

FÍSICA

MECÂNICA

Editora: 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 técnica: Adriano Costa Siqueira
Revisão Editorial: Alana Hoffman
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: Sibebe Righi Scaramussa
Editoração Eletrônica: Camila Nunes da Rosa
Camile Pires Weber
Juliana Facco Segalla
Sibebe Righi Scaramussa
Wagner de Souza Antonio
Capa: Camile Pires Weber
Ilustrações: Fabiano da Costa Alvares
Gabriel La Rocca Coser
Sibebe Righi Scaramussa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

F899f

Friedrich, Fernando do Nascimento

Física: mecânica / Fernando do Nascimento Friedrich, Luiz Eduardo Silva Porto, João Vicente Strapasson Silveira Netto, Airton Martins Coelho, Evandro Marcelo Oliveira. Santa Maria: Valley Editora, 2022.
v. 1

ISBN 978-65-89574-72-9

1. Mecânica 2. Energia 3. Aceleração 4. Movimentos em trajetória I.
Título

CDU 53

Bibliotecária responsável Trilce Morales – CRB 10/2209

Coleção 2024

Sistema de Ensino



Comercialização e distribuição: NTRV Distribuidora

SUMÁRIO

Unidade 1

5 Conceitos básicos da Mecânica

Unidade 2

9 Movimentos em trajetória retilínea

Unidade 3

14 Movimentos em trajetória curvilínea

Unidade 4

17 A aceleração da gravidade e sua aplicação nos movimentos

Unidade 5

23 Dinâmica

Unidade 6

33 Energia

Unidade 7

37 Mecânica impulsiva

Unidade 8

41 Gravitação universal

Unidade 9

45 Estática



» Conceitos básicos da Mecânica

• Cinemática

A cinemática é a parte da mecânica que procura fazer uma apresentação dos movimentos de um corpo sobre uma trajetória, descrevendo a posição, a velocidade e a aceleração em função do tempo, independentemente das causas do movimento.

Conceitos iniciais

REFERENCIAL

Sistema de coordenadas rígido em relação ao qual vamos descrever o comportamento de partículas pertencentes ao sistema.

PARTÍCULA E PONTO MATERIAL

Dizemos que um corpo é uma partícula quando suas dimensões são muito pequenas em relação a um determinado sistema de referência.

CORPO EXTENSO

Dizemos que um corpo é extenso quando suas dimensões são relevantes na descrição do fenômeno.

Importante

Todo corpo pode ser considerado um corpo extenso ou um ponto material; dependerá do referencial adotado.

MOVIMENTO E REPOUSO

Para determinar se o corpo está ou não em movimento, é preciso verificar se sua posição muda com o passar do tempo. Para isso, devemos indicar em relação a que referencial estamos analisando o movimento.

Importante

O movimento é relativo

Dizemos que o movimento é relativo, pois, para um mesmo corpo, podemos definir referenciais em relação aos quais ele esteja em movimento, mas também referenciais em relação aos quais o corpo esteja em repouso. Dessa forma, o movimento depende do referencial adotado.

TRAJETÓRIA

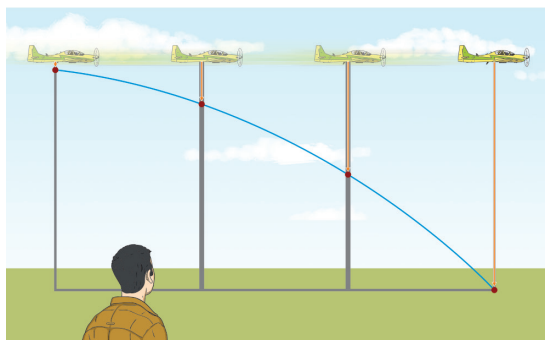
É o lugar geométrico das posições ocupadas pelo ponto no decorrer do tempo. A trajetória pode ser retilínea ou curvilínea, **dependendo do referencial considerado**.

Importante

O movimento e a trajetória dependem do referencial adotado.

- Exemplo:

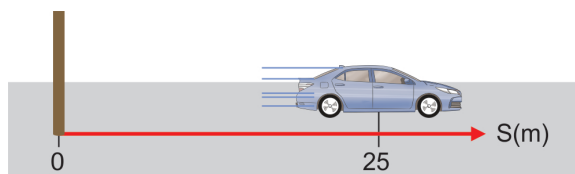
Uma bomba é abandonada de um avião que voa horizontalmente com velocidade constante.



- ▶ Em relação **ao solo**: a trajetória da bomba é um arco de parábola.
- ▶ Em relação **ao avião**: a trajetória é um segmento de reta vertical que passa pelo avião a cada instante.

POSIÇÃO OU ESPAÇO

Representa a medida algébrica ao longo de uma determinada trajetória, que vai do ponto em que se encontra o móvel até o ponto de referência adotado como origem (marco zero).



Anotações:



DESLOCAMENTO ESCALAR

Representa a diferença entre a posição final e a posição inicial do móvel em um sistema de referência.

$$\Delta S = S - S_0$$

Importante

O deslocamento escalar é uma grandeza algébrica que pode ser positiva, negativa ou nula e nem sempre representa a distância efetivamente percorrida pelo móvel.

TEMPO

► Instante de tempo

É a quantidade de tempo que já passou após um momento escolhido como origem dos tempos.

– Exemplo:

Um relógio marca 17h20min10s. Essa marcação é um instante de tempo contado a partir da meia-noite.

► Intervalo de tempo

Deve ser entendido como a diferença entre dois instantes, não precisando, necessariamente, ser medido entre o início e o fim de um evento qualquer.

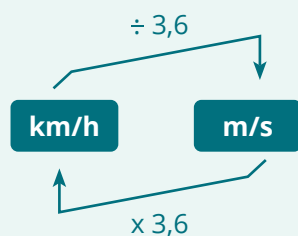
VELOCIDADE MÉDIA

Definida como sendo a razão entre o deslocamento do corpo e o intervalo de tempo.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \text{No S.I.: m/s}$$

Importante

Cuidado com as unidades



Anotações:

VELOCIDADE RELATIVA

Corpos movendo-se na mesma direção e no mesmo sentido:



$$|v| = |v_A| - |v_B|$$

Corpos movendo-se na mesma direção e em sentidos contrários:



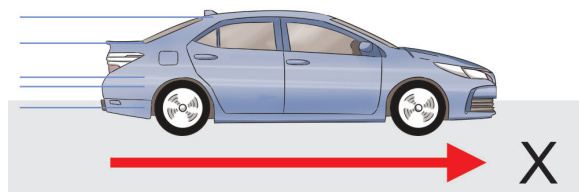
$$|v| = |v_A| + |v_B|$$

Classificação dos movimentos quanto à velocidade

MOVIMENTO PROGRESSIVO

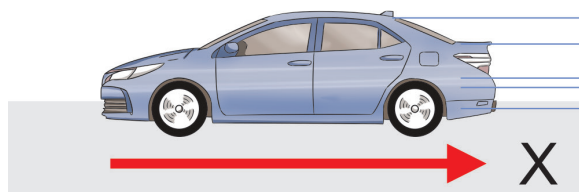
Se o móvel se movimentar no sentido convencional como positivo da trajetória, o movimento é denominado **progressivo**.

Quando o móvel “caminha” no sentido positivo da trajetória, dizemos que a velocidade do móvel é positiva.



MOVIMENTO RETRÓGRADO

Se o móvel se movimentar no sentido contrário ao convencional como positivo da trajetória, o movimento é denominado **retrógrado** (ou regressivo). Quando o móvel caminha no sentido oposto ao positivo da trajetória, dizemos que a velocidade do móvel é negativa.



ACELERAÇÃO MÉDIA

Representa uma taxa de variação de velocidade no tempo, definida como a razão da variação da velocidade instantânea no correspondente intervalo de tempo.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{No S.I.: m/s}^2$$

CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS QUANTO À VELOCIDADE E À ACELERAÇÃO

Em relação à velocidade e à aceleração, podemos ter:

► Se a velocidade e a aceleração têm o mesmo sentido (sinal) ($v > 0$ e $a > 0$; ou $v < 0$ e $a < 0$), o movimento é **acelerado**, ou seja, a velocidade aumenta em módulo.

| v (m/s) | t (s) |
|---------|-------|
| 0 | 0 |
| 2 | 1 |
| 4 | 2 |
| 6 | 3 |

► Se a velocidade e a aceleração têm sentidos (sinais) contrários ($v > 0$ e $a < 0$; ou $v < 0$ e $a > 0$), o movimento é **retardado**, ou seja, a velocidade diminui em módulo.

| v (m/s) | t (s) |
|---------|-------|
| 8 | 0 |
| 6 | 1 |
| 4 | 2 |
| 2 | 3 |

► Se a aceleração é nula ($a = 0$), o movimento é **uniforme**.

Anotações:

APOIO AO TEXTO

1. (UFSM) Um ônibus desloca-se em uma estrada retilínea, com uma velocidade de módulo de 80 km/h em relação a um referencial fixo na estrada. O motorista e os passageiros do ônibus estão sentados, enquanto o cobrador anda entre as poltronas.

Pode-se afirmar que, em relação a um referencial fixo:

- No ônibus, somente o cobrador está em movimento.
- No ônibus, o motorista, o cobrador e os passageiros estão em movimento.
- Na estrada, o motorista, o cobrador e os passageiros estão em movimento.

Está(ão) correta(s):

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

2. (UFN) No dia 15 de outubro de 2017, completam-se 20 anos do lançamento da sonda espacial Cassini-Huygens para explorar saturno e suas luas, um projeto realizado em colaboração entre a NASA e a agência espacial europeia ESA. Em 09 de julho de 2004, a sonda aproximou-se de Saturno. Segundo informação da ESA, o sinal de confirmação dessa operação demorou 84 min para chegar à Terra, a uma distância aproximada de 1.512×10^6 km. A velocidade aproximada do sinal foi de:

- 30 km/s
- 300 km/s
- 3.000 km/s
- 30.000 km/s
- 300.000 km/s



3. (UFRGS) Em 2014, comemoraram-se os 50 anos do início da operação de trens de alta velocidade no Japão, os chamados trens-bala. Considere que um desses trens desloca-se com uma velocidade constante de 360 km/h sobre trilhos horizontais. Em um trilho paralelo, outro trem desloca-se também com velocidade constante de 360 km/h, porém em sentido contrário. Nesse caso, o módulo da velocidade relativa dos trens, em m/s, é igual a:

- a) 50.
- b) 100.
- c) 200.
- d) 360.
- e) 720.

4. (UFN) O airbag é um dispositivo de segurança instalado em automóveis e consiste em uma bolsa, contendo um gás, que se expande rapidamente quando ocorre uma colisão e a velocidade do veículo varia bruscamente. A velocidade de expansão dos gases é de até 324 km/h em um tempo médio de 30 milésimos de segundo. A estimativa da aceleração de expansão do gás é de:

- a) $1,0 \times 10^4 \text{ m/s}^2$.
- b) $3,0 \times 10^3 \text{ m/s}^2$.
- c) $6,0 \times 10^4 \text{ m/s}^2$.
- d) $3,0 \times 10^5 \text{ m/s}^2$.
- e) $6,0 \times 10^5 \text{ m/s}^2$.

5. (ENEM) Uma concessionária é responsável por um trecho de 480 quilômetros de uma rodovia. Nesse trecho, foram construídas 10 praças de pedágio, onde funcionários recebem os pagamentos nas cabines de cobrança. Também existe o serviço automático, em que os veículos providos de um dispositivo passam por uma cancela, que se abre automaticamente, evitando filas e diminuindo o tempo de viagem. Segundo a concessionária, o tempo médio para efetuar a passagem em uma cabine é de 3 minutos, e as velocidades máximas permitidas na rodovia são 100 km/h, para veículos leves, e 80 km/h, para veículos de grande porte.

Considere um carro e um caminhão viajando, ambos com velocidades constantes e iguais às máximas permitidas, e que somente o caminhão tenha o serviço automático de cobrança.

Comparado ao caminhão, quantos minutos a menos o carro leva para percorrer toda a rodovia?

- a) 30
- b) 42
- c) 72
- d) 288
- e) 360

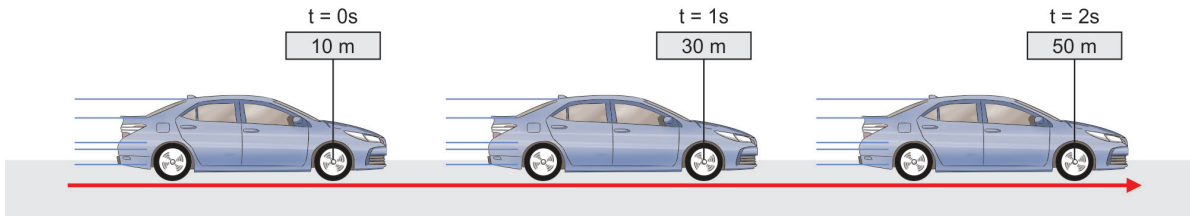




» Movimentos em trajetória retilínea

• Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Um movimento é uniforme quando, para intervalos de tempos iguais, o móvel percorre espaços iguais. Nesta unidade, vamos estudar um movimento uniforme que ocorre em trajetória retilínea. Apesar da simplicidade, podemos aplicá-lo a movimentos cotidianos.



Características

- ▶ A trajetória é retilínea;
- ▶ O móvel percorre espaços iguais em intervalos de tempo iguais;
- ▶ A velocidade permanece constante;
- ▶ A aceleração é nula.

Função horária da posição

Relaciona a posição do móvel em função do tempo. Matematicamente, trata-se de uma função afim. A lei da função possibilita localizar um móvel que se movimenta com velocidade constante, desde que se conheça sua posição inicial e sua velocidade.

$$s = s_0 + vt$$

Em que:
s = posição no instante **t**;
s₀ = posição inicial;
v = velocidade;
t = instante de tempo.

Importante

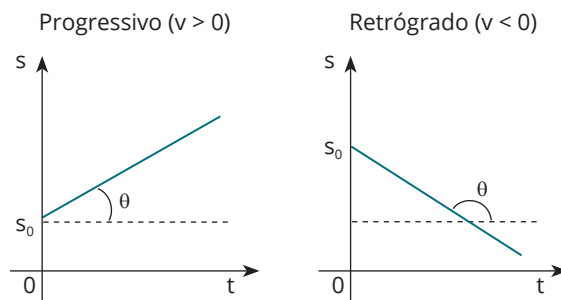
Usamos o sinal positivo para a velocidade quando o movimento ocorre no sentido crescente das posições, orientado ao longo da trajetória. Para o sentido decrescente, usamos o sinal negativo na velocidade.

Gráficos

O gráfico cartesiano de qualquer movimento retrata como acontece a variação de uma grandeza em função de outra. Lembramos que é importante o conhecimento dos tópicos *função afim*, *função quadrática* e *função constante*, pois são os gráficos dessas funções (ou composições delas) que serão utilizados em toda a cinemática.

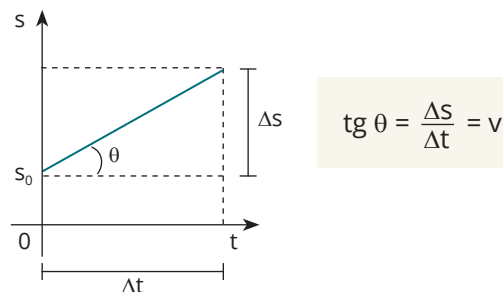
GRÁFICOS DO MRU

▶ Posição x Tempo

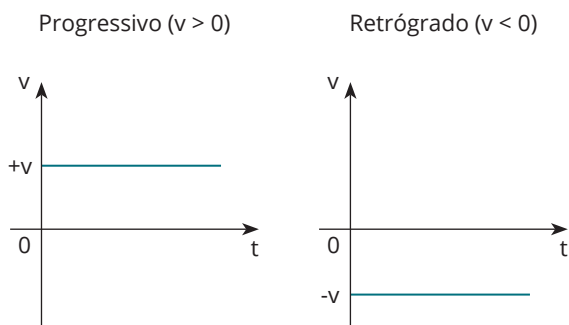


Propriedade gráfica

A tangente do ângulo que a reta forma com o eixo dos tempos informa-nos, numericamente, a velocidade do movimento.

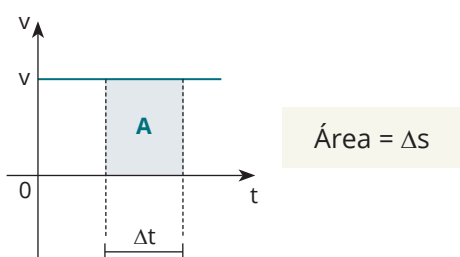


► **Velocidade x Tempo**



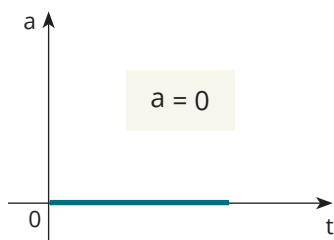
Propriedade gráfica

No gráfico da velocidade escalar em função do tempo, a área entre o gráfico e o eixo dos tempos, calculada entre dois instantes de tempos quaisquer, é numericamente igual ao deslocamento escalar do móvel nesse intervalo de tempo.



► **Aceleração x Tempo**

Como no movimento uniforme, a velocidade mantém-se constante, sua aceleração permanece nula. Assim, para qualquer instante de tempo considerado, a aceleração escalar será nula, como mostra o gráfico.



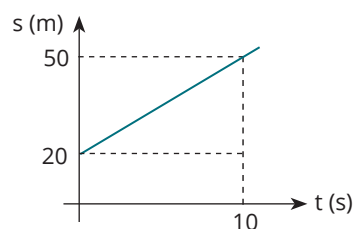
//// //// **APOIO AO TEXTO** //// ////

1. (FURG) Um atleta encontra-se na posição 80 metros de um sistema de referência, quando um cronômetro é zerado. A partir desse instante, o atleta desenvolve uma velocidade constante de 4 m/s. O atleta desloca-se no sentido positivo do sistema de referência durante toda a prova. Ao final de 2 minutos de prova, o atleta estará junto à posição _____ e atingirá a posição 500 m ao final de _____.

Assinale a alternativa em que as palavras apresentadas preenchem adequadamente as respectivas lacunas.

- a) 160 m - 6min15s
- b) 480 m - 2min5s
- c) 480 m - 2min25s
- d) 560 m - 1min45s
- e) 560 m - 2min40s

2. Um movimento em trajetória retilínea é dado pelo gráfico abaixo:



Complete as lacunas para que fiquem fisicamente corretas:

O movimento descrito acima é classificado como _____, cujo módulo da velocidade é _____. A posição desse móvel no instante 5 s é _____, e a velocidade no instante 10 s é _____.

- a) progressivo - 3 km/h - 35 m - 3 m/s
- b) progressivo - 10,8 km/h - 35 m - 3 m/s
- c) progressivo - 3 m/s - 35 m - 50 m/s
- d) retrógrado - 5 m/s - 25 m - 5 m/s
- e) retrógrado - 5 m/s - 25 m - 50 m/s

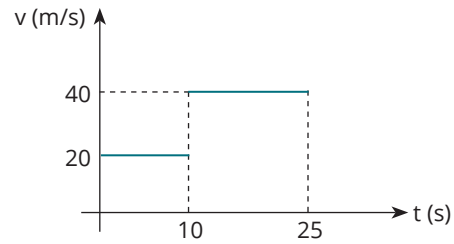
Anotações:



3. (UFSM) No instante em que um índio dispara uma flecha contra a sua presa, que se encontra a 14 m de distância, ela corre, tentando fugir. Se a flecha e a presa se deslocam na mesma direção e no mesmo sentido, com velocidades de módulos 24 m/s e 10 m/s, respectivamente, o intervalo de tempo levado pela flecha para atingir a caça, em segundos, é:

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

4. Um automóvel move-se em uma estrada, conforme o gráfico $v \times t$, na figura abaixo.

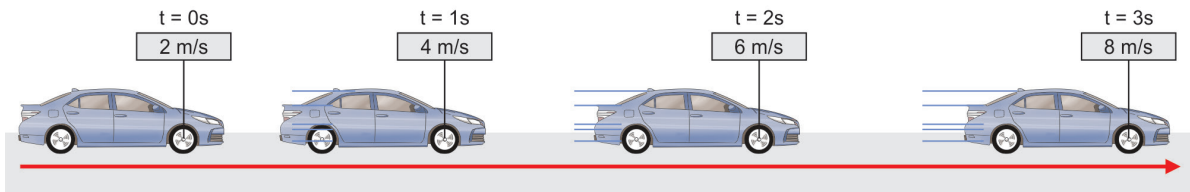


A sua velocidade média, em m/s, é:

- a) 20
- b) 30
- c) 32
- d) 40
- e) 60

• Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Neste tópico, estudaremos o movimento em trajetória retilínea com aceleração constante. A presença da aceleração atuando na mesma direção de velocidade altera o módulo desta. Mantida constante a aceleração, temos um movimento em que as variações de velocidade são iguais para intervalos de tempos iguais.



Características

- ▶ Sua aceleração é constante e diferente de zero;
- ▶ Variações de velocidades iguais para intervalos de tempos iguais.

Função horária da posição

Relaciona a posição do móvel em função do tempo. Matematicamente, trata-se de uma função quadrática. A lei da função permite localizar um móvel que se movimenta com aceleração constante, desde que se conheça sua posição inicial, velocidade inicial e aceleração.

$$s = s_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{a} t^2$$

Função horária da velocidade

Relaciona a velocidade do móvel em função do tempo. Matematicamente, trata-se de uma função afim. Observe que a lei permite determinar a velocidade instantânea do móvel, desde que se conheça a velocidade inicial e a aceleração.

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a} t$$

Equação de Torricelli

A equação de Torricelli relaciona velocidade, variações de posição e aceleração. Sua importância está no fato de não depender do tempo.

$$\vec{v}^2 = \vec{v}_0^2 + 2\vec{a}\Delta s$$



Velocidade escalar média no MRUV

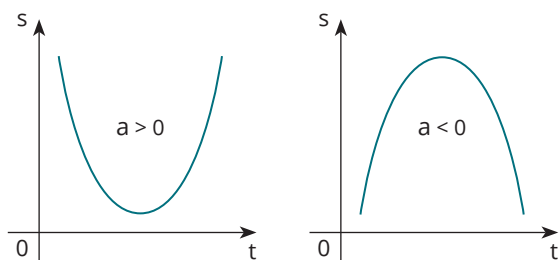
No movimento uniformemente variado, a velocidade escalar média, em um intervalo de tempo, é obtida pela média aritmética das velocidades escalares nos instantes que definem o intervalo.

$$v = \frac{v_0 + v}{2}$$

Gráficos

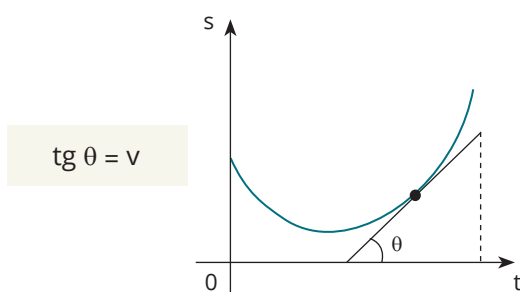
GRÁFICOS DO MRUV

► Posição x Tempo

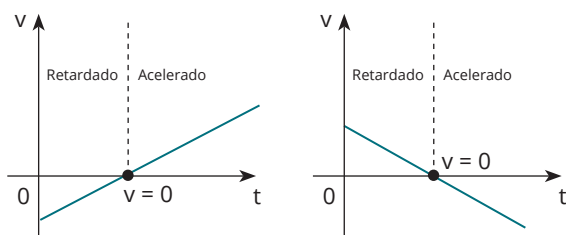


Propriedade gráfica

A tangente do ângulo formado entre a reta e o eixo dos tempos dá-nos, numericamente, a velocidade escalar instantânea.

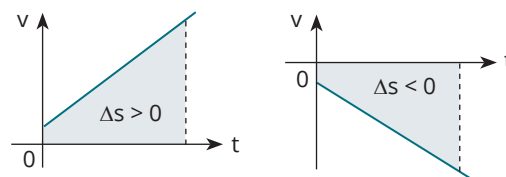


► Velocidade x Tempo

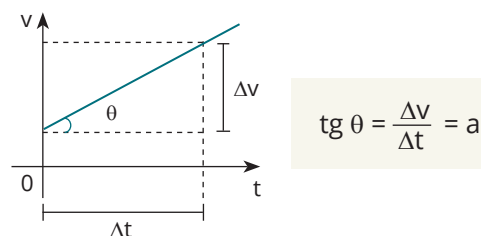


Propriedade gráfica

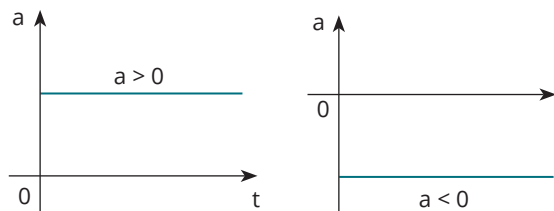
No gráfico da velocidade escalar em função do tempo, a área entre o gráfico e o eixo dos tempos, calculada entre dois instantes de tempos quaisquer, é numericamente igual ao deslocamento escalar do móvel nesse intervalo de tempo.



A tangente do ângulo que a reta forma com o eixo dos tempos nos informa, numericamente, a aceleração do movimento.

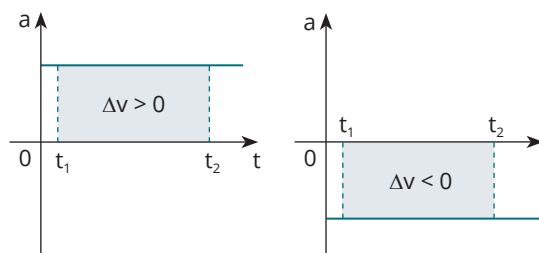


► Aceleração x Tempo



Propriedade gráfica

No gráfico da aceleração em função do tempo, a área entre o gráfico e o eixo dos tempos, calculada entre dois instantes de tempos quaisquer, é, numericamente, igual à variação de velocidade do móvel.



Anotações:



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

5. (UPF) Um objeto que parte do repouso segue um movimento retilíneo uniformemente variado. Nessas condições, pode-se afirmar que a distância percorrida é:

- independente da aceleração.
- inversamente proporcional ao tempo de percurso.
- diretamente proporcional ao quadrado do tempo de percurso.
- inversamente proporcional ao quadrado do tempo de percurso.
- diretamente proporcional ao quadrado da aceleração.

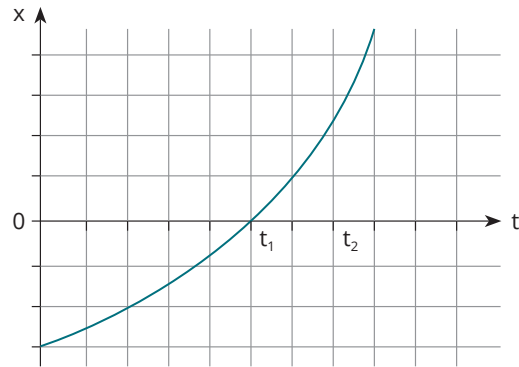
6. (UFRGS) Um automóvel que trafega com velocidade constante de 10 m/s, em uma pista reta e horizontal, passa a acelerar uniformemente à razão de 60 m/s em cada minuto, mantendo essa aceleração durante meio minuto. A velocidade instantânea do automóvel, ao final desse intervalo de tempo, e sua velocidade média, no mesmo intervalo de tempo, são, respectivamente:

- 30 m/s e 15 m/s.
- 30 m/s e 20 m/s.
- 20 m/s e 15 m/s.
- 40 m/s e 20 m/s.
- 40 m/s e 25 m/s.

7. (UFRGS) Um carro desloca-se, com aceleração constante, sobre um trecho em linha reta de uma estrada. A sua velocidade é medida em dois pontos dessa reta, separados por uma distância de 250 m um do outro. Ao passar pelo primeiro ponto, a velocidade do carro é de 20 m/s e, ao passar pelo segundo, a velocidade é de 30 m/s. A aceleração do carro nesse trecho é, em m/s^2 :

- 0,5
- 1,0
- 1,5
- 2,0
- 5,0

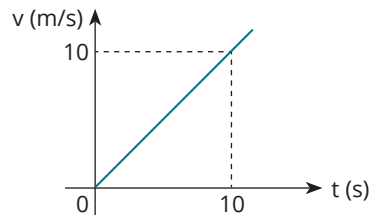
8. (PUC-RS) Analise o gráfico abaixo. Ele representa as posições x em função do tempo t de uma partícula que está em movimento, em relação a um referencial inercial, sobre uma trajetória retilínea. A aceleração é medida para ela permanecer constante durante todo o trecho do movimento.



Considerando o intervalo de tempo entre 0 e t_2 , qual das afirmações abaixo está correta?

- A partícula partiu de uma posição inicial positiva.
- No instante t_1 , a partícula muda o sentido do seu movimento.
- No instante t_1 , a partícula está em repouso em relação ao referencial.
- O módulo da velocidade medida para a partícula diminui durante todo o intervalo de tempo.
- O módulo da velocidade medida para a partícula aumenta durante todo o intervalo de tempo.

9. (PUC-RS) Considere o gráfico abaixo, que representa a velocidade de um corpo em movimento retilíneo em função do tempo, e as afirmativas que seguem.



- A aceleração do móvel é de $1,0 \text{ m/s}^2$.
- A distância percorrida nos 10 s é de 50 m.
- A velocidade varia uniformemente, e o móvel percorre 10 m a cada segundo.
- A aceleração é constante, e a velocidade aumenta 10 m/s a cada segundo.

São verdadeiras apenas as afirmativas:

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



» Movimento em trajetória curvilínea

• Movimento Circular Uniforme (MCU)

Por se tratar de um movimento uniforme, a partícula percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais, porém sempre em uma trajetória em que os espaços percorridos correspondem a arcos de circunferências.

Período (T)

Representa o intervalo de tempo correspondente a uma volta completa. No S.I.: s (segundos).

$$T = \frac{\text{tempo}}{\text{número de voltas}}$$

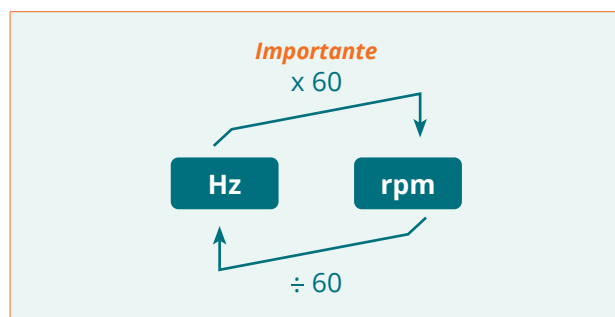
Frequência (f)

Representa o número de voltas que o móvel executa por unidade de tempo e é dada por:

$$f = \frac{\text{número de voltas}}{\text{tempo}} \quad \text{No S.I.: } (f) = \frac{1}{s} = \text{Hertz (Hz)}$$

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

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



Velocidade linear ou tangencial

Expressa a rapidez com que a partícula descreve um arco de circunferência ao longo da trajetória circular. Matematicamente, a velocidade linear pode ser expressa como a razão do arco de circunferência que o móvel percorreu pelo intervalo de tempo necessário para percorrê-lo.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \text{No S.I.: m/s}$$

Para uma volta completa, temos que a variação do ΔS equivale ao comprimento da circunferência, $2\pi R$. Ao mesmo tempo, o conceito de período é justamente o tempo correspondente a uma volta completa, isto é, $\Delta t = T$. Assim, podemos concluir que:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi R}{1/f} = 2\pi Rf$$

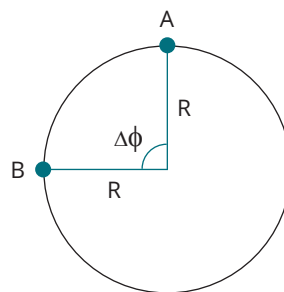
$$\vec{v} = \frac{2\pi R}{T}$$

$$\vec{v} = 2\pi Rf$$

Velocidade angular

A velocidade angular pode ser definida como a rapidez com que o móvel em MCU percorre um determinado ângulo central.

Consideremos uma partícula em movimento circular, passando pela posição A mostrada na figura a seguir. Após um intervalo de tempo Δt , a partícula estará passando pela posição B. Nesse intervalo de tempo Δt , o raio que acompanha a partícula em seu movimento descreve um ângulo (fase: ϕ). A relação entre o ângulo descrito pela partícula e o intervalo de tempo gasto para descrevê-lo é denominada velocidade angular da partícula. Representamos a velocidade angular por ω .



$$\omega = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \quad \text{No S.I.: rad/s}$$

E, para uma volta completa, temos:

$$\vec{\omega} = \frac{2\pi}{T} \quad \vec{\omega} = 2\pi f$$

Importante

Relação entre velocidade linear e velocidade angular

$$\vec{v} = \vec{\omega} \cdot R$$



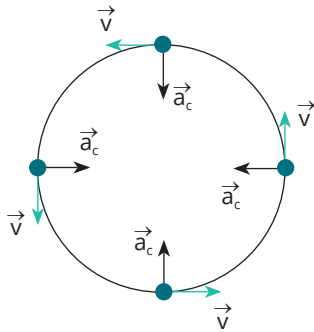
Aceleração centrípeta

A aceleração centrípeta é responsável por variar a direção do vetor velocidade em um movimento curvilíneo. Consiste em um vetor perpendicular à velocidade linear, dirigido para o centro da trajetória curvilínea.

$$\vec{a}_c = \frac{\vec{v}^2}{R}$$

$$\vec{a}_c = \vec{\omega}^2 R \quad \text{No S.I.: m/s}^2$$

REPRESENTAÇÃO DE VETORES NO MCU

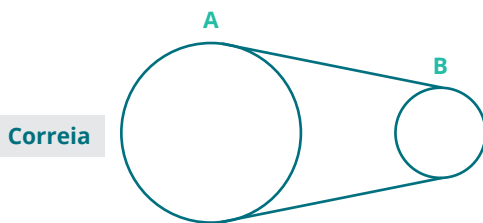


Acoplamento de polias

Polias podem ser acopladas por meio de correias (acoplamento periférico) ou por mesmo eixo de rotação, de modo que uma polia rotando pode fazer a outra rotar também.

ACOPLAMENTO POR CORREIA

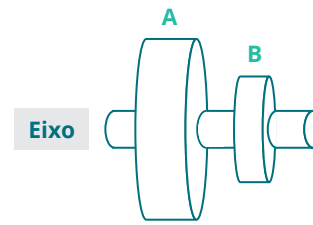
Rodas dentadas podem ser acopladas por contato direto ou por meio de correntes (correia); assim, pontos situados na periferia desses discos percorrem espaços iguais em tempos iguais.



$$\begin{aligned} R_A &> R_B \\ f_A &< f_B \\ \vec{\omega}_A &< \vec{\omega}_B \\ \vec{v}_A &= \vec{v}_B \\ R_A \cdot f_A &= R_B \cdot f_B \\ \vec{a}_{cA} &< \vec{a}_{cB} \end{aligned}$$

ACOPLAMENTO POR EIXO

Existem diversos casos em que pontos diferentes do sistema girante apresentam frequências, períodos e velocidades angulares iguais, mas velocidades lineares diferentes. É o que se verifica, por exemplo, em polias que giram juntas, presas a um único eixo de rotação.



$$\begin{aligned} R_A &> R_B \\ f_A &= f_B \\ \vec{\omega}_A &= \vec{\omega}_B \\ \vec{v}_A &> \vec{v}_B \\ \vec{a}_{cA} &> \vec{a}_{cB} \end{aligned}$$

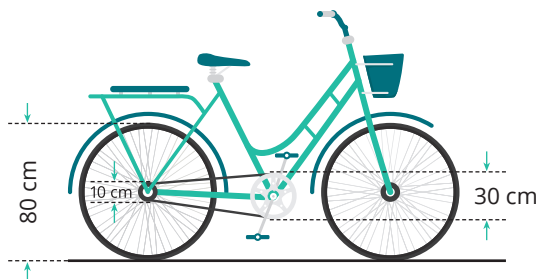
POIO AO TEXTO

1. (UPF) Um corpo descreve um movimento circular uniforme cuja trajetória tem 5 m de raio. Considerando que o objeto descreve 2 voltas em 12s, é possível afirmar que sua velocidade tangencial, em m/s, é de, aproximadamente (considere $\pi = 3,14$ rad):

- a) 3,14
- b) 5,2
- c) 15,7
- d) 6,28
- e) 31,4



2. (ENEM) Quando se dá uma pedalada na bicicleta abaixo (isto é, quando a coroa acionada pelos pedais dá uma volta completa), qual é a distância aproximada percorrida pela bicicleta, sabendo-se que o comprimento de um círculo de raio R é igual a $2\pi R$, onde $\pi = 3$?



- a) 1,2 m
- b) 2,4 m
- c) 7,2 m
- d) 14,4 m
- e) 48,0 m

3. (UFPEL) Considere um satélite artificial que está em órbita circular ao redor da Terra. Nessa condição, é correto afirmar que:

- a) seu vetor velocidade, seu vetor aceleração centrípeta e seu período são constantes.
- b) seu vetor velocidade varia, seu vetor aceleração centrípeta e seu período são constantes.
- c) seu vetor velocidade e seu vetor aceleração centrípeta variam e seu período é constante.
- d) seu vetor velocidade e seu período são constantes e seu vetor aceleração centrípeta varia.
- e) seu vetor velocidade, seu vetor aceleração centrípeta e seu período variam.

4. (UFRGS) Em voos horizontais de aeromodelos, o peso do modelo é equilibrado pela força de sustentação para cima, resultante da ação do ar sobre as suas asas.

Um aeromodelo, preso a um fio, voa em um círculo horizontal de 6 m de raio, executando uma volta completa a cada 4 s.

Sua velocidade angular, em rad/s, e sua aceleração centrípeta, em m/s^2 , valem, respectivamente:

- a) π e $6\pi^2$
- b) $\pi/2$ e $3\pi^2/2$
- c) $\pi/2$ e $\pi^2/4$
- d) $\pi/4$ e $\pi^2/4$
- e) $\pi/4$ e $\pi^2/16$

Anotações:





» Movimentos sob ação da gravidade

• A aceleração da gravidade e sua aplicação nos movimentos

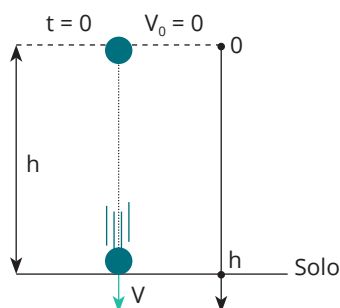
Nesta unidade, centramo-nos no estudo do movimento de queda dos corpos próximos à superfície da Terra. Todos sabemos que, ao abandonarmos um objeto nas proximidades da Terra, ele cai em direção ao solo.

A explicação para esse fato é bastante simples: a Terra cria em seu entorno um campo de forças chamado campo gravitacional. Assim, objetos abandonados nas proximidades da Terra ficam sujeitos a uma aceleração gravitacional e, conseqüentemente, são atraídos para a Terra.

Em nosso estudo, trataremos de quedas de corpos a partir de pequenas altitudes. Dessa forma, é válido considerar que a aceleração gravitacional seja constante, pois os corpos apresentam afastamentos muito pequenos em comparação ao raio da Terra.

ABANDONO VERTICAL

- ▶ O objeto é abandonado a partir do repouso;
- ▶ A única força que atua sobre o objeto é a força peso;
- ▶ O objeto abandonado do repouso fica submetido à aceleração gravitacional, \mathbf{g} .



$$\vec{a} = +\vec{g}$$

$$\vec{v} = \vec{g}t$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\vec{v} = \sqrt{2gh}$$

Importante

Tomando um movimento sob aceleração constante, em uma trajetória retilínea, vamos reescrever as equações do MRUV em nossos movimentos verticais. São elas:

$$s = s_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$\vec{v}^2 = \vec{v}_0^2 + 2\vec{a}\Delta s$$

Dica da orientação do eixo Y

Orientando a trajetória para baixo, a aceleração da gravidade e a velocidade serão positivas.

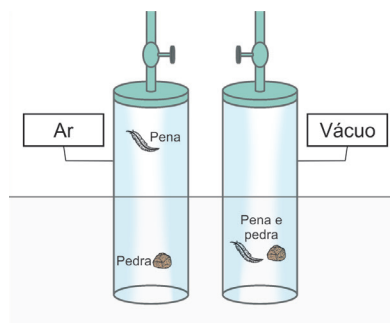
Importante

Abandonados de uma mesma altura, simultaneamente, um corpo leve e um outro pesado, ambos caem, quando em queda livre, com velocidades iguais e atingem o chão no mesmo instante.

Queda livre

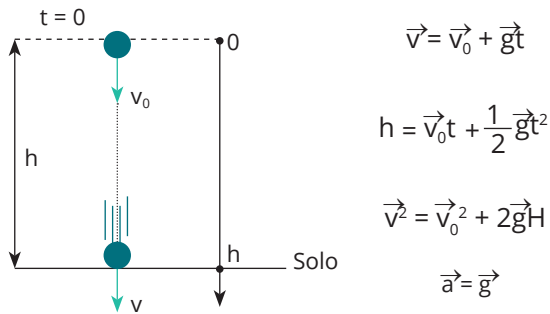
A expressão queda livre significa “cair no vazio”. Em termos de Física Newtoniana, um corpo em queda livre é aquele corpo sujeito unicamente à ação da força gravitacional. Assim, podemos trabalhar com o vácuo, ou seja, ausência de meio material, ou trabalhar com a queda em pequenas altitudes, pois a resistência do ar pode ser desprezada.

Anotações:



LANÇAMENTO VERTICAL PARA BAIXO

No lançamento vertical para baixo, um corpo com velocidade inicial, à medida que desce, tem sua velocidade aumentada em módulo, fazendo o mesmo corpo descer em um movimento acelerado.



Dica da orientação do eixo Y

Orientando a trajetória para baixo, a aceleração da gravidade e a velocidade serão positivas.

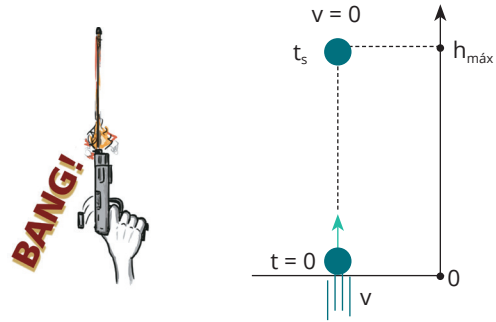
Importante

Nos movimentos verticais, os gráficos cartesianos $a \times t$, $v \times t$ e $h \times t$ têm comportamento idêntico ao dos gráficos do MRUV, pois todos são situações específicas desse tipo de movimento.

Anotações:

LANÇAMENTO VERTICAL PARA CIMA

No lançamento vertical para cima, a velocidade inicial não é nula; nesse caso, continua valendo a propriedade em que os corpos, sob a atração exclusiva da atração gravitacional, têm a mesma aceleração. Vamos analisar as equações do lançamento vertical para cima a partir das equações do MRUV, tomando como referencial o eixo vertical y orientado para cima. Perceba que, na equação, trocaremos a aceleração por $-g$, posições s por altura h e, na equação de Torricelli, iremos substituir Δs por Δh .



Dica da orientação do eixo Y

Orientando a trajetória para cima, a aceleração é negativa na subida e na descida. A velocidade é positiva na subida e negativa na descida.

$$h = h_0 + \vec{v}_0t - \frac{1}{2}\vec{g}t^2$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 - \vec{g}t \quad \vec{v}^2 = \vec{v}_0^2 - 2\vec{g}\Delta h$$

$$\vec{a} = -\vec{g}$$

Importante

No lançamento vertical, o tempo que o objeto leva para percorrer x metros subindo é o mesmo gasto para percorrer os mesmos x metros descendo. Para um mesmo lugar na trajetória, a velocidade de subida é igual, em módulo, à velocidade de descida.



1. (UNISC) Um corpo de massa m é largado de certa altura'. Considerando que $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando o atrito do ar, podemos afirmar que, após um tempo de 2,5 segundos, a distância percorrida pelo corpo e a sua velocidade são iguais, respectivamente, a:

- a) 12,5 m; 12,5 m/s
- b) 31,25 m; 31,25 m/s
- c) 125 m; 12,5 m/s
- d) 6,25 m; 2,5 m/s
- e) 31,25 m; 25 m/s

2. (UFSM) A castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*) é fonte de alimentação e renda das populações tradicionais da Amazônia. Sua coleta é realizada por extrativistas que percorrem quilômetros de trilhas nas matas, durante o período das chuvas amazônicas. A castanheira é uma das maiores árvores da floresta, atingindo facilmente a altura de 50 m. O fruto da castanheira, um ouriço, tem cerca de 1 kg e contém, em média, 16 sementes.

Baseando-se nesses dados e considerando o valor padrão da aceleração da gravidade, $9,81 \text{ m/s}^2$, pode-se estimar que a velocidade com que o ouriço atinge o solo, ao cair do alto de uma castanheira, é de, em m/s, aproximadamente:

- a) 5,2
- b) 10,1
- c) 20,4
- d) 31,3
- e) 98,1

3. (UPF) Dois objetos A e B de massas 400 g e 800 g, respectivamente, são lançados a partir do solo verticalmente para cima, ao mesmo tempo e com velocidades iniciais idênticas.

Em um contexto no qual a resistência do ar é desprezada, analise as afirmativas que seguem.

- I. O objeto A atingirá uma altura que será o dobro da atingida pelo objeto B.
- II. A aceleração de A é a mesma de B.
- III. O objeto A atingirá a altura máxima antes do objeto B.
- IV. Os dois objetos gastarão o mesmo tempo para atingir a altura máxima.

Está correto apenas o que se afirma em:

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

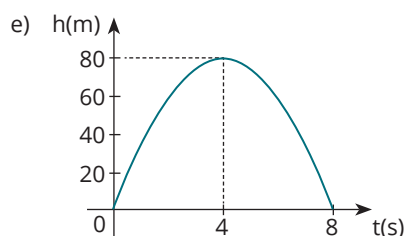
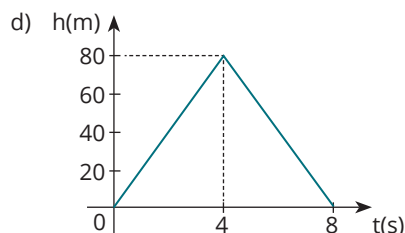
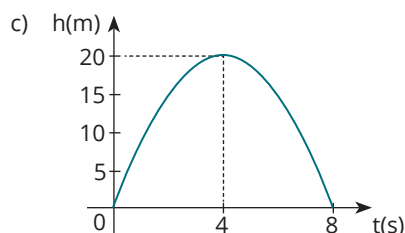
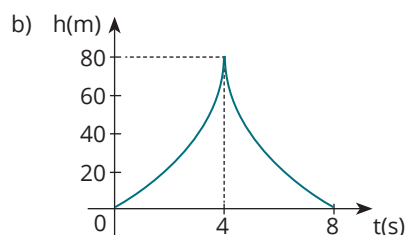
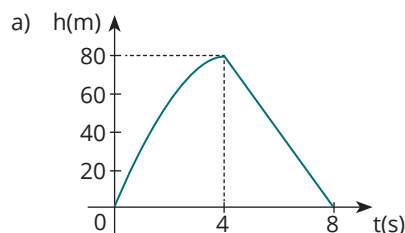
4. (UPF) O homem sempre desafiou ares, buscando realizar um de seus mais antigos desejos: voar. Descobrir um aparelho capaz de levá-lo às alturas representou uma verdadeira obsessão.

Um longo caminho foi percorrido até a engenhosidade de Santos Dumont materializar esse sonho.

Justamente por voar, o avião caía, já que tudo que sobe desce.

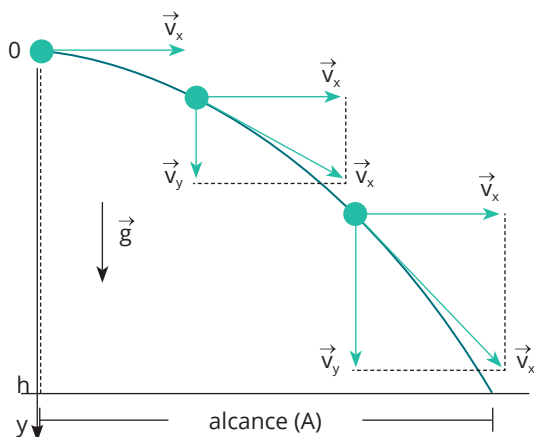
A partir das ideias do texto e também de seus conhecimentos, assinale a alternativa com o gráfico que representa a posição, em função do tempo, de uma pedra lançada para cima, que, após 4s, atinge a altura máxima.

Despreze a resistência do ar e considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



LANÇAMENTO HORIZONTAL

Quando um projétil é lançado horizontalmente de determinada altura, seu movimento pode ser descrito pela soma de dois movimentos: um na direção vertical, do eixo y ; e outro na direção horizontal, do eixo x . Como estamos desprezando a resistência do ar, a única aceleração que atua sobre o projétil é a aceleração da gravidade, cuja direção é vertical. Por essa razão, ela só influi no movimento vertical, e não no horizontal.



Dica da orientação do eixo Y

Orientando a trajetória para baixo, a componente vertical da velocidade é positiva.

► **Na horizontal:** o movimento é uniforme, pois o campo gravitacional é vertical e, portanto, não influi na componente vertical da velocidade.

$$A = \vec{v}_x \Delta t \quad A = \text{alcance horizontal}$$

► **Na vertical:** teremos as mesmas equações da queda livre a partir do repouso.

$$\vec{v}_y = \vec{g}t$$

$$h = \frac{1}{2} \vec{g}t^2$$

$$\vec{v}_y = \sqrt{2gh}$$

► **Velocidade resultante:**

$$\vec{V}_R = \sqrt{\vec{v}_x^2 + \vec{v}_y^2}$$

Anotações:



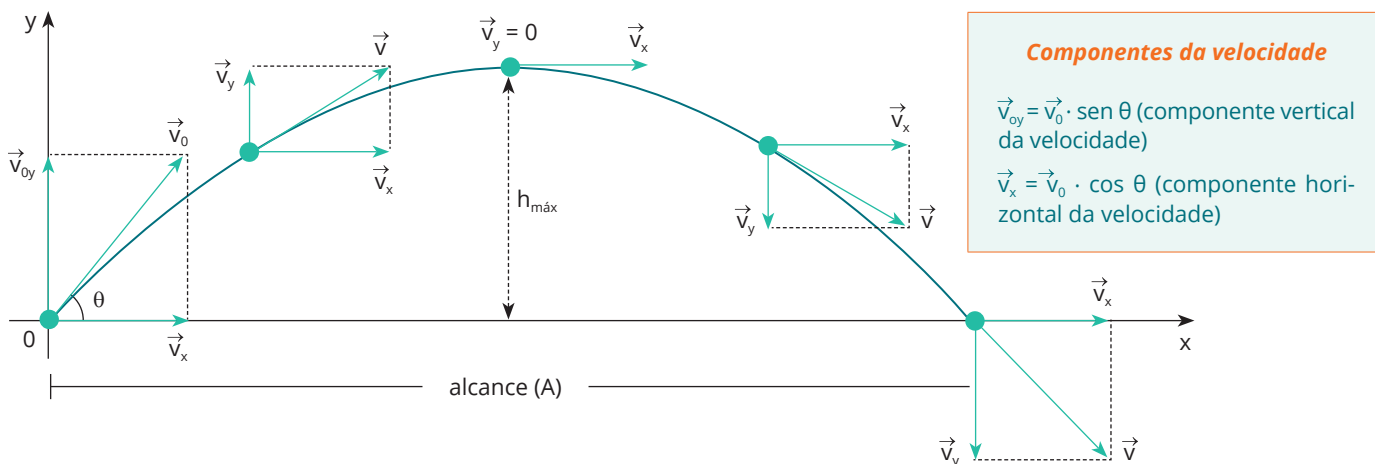
LANÇAMENTO OBLÍQUO

Por razões históricas, esse movimento é denominado de movimento de projéteis, pois era usado para explicar a trajetória de pedras lançadas por catapultas e o movimento das balas de canhão. Podemos analisar esse tipo de movimento estudando separadamente os movimentos na horizontal e na vertical. Na direção horizontal, o movimento será do tipo MU e, na direção vertical, efetuará movimento MUV. Nesse movimento, a aceleração sofrida pelo objeto é a aceleração da gravidade (10 m/s^2), que atua sempre na direção vertical e aponta para baixo.

Imaginemos um projétil lançado obliquamente com uma velocidade inicial \vec{v}_0 , inclinada de um ângulo θ com a direção horizontal, em um local onde a aceleração da gravidade (\vec{g}) possa ser considerada constante.



Simulação interativa - Lançamento oblíquo



Características do lançamento oblíquo

- ▶ Em cada ponto, o vetor velocidade é tangente à trajetória;
- ▶ A velocidade, em um determinado instante, é obtida a partir da soma vetorial das velocidades vertical e horizontal;
- ▶ O módulo da velocidade horizontal permanece constante;
- ▶ No ponto mais alto da trajetória, somente a componente vertical da velocidade é nula;
- ▶ O módulo da velocidade vertical diminui durante a subida e aumenta durante a descida.

▶ **Na horizontal:** O movimento, na direção horizontal, é uniforme, pois o campo gravitacional é vertical e, portanto, não influi na componente da velocidade.

$$A = \vec{v}_x \Delta t \quad A = \text{alcance}$$

Importante

O máximo alcance será obtido para um ângulo de lançamento igual a 45° .

▶ **Na vertical:** Como se trata de um movimento uniformemente retardado na subida e uniformemente acelerado na descida, as equações são as mesmas que as do lançamento vertical para cima. Devemos atentar para escrever a componente vertical da velocidade nas equações.

$$h = h_0 + \vec{v}_{0y}t - \frac{1}{2} \vec{g}t^2$$

$$\vec{v}_y = \vec{v}_{0y} - \vec{g}t$$

$$\vec{v}_y^2 = \vec{v}_{0y}^2 - 2\vec{g}\Delta h$$

▶ **Velocidade resultante:**

$$\vec{v}_R = \sqrt{\vec{v}_x^2 + \vec{v}_y^2}$$

Anotações:



5. (UPF) O Brasil, em 2014, sediou o Campeonato Mundial de Balonismo. Mais de 20 equipes de diferentes nacionalidades coloriram, com seus balões de ar quente, o céu de Rio Claro, no interior de São Paulo. Desse feito, um professor de Física propôs a um estudante de ensino médio a seguinte questão: considere um balão deslocando-se horizontalmente, a 80 m do solo, com velocidade constante de 6 m/s. Quando ele passa exatamente sobre uma pessoa parada no solo, deixa cair um objeto que estava fixo em seu cesto. Desprezando qualquer atrito do objeto com o ar e considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual será o tempo gasto pelo objeto para atingir o solo, considerado plano? A resposta correta para a questão proposta ao estudante é:

- a) 2 segundos.
- b) 3 segundos.
- c) 4 segundos.
- d) 5 segundos.
- e) 6 segundos.

6. (UPF) O goleiro de um time de futebol bate um "tiro de meta" e a bola sai com velocidade inicial de módulo V_0 igual a 20 m/s, formando um ângulo de 45° com a horizontal. O módulo da aceleração gravitacional local é igual a 10 m/s^2 .

Desprezando a resistência do ar e considerando que $\sin 45^\circ = \sqrt{2}/2$; $\cos 45^\circ = \sqrt{2}/2$; $\text{tg } 45^\circ = 1$ e $\sqrt{2} = 1,4$, é correto afirmar que:

- a) a altura máxima atingida pela bola é de 20,0 m.
- b) o tempo total em que a bola permanece no ar é de 4s.
- c) a velocidade da bola é nula, ao atingir a altura máxima.
- d) a bola chega ao solo com velocidade de módulo igual a 10 m/s.
- e) a velocidade da bola tem módulo igual a 14 m/s ao atingir a altura máxima.

7. (UCS) Quando um jogador de futebol é muito veloz, uma forma divertida de se referir a essa qualidade é dizer que ele é capaz de cobrar escanteio para a área adversária e ele mesmo correr e conseguir chutar a bola antes de ela tocar o chão. Suponha um jogador ficcional que seja capaz de fazer isso. Se ele cobrar o escanteio para dentro da área fornecendo à bola uma velocidade inicial de 20 m/s, fazendo um ângulo de 60° com a horizontal, qual distância o jogador precisa correr, em linha reta, saindo praticamente de forma simultânea à cobrança de escanteio, para chutar no gol sem deixar a bola tocar no chão? Para fins de simplificação, considere que a altura do chute ao gol seja desprezível, que $\sin 60^\circ = 0,8$, $\cos 60^\circ = 0,5$, e que a aceleração da gravidade seja 10 m/s^2 .

- a) 6 m
- b) 12 m
- c) 24 m
- d) 32 m
- e) 44 m

8. (UFMS) Um avião, voando horizontalmente a 180 m de altura com velocidade de 360 km/h, transporta um pacote de mantimentos para alguns naufragos num pequeno bote. O piloto deve liberar o pacote para que ele chegue à superfície da água a 5 m do bote. Se o módulo da aceleração da gravidade é de 10 m/s^2 , o pacote deve ser liberado a uma distância do bote, medida na horizontal, em m, de:

- a) 295
- b) 300
- c) 305
- d) 600
- e) 605





» Dinâmica

Os estudos do sábio italiano Galileu Galilei sobre o movimento dos corpos, realizados no século XVI, aliados a experiências posteriores nesse campo, permitiram ao físico inglês Isaac Newton, no século XVII, formular os três princípios fundamentais da Mecânica: *Princípio de Inércia*, *Princípio Fundamental da Mecânica* e *Princípio da Ação e Reação*.

Esses exemplos, e outros mais que poderíamos analisar, permitem-nos concluir que *Força* é um agente capaz de:

- ▶ imprimir movimento a um corpo;
- ▶ cessar o movimento de um corpo;
- ▶ desviar a trajetória de um corpo em movimento;
- ▶ mudar a forma de um corpo.

• Conceito de força

Damos o nome de força a qualquer causa que inicie ou modifique o movimento de um objeto.

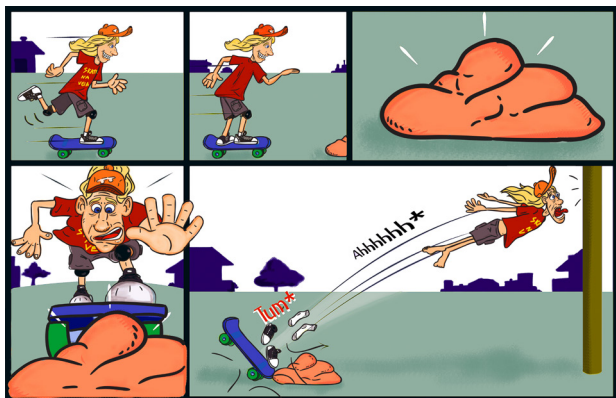
Uma força é caracterizada por uma intensidade, uma direção e um sentido, isto é, a força é uma grandeza vetorial. A intensidade de uma força é medida com o dinamômetro, composto por uma mola, um ponteiro e uma escala graduada. A mola alonga-se quando solicitada por uma força.

1ª Lei de Newton – Lei da Inércia

Se a resultante das forças que atuam em um corpo é nula, o corpo permanece ou em repouso ou em MRU.

Portanto:

$$\vec{F}_R = 0 \begin{cases} \vec{v} = 0 \leftrightarrow \text{repouso (equilíbrio estático)} \\ \vec{v} = \text{constante} \neq 0 \leftrightarrow \text{MRU (equilíbrio dinâmico)} \end{cases}$$



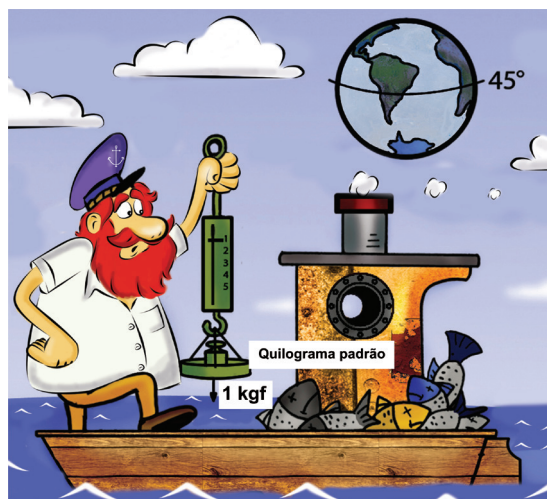
2ª Lei de Newton – Princípio Fundamental da Dinâmica

A resultante das forças aplicadas a um corpo é igual ao produto de sua massa pela aceleração adquirida.

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

Sabemos então:

- ▶ a aceleração é diretamente proporcional à força;
- ▶ a aceleração é inversamente proporcional à massa;
- ▶ a unidade no S.I. para força é o newton (N);
- ▶ a força resultante e a aceleração têm a mesma direção e sentido;
- ▶ 1 kgf = 10 N. (Se $\vec{g} = 10\text{m/s}^2$)

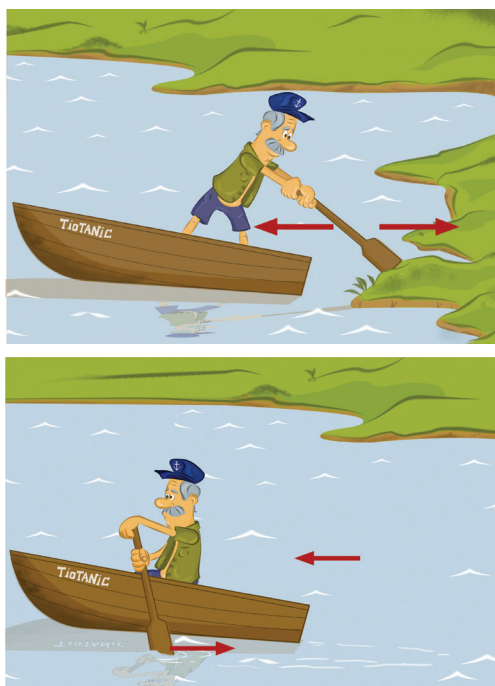


3ª Lei de Newton – Ação e Reação

Quando um corpo **A** exerce uma força sobre um corpo **B**, o corpo **B** reage sobre **A** com uma força de mesmo módulo, mesma direção e de sentido contrário.

Características do par ação e reação

- ▶ Mesmo módulo;
- ▶ Mesma direção;
- ▶ Sentidos opostos;
- ▶ Atuam em corpos diferentes;
- ▶ Mesma natureza;
- ▶ Podem gerar efeitos diferentes.



APOIO AO TEXTO

1. Não é necessária a existência de uma força resultante atuando:

- quando se passa do estado de repouso ao de movimento uniforme.
- para se manter um objeto em movimento retilíneo e uniforme.
- para manter um corpo em movimento circular e uniforme.
- para mudar a direção de um objeto sem alterar o módulo de sua velocidade.
- em nenhum dos casos anteriores.

2. (UFRGS) Considere o movimento de um veículo totalmente fechado, sobre uma estrada perfeitamente plana e horizontal. Nesse contexto, o solo constitui um sistema de referência inercial, e o campo gravitacional é considerado uniforme na região. Suponha que você se encontre sentado no interior desse veículo, sem poder observar nada do que acontece do lado de fora. Analise as seguintes afirmações relativas à situação descrita.

I. Se o movimento do veículo fosse retilíneo e uniforme, o resultado de qualquer experimento mecânico realizado no interior do veículo em movimento seria idêntico ao obtido no interior do veículo parado.

II. Se o movimento do veículo fosse acelerado para a frente, você perceberia seu tronco se inclinando involuntariamente para trás.

III. Se o movimento do veículo fosse acelerado para a direita, você perceberia seu tronco se inclinando involuntariamente para a esquerda.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

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

3. (UFPEL) Analise a afirmativa abaixo:

Em uma colisão entre um carro e uma moto, ambos em movimentos e na mesma estrada, mas em sentidos contrários, observou-se que a moto foi jogada a uma distância maior do que a do carro.

Baseado em seus conhecimentos sobre mecânica e na análise da situação descrita acima, bem como no fato de que os corpos não se deformam durante a colisão, é correto afirmar que:

- a força de ação é menor do que a força de reação, fazendo com que a aceleração da moto seja maior que a do carro, após a colisão, já que a moto possui menor massa.
- a força de ação é maior do que a força de reação, fazendo com que a aceleração da moto seja maior do que a do carro, após a colisão, já que a moto possui menor massa.
- as forças de ação e reação apresentam iguais intensidades, fazendo com que a aceleração da moto seja maior que a do carro, após a colisão, já que a moto possui menor massa.
- a força de ação é menor do que a força de reação, porém a aceleração da moto, após a colisão, depende das velocidades do carro e da moto imediatamente anteriores à colisão.
- exercerá maior força sobre o outro aquele que tiver maior massa e, portanto, irá adquirir menor aceleração após a colisão.



4. (UFPEL) Aristóteles afirmava que o lugar natural do corpo é o repouso, ou seja, quando um corpo adquire velocidade, sua tendência natural é voltar ao repouso (daí a explicação dos antigos filósofos de que os corpos celestes deveriam ser empurrados por anjos...). Em oposição ao que afirmava Aristóteles, Galileu elaborou a hipótese de que não há necessidade de forças para manter um corpo com velocidade constante, pois uma aceleração nula está necessariamente associada a uma força resultante nula.

Com base no texto e em seus conhecimentos, considere as afirmativas abaixo.

I. Quando, sobre uma partícula, estão aplicadas diversas forças cuja resultante é zero, ela está necessariamente em repouso ($v = 0$).

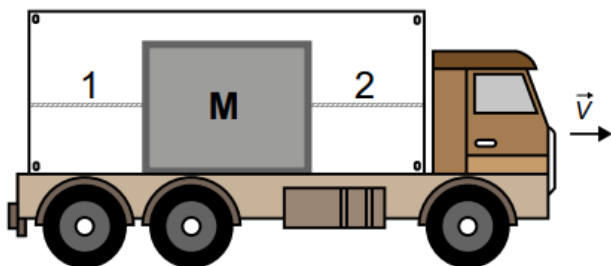
II. Quando, sobre uma partícula, estão aplicadas diversas forças cuja resultante é zero, ela necessariamente está em movimento retilíneo e uniforme ($v \neq 0$).

III. Quando é alterado o estado de movimento de uma partícula, a resultante das forças exercidas sobre ela é necessariamente diferente de zero.

A(s) afirmativa(s) que se aplica(m) a qualquer sistema de referência inercial é(são):

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

5. (ENEM 2023) Uma equipe de segurança do transporte de uma empresa avalia o comportamento das tensões que aparecem em duas cordas, 1 e 2, usadas para prender uma carga de massa $M = 200$ kg na carroceria, conforme a ilustração. Quando o caminhão parte do repouso, sua aceleração é constante e igual a 3 m/s^2 e, quando ele é freado bruscamente, sua frenagem é constante e igual a 5 m/s^2 . Em ambas as situações, a carga encontra-se na iminência de movimento, e o sentido do movimento do caminhão está indicado na figura. O coeficiente de atrito estático entre a caixa e o assoalho da carroceria é igual a $0,2$. Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , as tensões iniciais nas cordas iguais a zero e as duas cordas ideais.



Nas situações de aceleração e frenagem do caminhão, as tensões nas cordas 1 e 2, em newton, serão:

- a) aceleração: $T_1 = 0$ e $T_2 = 200$; frenagem: $T_1 = 600$ e $T_2 = 0$.
- b) aceleração: $T_1 = 0$ e $T_2 = 200$; frenagem: $T_1 = 1.400$ e $T_2 = 0$.
- c) aceleração: $T_1 = 0$ e $T_2 = 600$; frenagem: $T_1 = 600$ e $T_2 = 0$.
- d) aceleração: $T_1 = 560$ e $T_2 = 0$; frenagem: $T_1 = 0$ e $T_2 = 960$.
- e) aceleração: $T_1 = 640$ e $T_2 = 0$; frenagem: $T_1 = 0$ e $T_2 = 1.040$.

6. Dadas as afirmações:

I. Um corpo pode permanecer em repouso quando solicitado por forças externas.

II. As forças de ação e reação têm resultante nula, provocando sempre o equilíbrio do corpo em que atuam.

III. A força resultante aplicada sobre um corpo, pela segunda lei de Newton, é o produto de sua massa pela aceleração que o corpo possui.

É(são) correta(s):

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

Forças notáveis da dinâmica

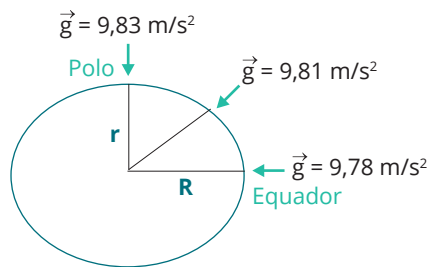
FORÇA PESO (\vec{P})

- ▶ Força com que a Terra (planeta) atrai os corpos.
- ▶ Força de campo (natureza).
- ▶ Depende do local.
- ▶ Diretamente proporcional à massa.
- ▶ Diretamente proporcional à gravidade local.
- ▶ Direção vertical.
- ▶ Sentido para baixo (para o centro de massa do planeta).
- ▶ O instrumento de medida é o dinamômetro.
- ▶ unidade no SI: N (newton).

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

Anotações:





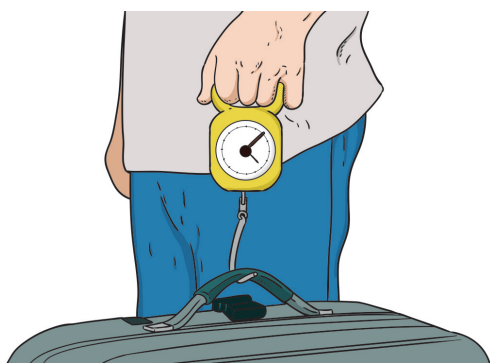
Valores ao nível do mar

A gravidade muda com a latitude e a altitude

$$\vec{g}_{\text{polos}} > \vec{g}_{\text{equador}}$$

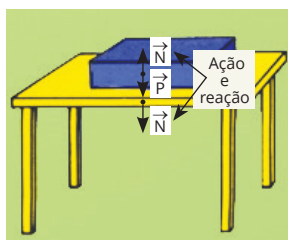
(Latitude)

↑ Altitude ↓ gravidade

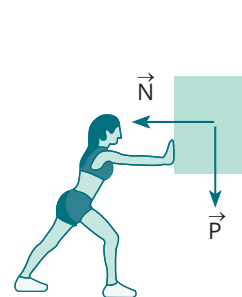
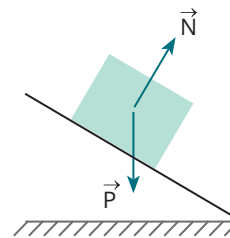
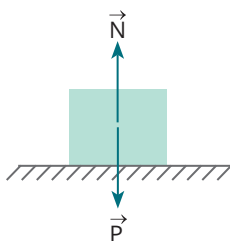


FORÇA NORMAL (\vec{N})

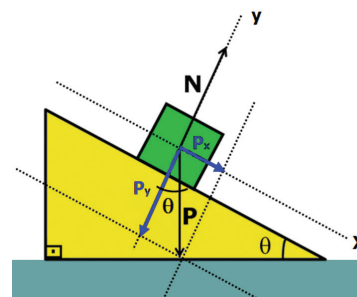
Força de contato entre superfícies, age no sentido de impedir a penetração.



- ▶ Força de resistência da superfície (plano de apoio);
- ▶ Força de contato (natureza);
- ▶ Sempre perpendicular à superfície (em qualquer direção);
- ▶ Unidade no SI: N (newton).



Plano inclinado



Na figura acima, temos um bloco de massa m sobre um plano inclinado de um ângulo θ em relação à horizontal. Nesse corpo, atuam a sua força peso (P) e a força normal de compressão (N). Como não há equilíbrio entre tais forças, o bloco desce tal plano com uma aceleração constante de módulo a :

$$\vec{P}_x = \vec{P} \cdot \text{sen } \theta$$

$$\vec{P}_y = \vec{P} \cdot \text{cos } \theta$$

Utilizando a segunda lei

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{P}_x = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{P} \cdot \text{sen } \theta = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{g} \cdot \text{sen } \theta = \vec{a}$$

$$\vec{a} = \vec{g} \cdot \text{sen } \theta$$

$$|\vec{N}| = |\vec{P}_y|$$

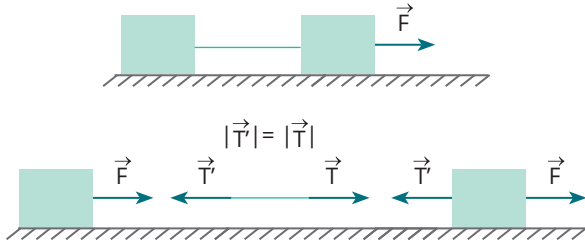
$$\vec{N} = \vec{P} \cdot \text{cos } \theta$$



FORÇA DE TRAÇÃO OU TENSÃO (\vec{T})

Vamos admitir que o bloco, mostrado na figura, seja arrastado, por meio de uma corda, por um caminhão que aplica ao fio uma força horizontal.

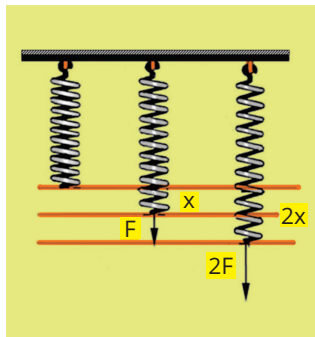
Vamos indicar as forças que atuam em cada um dos corpos.



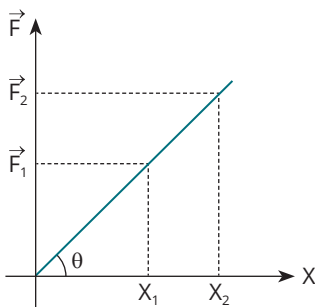
- ▶ Força que atua em cabos, fios e cordas;
- ▶ Força de contato (natureza);
- ▶ Tem sempre a mesma direção do fio;
- ▶ Se o fio for ideal (massa desprezível e inextensível), a força da tração terá o mesmo valor em todos os pontos;
- ▶ Unidade no SI: N (newton).

FORÇA ELÁSTICA - LEI DE HOOKE

A deformação x é diretamente proporcional à força F aplicada na extremidade livre da mola.



$$\vec{F} = k \cdot x$$



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

$$\frac{\vec{F}_1}{x_1} = \frac{\vec{F}_2}{x_2} = \frac{\vec{F}}{x} = \text{constante}$$

Força de atrito (f_{at}) \rightarrow

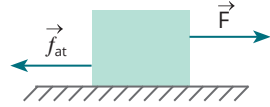
A força de atrito pode ser observada quando um corpo se movimenta em relação a outro no qual está apoiado e, também, quando existe tendência de escorregamento entre os corpos. Essa força sempre se opõe ao escorregamento (ou tendência) do corpo em relação ao apoio e é explicada pela rugosidade das superfícies em contato.

- ▶ Força de contato (natureza);
- ▶ Surge no movimento ou na tendência ao movimento;
- ▶ É contrária ao movimento ou à tendência ao movimento;
- ▶ Não depende da velocidade relativa entre as superfícies;
- ▶ Na presença de um fluido, o atrito aumenta com a velocidade;
- ▶ O atrito cinético é constante;
- ▶ O atrito estático é variável;
- ▶ Não depende das áreas em contato;
- ▶ Não existe superfície perfeitamente lisa;
- ▶ Unidade no SI: N (newton).

$$\vec{f}_{at_e} \leq \mu_E \cdot \vec{N}$$

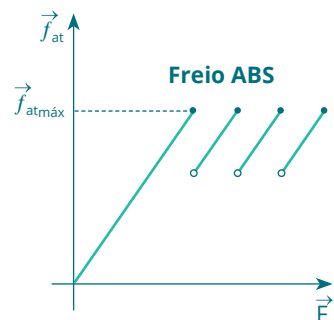
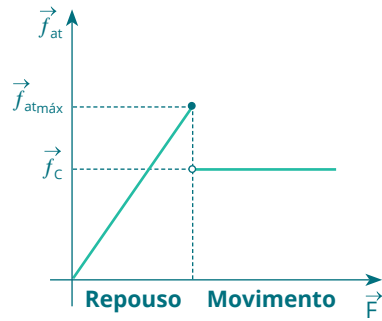
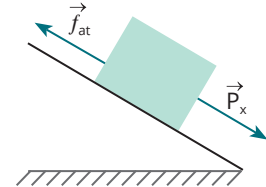
$$\vec{f}_{at_{e_{m\acute{a}x}}} = \mu_E \cdot \vec{N}$$

Na iminência do movimento



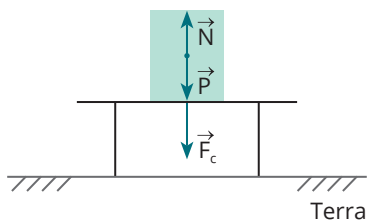
$$\vec{f}_{at_c} = \mu_c \cdot \vec{N}$$

No movimento



APOIO AO TEXTO

7. (UFSM) A figura representa um corpo em repouso sobre uma mesa, P é o peso do corpo; F_c a força que o corpo exerce sobre essa mesa; N a força normal da mesa sobre o corpo.



Assim, constituem pares ação e reação.

- I. \vec{P} e \vec{N}
- II. \vec{F}_c e \vec{N}
- III. \vec{F}_c e \vec{P}

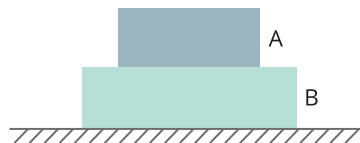
Está(ão) correta(s):

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

Anotações:

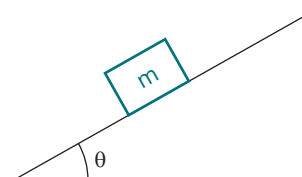
8. (UFSM) Observe a figura:

Os corpos A e B, em equilíbrio estático, têm pesos P_A e P_B . A força normal entre A e B é N_1 , e a força normal entre B e a base é N_2 . A figura que representa todas as forças que atuam em B é:



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

9. Observe a figura a seguir:

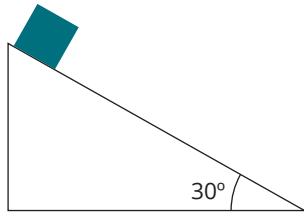


O bloco de massa m desliza para baixo, em contato com o plano inclinado. Sendo a aceleração da gravidade representada por g , a velocidade do bloco é constante se a força de atrito cinético vale:

- a) $mg - mg\cos\theta$
- b) $mg(\sin\theta - \cos\theta)$
- c) mg
- d) $mg\sin\theta$
- e) $mg\cos\theta$

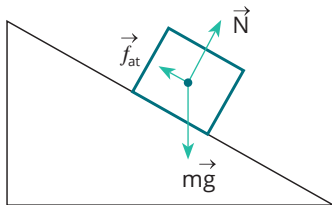


10. (UFN) Se um objeto é abandonado do alto de uma rampa com inclinação de 30° , conforme a figura abaixo, e consegue deslizar até a sua base, podemos concluir com certeza que:



- a) a força que o objeto sofre é maior que 30 N.
- b) o objeto tem massa menor que 1 kg.
- c) a força de atrito é nula.
- d) a única força que atua sobre o objeto é a força gravitacional.
- e) o coeficiente de atrito estático entre o objeto e a superfície da rampa é menor que $\sqrt{3}/3$.

11. (UFSM) Um corpo desce um plano inclinado com velocidade constante. As forças que agem sobre o corpo estão indicadas na figura.



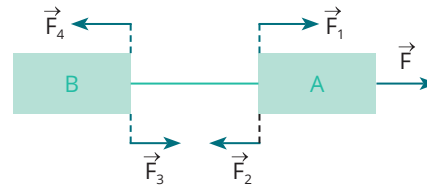
Então, pode(m)-se afirmar.

- I. A força de reação à força peso é a força normal.
- II. A componente da força peso, paralela ao plano inclinado, é equilibrada pela força de atrito.
- III. A força de reação à componente da força peso, perpendicular ao plano inclinado, é a força normal.

Está(ão) correta(s):

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

12. (UFSM) Um bloco A, sobre o qual atua uma força F para a direita, encontra-se em equilíbrio com outro bloco B, ligados por meio de uma corda. Os pares de força, ação e reação são mostrados na figura e, para maior clareza, seus pontos abaixo. Escolha a que melhor se adequar ao acima exposto:



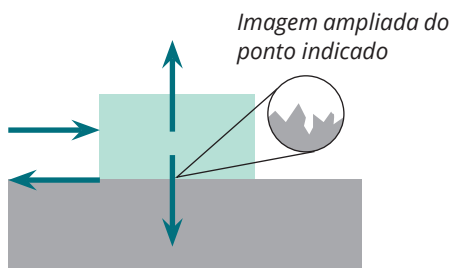
- a) \vec{F}_2 , exercida sobre o bloco A pela corda, é maior e oposta a \vec{F}_1 .
- b) \vec{F}_4 , exercida sobre o bloco B pela corda, é igual e oposta a \vec{F}_3 .
- c) \vec{F}_3 , representa a força exercida sobre a corda pelo bloco B.
- d) \vec{F}_1 e \vec{F}_4 constituem um par ação-reação.
- e) \vec{F}_1 e \vec{F}_4 atuam no mesmo corpo.

13. (UFN) Um dinamômetro, instrumento usado para a medida de forças, pode ser construído a partir de uma mola helicoidal de constante elástica k . Uma mola é, então, utilizada para pendurar um objeto de massa M no campo gravitacional terrestre, produzindo uma deformação de 1,0 cm. A mesma massa, sob ação de uma força de 6,0 N, admite uma aceleração de $6,0 \text{ m/s}^2$. A constante elástica da mola, em N/m, é igual a (se necessário, use $g = 10 \text{ m/s}^2$):

- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 10,0
- d) 200,0
- e) 1.000,0



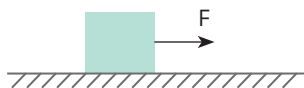
14. (ENEM) A força de atrito é uma força que depende do contato entre corpos. Pode ser definida como uma força de oposição à tendência de deslocamento dos corpos e é gerada devido a irregularidades entre duas superfícies em contato. Na figura, as setas representam forças que atuam no corpo, e o ponto ampliado representa as irregularidades que existem entre as duas superfícies.



Na figura, os vetores que representam as forças que provocam o deslocamento e o atrito são, respectivamente:

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

15. (UFSM) Na figura, temos um bloco de massa igual a 10 kg sobre uma mesa, que apresenta coeficientes de atrito estático de 0,30 e cinético de 0,25. Aplica-se ao bloco uma força F de intensidade 20 N.



A intensidade da força de atrito presente no sistema vale (considere $g = 9,8 \text{ m/s}^2$):

- a) 20 N
- b) 24,5 N
- c) 29,4 N
- d) 6,0 N
- e) NRA

Instrução: As questões 16 e 17 referem-se ao enunciado abaixo.

Arrasta-se uma caixa de 40 kg sobre um piso horizontal, puxando-a com uma corda que exerce sobre ela uma força constante, de 120 N, paralela ao piso. A resultante das forças exercidas sobre a caixa é de 40 N. (Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2)

16. (UFRGS) Qual é o valor do coeficiente de atrito cinético entre a caixa e o piso?

- a) 0,10
- b) 0,20
- c) 0,30
- d) 0,50
- e) 1,00

17. (UFRGS) Considerando-se que a caixa estava inicialmente em repouso, quanto tempo decorre até que a velocidade média do seu movimento atinja o valor de 3 m/s?

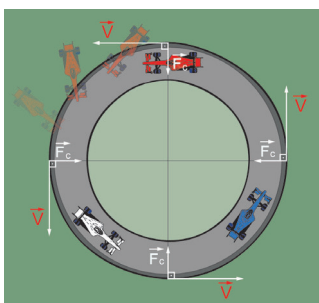
- a) 1,0 s
- b) 2,0 s
- c) 3,0 s
- d) 6,0s
- e) 12,0 s



Força Resultante Centrípeta (F_c)

Centrípeta é o nome dado à resultante de um sistema de forças quando ela assume a função de alterar a direção do vetor velocidade.

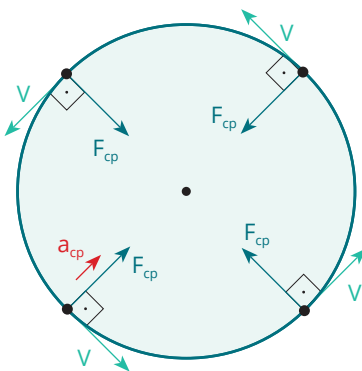
- ▶ Força responsável pelos movimentos curvilíneos;
- ▶ Força de contato (natureza);
- ▶ Tem direção radial (perpendicular à trajetória curvilínea);
- ▶ Possui mesma direção e sentido da aceleração centrípeta;
- ▶ Diretamente proporcional à massa do corpo;
- ▶ Diretamente proporcional ao quadrado da velocidade linear;
- ▶ Inversamente proporcional ao raio da trajetória curvilínea;
- ▶ Unidade no SI: N (newton).



$$\vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_c$$

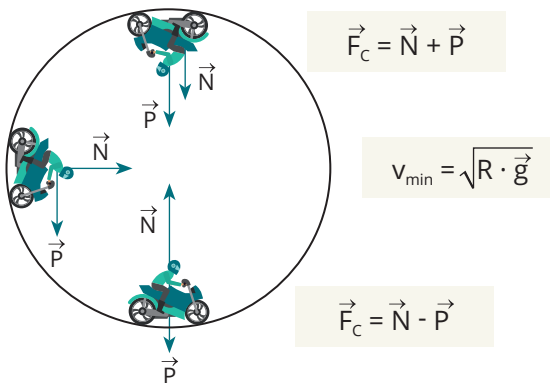
$$\vec{F}_c = \frac{m \cdot \vec{v}^2}{R}$$

$$\vec{F}_c = m \cdot \omega^2 \cdot R$$



Anotações:

Globo da morte



APOIO AO TEXTO

18. (UFRGS) Do ponto de vista de certo observador inercial, um corpo executa movimento circular uniforme sob a ação exclusiva de duas forças. Analise as seguintes afirmações a respeito dessa situação:

- Uma dessas forças necessariamente é centrípeta.
- Pode acontecer que nenhuma dessas forças seja centrípeta.
- A resultante dessas forças é centrípeta.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

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

19. (FURG) Uma criança com massa M (quilogramas) está sentada junto à borda de um carrissel que tem um diâmetro D (metros). Um observador, situado em um sistema de referência inercial, percebe que o carrissel demora T (segundos) para dar uma volta completa. A partir das informações, considere as seguintes afirmações:

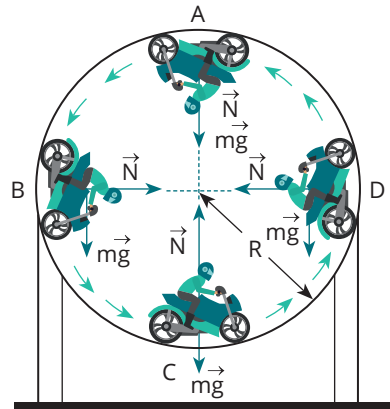
- Se a criança estivesse sentada em uma posição que corresponde à metade do raio do carrissel, o módulo da sua velocidade angular não seria o mesmo.
- Se a criança estivesse sentada em uma posição que corresponde à metade do raio do carrissel, o módulo da sua velocidade linear não seria o mesmo.
- A força centrípeta exercida sobre a criança independe do tempo que o carrissel demora para completar uma volta.
- A resultante das forças exercidas sobre a criança aponta, tangencialmente, no sentido do movimento.

Qual(is) a(s) afirmativa(s) está(ão) correta(s) sob o ponto de vista do observador inercial?

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



20. (UFPEL) A figura mostra um motociclista no “globo da morte”, de raio = 2,5 m, movendo-se no sentido indicado. A massa do conjunto motocicleta mais motociclista é $m = 140 \text{ kg}$, e $v = 7 \text{ m/s}$, a velocidade da motocicleta ao passar pelo ponto A.



Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, quais são, respectivamente, em newtons, no ponto A, os valores da força centrípeta que atua no conjunto motocicleta mais motociclista e o valor da reação normal do globo sobre o conjunto?

- a) 392 e 4.144
- b) 2.744 e 4.144
- c) 2.744 e 1.400
- d) 2.744 e 2.744
- e) 2.744 e 1.344

Anotações:





» Energia

• Trabalho mecânico

Introdução

Uma das grandezas mais importantes da Física (não só da Mecânica) é, sem dúvida alguma, o trabalho.

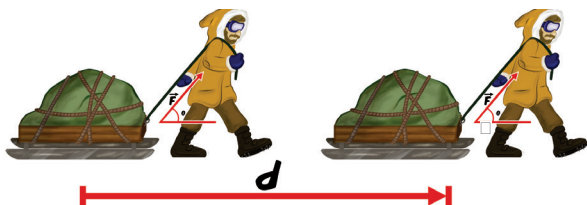
Aqui, as forças que estudaremos são consideradas de origem mecânica e, por isso, o trabalho realizado é chamado trabalho mecânico.

Duas grandezas são imprescindíveis para a existência do trabalho: força e deslocamento. A inexistência de uma dessas grandezas implicará a **não** realização de trabalho.

Trabalho de uma força

O trabalho de uma força constante \vec{F} , que forma com o deslocamento d um ângulo θ , é dado por:

$$W = \vec{F} \cdot d \cdot \cos \theta$$

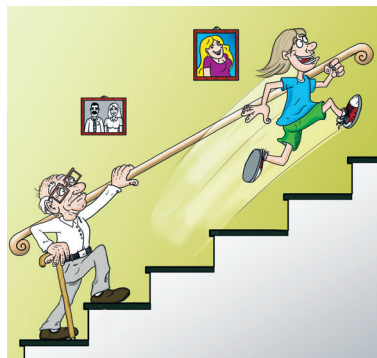


Observação

- ▶ É uma grandeza escalar;
- ▶ Trabalho é **positivo** quando a força **favorece** o movimento, e **negativo** quando a força se **opõe** ao movimento;
- ▶ Em um sistema conservativo, não depende da trajetória;
- ▶ Não depende do tempo;
- ▶ Forças perpendiculares à direção do movimento não realizam trabalho;
- ▶ A força centrípeta **nunca** realiza trabalho (por ser sempre perpendicular à direção do movimento);
- ▶ Em movimentos uniformes (MRU ou MCU), a força resultante não realiza trabalho;
- ▶ Unidade no S.I.: J (joule).

Potência mecânica

Potência é a rapidez com que o sistema realiza trabalho.



Uma pessoa que sobe uma escada correndo (em pouco tempo) desenvolve maior potência do que aquela que sobe a mesma escada lentamente (maior tempo).

No S.I.: W (Watt): J/s

Utilizam-se também as unidades **HP (horse power)** e **cv (cavalo-vapor)**.

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ W}$$

$$1 \text{ cv} = 735 \text{ W}$$

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

Anotações:



• Energia

Energia cinética (E_c)

- ▶ É uma grandeza escalar.
- ▶ Energia associada ao movimento.
- ▶ Diretamente proporcional à massa.
- ▶ Diretamente proporcional ao quadrado da velocidade.
- ▶ Unidade no S.I.: J (joule).

$$E_c = \frac{m\vec{v}^2}{2}$$



Energia potencial gravitacional (E_{pg})

- ▶ É uma grandeza escalar.
- ▶ Energia associada à altura.
- ▶ Diretamente proporcional à massa.
- ▶ Diretamente proporcional à aceleração da gravidade local.
- ▶ Diretamente proporcional à altura.

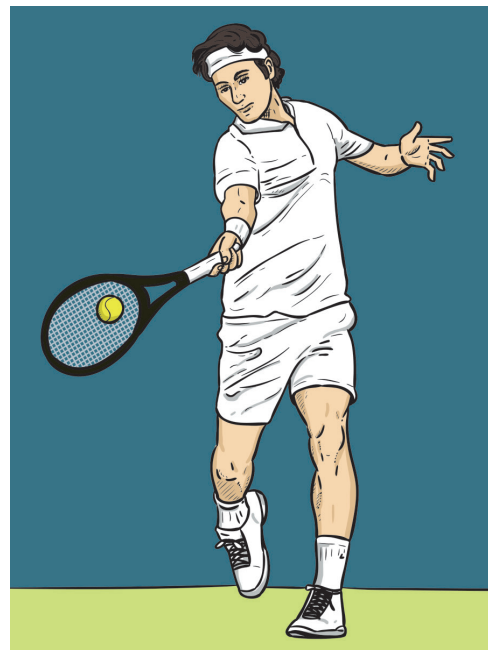
$$E_p = m\vec{g}h$$



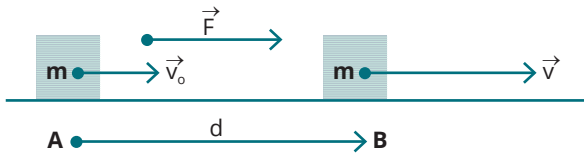
Energia potencial elástica (E_{pe})

- ▶ É uma grandeza escalar.
- ▶ Energia associada à deformação.
- ▶ Diretamente proporcional à constante elástica.
- ▶ Diretamente proporcional ao quadrado da deformação.
- ▶ Unidade no S.I.: J (joule).

$$E_p = \frac{Kx^2}{2}$$



Teorema da energia cinética



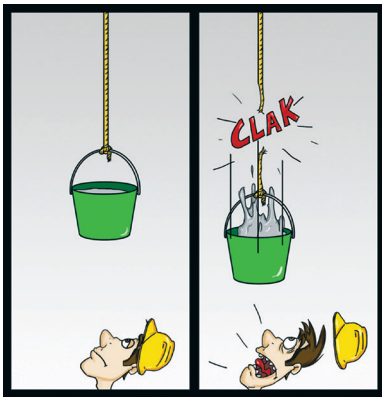
O trabalho da resultante das forças agentes em um corpo entre dois instantes é igual à variação da energia cinética experimentada pelo corpo naquele intervalo de tempo.

$$W_{FR} = \Delta E_C$$

$$W_{FR} = \frac{m\vec{v}^2}{2} - \frac{m\vec{v}_0^2}{2}$$

Energia mecânica

Entende-se por energia mecânica (E_M) de um sistema a soma de suas energias cinética e potencial; essa energia potencial pode ser gravitacional ou elástica.



$$E_M = E_C + E_P$$



Simulação interativa
- Energia mecânica

Na queda, a energia potencial de interação gravitacional transforma-se em energia cinética.

Em um sistema conservativo, $E_M = \text{constante}$.

Para resolver as questões, inicie sempre:

$$E_{MA} = E_{MB}$$

► **Sistemas conservativos:** sistemas nos quais existem somente as forças conservativas (peso, força elástica, força elétrica), isto é, conserva energia mecânica em todos os pontos do sistema.

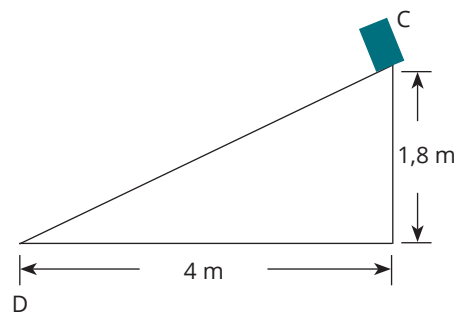
► **Sistemas não conservativos:** sistemas nos quais existem as forças não conservativas (atrito do ar, atrito do chão), isto é, não há conservação de energia mecânica em todos os pontos do sistema.

APOIO AO TEXTO

1. (UFSM) Qual o trabalho, em joules, desenvolvido por uma força constante que foi aplicada em um corpo de massa igual a 10 kg e que altera a velocidade desse corpo de 10 m/s para 20 m/s?

- 500
- 1.000
- 1.500
- 2.000
- 25.000

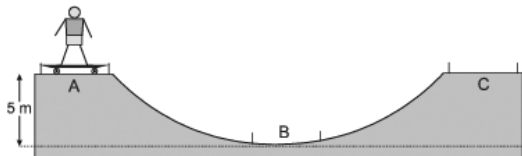
2. (UPF) Uma caixa de massa m é abandonada em repouso no topo de um plano inclinado (ponto C). Nessas condições e desprezando-se o atrito, é possível afirmar que a velocidade com que a caixa atinge o final do plano (ponto D), em m/s, é: (considere $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- 6
- 36
- 80
- 18
- 4



3. (UFSM) Um estudante de Educação Física com massa de 75 kg se diverte numa rampa de skate de altura igual a 5 m. Nos trechos A, B e C, indicados na figura, os módulos das velocidades do estudante são v_A , v_B e v_C , constantes, num referencial fixo na rampa. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e ignore o atrito.



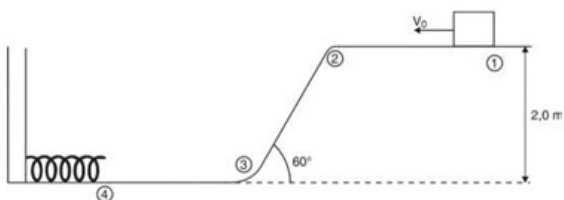
São feitas, então, as seguintes afirmações:

- I. $v_B = v_A + 10 \text{ m/s}$.
- II. Se a massa do estudante fosse de 100 kg, o aumento do módulo de velocidade v_B seria $4/3$ maior.
- III. $v_C = v_A$.

Está(ão) correta(s):

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

4. (UFPEL) Na figura abaixo, você tem um bloco de massa 2 Kg que se move com velocidade inicial (V_0) de 3m/s sobre a superfície, sem atrito, descrevendo a trajetória 1, 2, 3, 4 e comprimindo a mola, suposta ideal, de constante elástica 1.568 N/m. Sendo $g = 10\text{m/s}^2$, analise as afirmativas abaixo.



- I. A energia mecânica no ponto 3 é a mesma do ponto 1.
- II. A velocidade do bloco no ponto 3 é 7 m/s.
- III. A força que age no bloco no trajeto entre os pontos 2 e 3 é 10 N.
- IV. Após comprimir a mola, o bloco retorna, atingindo o ponto 2 com velocidade de 7 m/s.
- V. A compressão máxima que a mola sofre é de 25 cm.

Estão corretas apenas as afirmativas:

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

5. (UFSM) Na preparação física, um atleta comprime em 20 cm uma mola de constante elástica de 200 N/m. Se o atleta realiza 15 ciclos de compressão e descompressão por minuto, com movimentos aproximadamente uniformes tanto na ida como na volta, então, depois de exercitar-se por 5 minutos, a quantidade de energia gasta pelo atleta no exercício, em J, é de:

- a) 30
- b) 300
- c) 600
- d) 1.200
- e) 2.400

6. (UFSM) Após a marcação de um gol, o artilheiro corre e comemora jogando-se, de barriga, no chão. Se o atleta de 70 Kg atinge o solo com velocidade horizontal de 4 m/s e percorre 4 m até parar, o módulo da força de atrito da grama sobre o jogador é de, em N:

- a) 280
- b) 140
- c) 35
- d) 4
- e) 2

Anotações:



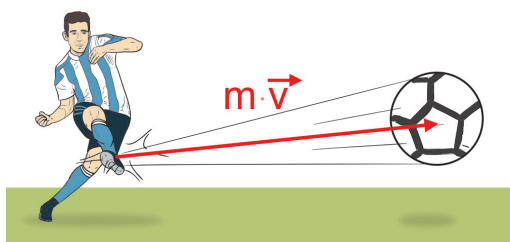


» Mecânica impulsiva

• Quantidade de movimento ou momento linear (\vec{Q})

Seja um corpo de massa m , dotado de velocidade e que possa ser considerado um ponto material, define-se sua **quantidade de movimento** como sendo a grandeza vetorial expressa pelo produto:

$$\vec{Q} = m \cdot \vec{v}$$

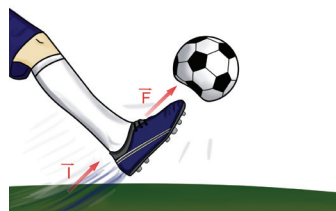


Observação

- ▶ É uma grandeza vetorial de mesma direção e sentido da velocidade;
- ▶ É uma grandeza instantânea;
- ▶ É diretamente proporcional à velocidade;
- ▶ Em movimentos circulares uniformes, é constante apenas em módulo.
- ▶ Unidade no S.I.: kg.m/s

• Impulso de uma força

Ao empurrar um corpo ou chutar uma bola, você gasta um certo tempo. É o tempo necessário para que se manifestem os efeitos das forças: alteração de velocidade e/ou deformação. Esses fatos mostram a necessidade de introduzir uma grandeza que leve em conta as forças e o intervalo de tempo no qual elas ocorrem.



Impulso de uma força constante (\vec{I})

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

Observação

- ▶ É uma grandeza vetorial de mesma direção e sentido da força;
- ▶ Não é uma grandeza instantânea;
- ▶ É diretamente proporcional à força para um mesmo intervalo de tempo;
- ▶ Produzido por forças de campo ou de contato;
- ▶ Unidade no S.I.: N.s

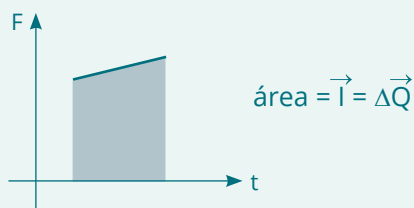
Teorema do impulso

O impulso da resultante das forças que atuam em um ponto material, em um intervalo de tempo, é igual à variação da quantidade de movimento.

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q}$$

$$\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot (\vec{v} - \vec{v}_0)$$

Observação



Conservação da quantidade de movimento

Considere um sistema de corpos isolado de forças externas. Por sistema isolado de forças externas, entenda:

- ▶ não atuam forças externas, podendo, no entanto, haver forças internas entre os corpos;
- ▶ existem ações externas, mas sua resultante é nula;
- ▶ existem ações externas, mas tão pouco intensas (quando comparadas às ações internas) que podem ser desprezadas.



PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO

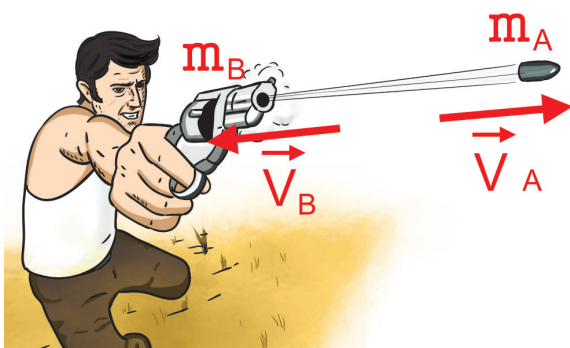
A quantidade de movimento de um sistema de corpos isolados de forças externas é constante.

Assim, temos:

$$|\vec{Q}_{\text{inicial}}| = |\vec{Q}_{\text{final}}|$$

Disparos, explosões e empurrões

- ▶ As forças atuam em corpos distintos;
- ▶ As forças atuam somente no contato (natureza);
- ▶ As forças possuem mesmo módulo, mesma direção e sentidos opostos;
- ▶ As quantidades de movimento adquiridas pelos corpos são iguais em módulo.

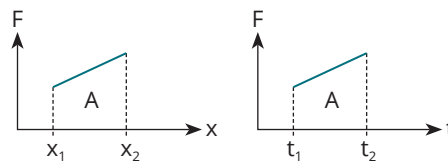


APOIO AO TEXTO

1. (UFSM) Um corpo é submetido à ação de uma força resultante \vec{F} , durante um intervalo de tempo Δt . O teorema do impulso afirma, para esse caso, que o impulso de \vec{F} , durante o intervalo Δt :

- a) é o produto do valor da força pelo intervalo de tempo.
- b) tem a dimensão da força.
- c) é igual à variação da quantidade de movimento do corpo nesse intervalo Δt .
- d) é a variação da energia cinética do corpo nesse intervalo Δt .
- e) é igual ao trabalho realizado por \vec{F} nesse intervalo Δt .

2. (FURG) As duas figuras abaixo referem-se a dois movimentos distintos. Nelas, F significa força, x posições e t tempo.



As áreas A , abaixo dos gráficos, representam, respectivamente:

- a) Trabalho - Impulso
- b) Potência - Impulso
- c) Potência - Trabalho
- d) Trabalho - Energia Potencial
- e) Trabalho - Energia Cinética

3. (UFSM) Uma granada de massa m , em repouso, explode em dois pedaços. Um pedaço de $m/4$ vai para a direita, com velocidade v ; o outro pedaço vai:

- a) para a esquerda, com velocidade v .
- b) para a esquerda, com velocidade $3v$.
- c) para a esquerda, com velocidade $v/3$.
- d) para a direita, com velocidade v .
- e) para a direita, com velocidade $3v$.

4. Sobre a conservação da quantidade de movimento, analise as afirmativas abaixo:

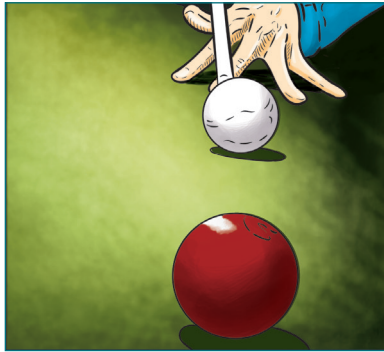
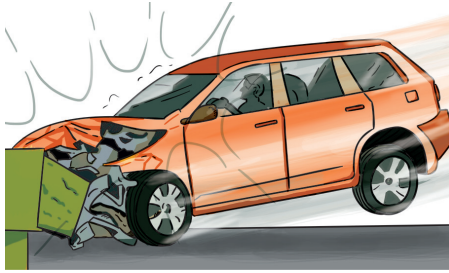
- I. Só é válida em um sistema de corpos isolados de forças externas.
- II. Em um sistema, mesmo existindo forças externas, a resultante delas e o impulso produzido devem ser nulos, para que ocorra a conservação da quantidade de movimento.
- III. Em uma explosão de um corpo isolado de forças externas, a soma das quantidades de movimento dos fragmentos deve ser igual à quantidade de movimento do corpo antes da explosão.

Marque a única alternativa correta.

- a) São corretas apenas as afirmativas I e II.
- b) São corretas apenas as afirmativas I e III.
- c) São corretas apenas as afirmativas II e III.
- d) Todas as afirmativas são corretas.
- e) Todas as afirmativas são falsas.



• Choques (colisões)



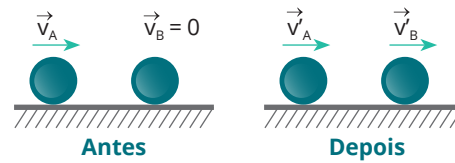
Durante as colisões (choques), os corpos envolvidos no processo trocam forças, que podem provocar deformações de tais corpos. Essas forças são consideradas forças internas em relação ao sistema constituído pelos corpos.

Podemos, de maneira geral, dizer que o choque é um sistema livre de forças externas.

$$|\vec{Q}_{\text{inicial}}| = |\vec{Q}_{\text{final}}|$$

Tipos de choques

► **Choque perfeitamente elástico:** é o choque no qual se observa a conservação da energia cinética do sistema.



Conservação da energia cinética do sistema

$$E_{c_{\text{antes}}} = E_{c_{\text{depois}}}$$

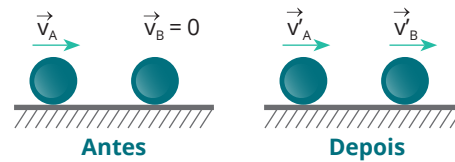
$$\frac{m_A \cdot \vec{v}_A^2}{2} = \frac{m_A \cdot \vec{v}_A^2}{2} + \frac{m_B \cdot \vec{v}_B^2}{2}$$

Conservação da quantidade de movimento do sistema

$$\vec{Q}_{\text{antes}} = \vec{Q}_{\text{depois}}$$

$$m_A \cdot \vec{v}_A = m_A \cdot \vec{v}_A + m_B \cdot \vec{v}_B$$

► **Choque parcialmente elástico:** aquele no qual há dissipação parcial de energia.



Conservação da quantidade de movimento do sistema

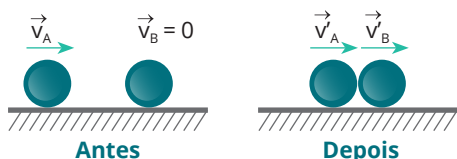
$$\vec{Q}_{\text{antes}} = \vec{Q}_{\text{depois}}$$

$$m_A \cdot \vec{v}_A = m_A \cdot \vec{v}_A + m_B \cdot \vec{v}_B$$

Anotações:



► **Choque inelástico:** aquele no qual a dissipação de energia cinética é máxima. Após a colisão, os corpos permanecem grudados.



Conservação da quantidade de movimento

$$\vec{Q}_{\text{antes}} = \vec{Q}_{\text{depois}}$$

$$m_A \cdot \vec{v}_A = \vec{v} \cdot (m_A + m_B)$$

Coefficiente de restituição

Para medir a variação de energia cinética eventualmente ocorrida em um choque, é comum recorrer a uma grandeza adimensional chamada **coeficiente de restituição (e)**, que é dado pela razão entre a velocidade relativa de afastamento dos corpos depois do choque e a velocidade relativa de aproximação dos corpos antes do choque:

$$e = \frac{V_{\text{relativa de afastamento}}}{V_{\text{relativa de aproximação}}}$$

QUADRO-RESUMO

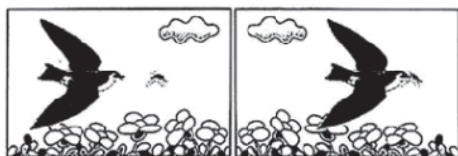
| Principais tipos de choques | Coefficiente de restituição | Energia cinética (sistema) | Quantidade de movimento (sistema) |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---|
| Choque perfeitamente inelástico | $e = 0$ | Máxima dissipação | $Q_{\text{inicial}} = Q_{\text{final}}$ |
| Choque parcialmente elástico | $0 < e < 1$ | Dissipação parcial | $Q_{\text{inicial}} = Q_{\text{final}}$ |
| Choque perfeitamente elástico | $e = 1$ | Conservação | $Q_{\text{inicial}} = Q_{\text{final}}$ |

APOIO AO TEXTO

5. (UFRGS) Duas bolas de bilhar colidiram de forma completamente elástica. Então, em relação à situação anterior à colisão:

- a) suas energias cinéticas individuais permaneceram iguais.
- b) suas quantidades de movimento individuais permaneceram iguais.
- c) a energia cinética total e a quantidade de movimento total do sistema permaneceram iguais.
- d) as bolas de bilhar se movem, ambas, com a mesma velocidade final.
- e) apenas a quantidade de movimento total permanece igual.

6. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir, na ordem em que aparecem.



Nessas circunstâncias, pode-se afirmar que, imediatamente após apanhar o inseto, o módulo da velocidade final da andorinha é _____ módulo de sua velocidade inicial, e que o ato de apanhar o inseto pode ser considerado uma colisão _____.

- a) maior que o - inelástica
- b) menor que o - elástica
- c) maior que o - elástica
- d) menor que o - inelástica
- e) igual ao - inelástica

7. (UFSM) Uma bola de borracha colide perpendicularmente com uma superfície rígida e fixa, em uma colisão perfeitamente elástica. No início da colisão, a quantidade de movimento da bola é Q . A quantidade de movimento da bola, logo após a colisão, é:

- a) $\frac{1}{2} Q$
- b) $-Q$
- c) $+Q$
- d) $-2 Q$
- e) $+2 Q$

8. (UFSM) Uma flecha de massa 100 g, a uma velocidade de 24 m/s, encontra uma ave, com massa de 900 g, livre, em repouso sobre um galho. A ave ferida mais a flecha passam a ser um único corpo, com velocidade final, em m/s, de:

- a) zero.
- b) 0,6
- c) 1,2
- d) 2,4
- e) 6

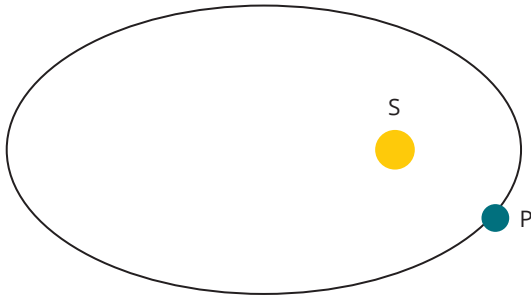




» Gravitação universal

• Leis de Kepler

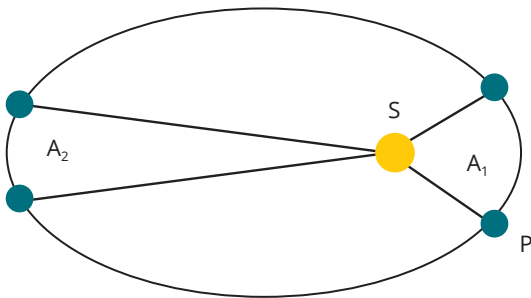
1ª Lei de Kepler: Lei das Órbitas



Todo planeta descreve, em torno do Sol, uma órbita elíptica na qual o Sol ocupa um dos focos.

2ª Lei de Kepler: Lei das Áreas

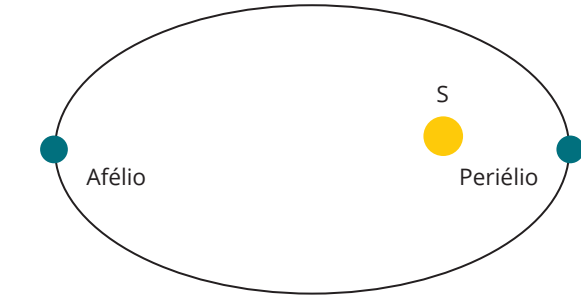
Podemos enunciar esta 2ª Lei da seguinte maneira:
O segmento da reta que une o centro do Sol ao centro do planeta varre áreas iguais em tempos iguais.



$$A_1 = A_2 \quad \longrightarrow \quad \Delta t_1 = \Delta t_2$$

A velocidade de translação de um planeta é a função decrescente da distância do planeta ao Sol.

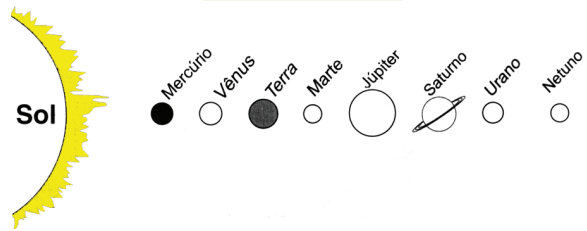
Isso significa que, à medida que o planeta se aproxima do Sol, sua velocidade de translação aumenta. Da mesma forma, à medida que o planeta se afasta do Sol, sua velocidade de translação diminui.



3ª Lei de Kepler: Lei dos Períodos

“O quadrado do período de revolução de qualquer planeta ao redor do Sol é diretamente proporcional ao cubo da distância média (raio médio) que os separa.”

$$T^2 = K \cdot R^3$$

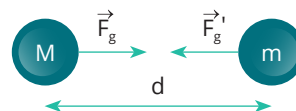


Conclusão: quanto maior a distância média entre o Sol e o Planeta, maior será o período de revolução.

• Lei da gravitação universal de Newton

Examinando as leis de Kepler, Newton chegou à lei da gravitação universal, que é a seguinte:

A força gravitacional entre dois corpos tem intensidade diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa seus centros de massa.

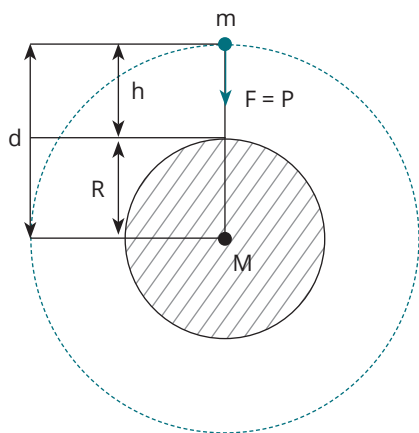


$$\vec{F}_g = \frac{GMm}{d^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$$



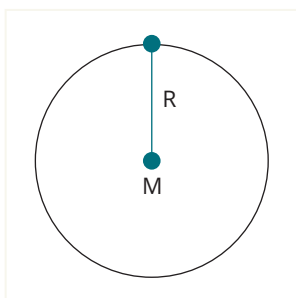
Aceleração da gravidade terrestre



$$\vec{g} = \frac{G \cdot M}{(R + h)^2}$$

Essa última expressão nos mostra de que forma varia a aceleração da gravidade \vec{g} em função da altura h .

Caso seja considerado o ponto na superfície terrestre, a expressão fica:



$$g = \frac{G \cdot M}{R^2}$$

• Satélites

Estudo do movimento de um satélite genérico

Seja a seguinte figura, em que um satélite genérico gravita em órbita circular em torno da Terra. Nessas condições, seu movimento é uniforme.

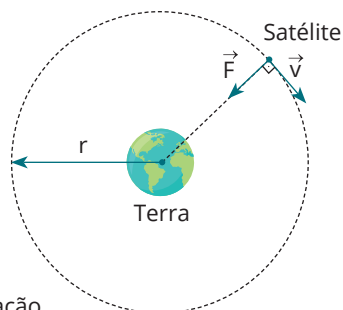
Sejam:

r: raio da órbita do satélite;

M: massa da Terra;

m: massa do satélite;

G: constante da gravitação.



Determinação da velocidade orbital (v)

A força \vec{F} de atração gravitacional, que o satélite recebe da Terra, é a resultante centrípeta em seu movimento circular e uniforme:

$$\vec{F}_{CP} = \frac{m\vec{v}^2}{r}$$

$$\vec{F} = \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2}$$

$$\vec{v} = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

$$\vec{F} = \vec{F}_{cp}$$

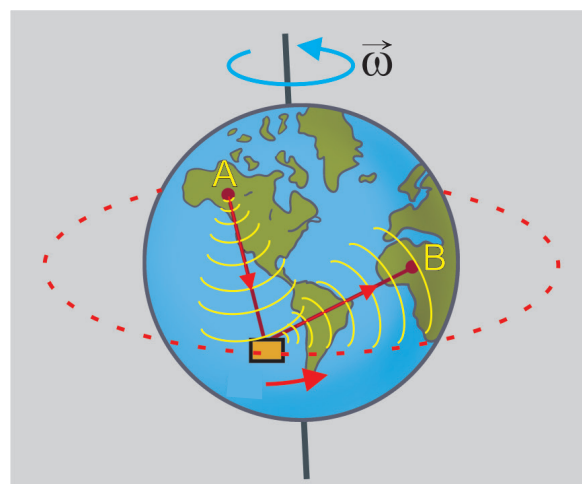
v independe da massa do satélite, sendo inversamente proporcional à raiz quadrada de r .

SATÉLITES ESTACIONÁRIOS

Satélites estacionários recebem esse nome pelo fato de se apresentarem “parados” em relação a um referencial fixo ligado à superfície da Terra.

Os satélites estacionários têm órbitas circulares contidas no plano equatorial. Seu período de revolução é de 24 horas (igual ao de rotação da Terra), e o raio médio de sua órbita é de 6,7 raios terrestres aproximadamente.

A aplicação mais importante para esses satélites está nas telecomunicações. Um sinal de TV, por exemplo, é emitido da Terra para o satélite. Este capta o sinal, amplifica-o e emite-o para o local que deve receber a transmissão. A ilustração seguinte mostra o que descrevemos.



Aqui está representada uma transmissão via satélite. Um sinal eletromagnético emitido do ponto A é captado pelo satélite e transmitido para o ponto B.



Vídeo - Satélites estacionários



1. (UFSC) Durante aproximados 20 anos, o astrônomo dinamarquês Tycho Brahe realizou rigorosas observações dos movimentos planetários, reunindo dados que serviram de base para o trabalho desenvolvido, após sua morte, por seu discípulo, o astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630). Kepler, possuidor de grande habilidade matemática, analisou cuidadosamente os dados coletados por Tycho Brahe, ao longo de vários anos, tendo descoberto três leis para o movimento dos planetas.

Apresentamos, a seguir, o enunciado das três leis de Kepler.

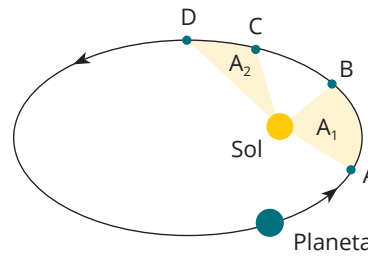
- ▶ **1ª lei de Kepler:** cada planeta descreve uma órbita elíptica em torno do Sol, em que o Sol ocupa um dos focos.
- ▶ **2ª lei de Kepler:** o raio-vetor (segmento de reta imaginário que liga o Sol ao planeta) “varre” áreas iguais, em intervalos de tempo iguais.
- ▶ **3ª lei de Kepler:** os quadrados dos períodos de translação dos planetas em torno do Sol são proporcionais aos cubos dos raios médios de suas órbitas.

Assinale a(s) proposição(ões) que apresenta(m) conclusão(ões) correta(s) das leis de Kepler:

- 01. A velocidade média de translação de um planeta em torno do Sol é diretamente proporcional ao raio médio de sua órbita.
- 02. O período de translação dos planetas em torno do Sol não depende da massa destes.
- 04. Quanto maior o raio médio da órbita de planeta em torno do Sol, maior será o período de seu movimento.
- 08. A 2ª lei de Kepler assegura que o módulo da velocidade de translação de um planeta em torno do Sol é constante.
- 16. A velocidade de translação da Terra em sua órbita aumenta à medida que ela se aproxima do Sol e diminui à medida que ela se afasta.
- 32. Os planetas situados à mesma distância do Sol devem ter a mesma massa.
- 64. A razão entre os quadrados dos períodos de translação dos planetas em torno do Sol e os cubos dos raios médios de suas órbitas apresenta um valor constante.

Dê, como resposta, a soma das alternativas corretas.

2. A figura a seguir representa um planeta se deslocando em torno do Sol. O planeta realiza uma órbita elíptica, de modo que o tempo que demora para ir da posição A para a posição B é o mesmo que para ir de C até D. Afirma-se que:



- I. A área varrida pelo segmento que liga o Sol ao planeta, durante o deslocamento do planeta de A para B (área A_1), é igual à área que esse segmento varre quando o planeta se desloca de C para D (área A_2).
- II. A velocidade escalar média do planeta no trajeto AB é maior do que no trajeto CD.
- III. Como a massa do Sol é muito maior do que a massa do planeta, certamente a força que o Sol exerce sobre o planeta é maior do que aquela que o planeta exerce sobre o Sol.
- IV. A força de interação gravitacional entre o planeta e o Sol é inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa.

Podemos concluir que as afirmações corretas são:

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

Anotações:



3. (UFSM) O astronauta brasileiro permaneceu, por alguns dias, numa órbita circular, a uma altura de 400 km. A mídia apresentou fotos e cenas onde ele aparecia flutuando no interior da nave, em situação de imponderabilidade, e deu, como explicação, a ausência de peso. Isso não pode ser verdade porque, se assim fosse, que força o manteria em órbita? Se g representa o módulo da aceleração gravitacional ao nível do mar e se 400 km correspondem a 1/16 do raio terrestre, a aceleração gravitacional do astronauta àquela altura era:

- a) 0
- b) $g/16$
- c) $g/17$
- d) $(16/17)^2g$
- e) $(15/16)^2g$

4. (UFSM) A lua não colapsa sobre a Terra, porque:

- a) ela é atraída pelo sol.
- b) ela atrai a Terra.
- c) a Terra tem rotação.
- d) ela gira em torno da Terra.
- e) a Terra tem gravidade fraca.

5. (UFSM) Algumas empresas privadas têm demonstrado interesse em desenvolver veículos espaciais com o objetivo de promover o turismo espacial. Nesse caso, um foguete ou avião impulsiona o veículo, de modo que ele entre em órbita ao redor da Terra. Admitindo-se que o movimento orbital é um movimento circular uniforme em um referencial fixo na Terra, é correto afirmar que:

- a) o peso de cada passageiro é nulo, quando esse passageiro está em órbita.
- b) uma força centrífuga atua sobre cada passageiro, formando um par ação-reação com a força gravitacional.
- c) o peso de cada passageiro atua como força centrípeta do movimento; por isso, os passageiros são acelerados em direção ao centro da Terra.
- d) o módulo da velocidade angular dos passageiros, medido em relação a um referencial fixo na Terra, depende do quadrado do módulo da velocidade tangencial deles.
- e) a aceleração de cada passageiro é nula.

6. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que elas aparecem. A relação que deve existir entre o módulo v da velocidade linear de um satélite artificial em órbita circular ao redor da terra e o raio r dessa órbita é:

$$v = \sqrt{GM/r}$$

onde G é a constante de gravitação universal e M a massa da terra. Conclui-se dessa relação que v _____ da massa do satélite, e que, para aumentar a altitude da órbita, é necessário que v _____.

- a) não depende - permanece o mesmo
- b) não depende - aumenta
- c) não depende - diminua
- d) depende - aumenta
- e) depende - diminua

Anotações:





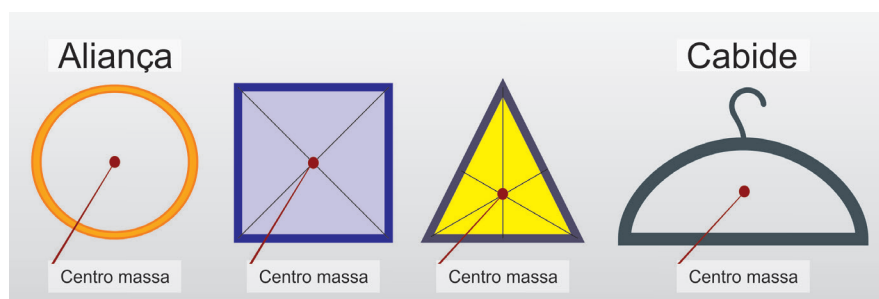
» Estática

• Centro de massa e ideia de ponto material

Centro de massa de um corpo extenso ou de um sistema de partículas é uma idealização utilizada em Física para reduzir o problema da ação de forças externas sobre esse corpo ou sistema de partículas. A ideia é tentar reduzi-los a uma partícula de massa igual à massa total do corpo extenso ou do sistema de partículas, posicionada justamente no centro de massa.

O centro de gravidade é um ponto em torno do qual o peso do corpo está igualmente distribuído em todas as direções. O centro de gravidade de um corpo coincide com seu centro de massa quando a aceleração da gravidade tiver o mesmo valor em toda a extensão do corpo. Isso significa que, para corpos com dimensão pequena comparada à da Terra, como têm o mesmo valor de aceleração da gravidade para todas as diferentes partes do corpo, seu centro de gravidade coincide com seu centro de massa.

Vejam, na figura abaixo, alguns exemplos de corpos e seus centros de massa.



Equilíbrio de um ponto

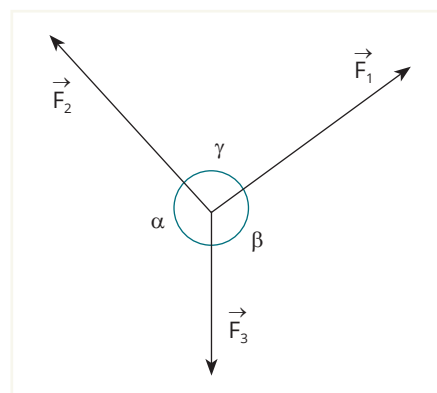
Um ponto encontra-se em equilíbrio quando a resultante das forças que atuam no ponto é nula.

$$\vec{F}_R = 0$$

Anotações:

Para a resolução de problemas de equilíbrio de um ponto, recorreremos ao Teorema de Lamy.

TEOREMA DE LAMY

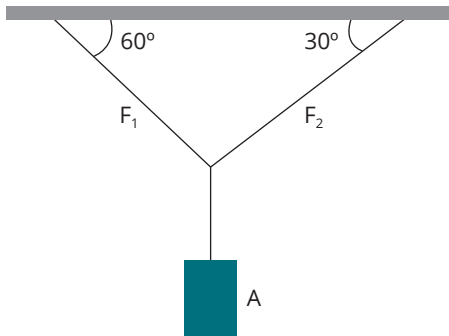


$$\frac{\vec{F}_1}{\text{sen } \alpha} = \frac{\vec{F}_2}{\text{sen } \beta} = \frac{\vec{F}_3}{\text{sen } \gamma}$$



POIO AO TEXTO

1. Considere a figura, na qual as forças F_1 e F_2 mantêm em equilíbrio o objeto A, que tem 10 kg. Para que assim se mantenha, a força F_2 vale, em N:

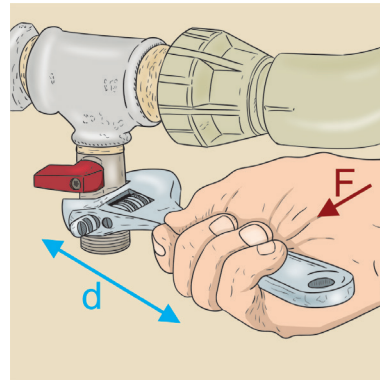


Considere $\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$; $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$; e $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- a) 25
- b) 32
- c) 43
- d) 47
- e) 50

Momento de uma força (torque)

O momento surge quando há giro ou tendência ao giro. Essa tendência de rotação tem uma intensidade dada por:



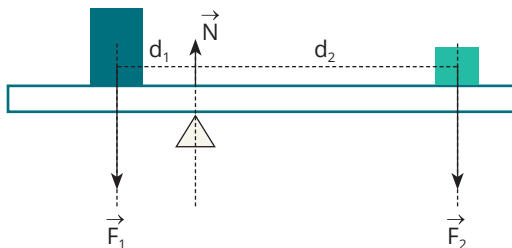
$$\vec{M} = \vec{F} \cdot d$$

Observação

- ▶ **Momento** é uma **grandeza vetorial**.
- ▶ Se a força não for perpendicular, usamos a relação $M = F \cdot d \cdot \sin \theta$.

Equilíbrio de um corpo extenso

| Condições | | |
|---|-----------------|--|
| 1º A resultante de todas as forças que agem no corpo é nula. | $\vec{F}_R = 0$ | Condição que faz com que o corpo não tenha translação. |
| 2º A resultante dos momentos de todas as forças que atuam sobre o corpo em relação a um mesmo ponto é nula. | $\vec{M}_R = 0$ | Condição que faz com que o corpo não tenha rotação. |



$$\vec{F}_R = 0 \rightarrow \vec{N} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

Não há translação.

$$\vec{M}_R = 0 \rightarrow \vec{F}_1 d_1 = \vec{F}_2 d_2$$

Não há rotação.

$$|\vec{M}_1| = |\vec{M}_2|$$

Observação

O peso da barra (se for considerado) é aplicado ao seu centro da gravidade.

Anotações:



Máquinas simples

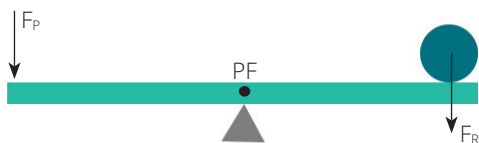
São objetos que nos ajudam na realização de tarefas.

Alavancas

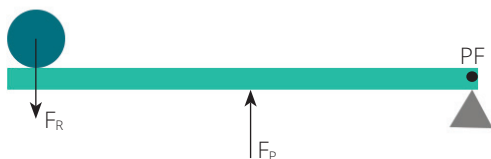
Dispositivo constituído por uma barra rígida que gira em torno de um ponto fixo.

TIPOS DE ALAVANCAS

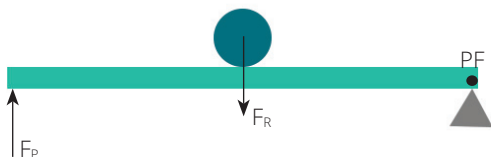
► **Interfixa:** É aquela cujo ponto está em algum lugar entre a força potente e a força resistente.



► **Interpotente:** É aquela cuja força potente está em lugar entre o ponto fixo e a força resistente.



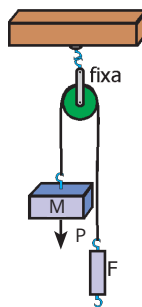
► **Inter-resistente:** É aquela cuja força resistente está em algum lugar entre a força e o ponto fixo.



Anotações:

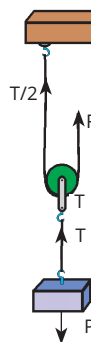
TIPOS DE POLIAS

► **Polia fixa:** É aquela que tem a função de mudar a direção e/ou sentido de atuação da força. Pode oferecer comodidade para exercer uma tarefa.



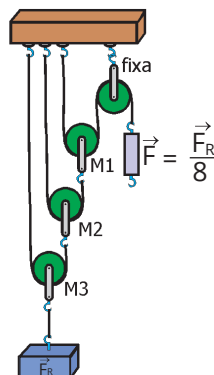
$$\vec{F} = \vec{P}$$

► **Polia móvel:** Oferece ao operador uma vantagem mecânica, que consiste numa redução do esforço físico, pois a presença desse dispositivo reduz pela metade a força que deve ser exercida na corda para sustentar um corpo acoplado na polia.



$$\vec{F} = \vec{P}/2$$

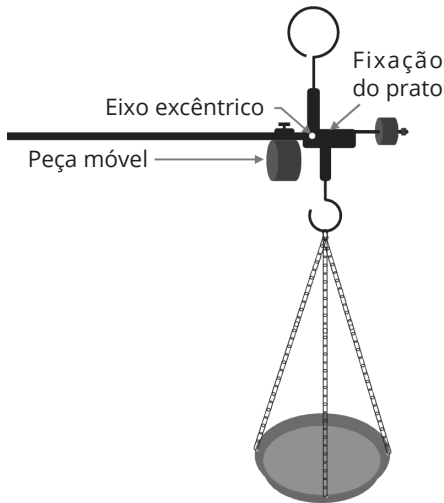
► **Talha exponencial:** É um conjunto de polias fixas e móveis, no qual quanto maior o número de polias móveis, menor deverá ser a força aplicada, em que **n** é o número de solda nas móveis.



$$\vec{F}_m = \frac{\vec{F}_R}{2^n}$$



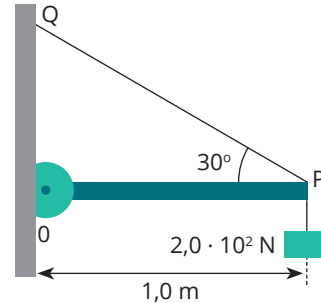
2. (UFSM) Nas feiras livres, em que alimentos *in natura* podem ser vendidos diretamente pelos produtores aos consumidores, as balanças mecânicas ainda são muito utilizadas. A “balança romana”, representada na figura, é constituída por uma barra suspensa por um gancho, presa a um eixo excêntrico, que a divide em dois braços de comprimentos diferentes. O prato, no qual se colocam os alimentos a serem pesados, é preso ao braço menor. Duas peças móveis, uma em cada braço, são posicionadas de modo que a barra repouse na horizontal, e a posição sobre a qual se encontra a peça móvel do braço maior é então marcada como o zero da escala. Quando os alimentos são colocados sobre o prato, a peça do braço maior é movida até que a barra se equilibre novamente na horizontal.



Sabendo que o prato é preso a uma distância de 5 cm do eixo de articulação e que o braço maior mede 60 cm, qual deve ser, em kg, a massa da peça móvel para que seja possível pesar até 6 kg de alimentos?

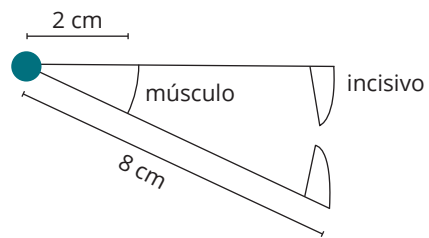
- a) 0,5
- b) 0,6
- c) 1,2
- d) 5,0
- e) 6,0

3. (ACAFE) A barra OP, uniforme, cujo peso é $1,0 \cdot 10^2$ N, pode girar livremente em torno de O. Ela sustenta, na extremidade P, um corpo de peso $2,0 \cdot 10^2$ N. A barra é mantida em equilíbrio, em posição horizontal, pelo fio de sustentação PQ. Qual é o valor da força de tração no fio?



- a) $1,0 \cdot 10^2$ N
- b) $2,0 \cdot 10^2$ N
- c) $3,0 \cdot 10^2$ N
- d) $4,0 \cdot 10^2$ N
- e) $5,0 \cdot 10^2$ N

4. (UFSM) Suponha que, do eixo das articulações dos maxilares até os dentes da frente (incisivos), a distância seja de 8 cm e que o músculo responsável pela mastigação, que liga o maxilar à mandíbula, esteja a 2 cm do eixo, conforme o esquema.



Se a força máxima que o músculo exerce sobre a mandíbula for de 1.200 N, o módulo da força exercida pelos dentes da frente, uns contra os outros, em N, é de:

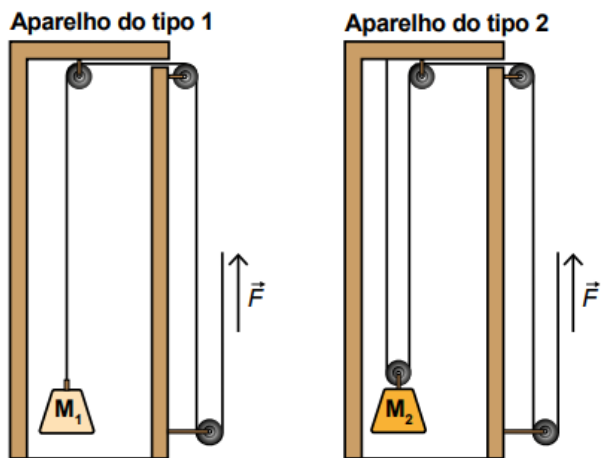
- a) 200
- b) 300
- c) 400
- d) 800
- e) 1.000



5. (ENEM 2023) Uma academia decide trocar gradualmente seus aparelhos de musculação. Agora, os frequentadores que utilizam os aparelhos do tipo 1 podem também utilizar os aparelhos do tipo 2, representados na figura, para elevar cargas correspondentes às massas M_1 e M_2 , com velocidade constante. A fim de que o exercício seja realizado com a mesma força F , os usuários devem ser orientados a respeito da relação entre as cargas nos dois tipos de aparelhos, já que as polias fixas apenas mudam a direção das forças, enquanto a polia móvel divide as forças.

Em ambos os aparelhos, considere as cordas inextensíveis, as massas das polias e das cordas desprezíveis e que não há dissipação de energia.

Anotações:



Para essa academia, qual deve ser a razão $\frac{M_2}{M_1}$ informada aos usuários?

- a) $\frac{1}{4}$
- b) $\frac{1}{2}$
- c) 1
- d) 2
- e) 4



» Algo mais

• Introdução à Física

A palavra Física (do grego: *physis*) significa **Natureza**. Física é uma das ciências que estudam a natureza. Em Física, qualquer acontecimento é chamado de **fenômeno**, ainda que não seja extraordinário ou excepcional.

Fenômeno

Fenômeno é toda modificação operada nos corpos pela ação dos agentes físicos ou químicos.

- ▶ **Fenômeno físico:** não altera a natureza dos corpos.
- ▶ **Fenômeno químico:** altera a natureza dos corpos.

Grandezas físicas

▶ **Grandezas escalares** são aquelas que ficam completamente definidas quando se fornece apenas seu módulo (valor numérico) acompanhado da sua unidade de medida.

– Exemplos: temperatura, massa, tempo, volume etc.

▶ **Grandezas vetoriais** são aquelas que só ficam completamente definidas quando, além do módulo acompanhado de sua unidade de medida, apresentam direção (horizontal, vertical etc.) e sentido (da esquerda para a direita, de cima para baixo etc.).

– Exemplos: velocidade, aceleração, força, impulso etc.

Sistema Internacional de Unidades

Em 1960, na reunião da Conferência Geral dos Pesos e Medidas, foram escolhidas as unidades oficiais para as grandezas. Esse conjunto de unidades é chamado de **Sistema Internacional de Unidades**, com abreviatura internacional **SI**.

Esse sistema compõe-se de unidades de base, unidades derivadas, múltiplos e submúltiplos de todas elas.

| Unidades de base | | |
|----------------------------------|------------|---------|
| Grandeza | Unidade | Símbolo |
| Comprimento | metro | m |
| Massa | quilograma | kg |
| Tempo | segundo | s |
| Intensidade de corrente elétrica | ampère | A |
| Temperatura termodinâmica | kelvin | K |
| Quantidade de matéria | mol | mol |
| Intensidade luminosa | candela | cd |

| Unidades derivadas | | |
|--------------------|-------------------------------|-------------------|
| Grandeza | Nome | Símbolo |
| Superfície | metro quadrado | m ² |
| Volume | metro cúbico | m ³ |
| Velocidade | metro por segundo | m/s |
| Aceleração | metro por segundo ao quadrado | m/s ² |
| Número de ondas | metro elevado na menos um | m ⁻¹ |
| Massa específica | quilograma por metro cúbico | kg/m ³ |

Para se escrever os múltiplos das unidades fundamentais, são usados prefixos. Vejamos alguns deles:

| Fator | Prefixo | Símbolo |
|------------------|---------|---------|
| 10 ⁹ | Giga | G |
| 10 ⁶ | Mega | M |
| 10 ³ | Quilo | k |
| 10 ⁻² | Centi | c |
| 10 ⁻³ | Mili | m |
| 10 ⁻⁶ | Micro | μ |

• Notação científica

Um número qualquer pode ser expresso sempre como uma multiplicação de um número **N**, compreendido entre 1 e 10, por uma potência de 10 adequada, **10ⁿ**, em que **n** é um expoente inteiro e **N** é tal que $1 \leq N < 10$.

$$N \cdot 10^n$$

O número **N** deve ser formado por todos os algarismos significativos que nele compõem.

– Exemplo: $62.300 = 6,23 \cdot 10^4$

Anotações:

Importante

Quando a vírgula do número N , na expressão $N \cdot 10^n$, for deslocada uma casa para a **direita**, o valor de n diminuirá em uma unidade. Se forem duas casas, n diminuirá duas unidades e assim por diante.

Caso a vírgula do número N seja deslocada para a **esquerda**, o valor de n **aumentará** tantas unidades quantas forem as casas “percorridas” pela vírgula.

• Medidas

Para melhor analisar as grandezas envolvidas em um fenômeno, a Física recorre a **medidas**.

Medidas de comprimento

No Sistema Internacional, a unidade de medida de comprimento é o **metro** (m). O metro possui múltiplos e submúltiplos. Os principais são:

MÚLTIPLOS

- ▶ quilômetro (km), $1 \text{ km} = 1.000 \text{ m} = 10^3 \text{ m}$
- ▶ hectômetro (hm), $1 \text{ hm} = 100 \text{ m} = 10^2 \text{ m}$
- ▶ decâmetro (dam), $1 \text{ dam} = 10 \text{ m}$

SUBMÚLTIPLOS

- ▶ decímetro (dm), $1 \text{ dm} = 10^{-1} \text{ m}$
- ▶ centímetro (cm), $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$
- ▶ milímetro (mm), $1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

Método prático

| km | hm | dam | m | dm | cm | mm |
|----|----|-----|---|----|----|----|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Anotações:

APOIO AO TEXTO

1 Execute as seguintes transformações:

- $1 \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$
- $101 \text{ dm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km}$
- $0,01 \text{ km} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$
- $2,34 \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dm}$

Analogamente, efetuaremos transformações de área e de volume.

No S.I., a unidade de área é o metro quadrado (m^2), que é a área de um quadrado cujo lado mede 1 metro.

A unidade de volume é o metro cúbico (m^3), que é o volume de um cubo de aresta igual a 1 metro. Outra unidade de volume muito usada é o litro, que é o volume de um cubo de aresta igual a 1 decímetro.

Medidas de área

| km^2 | hm^2 | dam^2 | m^2 | dm^2 | cm^2 | mm^2 |
|---------------|---------------|----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

APOIO AO TEXTO

2 Execute as seguintes transformações:

- $10 \text{ cm}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^2$
- $3 \text{ dm}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km}^2$
- $1.000 \text{ km}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^2$

Medidas de volume

| km^3 | hm^3 | dam^3 | m^3 | dm^3 | cm^3 | mm^3 |
|---------------|---------------|----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

APOIO AO TEXTO

3 Execute as seguintes transformações:

- $40 \text{ dm}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$
- $3 \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km}^3$
- $0,05 \text{ dm}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$

Medidas de massa

No Sistema Internacional, a unidade de massa é o **quilograma** (kg). Esse padrão foi estabelecido a partir da massa de um cilindro composto de 90% de platina e 10% de irídio, com 3,9 cm de diâmetro de base e 3,9 cm de altura. Esse cilindro se encontra conservado no Bureau Internacional de Pesos e Medidas, em Sèvres, na França.



Balança.

O quilograma possui submúltiplos. Os principais são:

- ▶ hectograma (hg), $1 \text{ hg} = 0,1 \text{ kg} = 10^{-1} \text{ kg}$
- ▶ decagrama (dag), $1 \text{ dag} = 0,01 \text{ kg} = 10^{-2} \text{ kg}$
- ▶ grama (g), $1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg} = 10^{-3} \text{ kg}$
- ▶ decigrama (dg), $1 \text{ dg} = 0,0001 \text{ kg} = 10^{-4} \text{ kg}$
- ▶ centigrama (cg), $1 \text{ cg} = 0,00001 \text{ kg} = 10^{-5} \text{ kg}$
- ▶ miligrama (mg), $1 \text{ mg} = 0,000001 \text{ kg} = 10^{-6} \text{ kg}$

Medidas de tempo

No Sistema Internacional, a unidade de tempo é o **segundo**. A rotação da Terra em torno do seu próprio eixo determinou o **dia**. Cada dia foi dividido, então, em **horas** (h), **minutos** (min) e **segundos** (s).

Com base no movimento de translação da Terra ao redor do Sol, determinou-se o **ano**, de modo que cada translação completa corresponde a um ano.

As principais relações entre as unidades de tempo são:

- ▶ $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
- ▶ $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3.600 \text{ s}$
- ▶ $1 \text{ dia} = 24 \text{ h} = 1.440 \text{ min} = 86.400 \text{ s}$
- ▶ $1 \text{ ano} = 365 \text{ dias} = 8.760 \text{ h} = 5,26 \cdot 10^5 \text{ min}$



Cronômetro.

APOIO AO TEXTO

- 4 Uma aula tem início exatamente às 21h15min25s e termina às 23h38min15s. Qual a duração desse “espetáculo”?

Importante

Embora não façam parte do Sistema Internacional, também são unidades de comprimento:

- ▶ 1 milha marítima = 1.852 m
- ▶ 1 jarda = 3 pés
- ▶ 1 polegada = 0,0254 m
- ▶ 1 angstrom = 10^{-10} m
- ▶ 1 pé = 12 polegadas
- ▶ 1 ano-luz = $9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$

• Vetores

Grandezas físicas

Em nosso cotidiano, definimos diariamente a medida de grandezas físicas, por exemplo: massa, tempo, velocidade e força. No entanto, algumas grandezas ficam completamente definidas com um número seguido de uma unidade de medida, como é o caso da massa e do tempo. Podemos dizer que a massa de um corpo é 10 kg, que o intervalo de tempo de uma viagem é de 2h, e, assim, as grandezas ficam totalmente definidas.

Porém, para o caso do estudo do movimento de um automóvel que viaja a 120 km/h, precisamos de uma orientação. Portanto, as grandezas físicas podem ser classificadas em escalares ou vetoriais.

GRANDEZA ESCALAR

São aquelas que ficam perfeitamente definidas por um número (quantidade) e por um significado físico (unidade).

- Exemplos: tempo, temperatura e massa.

GRANDEZA VETORIAL

São aquelas que, para ficarem perfeitamente definidas, precisam, além do valor numérico e da unidade, de uma **orientação** (direção e sentido).

- Exemplos: aceleração, velocidade e força.

Características que definem uma grandeza vetorial:

- ▶ módulo (intensidade);
- ▶ direção;
- ▶ sentido.

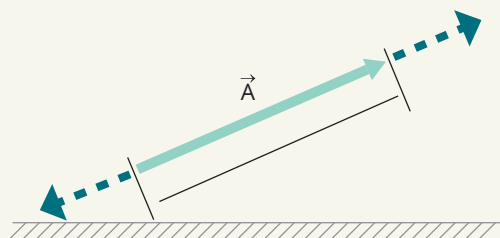
Vetor

Vetor é um ente matemático, que, além de indicar uma intensidade, tem uma orientação. Um vetor é utilizado para representar grandezas vetoriais.

- ▶ **Direção:** indicada pela reta suporte do vetor.
 - Exemplos: horizontal, vertical, oblíqua.
- ▶ **Sentido:** indicado pela seta.
 - Exemplos: da direita para a esquerda, de baixo para cima.
- ▶ **Módulo (intensidade):** indica o comprimento do vetor.
 - Exemplos: 4 m, 10 cm, 55 mm.

- ▶ **Notação:** Vetor: \vec{A} ;
Módulo do vetor: $|A|$ ou \vec{A} .

- Exemplos:

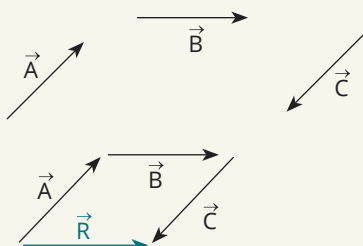


Vetor resultante

O vetor resultante (vetor soma) pode ser entendido como efeito da atuação de mais de um vetor em um mesmo corpo. O vetor resultante não é mais um vetor a agir na partícula, mas, sim, o resultado de uma adição vetorial.

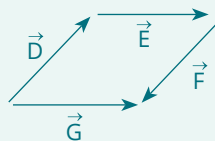
MÉTODO GRÁFICO

Devemos associar sequencialmente os vetores-parcela, de modo que a extremidade de um coincida com a origem do outro. Na construção dessa figura, devemos preservar as características de cada vetor: módulo, direção e sentido. A resultante será obtida unindo-se a origem do primeiro vetor com a extremidade do último.



Importante

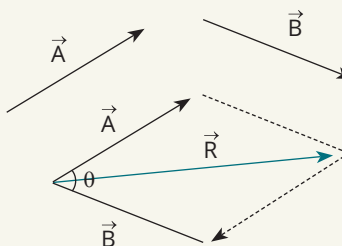
Quando a linha poligonal resultar fechada, significa que o vetor resultante é nulo.



REGRA DO PARALELOGRAMO

Dados dois vetores, podemos obter graficamente o vetor soma pela regra do paralelogramo, fazendo com que os segmentos-parcela tenham origens coincidentes. Da extremidade do vetor que representa um dos vetores, traçamos uma paralela ao segmento orientado que representa o outro vetor, e vice-versa.

Observe que o segmento orientado representativo da resultante nada mais é do que a diagonal do paralelogramo.

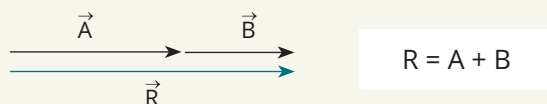


Utilizaremos a lei dos cossenos para determinar o módulo do vetor resultante.

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2 \cdot A \cdot B \cdot \cos \theta}$$

CASOS ESPECIAIS

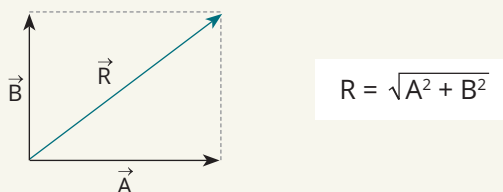
- ▶ Vetores de mesma direção e sentido ($\theta = 0^\circ$)



- ▶ Vetores de mesma direção e sentidos opostos ($\theta = 180^\circ$)



- ▶ Vetores perpendiculares ($\theta = 90^\circ$)



Importante

O valor numérico da soma de dois vetores está sempre compreendido entre o valor mínimo ($A - B$) e o valor máximo ($A + B$).

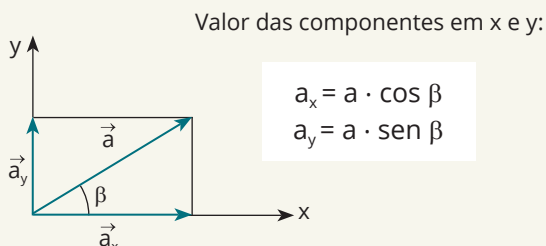
$$|A - B| < R < |A + B|$$

Decomposição vetorial

Boa parte das situações práticas relacionadas com as grandezas vetoriais ocorrem em duas dimensões, como o movimento de um projétil ou de um objeto descendo um plano inclinado. Em duas dimensões, os dois componentes dominam totalmente a grandeza vetorial. Para descrever os componentes, devemos, em primeiro lugar, escolher os eixos cartesianos ortogonais x e y , fazendo as projeções cartográficas de um vetor nesses eixos orientados.

Seja o vetor \vec{a} da figura. Esse vetor pode ser decomposto em dois componentes ortogonais entre si.

O módulo dos componentes ortogonais pode ser obtido a partir da definição das funções trigonométricas no triângulo retângulo.



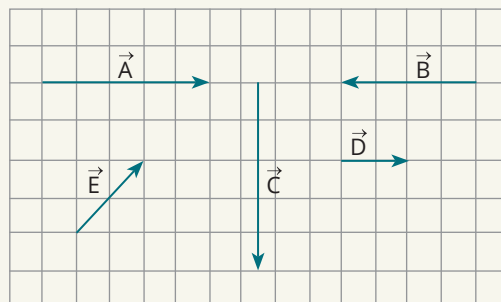
Importante

A soma dos componentes vetoriais entre si tem o seu módulo expresso pela seguinte relação:

$$a^2 = a_x^2 + a_y^2$$

APOIO AO TEXTO

5 Dado o quadro de vetores a seguir, determine quais vetores têm:



- a) Mesmo módulo: _____
b) Mesma direção: _____
c) Mesmo sentido: _____

6 Um vetor é decomposto em outros dois vetores perpendiculares entre si. Sabendo que seu componente vertical e seu componente horizontal valem, respectivamente, 24 unidades e 18 unidades, o vetor tem intensidade, em unidades arbitrárias, de:

- a) 6
b) 10
c) 20
d) 30
e) 42

7 Um objeto é lançado com velocidade de 10 m/s, formando um ângulo de 30° com a horizontal. Ao decompor esse vetor, temos, para o componente vertical e horizontal, valores respectivamente dados por:

- a) $5\sqrt{3}$ m/s e 5 m/s.
b) 5 m/s e $5\sqrt{3}$ m/s.
c) 5 m/s e 5 m/s.
d) 3 m/s e 7 m/s.
e) 7 m/s e 3 m/s.



» Aprofundamento sobre a queda de corpos

• Queda livre

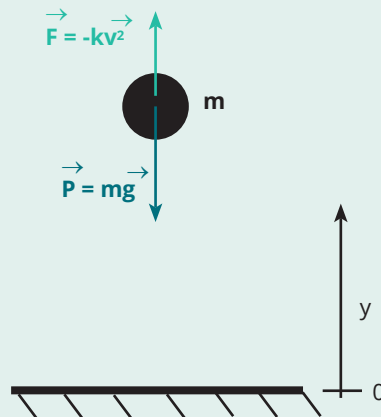
A expressão queda livre significa “cair no vazio”. Em termos de física newtoniana, um corpo em queda livre é aquele corpo sujeito unicamente à ação da força gravitacional. Assim, podemos trabalhar com o vácuo, ou seja, ausência de meio material, ou com a queda em pequenas altitudes, pois a resistência do ar pode ser desprezada.

Além do abandono vertical, também podemos avaliar cuidadosamente outros dois casos: a queda livre, na qual o objeto não é simplesmente abandonado, mas lançado para baixo com velocidade inicial não nula; e o segundo caso, no qual o corpo é lançado verticalmente para cima.

Queda de corpos com resistência do meio

Quando um objeto está em queda, a hipótese de resistência nula pode ser pensada como algo simplificado e idealizado. A título de exemplo, um paraquedista, na realidade, ao cair, tem a sua queda suavizada pela resistência do meio. Nesse contexto, dois objetos, abandonados em um mesmo instante e da mesma altura, não chegam necessariamente ao mesmo tempo ao chão.

Os objetos, na Terra, sofrem a ação de uma força de resistência devido a sua interação com o ar atmosférico. Desse modo, as funções posição e velocidade ficam diferentes em relação às funções do MRUV estudadas habitualmente no Ensino Médio.



Partícula em queda, submetida à força peso e à força de resistência do meio, força esta que, com boa aproximação, é proporcional à velocidade.

Anotações:



Veja a comparação entre as funções posição e velocidade para os movimentos de queda livre e queda com resistência do meio.

| Queda livre | | Queda com resistência | |
|------------------------------------|---------|---|---------|
| Função | Gráfico | Função | Gráfico |
| $y = y_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$ | | $y = \frac{-mg}{k} t + \frac{m^2 g}{k^2} (1 - e^{-(\frac{k}{m})t})$ | |
| $v = v_0 + gt$ | | $v = v_L (1 - e^{-(\frac{k}{m})t})$ $v_L = \text{velocidade limite}$ | |

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

Anotações:



1 Apesar de não ser necessário memorizar as funções posição e velocidade com resistência do meio, reflita a respeito das afirmativas abaixo, que são todas verdadeiras:

✓ As funções da Queda Livre (sem a resistência do meio) são idealizadas e não retratam, portanto, um fenômeno contextualizado ao nosso dia a dia. No entanto, entendê-las é importante, pois se trata de um bom início para realizarmos aprofundamentos posteriores.

✓ No quadro comparativo, na página anterior, enquanto a função da posição no tempo é quadrática na queda livre, passa a ser uma função mista (dos tipos afim e exponencial) na queda com resistência. Pela visualização dos gráficos, observa-se que, com o passar do tempo de queda, a força de resistência do meio suaviza o aumento das posições.

✓ No quadro comparativo, na página anterior, enquanto a função da velocidade no tempo é afim na queda livre, passa a ser uma função exponencial, com velocidade limite v_L na queda com resistência. Pela visualização dos gráficos, observa-se que, com o passar do tempo de queda, a força de resistência do meio limita superiormente a velocidade.

✓ Aristóteles (384-322 a.C.) associou a velocidade de queda do corpo ao seu peso P e pensou que qualquer objeto em queda atinge um valor limite de velocidade, com a qual continua a se mover até o fim de sua trajetória.

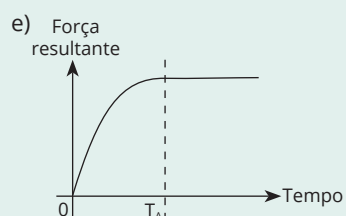
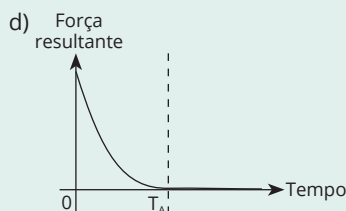
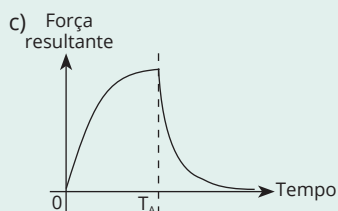
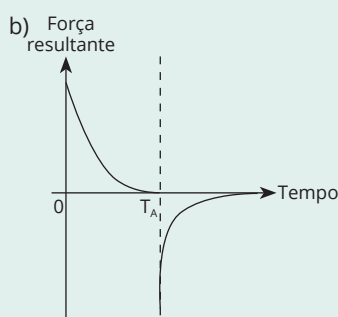
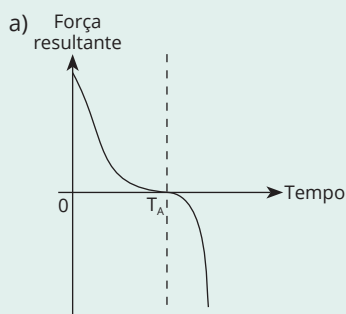
✓ Para Aristóteles, uma esfera dez vezes mais pesada que a outra deveria cair dez vezes mais rapidamente.

✓ Cerca de dois mil anos depois de Aristóteles, nasce a Ciência Moderna com Galileu (pai da Ciência Moderna), que apontou inconsistência na teoria milenar aristotélica. Para Galileu, segundo Hetch (1987), as esferas de diferentes massas chegariam ao chão em “tempos ligeiramente diferentes”. Galileu sabia que a resistência do ar influenciava. Por isso, postulou que, desprezando a resistência do ar, “os tempos de queda eram aproximadamente iguais”. Portanto, idealmente, os tempos de queda eram iguais.

✓ Galileu demonstrou como descrever matematicamente o movimento de objetos simples. A partir de seu trabalho, outros cientistas passaram a descrever fenômenos mais complexos, e iniciou-se uma revolução intelectual, que culminou no que hoje denominamos método científico.

2 (ENEM) Em um dia sem vento, ao saltar de um avião, um paraquedista cai verticalmente até atingir a velocidade limite. No instante em que o paraquedas é aberto (instante T_{A1}), ocorre a diminuição de sua velocidade de queda. Algum tempo após a abertura do paraquedas, ele passa a ter velocidade de queda constante, que possibilita sua aterrissagem em segurança.

Que gráfico representa a força resultante sobre o paraquedista, durante o seu movimento de queda?



Anotações:

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

GABARITO



1. Todas verdadeiras.
2. E

» Referências

DIAS, M. A. **Utilização de fotografias estroboscópicas digitais para o estudo da queda dos corpos.** Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2011_Marco_Adriano_Dias/dissertacao_Marco_Adriano_Dias.pdf>.

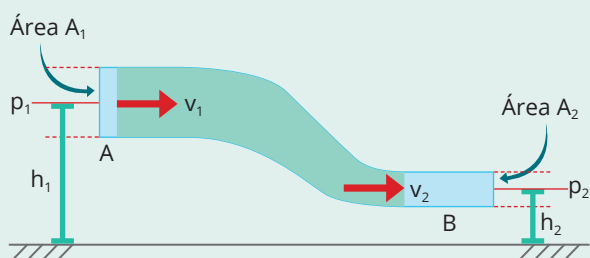


» Equação de Bernoulli

Quando se fala de água, você com certeza sabe que os reservatórios ficam em locais mais elevados, assim ocorre na cidade ou mesmo num prédio ou casa. O princípio físico envolvido nessa dinâmica é a diferença de pressão em pontos com diferentes alturas. Quanto mais baixo o ponto, maior é a pressão.

Daniel Bernoulli estabeleceu uma relação entre a pressão, a velocidade e a altura em pontos de uma linha de corrente de um fluido que escoar, conforme ilustra a figura abaixo.

Anotações:



A Equação de Bernoulli, que relaciona os pontos 1 e 2 do desenho acima, é:

$$p_1 + \frac{d \cdot v_1^2}{2} + d \cdot g \cdot h_1 = p_2 + \frac{d \cdot v_2^2}{2} + d \cdot g \cdot h_2$$

p = pressão;

d = densidade ou massa específica do fluido;

v = velocidade;

g = aceleração da gravidade;

h = altura.

A equação de Bernoulli baseia-se no princípio da Conservação da Energia.

Se a tubulação for horizontal, temos $h_1 = h_2$, e a equação fica:

$$p_1 + \frac{d \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \frac{d \cdot v_2^2}{2}$$

Com $h_1 = h_2$, por mais que pareça um contrassenso, se a **velocidade** do fluido é, num dado ponto, **menor**, então a pressão, nesse ponto, é **maior**.



- 1 Explique o fenômeno do destelhamento de uma casa fechada, a partir da equação de Bernoulli.
- 2 Explique o fenômeno do “efeito asa do avião”, a partir da equação de Bernoulli.
- 3 Explique por que as chaminés são altas, a partir da equação de Bernoulli.
- 4 Apesar de muitas aplicações cotidianas, a equação de Bernoulli tem lá as suas limitações, não explicando, muitas vezes, alguns fenômenos. Por exemplo, no caso de uma artéria com gordura (que diminui a área interna de escoamento do sangue), como se explicaria o aumento (e não a diminuição) da pressão arterial?

5 (UFSM) As figuras representam seções de canalizações por onde flui, da esquerda para a direita, sem atrito e em regime estacionário, um líquido incompressível. Além disso, cada seção apresenta duas saídas verticais para a atmosfera, ocupadas pelo líquido até as alturas indicadas.

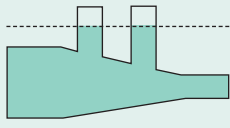


Figura I

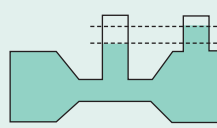


Figura III

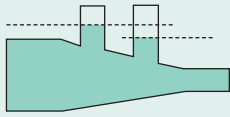


Figura II

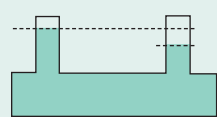


Figura IV

As figuras em acordo com a realidade física são:

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

6 O que é tubo de Pitot?

7 (AFA-adaptada) Um fluido de densidade igual a ρ escoia uniformemente conforme esquema abaixo.



A pressão no ponto A é a atmosférica, em newtons por metro quadrado.

Utilizando a equação de Bernoulli

$$P_B + \rho \cdot g \cdot h_B + \frac{\rho \cdot v_B^2}{2} = P_C + \rho \cdot g \cdot h_C + \frac{\rho \cdot v_C^2}{2}$$

e sabendo que, no tubo de Pitot, a porta de entrada é como se fosse uma barragem para a água (ponto de estagnação), deduza a fórmula da velocidade do fluido no ponto B, em m/s, em função das pressões nos pontos B e C.

Anotações:



GABARITO



1. Observe inicialmente que, sem ventania, a pressão pode ser considerada a mesma, abaixo e acima do telhado. Com a ventania, que é o vento assumindo maior velocidade na parte de cima da casa, podemos deduzir, pela equação de Bernoulli, que a pressão externa ficará menor. Com essa diferença de pressão, haverá também um desequilíbrio de forças (maior força de baixo para cima). Ao fim, dependendo, é claro, da intensidade dessa ocorrência, a casa poderá vir a ser destelhada.
2. Com o avião em movimento, devido ao formato mais extenso (mais curvilíneo) da parte superior da asa do avião, o fluido vento precisará passar com maior velocidade na parte de cima da asa! Assim, podemos deduzir, pela equação de Bernoulli, que a pressão acima da asa ficará menor. Essa diferença de pressão ocasionará um desequilíbrio de forças (maior força de baixo para cima), gerando a força de sustentação do avião.
3. Quanto mais rápido sopra o vento sobre a saída de uma chaminé, mais baixa será a pressão nesse ponto. Uma vez ampliada a diferença de pressão entre a base e a saída da chaminé, maior será a força de baixo para cima, retirando os gases em combustão.
4. Segundo o Professor Fernando Lang da Silveira (UFRGS), a equação de Bernoulli “é válida para um fluido ideal, não viscoso, escoando em regime estacionário laminar, não turbulento...”. No esclarecimento do suposto paradigma, o professor destaca ainda que: “O sangue que flui pelas artérias apresenta viscosidade, sofrendo oposição ao seu movimento pelas paredes das artérias. O estreitamento das artérias aumenta esta oposição, determinando que a pressão arterial se eleve para manter o fluxo sanguíneo em vazão compatível com as necessidades do organismo. Ou seja, não podemos entender o comportamento do sangue que flui pelas artérias (ou pelos vasos venosos) apenas armado teoricamente com a Eq. de Bernoulli. Uma Mecânica de fluidos muito mais complexa do que a descrita pela Eq. de Bernoulli está envolvida.”
5. A
6. O tubo de Pitot é um instrumento aplicado em hidráulica, aerodinâmica e hidrologia, que mede a velocidade de fluidos.
7. Na entrada do tubo de Pitot, temos que a velocidade da água é zero (estagnação), ou seja, $v_c = 0$. Na tomada estática, a água passa livremente. Como B e C estão no mesmo nível, $h_b = h_c$. Assim, temos:

$$P_B + \frac{\rho \cdot v_B^2}{2} = P_C$$

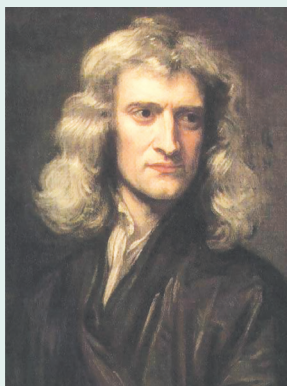
$$\rho \cdot v_B^2 = 2(P_C - P_B)$$

$$v_B = \sqrt{\frac{2(P_C - P_B)}{\rho}}$$

» Aprofundando conceitos

• Conceitos de Inércia

Desde a antiguidade, a palavra *massa* representa vulgarmente um pedaço de um material, preferencialmente na forma de pasta. Isaac Newton atribuiu à palavra *massa* o significado de **quantidade de matéria**, definindo a massa de um corpo como sendo o produto do seu volume pela densidade da substância que o constitui. Embora Newton tenha estabelecido, de modo claro, o conceito de inércia de um corpo e associado este à sua massa, foi Leonhard Euler quem primeiro definiu operacionalmente a massa como medida da inércia de um corpo, por meio do quociente da força que nele atua pela aceleração resultante. No quadro conceitual da Mecânica Newtoniana, a massa inercial quantifica a inércia do corpo, ou seja, a oposição que ele oferece à mudança de velocidade por ação das forças.



Isaac Newton.

Sir Godfrey Kneller/BIBD

REFERENCIAIS INERCIAIS

Um referencial em que uma partícula livre está em repouso ou em MRU é chamado de referencial inercial.

REFERENCIAIS NÃO INERCIAIS

São aqueles referenciais que apresentam aceleração. Para melhor entendimento, podemos imaginar a situação de uma pessoa que está dentro de um ônibus parado que começa a acelerar. Ao usarmos o solo como referencial, observaremos a pessoa a partir de um referencial inercial. Porém, caso venhamos a escolher o referencial ônibus, observaremos de um referencial não inercial. Em suma: o solo tem aceleração zero, enquanto o ônibus possui aceleração não nula.

A Terra, por sua vez, apresenta rotação, e, conseqüentemente, nos movimentos descritos, utilizando-se a Terra como sistema de referência, precisamos levar em conta as forças de inércia. A Terra não é um referencial inercial. Entretanto, para efeito de observações que fazemos sobre as Leis de Newton, essa rotação será desprezada, pois vamos considerar fenômenos de observação de curta duração.

Voltando ao exemplo do ônibus que apresenta aceleração em linha reta, isto é, admitindo que esteja freando e que há uma caixa em seu interior, a força de inércia é, como outras forças conhecidas, proporcional à massa inercial, mas não corresponde a interação alguma entre as partículas, ou seja, não corresponde a uma força física. A força de inércia tem apenas a mesma dimensão que a de uma força física, isto é, o seu módulo é dado pelo produto de uma massa por uma aceleração.

As forças de inércia sempre devem ser consideradas quando o movimento é descrito por um observador localizado em um sistema não inercial. Sistemas acelerados ou sistemas em rotação são exemplos típicos de sistemas não inerciais. Neles surgem as forças de inércia.

• Noções de sistema de referências inerciais e não inerciais

Referenciais

Para descrever um dado fenômeno, um observador tem de introduzir um referencial, ou seja, um conjunto de eixos coordenados que serão fixados em um observador ou em um objeto, o que permite então referenciar, em cada instante, a posição do que está a ser observado.

A Física é uma ciência objetiva. Traduzindo essa afirmação por outras palavras, o que é visto por um observador tem de ser visto por qualquer outro que esteja em condições de presenciar o mesmo fenômeno. Todavia, cada observador tem liberdade de escolher qual o referencial que mais lhe convém. A objetividade apenas implica ter de haver uma forma de relacionar as observações de todos eles. Os referenciais não são todos equivalentes, e, portanto, há necessidade de que façamos uma distinção entre os referenciais inerciais e os referenciais não inerciais. Porém, antes de fazermos essa especificação, vamos definir o conceito de *partícula livre*.

Partícula livre: é toda aquela que está livre de forças ou que a resultante de todas as forças aplicadas sobre ela seja nula.

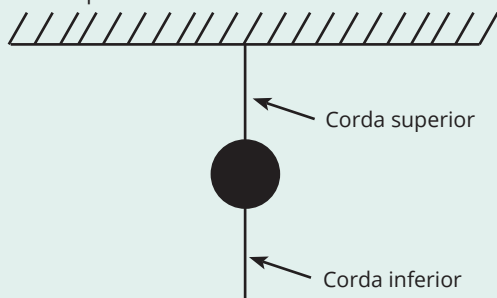
Anotações:



1 (UDESC) Em uma bola pesada, são conectadas duas cordas, como mostra a figura abaixo. Considere as duas cordas iguais e as seguintes situações:

I. Um puxão rápido na corda inferior fará com que ela se parta.

II. Um puxão lento na corda inferior fará com que a corda superior se parta.



Assinale a alternativa que explica por que ocorre a situação I.

- a) Terceira Lei de Newton.
- b) A força é muito pequena para mover a bola.
- c) O atrito do ar com a bola a empurra de volta.
- d) A bola tem muita energia.
- e) A inércia da bola.

2 (G1-IFSUL) Leia com atenção o texto que segue.

“Galileu fez outra grande descoberta. Ele mostrou que Aristóteles estava também errado quando considerava que fosse necessário exercer forças sobre os objetos para mantê-los em movimento. Embora seja necessária uma força para dar início ao movimento, Galileu mostrou que, uma vez em movimento, nenhuma força é necessária para manter o movimento – exceto a força necessária para sobrepujar o atrito. Quando o atrito está ausente, um objeto em movimento mantém-se em movimento sem a necessidade de qualquer força.”

HEWITT, P. G. Fundamentos de Física Conceitual. 1ª ed. – Porto Alegre: Bookman, 2003, p. 50.

O texto refere-se a uma questão central no estudo do movimento dos corpos na Mecânica Newtoniana, que é a propriedade de os corpos manterem o seu estado de movimento.

Essa propriedade é conhecida como:

- a) força.
- b) massa.
- c) inércia.
- d) velocidade.

3 (FEEVALE) Assinale a alternativa a seguir que identifica a Primeira Lei de Newton.

- a) Um corpo em movimento tende a permanecer o movimento em MRU.
- b) Quando sobre um corpo a força resultante é nula, ele tende a permanecer em repouso, se estiver em repouso, ou a continuar o movimento em MRU, se estiver se movimentando.
- c) Um corpo tende a permanecer em repouso, caso sua velocidade seja diferente de zero, em relação ao mesmo referencial.
- d) Um corpo tende a permanecer em repouso ou a continuar seu movimento em trajetória retilínea, caso a sua velocidade seja diferente de zero, em relação ao mesmo referencial.
- e) Um corpo pode alterar seu movimento desde que a força resultante sobre ele seja zero.

4 (UDESC) O airbag e o cinto de segurança são itens de segurança presentes em todos os carros novos fabricados no Brasil. Utilizando os conceitos da Primeira Lei de Newton, de impulso de uma força e variação da quantidade de movimento, analise as proposições.

I. O airbag aumenta o impulso da força média atuante sobre o ocupante do carro na colisão com o painel, aumentando a quantidade de movimento do ocupante.

II. O airbag aumenta o tempo da colisão do ocupante do carro com o painel, diminuindo assim a força média atuante sobre ele mesmo na colisão.

III. O cinto de segurança impede que o ocupante do carro, em uma colisão, continue se deslocando com um movimento retilíneo uniforme.

IV. O cinto de segurança desacelera o ocupante do carro em uma colisão, aumentando a quantidade de movimento do ocupante.

Assinale a alternativa correta.

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

5 (UFSM) O principal combustível usado pelos grandes aviões de transporte de carga e passageiros é o querosene, cuja queima origina diversos poluentes atmosféricos. As afirmativas a seguir referem-se a um avião em voo, num referencial inercial.

I. Se a soma das forças que atuam no avião é diferente de zero, ele não pode estar em MRU.

II. Se a soma das forças que atuam no avião é zero, ele pode estar parado.

III. O princípio de conservação da energia garante que o avião se mova em sentido contrário àquele em que são jogados os gases produzidos na combustão.

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.

Anotações:

GABARITO



- 1. E
- 2. C
- 3. B
- 4. B
- 5. B



GABARITO



• Apoio ao texto

Unidade 1

1. D
2. E
3. C
4. B
5. B

Unidade 2

1. D
2. B
3. B
4. C
5. C
6. E
7. B
8. E
9. A

Unidade 3

1. B
2. C
3. C
4. B

Unidade 4

1. E
2. D
3. A
4. E
5. C
6. E
7. D
8. E

Unidade 5

1. B
2. E
3. C
4. B
5. A
6. B
7. B
8. A
9. D
10. E
11. B
12. E
13. E
14. A
15. A
16. B
17. D
18. E
19. B
20. E

Unidade 6

1. C
2. A
3. C
4. B
5. C
6. B

Unidade 7

1. C
2. A
3. C
4. D
5. C
6. D
7. B
8. D

Unidade 8

1. $02+04+16+64=86$
2. C
3. D
4. D
5. C
6. C

Unidade 9

1. E
2. A
3. E
4. B
5. D

Algo mais

1. a) $0,01$ e $1 \cdot 10^{-2}$
b) $0,0101$ e $1,01 \cdot 10^{-2}$
c) 10 e $1 \cdot 10$
d) $23,4$ e $2,34 \cdot 10$
2. a) $0,001$ e $1 \cdot 10^{-3}$
b) $0,00000003$ e $3 \cdot 10^{-8}$
c) $1.000.000.000$ e $1 \cdot 10^9$
3. a) $0,04$ e $4 \cdot 10^{-2}$
b) $0,000000003$ e $3 \cdot 10^{-9}$
c) $0,00005$ e $5 \cdot 10^5$
4. $2h22min50s$
5. a) \vec{A} e \vec{C}
b) \vec{A} , \vec{B} e \vec{D}
c) \vec{A} e \vec{D}
6. D
7. B



» Referências

- ALVARENGA, Beatriz. Curso de Física. São Paulo: Editora Scipione, 2000.
- AMALDI, Hugo. Imagens da Física. São Paulo: Editora Scipione, 1995.
- BONJORNO, Clínton. Temas de Física. São Paulo: Editora FTD, 2003.
- CARRON, Wilson; GUIMARÃES, Osvaldo. As faces da Física. São Paulo: Ed. Moderna, 2003.
- _____. Física - Volume único. São Paulo: Ed. Moderna, 2003.
- CARRON; PIQUEIRA; GUIMARÃES. 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.
- HALLIDAY, Resnick. Fundamentos da Física. 4ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1993.
- HERSKOWICZ, Gerson; PENTEADO, Paulo; SCOLFARO, Valdir. Curso Completo de Física - Volume único. São Paulo: Ed. Moderna, 1993.
- HEWITT, Paul G. Física Conceitual. 9ª ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2002.
- PENTEADO. Física: conceitos e aplicações. São Paulo: Editora Moderna, 1998.
- PLANO INCLINADO. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Plano_inclinado>. Acesso em: janeiro de 2012.
- 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

» Conceitos básicos da Mecânica

○ 1. (ENEM) Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. No primeiro trecho, a velocidade máxima permitida é 80 km/h, e a distância a ser percorrida é de 80 km. No segundo trecho, cujo comprimento vale 60 km, a velocidade máxima permitida é 120 km/h.

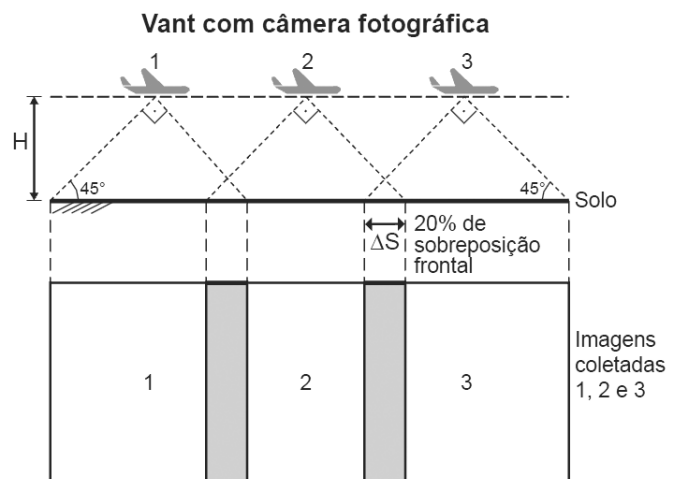
Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas, para a realização da entrega?

- a) 0,7
- b) 1,4
- c) 1,5
- d) 2,0
- e) 3,0

○ 2. (ENEM) As cidades de Quito e Cingapura encontram-se próximas à Linha do Equador e em pontos diametralmente opostos no globo terrestre. Considerando o raio da Terra igual a 6.370 km, pode-se afirmar que um avião saindo de Quito, voando em média 800 km/h, descontando as paradas de escala, chega a Cingapura em aproximadamente:

- a) 16 horas.
- b) 20 horas.
- c) 25 horas.
- d) 32 horas.
- e) 36 horas.

○ 3. (ENEM) A agricultura de precisão reúne técnicas agrícolas que consideram particularidades locais do solo ou lavoura a fim de otimizar o uso de recursos. Uma das formas de adquirir informações sobre essas particularidades é a fotografia aérea de baixa altitude realizada por um veículo aéreo não tripulado (vant). Na fase de aquisição, é importante determinar o nível de sobreposição entre as fotografias. A figura ilustra como uma sequência de imagens é coletada por um vant e como são formadas as sobreposições frontais.



O operador do vant recebe uma encomenda na qual as imagens devem ter uma sobreposição frontal de 20% em um terreno plano. Para realizar a aquisição das imagens, seleciona uma altitude H fixa de voo de 1.000 m, a uma velocidade constante de 50 m/s^{-1} . A abertura da câmera fotográfica do vant é de 90° . Considere $\text{tg}(45^\circ) = 1$.

Natural Resources Canada. Concepts of Aerial Photography. Disponível em: www.nrcan.gc.ca. Acesso em: 26 abr. 2019 (adaptado).

Com que intervalo de tempo o operador deve adquirir duas imagens consecutivas?

- a) 40 segundos.
- b) 32 segundos.
- c) 28 segundos.
- d) 16 segundos.
- e) 8 segundos.



○ 4. (ENEM)

Seu olhar

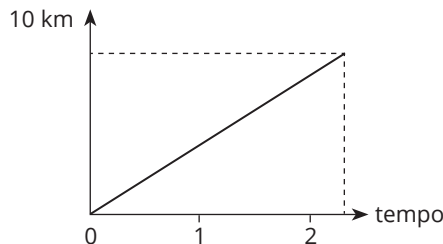
Na eternidade
Eu quisera ter
Tantos anos-luz
Quantos fosse precisar
Pra cruzar o túnel
Do tempo do seu olhar

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, refere-se a:

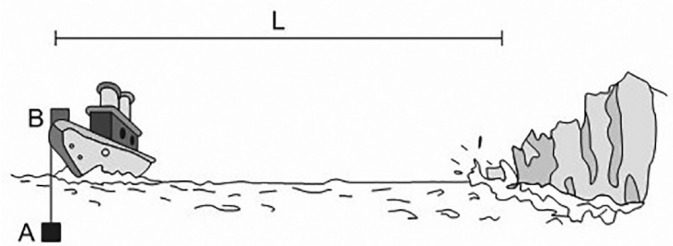
- a) tempo.
- b) aceleração.
- c) distância.
- d) velocidade.
- e) luminosidade.

○ 5. (ENEM) O gráfico abaixo modela a distância percorrida, em km, por uma pessoa em certo período de tempo. A escala de tempo a ser adotada para o eixo das abscissas depende da maneira como essa pessoa se desloca. Qual é a opção que apresenta a melhor associação entre meio ou forma de locomoção e unidade de tempo, quando são percorridos 10 km?

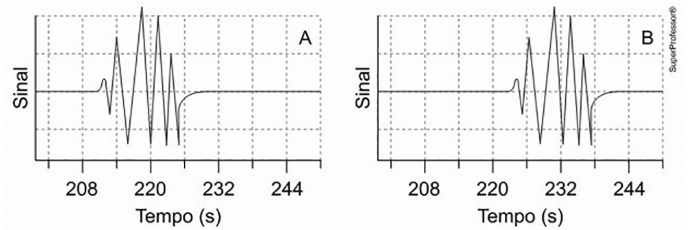


- a) carroça - semana
- b) carro - dia
- c) caminhada - hora
- d) bicicleta - minuto
- e) avião - segundo

○ 6. (ENEM) O sinal sonoro oriundo da queda de um grande bloco de gelo de uma geleira é detectado por dois dispositivos situados em um barco, sendo que o detector A está imerso em água e o B, na proa da embarcação. Sabe-se que a velocidade do som na água é de 1540 m/s no ar é de 340 m/s.



Os gráficos indicam, em tempo real, o sinal sonoro detectado pelos dois dispositivos, os quais foram ligados simultaneamente em um instante anterior à queda do bloco de gelo. Ao comparar pontos correspondentes desse sinal em cada dispositivo, é possível obter informações sobre a onda sonora.



A distância L , em metro, entre o barco e a geleira é mais próxima de:

- a) 339.000
- b) 78.900
- c) 14.400
- d) 5.240
- e) 100



○ 7. (UFSM) Ao se aproximar uma tempestade, um índio vê o clarão do raio e, 15 s após, ouve o trovão. Sabendo que no ar, a velocidade da luz é muito maior que a do som (340 m/s), a distância, em km, de onde ocorreu o evento é

- a) 1,7.
- b) 3,4.
- c) 4,8.
- d) 5,1.
- e) 6,5.

○ 8. (UFSM) O conceito de referencial inercial é construído a partir dos trabalhos de Galileu Galilei e Isaac Newton, durante o século XVII. Sobre esse conceito, considere as seguintes afirmativas:

- I - Referencial é um sistema de coordenadas e não um corpo ou conjunto de corpos.
- II - O movimento é relativo, porque acontece de modo diferente em diferentes referenciais.
- III - Fixando o referencial na Terra, o Sol se move ao redor dela.

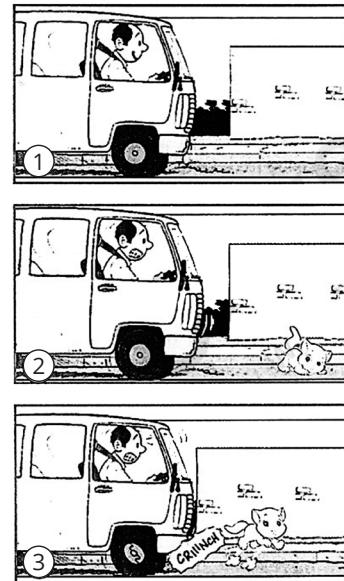
Está(ão) correta(s)

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

○ 9. (UFRGS) O tempo de reação t_R de um condutor de um automóvel é definido como o intervalo de tempo decorrido entre o instante em que o condutor se depara com uma situação de perigo e o instante em que ele aciona os freios.

(Considere d_R e d_F , respectivamente, as distâncias percorridas pelo veículo durante o tempo de reação e de frenagem; e d_T a distância total percorrida. Então, $d_T = d_R + d_F$).

Um automóvel trafega com velocidade constante de módulo $v = 54,0$ km/h em uma pista horizontal. Em dado instante, o condutor visualiza uma situação de perigo, e seu tempo de reação a essa situação é de $4/5$ s, como ilustrado na sequência de figuras a seguir.



Considerando-se que a velocidade do automóvel permaneceu inalterada durante o tempo de reação t_R , é correto afirmar que a distância d_R é de:

- a) 3,0 m
- b) 12,0 m
- c) 43,2 m
- d) 60,0 m
- e) 67,5 m

○ 10. (UFRGS) Dois motoristas, A e B, dirigem carros idênticos com velocidades constantes numa avenida plana e reta. A velocidade de A é 40 m/s, e a de B é 25 m/s. Ambos percebem o sinal vermelho e decidem acionar o freio no mesmo instante. As distâncias que percorrem no intervalo de tempo que, para cada um, transcorre entre a decisão de parar e o efetivo acionamento do freio, são diferentes: o automóvel de A percorre 12 m, e o de B, 10 m. Qual dos motoristas tem o menor tempo de reação (é mais rápido para acionar o freio) e qual o tempo que ele leva para isso?

- a) É A; ele leva 0,3s.
- b) É A; ele leva 3,3s.
- c) É B; ele leva 0,4s.
- d) É B; ele leva 2,5s.
- e) É A; ele leva 0,6s.



○ **11. (UFRGS)** Em 2014, comemoraram-se os 50 anos do início da operação de trens de alta velocidade no Japão, os chamados trens-bala. Considere que um desses trens desloca-se com uma velocidade constante de 360 km/h sobre trilhos horizontais. Em um trilho paralelo, outro trem desloca-se também com velocidade constante de 360 km/h, porém em sentido contrário.

Nesse caso, o módulo da velocidade relativa dos trens, em m/s, é igual a:

- a) 50
- b) 100
- c) 200
- d) 360
- e) 720

○ **12. (UFRGS)** Um automóvel que trafega em uma autoestrada reta e horizontal, com velocidade constante, está sendo observado de um helicóptero. Relativamente ao solo, o helicóptero voa com a velocidade constante de 100 km/h, na mesma direção e no mesmo sentido do movimento do automóvel. Para o observador situado no helicóptero, o automóvel avança a 20 km/h. Qual é, então, a velocidade do automóvel relativamente ao solo?

- a) 120 km/h
- b) 100 km/h
- c) 80 km/h
- d) 60 km/h
- e) 20 km/h

○ **13. (UFRGS)** Em grandes aeroportos e shoppings, existem esteiras móveis horizontais para facilitar o deslocamento de pessoas.

Considere uma esteira com 48 m de comprimento e velocidade de 1,0 m/s.

Uma pessoa ingressa na esteira e segue caminhando sobre ela com velocidade constante no mesmo sentido de movimento da esteira. A pessoa atinge a outra extremidade 30s após ter ingressado na esteira.

Com que velocidade, em m/s, a pessoa caminha sobre a esteira?

- a) 2,6
- b) 1,6
- c) 1,0
- d) 0,8
- e) 0,6

○ **14. (UFRGS)** Durante os jogos olímpicos de 1989, os atletas que participaram das corridas de 100 m rasos conseguiram realizar este percurso em 9,98s. Considere as seguintes conclusões sobre os atletas feitas a partir desta informação.

I. Eles têm uma aceleração de módulo constante ao longo de todo o percurso.

II. Eles conseguem percorrer 10 m em menos de 1,00s.

III. Eles têm uma velocidade média com módulo aproximado de 50 km/h.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

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

○ **15. (UFRGS)** Em uma estrada retilínea, dois automóveis deslocam-se no mesmo sentido. O primeiro, com uma velocidade de módulo 20 m/s, e o segundo que, em um determinado instante, está a 1 km atrás, com uma velocidade de módulo 25 m/s.

O encontro entre os dois carros se dará quando o segundo tiver percorrido:

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

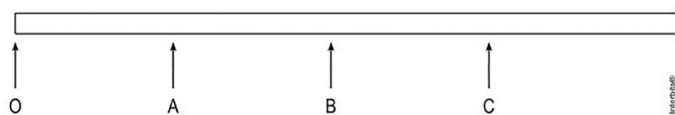
Anotações:



HABILIDADES À PROVA 2

» Movimentos em trajetória retilínea

○ 1. (ENEM) Você foi contratado para sincronizar os quatro semáforos de uma avenida, indicados pelas letras O, A, B e C conforme a figura.



Os semáforos estão separados por uma distância de 500 m. Segundo os dados estatísticos da companhia controladora de trânsito, um veículo, que está inicialmente parado no semáforo O tipicamente parte com aceleração constante de 1 ms^{-2} até atingir a velocidade de 72 kmh^{-1} e, a partir daí, prossegue com velocidade constante. Você deve ajustar os semáforos A, B e C de modo que eles mudem para a cor verde quando o veículo estiver a 100 m de cruzá-los, para que ele não tenha que reduzir a velocidade em nenhum momento.

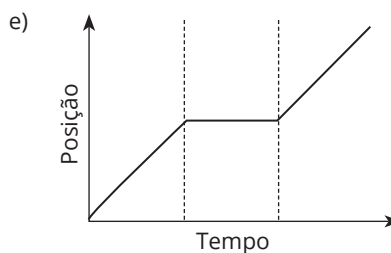
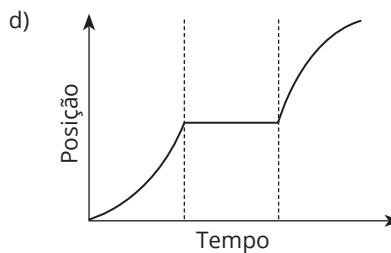
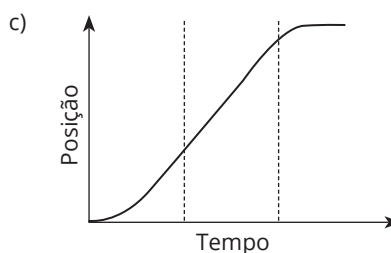
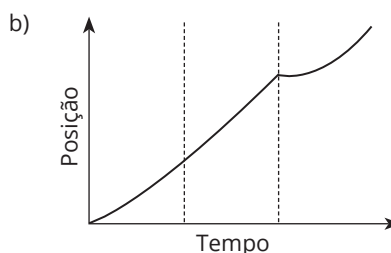
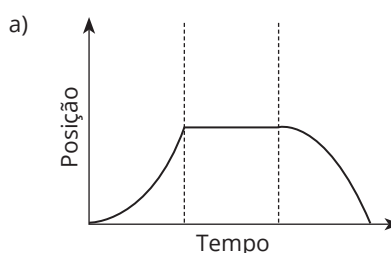
Considerando essas condições, aproximadamente quanto tempo depois da abertura do semáforo O os semáforos A, B e C devem abrir, respectivamente?

- a) 20 s, 45 s e 70 s.
- b) 25 s, 50 s e 75 s.
- c) 28 s, 42 s e 53 s.
- d) 30 s, 55 s e 80 s.
- e) 35 s, 60 s e 85 s.

Anotações:

○ 2. (ENEM) Para melhorar a mobilidade urbana na rede metrôviária é necessário minimizar o tempo entre estações. Para isso, a administração do metrô de uma grande cidade adotou o seguinte procedimento entre duas estações: a locomotiva parte do repouso com aceleração constante por um terço do tempo de percurso, mantém a velocidade constante por outro terço e reduz sua velocidade com desaceleração constante no trecho final, até parar.

Qual é o gráfico de posição (eixo vertical) em função do tempo (eixo horizontal) que representa o movimento desse trem?

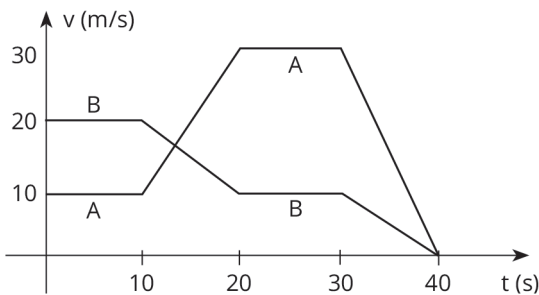


3. (ENEM)

Rua da Passagem

Os automóveis atrapalham o trânsito.
Gentileza é fundamental.
Não adianta esquentar a cabeça.
Menos peso do pé no pedal.

O trecho da música, de Lenine e Arnaldo Antunes (1999), ilustra a preocupação com o trânsito nas cidades, motivo de uma campanha publicitária de uma seguradora brasileira. Considere dois automóveis, A e B, respectivamente conduzidos por um motorista imprudente e por um motorista consciente e adepto da campanha citada. Ambos se encontram lado a lado no instante inicial $t = 0s$, quando avistam um semáforo amarelo (que indica atenção, parada obrigatória ao se tornar vermelho). O movimento de A e B pode ser analisado por meio do gráfico, que representa a velocidade de cada automóvel em função do tempo.

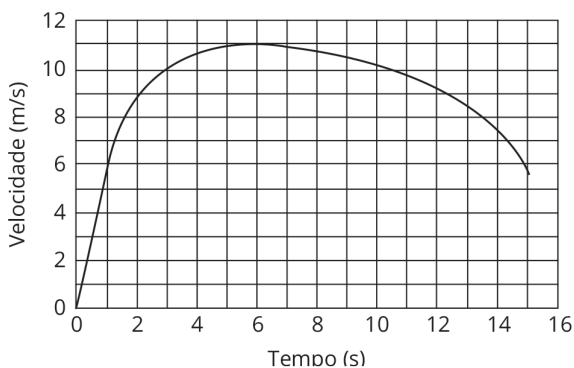


As velocidades dos veículos variam com o tempo em dois intervalos: (I) entre os instantes 10s e 20s; (II) entre os instantes 30s e 40s. De acordo com o gráfico, quais são os módulos das taxas de variação da velocidade do veículo conduzido pelo motorista imprudente, em m/s^2 , nos intervalos (I) e (II), respectivamente?

- a) 1,0 e 3,0.
- b) 2,0 e 1,0.
- c) 2,0 e 1,5.
- d) 2,0 e 3,0.
- e) 10,0 e 30,0.

Instrução: Leia o texto e observe o gráfico a seguir para responder às questões 4 e 5.

Em uma prova de 100 m rasos, o desempenho típico de um corredor padrão é representado pelo gráfico a seguir:



4. (ENEM) Baseado no gráfico, em que intervalo de tempo a velocidade do corredor é aproximadamente constante?

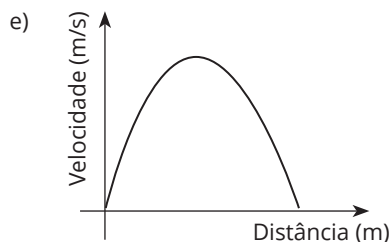
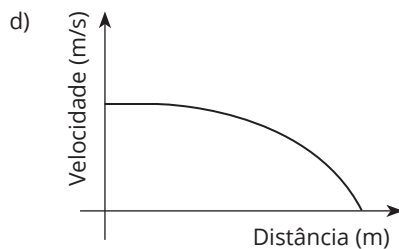
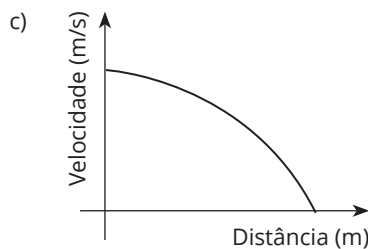
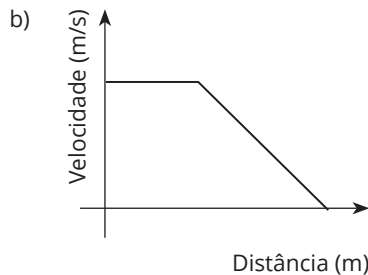
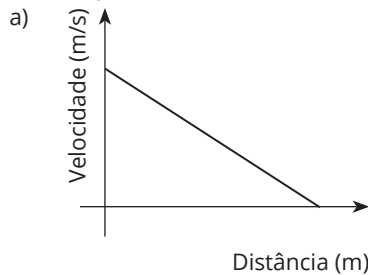
- a) Entre 0 e 1 segundo.
- b) Entre 1 e 5 segundos.
- c) Entre 5 e 8 segundos.
- d) Entre 8 e 11 segundos.
- e) Entre 12 e 15 segundos.

5. (ENEM) Em que intervalo de tempo o corredor apresenta aceleração máxima?

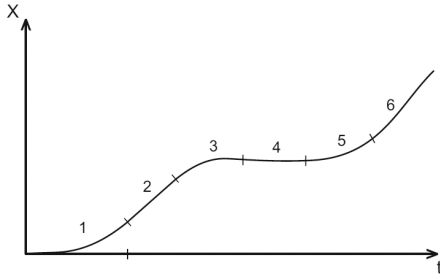
- a) Entre 0 e 1 segundo.
- b) Entre 1 e 5 segundos.
- c) Entre 5 e 8 segundos.
- d) Entre 8 e 11 segundos.
- e) Entre 9 e 15 segundos.

6. (ENEM) Dois veículos que trafegam com velocidade constante em uma estrada, na mesma direção e sentido, devem manter entre si uma distância mínima. Isso porque o movimento de um veículo, até que ele pare totalmente, ocorre em duas etapas, a partir do momento em que o motorista detecta um problema que exige uma freada brusca. A primeira etapa é associada à distância que o veículo percorre entre o intervalo de tempo da detecção do problema e o acionamento dos freios. Já a segunda se relaciona com a distância que o automóvel percorre enquanto os freios agem com desaceleração constante.

Considerando a situação descrita, qual esboço gráfico representa a velocidade do automóvel em relação à distância percorrida até parar totalmente?



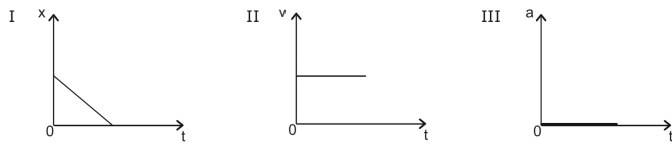
○ 7. (UFSM) A figura representa o gráfico da posição (X) de um mensageiro em função do tempo (t), num referencial fixo na estrada.



Podem ser associados a um MRU e a um MRUV, respectivamente, os trechos

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

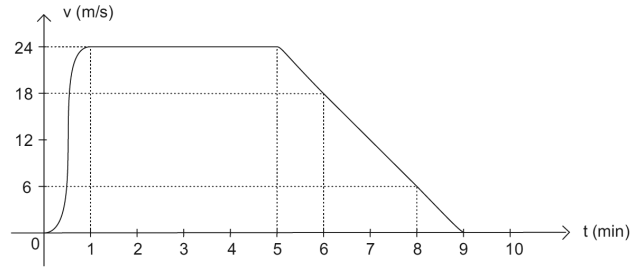
○ 8. (UFSM) Um automóvel percorre, com velocidade constante, uma estrada retilínea numa região onde existem três postos de gasolina (A, B, C). Um observador de helicóptero resolve descrever o movimento do automóvel e estabelece, como referencial, um eixo ao longo da estrada, com origem no posto B e orientação de A para B e de B para C. Para descrever a posição (x) e os módulos da velocidade (v) e da aceleração (a) do automóvel em função do tempo, quando ele se desloca de A para B, o observador desenha os gráficos:



Está(ão) correto(s)

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

○ 9. (UFSM) A figura representa o gráfico do módulo da velocidade de um carro que se desloca numa estrada retilínea, em função do tempo, num referencial fixo na estrada.



É possível, então, afirmar:

- I - O movimento do carro no intervalo de 6 min a 8 min é MRUV.
- II - No intervalo de 1 min a 5 min, o carro tem um deslocamento com módulo de 7200 m.
- III - O módulo da velocidade média do carro no intervalo de 0 a 9 min é zero.

Está(ão) correta(s)

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

○ 10. (UFSM) Um motorista dirige seu automóvel a uma velocidade de módulo 76 km/h, medida num referencial fixo na estrada, quando avista uma placa indicando que o módulo máximo permitido para a velocidade é de 40 km/h. Usando apenas os freios, o tempo mínimo que o motorista leva para se adequar ao novo limite de velocidade é de 2 s. Os freios desse automóvel podem produzir uma aceleração no sentido contrário ao do movimento no referencial considerado, com módulo máximo, em m/s^2 , de

- a) 5.
- b) 9,8.
- c) 18.
- d) 58.
- e) 300.

○ **11. (UFRGS)** Um atleta, partindo do repouso, percorre 100 m em uma pista horizontal retilínea, em 10s, e mantém a aceleração constante durante todo o percurso. Desprezando a resistência do ar, considere as afirmações abaixo, sobre esse movimento.

- I. O módulo de sua velocidade média é 36 km/h.
- II. O módulo de sua aceleração é 10 m/s^2 .
- III. O módulo de sua maior velocidade instantânea é 10 m/s.

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.

○ **12. (UFRGS)** Um automóvel que trafega com velocidade constante de 10 m/s, em uma pista reta e horizontal, passa a acelerar uniformemente à razão de 60 m/s em cada minuto, mantendo essa aceleração durante meio minuto, mantendo essa aceleração durante meio minuto, mantendo essa aceleração durante meio minuto. A velocidade instantânea do automóvel, ao final desse intervalo de tempo, e sua velocidade média, no mesmo intervalo de tempo, são, respectivamente:

- a) 30 m/s e 15 m/s.
- b) 30 m/s e 20 m/s.
- c) 20 m/s e 15 m/s.
- d) 40 m/s e 20 m/s.
- e) 40 m/s e 25 m/s.

○ **13. (UFRGS)** Um automóvel que anda com velocidade escalar de 72 km/h é freado de tal forma que, 6s após o início da frenada, sua velocidade escalar é de 8,0 m/s. O tempo gasto pelo automóvel até parar e a distância percorrida até então valem, respectivamente:

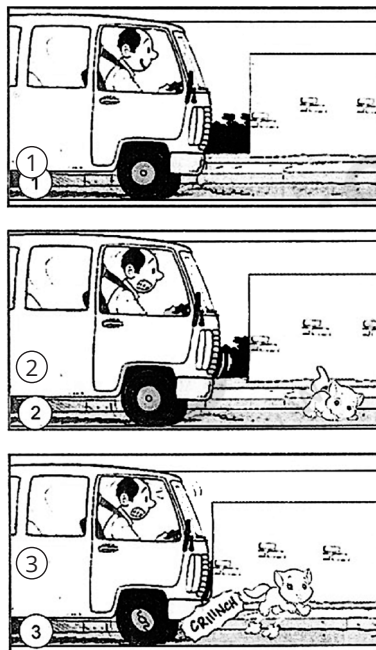
- a) 10s e 100 m.
- b) 10s e 200 m.
- c) 20s e 100 m.
- d) 20s e 200 m.
- e) 5s e 150 m.

Instrução: As questões 14 e 15 estão relacionadas ao enunciado abaixo.

O tempo de reação t_R de um condutor de um automóvel é definido como o intervalo de tempo decorrido entre o instante em que o condutor se depara com uma situação de perigo e o instante em que ele aciona os freios.

(Considere d_R e d_F , respectivamente, as distâncias percorridas pelo veículo durante o tempo de reação e de frenagem; e d_T a distância total percorrida. Então, $d_T = d_R + d_F$).

Um automóvel trafega com velocidade constante de módulo $v = 54,0 \text{ km/h}$ em uma pista horizontal. Em dado instante, o condutor visualiza uma situação de perigo, e seu tempo de reação a essa situação é de $4/5\text{s}$, como ilustrado na sequência de figuras a seguir.



○ **14. (UFRGS)** Ao reagir à situação de perigo iminente, o motorista aciona os freios, e a velocidade do automóvel passa a diminuir gradativamente, com aceleração constante de módulo $7,5 \text{ m/s}^2$.

Nessas condições, é correto afirmar que a distância d_F é de:

- a) 2,0 m
- b) 6,0 m
- c) 15,0 m
- d) 24,0 m
- e) 30,0 m



○ **15. (UFRGS)** Em comparação com as distâncias d_R e d_F , já calculadas, e lembrando que $d_T = d_R + d_F$, considere as seguintes afirmações sobre as distâncias percorridas pelo automóvel, agora com o dobro da velocidade inicial, isto é, 108 km/h.

- I. A distância percorrida pelo automóvel durante o tempo de reação do condutor é de $2d_R$.
- II. A distância percorrida pelo automóvel durante a frenagem é de $2d_F$.
- III. A distância total percorrida pelo automóvel é de $2d_T$.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

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

○ **16. (UFRGS)** Uma grande aeronave para transporte de passageiros precisa atingir a velocidade de 360 km/h para poder decolar. Supondo que essa aeronave desenvolve, na pista, uma aceleração constante de $2,5 \text{ m/s}^2$, qual é a distância mínima que ela necessita percorrer sobre a pista antes de decolar?

- a) 10.000 m
- b) 5.000 m
- c) 4.000 m
- d) 2.000 m
- e) 1.000 m

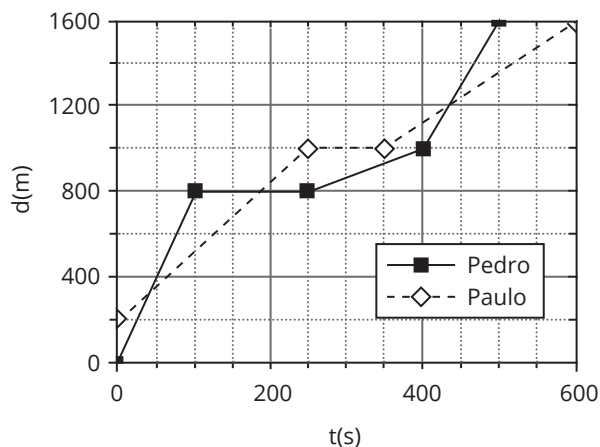
○ **17. (UFRGS)** Cada vez que a gravação feita em um disco de vinil é reproduzida, uma agulha fonocaptora percorre uma espiral de sulcos que se inicia na periferia do disco e acaba nas proximidades do seu centro. Em determinado disco, do tipo 78 rpm, a agulha completa esse percurso em 5 minutos. Supondo que a velocidade relativa entre a agulha e o disco decresce linearmente em função do tempo, de 120 cm/s no sulco inicial para 40 cm/s no sulco final, qual seria o comprimento do percurso completo percorrido pela agulha sobre o disco?

- a) 400 m.
- b) 240 m.
- c) 48 m.
- d) 24 m.
- e) 4 m.

○ **18. (UFRGS)** Um automóvel que trafega com velocidade de 5 m/s , em uma estrada reta e horizontal, acelera uniformemente, aumentando a sua velocidade para 25 m/s em $5,2\text{s}$. Que distância o automóvel percorre durante esse intervalo de tempo?

- a) 180 m
- b) 156 m
- c) 144 m
- d) 78 m
- e) 39 m

○ **19. (UFRGS)** Pedro e Paulo diariamente usam bicicletas para ir ao colégio. O gráfico abaixo mostra como ambos percorreram as distâncias até o colégio, em função do tempo, em certo dia.



Com base no gráfico, considere as seguintes afirmações.

- I. A velocidade média desenvolvida por Pedro foi maior do que a desenvolvida por Paulo.
- II. A máxima velocidade foi desenvolvida por Paulo.
- III. Ambos estiveram parados pelo mesmo intervalo de tempo, durante seus percursos.

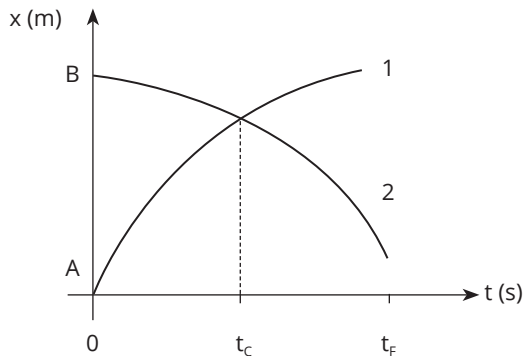
Qual(is) está(ão) correta(s)?

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



Instrução: As questões 20 e 21 referem-se ao enunciado abaixo.

O gráfico que segue representa os movimentos unidimensionais de duas partículas, 1 e 2, observados no intervalo de tempo $(0, t_f)$. A partícula 1 segue uma trajetória partindo do ponto A, e a partícula 2, partindo do ponto B. Essas partículas se cruzam no instante t_c .



20. (UFRGS) As velocidades escalares das partículas 1 e 2 no instante t_c e suas acelerações escalares são, respectivamente:

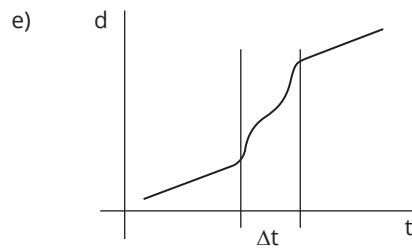
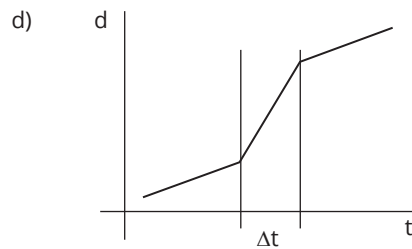
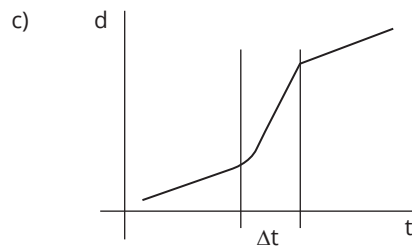
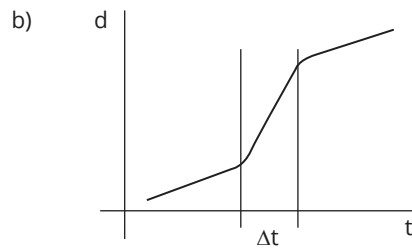
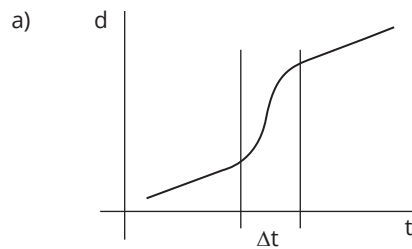
- a) $v_1 < 0$; $v_2 < 0$; $a_1 > 0$; $a_2 > 0$
- b) $v_1 > 0$; $v_2 < 0$; $a_1 > 0$; $a_2 > 0$
- c) $v_1 < 0$; $v_2 > 0$; $a_1 < 0$; $a_2 < 0$
- d) $v_1 > 0$; $v_2 < 0$; $a_1 < 0$; $a_2 < 0$
- e) $v_1 > 0$; $v_2 > 0$; $a_1 > 0$; $a_2 < 0$

21. (UFRGS) Quando as velocidades escalares das partículas 1 e 2, no intervalo observado, serão iguais?

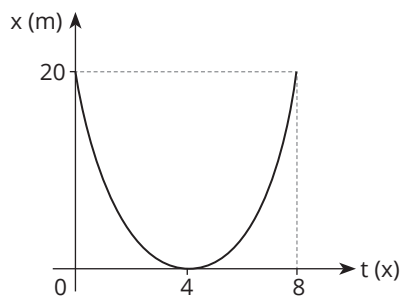
- a) Em $t = 0$.
- b) Em t_c .
- c) Entre 0 e t_c .
- d) Entre t_c e t_f .
- e) Em nenhum instante de tempo nesse intervalo.

22. (UFRGS) Um automóvel desloca-se por uma estrada retilínea plana e horizontal, com velocidade constante de módulo v . Em certo momento, o automóvel alcança um longo caminhão. A oportunidade de ultrapassagem surge e o automóvel é acelerado uniformemente até que fique completamente à frente do caminhão. Nesse instante, o motorista "alivia o pé" e o automóvel reduz a velocidade uniformemente até voltar à velocidade inicial v . A figura abaixo apresenta cinco gráficos de distância (d) x tempo (t) . Em cada um deles, está assinalado o intervalo de tempo (Δt) em que houve variação de velocidade.

Escolha qual dos gráficos melhor reproduz a situação descrita acima.



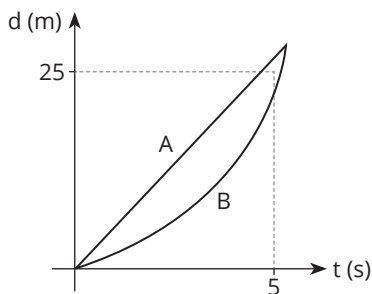
○ **23. (UFRGS)** O gráfico representa a posição x de um corpo, em movimento retilíneo, em função do tempo t . A curva representada é uma parábola (função do segundo grau em t), com vértice em $t = 4s$.



A partir da análise do gráfico, pode-se afirmar que:

- a) de $t = 0s$ até $t = 8s$, o móvel movimenta-se com vetor aceleração constante.
- b) de $t = 0s$ até $t = 4s$, os vetores velocidade e aceleração têm o mesmo sentido.
- c) em $t = 4s$, o vetor aceleração muda de sentido.
- d) de $t = 4s$ até $t = 8s$, o módulo do vetor velocidade diminui.
- e) em $t = 4s$, o módulo do vetor aceleração é nulo.

○ **24. (UFRGS)** Dois automóveis, A e B, movimentam-se por uma rua retilínea. No instante $t = 0$, encontram-se a 25 m de um semáforo que está no "verde". O automóvel A continua em movimento com velocidade constante, e o automóvel B acelera. O sinal troca para o "vermelho" em $t = 5s$. O diagrama a seguir representa a posição d dos dois automóveis em função do tempo t (a origem do eixo das posições está no local ocupado pelos automóveis em $t = 0$).

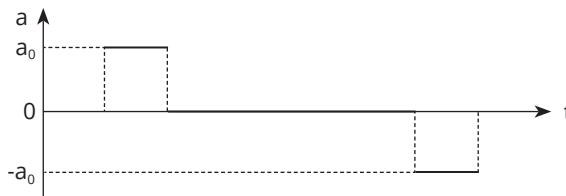
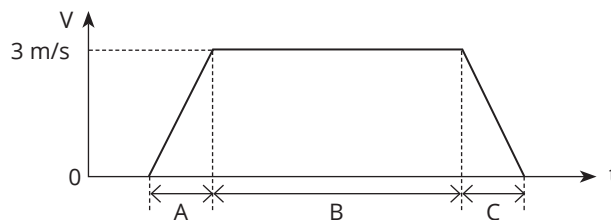


Analisando o diagrama, pode-se afirmar que:

- a) somente o automóvel A cruza o semáforo antes que passe para o "vermelho".
- b) os dois automóveis cruzam o semáforo antes que passe para o "vermelho".
- c) somente o automóvel B cruza o semáforo antes que passe para o "vermelho".
- d) nenhum dos dois automóveis cruza o semáforo antes que passe para o "vermelho".
- e) o diagrama não permite decidir quando os automóveis cruzam o semáforo.

Instrução: A figura e o enunciado abaixo referem-se às questões de número 25 e 26.

Os gráficos de velocidade (v) e aceleração (a) contra o tempo (t) representam o movimento "ideal" de um elevador que parte do repouso, sobe e para.



○ **25. (UFRGS)** Sabendo-se que os intervalos de tempo A e C são ambos de 1,5s, qual é o módulo a_0 da aceleração com que o elevador se move durante esses intervalos?

- a) 3,00 m/s^2
- b) 2,00 m/s^2
- c) 1,50 m/s^2
- d) 0,75 m/s^2
- e) 0,50 m/s^2

○ **26. (UFRGS)** Sabendo-se que os intervalos de tempo A e C são ambos de 1,5s e que o intervalo B é de 6s, qual a distância total percorrida pelo elevador?

- a) 13,50 m
- b) 18,00 m
- c) 20,25 m
- d) 22,50 m
- e) 27,00 m

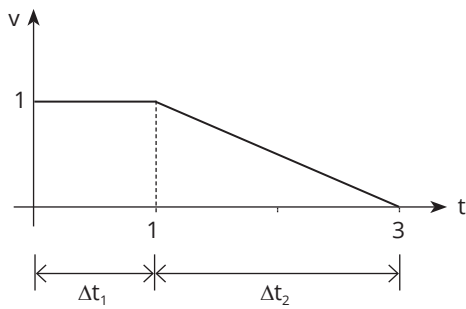


○ 27. (UFRGS) Em uma manhã de março de 2001, a plataforma petrolífera P-36, da Petrobrás, foi a pique. Em apenas três minutos, ela percorreu os 1.320 metros de profundidade que a separavam do fundo do mar. Suponha que a plataforma, partindo do repouso, acelerou uniformemente durante os primeiros 30 segundos, ao final dos quais sua velocidade atingiu um valor V com relação ao fundo, e que, no restante do tempo, continuou a cair verticalmente, mas com velocidade constante de valor igual a V .

Nessa hipótese, qual foi o valor V ?

- a) 4,0 m/s
- b) 7,3 m/s
- c) 8,0 m/s
- d) 14,6 m/s
- e) 30,0 m/s

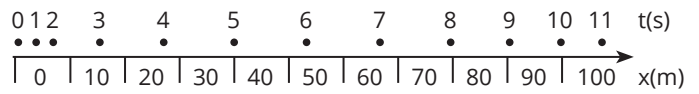
○ 28. (UFRGS) O gráfico de velocidade (v) contra tempo (t), mostrado a seguir, representa, em unidades arbitrárias, o movimento retilíneo de uma partícula.



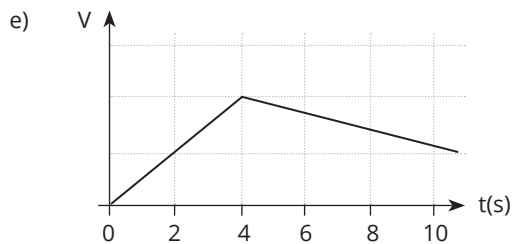
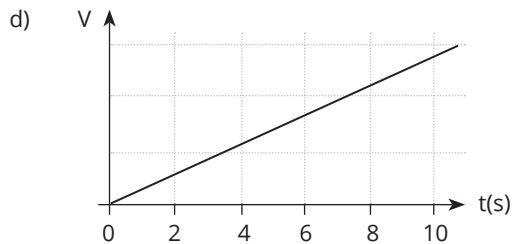
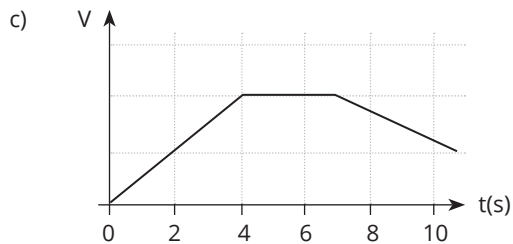
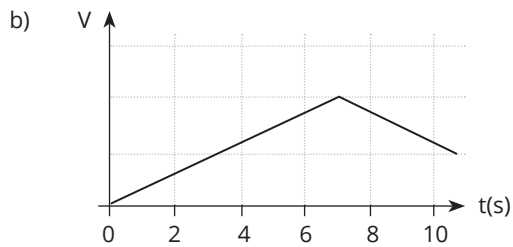
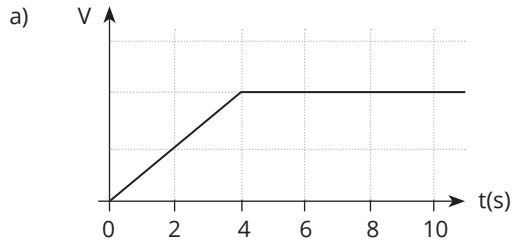
O quociente d_1/d_2 entre a distância d_1 , percorrida pela partícula no intervalo de tempo Δt_1 , e a distância d_2 , percorrida pela partícula no intervalo de tempo Δt_2 , é:

- a) 3
- b) 2
- c) 1
- d) 1/2
- e) 1/3

○ 29. (UFRGS) A sequência de pontos na figura abaixo marca as posições, em intervalos de 1 segundo, de um corredor de 100 metros rasos, desde a largada até após a chegada.

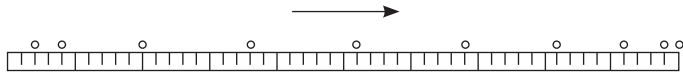


Assinale o gráfico que melhor representa a evolução da velocidade instantânea do corredor.

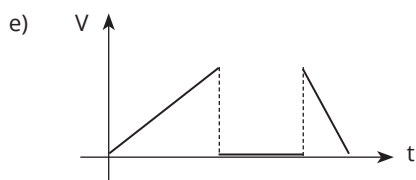
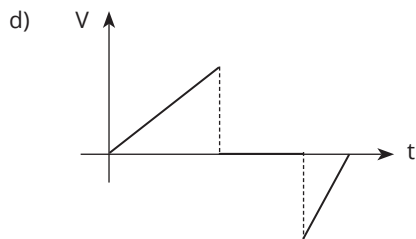
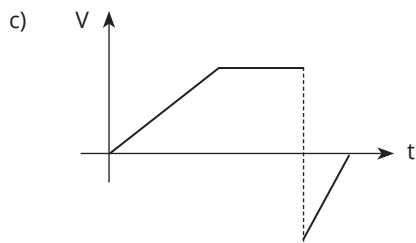
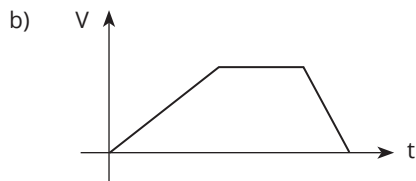
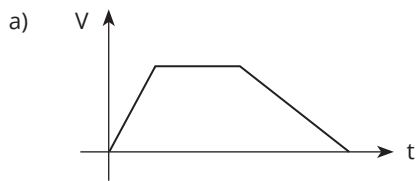


Instrução: As questões 30 e 31 estão relacionadas ao enunciado abaixo.

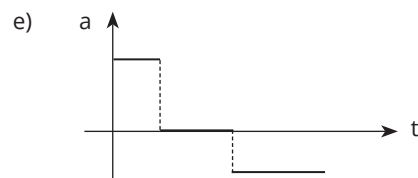
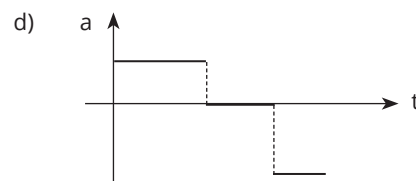
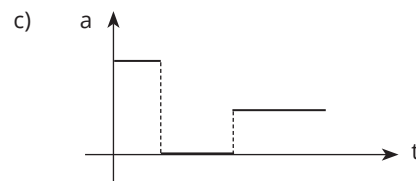
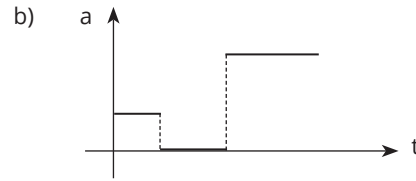
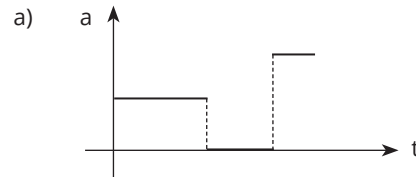
A figura representa a fotografia de múltipla exposição de um objeto que move em linha reta sobre uma superfície horizontal. A seta indica o sentido do movimento. As posições indicadas pelos pontos estão separadas por intervalos iguais de tempo. O primeiro "flash" ocorreu exatamente quando o corpo iniciava seu movimento, e o último exatamente no instante em que parava.



○ 30. (UFRGS) Qual dos seguintes gráficos representa melhor a velocidade em função do tempo?



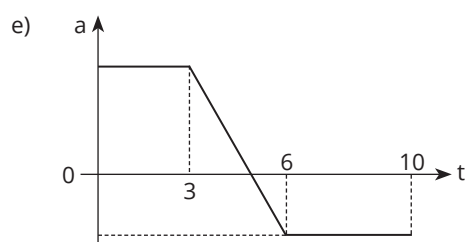
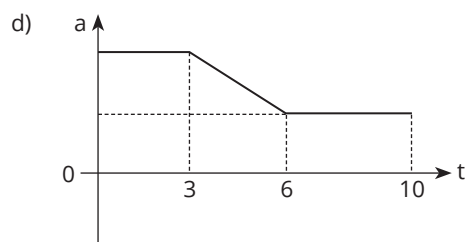
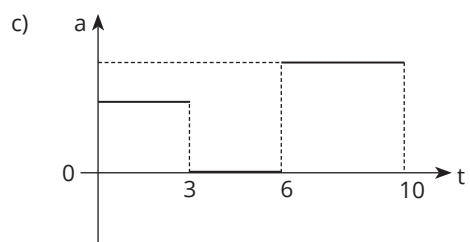
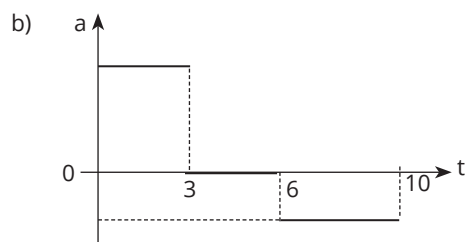
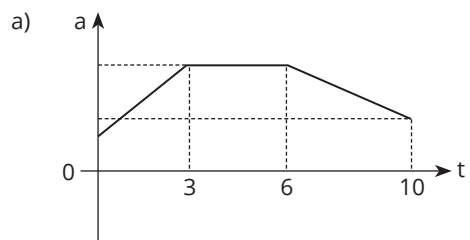
○ 31. (UFRGS) Qual dos seguintes gráficos representa melhor a aceleração do objeto em função do tempo?



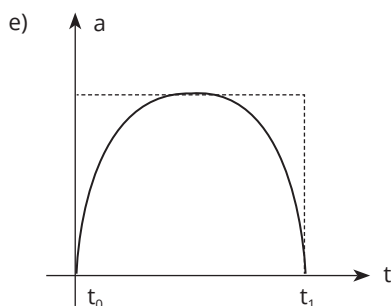
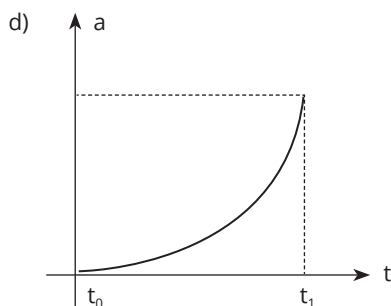
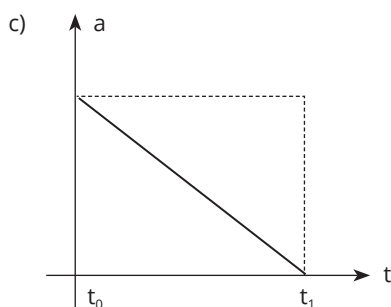
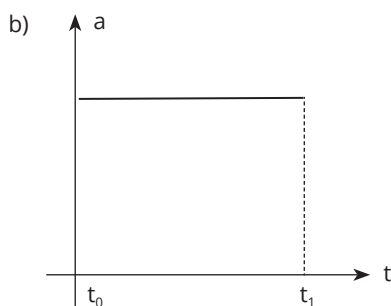
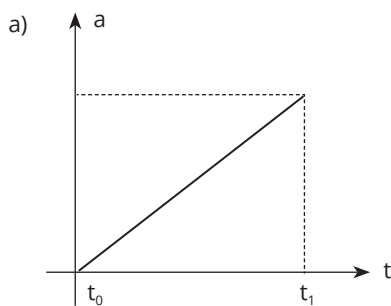
○ 32. (UFRGS) A tabela abaixo apresenta valores da velocidade (V) de um móvel, em movimento retilíneo, em função de tempo (t).

| t (s) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| V (cm/s) | 3 | 5 | 7 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 |

Qual dos gráficos abaixo pode representar corretamente os valores da aceleração (a) desse móvel como função do tempo?



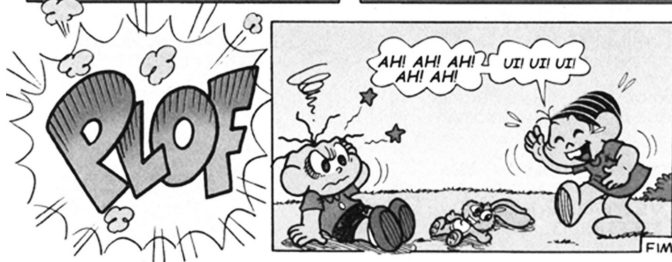
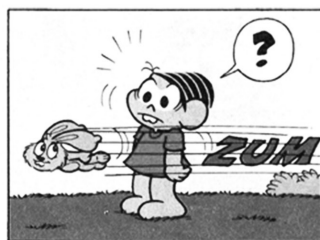
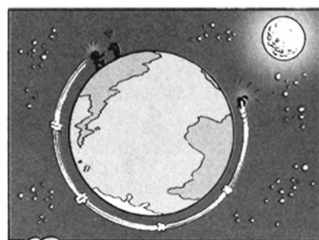
○ 33. (UFRGS) Os gráficos abaixo representam a aceleração contra o tempo para cinco objetos diferentes. Todos os eixos possuem a mesma escala no intervalo de tempo entre t_0 e t_1 , qual dos objetos sofre maior variação de velocidade?



HABILIDADES À PROVA 3

» Movimentos em trajetória curvilínea

○ 1. (ENEM) Um professor utiliza esta história em quadrinhos para discutir com os estudantes o movimento de satélites. Nesse sentido, pede a eles que analisem o movimento do coelhinho, considerando o módulo da velocidade constante.



SOUSA, M. Cebolinha, nº 240, jun. 2006.

Desprezando a existência de forças dissipativas, o vetor aceleração tangencial do coelhinho, no terceiro quadrinho, é:

- a) nulo.
- b) paralelo à sua velocidade linear e no mesmo sentido.
- c) paralelo à sua velocidade linear e no sentido oposto.
- d) perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para o centro da Terra.
- e) perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para fora da superfície da Terra.

○ 2. (ENEM-2020) No Autódromo de Interlagos, um carro de Fórmula 1 realiza a curva S do Senna numa trajetória curvilínea. Enquanto percorre esse trecho, o velocímetro do carro indica velocidade constante. Quais são a direção e o sentido da aceleração do carro?

- a) Radial, apontada para fora da curva.
- b) Radial, apontada para dentro da curva.
- c) Aceleração nula, portanto, sem direção nem sentido.
- d) Tangencial, apontada no sentido da velocidade do carro.
- e) Tangencial, apontada no sentido contrário à velocidade do carro.

○ 3. (ENEM) O Brasil pode se transformar no primeiro país das Américas a entrar no seleto grupo das nações que dispõem de trens-bala. O Ministério dos Transportes prevê o lançamento do edital de licitação internacional para a construção da ferrovia de alta velocidade Rio-São Paulo. A viagem ligará os 403 quilômetros entre a Central do Brasil, no Rio, e a Estação da Luz, no centro da capital paulista, em uma hora e 25 minutos.

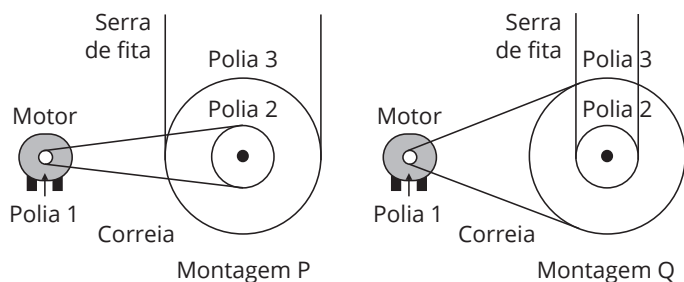
Disponível em: <http://oglobo.globo.com>. Acesso em: 14 jul. 2009.

Devido à alta velocidade, um dos problemas a ser enfrentado na escolha do trajeto que será percorrido pelo trem é o dimensionamento das curvas. Considerando-se que uma aceleração lateral confortável para os passageiros e segura para o trem seja de $0,1g$, em que g é a aceleração da gravidade (considerada igual a 10 m/s^2), e que a velocidade do trem se mantenha constante em todo o percurso, seria correto prever que as curvas existentes no trajeto deveriam ter raio de curvatura mínimo de, aproximadamente:

- a) 80 m
- b) 430 m
- c) 800 m
- d) 1.600 m
- e) 6.400 m



○ 4. (ENEM) Para serrar ossos e carnes congeladas, um açougueiro utiliza uma serra de fita que possui três polias e um motor. O equipamento pode ser montado de duas formas diferentes, P e Q. Por questão de segurança, é necessário que a serra possua menor velocidade linear.

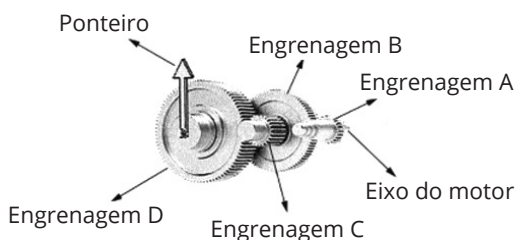


Por qual montagem o açougueiro deve optar e qual a justificativa desta opção?

- a) Q, pois as polias 1 e 3 giram com velocidades lineares iguais em pontos periféricos, e a que tiver maior raio terá menor frequência.
- b) Q, pois as polias 1 e 3 giram com frequências iguais, e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- c) P, pois as polias 2 e 3 giram com frequências diferentes, e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- d) P, pois as polias 1 e 2 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos, e a que tiver menor raio terá maior frequência.
- e) Q, pois as polias 2 e 3 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos, e a que tiver maior raio terá menor frequência.

○ 5. (ENEM) A invenção e o acoplamento entre engrenagens revolucionaram a ciência na época e propiciaram a invenção de várias tecnologias, como os relógios. Ao construir um pequeno cronômetro, um relojoeiro usa o sistema de engrenagens mostrado. De acordo com a figura, um motor é ligado ao eixo e movimentam as engrenagens fazendo o ponteiro girar. A frequência do motor é de 18 RPM, e o número de dentes das engrenagens está apresentado no quadro.

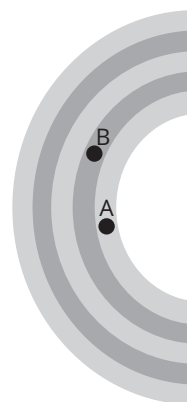
| Engrenagens | Dentes |
|-------------|--------|
| A | 24 |
| B | 72 |
| C | 36 |
| D | 108 |



A frequência de giro do ponteiro, em RPM, é:

- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 81
- e) 162

○ 6. (UFSM) A figura representa dois atletas em uma corrida, percorrendo uma curva circular, cada um em uma raia. Eles desenvolvem velocidades lineares com módulos iguais e constantes, em um referencial fixo no solo. Atendendo à informação dada, assinale a resposta correta.



- a) Em módulo, a aceleração centrípeta de A é maior do que a aceleração centrípeta de B.
- b) Em módulo, as velocidades angulares de A e B são iguais.
- c) A poderia acompanhar B se a velocidade angular de A fosse maior do que a de B, em módulo.
- d) Se as massas dos corredores são iguais, a força centrípeta sobre B é maior do que a força centrípeta sobre A, em módulo.
- e) Se A e B estivessem correndo na mesma raia, as forças centrípetas teriam módulos iguais, independentemente das massas.

○ 7. (UFRGS) Uma roda de bicicleta de raio de 50,0 cm roda sobre uma superfície horizontal, sem deslizar, com velocidade angular constante de 2π rad/s. Em 1,0s, o ponto central da roda percorre uma distância de:

- a) $\pi/2$ m
- b) π m
- c) 2π m
- d) 1,0 m
- e) 2,0 m

○ 8. (UFRGS) Levando-se em conta unicamente o movimento de rotação da Terra em torno de seu eixo imaginário, qual é, aproximadamente, a velocidade tangencial de um ponto da superfície da Terra localizado no Equador terrestre? (Considere $\pi = 3,14$; raio da Terra $R_T = 6.000$ km).

- a) 440 km/h
- b) 800 km/h
- c) 880 km/h
- d) 1.600 km/h
- e) 3.200 km/h



○ 9. (UFRGS) O ponteiro de certo instrumento de medição executa um movimento circular uniforme, percorrendo um ângulo de ω radianos em 1 segundo.

Quais são, em radianos, os ângulos percorridos por esse ponteiro em $1/\omega$ segundos e em $2\pi/\omega$ segundos, respectivamente?

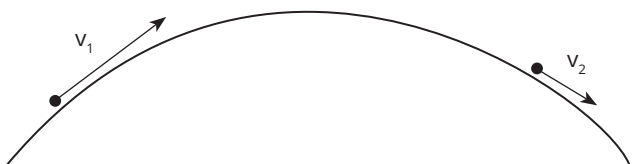
- a) 1 e 2π .
- b) ω e $2\pi\omega$.
- c) 1 e π .
- d) π e 2π .
- e) $\pi/2$ e π .

○ 10. (UFRGS) Em voos horizontais de aeromodelos, o peso do modelo é equilibrado pela força de sustentação para cima, resultante da ação do ar sobre as suas asas. Um aeromodelo, preso a um fio, voa em um círculo horizontal de 6 m de raio, executando uma volta completa a cada 4s.

Sua velocidade angular, em rad/s, e sua aceleração centrípeta, em m/s^2 , valem, respectivamente:

- a) π e $6\pi^2$.
- b) $\pi/2$ e $3\pi^2/2$.
- c) $\pi/2$ e $\pi^2/4$.
- d) $\pi/4$ e $\pi^2/4$.
- e) $\pi/4$ e $\pi^2/16$.

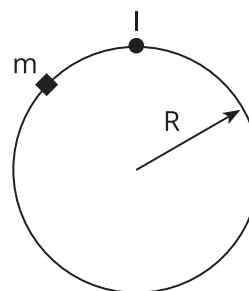
○ 11. (UFRGS) A figura abaixo apresenta, em dois instantes, as velocidades \mathbf{v}_1 e \mathbf{v}_2 de um automóvel que, em um plano horizontal, se desloca em uma pista circular.



Com base nos dados da figura, e sabendo-se que os módulos dessas velocidades são tais que $v_1 > v_2$, é correto afirmar que:

- a) a componente centrípeta da aceleração é diferente de zero.
- b) a componente tangencial da aceleração apresenta a mesma direção e o mesmo sentido da velocidade.
- c) o movimento do automóvel é circular uniforme.
- d) o movimento do automóvel é uniformemente acelerado.
- e) os vetores velocidade e aceleração são perpendiculares entre si.

○ 12. (UFRGS) A figura abaixo representa um móvel m que descreve um movimento circular uniforme de raio R , no sentido horário, com velocidade de módulo V .



Assinale a alternativa que melhor representa, respectivamente, os vetores velocidade V e aceleração a do móvel quando passa pelo ponto I, assinalado na figura.

- a) \vec{V} aponta para a direita e \vec{a} aponta para cima.
- b) \vec{V} aponta para a direita e $a = 0$.
- c) \vec{V} aponta para a direita e \vec{a} aponta para baixo.
- d) \vec{V} aponta para a esquerda e \vec{a} aponta para cima.
- e) \vec{V} aponta para a esquerda e \vec{a} aponta para baixo.

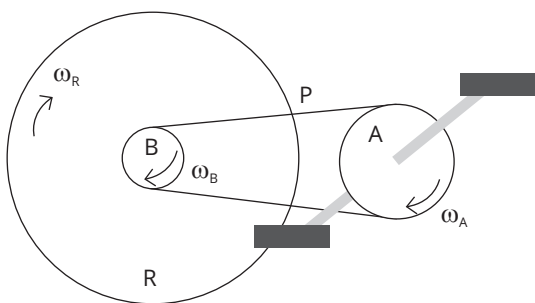
○ 13. (UFRGS) Para um observador O , um disco metálico de raio r gira em movimento uniforme em torno de seu próprio eixo, que permanece em repouso. Considere as seguintes afirmações sobre o movimento do disco.

- I. O módulo v da velocidade linear é o mesmo para todos os pontos do disco, com exceção de seu centro.
- II. O módulo da velocidade angular é o mesmo para todos os pontos do disco, com exceção de seu centro.
- III. Durante uma volta completa, qualquer ponto da periferia do disco percorre uma distância igual a $2\pi r$.

Qual(is) está(ão) correta(s) do ponto de vista do observador O ?

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

- 14. (UFRGS) A figura apresenta esquematicamente o sistema de transmissão de uma bicicleta convencional.



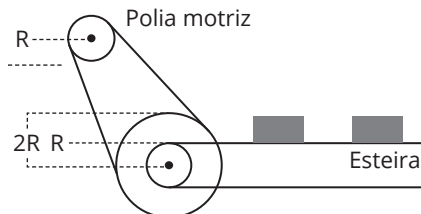
Na bicicleta, a coroa A conecta-se à catraca B por meio da corrente P. Por sua vez, B é ligada à roda traseira R, girando com ela quando o ciclista está pedalando.

Nessa situação, supondo que a bicicleta se move sem deslizar, as magnitudes das velocidades angulares, ω_A , ω_B e ω_R , são tais que:

- $\omega_A < \omega_B = \omega_R$
- $\omega_A = \omega_B < \omega_R$
- $\omega_A = \omega_B = \omega_R$
- $\omega_A < \omega_B < \omega_R$
- $\omega_A > \omega_B = \omega_R$

- 15. (UFRGS) A figura abaixo representa uma correia transportadora com o seu sistema de acionamento. As duas polias menores têm o mesmo raio R , e a polia maior tem raio $2R$.

O atrito entre as correias e as polias é suficiente para que não ocorra deslizamento de umas sobre as outras. A polia motriz gira em sentido horário com frequência constante f_1 ; as outras duas polias são concêntricas, estão unidas rigidamente e giram com frequência constante f_2 .



Considere as seguintes afirmações.

- Os objetos transportados pela correia deslocam-se para a direita.
- A aceleração centrípeta na periferia da polia motriz é 4 vezes maior do que na periferia da outra polia pequena.
- Os objetos transportados pela correia movimentam-se com velocidade linear menor do que a velocidade tangencial na periferia da polia motriz.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

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



HABILIDADES À PROVA 4

» A aceleração da gravidade e sua aplicação nos movimentos

○ 1. (ENEM)

O Super-homem e as leis do movimento

Uma das razões para pensar sobre a física dos super-heróis é, acima de tudo, uma forma divertida de explorar muitos fenômenos físicos interessantes, desde fenômenos físicos corriqueiros até eventos considerados fantásticos. A figura seguinte mostra o Super-homem lançando-se no espaço para chegar ao topo de um prédio de altura H . Seria possível admitir que com seus superpoderes ele estaria voando com propulsão própria, mas considere que ele tenha dado um forte salto. Neste caso, sua velocidade final no ponto mais alto do salto deve ser zero, caso contrário, ele continuaria subindo. Sendo g a aceleração da gravidade, a relação entre a velocidade inicial do Super-homem e a altura atingida é dada por $v^2 = 2gH$.



KAKALIOS, J. The Physics of Superheroes. Gotham Books, USA, 2005.

A altura que o Super-homem alcança em seu salto depende do quadrado de sua velocidade inicial porque:

- a) a altura do seu pulo é proporcional à sua velocidade média multiplicada pelo tempo que ele permanece no ar ao quadrado.
- b) o tempo que ele permanece no ar é diretamente proporcional à aceleração da gravidade, e esta é inversamente proporcional à velocidade média.
- c) o tempo que ele permanece no ar é inversamente proporcional à aceleração da gravidade, e esta é inversamente proporcional à velocidade média.
- d) a aceleração do movimento deve ser elevada ao quadrado, pois existem duas acelerações envolvidas: a aceleração da gravidade e a aceleração do salto.
- e) a altura do seu pulo é proporcional à sua velocidade média multiplicada pelo tempo que ele permanece no ar, e esse tempo também depende da sua velocidade inicial.

○ 2. (ENEM-2021) No seu estudo sobre a queda dos corpos, Aristóteles afirmava que, se abandonarmos corpos leves e pesados de uma mesma altura, o mais pesado chegaria mais rápido ao solo. Essa ideia está apoiada em algo que é difícil de refutar, a observação direta da realidade baseada no senso comum. Após uma aula de física, dois colegas estavam discutindo sobre a queda dos corpos, e um tentava convencer o outro de que tinha razão:

Colega A: "O corpo mais pesado cai mais rápido que um menos pesado, quando largado de uma mesma altura. Eu provo, largando uma pedra e uma rolha. A pedra chega antes. Pronto! Tá provado!"

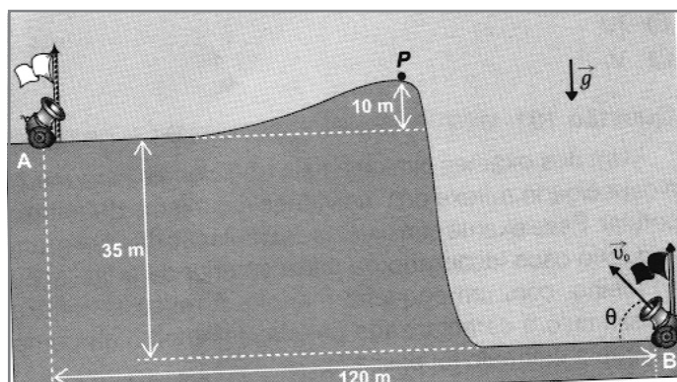
Colega B: "Eu não acho! Peguei uma folha de papel esticado e deixei cair. Quando amassei, ela caiu mais rápido. Como isso é possível? Se era a mesma folha de papel, deveria cair do mesmo jeito. Tem que ter outra explicação!"

HULSENDEGER, I., 4. Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, n. 3, dez. 2004 (adaptado).

O aspecto físico comum que explica a diferença de comportamento dos corpos em queda nessa discussão é o

- a) peso dos corpos.
- b) resistência do ar.
- c) massa dos corpos.
- d) densidade dos corpos.
- e) aceleração da gravidade.

○ 3. (ENEM-2021) A figura foi extraída de um antigo jogo de computadores, chamado Bang! Bang!



No jogo, dois competidores controlam os canhões **A** e **B**, disparando balas alternadamente com o objetivo de atingir o canhão do adversário; para isso, atribuem valores estimados para o módulo de velocidade inicial de disparo $|\vec{v}_0|$ e para o ângulo de disparo (θ).

Em determinado momento de uma partida, o competidor **B** deve disparar; ele sabe que a bala disparada anteriormente, $\theta = 53^\circ$, Passou tangenciando o Ponto **P**.

No jogo, $|\vec{g}|$ é igual a 10 m/s^2 . Considere $\sin 53^\circ = 0,8$, $\cos 53^\circ = 0,6$ e desprezível a ação de dissipativas.

Disponível em: <http://mebdownloads.butzke.net.br> . Acesso em: 18 abr. 2015 (adaptado).

Com base nas distâncias dadas e mantendo o último ângulo de disparo, qual deveria ser, aproximadamente, o menor valor de $|\vec{v}_0|$ que permitiria ao disparo pelo canhão **B** atingir o canhão **A**?

- a) 30 m/s
- b) 35 m/s
- c) 40 m/s
- d) 45 m/s
- e) 50 m/s

○ **4. (ENEM)** Em um dia de calor intenso, dois colegas estão a brincar com a água da mangueira. Um deles quer saber até que altura o jato de água alcança, a partir da saída de água, quando a mangueira está posicionada totalmente na direção vertical. O outro colega propõe então o seguinte experimento: eles posicionarem a saída de água da mangueira na direção horizontal, a 1 m de altura em relação ao chão, e então medirem a distância horizontal entre a mangueira e o local onde a água atinge o chão. A medida dessa distância foi de 3 m, e a partir disso eles calcularam o alcance vertical do jato de água. Considere a aceleração da gravidade de 10 m.s^{-2} .

O resultado que eles obtiveram foi de:

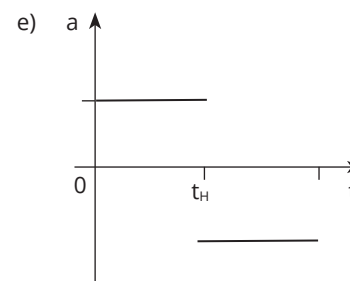
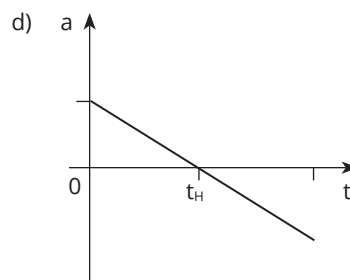
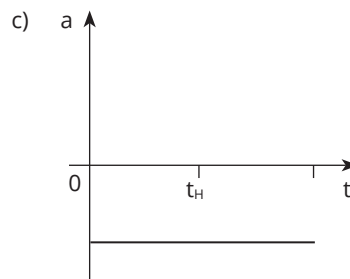
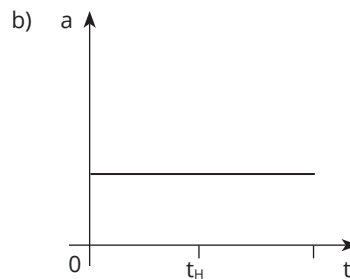
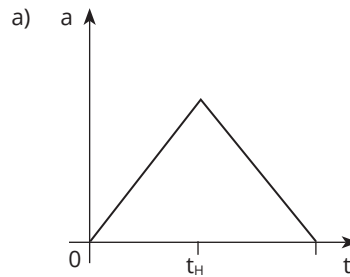
- a) 1,50 m.
- b) 2,25 m.
- c) 4,00 m.
- d) 4,50 m.
- e) 5,00 m.

○ **5. (UFMS)** Um ônibus percorre uma estrada retilínea com velocidade de módulo igual a 15 m/s . Quando o motorista inicia uma manobra de aceleração de módulo igual a 2 m/s^2 e mantém essa aceleração por 3 s , um parafuso se desprende do teto. Considerando o módulo da aceleração gravitacional $g = 10 \text{ m/s}^2$ e a distância do teto ao chão do ônibus $d = 2 \text{ m}$, o parafuso chega ao chão em um ponto a uma distância da vertical de onde se desprende de, em m,

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

○ **6. (UFRGS)** Considere que uma pedra é lançada verticalmente para cima e atinge uma altura máxima H . Despreze a resistência do ar e considere um referencial com origem no solo e sentido positivo do eixo vertical orientado para cima.

Assinale o gráfico que melhor representa o valor da aceleração sofrida pela pedra, desde o lançamento até o retorno ao ponto de partida.



○ 7. (UFRGS) Um projétil de brinquedo é arremessado verticalmente para cima, da beira da sacada de um prédio, com uma velocidade inicial de 10 m/s. O projétil sobe livremente e, ao cair, atinge a calçada do prédio com uma velocidade de módulo igual a 30 m/s. Indique quanto tempo o projétil permaneceu no ar, supondo a aceleração da gravidade igual a 10 m/s² e desprezando os efeitos de atrito sobre o movimento do projétil.

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

○ 8. (UFRGS) Um projétil é lançado verticalmente para cima, a partir do nível do solo, com velocidade inicial de 30 m/s. Admitindo $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando a resistência do ar, analise as seguintes afirmações a respeito do movimento desse projétil.

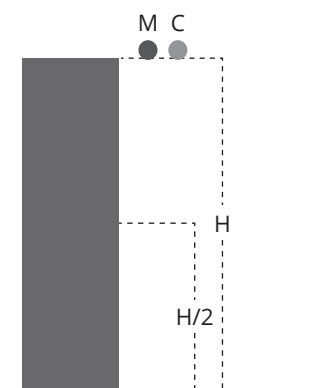
- I. 1s após o lançamento, o projétil encontra-se na posição de altura 25 m com relação ao solo.
- II. 3s após o lançamento, o projétil atinge a posição de altura máxima.
- III. 5s após o lançamento, o projétil encontra-se na posição de altura 25 m com relação ao solo.

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.

Anotações:

○ 9. (UFRGS) A figura abaixo representa uma esfera de madeira (M) e uma de chumbo (C), ambas inicialmente em repouso, no topo de uma torre que tem altura H em relação ao solo. A esfera C é vinte vezes mais pesada do que a esfera M.



Em um experimento, primeiro solta-se a esfera M; depois, no instante em que a esfera M se encontra à altura $H/2$, solta-se a esfera C.

Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do parágrafo abaixo.

Desprezando-se efeitos do ar sobre o movimento das esferas, pode-se afirmar que, quando a esfera M atinge o solo, a esfera C encontra-se a uma altura _____ $H/2$ e que, comparando-se os módulos das velocidades das esferas ao atingirem a altura $H/2$, o módulo da velocidade da esfera M é _____ da esfera C.

- a) maior do que - igual ao
- b) maior do que - menor do que o
- c) menor do que - igual ao
- d) menor do que - menor do que o
- e) igual a - igual ao

Instrução: As questões 10 e 11 estão relacionadas ao enunciado abaixo.

Um objeto é lançado da superfície da Terra verticalmente para cima e atinge a altura de 7,2 m. (Considere o módulo da aceleração da gravidade igual a 10 m/s² e despreze a resistência do ar).

○ 10. (UFRGS) Qual é o módulo da velocidade com que o objeto foi lançado?

- a) 144 m/s
- b) 72 m/s
- c) 14,4 m/s
- d) 12 m/s
- e) 1,2 m/s



○ 11. (UFRGS) Sobre o movimento do objeto, são feitas as seguintes afirmações.

I. Durante a subida, os vetores velocidade e aceleração têm sentidos opostos.

II. No ponto mais alto da trajetória, os vetores velocidade e aceleração são nulos.

III. Durante a descida, os vetores velocidade e aceleração têm mesmo sentido.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

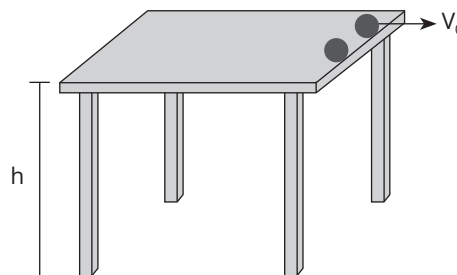
- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e II.
- d) Apenas I e III.
- e) Apenas II e III.

○ 12. (UFRGS) Você sobe uma escada e, a meio caminho do topo, de altura y , você deixa cair uma pedra. Ao atingir o topo da escada, de uma altura $2y$, você solta uma outra pedra.

Sendo v_1 e v_2 os módulos das velocidades de impacto no solo da primeira pedra e da segunda pedra, respectivamente, a razão v_1/v_2 vale:

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

○ 13. (UFRGS) Dois objetos de massas m_1 e $m_2 (=2m_1)$ encontram-se na borda de uma mesa de altura h em relação ao solo, conforme representa a figura abaixo.



O objeto 1 é lentamente deslocado até começar a cair verticalmente. No instante em que o objeto 1 começa a cair, o objeto 2 é lançado horizontalmente com velocidade V_0 . A resistência do ar é desprezível.

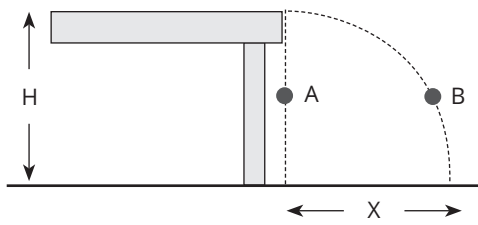
Assinale a alternativa que melhor representa os gráficos de posição vertical dos objetos 1 e 2, em função do tempo. Nos gráficos, t_q^1 representa o tempo de queda do objeto 1. Em cada alternativa, o gráfico da esquerda representa o objeto 1, e o da direita representa o objeto 2.

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



Instrução: Leia o texto abaixo para responder às questões 14 e 15.

Na figura que segue, estão representadas as trajetórias de dois projéteis, A e B, no campo gravitacional terrestre. O projétil A é solto da borda de uma mesa horizontal de altura H e cai verticalmente; o projétil B é lançado da borda dessa mesa com velocidade horizontal de $1,5 \text{ m/s}$.



(O efeito do ar é desprezível no movimento desses projéteis.)

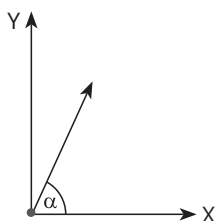
○ 14. (UFRGS) Se o projétil A leva $0,4\text{s}$ para atingir o solo, quanto tempo levará o projétil B?

- a) $0,2\text{s}$
- b) $0,4\text{s}$
- c) $0,6\text{s}$
- d) $0,8\text{s}$
- e) $1,0\text{s}$

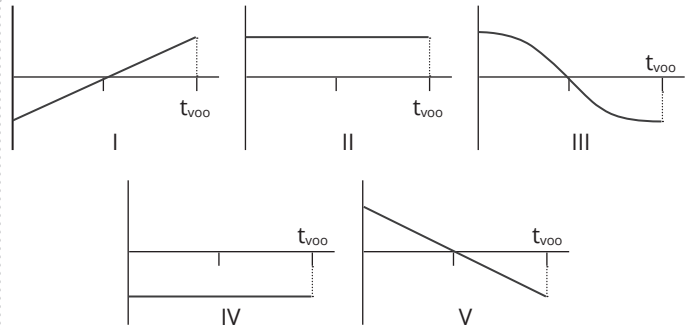
○ 15. (UFRGS) Qual será o valor do alcance horizontal X do projétil B?

- a) $0,2 \text{ m}$
- b) $0,4 \text{ m}$
- c) $0,6 \text{ m}$
- d) $0,8 \text{ m}$
- e) $1,0 \text{ m}$

○ 16. (UFRGS) Em uma região onde a aceleração da gravidade tem módulo constante, um projétil é disparado a partir do solo, em uma direção que faz um ângulo α com a direção horizontal, conforme representado na figura abaixo.

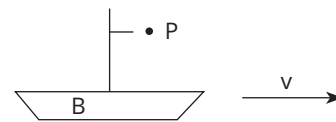


Assinale a opção que, desconsiderando a resistência do ar, indica os gráficos que melhor representam, respectivamente, o comportamento da componente horizontal e o da componente vertical, da velocidade do projétil, em função do tempo.



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

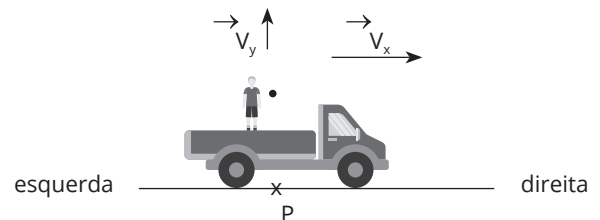
○ 17. (UFRGS) A figura representa um barco que se move para a direita com velocidade uniforme V . Uma bola está depositada no ponto P de uma plataforma horizontal fixa no mastro.



Desconsiderando o atrito com o ar, se a bola for jogada verticalmente para cima, ela cairá, ao retornar:

- a) no ponto P, se o barco mantiver a mesma velocidade.
- b) à esquerda de P, se o barco mantiver a mesma velocidade.
- c) à direita de P, se o barco mantiver a mesma velocidade.
- d) à esquerda de P, se o barco reduzir a velocidade.
- e) à direita de P, se o barco aumentar a velocidade.

○ 18. (UFRGS) A figura representa um menino parado sobre a carroceria de um veículo que se desloca com velocidade horizontal constante V_x em uma rua reta e plana.

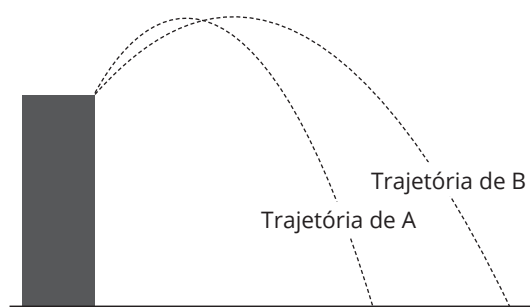


O menino segura em suas mãos uma bola de bilhar e a joga verticalmente para cima, com velocidade inicial V_y no instante em que o veículo passa pela posição que corresponde, no solo, ao ponto assinalado com a letra P. A bola sobe até certa altura e, a partir daí, começa a cair, retornando novamente às mãos do menino. Após descrever a trajetória de subida e descida, a bola encontra-se, para um observador parado no solo na posição assinalada por P:

- a) na mesma posição em que se encontrava antes do lançamento.
- b) à direita de P, independentemente da relação V_y / V_x .
- c) à esquerda de P, independentemente da relação V_y / V_x .
- d) à direita de P, apenas se $V_y / V_x > 1$.
- e) à esquerda de P, apenas se $V_y / V_x > 1$.



○ 19. (UFRGS) A figura abaixo representa as trajetórias dos projéteis A e B, desde seu lançamento simultâneo do topo de uma torre, até atingirem o solo, considerado perfeitamente horizontal. A altura máxima é a mesma para as duas trajetórias, e o efeito do ar, desprezível nesses movimentos.

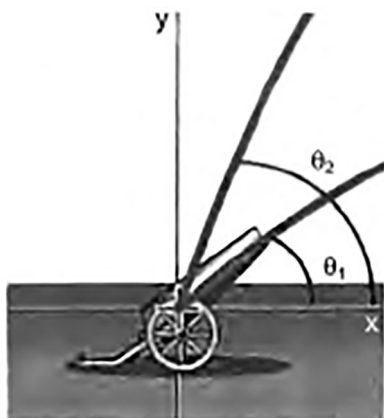


Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do parágrafo abaixo.

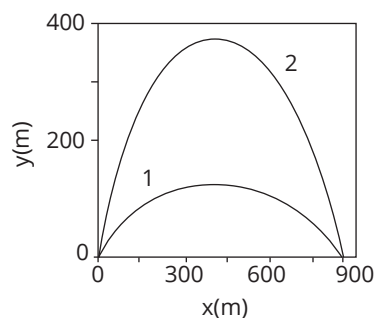
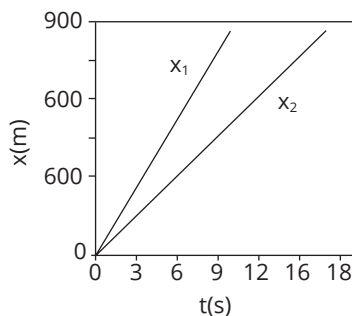
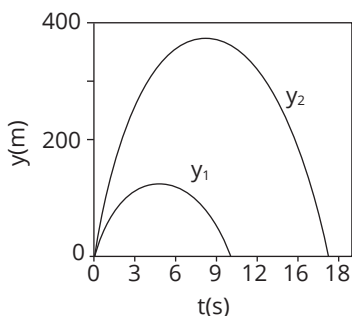
O projétil A atinge o solo _____ o projétil B. Sobre a componente horizontal da velocidade no ponto mais alto da trajetória, pode-se afirmar que ela é _____.

- a) antes que - nula para ambos os projéteis
- b) antes que - maior para o projétil B do que para o projétil A
- c) antes que - menor para o projétil B do que para o projétil A
- d) ao mesmo tempo que - menor para o projétil B do que para o projétil A
- e) ao mesmo tempo que - maior para o projétil B do que o projétil A

○ 20. (UFRGS-2020) Dois projéteis são disparados simultaneamente no vácuo, a partir da mesma posição no solo, com ângulos de lançamento diferentes, $\theta_1 < \theta_2$, conforme representa a figura abaixo.



Os gráficos a seguir mostram, respectivamente, as posições verticais y como função do tempo t , as posições horizontais x como função do tempo t e as posições verticais y como função das posições horizontais x , dos dois projéteis.



Analisando os gráficos, pode-se afirmar que:

- I. o valor inicial da componente vertical da velocidade do projétil 2 é maior do que o valor inicial da componente vertical da velocidade do projétil 1.
- II. o valor inicial da componente horizontal da velocidade do projétil 2 é maior do que o valor inicial da componente horizontal da velocidade do projétil 1.
- III. os dois projéteis atingem o solo no mesmo instante.

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.



HABILIDADES À PROVA 5

» Dinâmica - Leis de Newton e Forças Notáveis

○ 1. (ENEM) Durante uma faxina, a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a Terceira Lei de Newton define que, se puxar o móvel, o móvel o puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento.

Qual argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto?

- a) A força de ação é aquela exercida pelo garoto.
- b) A força resultante sobre o móvel é sempre nula.
- c) As forças que o chão exerce sobre o garoto se anulam.
- d) A força de ação é um pouco maior que a força de reação.
- e) O par de forças de ação e reação não atua em um mesmo corpo.

○ 2. (ENEM) Com um dedo, um garoto pressiona contra a parede duas moedas, de R\$ 0,10 e R\$ 1,00, uma sobre a outra, mantendo-as paradas. Em contato com o dedo está a moeda de R\$ 0,10, e contra a parede está a de R\$ 1,00. O peso da moeda de R\$ 0,10 é 0,05 N e o da de R\$ 1,00 é 0,09 N. A força de atrito exercida pela parede é suficiente para impedir que as moedas caiam.

Qual é a força de atrito entre a parede e a moeda de R\$ 1,00?

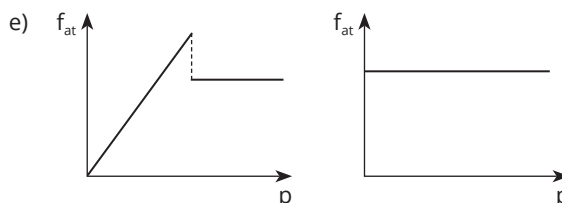
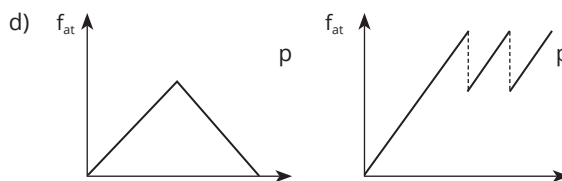
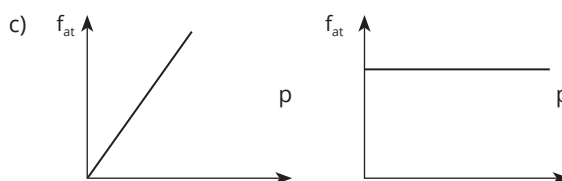
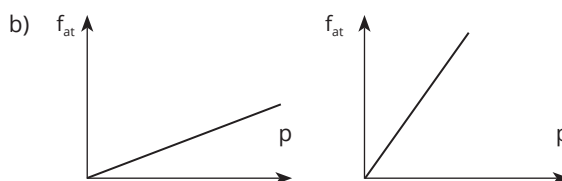
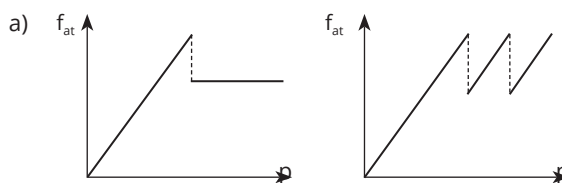
- a) 0,04 N
- b) 0,05 N
- c) 0,07 N
- d) 0,09 N
- e) 0,14 N

○ 3. (ENEM) Uma pessoa necessita da força de atrito em seus pés para se deslocar sobre uma superfície. Logo, uma pessoa que sobe uma rampa em linha reta será auxiliada pela força de atrito exercida pelo chão em seus pés.

Em relação ao movimento dessa pessoa, quais são a direção e o sentido da força de atrito mencionada no texto?

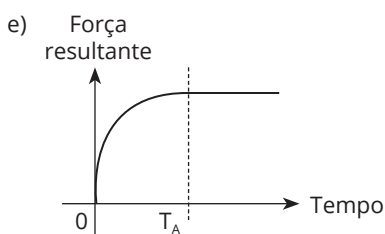
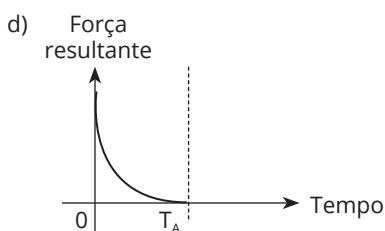
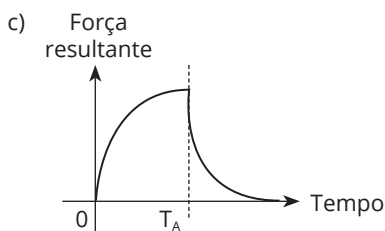
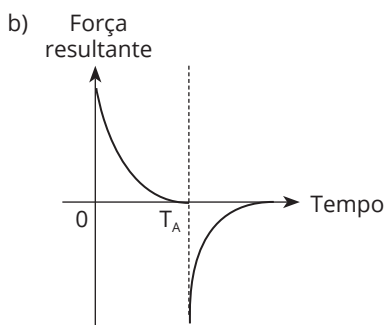
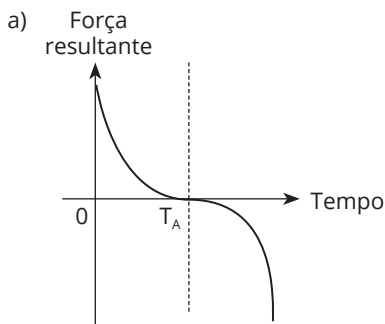
- a) Perpendicular ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- b) Paralelo ao plano e no sentido contrário ao movimento.
- c) Paralelo ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- d) Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
- e) Vertical e sentido para cima.

○ 4. (ENEM) Os freios ABS são uma importante medida de segurança no trânsito, os quais funcionam para impedir o travamento das rodas do carro quando o sistema de freios é acionado, liberando as rodas quando estão no limiar do deslizamento. Quando as rodas travam, a força de frenagem é governada pelo atrito cinético. As representações esquemáticas da força de atrito f_{at} entre os pneus e a pista, em função da pressão p aplicada no pedal de freio, para carros sem ABS e com ABS, respectivamente, são:



○ 5. (ENEM) Em um dia sem vento, ao saltar de um avião, um paraquedista cai verticalmente até atingir a velocidade limite. No instante em que o paraquedas é aberto (instante T_A), ocorre a diminuição de sua velocidade de queda. Algum tempo após a abertura do paraquedas, ele passa a ter velocidade de queda constante, que possibilita sua aterrissagem em segurança.

Que gráfico representa a força resultante sobre o paraquedista, durante o seu movimento de queda?



○ 6. (ENEM) Uma criança está em um carrossel em um parque de diversões. Este brinquedo descreve um movimento circular com intervalo de tempo regular. A força resultante que atua sobre a criança:

- a) é nula.
- b) é oblíqua à velocidade do carrossel.
- c) é paralela à velocidade do carrossel.
- d) está direcionada para fora do brinquedo.
- e) está direcionada para o centro do brinquedo.

○ 7. (ENEM) Um pai faz um balanço utilizando dois segmentos paralelos e iguais da mesma corda para fixar uma tábua a uma barra horizontal. Por segurança, opta por um tipo de corda cuja tensão de ruptura seja 25% superior à tensão máxima calculada nas seguintes condições:

- O ângulo máximo atingido pelo balanço em relação à vertical é igual a 90° ;
- Os filhos utilizarão o balanço até que tenham uma massa de 24 kg.

Além disso, ele aproxima o movimento do balanço para o movimento circular uniforme, considera que a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s^2 e despreza forças dissipativas.

Qual é a tensão de ruptura da corda escolhida?

- a) 120 N
- b) 300 N
- c) 360 N
- d) 450 N
- e) 900 N



○ 8. (ENEM 2021) A balança de braços iguais (balança A) faz a medição por meio da comparação com massas de referência colocadas em um dos pratos. A balança de plataforma (balança B) determina a massa indiretamente pela força de compressão aplicada pelo corpo sobre a plataforma.



Balança A



Balança B

As balanças A e B são usadas para determinar a massa de um mesmo corpo. O procedimento de medição de calibração foi conduzido em um local da superfície terrestre e forneceu o valor de 5,0 kg para ambas as balanças. O mesmo procedimento de medição é conduzido para esse corpo em duas situações.

▶ **Situação 1:** superfície lunar, onde o módulo da aceleração da gravidade é $1,6 \text{ m/s}^2$. A balança A forneceu o valor m_1 , e a balança B forneceu o valor m_2 .

▶ **Situação 2:** interior de um elevador subindo com aceleração constante de módulo 2 m/s^2 , próximo à superfície da Terra. A balança A forneceu o valor m_3 , e a balança B forneceu o valor m_4 .

Disponível em: <http://fisica.tubalivre.com>. Acesso em: 23 nov. 2013 (adaptado).

Em relação ao resultado do procedimento de calibração, os resultados esperados para a situação 1 e 2 são, respectivamente,

- a) $m_1 = 5,0 \text{ kg}$ e $m_2 < 5,0 \text{ kg}$; $m_3 = 5,0 \text{ kg}$ e $m_4 > 5,0 \text{ kg}$.
- b) $m_1 = 5,0 \text{ kg}$ e $m_2 = 5,0 \text{ kg}$; $m_3 = 5,0 \text{ kg}$ e $m_4 = 5,0 \text{ kg}$.
- c) $m_1 < 5,0 \text{ kg}$ e $m_2 < 5,0 \text{ kg}$; $m_3 = 5,0 \text{ kg}$ e $m_4 = 5,0 \text{ kg}$.
- d) $m_1 = 5,0 \text{ kg}$ e $m_2 = 5,0 \text{ kg}$; $m_3 < 5,0 \text{ kg}$ e $m_4 < 5,0 \text{ kg}$.
- e) $m_1 < 5,0 \text{ kg}$ e $m_2 = 5,0 \text{ kg}$; $m_3 > 5,0 \text{ kg}$ e $m_4 = 5,0 \text{ kg}$.

○ 9. (ENEM 2022) Com o objetivo de revestir o piso de uma rampa de acesso para cadeiras de rodas, determina-se que, sob a aplicação de uma força motora de até 200 N, não ocorra deslizamento dos pneus em relação à superfície de contato. Considera-se que a força normal que atua sobre o conjunto cadeira e cadeirante é de 800 N.

O quadro a seguir indica alguns materiais, seus respectivos coeficientes de atrito estático com a borracha dos pneus e seus custos referentes ao metro quadrado instalado. Cada cifrão (\$) indica uma unidade monetária genérica.

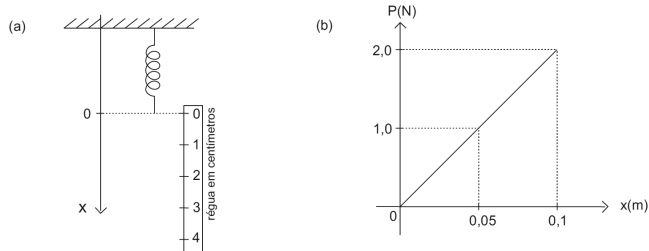
| Revestimento | Coefficiente de atrito | Custo do m^2 instalado |
|--------------|------------------------|---------------------------------|
| Cimento | 0,20 | \$ |
| Mármore | 0,30 | \$\$\$\$\$ |
| Madeira | 0,35 | \$\$ |
| Carpete | 0,45 | \$\$\$\$\$ |
| Lona | 0,55 | \$\$\$ |

Qual revestimento apresenta o menor custo, além de garantir que cadeiras de rodas passem pela rampa sem risco de escorregamento?

- a) Cimento.
- b) Mármore.
- c) Madeira.
- d) Carpete.
- e) Lona.



○ 10. (UFSM) Um estudante suspende uma mola na vertical, conforme a figura (a). Na extremidade livre, ele prende corpos de diferentes massas e mede a correspondente alongação da mola com o sistema em equilíbrio. Fazendo o gráfico do módulo do peso dos corpos em função da alongação, o estudante chegou à figura (b).



Considerando os resultados representados na figura (b), é possível afirmar:

- I - A lei de Hooke vale para essa mola.
- II - A força peso de cada corpo suspenso atua nele e não pode alongar a mola.
- III - A constante de elasticidade dessa mola vale 0,05 m/N.

Está(ão) correta(s)

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

○ 11. (UFSM) Considere as seguintes afirmativas sobre as leis de Newton:

- I - A primeira lei afirma que nenhum corpo pode estar acelerado num referencial inercial.
- II - A segunda lei afirma que a aceleração de um corpo é diretamente proporcional à soma das forças que atuam sobre ele.
- III - A terceira lei afirma que, quando um corpo A exerce uma força sobre o corpo B, este, após um pequeno intervalo de tempo, reage sobre o corpo A com uma força de mesmo módulo, mesma direção, mas de sentido contrário.

Está(ão) correta(s)

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

○ 12. (UFSM) Se a resultante das forças que atuam sobre uma partícula é nula, diz-se que a partícula é livre. Com isso em mente, considere as três afirmativas:

- I - O referencial em que uma partícula livre está parada é inercial.
- II - Pela primeira lei de Newton, pode-se concluir que existem referenciais em que uma partícula livre só pode estar parada ou em MRU.
- III - Se, num referencial inercial, uma partícula qualquer está acelerada, então a soma das forças que atuam sobre ela não é zero.

Está(ão) correta(s)

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

○ 13. (UFSM) Durante os exercícios de força realizados por um corredor, é usada tira de borracha presa ao seu abdome:

| Semana | x (cm) |
|--------|--------|
| 1 | 20 |
| 2 | 24 |
| 3 | 26 |
| 4 | 27 |
| 5 | 28 |

O máximo de força atingido pelo atleta, sabendo que a constante elástica da tira é de 300 N/m e que obedece à lei de Hooke, é, em N:

- a) 23.520
- b) 17.600
- c) 1.760
- d) 840
- e) 84

○ 14. (UFRGS) Considere as seguintes afirmações:

- I. Se um corpo está em movimento, necessariamente a resultante das forças exercidas sobre ele tem a mesma direção e o mesmo sentido da velocidade.
- II. Em determinado instante, a aceleração de um corpo pode ser zero, embora seja diferente de zero a resultante das forças exercidas sobre ele.
- III. Em determinado instante, a velocidade de um corpo pode ser zero, embora seja diferente de zero a resultante de forças exercidas sobre ele.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

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



○ 15. (UFRGS) Selecione a alternativa que apresenta os termos que completam corretamente as lacunas das afirmações abaixo.

I. Quando a resultante das forças exercidas sobre um corpo X é igual à resultante das que são exercidas sobre um corpo Y, sendo a massa de X menor do que Y, o módulo da aceleração é _____ do que o de Y.

II. Quando a resultante das forças exercidas sobre um corpo é nula, ele _____ estar em movimento.

- a) menor - pode
- b) menor - não pode
- c) o mesmo - não pode
- d) maior - pode
- e) maior - não pode

○ 16. (UFRGS) O cabo-de-guerra é uma atividade esportiva na qual duas equipes, A e B, puxam uma corda pelas extremidades opostas, conforme representa a figura abaixo.

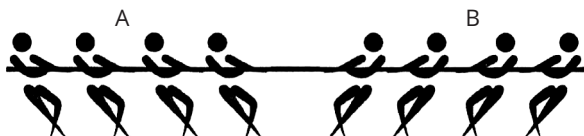


Figura adaptada de Thadius856 (SVG conversion) & Parutakupiu (original image) - Obra do próprio, domínio público. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3335188>>. Acesso em: 18 set. 2017.

Considere que a corda é puxada pela equipe A com uma força horizontal de módulo 780 N e pela equipe B com uma força horizontal de módulo 720 N. Em dado instante, a corda arrebenta. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A força resultante sobre a corda, no instante imediatamente anterior ao rompimento, tem módulo 60 N e aponta para a _____. Os módulos das acelerações das equipes A e B, no instante imediatamente posterior ao rompimento da corda, são, respectivamente, _____, supondo que cada equipe tem massa de 300 kg.

- a) esquerda - 2,5 m/s² e 2,5 m/s²
- b) esquerda - 2,6 m/s² e 2,4 m/s²
- c) esquerda - 2,4 m/s² e 2,6 m/s²
- d) direita - 2,6 m/s² e 2,4 m/s²
- e) direita - 2,4 m/s² e 2,6 m/s²

○ 17. (UFRGS) Aplica-se uma força de 20 N a um corpo de massa **m**. O corpo desloca-se em linha reta com velocidade que aumenta 10 m/s a cada 2 s.

Qual o valor, em kg, da massa **m**?

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

○ 18. (UFRGS) Duas partículas de massas diferentes, m_1 e m_2 , estão sujeitas a uma mesma força resultante. Qual é a relação entre as respectivas acelerações, a_1 e a_2 , dessas partículas?

- a) $a_1 = a_2$
- b) $a_1 = (m_1 + m_2) \cdot a_2$
- c) $a_1 = (m_2/m_1) \cdot a_2$
- d) $a_1 = (m_1/m_2) \cdot a_2$
- e) $a_1 = (m_1 \cdot m_2) \cdot a_2$

○ 19. (UFRGS) Para um observador inercial, um corpo que parte do repouso, sob ação exclusiva de uma força **F** constante, adquire a velocidade **v** de módulo 5 m/s após certo intervalo de tempo. Qual seria, para o mesmo observador, o módulo da velocidade adquirida pelo corpo, após o mesmo intervalo de tempo, supondo que ele já tivesse inicialmente a velocidade **v** e que a força exercida sobre ele fosse 4**F**?

- a) 1,50 m/s.
- b) 20 m/s.
- c) 25 m/s.
- d) 40 m/s.
- e) 80 m/s.

○ 20. (UFRGS) Um foguete é disparado verticalmente a partir de uma base de lançamentos, onde seu peso é **P**. Inicialmente, sua velocidade cresce por efeito de uma aceleração constante.

Segue-se, então, um estágio durante o qual o movimento se faz com velocidade constante relativamente a um observador inercial. Durante esse estágio, do ponto de vista desse observador, o módulo da força resultante sobre o foguete é:

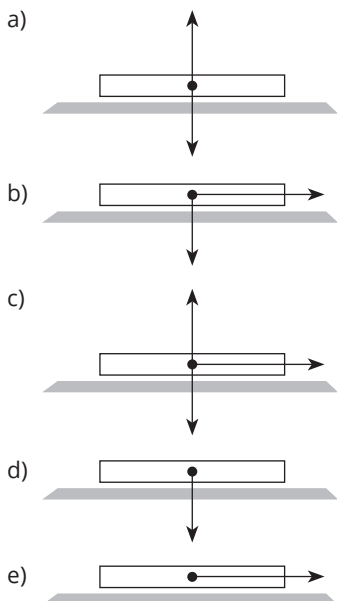
- a) zero.
- b) maior do que zero, mas menor do que **P**.
- c) igual a **P**.
- d) maior do que **P**, mas menor do que 2**P**.
- e) igual a 2**P**.

○ 21. (UFRGS) A massa de uma partícula X é dez vezes maior do que a massa de uma partícula Y. Se as partículas colidirem frontalmente uma com a outra, pode-se afirmar que, durante a colisão, a intensidade da força exercida por X sobre Y, comparada com a intensidade da força exercida por Y sobre X, será:

- a) 100 vezes menor.
- b) 10 vezes menor.
- c) igual.
- d) 10 vezes maior.
- e) 100 vezes maior.

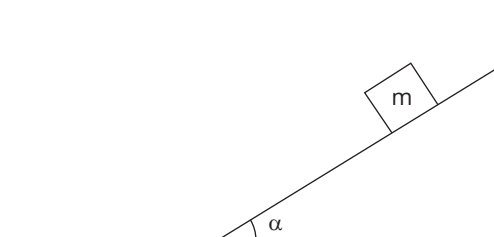


○ 22. (UFRGS) Uma pessoa, parada à margem de um lago congelado cuja superfície é perfeitamente horizontal, observa um objeto em forma de disco que, em certo trecho, desliza com movimento retilíneo uniforme, tendo uma de suas faces planas em contato com o gelo. Do ponto de vista desse observador, considerado inercial, qual das alternativas indica o melhor diagrama para representar as forças exercidas sobre o disco nesse trecho? (Supõe-se a ausência total de forças dissipativas, como o atrito com a pista ou com o ar).



Instrução: As questões 23 e 24 referem-se ao enunciado e gráfico abaixo.

Na figura abaixo, um bloco de massa m é colocado sobre um plano inclinado, sem atrito, que forma um ângulo α com a direção horizontal. Considere g o módulo da aceleração da gravidade.



○ 23. (UFRGS) Nessa situação, os módulos da força peso do bloco e da força normal sobre o bloco valem, respectivamente:

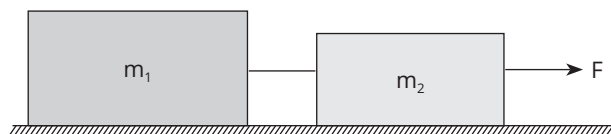
- a) mg ; mg
- b) mg ; $mg \cdot \sin \alpha$
- c) mg ; $mg \cdot \cos \alpha$
- d) $mg \cdot \sin \alpha$; mg
- e) $mg \cdot \cos \alpha$; $mg \cdot \sin \alpha$

○ 24. (UFRGS) O módulo da força resultante sobre o bloco é igual a:

- a) $mg \cdot \cos \alpha$
- b) $mg \cdot \sin \alpha$
- c) $mg \cdot \tan \alpha$
- d) mg
- e) zero.

Instrução: As questões 25 e 26 referem-se ao enunciado abaixo.

Dois blocos, de massas $m_1 = 3,0 \text{ kg}$ e $m_2 = 1,0 \text{ kg}$, ligados por um fio inextensível, podem deslizar sem atrito sobre um plano horizontal. Esses blocos são puxados por uma força horizontal F de módulo $F = 6 \text{ N}$, conforme a figura abaixo. (Desconsidere a massa do fio).



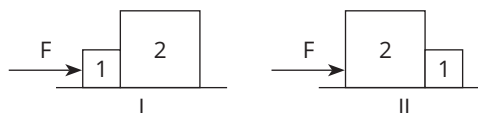
○ 25. (UFRGS) A tensão no fio que liga os dois blocos é:

- a) zero
- b) $2,0 \text{ N}$
- c) $3,0 \text{ N}$
- d) $4,5 \text{ N}$
- e) $6,0 \text{ N}$

○ 26. (UFRGS) As forças resultantes sobre m_1 e m_2 são, respectivamente:

- a) $3,0 \text{ N}$ e $1,5 \text{ N}$.
- b) $4,5 \text{ N}$ e $1,5 \text{ N}$.
- c) $4,5 \text{ N}$ e $3,0 \text{ N}$.
- d) $6,0 \text{ N}$ e $3,0 \text{ N}$.
- e) $6,0 \text{ N}$ e $4,5 \text{ N}$.

○ 27. (UFRGS) Dois blocos, 1 e 2, são arranjados de duas maneiras distintas e empurrados sobre uma superfície sem atrito, por uma mesma força horizontal F . As situações estão representadas nas figuras I e II abaixo.

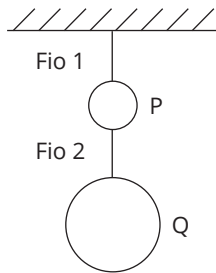


Considerando que a massa do bloco 1 é m_1 e que a massa do bloco 2 é $m_2 = 3m_1$, a opção que indica corretamente a intensidade da força que atua entre os blocos, nas situações I e II, é, respectivamente:

- a) $F/4$ e $F/4$.
- b) $F/4$ e $3F/4$.
- c) $F/2$ e $F/2$.
- d) $3F/4$ e $F/4$.
- e) F e F .



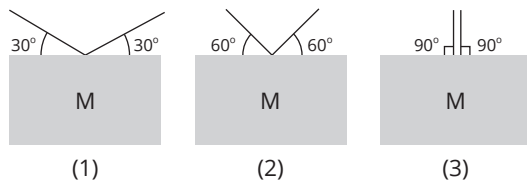
○ 28. (UFRGS) A figura abaixo representa dois objetos, P e Q, cujos pesos, medidos com um dinamômetro por um observador inercial, são 6 N e 10 N, respectivamente.



Por meio de dois fios de massas desprezíveis, os objetos P e Q acham-se suspensos, em repouso, ao teto de um elevador que, para o referido observador, se encontra parado. Para o mesmo observador, quando o elevador acelerar verticalmente para cima à razão de 1 m/s^2 , qual será o módulo da tensão no fio 2? (Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .)

- a) 17,6 N
- b) 16,0 N
- c) 11,0 N
- d) 10,0 N
- e) 9,0 N

○ 29. (UFRGS) Na figura abaixo, blocos idênticos estão suspensos por cordas idênticas em três situações distintas, (1), (2) e (3).



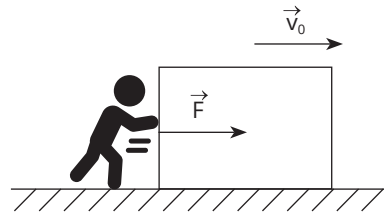
Assinale a alternativa que apresenta as situações na ordem crescente de probabilidade de rompimento das cordas. (O sinal de igualdade abaixo indica situações com a mesma probabilidade de rompimento).

- a) (3), (2), (1)
- b) (3), (2) = (1)
- c) (1), (2), (3)
- d) (1) = (2), (3)
- e) (1) = (2) = (3)

○ 30. (UFRGS) Um dinamômetro, em que foi suspenso um cubo de madeira, encontra-se em repouso, preso a um suporte rígido. Nessa situação, a leitura do dinamômetro é 2,5 N. Uma pessoa puxa, então, o cubo verticalmente para baixo, fazendo aumentar a leitura do dinamômetro. Qual será o módulo da força exercida pela pessoa sobre o cubo, quando a leitura do dinamômetro for 5,5 N?

- a) 2,2 N
- b) 2,5 N
- c) 3,0 N
- d) 5,5 N
- e) 8,0 N

○ 31. (UFRGS) Um menino empurra uma caixa que desliza com atrito sobre um piso horizontal. Para isso, ele aplica na caixa uma força horizontal dirigida para a direita. A força de atrito entre a caixa e o piso é constante, e o efeito do ar no movimento da caixa é desprezível. No instante inicial, representado na figura abaixo, a força aplicada pelo menino é \vec{F} , cujo módulo é maior do que o da força de atrito, e a velocidade da caixa é \vec{v}_0 .



Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do parágrafo abaixo.

Se \vec{F} permanece constante, a velocidade da caixa será _____. Se o módulo de \vec{F} diminuir, permanecendo, contudo, maior do que o da força de atrito, a velocidade da caixa, nos instantes subsequentes, será _____. Se o módulo de \vec{F} diminuir, tornando-se igual ao da força de atrito, a velocidade da caixa, nos instantes subsequentes, será _____.

- a) constante - decrescente - nula
- b) crescente - decrescente - nula
- c) crescente - crescente - constante
- d) constante - crescente - nula
- e) crescente - decrescente - constante

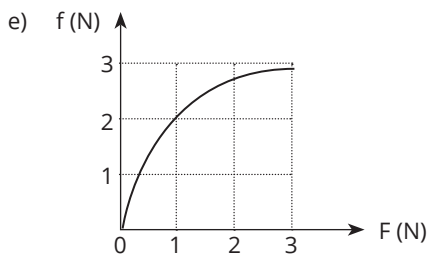
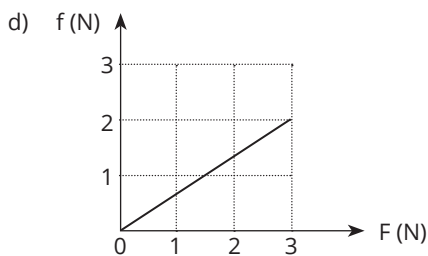
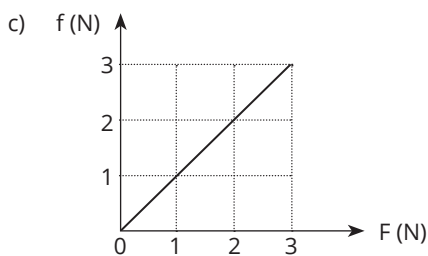
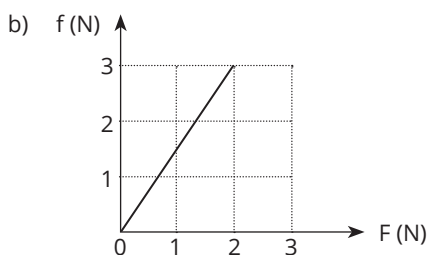
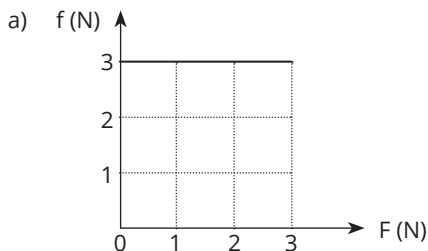
○ 32. (UFRGS) Um livro encontra-se deitado sobre uma folha de papel, ambos em repouso sobre uma mesa horizontal. Para aproximá-lo de si, um estudante puxa a folha em sua direção, sem tocar no livro. O livro acompanha o movimento da folha e não desliza sobre ela.

Qual a alternativa que melhor descreve a força que, ao ser exercida sobre o livro, o colocou em movimento?

- a) É uma força de atrito cinético de sentido contrário ao do movimento do livro.
- b) É uma força de atrito cinético de sentido igual ao do movimento do livro.
- c) É uma força de atrito estático de sentido contrário ao do movimento do livro.
- d) É uma força de atrito estático de sentido igual ao do movimento do livro.
- e) É uma força que não pode ser caracterizada como força de atrito.

○ 33. (UFRGS) Um cubo maciço e homogêneo, cuja massa é de 1,0 kg, está em repouso sobre uma superfície plana horizontal. O coeficiente de atrito estático entre o cubo e a superfície vale 0,30. Uma força F , horizontal, é então aplicada sobre o centro de massa do cubo (considere o módulo da aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2).

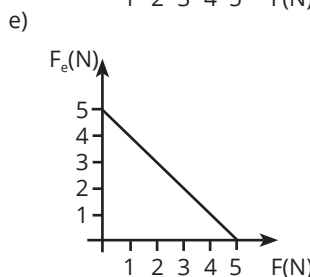
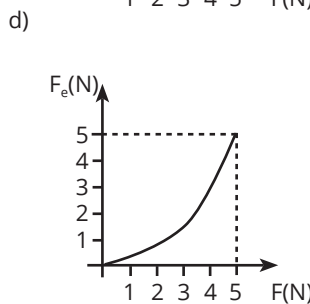
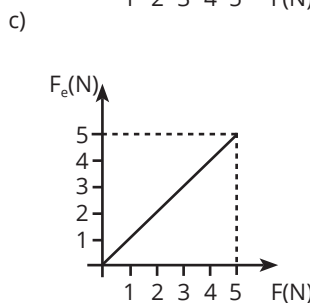
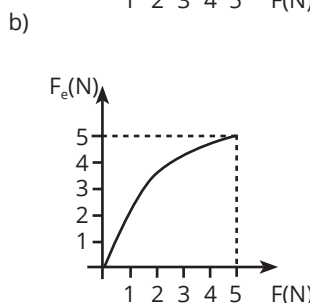
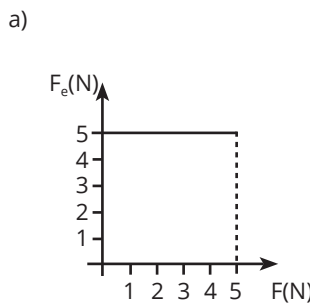
Assinale o gráfico que melhor representa a intensidade f da força de atrito estático em função da intensidade F da força aplicada.



○ 34. (UFRGS-2020) A figura abaixo representa um bloco de massa 2,0 kg, que se mantém em repouso, sobre uma superfície plana horizontal, enquanto submetido a uma força F paralela à superfície e de intensidade variável.



O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a superfície vale 0,25. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$. Assinale a alternativa que melhor representa o gráfico do módulo da força de atrito estático f e em função do módulo da força aplicada.

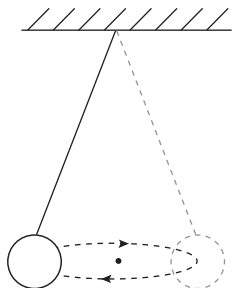


○ **35. (UFRGS)** Um artista de circo, agarrado a uma longa corda suspensa do alto, balança como um pêndulo num plano vertical, fazendo com que o centro de gravidade do seu corpo percorra um arco de circunferência. Saindo de uma posição P_1 , à direita do público que o assiste, o artista passa pelo ponto mais baixo, P_0 , e para na posição oposta P_2 , à esquerda do público.

Se compararmos as intensidades da força de tensão que a corda exerce sobre o artista quando ele se encontra nos pontos P_1 , P_0 e P_2 , verificaremos que a tensão é:

- a) maior em P_1 .
- b) maior em P_0 .
- c) menor em P_0 .
- d) maior em P_2 .
- e) igual em todos os pontos da trajetória.

○ **36. (UFRGS)** A figura abaixo representa um pêndulo cônico ideal que consiste em uma pequena esfera suspensa a um ponto fixo por meio de um cordão de massa desprezível.

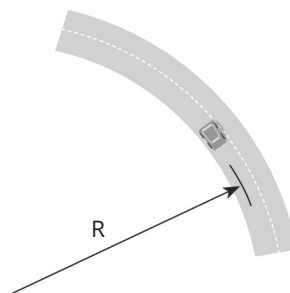


Para um observador inercial, o período de rotação da esfera, em sua órbita circular, é constante. Para o mesmo observador, a resultante das forças exercidas sobre a esfera aponta:

- a) verticalmente para cima.
- b) verticalmente para baixo.
- c) tangencialmente no sentido do movimento.
- d) para o ponto fixo.
- e) para o centro da órbita.

Anotações:

○ **37. (UFRGS)** Considere, na figura abaixo, a representação de um automóvel, com velocidade de módulo constante, fazendo uma curva circular em uma pista horizontal.



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

A força resultante sobre o automóvel é _____ e, portanto, o trabalho por ela realizado é _____.

- a) nula - nulo
- b) perpendicular ao vetor velocidade - nulo
- c) paralela ao vetor velocidade - nulo
- d) perpendicular ao vetor velocidade - positivo
- e) paralela ao vetor velocidade - positivo

○ **38. (UFRGS)** Joãozinho é um menino sem conhecimento científico, mas sabe lançar uma pedra amarrada a um barbante como ninguém. Ele ergue o braço, segura a extremidade livre do barbante em sua mão e aplica-lhe sucessivos impulsos. Assim ele faz a pedra girar em uma trajetória horizontal sobre a sua cabeça, até que, finalmente, a arremessa com precisão na direção desejada.

O que Joãozinho gostaria de explicar (mas não sabe) é a razão pela qual as duas extremidades do barbante esticado nunca chegam a ficar exatamente no mesmo plano horizontal. Por mais rápido que ele faça a pedra girar, a extremidade presa à pedra fica sempre abaixo de outra extremidade.

Para resolver esta questão, é necessário identificar, dentre as forças exercidas sobre a pedra, aquela que impede que a extremidade presa à pedra se eleve ao mesmo nível da outra extremidade. Qual é essa força?

- a) Força centrípeta.
- b) Força de empuxo estático.
- c) Força tangencial à trajetória.
- d) Força de tensão no barbante.
- e) Força peso.

Anotações:



HABILIDADES À PROVA 6

» Trabalho, Potência e Energia Mecânica

○ 1. (ENEM-2021) Analisando a ficha técnica de um automóvel popular, verificam-se algumas características em relação ao seu desempenho. Considerando o mesmo automóvel em duas versões, uma delas funcionando a álcool e outra, a gasolina, tem-se os dados apresentados no quadro, em relação ao desempenho de cada motor.

| Parâmetro | Motor a gasolina | Motor a álcool |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|
| Aceleração | de 0 a 100 km/h em 13,4s | de 0 a 100 km/h em 12,9 s |
| Velocidade máxima | 165 km/h | 136 km/h |

Considerando desprezível a resistência do ar, qual versão apresenta a maior potência?

- a) Como a versão a gasolina consegue a maior aceleração, esta é a que desenvolve a maior potência.
- b) Como a versão a gasolina atinge o maior valor de energia cinética, esta é a que desenvolve a maior potência.
- c) Como a versão a álcool apresenta a maior taxa de variação de energia cinética, esta é a que desenvolve a maior potência.
- d) Como ambas as versões apresentam a mesma variação de velocidade no cálculo da aceleração, a potência desenvolvida é a mesma.
- e) Como a versão a gasolina fica com o motor trabalhando por mais tempo para atingir os 100 km/h, esta é a que desenvolve a maior potência.

○ 2. (ENEM) Em 2017, foi inaugurado, no estado da Bahia, O Parque Solar Lapa, composto por duas usinas (Bom Jesus da Lapa e Lapa) e capaz de gerar cerca de 300 GWh de energia por ano. Considere que cada usina apresente potência igual a 75 MW, com o parque totalizando uma potência instalada de 150 MW. Considere ainda que a irradiância solar média é de 1500 W/m² e que a eficiência dos painéis é de 20%.

Parque Solar Lapa entra em operação. Disponível em: www.canalbioenergia.com.br. Acesso em: 9 jun. 2022 (adaptado).

Nessas condições, a área total dos painéis solares que compõem o Parque Solar Lapa é mais próxima de:

- a) 1.000.000 m²
- b) 500.000 m²
- c) 250.000 m²
- d) 100.000 m²
- e) 20.000 m²

○ 3. (ENEM) Num sistema de freio convencional, as rodas do carro travam e os pneus derrapam no solo, caso a força exercida sobre o pedal seja muito intensa. O sistema ABS evita o travamento das rodas, mantendo a força de atrito no seu valor estático máximo, sem derrapagem. O coeficiente de atrito estático da borracha em contato com o concreto vale $\mu_E = 1,0$, e o coeficiente de atrito cinético para o mesmo par de materiais é $\mu_C = 0,75$. Dois carros, com velocidades iniciais iguais a 108 km/h, iniciam a frenagem numa estrada perfeitamente horizontal de concreto no mesmo ponto. O carro 1 tem sistema ABS e utiliza a força de atrito estática máxima para a frenagem; já o carro 2 trava as rodas, de maneira que a força de atrito efetiva é a cinética. As distâncias, medidas a partir do ponto em que iniciam a frenagem, que os carros 1 (d_1) e 2 (d_2) percorrem até parar são, respectivamente:

- a) $d_1 = 45$ m e $d_2 = 60$ m
- b) $d_1 = 60$ m e $d_2 = 45$ m
- c) $d_1 = 90$ m e $d_2 = 120$ m
- d) $d_1 = 5,8 \times 10^2$ m e $d_2 = 7,8 \times 10^2$ m
- e) $d_1 = 7,8 \times 10^2$ m e $d_2 = 5,8 \times 10^2$ m

○ 4. (ENEM) Uma análise criteriosa do desempenho de Usain Bolt na quebra do recorde mundial dos 100 metros rasos mostrou que, apesar de ser o último dos corredores a reagir ao tiro e iniciar a corrida, seus primeiros 30 metros foram os mais velozes já feitos em um recorde mundial, cruzando essa marca em 3,78 segundos. Até se colocar com o corpo reto, foram 13 passadas, mostrando sua potência durante a aceleração, o momento mais importante da corrida. Ao final desse percurso, Bolt havia atingido a velocidade máxima de 12 m/s.

Disponível em: <http://esporte.uol.com.br>. Acesso em: 5 ago. 2012 (adaptado).

Supondo que a massa desse corredor seja igual a 90 kg, o trabalho total realizado nas 13 primeiras passadas é mais próximo de:

- a) $5,4 \cdot 10^2$ J
- b) $6,5 \cdot 10^3$ J
- c) $8,6 \cdot 10^3$ J
- d) $1,3 \cdot 10^4$ J
- e) $3,2 \cdot 10^4$ J



○ 5. (ENEM) Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial.

O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em:

- a) um dínamo.
- b) um freio de automóvel.
- c) um motor a combustão.
- d) uma usina hidroelétrica.
- e) uma atiradeira (estilingue).

○ 6. (ENEM) Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.

De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e risco ambientais é a baseada na energia:

- a) dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.
- b) solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.
- c) nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.
- d) hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.
- e) eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.

○ 7. (ENEM) A figura abaixo ilustra uma gangorra de brinquedo feita com uma vela. A vela é acesa nas duas extremidades e, inicialmente, deixa-se uma das extremidades mais baixa que a outra. A combustão da parafina da extremidade mais baixa provoca a fusão. A parafina da extremidade mais baixa da vela pinga mais rapidamente que na outra extremidade. O pingar da parafina fundida resulta na diminuição da massa da vela na extremidade mais baixa, o que ocasiona a inversão das posições. Assim, enquanto a vela queima, oscilam as duas extremidades.



Nesse brinquedo, observa-se a seguinte sequência de transformações de energia:

- a) energia resultante de processo químico → energia potencial gravitacional → energia cinética
- b) energia potencial gravitacional → energia elástica → energia cinética
- c) energia cinética → energia resultante de processo químico → energia potencial gravitacional
- d) energia mecânica → energia luminosa → energia potencial gravitacional
- e) energia resultante do processo químico → energia luminosa → energia cinética

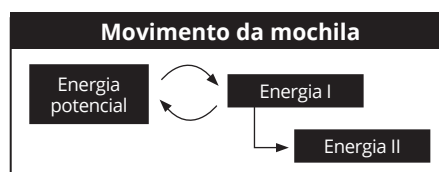
○ 8. (ENEM)

MOCHILA GERADORA DE ENERGIA O sobe-e-desce dos quadris faz a mochila gerar eletricidade

- ▶ A mochila tem uma estrutura rígida semelhante à usada por alpinistas.
- ▶ O compartimento de carga é suspenso por molas colocadas na vertical.
- ▶ Durante a caminhada, os quadris sobem e descem em média cinco centímetros. A energia produzida pelo vai-e-vem do compartimento de peso faz girar um motor conectado ao gerador de eletricidade.

Istoé, nº 1.864, set./2005, p. 69 (com adaptações).

Com o projeto de mochila ilustrado acima, pretende-se aproveitar, na geração de energia elétrica para acionar dispositivos eletrônicos portáteis, parte da energia desperdiçada no ato de caminhar. As transformações de energia envolvidas na produção de eletricidade enquanto uma pessoa caminha com essa mochila podem ser assim esquematizadas:



As energias I e II, representadas no esquema acima, podem ser identificadas, respectivamente, como:

- a) cinética - elétrica
- b) térmica - cinética
- c) térmica - elétrica
- d) sonora - térmica
- e) radiante - elétrica



9. (ENEM) Observe a situação descrita na tirinha abaixo.

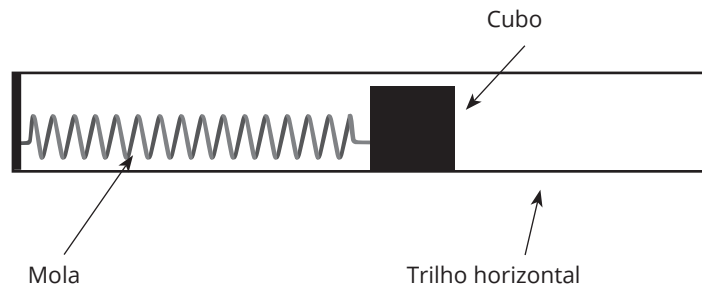


Francisco Caruso & Luisa Daou, Tirinhas de Física, vol. 2, CBPF, Rio de Janeiro, 2000.

Assim que o menino lança a flecha, há transformação de um tipo de energia em outra. A transformação, nesse caso, é de energia:

- potencial elástica em energia gravitacional.
- gravitacional em energia potencial.
- potencial elástica em energia cinética.
- cinética em energia potencial elástica.
- gravitacional em energia cinética.

10. (ENEM) Um projetista deseja construir um brinquedo que lance um pequeno cubo ao longo de um trilho horizontal, e o dispositivo precisa oferecer a opção de mudar a velocidade de lançamento. Para isso, ele utiliza uma mola e um trilho onde o atrito pode ser desprezado, conforme a figura.



Para que a velocidade de lançamento do cubo seja aumentada quatro vezes, o projetista deve:

- manter a mesma mola e aumentar duas vezes a sua deformação.
- manter a mesma mola e aumentar quatro vezes a sua deformação.
- manter a mesma mola e aumentar dezesseis vezes a sua deformação.
- trocar a mola por outra de constante elástica duas vezes maior e manter a sua deformação.
- trocar a mola por outra de constante elástica quatro vezes maior e manter a sua deformação.

11. (ENEM) Um carrinho de brinquedo funciona por fricção. Ao ser forçado a girar suas rodas para trás, contra uma superfície rugosa, uma mola acumula energia potencial elástica. Ao soltar o brinquedo, ele se movimenta sozinho para frente e sem deslizar.

Quando o carrinho se movimenta sozinho, sem deslizar, a energia potencial elástica é convertida em energia cinética pela ação da força de atrito:

- dinâmico na roda, devido ao eixo.
- estático na roda, devido à superfície rugosa.
- estático na superfície rugosa, devido à roda.
- dinâmico na superfície rugosa, devido à roda.
- dinâmico na roda, devido à superfície rugosa.



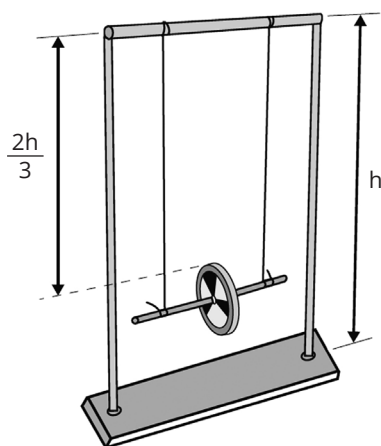
○ 12. (ENEM) Numa feira de ciências, um estudante utilizará o disco de Maxwell (ioiô) para demonstrar o princípio da conservação da energia. A apresentação consistirá em duas etapas:

Etapa 1 - a explicação de que, à medida que o disco desce, parte de sua energia potencial gravitacional é transformada em energia cinética de translação e energia cinética de rotação;

Etapa 2 - o cálculo da energia cinética de rotação do disco no ponto mais baixo de sua trajetória, supondo o sistema conservativo.

Ao preparar a segunda etapa, ele considera a aceleração da gravidade igual a 10 ms^{-2} e a velocidade linear do centro de massa do disco desprezível em comparação com a velocidade angular. Em seguida, mede a altura do topo do disco em relação ao chão no ponto mais baixo de sua trajetória, obtendo $\frac{1}{3}$ da altura da haste do brinquedo.

As especificações de tamanho do brinquedo, isto é, de comprimento (C), largura (L) e altura (A), assim como da massa de seu disco de metal, foram encontradas pelo estudante no recorte de manual ilustrado a seguir.



Conteúdo: base de metal, hastes metálicas, barra superior, disco de metal.

Tamanho (C × L × A): 300 mm × 100 mm × 410 mm

Massa do disco de metal: 30 g

O resultado do cálculo da etapa 2, em joule, é:

- a) $4,10 \times 10^{-2}$
- b) $8,20 \times 10^{-2}$
- c) $1,23 \times 10^{-1}$
- d) $8,20 \times 10^4$
- e) $1,23 \times 10^5$

○ 13. (ENEM) Um carro solar é um veículo que utiliza apenas a energia solar para a sua locomoção. Tipicamente, o carro contém um painel fotovoltaico que converte a energia do Sol em energia elétrica que, por sua vez, alimenta um motor elétrico. A imagem mostra o carro solar Tokai Challenger, desenvolvido na Universidade de Tokai, no Japão, e que venceu o World Solar Challenge de 2009, uma corrida internacional de carros solares, tendo atingido uma velocidade média acima de 100 km/h.



Disponível em: www.physics.hku.hk. Acesso em: 3 jun. 2015.

Considere uma região plana onde a insolação (energia solar por unidade de tempo e de área que chega à superfície da Terra) seja de 1000 W/m^2 que o carro solar possua massa de 200 kg e seja construído de forma que o painel fotovoltaico em seu topo tenha uma área de $9,0 \text{ m}^2$ e rendimento de 30 %

Desprezando as forças de resistência do ar, o tempo que esse carro solar levaria, a partir do repouso, para atingir a velocidade de 108 km/h é um valor mais próximo de

- a) 1,0 s.
- b) 4,0 s.
- c) 10 s.
- d) 33 s.
- e) 300 s.-

○ 14. (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.

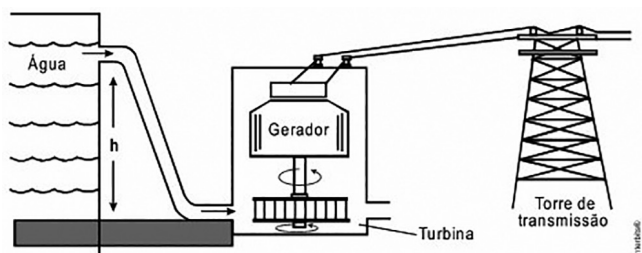
Disponível em: www.itaipu.gov.br. Acesso em: 11 mai. 2013 (adaptado).

Qual é a potência, em MW não aproveitada em cada unidade geradora de Itaipu?

- a) 0
- b) 1,18
- c) 116,96
- d) 816,96
- e) 13.183,04



○ 15. (ENEM) Na figura a seguir está esquematizado um tipo de usina utilizada na geração de eletricidade.



A eficiência de uma usina, do tipo da representada na figura anterior, é da ordem de 0,9, ou seja, 90% da energia da água no início do processo se transforma em energia elétrica. A usina Ji-Paraná, do Estado de Rondônia, tem potência instalada de 512 milhões de watts, e a barragem tem altura de aproximadamente 120m. A vazão do Rio Ji-Paraná, em litros de água por segundo, deve ser da ordem de:

- a) 50
- b) 500
- c) 5.000
- d) 50.000
- e) 500.000

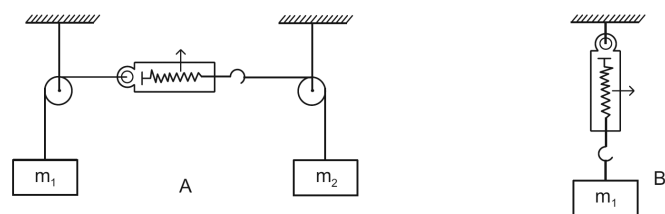
○ 16. (UFSM) Um litro de óleo diesel libera $3,5 \times 10^7$ J de energia na combustão. Uma bomba, funcionando com um motor diesel com rendimento de 20%, eleva água a uma altura de 10 m com 1 litro de óleo diesel. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, a massa de água que pode ser elevada é, em kg,

- a) $3,5 \times 10^4$
- b) 7×10^4
- c) $3,5 \times 10^5$
- d) $3,5 \times 10^6$
- e) 7×10^6

○ 17. (UFSM) Um caminhão transporta 30 toneladas de soja numa estrada retilínea e plana, em MRU, com velocidade de módulo igual a 72 km/h. Se 200.000 W da potência do motor do caminhão estão sendo usados para vencer a força de resistência do ar, o módulo dessa força é, em N,

- a) 10.000
- b) 60.000
- c) 480.000
- d) 6.000.000
- e) 14.400.000

○ 18. (UFSM)



Um dinamômetro é ligado a dois corpos de massas $m_1 = m_2 = 2 \text{ kg}$ conforme a figura A. Em seguida, ele é pendurado no teto, permanecendo ligado a um dos corpos, conforme a figura B. Se o módulo da aceleração da gravidade é $g = 10 \text{ m/s}^2$ e se os fios e roldanas são ideais e sem atrito,

I - na situação representada na figura A, o dinamômetro indica 40 N.

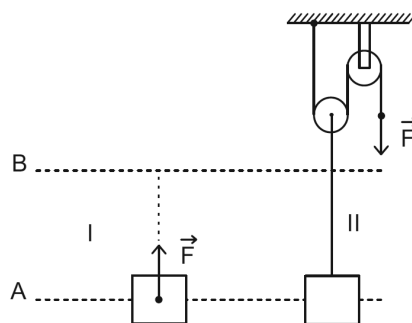
II - na situação representada na figura A, a força resultante horizontal sobre o dinamômetro é zero.

III - a indicação do dinamômetro nas situações representadas nas figuras A e B é idêntica.

Está(ão) correta(s) a(s) alternativa(s)

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

○ 19. (UFSM)



Um certo corpo elevado da horizontal A para a horizontal B por efeito das forças \vec{F} e \vec{F}' , segundo dois processos (I e II) que são diferentes mas que têm a mesma variação na energia cinética. Sabendo que, no processo II, as roldanas e os fios são ideais e sem atrito, analise as afirmativas:

I - A variação da energia potencial gravitacional do corpo é a mesma nos dois processos.

II - O trabalho realizado pela força \vec{F}' é menor que o trabalho realizado pela força \vec{F} .

III - No processo II, a força do fio sobre o corpo tem módulo menor que o módulo de \vec{F} .

Está(ão) correta(s)

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



○ 20. (UFSM) Em uma corrida com velocidade constante, 1690 cal de energia absorvidas da alimentação foram transformadas em energia cinética de translação de um índio de 84 kg. Considerando $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$, o módulo da velocidade do índio foi, em m/s, de

- a) 2.
- b) 4.
- c) 6.
- d) 9.
- e) 13

○ 21. (UFSM) Num referencial fixo numa sala, um bloco de massa $m = 3 \text{ kg}$ é lançado com velocidade horizontal com módulo de 2 m/s sobre o piso dessa sala. O bloco atinge o repouso após percorrer uma distância de 6 m . O módulo da força de atrito cinético do piso sobre o bloco, em N, é

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 6.

○ 22. (UFSM) Uma mãe passeia em um centro comercial com seu bebê sempre junto ao peito. Sejam W_m e W_b os trabalhos associados às forças gravitacionais que atuam na mãe e no bebê, respectivamente. Assim, é possível afirmar:

- I - Como as forças gravitacionais são conservativas, se a mãe passa do térreo para o primeiro andar, $W_m = W_b$.
- II - Se a mãe vai do térreo ao primeiro andar e depois retorna ao térreo, $W_m = W_b = 0$.
- III - Tanto faz a mãe ir do térreo ao primeiro andar pela escada rolante ou diretamente pelo elevador, W_m é o mesmo nos dois casos.

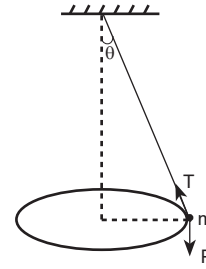
Está(ão) correta(s)

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

○ 23. (UFSM) Um empregado com peso de módulo 150 N precisa ser colocado sobre a caçamba de um caminhão a 1 m de altura. Se a pessoa que deve realizar essa tarefa pode exercer, no máximo, uma força de módulo 50 N , ela deve usar um plano inclinado sem atrito, com um comprimento, em m, de

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5
- e) 6

○ 24. (UFRGS-2020) A figura abaixo representa um pêndulo cônico: um pequeno corpo de massa m , preso à extremidade de um fio, gira, descrevendo uma circunferência horizontal com velocidade constante em módulo, e o fio forma um ângulo θ com a vertical.



T e P são, respectivamente, a força de tração, exercida pelo fio, e a força peso.

Considere as afirmações sobre o trabalho realizado por essas forças.

- I. O trabalho realizado pela componente vertical da força de tração, $|T| \cos \theta$, é nulo.
- II. O trabalho realizado pela componente radial da força de tração, $|T| \sin \theta$, é nulo.
- III. O trabalho realizado pela força P é nulo.

Quais estão corretas?

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

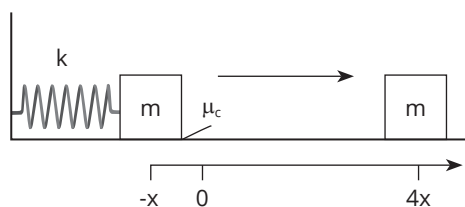
○ 25. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas no fim do enunciado que segue, na ordem em que aparecem.

Um objeto desloca-se de um ponto A até um ponto B do espaço seguindo um determinado caminho. A energia mecânica do objeto nos pontos A e B assume, respectivamente, os valores E_A e E_B , sendo $E_B < E_A$. Nesta situação, existem forças _____ atuando sobre o objeto, e a diferença de energia $E_B - E_A$ _____ do _____ entre os pontos A e B.

- a) dissipativas - depende - caminho
- b) dissipativas - depende - deslocamento
- c) dissipativas - independe - caminho
- d) conservativas - independe - caminho
- e) conservativas - depende - deslocamento



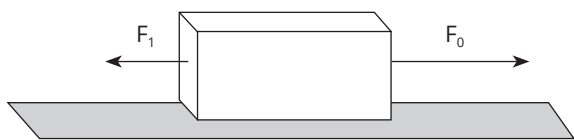
○ 26. (UFRGS) Observe o sistema formado por um bloco de massa m comprimindo uma mola de constante k , representado na figura abaixo.



Considere a mola como sem massa e o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície igual a μ_c . Qual deve ser a compressão X da mola para que o bloco deslize sem rolar sobre a superfície horizontal e pare no ponto distante $4X$ da posição de equilíbrio da mola?

- a) $2 mg/k$
- b) $2 \mu_c mg/k$
- c) $4 \mu_c mg/k$
- d) $8 \mu_c mg/k$
- e) $10 \mu_c mg/k$

○ 27. (UFRGS) Um caixote encontra-se em repouso sobre o piso horizontal de uma sala (considerada um sistema de referência inercial). Primeiramente, é exercida sobre o caixote uma força horizontal F_0 , de módulo igual a 100 N, constatando-se que o caixote se mantém em repouso devido ao atrito entre ele e o piso. A seguir, acrescenta-se ao sistema de forças outra força horizontal F_1 , de módulo igual a 20 N e de sentido contrário a F_0 , conforme representa a figura abaixo.

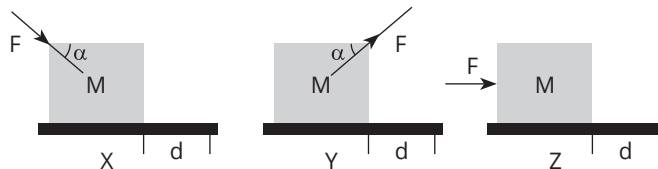


A respeito dessa nova situação, é correto afirmar que o trabalho realizado subsequente pela resultante das forças exercidas sobre o caixote, no mesmo referencial da sala, é igual a:

- a) zero, pois a força resultante é nula.
- b) 20 J para um deslocamento de 1 m.
- c) 160 J para um deslocamento de 2 m.
- d) 300 J para um deslocamento de 3 m.
- e) 480 J para um deslocamento de 4 m.

Instrução: As questões 28 e 29 referem-se ao enunciado abaixo.

Um estudante movimentava um bloco homogêneo de massa M , sobre uma superfície horizontal, com forças de mesmo módulo F , conforme representa a figura abaixo.



Em X, o estudante empurra o bloco; em Y, o estudante puxa o bloco; em Z, o estudante empurra o bloco com força paralela ao solo.

○ 28. (UFRGS) A força normal exercida pela superfície é, em módulo, igual ao peso do bloco:

- a) apenas na situação X.
- b) apenas na situação Y.
- c) apenas na situação Z.
- d) apenas nas situações X e Y.
- e) em X, Y e Z.

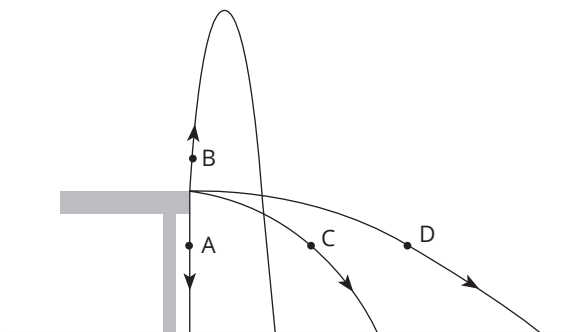
○ 29. (UFRGS) O trabalho realizado pelo estudante para mover o bloco nas situações apresentadas, por uma mesma distância d , é tal que:

- a) $W_x = W_y = W_z$
- b) $W_x = W_y < W_z$
- c) $W_x > W_y > W_z$
- d) $W_x > W_y = W_z$
- e) $W_x < W_y < W_z$

Anotações:



○ 30. (UFRGS) A figura abaixo representa as trajetórias dos projéteis idênticos A, B, C e D, desde seu ponto comum de lançamento, na borda de uma mesa, até o ponto de impacto no chão, considerado perfeitamente horizontal. O projétil A é deixado cair a partir do repouso, e os outros três são lançados com velocidades iniciais não nulas.



Desprezando o atrito com o ar, um observador em repouso no solo pode afirmar que, entre os níveis da mesa e do chão:

- o projétil A é o que experimenta maior variação de energia cinética.
- o projétil B é o que experimenta maior variação de energia cinética.
- o projétil C é o que experimenta maior variação de energia cinética.
- o projétil D é o que experimenta maior variação de energia cinética.
- todos os projéteis experimentam a mesma variação de energia cinética.

○ 31. (UFRGS) Um satélite geoestacionário está em órbita circular com raio de aproximadamente 42.000 km em relação ao centro da Terra. (Considere o período de rotação da Terra em torno de seu próprio eixo igual a 24h).

Sobre essa situação, são feitas as seguintes afirmações.

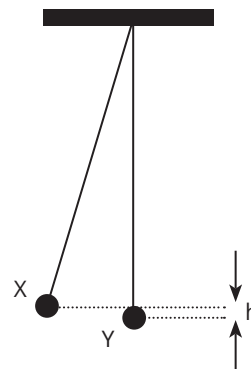
- O período de revolução do satélite é de 24h.
- O trabalho realizado pela Terra sobre o satélite é nulo.
- O módulo da velocidade do satélite é constante e vale 3.500π km/h.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

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

○ 32. Na figura abaixo, estão representados dois pêndulos simples, X e Y, de massas iguais a 100 g. Os pêndulos, cujas hastes têm massas desprezíveis, encontram-se no campo gravitacional terrestre. O pêndulo Y encontra-se em repouso quando o pêndulo X é liberado de uma altura $h = 0,2$ m em relação a ele.

Considere o módulo da aceleração da gravidade $g = 10$ m/s².



Qual foi o trabalho realizado pelo campo gravitacional sobre o pêndulo X, desde que foi liberado até o instante da colisão?

- 0,02 J
- 0,20 J
- 2,00 J
- 20,0 J
- 200,0 J

○ 33. (UFRGS) Um menino desce a rampa de acesso a um terraço dirigindo um carrinho de lomba. A massa do sistema menino-carrinho é igual a 80 kg. Utilizando o freio, o menino mantém, enquanto desce, a energia cinética do sistema constante e igual a 160 J. O desnível entre o início e o fim da rampa é de 8 m. Qual é o trabalho que as forças de atrito exercidas sobre o sistema realizam durante a descida da rampa? (Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s²).

- 6.560 J
- 6.400 J
- 5.840 J
- 800 J
- 640 J



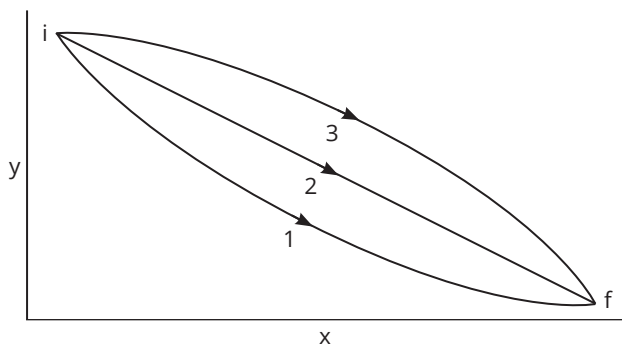
○ 34. (UFRGS) Um plano inclinado com 5 m de comprimento é usado como rampa para arrastar uma caixa de 120 kg para dentro de um caminhão, a uma altura de 1,5 m, como representa a figura abaixo.



Considerando que a força de atrito cinético entre a caixa e a rampa seja de 564 N, o trabalho mínimo necessário para arrastar a caixa para dentro do caminhão é (considerar $g = 9,8 \text{ m/s}^2$):

- a) 846 J
- b) 1.056 J
- c) 1.764 J
- d) 2.820 J
- e) 4.584 J

○ 35. (UFRGS) A figura mostra três trajetórias, 1, 2 e 3, por meio das quais um corpo de massa m , no campo gravitacional terrestre, é levado da posição inicial i para a posição final f , mais abaixo.



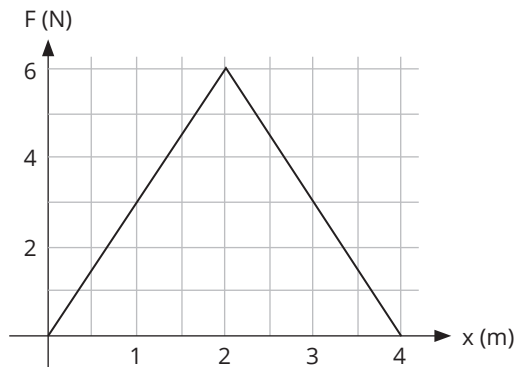
Sejam W_1 , W_2 e W_3 , respectivamente, os trabalhos realizados pela força gravitacional nas trajetórias mostradas.

Assinale a alternativa que correlaciona corretamente os trabalhos realizados.

- a) $W_1 < W_2 < W_3$
- b) $W_1 < W_2 = W_3$
- c) $W_1 = W_2 = W_3$
- d) $W_1 = W_2 > W_3$
- e) $W_1 > W_2 > W_3$

Instrução: O enunciado abaixo refere-se às questões 36 e 37.

Uma partícula de 2 kg está inicialmente em repouso em $x = 0 \text{ m}$. Sobre ela atua uma única força F que varia com a posição x , conforme mostra a figura abaixo.



○ 36. Qual o trabalho realizado pela força F , em J, quando a partícula desloca-se desde $x = 0 \text{ m}$ até $x = 4 \text{ m}$?

- a) 24
- b) 12
- c) 6
- d) 3
- e) 0

○ 37. Os valores da energia cinética da partícula, em J, quando ela está em $x = 2 \text{ m}$ e em $x = 4 \text{ m}$, são, respectivamente:

- a) 0 e 12.
- b) 0 e 6.
- c) 6 e 0.
- d) 6 e 6.
- e) 6 e 12.



○ 38. (UFRGS) O resgate de trabalhadores presos em uma mina subterrânea no norte do Chile foi realizado por meio de uma cápsula introduzida em uma perfuração do solo até o local em que se encontravam os mineiros, a uma profundidade da ordem de 600 m. Um motor com potência total aproximadamente igual a 200,0 kW puxava a cápsula de 250 kg contendo um mineiro de cada vez.

Considere que, para o resgate de um mineiro de 70 kg de massa, a cápsula gastou 10 minutos para completar o percurso e suponha que a aceleração da gravidade local é $9,8 \text{ m/s}^2$.

Não se computando a potência necessária para compensar as perdas por atrito, a potência efetivamente fornecida pelo motor para içar a cápsula foi de:

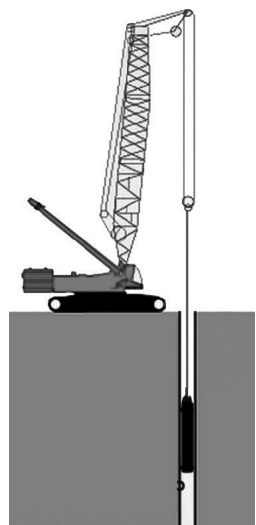
- a) 686 W
- b) 2.450 W
- c) 3.136 W
- d) 18.816 W
- e) 41.160 W

○ 39. (UFRGS) O termo *horsepower*, abreviado *hp*, foi inventado por James Watt (1783), durante seu trabalho no desenvolvimento das máquinas a vapor. Ele convencionou que um cavalo, em média, eleva $3,30 \times 10^4$ libras de carvão (1 libra $\sim 0,454 \text{ Kg}$) à altura de um pé (0,305 m) a cada minuto, definindo a potência correspondente como 1 hp (figura abaixo).



Posteriormente, James Watt teve seu nome associado à unidade de potência no Sistema Internacional de Unidades, no qual a potência é expressa em watts (W). Com base nessa associação, 1 hp corresponde, aproximadamente, a:

- a) 76,2 W
- b) 369 W
- c) 405 W
- d) 466 W
- e) 746 W



noticias.r7.com/internacional/noticias/chilenos-como-ve-m-o-mundo-com-fim-de-resgate-historico-20101014.html

○ 40. (UFRGS) Em um sistema de referência inercial, é exercida uma força resultante sobre um corpo de massa igual a 0,2 kg, que se encontra inicialmente em repouso. Essa força resultante realiza sobre o corpo um trabalho de 1 J, produzindo nele apenas movimento de translação. No mesmo sistema de referência, qual é o módulo da velocidade adquirida pelo corpo em consequência do trabalho realizado sobre ele?

- a) $\sqrt{5} \text{ m/s}$
- b) $\sqrt{10} \text{ m/s}$
- c) 5 m/s
- d) 10 m/s
- e) 20 m/s

○ 41. (UFRGS) Uma pessoa em repouso sobre um piso horizontal observa um cubo, de massa 0,20 kg, que desliza sobre o piso, em movimento retilíneo de translação. Inicialmente, o cubo desliza sem atrito, com velocidade constante de 2 m/s. Em seguida, o cubo encontra pela frente, e atravessa em linha reta, um trecho do piso, de 0,3 m, onde existe atrito. Logo após a travessia desse trecho, a velocidade de deslizamento do cubo é de 1 m/s. Para aquele observador, qual foi o trabalho realizado pela força de atrito sobre o cubo?

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

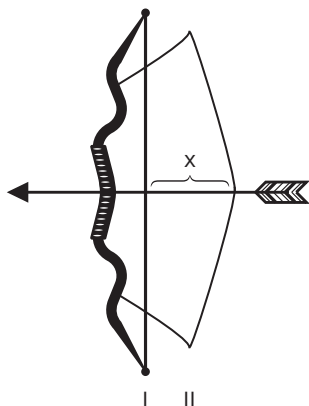
○ 42. (UFRGS) A figura abaixo representa um bloco de massa M que comprime uma das extremidades de uma mola ideal de constante elástica k . A outra extremidade da mola está fixa à parede. Ao ser liberado o sistema bloco-mola, o bloco sobe a rampa até que seu centro de massa atinja uma altura h em relação ao nível inicial (despreze as forças dissipativas e considere g o módulo da aceleração da gravidade).



Nessa situação, a compressão inicial x da mola deve ser tal que:

- a) $x = (2 Mgh/k)^{1/2}$
- b) $x = (Mgh/k)^{1/2}$
- c) $x = 2 Mgh/k$
- d) $x = Mgh/k$
- e) $x = k/Mgh$

○ 43. (UFRGS) O uso de arco e flecha remonta a tempos anteriores à história escrita. Em um arco, a força da corda sobre a flecha é proporcional ao deslocamento x , ilustrado na figura abaixo, a qual representa o arco nas suas formas relaxada I e distendida II.



Uma força horizontal de 200 N, aplicada na corda com uma flecha de massa $m = 40$ g, provoca um deslocamento $x = 0,5$ m.

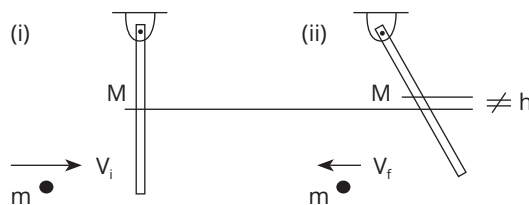
Supondo que toda a energia armazenada no arco seja transferida para a flecha, qual a velocidade que a flecha atingiria, em m/s, ao abandonar a corda?

- a) 5×10^3
- b) 100
- c) 50
- d) 5
- e) $10^{1/2}$

○ 44. (UFRGS) Um objeto, com massa de 1,0 kg, é lançado, a partir do solo, com energia mecânica de 20 J. Quando o objeto atinge a altura máxima, sua energia potencial gravitacional relativa ao solo é de 7,5 J. Desprezando-se a resistência do ar, e considerando-se a aceleração da gravidade com módulo de 10 m/s^2 , a velocidade desse objeto, no ponto mais alto de sua trajetória, é:

- a) zero
- b) 2,5 m/s
- c) 5,0 m/s
- d) 12,5 m/s
- e) 25,0 m/s

○ 45. Uma partícula de massa m e velocidade horizontal v_i colide elasticamente com uma barra vertical de massa M que pode girar livremente, no plano da página, em torno de seu ponto de suspensão. A figura (i) abaixo representa a situação antes da colisão. Após a colisão, o centro de massa da barra sobe uma altura h , e a partícula retorna com velocidade v_f de módulo igual a $v_i/2$, conforme representa a figura (ii) abaixo.



Considerando g o módulo da aceleração da gravidade, a altura h atingida pela barra é igual a:

- a) $3mv_i^2 / 2Mg$
- b) $3mv_i^2 / 4Mg$
- c) $5mv_i^2 / 8Mg$
- d) $3mv_i^2 / 8Mg$
- e) $mv_i^2 / 4Mg$

○ 46. (UFRGS) Para um dado observador, há dois objetos, A e B, de massas iguais, movendo-se com velocidades constantes de 20 km/h e 30 km/h, respectivamente. Para o mesmo observador, qual a razão E_A/E_B entre as energias cinéticas desses objetos?

- a) 1/3
- b) 4/9
- c) 2/3
- d) 3/2
- e) 9/4

○ 47. (UFRGS) Na modalidade esportiva de salto com vara, o atleta salta e apoia-se na vara para ultrapassar o sarrafo. Mesmo assim, é uma excelente aproximação considerar que a impulsão do atleta para ultrapassar o sarrafo resulta apenas da energia cinética adquirida na corrida, que é totalmente armazenada na forma de energia potencial de deformação da vara.

Na situação ideal – em que a massa da vara é desprezível e a energia potencial da deformação da vara é toda convertida em energia potencial gravitacional do atleta –, qual é o valor aproximado do deslocamento vertical do centro de massa do atleta, durante o salto, se a velocidade da corrida é de 10 m/s?

- a) 0,5 m
- b) 5,0 m
- c) 6,2 m
- d) 7,1 m
- e) 10,0 m



○ 48. (UFRGS) Uma mola helicoidal de massa igual a 1,0 g e com constante elástica de 4000 N/m encontra-se sobre uma superfície horizontal e lisa, com seu eixo paralelo a essa superfície. Uma das extremidades da mola é, então, encostada em um anteparo fixo; depois, a mola é comprimida até sofrer uma deformação de 1,0 mm e é repentinamente liberada.

Desprezando-se as possíveis oscilações da mola e os atritos existentes, a velocidade escalar máxima que ela irá atingir, ao ser liberada, será:

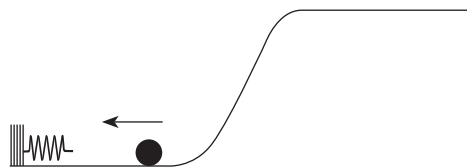
- a) 2 m/s
- b) $2\sqrt{2}$ m/s
- c) 4 m/s
- d) $4\sqrt{2}$ m/s
- e) $40\sqrt{5}$ m/s

○ 49. (UFRGS) Um objeto de massa igual a 0,5 kg é arremessado verticalmente para cima. O valor de sua energia cinética, a uma altura $y = 4,0$ m, é $E_c = 10,0$ J.

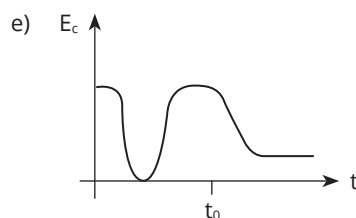
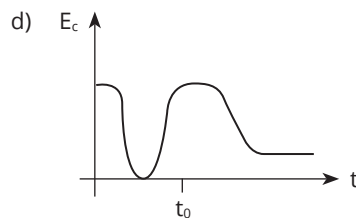
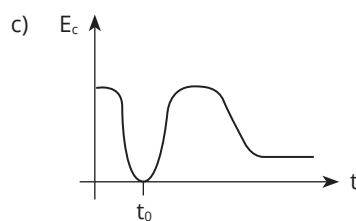
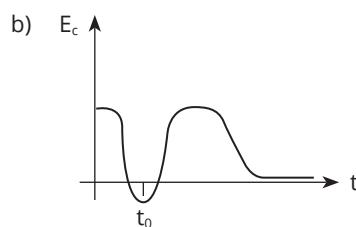
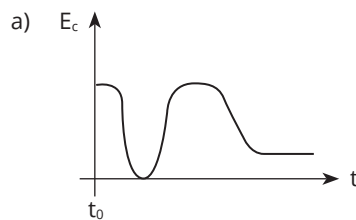
Qual é a altura máxima que o objeto atinge?
(Despreze atritos existentes e considere $g = 10$ m/s².)

- a) 1,0 m
- b) 4,0 m
- c) 6,0 m
- d) 7,5 m
- e) 15,0 m

○ 50. (UFRGS) A figura que segue representa uma esfera que desliza sem rolar sobre uma superfície perfeitamente lisa em direção a uma mola em repouso. A esfera irá comprimir a mola e será arremessada de volta. A energia mecânica do sistema é suficiente para que a esfera suba a rampa e continue em movimento.



Considerando t_0 o instante em que ocorre a máxima compressão da mola, assinale, entre os gráficos abaixo, aquele que melhor representa a possível evolução da energia cinética da esfera.



Anotações:



○ **51. (UFRGS)** Um balde cheio de argamassa, pesando ao todo 200 N, é puxado verticalmente por um cabo para o alto de uma construção, à velocidade constante de 0,5 m/s. Considerando-se a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , a energia cinética do balde e a potência a ele fornecida durante o seu movimento valerão, respectivamente:

- a) 2,5 J e 10 W.
- b) 2,5 J e 100 W.
- c) 5 J e 100 W.
- d) 5 J e 400 W.
- e) 10 J e 10 W.

Anotações:



HABILIDADES À PROVA 7

» Mecânica impulsiva

○ 1. (ENEM) Em qualquer obra de construção civil, é fundamental a utilização de equipamentos de proteção individual, tal como capacetes. Por exemplo, a queda livre de um tijolo de massa 2,5 kg de uma altura de 5 m, cujo impacto contra um capacete pode durar até 0,5s, resulta em uma força impulsiva média maior do que o peso do tijolo. Suponha que a aceleração gravitacional seja 10 m/s^2 e que o efeito de resistência do ar seja desprezível.

A força impulsiva média gerada por esse impacto equivale ao peso de quantos tijolos iguais?

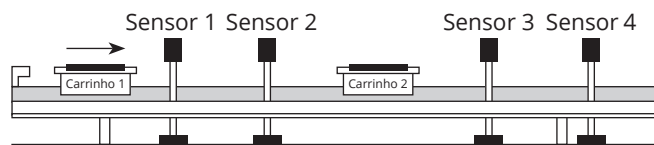
- a) 2
- b) 5
- c) 10
- d) 20
- e) 50

○ 2. (ENEM) Durante um reparo na estação espacial internacional, um cosmonauta, de massa 90 kg, substitui uma bomba do sistema de refrigeração, de massa 360 kg, que estava danificada. Inicialmente, o cosmonauta e a bomba estão em repouso em relação à estação. Quando ele empurra a bomba para o espaço, ele é empurrado no sentido oposto. Nesse processo, a bomba adquire uma velocidade de 0,2 m/s em relação à estação.

Qual é o valor da velocidade escalar adquirida pelo cosmonauta, em relação à estação, após o empurrão?

- a) 0,05 m/s
- b) 0,20 m/s
- c) 0,40 m/s
- d) 0,50 m/s
- e) 0,80 m/s

○ 3. (ENEM) O trilho de ar é um dispositivo utilizado em laboratórios de física para analisar movimentos em que os corpos de prova (carrinhos) podem se mover com atrito desprezível. A figura ilustra um trilho horizontal com dois carrinhos (1 e 2) em que se realiza um experimento para obter a massa do carrinho 2. No instante em que o carrinho 1, de massa 150,0 g, passa a se mover com velocidade escalar constante, o carrinho 2 está em repouso. No momento em que o carrinho 1 se choca com carrinho 2, ambos passam a se mover juntos com velocidade escalar constante. Os sensores eletrônicos distribuídos ao longo do trilho determinam as posições e registram os instantes associados à passagem de cada carrinho, gerando os dados do quadro.



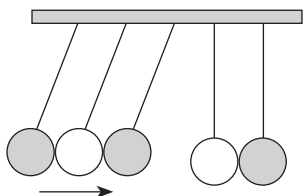
| Carrinho 1 | | Carrinho 2 | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Posição (cm) | Instante (s) | Posição (cm) | Instante (s) |
| 15,0 | 0,0 | 45,0 | 0,0 |
| 30,0 | 1,0 | 45,0 | 1,0 |
| 75,0 | 8,0 | 75,0 | 8,0 |
| 90,0 | 11,0 | 90,0 | 11,0 |

Com base nos dados experimentais, o valor da massa do carrinho 2 é igual a:

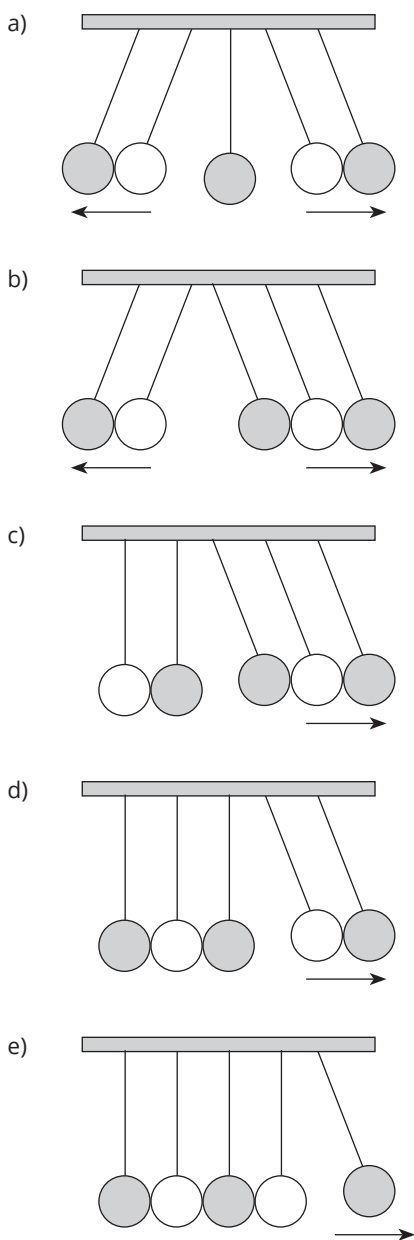
- a) 50,0 g
- b) 250,0 g
- c) 300,0 g
- d) 450,0 g
- e) 600,0 g



○ 4. (ENEM) O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, as esferas de três pêndulos são deslocadas para a esquerda e liberadas, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras duas esferas, que inicialmente estavam paradas.



O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado em:

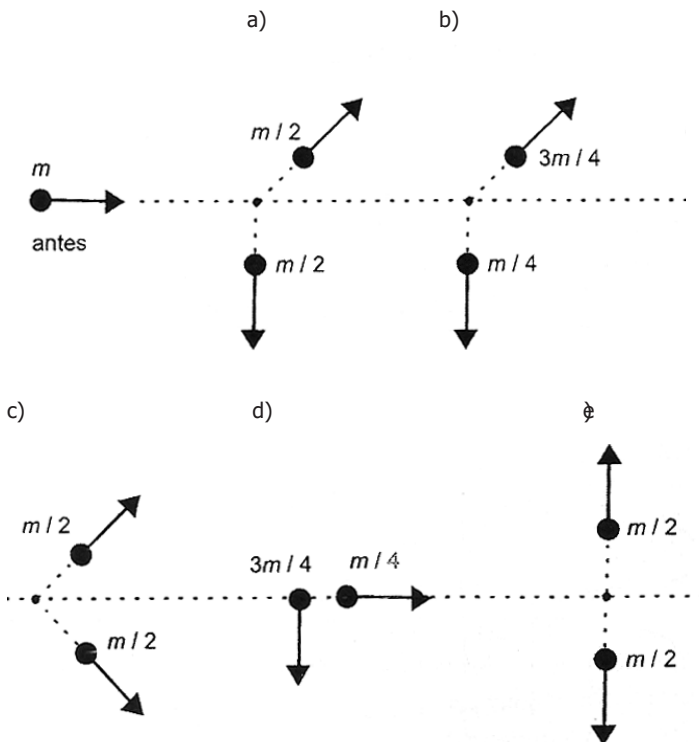


○ 5. (ENEM) Em um autódromo, os carros podem derrapar em uma curva e bater na parede de proteção. Para diminuir o impacto de uma batida, pode-se colocar na parede uma barreira de pneus, isso faz com que a colisão seja mais demorada e o carro retorne com velocidade reduzida. Outra opção é colocar uma barreira de blocos de um material que se deforma, tornando-a tão demorada quanto a colisão com os pneus, mas que não permite a volta do carro após a colisão.

Comparando as duas situações, como ficam a força média exercida sobre o carro e a energia mecânica dissipada?

- a) A força é maior na colisão com a barreira de pneus, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de blocos.
- b) A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e energia dissipada é maior na colisão com a barreira de pneus.
- c) A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e a energia dissipada é a mesma nas duas situações.
- d) A força é maior na colisão com a barreira de pneus, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de pneus.
- e) A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de blocos.

○ 6. (UFSM) Um corpo de massa m em movimento retilíneo uniforme parte-se em dois fragmentos sem influência externa. Se as flechas representam os vetores velocidade, a figura que pode representar tal acontecimento é



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



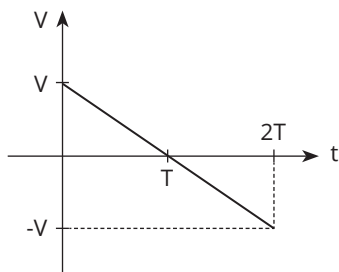
○ 7. (UFSM) Durante a colheita, um trator de massa M e velocidade de módulo v colide com um reboque de massa m em repouso. Após a colisão, ambos se deslocam juntos, sem rotações laterais. Desprezando-se tanto o atrito quanto as deformações, o módulo da velocidade do conjunto é

- a) $\left(\frac{M}{M+m}\right)v$
- b) $(M+m)v$
- c) $\left(\frac{m+M}{M}\right)v$
- d) $\left(\frac{m}{m+M}\right)v$
- e) $\left(\frac{Mm}{m+M}\right)v$

○ 8. (UFRGS) Um observador, situado em um sistema de referência inercial, constata que um corpo de massa igual a 2 kg, que se move com velocidade constante de 15 m/s no sentido positivo do eixo x , recebe um impulso de 40 N·s em sentido oposto ao de sua velocidade. Para esse observador, com que velocidade, especificada em módulo e sentido, o corpo se move imediatamente após o impulso?

- a) -35 m/s
- b) 35 m/s
- c) -10 m/s
- d) -5 m/s
- e) 5 m/s

○ 9. (UFRGS) O gráfico de velocidade contra tempo mostrado abaixo representa o movimento executado por uma partícula de massa m sobre uma linha reta, durante um intervalo de tempo $2T$.



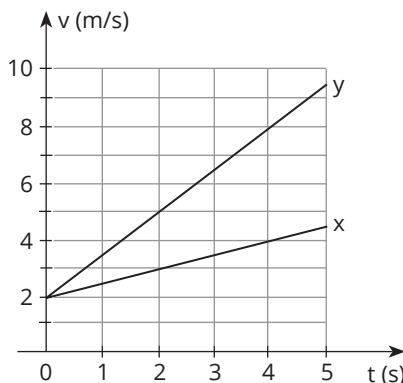
Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas nas afirmações abaixo, referentes àquele movimento, na ordem em que elas aparecem.

- Em módulo, a quantidade de movimento linear da partícula no instante T é igual a _____.

- Em módulo, a variação da quantidade de movimento da partícula ao longo do intervalo de tempo $2T$ é igual a _____.

- a) zero - zero
- b) zero - $2mV$
- c) zero - mV
- d) mV - zero
- e) mV - $2mV$

○ 10. (UFRGS) O gráfico abaixo representa as velocidades (v), em função do tempo (t), de dois carrinhos, X e Y, que se deslocam em linha reta sobre o solo, e cujas massas guardam entre si a seguinte relação: $m_x = 4m_y$.



A respeito desse gráfico, considere as seguintes afirmações.

- I. No instante $t = 4s$, X e Y têm a mesma energia cinética.
- II. A quantidade de movimento linear que Y apresenta no instante $t = 4s$ é igual, em módulo, à quantidade de movimento linear que X apresenta no instante $t = 0$.
- III. No instante $t = 0$, as acelerações de X e Y são iguais em módulo.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

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

○ 11. (UFRGS) Um objeto de massa igual a 2 kg move-se em linha reta com velocidade constante de 4 m/s. A partir de um certo instante, uma força de módulo igual a 2 N é exercida por 6s sobre o objeto, na mesma direção de seu movimento. Em seguida, o objeto colide frontalmente com um obstáculo e tem seu movimento invertido, afastando-se com velocidade de 3 m/s. O módulo do impulso exercido pelo obstáculo e a variação da energia cinética do objeto, durante a colisão, foram, respectivamente:

- a) 26 Ns e -91 J.
- b) 14 Ns e -91 J.
- c) 26 Ns e -7 J.
- d) 14 Ns e -7 J.
- e) 7 Ns e -7 J.

Instrução: As questões 12 e 13 referem-se ao enunciado abaixo.

A figura que segue representa uma mola, de massa desprezível, comprimida entre dois blocos, de massas $M_1 = 1$ kg e $M_2 = 2$ kg, que podem deslizar sem atrito sobre uma superfície horizontal. O sistema é mantido inicialmente em repouso.



Em um determinado instante, a mola é liberada e se expande, impulsionando os blocos. Depois de terem perdido contato com a mola, as massas M_1 e M_2 passam a deslizar com velocidades de módulos $v_1 = 4$ m/s e $v_2 = 2$ m/s, respectivamente.

○ 12. (UFRGS) Quanto vale, em Kg·m/s, o módulo da quantidade de movimento total dos dois blocos, depois de perderem contato com a mola?

- a) 0
- b) 4
- c) 8
- d) 12
- e) 24

○ 13. (UFRGS) Qual o valor da energia potencial elástica da mola, em J, antes de ela ser liberada?

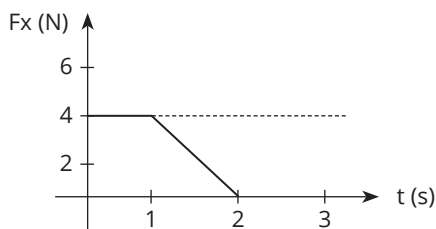
- a) 0
- b) 4
- c) 8
- d) 12
- e) 24

○ 14. (UFRGS) Sobre uma partícula, inicialmente em movimento retilíneo uniforme, é exercida, a partir de certo instante t , uma força resultante cujo módulo permanece constante e cuja direção se mantém sempre perpendicular à direção da velocidade da partícula.

Nessas condições, após o instante t :

- a) a energia cinética da partícula não varia.
- b) o vetor quantidade de movimento da partícula permanece constante.
- c) o vetor aceleração da partícula permanece constante.
- d) o trabalho realizado sobre a partícula é não nulo.
- e) o vetor impulso exercido sobre a partícula é nulo.

○ 15. (UFRGS) Um bloco de massa 1 kg move-se retilineamente com velocidade de módulo constante igual a 3 m/s, sobre uma superfície horizontal sem atrito. A partir de dado instante, o bloco recebe o impulso de uma força externa aplicada na mesma direção e sentido de seu movimento. A intensidade dessa força, em função do tempo, é dada pelo gráfico abaixo. A partir desse gráfico, pode-se afirmar que o módulo da velocidade do bloco após o impulso recebido é, em m/s, de:



- a) -6
- b) 1
- c) 5
- d) 7
- e) 9

Instrução: As questões 16 e 17 referem-se ao enunciado abaixo.

Um par de carrinhos idênticos, cada um com massa igual a 0,2 kg, move-se sem atrito, da esquerda para a direita, sobre um trilho de ar reto, longo e horizontal. Os carrinhos, que estão desacoplados um do outro, têm a mesma velocidade de 0,8 m/s em relação ao trilho. Em dado instante, o carrinho traseiro colide com um obstáculo que foi interposto entre os dois. Em consequência dessa colisão, o carrinho traseiro passa a se mover da direita para a esquerda, mas ainda com velocidade de módulo igual a 0,8 m/s, enquanto o movimento do carrinho dianteiro prossegue inalterado.

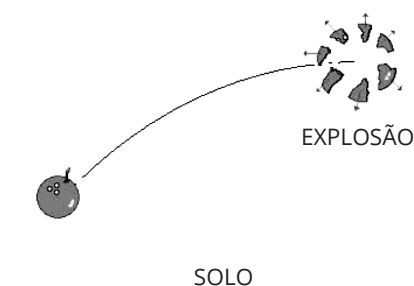
○ 16. (UFRGS) Em relação ao trilho, os valores, em kg·m/s, da quantidade de movimento linear do par de carrinhos antes e depois da colisão são, respectivamente:

- a) 0,16 e zero.
- b) 0,16 e 0,16.
- c) 0,16 e 0,32.
- d) 0,32 e zero.
- e) 0,32 e 0,48.

○ 17. (UFRGS) Qual é o valor do quociente da energia cinética final pela energia cinética inicial do par de carrinhos, em relação ao trilho?

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

○ 18. (UFRGS) Uma bomba é arremessada, seguindo uma trajetória parabólica, conforme representado na figura abaixo. Na posição mais alta da trajetória, a bomba explode.



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

A explosão da bomba é um evento que _____ a energia cinética do sistema. A trajetória do centro de massa do sistema constituído pelos fragmentos da bomba segue _____.

- a) não conserva - verticalmente para o solo
- b) não conserva - a trajetória do fragmento mais massivo da bomba
- c) não conserva - a mesma parábola anterior à explosão
- d) conserva - a mesma parábola anterior à explosão
- e) conserva - verticalmente para o solo



○ 19. (UFRGS) Dois vagões de trem, de massas 4×10^4 kg e 3×10^4 kg, deslocam-se no mesmo sentido, sobre uma linha férrea retilínea. O vagão de menor massa está na frente, movendo-se com uma velocidade de 0,5 m/s. A velocidade do outro é 1 m/s. Em dado momento, chocam-se e permanecem acoplados. Imediatamente após o choque, a quantidade de movimento do sistema formado pelos dois vagões é:

- a) $3,5 \times 10^4$ kg · m/s
- b) $5,0 \times 10^4$ kg · m/s
- c) $5,5 \times 10^4$ kg · m/s
- d) $7,0 \times 10^4$ kg · m/s
- e) $10,5 \times 10^4$ kg · m/s

○ 20. (UFRGS) Considere as três afirmações abaixo.

I. Em qualquer processo de colisão entre dois objetos, a energia cinética total e a quantidade de movimento linear total do sistema são quantidades conservadas.

II. Se um objeto tem quantidade de movimento linear, então terá energia mecânica.

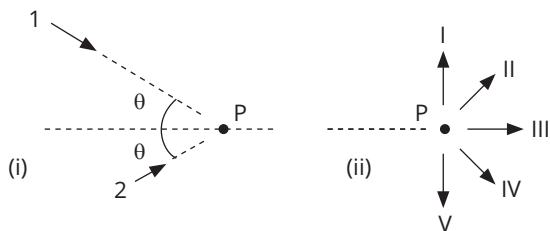
III. Entre dois objetos de massas diferentes, o de menor massa jamais terá quantidade de movimento linear maior do que o outro.

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.

Instrução: O enunciado abaixo refere-se às questões 21 e 22.

A figura (i) esquematiza a trajetória de duas partículas, 1 e 2, em rota de colisão inelástica, a ocorrer no ponto P; a figura (ii) representa cinco possibilidades de trajetória do centro de massa do sistema após a colisão.



As massas e os módulos das velocidades das partículas 1 e 2 são, respectivamente, m e $2v_0$, e $2m$ e v_0 .

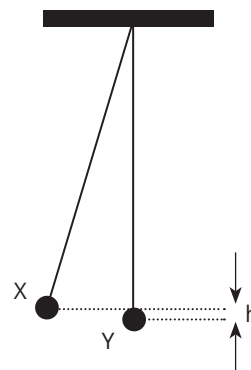
○ 21. (UFRGS) Na figura (ii), a trajetória que melhor descreve o movimento final é a de número:

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

○ 22. (UFRGS) Sendo a colisão perfeitamente inelástica, o módulo da velocidade final das partículas é:

- a) $4v_0 \sin \theta$
- b) $4v_0 \cos \theta$
- c) $v_0 \tan \theta$
- d) $(4/3)v_0 \sin \theta$
- e) $(4/3)v_0 \cos \theta$

○ 23. (UFRGS) Na figura abaixo, estão representados dois pêndulos simples, X e Y, de massas iguais a 100 g. Os pêndulos, cujas hastes têm massas desprezíveis, encontram-se no campo gravitacional terrestre. O pêndulo Y encontra-se em repouso quando o pêndulo X é liberado de uma altura $h = 0,2$ m em relação a ele. Considere o módulo da aceleração da gravidade $g = 10$ m/s².



Após a colisão, X e Y passam a mover-se juntos, formando um único pêndulo de massa 200 g. Se v é a velocidade do pêndulo X no instante da colisão, o módulo da velocidade do pêndulo de massa 200 g, imediatamente após a colisão, é:

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



○ 24. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas da sentença abaixo, na ordem em que aparecem.

Dois blocos, 1 e 2, de massas iguais, movem-se com velocidades constantes de módulos $V_{1i} > V_{2i}$, seguindo a mesma direção orientada sobre uma superfície horizontal sem atrito. Em certo momento, o bloco 1 colide com o bloco 2. A figura representa dois instantâneos desse movimento, tomados antes (X) e depois (Y) de o bloco 1 colidir com o bloco 2. A colisão ocorrida entre os instantes representados é tal que as velocidades finais dos blocos 1 e 2 são, respectivamente, $V_{1f} = V_{2i}$ e $V_{2f} = V_{1i}$.



Com base nessa situação, podemos afirmar corretamente que a colisão foi _____ e que o módulo do impulso sobre o bloco 2 foi _____ que o módulo do impulso sobre o bloco 1.

- a) inelástica - o mesmo
- b) inelástica - maior
- c) perfeitamente elástica - maior
- d) perfeitamente elástica - o mesmo
- e) perfeitamente elástica - menor

○ 25. (UFRGS) Um bloco, deslizando com velocidade v sobre uma superfície plana sem atrito, colide com outro bloco idêntico, que está em repouso. As faces dos blocos que se tocam na colisão são aderentes, e eles passam a se mover como um único objeto.

Sobre essa situação, são feitas as seguintes afirmações.

- I. Antes da colisão, a energia cinética total dos blocos é o dobro da energia cinética total após a colisão.
- II. Ao colidir, os blocos sofreram uma colisão elástica.
- III. Após a colisão, a velocidade dos blocos é $v/2$.

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.

○ 26. Duas bolas de bilhar colidiram de forma completamente elástica. Então, em relação à situação anterior à colisão:

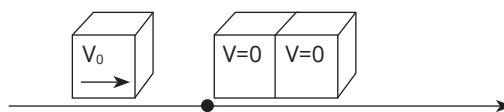
- a) suas energias cinéticas individuais permaneceram iguais.
- b) suas quantidades de movimento individuais permaneceram iguais.
- c) a energia cinética total e a quantidade de movimento total do sistema permaneceram iguais.
- d) as bolas de bilhar se movem, ambas, com a mesma velocidade final.
- e) apenas a quantidade de movimento total permanece igual.

○ 27. (UFRGS) Um cubo de massa específica ρ_1 desliza com velocidade de módulo v_0 sobre uma mesa horizontal, sem atrito, em direção a um segundo cubo de iguais dimensões, inicialmente em repouso. Após a colisão frontal, os cubos movem-se juntos sobre a mesa, ainda sem atrito, com velocidade de módulo $v_f = 3v_0/4$.

Com base nessas informações, é correto afirmar que a massa específica do segundo cubo é igual a:

- a) $4\rho_1/3$
- b) $9\rho_1/7$
- c) $7\rho_1/9$
- d) $3\rho_1/4$
- e) $\rho_1/3$

○ 28. (UFRGS) Um bloco, movendo-se com velocidade constante V_0 , colide frontalmente com um conjunto de dois blocos que estão em contato e em repouso ($V = 0$) sobre uma superfície plana sem atrito, conforme indicado na figura abaixo.



Considerando que as massas dos três blocos são iguais e que a colisão é elástica, assinale a figura que representa o movimento dos blocos após a colisão.

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



○ 29. (UFRGS) Uma pistola dispara um projétil contra um saco de areia que se encontra em repouso, suspenso a uma estrutura que o deixa completamente livre para se mover. O projétil fica alojado na areia. Logo após o impacto, o sistema formado pelo saco de areia e o projétil move-se na mesma direção do disparo com velocidade de módulo igual a 0,25 m/s. Sabe-se que a relação entre as massas do projétil e do saco de areia é de 1/999.

Qual é o módulo da velocidade com que o projétil atingiu o alvo?

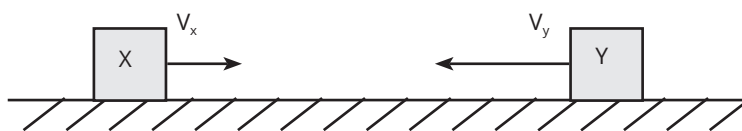
- a) 25 m/s
- b) 100 m/s
- c) 250 m/s
- d) 999 m/s
- e) 1.000 m/s

○ 30. (UFRGS) Um jipe choca-se frontalmente com um automóvel estacionado. A massa do jipe é aproximadamente o dobro da massa do automóvel. Considerando que, durante o tempo de colisão, atuam apenas as forças, que os dois veículos se exercem mutuamente, pode-se afirmar que, nesse mesmo intervalo de tempo:

- a) a força média que o automóvel exerce sobre o jipe é maior em módulo do que a força média que o jipe exerce sobre o automóvel.
- b) a força média que o jipe exerce sobre o automóvel é maior em módulo do que a força média que o automóvel exerce sobre o jipe.
- c) a aceleração média que o automóvel sofre é maior em módulo do que a aceleração média que o jipe sofre.
- d) a aceleração média que o jipe sofre é maior em módulo do que a aceleração média que o automóvel sofre.
- e) a variação de velocidade que o jipe experimenta é maior em módulo do que a variação de velocidade que o automóvel experimenta.

○ 31. (UFRGS-2020) A figura abaixo mostra dois corpos, identificados como X e Y, cada um de massa 1 kg, movendo-se sobre uma superfície horizontal sem atrito.

Os módulos de suas velocidades são $V_x = 4 \text{ m/s}$ e $V_y = 6 \text{ m/s}$.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas abaixo, na ordem em que aparecem.

Se os corpos X e Y sofrem uma colisão elástica, a energia cinética final do sistema é _____.

Se os corpos X e Y sofrem uma colisão perfeitamente inelástica, a energia cinética final do sistema vale _____.

Qualquer que seja o tipo de colisão, o módulo da velocidade do centro de massa do sistema é _____.

- a) 10 J - 4 J - 2 m/s
- b) 10 J - 2 J - 1 m/s
- c) 26 J - 1 J - 1 m/s
- d) 26 J - 1 J - 2 m/s
- e) 26 J - 2 J - 1 m/s



HABILIDADES À PROVA 8

» Gravitação universal

1. (ENEM-2021)

TEXTO I

No cordel intitulado Senhor dos Anéis, de autoria de Gonçalo Ferreira da Silva, lê-se a sextilha:

A distância em relação
Ao nosso planeta amado
Pouco menos que a do Sol
Ele está distanciado
E menos denso que a água
Quando no normal estado

Características dos planetas. Disponível em: M.astronoo.com. Acesso em: 8 nov 2019 (adaptado).

TEXTO II

Distâncias médias dos planetas ao Sol e suas densidades médias

| Planetas | Distância média ao Sol (u.a.) | Densidade relativa média |
|-----------|-------------------------------|--------------------------|
| *Mercúrio | 0,39 | 5,6 |
| *Vênus | 0,72 | 5,2 |
| *Terra | 1,0 | 5,5 |
| *Marte | 1,5 | 4,0 |
| **Ceres | 2,8 | 2,1 |
| *Júpiter | 5,2 | 1,3 |
| *Saturno | 9,6 | 0,7 |
| *Urano | 19 | 1,2 |
| *Netuno | 30 | 1,7 |
| **Plutão | 40 | 2,0 |
| **Éris | 68 | 2,5 |

u.a. = 9 600 000 km, é a unidade astronômica, *Planeta clássico, **Planeta-anão

Considerando os versos da sextilha e as informações da tabela, a qual planeta o cordel faz referência?

- a) Mercúrio.
- b) Júpiter.
- c) Urano.
- d) Saturno.
- e) Netuno.

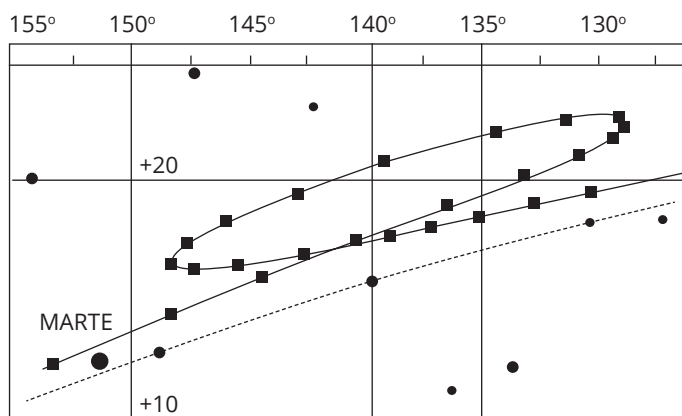


○ 2. (ENEM) Na linha de uma tradição antiga, o astrónomo grego Ptolomeu (100-170 d.C.) afirmou a tese do geocentrismo, segundo a qual a Terra seria o centro do universo, sendo que o Sol, a Lua e os planetas girariam em seu redor em órbitas circulares. A teoria de Ptolomeu resolvia de modo razoável os problemas astronômicos da sua época. Vários séculos mais tarde, o clérigo e astrónomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543), ao encontrar inexactidões na teoria de Ptolomeu, formulou a teoria do heliocentrismo, segundo a qual o Sol deveria ser considerado o centro do universo, com a Terra, a Lua e os planetas girando circularmente em torno dele. Por fim, o astrónomo e matemático alemão Johannes Kepler (1571-1630), depois de estudar o planeta Marte por cerca de trinta anos, verificou que a sua órbita é elíptica. Esse resultado generalizou-se para os demais planetas.

A respeito dos estudiosos citados no texto, é correto afirmar que:

- a) Ptolomeu apresentou as ideias mais valiosas, por serem mais antigas e tradicionais.
- b) Copérnico desenvolveu a teoria do heliocentrismo inspirado no contexto político do Rei Sol.
- c) Copérnico viveu em uma época em que a pesquisa científica era livre e amplamente incentivada pelas autoridades.
- d) Kepler estudou o planeta Marte para atender às necessidades de expansão econômica e científica da Alemanha.
- e) Kepler apresentou uma teoria científica que, graças aos métodos aplicados, pôde ser testada e generalizada.

○ 3. (ENEM) A característica que permite identificar um planeta no céu é o seu movimento relativo às estrelas fixas. Se observarmos a posição de um planeta por vários dias, verificaremos que sua posição, em relação às estrelas fixas modifica-se regularmente. A figura destaca o movimento de Marte observado em intervalos de 10 dias, registrado da Terra.



Projecto Física. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980 (adaptado).

Qual a causa da forma da trajetória do planeta Marte registrada na figura?

- a) A maior velocidade orbital da Terra faz com que, em certas épocas, ela ultrapasse Marte.
- b) A presença de outras estrelas faz com que sua trajetória seja desviada por meio da atração gravitacional.
- c) A órbita de Marte, em torno do Sol, possui uma forma elíptica mais acentuada que a dos demais planetas.
- d) A atração gravitacional entre a Terra e Marte faz com que este planeta apresente uma órbita irregular em torno do Sol.
- e) A proximidade de Marte com Júpiter, em algumas épocas do ano, faz com que a atração gravitacional de Júpiter interfira em seu movimento.

○ 4. (ENEM) A tabela abaixo resume alguns dados importantes sobre os satélites de Júpiter.

| Nome | Diâmetro (km) | Distância média ao centro de Júpiter (km) | Período orbital (dias terrestres) |
|------------|---------------|---|-----------------------------------|
| Io | 3.642 | 421.800 | 1,8 |
| Europa | 3.138 | 670.900 | 3,6 |
| Ganimesdes | 5.262 | 1.070.000 | 7,2 |
| Calisto | 4.800 | 1.880.000 | 16,7 |

Ao observar os satélites de Júpiter pela primeira vez, Galileu Galilei fez diversas anotações e tirou importantes conclusões sobre a estrutura de nosso universo.

A figura abaixo reproduz uma anotação de Galileu referente a Júpiter e a seus satélites.



De acordo com essa representação e com os dados da tabela, os pontos indicados por 1, 2, 3 e 4 correspondem, respectivamente, a:

- a) Io - Europa - Ganimesdes - Calisto
- b) Ganimesdes - Io - Europa - Calisto
- c) Europa - Calisto - Ganimesdes - Io
- d) Calisto - Ganimesdes - Io - Europa
- e) Calisto - Io - Europa - Ganimesdes



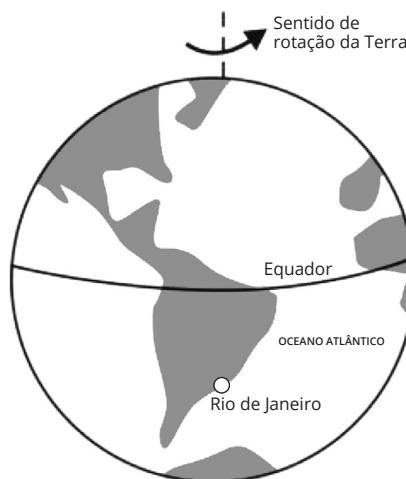
○ 5. (ENEM) O ônibus espacial *Atlantis* foi lançado ao espaço com cinco astronautas a bordo e uma câmera nova, que iria substituir uma outra danificada por um curto-circuito no telescópio *Hubble*. Depois de entrarem em órbita a 560 km de altura, os astronautas aproximaram-se do *Hubble*. Dois astronautas saíram da *Atlantis* e dirigiram-se ao telescópio. Ao abrir a porta de acesso, um deles exclamou: “Esse telescópio tem a massa grande, mas o peso é pequeno.”



Considerando o texto e as leis de Kepler, pode-se afirmar que a frase dita pelo astronauta:

- a) se justifica, porque o tamanho do telescópio determina a sua massa, enquanto seu pequeno peso decorre da falta de ação da aceleração da gravidade.
- b) se justifica ao verificar que a inércia do telescópio é grande comparada à dele próprio, e que o peso do telescópio é pequeno porque a atração gravitacional criada por sua massa era pequena.
- c) não se justifica, porque a avaliação da massa e do peso de objetos em órbita tem por base as leis de Kepler, que não se aplicam a satélites artificiais.
- d) não se justifica, porque a força-peso é a força exercida pela gravidade terrestre, neste caso, sobre o telescópio, e é a responsável por manter o próprio telescópio em órbita.
- e) não se justifica, pois a ação da força-peso implica a ação de uma força de reação contrária, que não existe naquele ambiente. A massa do telescópio poderia ser avaliada simplesmente pelo seu volume.

○ 6. (ENEM) Na madrugada de 11 de março de 1978, partes de um foguete soviético reentraram na atmosfera acima da cidade do Rio de Janeiro e caíram no Oceano Atlântico. Foi um belo espetáculo, os inúmeros fragmentos entrando em ignição devido ao atrito com a atmosfera brilharam intensamente, enquanto “cortavam o céu”. Mas se a reentrada tivesse acontecido alguns minutos depois, teríamos uma tragédia, pois a queda seria na área urbana do Rio de Janeiro e não no oceano.



LAS CASAS, R. Lixo espacial. Observatório Astronômico Frei Rosário, ICEX, UFMG. Disponível em: www.observatorio.ufmg.br. Acesso em: 27 set. 2011 (adaptado).

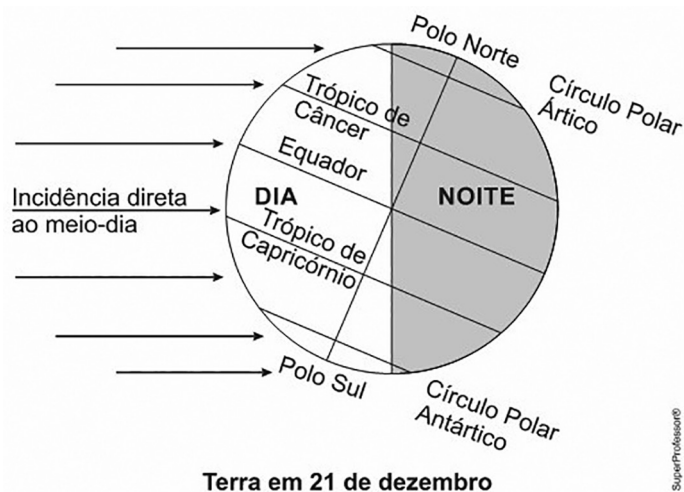
De acordo com os fatos relatados, a velocidade angular do foguete em relação à Terra, no ponto de reentrada, era:

- a) igual à da Terra e no mesmo sentido.
- b) superior à da Terra e no mesmo sentido.
- c) inferior à da Terra e no sentido oposto.
- d) igual à da Terra e no sentido oposto.
- e) superior à da Terra e no sentido oposto.

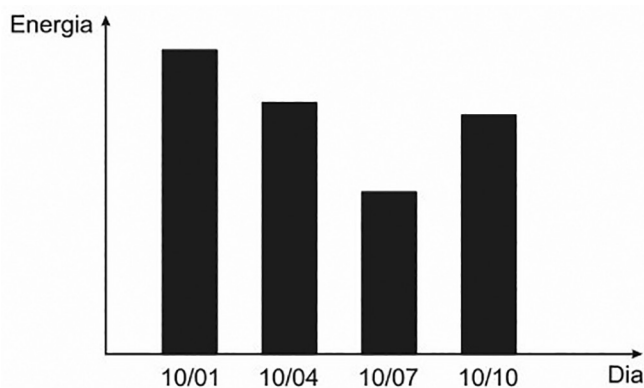
Anotações:



7. (ENEM) O eixo de rotação da Terra apresenta uma inclinação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol, interferindo na duração do dia e da noite ao longo do ano.



Uma pessoa instala em sua residência uma placa fotovoltaica, que transforma energia solar em elétrica. Ela monitora a energia total produzida por essa placa em 4 dias do ano, ensolarados e sem nuvens, e lança os resultados no gráfico



Disponível em: www.fisica.ufpr.br.
Acesso em: 27 maio 2022 (adaptado).

Próximo a que região se situa a residência onde as placas foram instaladas?

- a) Trópico de Capricórnio.
- b) Trópico de Câncer.
- c) Polo Norte.
- d) Polo Sul.
- e) Equador.

Anotações:



○ **8. (ENEM)** Um Buraco Negro é um corpo celeste que possui uma grande quantidade de matéria concentrada em uma pequena região do espaço, de modo que sua força gravitacional é tão grande que qualquer partícula fica aprisionada em sua superfície, inclusive a luz. O raio dessa região caracteriza uma superfície-limite, chamada de horizonte de eventos, da qual nada consegue escapar. Considere que o Sol foi instantaneamente substituído por um Buraco Negro com a mesma massa solar, de modo que o seu horizonte de eventos seja de aproximadamente 3,0 km.

SCHWARZSCHILD, K. On the Gravitational Field of a Mass Point According to Einstein's Theory. Disponível em: arxiv.org. Acesso em: 26 maio 2022 (adaptado).

Após a substituição descrita, o que aconteceria aos planetas do Sistema Solar?

- Eles se moveriam em órbitas espirais, aproximando-se sucessivamente do Buraco Negro.
- Eles oscilariam aleatoriamente em torno de suas órbitas elípticas originais.
- Eles se moveriam em direção ao centro do Buraco Negro.
- Eles passariam a precessionar mais rapidamente.
- Eles manteriam suas órbitas inalteradas.

○ **9. (ENEM)** Observações astronômicas indicam que, no centro de nossa galáxia, a Via Láctea, provavelmente exista um buraco negro cuja massa é igual a milhares de vezes a massa do Sol. Uma técnica simples para estimar a massa desse buraco negro consiste em observar algum objeto que orbite ao seu redor e medir o período de uma rotação completa, T , bem como o raio médio, R , da órbita do objeto, que supostamente se desloca, com boa aproximação, em movimento circular uniforme. Nessa situação, considere que a força resultante, devido ao movimento circular, é igual, em magnitude, à força gravitacional que o buraco negro exerce sobre o objeto. A partir do conhecimento do período de rotação, da distância média e da constante gravitacional, G , a massa do buraco negro é:

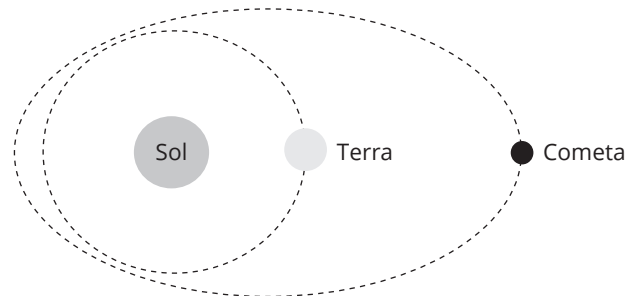
- $4\pi^2 R^2 / GT^2$
- $\pi^2 R^3 / GT^2$
- $2\pi^2 R^3 / GT^2$
- $4\pi^2 R^3 / GT^2$
- $\pi^2 R^5 / GT^2$

○ **10. (UFSM)** Considere as seguintes afirmativas:

- Um automóvel pode estar parado ou em movimento, mas uma estrada sempre está parada.
- Tomando o Sol como referencial, a Terra percorre uma órbita elíptica.
- Num referencial inercial, uma partícula livre só pode estar parada ou em movimento retilíneo uniforme.

- Está(ão) correta(s)
- apenas I.
 - apenas II.
 - apenas III.
 - apenas I e III.
 - apenas II e III.

○ **11. (UFSM)** Os avanços nas técnicas observacionais têm permitido aos astrônomos rastrear um número crescente de objetos celestes que orbitam o Sol. A figura mostra, em escala arbitrária, as órbitas da Terra e de um cometa (os tamanhos dos corpos não estão em escala). Com base na figura, analise as afirmações.



- Dada a grande diferença entre as massas do Sol e do cometa, a atração gravitacional exercida pelo cometa sobre o Sol é muito menor que a atração exercida pelo Sol sobre o cometa.
- O módulo da velocidade do cometa é constante em todos os pontos da órbita.
- O período de translação do cometa é maior que um ano terrestre.

Está(ão) correta(s):

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

○ **12. (UFRGS)** Considere as afirmações abaixo, sobre o sistema Terra-Lua.

- Para acontecer um eclipse lunar, a Lua deve estar na fase Cheia.
- Quando acontece um eclipse solar, a Terra está entre o Sol e a Lua.
- Da Terra, vê-se sempre a mesma face da Lua, porque a Lua gira em torno do próprio eixo no mesmo tempo em que gira em torno da Terra.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

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

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

○ 13. (UFRGS) A figura abaixo representa dois planetas, de massas m_1 e m_2 , cujos centros estão separados por uma distância D , muito maior que os raios dos planetas.



Sabendo que é nula a força gravitacional sobre uma terceira massa colocada no ponto P, a uma distância $D/3$ de m_1 , a razão m_1/m_2 entre as massas dos planetas é:

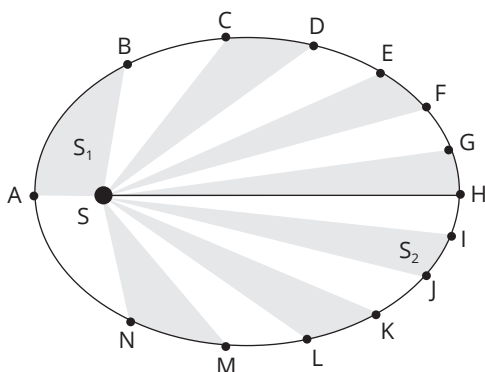
- a) 1/4
- b) 1/3
- c) 1/2
- d) 2/3
- e) 3/2

○ 14. (UFRGS) Considere o raio médio da órbita de Júpiter em torno do Sol igual a 5 vezes o raio médio da órbita da Terra.

Segundo a 3ª Lei de Kepler, o período de revolução de Júpiter em torno do Sol é de, aproximadamente:

- a) 5 anos.
- b) 11 anos.
- c) 25 anos.
- d) 110 anos.
- e) 125 anos.

○ 15. (UFRGS) A elipse, na figura abaixo, representa a órbita de um planeta em torno de uma estrela S. Os pontos ao longo da elipse representam posições sucessivas do planeta, separadas por intervalos de tempo iguais. As regiões alternadamente coloridas representam as áreas varridas pelo raio da trajetória nesses intervalos de tempo. Na figura, em que as dimensões dos astros e o tamanho da órbita não estão em escala, o segmento de reta \overline{SH} representa o raio focal do ponto H, de comprimento p .



Considerando que a única força atuante no sistema estrela-planeta seja a força gravitacional, são feitas as seguintes afirmações.

- I. As áreas S_1 e S_2 , varridas pelo raio da trajetória, são iguais.
- II. O período da órbita é proporcional a p^3 .
- III. As velocidades tangenciais do planeta nos pontos A e H, V_A e V_H , são tais que $V_A > V_H$.

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.

○ 16. (UFRGS) O módulo da força de atração gravitacional entre duas pequenas esferas de massa m , iguais, cujos centros estão separados por uma distância d , é F . Substituindo uma das esferas por outra de massa $2m$ e reduzindo a separação entre os centros das esferas para $d/2$, resulta uma força gravitacional de módulo igual a?

- a) F
- b) $2F$
- c) $4F$
- d) $8F$
- e) $16F$

○ 17. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas nas afirmações abaixo, na ordem em que elas aparecem.

- _____ descreveu movimentos acelerados sobre um plano inclinado e estudou os efeitos da gravidade terrestre local sobre tais movimentos.

- _____ usando dados coletados por Tycho Brahe, elaborou enunciados concisos para descrever os movimentos dos planetas em suas órbitas em torno do Sol.

- _____, propôs uma teoria que explica o movimento dos corpos celestes, segundo a qual a gravidade terrestre atinge a Lua, assim como a gravidade solar se estende à Terra e aos demais planetas.

- a) Newton - Kepler - Galileu
- b) Galileu - Kepler - Newton
- c) Galileu - Newton - Kepler
- d) Kepler - Newton - Galileu
- e) Kepler - Galileu - Newton



○ 18. (UFRGS) Assinale com V (verdadeiro) ou F (falso) as afirmações abaixo.

() Um objeto colocado em uma altitude de 3 raios terrestres acima da superfície da Terra sofrerá uma força gravitacional 9 vezes menor do que se estivesse sobre a superfície.

() O módulo da força gravitacional exercida sobre um objeto pode sempre ser calculado por meio do produto da massa desse objeto e do módulo da aceleração da gravidade do local onde ele se encontra.

() Objetos em órbitas terrestres não sofrem a ação da força gravitacional.

() Se a massa e o raio terrestre forem duplicados, o módulo da aceleração da gravidade na superfície terrestre reduz-se à metade.

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

- a) V - V - F - F
- b) F - V - F - V
- c) F - F - V - F
- d) V - F - F - V
- e) V - V - V - F

Instrução: As questões 19 e 20 estão relacionadas ao texto abaixo.

O ano de 2009 foi proclamado pela UNESCO o Ano Internacional da Astronomia para comemorar os 400 anos das primeiras observações astronômicas realizadas por Galileu Galilei através de telescópios e, também, para celebrar a Astronomia e suas contribuições para o conhecimento humano.

O ano de 2009 também celebrou os 400 anos da formulação da Lei das Órbitas e da Lei das Áreas por Johannes Kepler. A terceira lei, conhecida como Lei dos Períodos, foi por ele formulada posteriormente.

○ 19. (UFRGS) Sobre as três leis de Kepler, são feitas as seguintes afirmações.

I. A órbita de cada planeta é uma elipse com o Sol em um dos focos.

II. O segmento de reta que une cada planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.

III. O quadrado do período orbital de cada planeta é diretamente proporcional ao cubo da distância média do planeta ao Sol.

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.

○ 20. (UFRGS) A Astronomia estuda objetos celestes que, em sua maioria, se encontram a grandes distâncias da Terra. De acordo com a mecânica newtoniana, os movimentos desses objetos obedecem à Lei da Gravitação Universal.

Considere as seguintes afirmações, referentes às unidades empregadas em estudos astronômicos.

I. Um ano-luz corresponde à distância percorrida pela luz em um ano.

II. Uma Unidade Astronômica (1.UA) corresponde à distância média entre a Terra e o Sol.

III. No Sistema Internacional (SI), a unidade da constante G da Lei da Gravitação Universal é m/s^2 .

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.

○ 21. (UFRGS) Considerando que o módulo da aceleração da gravidade na Terra é igual a $10 m/s^2$, é correto afirmar que, se existisse um planeta cuja massa e cujo raio fossem quatro vezes superiores aos da Terra, a aceleração da gravidade seria de:

- a) $2,5 m/s^2$
- b) $5 m/s^2$
- c) $10 m/s^2$
- d) $20 m/s^2$
- e) $40 m/s^2$

○ 22. (UFRGS) A aceleração gravitacional, na superfície de Marte, é cerca de 2,6 vezes menor do que a aceleração gravitacional na superfície da Terra (a aceleração gravitacional, na superfície da Terra, é aproximadamente $10 m/s^2$). Um corpo pesa, em Marte, 77 N.

Qual é a massa desse corpo na superfície da Terra?

- a) 30 kg
- b) 25 kg
- c) 20 kg
- d) 12 kg
- e) 7,7 kg



23. (UFRGS) Considere as seguintes afirmações.

I. Para que um satélite se mantenha em órbita circular ao redor da Terra, a força resultante sobre ele não deve ser nula.

II. O efeito das marés oceânicas, que consiste na alteração do nível da água do mar, não é influenciado pelo Sol, apesar da grande massa deste.

III. O módulo da aceleração da gravidade em um ponto no interior de um planeta diminui com a distância desse ponto em relação ao centro do planeta.

Tendo em vista os conceitos da Gravitação Universal, 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.

24. (UFRGS) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no texto abaixo, na ordem em que elas aparecem.

Alguns satélites artificiais usados em telecomunicações são geoestacionários, ou seja, no seu movimento de revolução em torno da Terra, eles devem se manter fixos sobre o mesmo ponto da superfície terrestre, apesar do movimento de rotação da Terra em torno do próprio eixo. Para isso, esses satélites precisam:

1º) ter uma órbita circular, cujo plano coincida com o plano do equador terrestre;

2º) ter o sentido de revolução _____ ao sentido de rotação da Terra; e

3º) ter o período de revolução _____ período de rotação da Terra.

- a) contrário - igual ao dobro do
- b) igual - igual à metade do
- c) contrário - igual à metade do
- d) igual - igual ao
- e) contrário - igual ao

25. (UFRGS) Em 23 de julho de 2015, a NASA, agência espacial americana, divulgou informações sobre a existência de um exoplaneta (planeta que orbita uma estrela que não seja o Sol) com características semelhantes às da Terra. O planeta foi denominado Kepler 452-b. Sua massa foi estimada em cerca de 5 vezes a massa da Terra, e seu raio, em torno de 1,6 vezes o raio da Terra. Considerando g o módulo do campo gravitacional na superfície da Terra, o módulo do campo gravitacional na superfície do planeta Kepler 452-b deve ser aproximadamente igual a:

- a) $g/2$
- b) g
- c) $2g$
- d) $3g$
- e) $5g$

26. (UFRGS-2020) No Sistema Internacional de Unidades (SI), utiliza-se o metro (m), o quilograma (kg) e o segundo (s), respectivamente, como unidades de comprimento, massa e tempo. Em Astronomia, são definidas unidades de medida mais apropriadas para o estudo de objetos astronômicos no Sistema Solar.

A tabela abaixo mostra a equivalência entre as duas notações.

| SI | Sistema de unidades astronômicas (aproximadamente) |
|---------------|---|
| Distância (m) | 1 UA = $1,5 \times 10^{11}$ m |
| Massa (kg) | Massa do Sol (M_{sol}) = 2×10^{30} kg |
| Tempo (s) | 1 ano = $3,15 \times 10^7$ |

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas abaixo, na ordem em que aparecem.

A órbita do planeta Netuno em torno do Sol tem um raio médio de $4,5 \times 10^9$ km. Essa distância corresponde, aproximadamente, a UA.

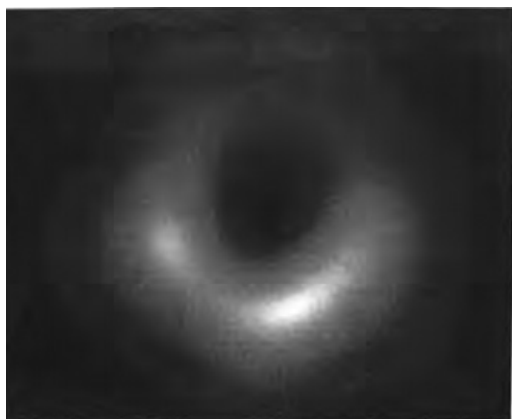
Júpiter, o planeta mais massivo do Sistema Solar, tem massa MJ aproximadamente igual a 2×10^{22} kg, o que corresponde a M_{sol}

O módulo da velocidade da luz, $c = 3 \times 10^8$ km/s, corresponde a, aproximadamente, UA/ano.

- a) 30; $1,0 \times 10^8$; $1,4 \times 10^9$
- b) 30; $1,0 \times 10^{-8}$; $6,3 \times 10^4$
- c) 3; $1,0 \times 10^{-8}$; $6,3 \times 10^1$
- d) 0,03; $1,0 \times 10^{-8}$; $6,3 \times 10^4$
- e) 0,03; $1,0 \times 10^8$; $1,4 \times 10^9$



○ 27. (UFRGS-2020) A figura abaixo mostra a imagem de um buraco negro na galáxia elíptica Messier 87, obtida através do uso de um conjunto de telescópios espalhados ao redor da Terra.



No centro da nossa galáxia, também há um buraco negro, chamado Sagittarius A*.

Usando o Sistema Internacional de unidades, a relação entre o raio da órbita, R , e o período de revolução T de um corpo que orbita em torno de um astro de massa M é dada pela 3ª Lei de Kepler $R^3 = \frac{G}{4\pi^2} MT^2$, em que $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$ é a constante de gravitação universal.

Quando T e R são expressos, respectivamente, em anos e em unidades astronômicas (UA), a 3ª Lei de Kepler pode ser escrita como $\frac{R^3}{T^2} = M$, em que a massa M é expressa em unidades de massa do Sol, M_{sol} .

Tendo sido observada uma estrela em órbita circular com $R = 800 \text{ UA}$ e $T \cong 16 \text{ anos}$, conclui-se que a massa do buraco negro na nossa galáxia é, aproximadamente:

- a) $2,0 \times 10^6 M_{\text{sol}}$.
- b) $6,4 \times 10^4 M_{\text{sol}}$.
- c) $2,0 \times 10^4 M_{\text{sol}}$.
- d) $6,4 \times 10^3 M_{\text{sol}}$.
- e) $2,0 \times 10^2 M_{\text{sol}}$.

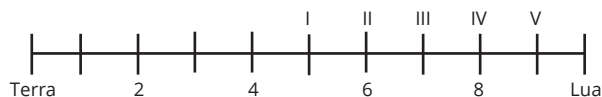
Instrução: As questões 28 a 30 referem-se ao enunciado abaixo.

Em 16 de julho de 1969, o foguete Saturno V, com aproximadamente 3.000 toneladas de massa, foi lançado carregando a cápsula tripulada Apollo 11, que pousaria na Lua quatro dias depois.



Disponível em: <<https://airandspace.si.edu/multimedialogallery/39526jpg>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

○ 28. (UFRGS-2020) Em sua trajetória rumo à Lua, a espaçonave Apollo 11 esteve sujeita às forças de atração gravitacional exercidas pela Terra e pela Lua, com preponderância de uma ou de outra, dependendo da sua distância à Terra ou à Lua. Considere $M_L = M_T/81$, em que M_L e M_T são, respectivamente, as massas da Lua e da Terra. Na figura abaixo, a distância do centro da Terra ao centro da Lua está representada pelo segmento de reta, dividido em 10 partes iguais.

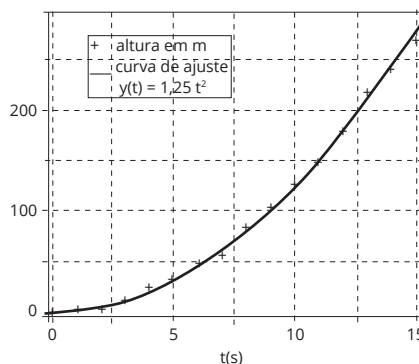


Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do enunciado abaixo.

Em sua viagem para a Lua, quando a Apollo 11 ultrapassa o ponto _____, o módulo da força gravitacional da Lua sobre a espaçonave passa a ser maior do que o módulo da força gravitacional que a Terra exerce sobre essa espaçonave.

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

○ 29. (UFRGS-2020) O gráfico abaixo apresenta a posição vertical y do foguete Saturno V durante os 15 primeiros segundos após o lançamento (símbolos +). A linha contínua ajusta esses pontos com a função $y(t) = 1,25 t^2$.



Com base nesse gráfico, a energia cinética adquirida pelo foguete após 10s de voo é de, aproximadamente:

- a) 937,5 MJ.
- b) 375,0 MJ.
- c) 234,4 MJ.
- d) 187,5 MJ.
- e) 93,8 MJ.



○ **30. (UFRGS-2020)** Na preparação para executarem tarefas na Lua, onde o módulo da aceleração da gravidade é cerca de $1/6$ do módulo da aceleração da gravidade na superfície da Terra, astronautas em trajes espaciais praticam totalmente submersos em uma piscina, em um centro de treinamento.

Como um astronauta com um traje espacial tem peso de módulo P na Terra, qual deve ser o módulo da força de empuxo para que seu peso aparente na água seja igual ao peso na Lua?

- a) $P/6$.
- b) $P/3$.
- c) $P/2$.
- d) $2P/3$.
- e) $5P/6$.

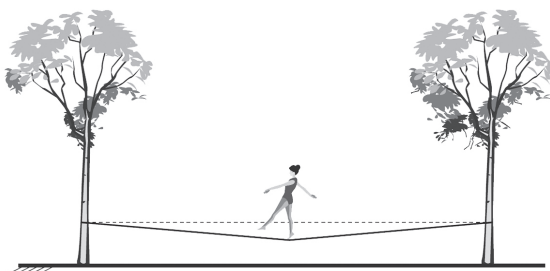
Anotações:



HABILIDADES À PROVA 9

» Estática

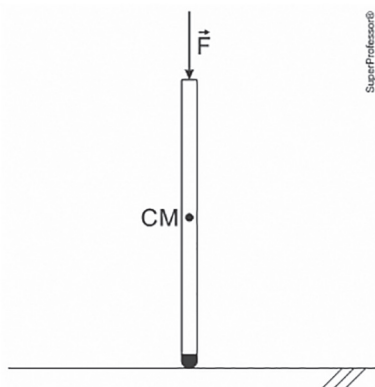
○ 1. (ENEM) *Slackline* é um esporte no qual o atleta deve se equilibrar e executar manobras estando sobre uma fita esticada. Para a prática do esporte, as duas extremidades da fita são fixadas de forma que ela fique a alguns centímetros do solo. Quando uma atleta de massa igual a 80 kg está exatamente no meio da fita, essa se desloca verticalmente, formando um ângulo de 10° com a horizontal, como esquematizado na figura. Sabe-se que a aceleração da gravidade é igual a 10 m s^{-2} , $\cos(10^\circ) = 0,98$ e $\sin(10^\circ) = 0,17$.



Qual é a força que a fita exerce em cada uma das árvores por causa da presença da atleta?

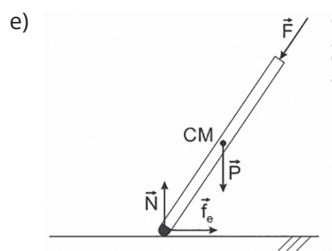
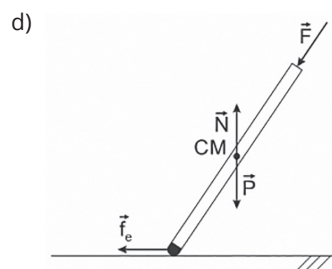
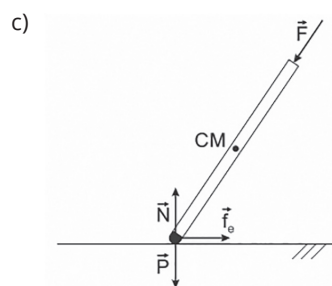
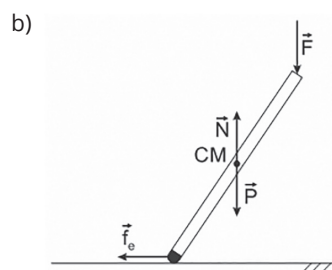
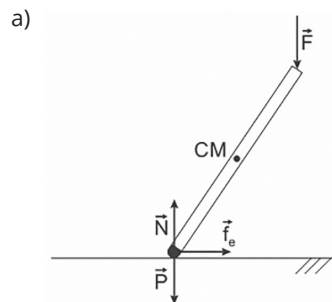
- a) $4,0 \times 10^2 \text{ N}$
- b) $4,1 \times 10^2 \text{ N}$
- c) $8,0 \times 10^2 \text{ N}$
- d) $2,4 \times 10^3 \text{ N}$
- e) $4,7 \times 10^3 \text{ N}$

○ 2. (ENEM) Tribologia é o estudo da interação entre duas superfícies em contato, como desgaste e atrito, sendo de extrema importância na avaliação de diferentes produtos de bens de consumo em geral. Para testar a conformidade de uma muleta, realiza-se um ensaio tribológico, pressionando-a verticalmente contra o piso com uma força \vec{F} , conforme ilustra a imagem, em que CM representa o centro de massa da muleta.

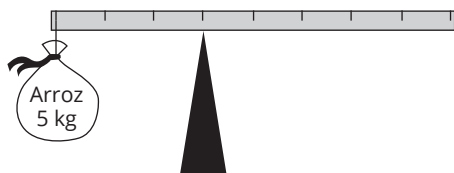


Mantendo-se a força \vec{F} paralela à muleta, varia-se lentamente o ângulo entre a muleta e a vertical, até o máximo ângulo imediatamente anterior ao de escorregamento, denominado ângulo crítico. Esse ângulo também pode ser calculado a partir da identificação dos pontos de aplicação, da direção e do sentido das forças peso (\vec{P}) normal (\vec{N}) e de atrito estático (\vec{f}_e)

O esquema que representa corretamente todas as forças que atuam sobre a muleta quando ela atinge o ângulo crítico é:



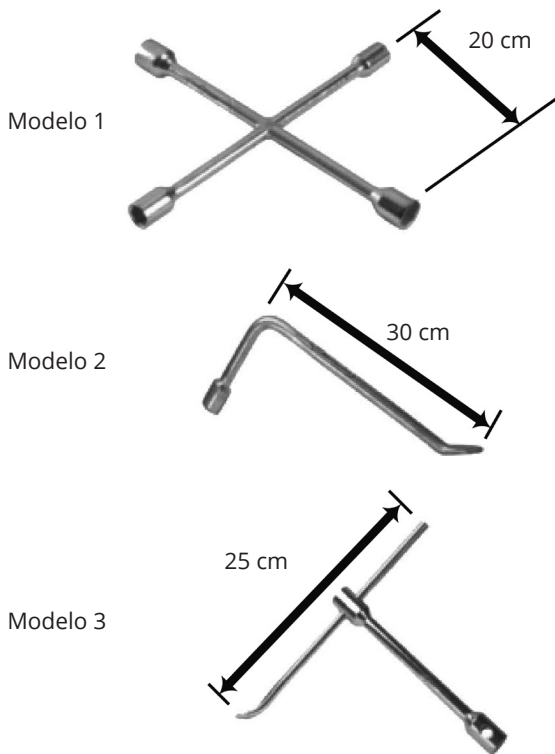
○ 3. (ENEM) Em um experimento, um professor levou para a sala de aula um saco de arroz, um pedaço de madeira triangular e uma barra de ferro cilíndrica e homogênea. Ele propôs que fizessem a medição da massa da barra utilizando esses objetos. Para isso, os alunos fizeram marcações na barra, dividindo-a em oito partes iguais, e, em seguida, apoiaram-na sobre a base triangular, com o saco de arroz pendurado em uma de suas extremidades, até atingir a situação de equilíbrio.



Nessa situação, qual foi a massa da barra obtida pelos alunos?

- a) 3,00 kg
- b) 3,75 kg
- c) 5,00 kg
- d) 6,00 kg
- e) 15,00 kg

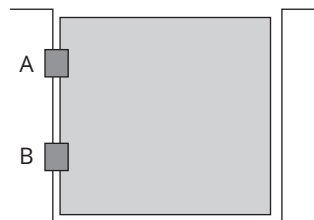
○ 4. (ENEM) Retirar a roda de um carro é uma tarefa facilitada por algumas características da ferramenta utilizada, habitualmente denominada chave de roda. As figuras representam alguns modelos de chaves de roda:



Em condições usuais, qual desses modelos permite a retirada da roda com mais facilidade?

- a) 1, em função de o momento da força ser menor.
- b) 1, em função da ação de um binário de forças.
- c) 2, em função de o braço da força aplicada ser maior.
- d) 3, em função de o braço da força aplicada poder variar.
- e) 3, em função de o momento da força produzida ser maior.

○ 5. (ENEM) Um portão está fixo em um muro por duas dobradiças, A e B, conforme mostra a figura, sendo P o peso do portão.



Caso um garoto se pendure no portão pela extremidade livre, e supondo que as reações máximas suportadas pelas dobradiças sejam iguais:

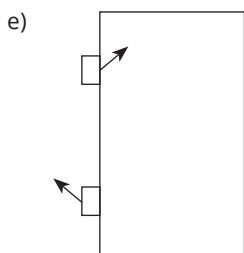
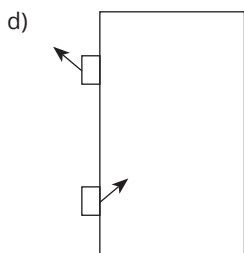
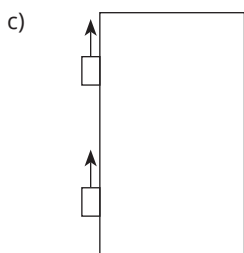
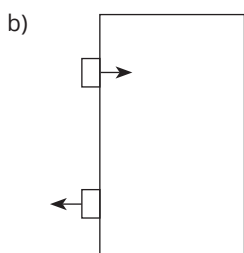
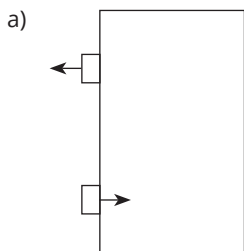
- a) é mais provável que a dobradiça A arrebente primeiro que a B.
- b) é mais provável que a dobradiça B arrebente primeiro que a A.
- c) seguramente as dobradiças A e B arrebentarão simultaneamente.
- d) nenhuma delas sofrerá qualquer esforço.
- e) o portão quebraria ao meio, ou nada sofreria.

Anotações:

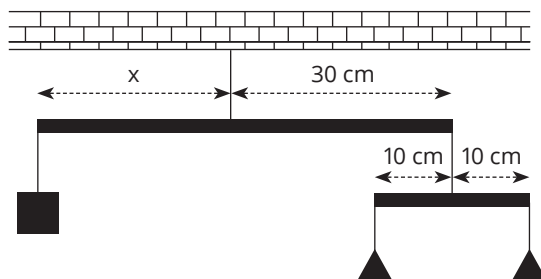


○ 6. (ENEM) O mecanismo que permite articular uma porta (de um móvel ou de acesso) é a dobradiça. Normalmente, são necessárias duas ou mais dobradiças para que a porta seja fixada no móvel ou no portal, permanecendo em equilíbrio e podendo ser articulada com facilidade.

No plano, o diagrama vetorial das forças que as dobradiças exercem na porta está representado em:



○ 7. Deseja-se construir um móvel simples, com fios de sustentação, hastes e pesinhos de chumbo. Os fios e as hastes têm peso desprezível. A configuração está demonstrada na figura abaixo.

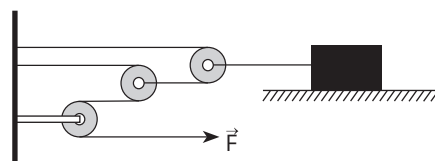


O pesinho de chumbo quadrado tem massa 30 g, e os pesinhos triangulares têm massa 10 g.

Para que a haste maior possa ficar horizontal, qual deve ser a distância horizontal x , em centímetros?

- a) 45
- b) 15
- c) 20
- d) 10
- e) 30

○ 8. (ENEM) A invenção que significou um grande avanço tecnológico na Antiguidade, a polia composta ou a associação de polias, é atribuída a Arquimedes (287 a.C. a 212 a.C.). O aparato consiste em associar uma série de polias móveis a uma polia fixa. A figura exemplifica um arranjo possível para esse aparato. É relatado que Arquimedes teria demonstrado para o rei Hierão um outro arranjo desse aparato, movendo sozinho, sobre a areia da praia, um navio repleto de passageiros e cargas, algo que seria impossível sem a participação de muitos homens. Suponha que a massa do navio era de 3.000 kg, que o coeficiente de atrito estático entre o navio e areia era de 0,8 e que Arquimedes tenha puxado o navio com uma força \vec{F} , paralela à direção do movimento e de módulo igual a 400 N. Considere os fios e as polias ideais, a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e que a superfície da praia é completamente horizontal.



O número mínimo de polias móveis usadas, nessa situação, por Arquimedes foi:

- a) 3
- b) 6
- c) 7
- d) 8
- e) 10

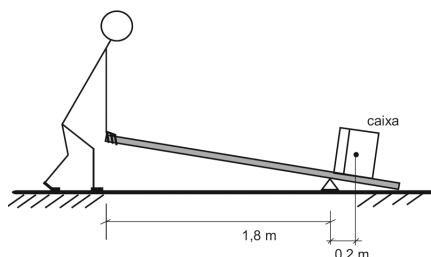


○ 9. (ENEM) Visando à melhoria estética de um veículo, o vendedor de uma loja sugere ao consumidor que ele troque as rodas de seu automóvel de aro 15 polegadas para o aro 17 polegadas, o que corresponde a um diâmetro maior do conjunto roda e pneu.

Duas consequências provocadas por essa troca de aro são:

- Elevar a posição do centro de massa do veículo, tornando-o mais instável, e aumentar a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- Abaixar a posição do centro de massa do veículo, tornando-o mais instável, e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- Elevar a posição do centro de massa do veículo, tornando-o mais estável, e aumentar a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- Abaixar a posição do centro de massa do veículo, tornando-o mais estável, e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- Elevar a posição do centro de massa do veículo, tornando-o mais estável, e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.

○ 10. (UFSM)

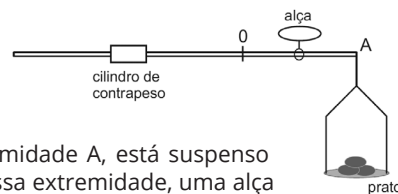


Uma barra é usada para levantar uma caixa cujo peso tem módulo de 7200 N, conforme ilustra a figura. O módulo mínimo da força vertical exercida pelo trabalhador, em N, deve ser

- 80.
- 240.
- 720.
- 800.
- 1600.

○ 11. (UFSM)

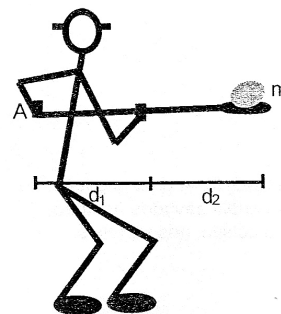
Uma balança é construída com uma haste de 50 cm de comprimento. Na extremidade A, está suspenso um prato e, a 10 cm dessa extremidade, uma alça articulada permite suspender a balança. No lado oposto da haste, pode ser movido um cilindro de contrapeso de 200 g. Com esse cilindro no ponto 0, a 10 cm da alça, o sistema está em equilíbrio. Colocando alguns tomates no prato e pondo o cilindro a 20 cm do ponto 0, o sistema também está em equilíbrio. A massa dos tomates, em g, é de



- 200
- 300
- 400
- 500
- 600

○ 12. (UFSM) Para auxiliar a descompactação no ato de revirar a terra, um agricultor é visto em um determinado instante, com uma pá na horizontal.

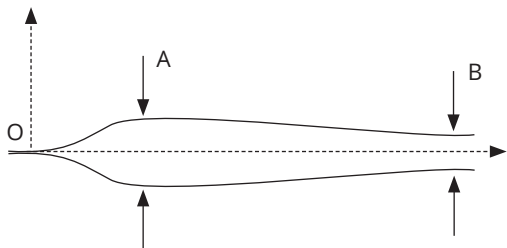
Essa pá, de comprimento d e massa M , tem uma quantidade de terra de massa m . Se um agricultor segura a pá na horizontal pelo centro de gravidade dela e pela extremidade A, separados pela distância d_1 , o módulo da força mínima aplicada pelo agricultor no centro de gravidade é



- $mg + \left(\frac{d_1 + d_2}{d_1}\right) Mg$
- $Mg + (d_1 + d_2) mg$
- $Mg + \left(\frac{d_1 + d_2}{d_1}\right) mg$
- $Mg - (d_1 + d_2) mg$
- $mg - \left(\frac{d_1 + d_2}{d_1}\right) Mg$



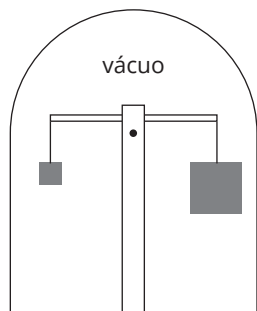
○ 13. (UFRGS) Pinças são utilizadas para manipulação de pequenos objetos. Seu princípio de funcionamento consiste na aplicação de forças opostas normais a cada um dos braços da pinça. Na figura abaixo, está representada a aplicação de uma força no ponto A, que se encontra a uma distância OA de um ponto de apoio localizado em O. No ponto B, é colocado um objeto entre os braços da pinça, e a distância desse ponto ao ponto de apoio é $OB = 4 \times OA$.



Sabendo-se que a força aplicada em A é de 4 N em cada braço, qual é a força transferida ao objeto, por braço?

- a) 1 N
- b) 4 N
- c) 8 N
- d) 16 N
- e) 32 N

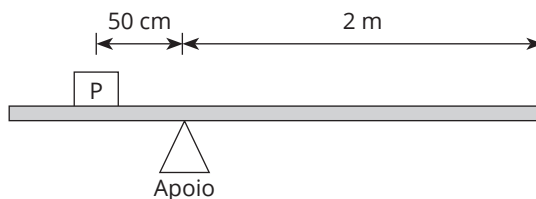
○ 14. (UFRGS) Uma balança de braços iguais encontra-se no interior de uma campânula de vidro, de onde foi retirado o ar. Na extremidade esquerda, está suspenso um pequeno cubo de metal, e, na extremidade direita, está suspenso um cubo maior, de madeira bem leve. No vácuo, a balança está em equilíbrio na posição horizontal, conforme representado na figura.



O que aconteceria com a balança se o ar retornasse para o interior da campânula?

- a) Ela permaneceria na posição horizontal.
- b) Ela oscilaria algumas vezes e voltaria à posição horizontal.
- c) Ela oscilaria indefinidamente em torno da posição horizontal.
- d) Ela acabaria inclinada para a direita.
- e) Ela acabaria inclinada para a esquerda.

○ 15. (UFRGS) A figura abaixo representa uma alavanca constituída por uma barra homogênea e uniforme, de comprimento de 3 m, e por um ponto de apoio fixo sobre o solo. Sob a ação de um contrapeso P igual a 60 N, a barra permanece em equilíbrio, em sua posição horizontal, nas condições especificadas na figura.



Qual é o peso da barra?

- a) 20 N
- b) 30 N
- c) 60 N
- d) 90 N
- e) 180 N

Instrução: As questões 16 e 17 referem-se ao enunciado abaixo.

Uma barra rígida e horizontal, de massa desprezível, medindo 80 cm de comprimento, encontra-se em repouso em relação ao solo. Sobre a barra atuam apenas três forças verticais: nas suas extremidades, estão aplicadas duas forças de mesmo sentido, uma de 2 N na extremidade A e outra de 6 N na extremidade B; a terceira força, F, está aplicada sobre um certo ponto C da barra.

○ 16. (UFRGS) Qual é a intensidade de força F?

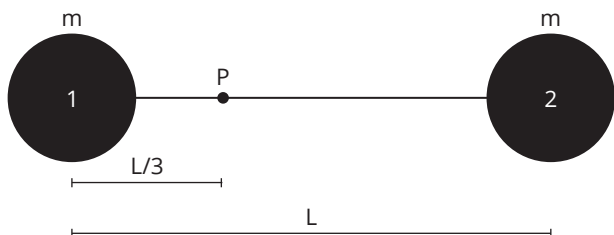
- a) 2 N
- b) 4 N
- c) 6 N
- d) 8 N
- e) 16 N

○ 17. (UFRGS) Quais são as distâncias AC e CB que separam o ponto de aplicação da força F das extremidades da barra?

- a) AC = 65 cm e CB = 15 cm.
- b) AC = 60 cm e CB = 20 cm.
- c) AC = 40 cm e CB = 40 cm.
- d) AC = 20 cm e CB = 60 cm.
- e) AC = 15 cm e CB = 65 cm.



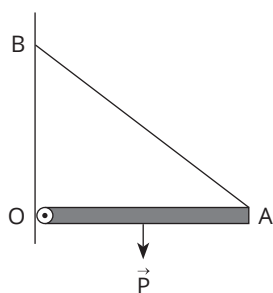
○ 18. (UFRGS) A figura abaixo representa duas esferas, 1 e 2, de massas iguais a m , presas nas extremidades de uma barra rígida de comprimento L e de massa desprezível. O sistema formado é posto a girar com velocidade angular constante em torno de um eixo, perpendicular à página, que passa pelo ponto P.



Em relação ao eixo de rotação em P, o centro de massa do sistema descreve uma trajetória circular de raio:

- a) $L/2$
- b) $L/3$
- c) $L/4$
- d) $L/6$
- e) $L/9$

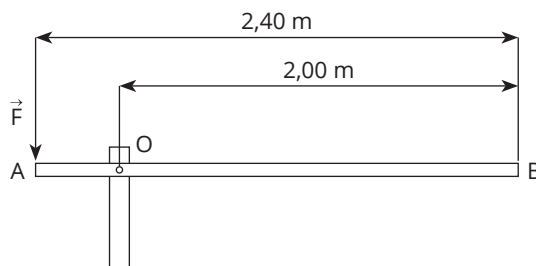
○ 19. (UFRGS) A figura representa uma barra homogênea OA, rígida e horizontal, de peso P . A barra é mantida em equilíbrio, sustentada numa extremidade, por um cabo AB, preso a uma parede no ponto B.



No ponto O, a força exercida pela articulação sobre a barra tem uma componente vertical que é:

- a) diferente de zero e dirigida para cima.
- b) diferente de zero e dirigida para baixo.
- c) diferente de zero e de sentido indefinido.
- d) igual a zero.
- e) igual, em módulo, ao peso \vec{P} da barra.

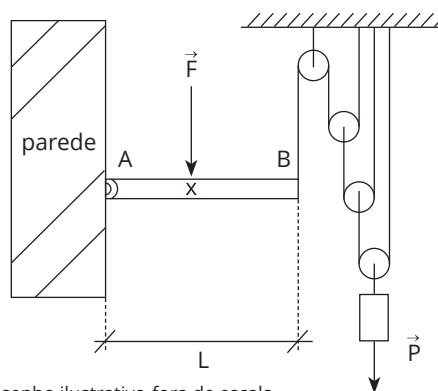
○ 20. Uma cancela manual é constituída de uma barra homogênea AB de comprimento $L = 2,40$ m e massa $M = 10,0$ kg e está articulada no ponto O, onde o atrito é desprezível. A força F tem direção vertical e sentido descendente, como mostra a figura acima.



Considerando a aceleração da gravidade $g = 10,0$ m/s², a intensidade da força mínima que se deve aplicar em A para iniciar o movimento de subida da cancela é:

- a) 150 N
- b) 175 N
- c) 200 N
- d) 125 N
- e) 100 N

○ 21. O desenho abaixo representa um sistema composto por cordas e polias ideais de mesmo diâmetro. O sistema sustenta um bloco com peso de intensidade P e uma barra rígida AB de material homogêneo de comprimento L . A barra AB tem peso desprezível e está fixada a uma parede por meio de uma articulação em A. Em um ponto X da barra é aplicada uma força de intensidade F e na sua extremidade B está presa uma corda do sistema polias-cordas. Desprezando as forças de atrito, o valor da distância AX para que a força \vec{F} mantenha a barra AB em equilíbrio na posição horizontal é:



desenho ilustrativo- fora de escala

- a) $\frac{P \cdot L}{8 \cdot F}$
- b) $\frac{P \cdot L}{6 \cdot F}$
- c) $\frac{P \cdot L}{4 \cdot F}$
- d) $\frac{P \cdot L}{3 \cdot F}$
- e) $\frac{P \cdot L}{2 \cdot F}$



○ 22. Embora os avanços tecnológicos tenham contemplado a civilização com instrumentos de medida de alta precisão, há situações em que rudimentares aparelhos de medida se tornam indispensáveis. É o caso da balança portátil de 2 braços, muito útil no campo agrícola.

Imagine uma saca repleta de certa fruta colhida em um pomar. Na figura que a esquematiza, o braço AC, em cuja extremidade está pendurada a saca, mede 3,5 cm, enquanto que o braço CB, em cuja extremidade há um bloco de peso aferido 5,0 kgf, mede 31,5 cm. A balança está em equilíbrio na direção horizontal, suspensa pelo ponto C.



Desprezado o peso próprio dos braços da balança, o peso da saca, em kgf, é de:

- a) 34,5
- b) 38,0
- c) 41,5
- d) 45,0
- e) 48,5

○ 23. Considere os dados abaixo para resolver a questão.

Constantes físicas

Aceleração da gravidade próximo à superfície da Terra: $g = 10 \text{ m/s}^2$

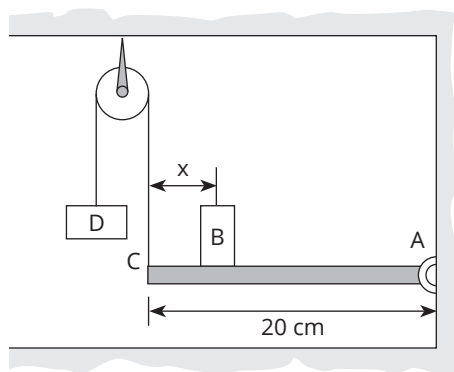
Aceleração da gravidade próximo à superfície da Lua: $g = 1,6 \text{ m/s}^2$

Densidade da água: $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$

Velocidade da luz no vácuo: $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Constante da lei de Coulomb: $k_0 = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

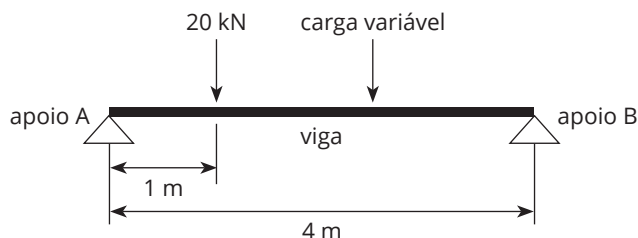
A figura mostra um bloco D de massa 0,50 kg preso a uma corda inextensível que passa por uma roldana. A outra extremidade da corda está presa à barra CA que pode girar em torno do eixo fixado à parede. Desprezando-se as forças de atrito e as massas da corda, da barra e da roldana, torna-se possível movimentar o bloco B, de 2,0 kg, ao longo da barra horizontal.



A posição X, em cm, do bloco B para manter o sistema em equilíbrio estático é:

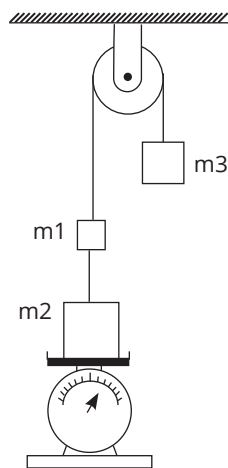
- a) 20
- b) 15
- c) 10
- d) 5,0
- e) 2,5

○ 24. A figura abaixo mostra uma viga em equilíbrio. Essa viga mede 4 m e seu peso é desprezível. Sobre ela, há duas cargas concentradas, sendo uma fixa e outra variável. A carga fixa de 20 kN está posicionada a 1 m do apoio A, enquanto a carga variável só pode se posicionar entre a carga fixa e o apoio B. Para que as reações verticais (de baixo para cima) dos apoios A e B sejam iguais a 25 kN e 35 kN, respectivamente, a posição da carga variável, em relação ao apoio B, e o seu módulo devem ser:



- a) 1,0 m e 50 kN
- b) 1,0 m e 40 kN
- c) 1,5 m e 40 kN
- d) 1,5 m e 50 kN
- e) 2,0 m e 40 kN

○ 25. (UFRGS) Três blocos, de massas $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 5 \text{ kg}$ e $m_3 = 3 \text{ kg}$, encontram-se em repouso num arranjo como o representado na figura. Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e desconsidere eventuais forças de atrito.

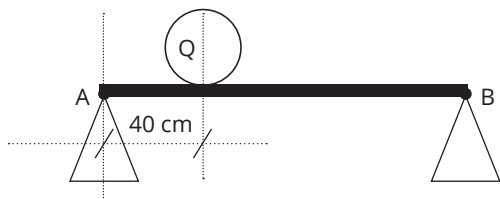


Qual é a leitura da balança?

- a) 20 N
- b) 30 N
- c) 40 N
- d) 50 N
- e) 60 N



○ 26. Uma barra homogênea de peso igual a 50 N está em repouso na horizontal. Ela está apoiada, em seus extremos, nos pontos A e B, que estão distanciados de 2 m. Uma esfera Q de peso 80 N é colocada sobre a barra, a uma distância de 40 cm do ponto A, conforme representado no desenho abaixo:

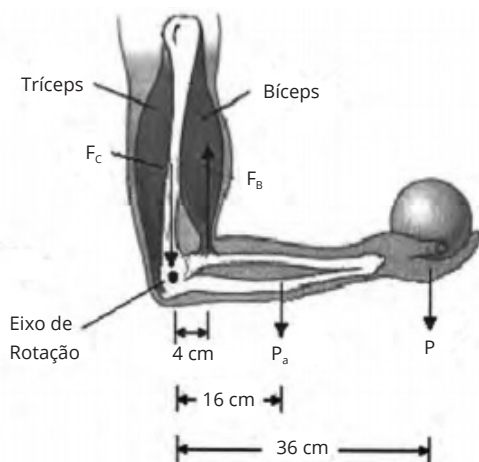


A intensidade da força de reação do apoio sobre a barra no ponto B é de:

- a) 32 N
- b) 41 N
- c) 75 N
- d) 82 N
- e) 130 N

○ 27. (UFRGS-2020) A figura abaixo representa esquematicamente o braço e o antebraço de uma pessoa que está sustentando um peso P. O antebraço forma um ângulo de 90° com o braço.

F_B é a força exercida pelo bíceps sobre o antebraço, e F_C é a força na articulação do cotovelo.



Sendo o módulo do peso $P = 50$ N e o módulo do peso do antebraço $P_a = 20$ N, qual é o módulo da força F_B ?

- a) 70 N.
- b) 370 N.
- c) 450 N.
- d) 460 N.
- e) 530 N.

Anotações:



GABARITO



• Habilidades à prova

Unidade 1

| | | | |
|------|------|-------|-------|
| 1. C | 5. C | 9. B | 13. E |
| 2. C | 6. D | 10. A | 14. E |
| 3. B | 7. D | 11. C | 15. B |
| 4. C | 8. E | 12. A | |

Unidade 2

| | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 7. D | 13. A | 19. A | 25. B |
| 2. C | 8. D | 14. C | 20. D | 26. D |
| 3. D | 9. A | 15. A | 21. E | 27. C |
| 4. C | 10. A | 16. D | 22. A | 28. C |
| 5. A | 11. A | 17. B | 23. A | 29. C |
| 6. D | 12. E | 18. D | 24. A | 30. A |

Unidade 3

| | | | | |
|------|------|------|-------|-------|
| 1. A | 4. A | 7. B | 10. B | 13. D |
| 2. B | 5. B | 8. D | 11. A | 14. A |
| 3. E | 6. A | 9. A | 12. C | 15. E |

Unidade 4

| | | | | |
|------|------|-------|-------|-------|
| 1. E | 5. B | 9. A | 13. A | 17. A |
| 2. B | 6. C | 10. D | 14. B | 18. B |
| 3. C | 7. D | 11. D | 15. C | 19. E |
| 4. B | 8. E | 12. B | 16. B | 20. A |

Unidade 5

| | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. E | 9. C | 17. B | 25. D | |
| 2. E | 10. D | 18. C | 26. B | 33. C |
| 3. C | 11. B | 19. C | 27. D | 34. C |
| 4. A | 12. E | 20. A | 28. C | 35. B |
| 5. B | 13. E | 21. C | 29. A | 36. E |
| 6. E | 14. B | 22. A | 30. C | 37. B |
| 7. D | 15. D | 23. C | 31. C | 38. E |
| 8. A | 16. B | 24. B | 32. D | |

Unidade 6

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. C | 11. B | 21. A | 31. E | 41. C |
| 2. B | 12. B | 22. E | 32. B | 42. A |
| 3. A | 13. D | 23. B | 33. B | 43. C |
| 4. B | 14. C | 24. E | 34. E | 44. C |
| 5. E | 15. E | 25. A | 35. C | 45. D |
| 6. E | 16. B | 26. E | 36. B | 46. B |
| 7. A | 17. A | 27. A | 37. E | 47. B |
| 8. A | 18. D | 28. C | 38. C | 48. A |
| 9. C | 19. A | 29. B | 39. E | 49. C |
| 10. B | 20. E | 30. E | 40. B | 50. C |

51. B

31. E
32. B
33. B

Unidade 7

| | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. A | 8. D | 15. E | 22. E | |
| 2. E | 9. B | 16. D | 23. E | |
| 3. C | 10. C | 17. B | 24. D | 29. C |
| 4. C | 11. A | 18. C | 25. D | 30. C |
| 5. A | 12. A | 19. C | 26. C | 31. C |
| 6. C | 13. D | 20. B | 27. E | |
| 7. A | 14. A | 21. C | 28. A | |

Unidade 8

| | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 7. A | 13. A | 19. E | 25. C |
| 2. E | 8. E | 14. B | 20. D | 26. B |
| 3. A | 9. D | 15. C | 21. A | 27. A |
| 4. B | 10. C | 16. C | 22. C | 28. E |
| 5. D | 11. C | 17. D | 23. C | 29. A |
| 6. B | 12. C | 18. B | 24. D | 30. E |

Unidade 9

| | | | | |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 7. C | 13. A | 19. A | |
| 2. E | 8. B | 14. E | 20. C | 25. B |
| 3. E | 9. A | 15. C | 21. A | 26. B |
| 4. B | 10. D | 16. D | 22. D | 27. E |
| 5. A | 11. C | 17. B | 23. B | |
| 6. D | 12. C | 18. D | 24. B | |

