- II. Apenas duas possuem carga elétrica.
- III. Em geral, a radiação gama é a que possui maior poder de penetração no corpo humano.

Está/Estão correta(s) apenas a(s) afirmativa(s):

- a) I.
- b) II.
- c) I e III.
- d) II e III.



GABARITO

• *Medimais*

Unidade 1

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. C | 14. C |
| 2. C | 15. D |
| 3. B | 16. C |
| 4. $02 + 04 + 16 = 22$ | 17. D |
| 5. A | 18. D |
| 6. C | 19. B |
| 7. A | 20. $08 + 16 + 32 = 56$ |
| 8. C | 21. $02 + 04 + 32 = 38$ |
| 9. C | |
| 10. C | |
| 11. B | |
| 12. C | |
| 13. A | |

Unidade 2

- | | |
|------|-------|
| 1. D | 8. B |
| 2. B | 9. A |
| 3. D | 10. E |
| 4. C | 11. D |
| 5. A | 12. C |
| 6. A | 13. C |
| 7. C | 14. C |

Unidade 3

- | | |
|------|------|
| 1. B | 5. E |
| 2. B | 6. D |
| 3. B | 7. D |
| 4. B | |

Unidade 4

- | | |
|------|-------|
| 1. B | 7. C |
| 2. B | 8. D |
| 3. E | 9. A |
| 4. A | 10. E |
| 5. B | 11. C |
| 6. B | |

Unidade 5

- | |
|-----------------------------|
| 1. A |
| 2. C |
| 3. $02 + 04 + 08 + 64 = 78$ |

Unidade 6

- | | |
|------|------|
| 1. D | 5. B |
| 2. B | 6. D |
| 3. B | 7. B |
| 4. B | |

Unidade 7

- | | |
|------|-------|
| 1. A | 9. C |
| 2. B | 10. A |
| 3. C | 11. B |
| 4. B | 12. D |
| 5. E | 13. D |
| 6. C | 14. B |
| 7. E | 15. C |
| 8. B | 16. E |

Unidade 8

- | | |
|-------|-------------------------|
| 1. E | 16. A |
| 2. C | 17. D |
| 3. B | 18. A |
| 4. C | 19. A |
| 5. B | 20. E |
| 6. D | 21. A |
| 7. C | 22. A |
| 8. A | 23. D |
| 9. B | 24. $01 + 08 + 32 = 41$ |
| 10. C | 25. D |
| 11. C | 26. B |
| 12. C | 27. B |
| 13. A | 28. B |
| 14. C | 29. B |
| 15. C | |



Unidade 9

- 1. E 25. B
- 2. C 26. C
- 3. A 27. C
- 4. E 28. A
- 5. C 29. C
- 6. D 30. $01 + 02 + 64 = 67$
- 7. D 31. $01 + 04 + 16 = 21$
- 8. E 32. D
- 9. B 33. $02 + 04 + 64 = 70$
- 10. B 34. E
- 11. D 35. D
- 12. B 36. C
- 13. A 37. A
- 14. C 38. D
- 15. E 39. A
- 16. B 40. C
- 17. D 41. E
- 18. C 42. C
- 19. B 43. E
- 20. D 44. B
- 21. C 45. E
- 22. B 46. B
- 23. A 47. B
- 24. C 48. D

Unidade 10

- 1. B 6. E
- 2. A 7. E
- 3. A 8. D
- 4. C 9. A
- 5. A 10. E

Unidade 11

- 1. A
- 2. E
- 3. E
- 4. C
- 5. C
- 6. B

Unidade 12

- 1. B 8. E
- 2. B 9. A
- 3. D 10. D
- 4. E 11. D
- 5. C 12. B
- 6. B 13. A
- 7. A

Unidade 13

- 1. B 12. C
- 2. C 13. D
- 3. B 14. B
- 4. A 15. E
- 5. E 16. D
- 6. E 17. A
- 7. A 18. D
- 8. C 19. D
- 9. B 20. C
- 10. A 21. C
- 11. C

Unidade 14

- 1. A 7. C
- 2. A 8. D
- 3. D 9. E
- 4. C 10. C
- 5. C 11. $01 + 04 + 16 + 64 = 85$
- 6. E 12. C

Unidade 15

- 1. B 16. C 31. $01 + 04 + 08 = 13$
- 2. C 17. D 32. C
- 3. D 18. E 33. C
- 4. B 19. C 34. B
- 5. D 20. D 35. D
- 6. B 21. D 36. D
- 7. D 22. E 37. B
- 8. C 23. C 38. B
- 9. C 24. B 39. E
- 10. D 25. E 40. E
- 11. D 26. B 41. D
- 12. A 27. A
- 13. E 28. A
- 14. A 29. $04 + 16 + 32 = 52$
- 15. E 30. $04 + 08 + 32 = 44$

