

# FÍSICA

**PSS 1**



# Unidade 1

## Cinemática



### Importante

Dependendo do referencial adotado, todo corpo pode ser considerado um corpo extenso ou um ponto material.

### Importante

O deslocamento escalar nem sempre representa a distância efetivamente percorrida pelo móvel.

### Referencial

Corresponde a um eixo de coordenadas rígido em relação ao qual vamos descrever o comportamento das coordenadas de partículas pertencentes ao sistema.

### Movimento ou repouso

Para determinar se o corpo está ou não em movimento, é preciso verificar se sua posição muda com o passar do tempo.

### Trajetória

É o lugar geométrico das posições ocupadas pelo ponto no decorrer do tempo.

### Importante

O movimento e a trajetória dependem do referencial adotado.

### Deslocamento escalar

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

$$\Delta S = S - S_0$$

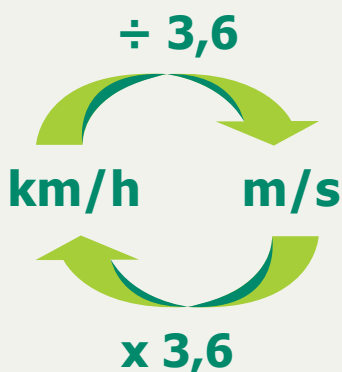
### Velocidade média

Representa a rapidez com que algo se move.

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad \text{No SI: m/s}$$

### Importante

Cuidado com as unidades:





## Movimento progressivo

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

## Movimento retrógrado

Se o móvel se movimentar no sentido contrário ao convencional positivo da trajetória, o movimento é denominado **retrógrado**.

## Aceleração média

Representa uma taxa de variação de velocidade no tempo.

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

## Classificação dos movimentos quanto à velocidade e à aceleração

- ▶ Se a velocidade e a aceleração têm o mesmo sentido, o movimento é acelerado, ou seja, a velocidade aumenta em módulo.
- ▶ Se a velocidade e a aceleração têm sentidos contrários, o movimento é retardado, ou seja, a velocidade diminui em módulo.

## Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

Um movimento é uniforme quando, para intervalos de tempo iguais, o móvel percorre espaços iguais.

### Características

- ▶ Trajetória retilínea;
- ▶ o móvel percorre espaços iguais em intervalos de tempo iguais;
- ▶ a velocidade permanece constante;
- ▶ a aceleração é nula.

$$S = S_0 + vt$$

Em que:

**S:** posição no instante  $t$ ;

**$S_0$ :** posição inicial;

**$v$ :** velocidade;

**$t$ :** instante de tempo.

## Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)

Mantida constante a aceleração, temos um movimento em que as variações de velocidade são iguais para intervalos de tempo iguais.

### Características

- ▶ Sua aceleração é constante e diferente de zero;
- ▶ variações de velocidades iguais por intervalos de tempo iguais;
- ▶ o móvel percorre espaços diferentes em intervalos de tempo iguais.

### Função horária da posição

$$S = S_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

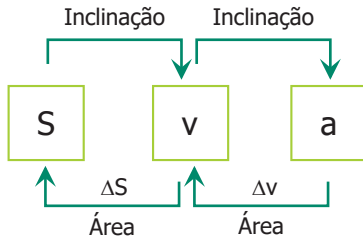
## Função horária da velocidade

$$v = v_0 + at$$

## Equação de Torricelli

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

## Propriedades gráficas



## Movimentos verticais sob ação da gravidade

### Importante

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

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$h = h_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$v = v_0 + at \quad v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$$

$$v = v_0 + gt \quad v^2 = v_0^2 + 2g\Delta h$$

## Queda livre

A expressão queda livre significa "cair no vazio". Podemos tomar como movimentos em queda livre sempre que pudermos desprezar a resistência que o ar oferece ao movimento.

### Importante

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

## Movimento Circular Uniforme (MCU)

### Período (T)

Representa o intervalo de tempo correspondente a uma volta completa.

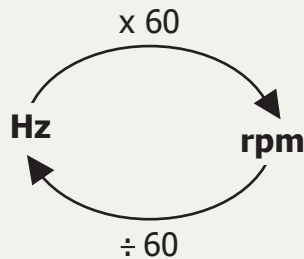
### Frequência (f)

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

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

$$f = \frac{n^\circ \text{ de voltas}}{\Delta T}$$

### Importante

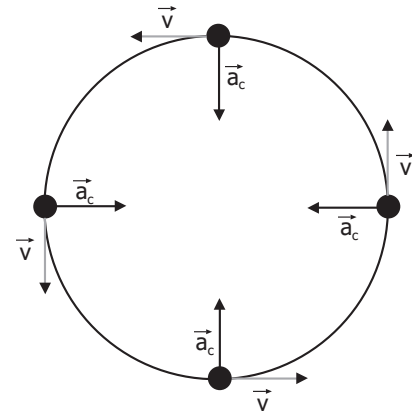




**Velocidade linear ou tangencial** Representação de vetores no MCU

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

$$v = \frac{2\pi R}{T} \quad v = 2\pi Rf$$



**Velocidade angular**

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

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

**Relação entre velocidade linear e velocidade angular**

$$v = \omega \cdot R$$

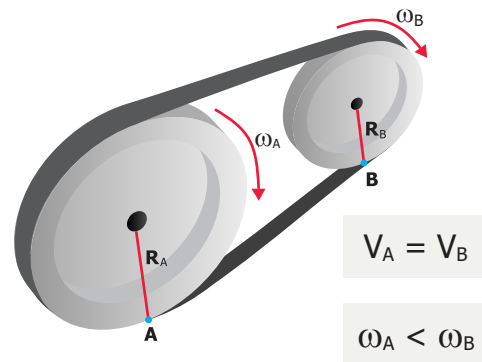
**Aceleração centrípeta**

A aceleração centrípeta é responsável por variar a orientação do vetor velocidade em um movimento curvilíneo.

$$a_c = \frac{v^2}{R} \quad a_c = \omega^2 R$$

**Acoplamento de polias**

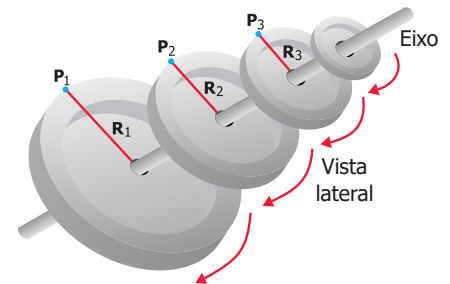
**Acoplamento periférico**



$$V_A = V_B$$

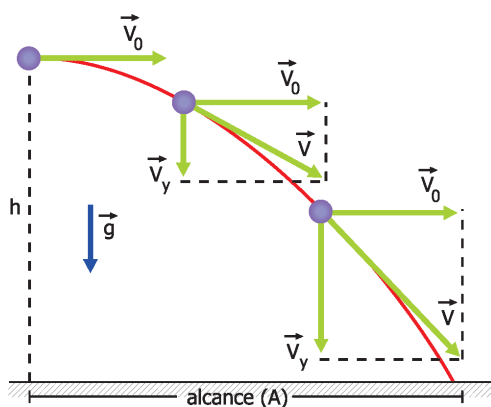
$$\omega_A < \omega_B$$

**Acoplamento por eixo**



$$V_1 > V_2 > V_3 \quad \omega_1 = \omega_2 = \omega_3$$

## Lançamento horizontal



### Na vertical

Na vertical, teremos as mesmas equações da queda livre a partir do repouso.

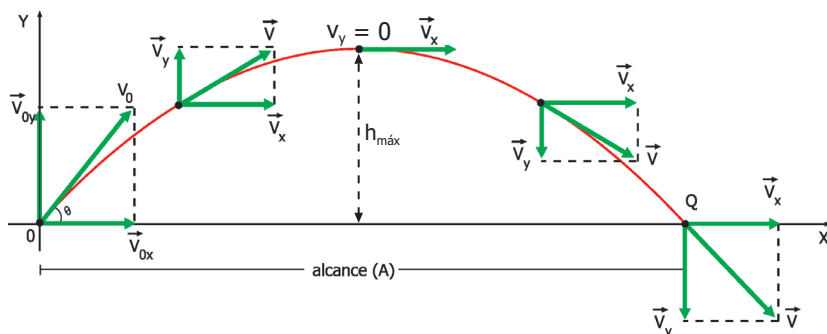
$$v_y = gt \quad v_y = \sqrt{2gh} \quad h = \frac{1}{2}gt^2$$

### Na horizontal

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

$$A = v_0 \Delta t \quad A: \text{alcance.}$$

## Lançamento oblíquo



### Na vertical

O movimento é uniformemente variado.

$$v_y = v_{0y} - gt \quad v_y^2 = v_{0y}^2 - 2g\Delta h$$

$$h = h_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

### Na horizontal

O movimento é uniforme.

$$A = v_{0x}\Delta t \quad A: \text{alcance.}$$

## Características

- ▶ Em cada ponto, o vetor velocidade é tangente à trajetória;
- ▶ a velocidade, em um determinado instante, é obtida por meio 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;
- ▶ a distância horizontal entre o ponto de lançamento e o ponto de queda é denominada **alcance**.

## Dinâmica

### Princípios da Dinâmica – Leis de Newton

#### Primeira Lei de Newton (Lei da Inércia)

Essa lei refere-se a uma propriedade natural de toda a matéria, a inércia.

#### Inércia

É a propriedade pela qual um corpo tende a permanecer em seu estado de repouso ou de movimento.

Se a resultante das forças é nula, um corpo em repouso continua em repouso, e um corpo em movimento continua em movimento em linha reta e com velocidade constante.

#### Importante

- ▶ **Referencial inercial:** conjunto de eixos coordenados que seguem a 1ª Lei de Newton, isto é, em que a aceleração é NULA.
- ▶ **Referencial não inercial:** aquele em que a aceleração será diferente de zero (não nula).

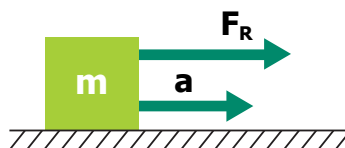
As Leis de Newton são válidas somente nos referenciais inerciais.

#### Segunda Lei de Newton (Lei fundamental da Mecânica)

A aceleração  $\vec{a}$  dada a um corpo pela resultante  $\vec{F}_R$  das forças nele aplicadas tem módulo diretamente proporcional à intensidade de  $\vec{F}_R$  e a mesma direção e o mesmo sentido dessa força. Se a mesma força é aplicada a corpos de massas diferentes, os módulos das acelerações produzidas serão inversamente proporcionais às suas massas.

$$m = \frac{F_R}{a}$$

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



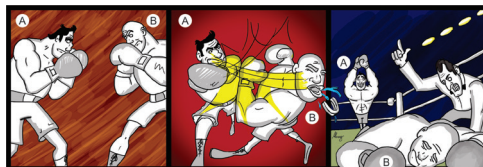
**A massa é a medida da inércia de um corpo**, isto é:

- ▶ quanto maior a massa, maior sua inércia (maior a resistência à variação de velocidade).
- ▶ quanto menor a massa, menor sua inércia (menor a resistência à variação de velocidade).

#### Terceira Lei de Newton (Ação e reação)

À toda força de ação corresponde uma força de reação que:

- ▶ tem mesmo módulo (ou intensidade);
- ▶ tem mesma direção;
- ▶ tem sentidos opostos;
- ▶ tem mesma natureza (contato/contato e ação a distância/ação a distância);
- ▶ são sempre aplicadas em corpos distintos, portanto nunca se anulam;
- ▶ os efeitos gerados podem ser distintos.







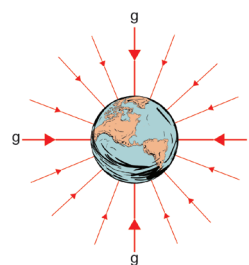
### Força peso

O peso de um corpo é a força com que a Terra ou astro o atrai. Tem direção vertical e sentido para baixo.



A força de atração da Terra sobre um corpo (peso) também se manifesta a distância.

### Representação das linhas de campo gravitacional



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

#### Importante

O peso é diretamente proporcional à massa e à aceleração da gravidade.

### Não confunda Massa e Peso

#### Massa

Medida da quantidade de matéria e da dificuldade do corpo em ser acelerado.

Característica do corpo, NÃO do local.

Unidade no SI: quilograma (kg).

Instrumento de medição: balança.

Grandeza escalar.

#### Peso

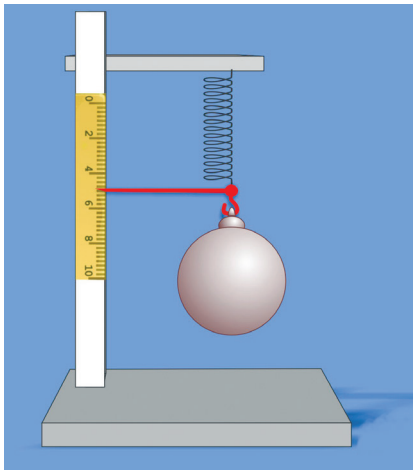
Força com que a Terra ou outro astro atrai o corpo.

Característica do corpo e do local.

Unidade no SI: Newton (N).

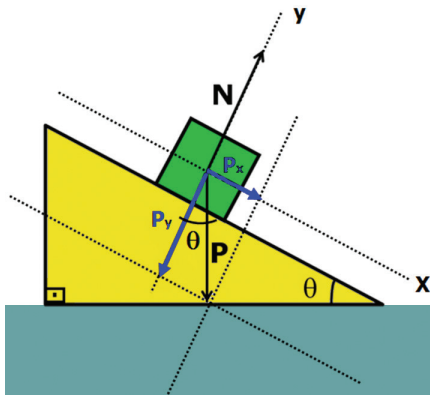
Instrumento de medição: dinamômetro.

Grandeza vetorial (P); Intensidade:  $\vec{P} = m\vec{g}$ ; Direção: vertical; Sentido: para baixo.



Medida do peso do corpo: dinamômetro.

## Plano inclinado

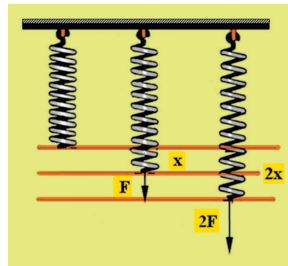
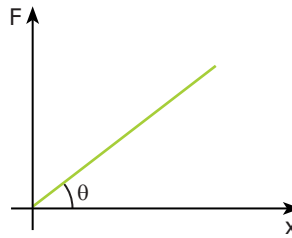


$$P_x = P \cdot \text{sen } \theta$$

$$P_y = P \cdot \text{cos } \theta$$

## Força elástica

**Lei de Hooke:** A intensidade da força elástica é diretamente proporcional à deformação da mola, porém com sentido contrário.



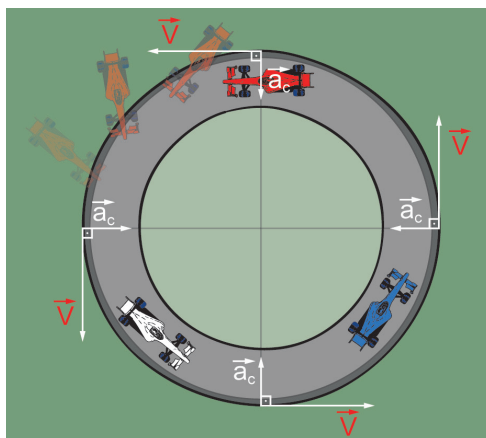
$$|F| = K \cdot x$$

A constante elástica (K) mede a rigidez do material, isto é:

- ▶ quanto maior a constante elástica, maior será a rigidez da mola (mais difícil de alongá-la).
- ▶ quanto menor a constante elástica, menor será a rigidez da mola (mais fácil de alongá-la).



## Força centrípeta



$$F_{CP} = m \cdot a_{CP}$$

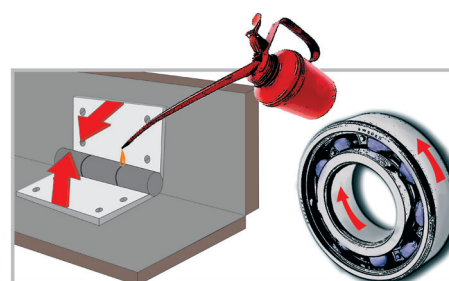
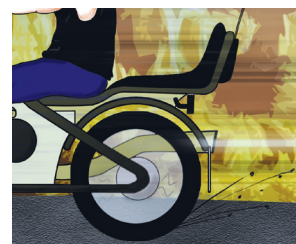
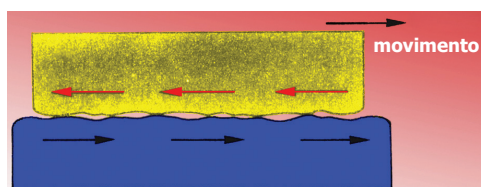
$$F_{CP} = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

### Importante

#### Força centrífuga

O termo **força centrífuga** só pode ser usado quando o referencial for do tipo não inercial, isto é, quando é o próprio corpo que faz a curva.

## Força de atrito



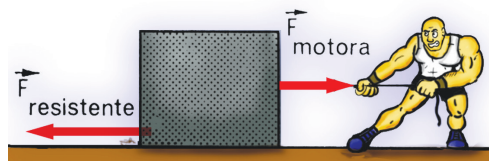
A força de atrito é dada pela expressão:

$$F_{AT} = \mu \cdot N$$



## Trabalho – Energia – Potência

Quando um operário ergue uma carga, a força muscular por ele desenvolvida é a força motora, e o peso da carga é a resistente.



Só há trabalho feito por uma força sobre um corpo quando o ponto de aplicação da força se desloca uma certa distância e há uma componente da força ao longo da trajetória do movimento.

### Como se mede o trabalho?

O trabalho realizado por uma força é medido pelo produto da componente dessa força, segundo a orientação do deslocamento e pelo deslocamento do ponto de aplicação dessa força.



$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

No SI:  $N \cdot m = \text{Joule (J)}$

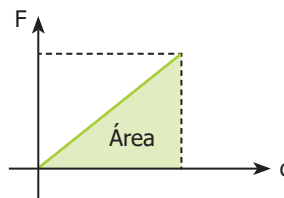
$$\text{Caso } \theta = 0^\circ$$

(Força e deslocamento na mesma direção e sentido).

$$W = F \cdot d$$

**Observação:** As duas equações acima só podem ser usadas quando a força for constante.

Caso a força variar:



$$\text{Área} = W$$

### Potência mecânica

Potência é a rapidez com que o sistema realiza o 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 SI: Watt (W): J/s

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

1 CV = 735 W

1 HP = 746 W

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

$$P = F \cdot v$$

## Energia cinética

### Velocidade

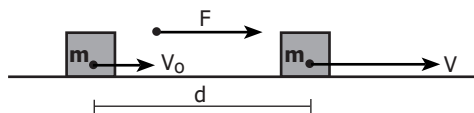


Uma moto em movimento possui energia porque é capaz de realizar um trabalho.

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

## Trabalho e variação da energia cinética

O trabalho realizado pela força resultante aplicada no corpo é medido pela variação de energia cinética.



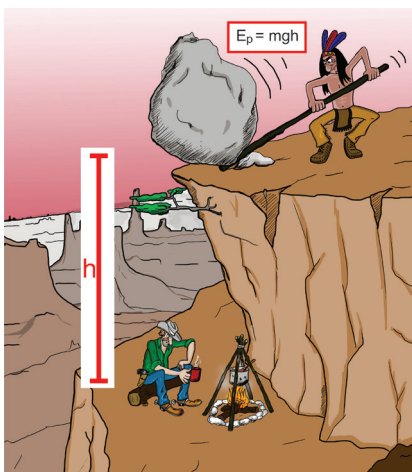
$$W = \Delta E_c$$

### Importante

O teorema acima pode ser usado para qualquer modelo de energia!

## Energia potencial gravitacional

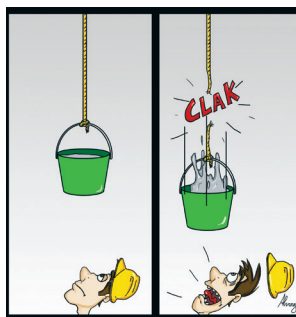
### Altura



$$E_{pg} = mgh$$

## Energia mecânica

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



$$E_{Mec} = E_c + E_{Pot}$$

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

### Em um sistema conservativo

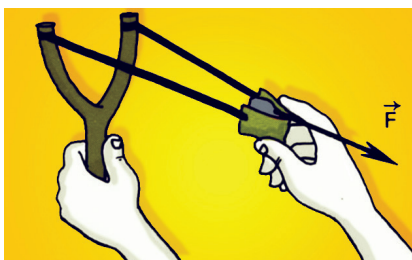
$$E_{Mec} = \text{constante.}$$

Para resolver os problemas, iniciamos sempre:

$$E_{Mec} (A) = E_{Mec} (B)$$

## Energia potencial elástica

### Deformação ou alongação



$$E_{pe} = \frac{Kx^2}{2}$$



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

► **Sistemas não conservativos:** onde 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.

# Unidade 4

## Quantidade de movimento

Seja um corpo de massa  $m$ , dotado de velocidade  $\vec{v}$ , e que possa ser considerado um ponto material. Define-se sua quantidade de movimento como a grandeza vetorial expressa pelo produto:

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



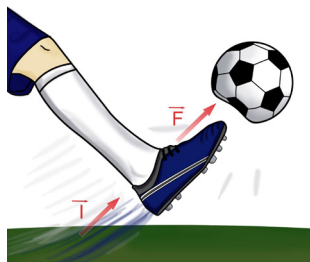
No SI:  $\text{kg} \cdot \text{m/s}$

### Importante

- ▶ O vetor quantidade de movimento tem a mesma direção e o mesmo sentido do vetor velocidade.
- ▶ O vetor quantidade de movimento é uma grandeza instantânea.
- ▶ Como o vetor velocidade depende do referencial adotado, o mesmo caso ocorrerá com o vetor quantidade de movimento.

### 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

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

No SI:  $\text{N} \cdot \text{s}$

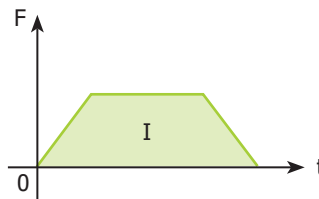
### Importante

- ▶ O impulso de uma força é uma grandeza vetorial que tem a mesma direção e o mesmo sentido da força.
- ▶ Impulso de uma força não é grandeza instantânea, sendo definido para um intervalo de tempo.

### Teorema do impulso para um ponto material

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

### Caso a força varie, então:



- ▶ A área marcada será o impulso ( $I$  ou  $\Delta Q$ ).

### Sistema mecanicamente isolado

$$\vec{F}_{\text{ext}} = 0$$

Um sistema é considerado mecanicamente isolado quando:

#### Condições

- 1º.  $F_{\text{ext}} = 0$
- 2º.  $I = 0$
- 3º.  $\Delta Q = 0$
- 4º.  $Q_0 = Q$

Isto é, ocorre conservação de quantidade de movimento.

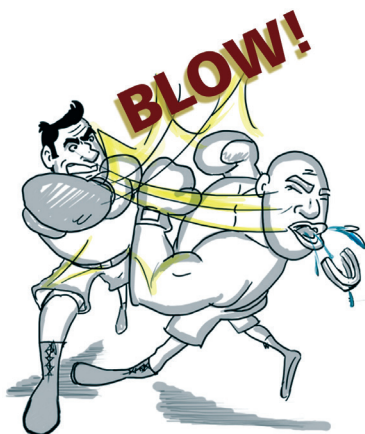


→ **Exemplos:**

- ▶ Quando nenhuma força externa age sobre ele, por exemplo, quando o sistema se encontra em uma região longínqua do espaço cósmico, onde as forças externas (gravitacionais) são desprezíveis.
- ▶ Quando as forças externas são desprezíveis em relação às internas.

**Choques**

Choques são exemplos de sistemas mecanicamente isolados, ou seja, aplicações diretas da 3ª Lei de Newton, a qual garante matematicamente que, no sistema isolado, a quantidade de movimento se conserva.



**Importante**

**Choque perfeitamente elástico**



**Antes**



**Depois**

Movem-se separados

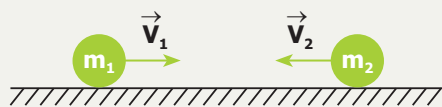
$$E_{CA} = E_{CD}$$

Há conservação da energia cinética.

$$Q_A = Q_D$$

Há conservação da quantidade de movimento.

**Choque inelástico**



**Antes**



**Depois**

Movem-se unidos

$$E_{CA} > E_{CD}$$

Energia cinética não se conserva.

$$Q_A = Q_D$$

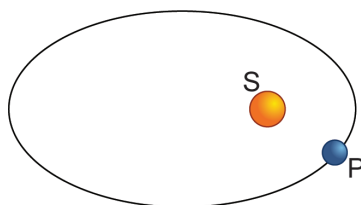
Há conservação da quantidade de movimento.



## Gravitação universal

### Leis de Kepler

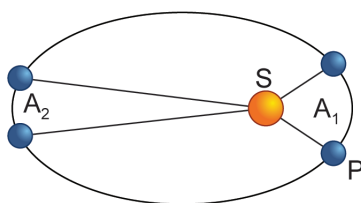
#### 1ª Lei de Kepler: Lei das órbitas



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 de reta que une o centro do Sol ao centro do planeta varre áreas iguais em tempos iguais.

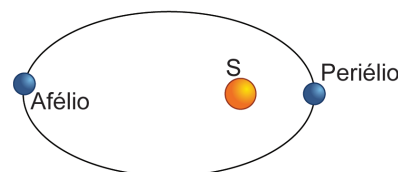


$$A_1 = A_2$$



$$\Delta t_1 = \Delta t_2$$

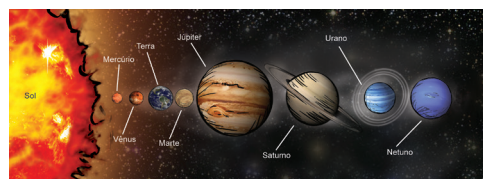
A velocidade de translação de um planeta é função decrescente da distância do planeta ao Sol. Isso significa que, à medida que o planeta se aproxima do Sol, sua velocidade de translação aumenta. Da mesma forma, à medida que o planeta se afasta do Sol, sua velocidade de translação diminui.



#### 3ª Lei de Kepler: Lei dos períodos

“O quadrado do período de qualquer planeta é diretamente proporcional ao cubo de seu raio médio ao Sol.”

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



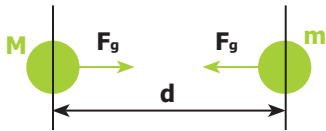
**Conclusão:** quanto maior a distância média entre o Sol e o Planeta, maior será o período de revolução.



## Lei da gravitação universal de Newton

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

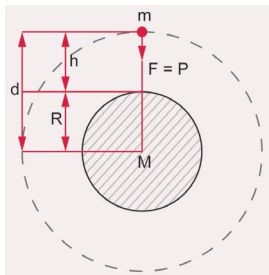
A força gravitacional entre dois corpos tem intensidade diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa seus centros de massa.



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

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

## Aceleração da gravidade terrestre



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

Essa última expressão nos mostra de que forma varia a aceleração da gravidade  $g$  em função da altura  $h$ .

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

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

## Ausência de gravidade

Inúmeras fotos da parte interna de satélites mostram objetos flutuando no seu interior. Normalmente, dizemos que os objetos estão com ausência de gravidade. Esse termo, entretanto, é inadequado, porque ausência de gravidade supõe que nenhuma ação gravitacional é exercida, o que não é verdadeiro.

Para um observador dentro do satélite, o objeto parece não ter peso. Na verdade, o peso está sendo usado como resultante centrípeta para manter o objeto em órbita. Também o astronauta não troca força com o chão do satélite, tudo o que está dentro dele cai em direção à Terra, ao longo de sua órbita.



Astronautas em estado de imponderabilidade.



## Estática

### Ponto material

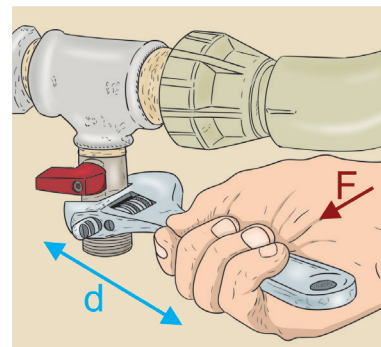
### Momento de uma força (M)

Você já deve ter observado que, para fazer um corpo girar em torno de um eixo de rotação – por exemplo, um portão –, uma manivela ou uma chave inglesa, a intensidade da força aplicada depende da distância entre seu ponto de aplicação e o eixo de rotação.

Para desapertar o parafuso da roda, a pessoa fará menos esforço quanto mais comprida for a alavanca utilizada.

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

1. Grandeza vetorial
2. No SI: N · m



### Condição de equilíbrio de um corpo extenso

Para que um corpo extenso esteja em equilíbrio, é necessário que duas condições sejam obedecidas:

- ▶ a resultante das forças aplicadas no corpo deve ser nula.
- ▶ a soma dos momentos das forças aplicadas no corpo deve ser nula.

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

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

ou

$$\sum \vec{M} = 0$$

# 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.

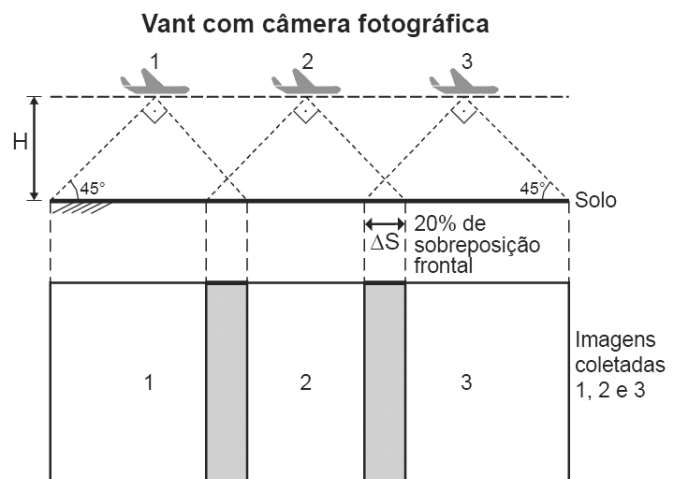
Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas, para a realização da entrega?

- 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  $50 \text{ m/s}^{-1}$ . A abertura da câmera fotográfica do vant é de  $90^\circ$ . Considere  $\text{tg}(45^\circ) = 1$ .

Natural Resources Canada. Concepts of Aerial Photography. Disponível em: [www.nrcan.gc.ca](http://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**

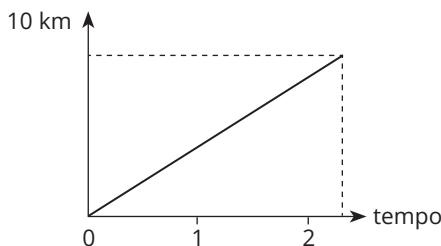
Na eternidade  
Eu quisera ter  
Tantos anos-luz  
Quantos fosse precisar  
Pra cruzar o túnel  
Do tempo do seu olhar

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:

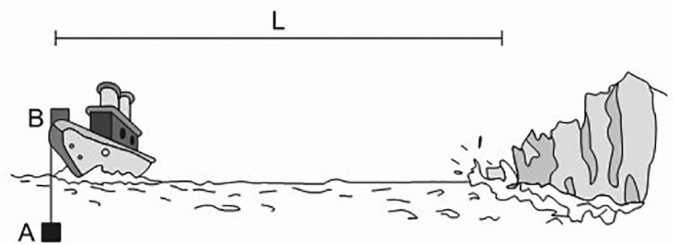
- a) tempo.
- b) aceleração.
- c) distância.
- d) velocidade.
- e) luminosidade.

○ 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?

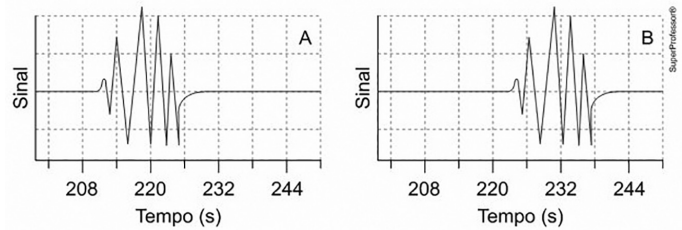


- a) carroça - semana
- b) carro - dia
- c) caminhada - hora
- d) bicicleta - minuto
- e) avião - segundo

○ 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.

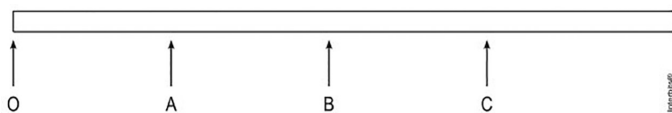
Anotações:



# 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  $1 \text{ ms}^{-2}$  até atingir a velocidade de  $72 \text{ kmh}^{-1}$  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.

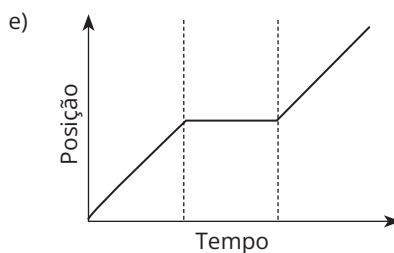
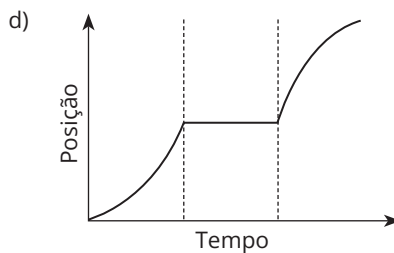
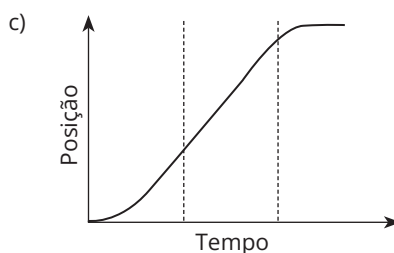
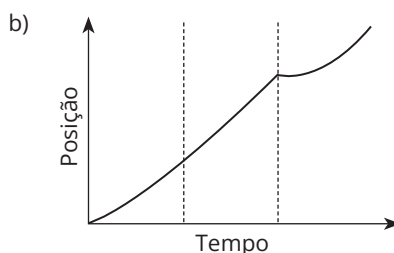
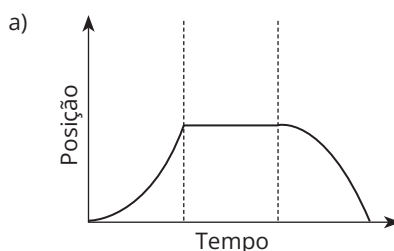
Considerando essas condições, aproximadamente quanto tempo depois da abertura do semáforo O os semáforos A, B e C devem abrir, respectivamente?

- 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?

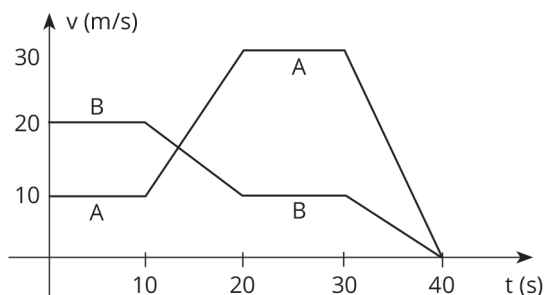


3. (ENEM)

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.

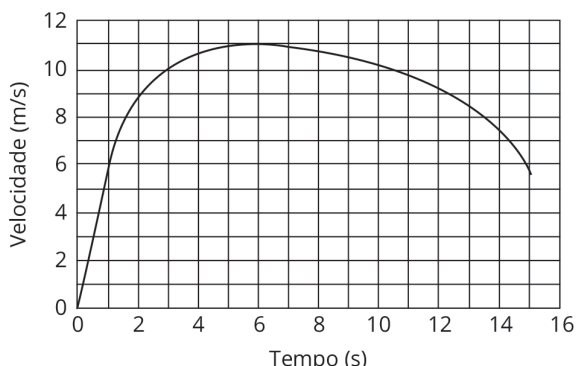


As velocidades dos veículos variam com o tempo em dois intervalos: (I) entre os instantes 10s e 20s; (II) entre os instantes 30s e 40s. De acordo com o gráfico, quais são os módulos das taxas de variação da velocidade do veículo conduzido pelo motorista imprudente, em  $m/s^2$ , nos intervalos (I) e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

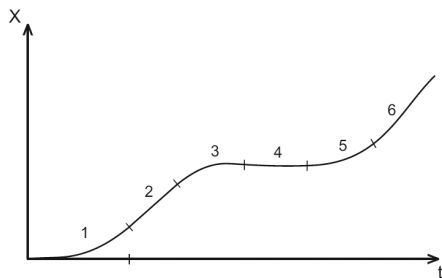
6. (ENEM) Dois veículos que trafegam com velocidade constante em uma estrada, na mesma direção e sentido, devem manter entre si uma distância mínima. Isso porque o movimento de um veículo, até que ele pare totalmente, ocorre em duas etapas, a partir do momento em que o motorista detecta um problema que 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?

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



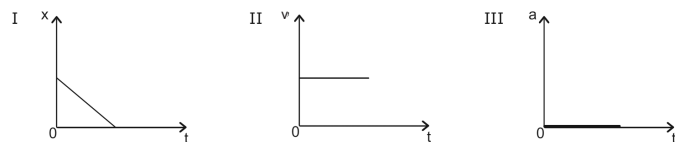
○ 7. (UFSM) A figura representa o gráfico da posição (X) de um mensageiro em função do tempo (t), num referencial fixo na estrada.



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.

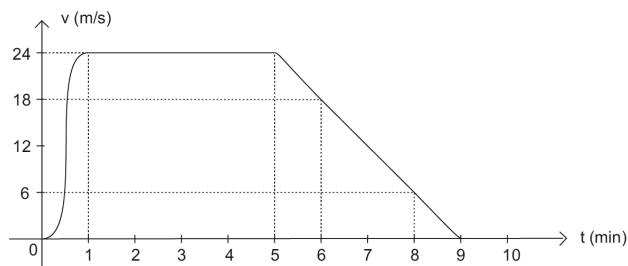
○ 8. (UFSM) Um automóvel percorre, com velocidade constante, uma estrada retilínea numa região onde existem três postos de gasolina (A, B, C). Um observador de helicóptero resolve descrever o movimento do automóvel e estabelece, como referencial, um eixo ao longo da estrada, com origem no posto B e orientação 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.

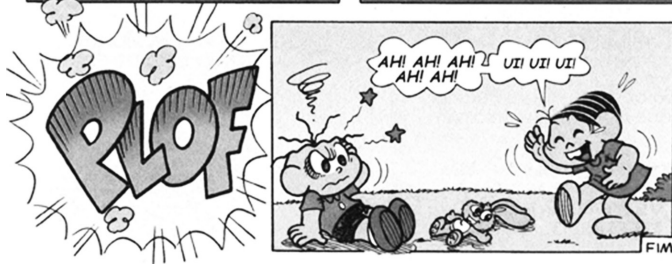
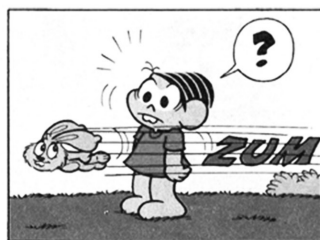
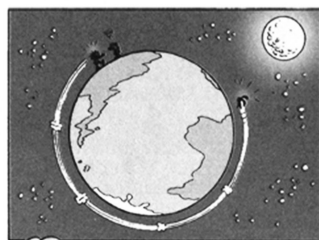




# HABILIDADES À PROVA 3

## » 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.



SOUZA, 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 seletivo 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.

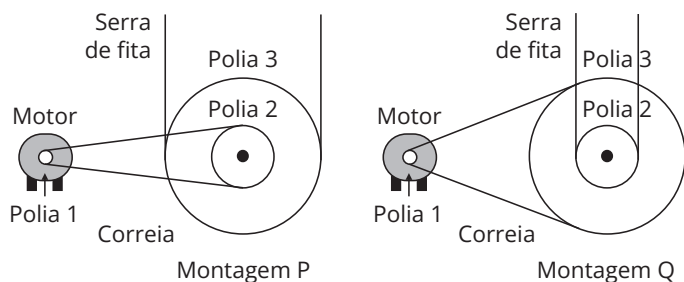
Disponível em: <http://oglobo.globo.com>. Acesso em: 14 jul. 2009.

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  $10 \text{ m/s}^2$ ), 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.

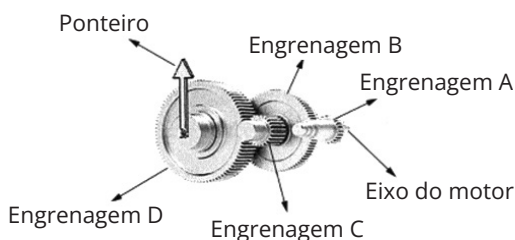


Por qual montagem o açougueiro deve optar e qual a justificativa desta opção?

- 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 movimenta 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.

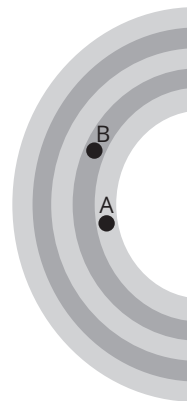
Engrenagens	Dentes
A	24
B	72
C	36
D	108



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.

Anotações:



# 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!"

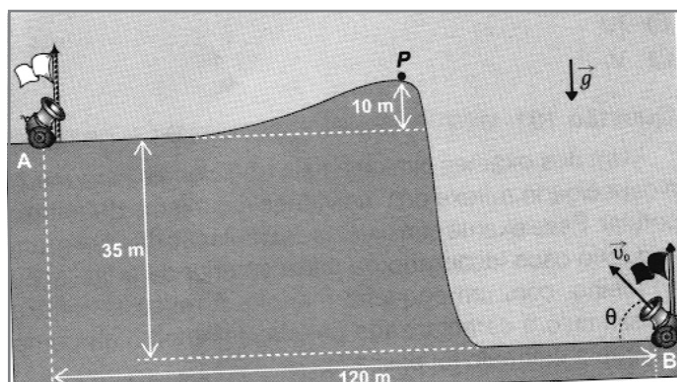
Colega B: "Eu não acho! Peguei uma folha de papel esticado e deixei cair. Quando amassei, ela caiu mais rápido. Como isso é possível? Se era a mesma folha de papel, deveria cair do mesmo jeito. Tem que ter outra explicação!"

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 ( $\theta$ ).

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  $10 \text{ m/s}^2$ . Considere  $\sin 53^\circ = 0,8$ ,  $\cos 53^\circ = 0,6$  e desprezível a ação de dissipativas.

Disponível em: <http://mebdownloads.butze.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  $10 \text{ m.s}^{-2}$ .

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  $15 \text{ m/s}$ . Quando o motorista inicia uma manobra de aceleração de módulo igual a  $2 \text{ m/s}^2$  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



# 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?

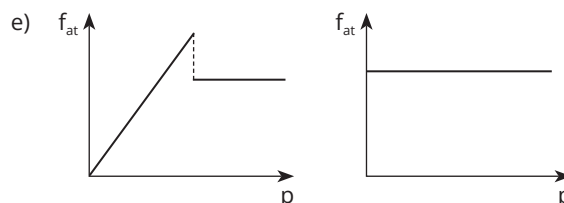
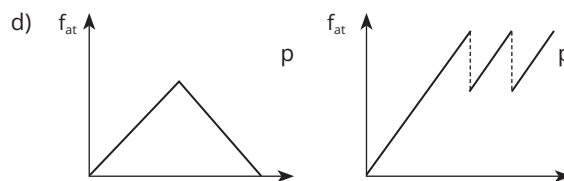
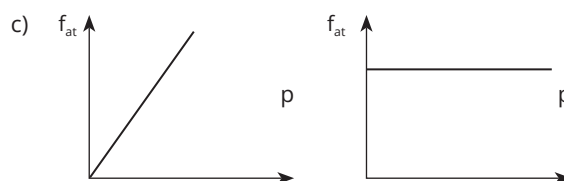
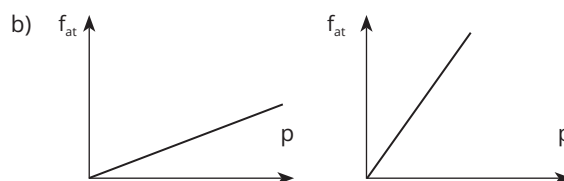
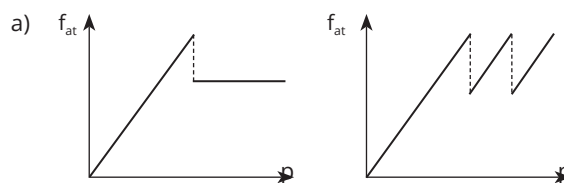
- a) 0,04 N
- b) 0,05 N
- c) 0,07 N
- d) 0,09 N
- e) 0,14 N

○ 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?

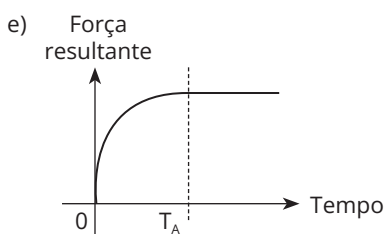
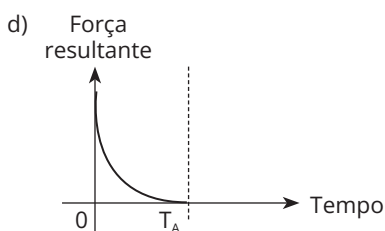
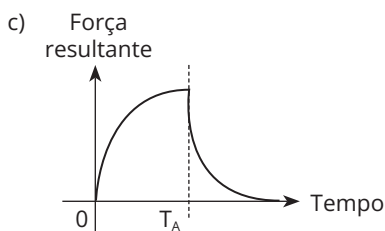
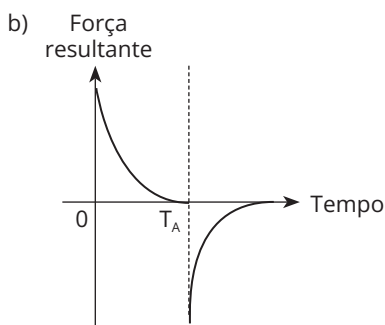
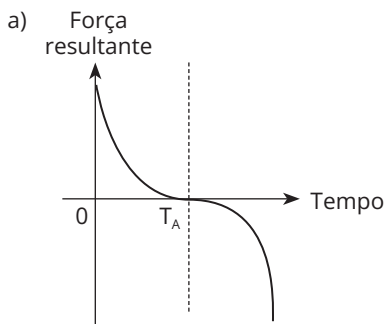
- a) Perpendicular ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- b) Paralelo ao plano e no sentido contrário ao movimento.
- c) Paralelo ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- d) Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
- e) Vertical e sentido para cima.

○ 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  $90^\circ$ ;
- 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  $10 \text{ m/s}^2$  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

Anotações:



○ 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  $2 \text{ m/s}^2$ , 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 $\text{m}^2$ instalado
Cimento	0,20	\$
Mármore	0,30	\$\$\$\$\$
Madeira	0,35	\$\$
Carpete	0,45	\$\$\$\$\$
Lona	0,55	\$\$\$

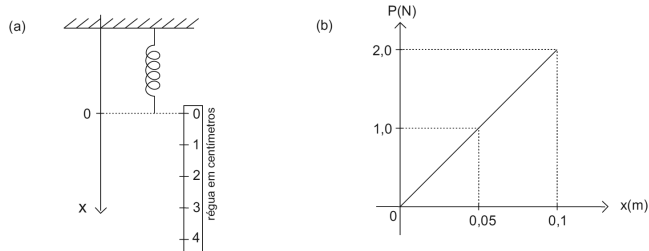
Qual revestimento apresenta o menor custo, além de garantir que cadeiras de rodas passem pela rampa sem risco de escorregamento?

- a) Cimento.
- b) Mármore.
- c) Madeira.
- d) Carpete.
- e) Lona.

Anotações:



○ 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.





# 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/m<sup>2</sup> e que a eficiência dos painéis é de 20%.

Parque Solar Lapa entra em operação. Disponível em: [www.canalbioenergia.com.br](http://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 m<sup>2</sup>
- b) 500.000 m<sup>2</sup>
- c) 250.000 m<sup>2</sup>
- d) 100.000 m<sup>2</sup>
- e) 20.000 m<sup>2</sup>

○ 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.

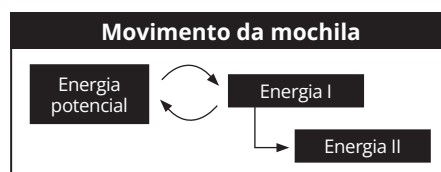
Gerador

Molas

Compartimento de carga

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.

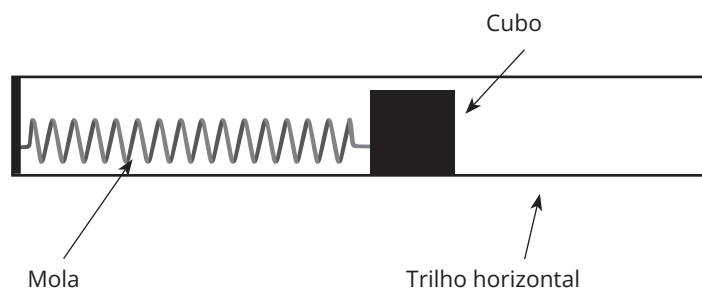


Francisco Caruso & Luisa Daou, Tirinhas de Física, vol. 2, CBPF, Rio de Janeiro, 2000.

Assim que o menino lança a flecha, há transformação de um tipo de energia em outra. A transformação, nesse caso, é de energia:

- a) potencial elástica em energia gravitacional.
- b) gravitacional em energia potencial.
- c) potencial elástica em energia cinética.
- d) cinética em energia potencial elástica.
- e) 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:

- a) manter a mesma mola e aumentar duas vezes a sua deformação.
- b) manter a mesma mola e aumentar quatro vezes a sua deformação.
- c) manter a mesma mola e aumentar dezesseis vezes a sua deformação.
- d) trocar a mola por outra de constante elástica duas vezes maior e manter a sua deformação.
- e) 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:

- a) dinâmico na roda, devido ao eixo.
- b) estático na roda, devido à superfície rugosa.
- c) estático na superfície rugosa, devido à roda.
- d) dinâmico na superfície rugosa, devido à roda.
- e) dinâmico na roda, devido à superfície rugosa.



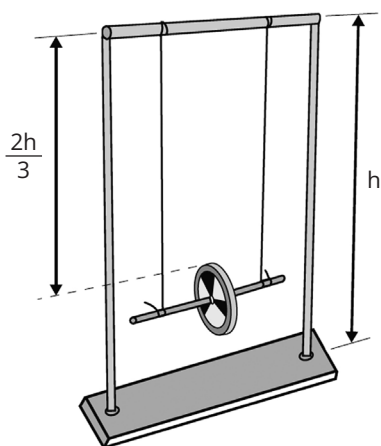
○ 12. (ENEM) Numa feira de ciências, um estudante utilizará o disco de Maxwell (ioiô) para demonstrar o princípio da conservação da energia. A apresentação consistirá em duas etapas:

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  $10 \text{ ms}^{-2}$  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 x L x A):** 300 mm x 100 mm x 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](http://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  $1000 \text{ W/m}^2$  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 ( $10 \text{ m/s}^2$ ) e a densidade da água ( $1.000 \text{ kg/m}^3$ ). A diferença entre a potência teórica e a instalada é a potência não aproveitada.

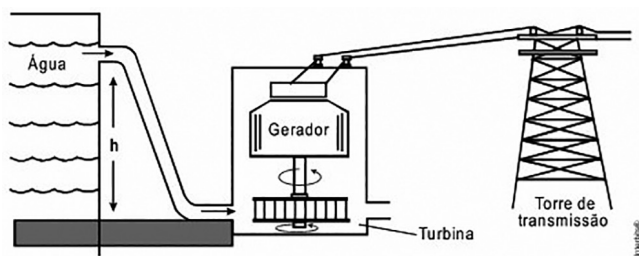
Disponível em: [www.itaipu.gov.br](http://www.itaipu.gov.br). Acesso em: 11 mai. 2013 (adaptado).

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

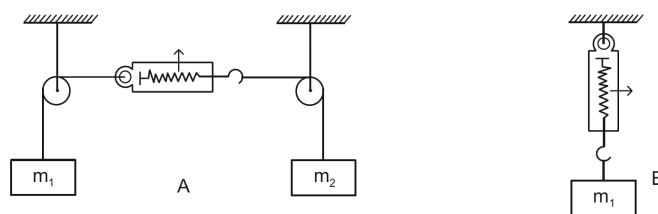
○ 16. (UFSM) Um litro de óleo diesel libera  $3,5 \times 10^7$  J de energia na combustão. Uma bomba, funcionando com um motor diesel com rendimento de 20%, eleva água a uma altura de 10 m com 1 litro de óleo diesel. Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a massa de água que pode ser elevada é, em kg,

- a)  $3,5 \times 10^4$
- b)  $7 \times 10^4$
- c)  $3,5 \times 10^5$
- d)  $3,5 \times 10^6$
- e)  $7 \times 10^6$

○ 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)



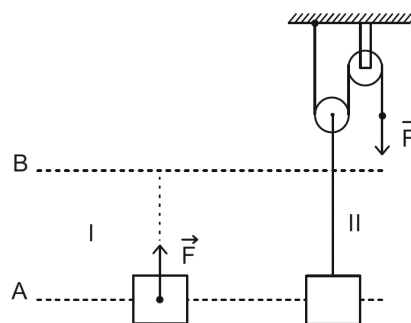
Um dinamômetro é ligado a dois corpos de massas  $m_1 = m_2 = 2 \text{ kg}$  conforme a figura A. Em seguida, ele é pendurado no teto, permanecendo ligado a um dos corpos, conforme a figura B. Se o módulo da aceleração da gravidade é  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e se os fios e roldanas são ideais e sem atrito,

- 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  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$ , 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  $\vec{F}_1$  é menor que o trabalho realizado pela força  $\vec{F}_2$ .
- III - No processo II, a força do fio sobre o corpo tem módulo menor que o módulo de  $\vec{F}_2$ .

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, 1690cal 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

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  $10 \text{ m/s}^2$  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?

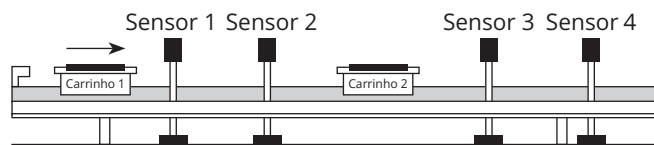
- a) 2
- b) 5
- c) 10
- d) 20
- e) 50

○ 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.



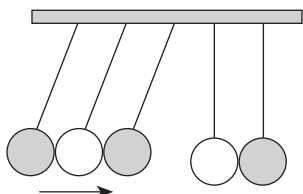
Carrinho 1		Carrinho 2	
Posição (cm)	Instante (s)	Posição (cm)	Instante (s)
15,0	0,0	45,0	0,0
30,0	1,0	45,0	1,0
75,0	8,0	75,0	8,0
90,0	11,0	90,0	11,0

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:

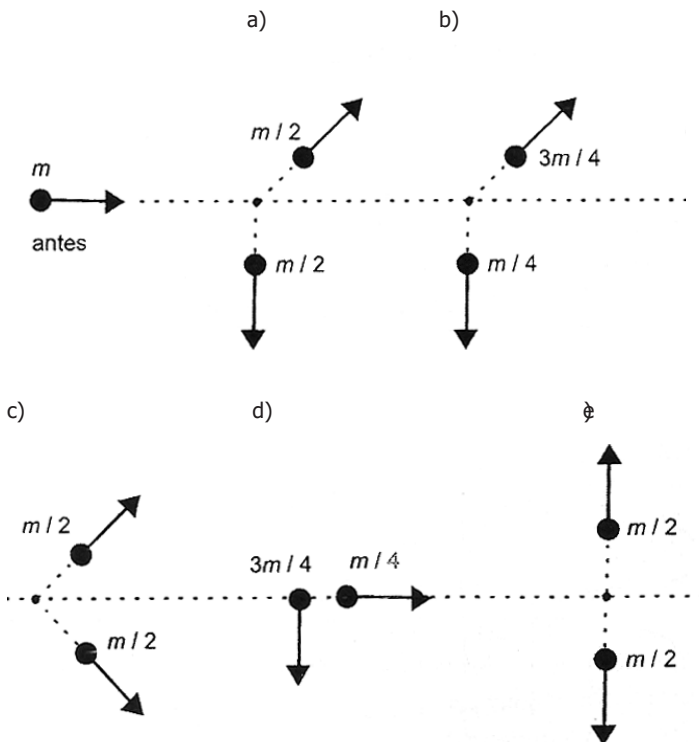
- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

○ 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





○ 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)  $\left(\frac{Mm}{m+M}\right)v$

Anotações:



# 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: Mastronoo.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.

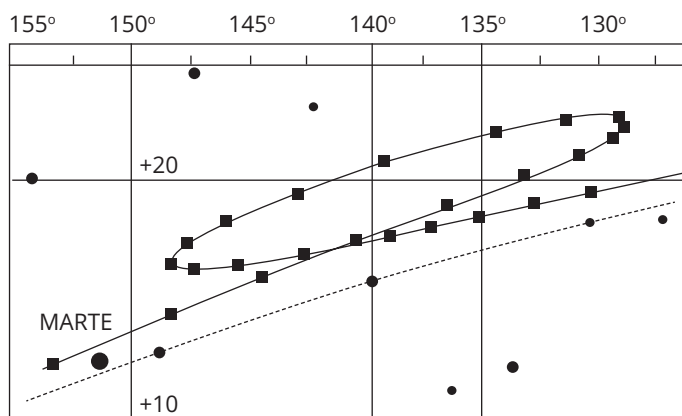


○ 2. (ENEM) Na linha de uma tradição antiga, o astrónomo grego Ptolomeu (100-170 d.C.) afirmou a tese do geocentrismo, segundo a qual a Terra seria o centro do universo, sendo que o Sol, a Lua e os planetas girariam em seu redor em órbitas circulares. A teoria de Ptolomeu resolvia de modo razoável os 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



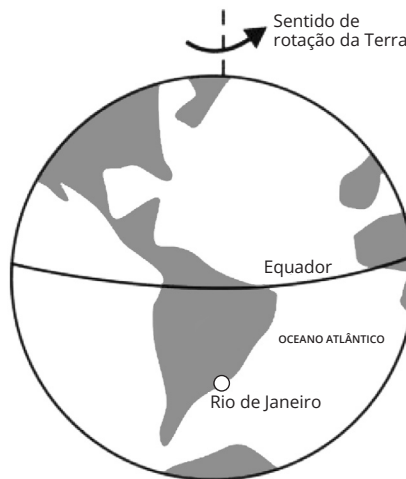
○ **5. (ENEM)** O ônibus espacial *Atlantis* foi lançado ao espaço com cinco astronautas a bordo e uma câmera nova, que iria substituir uma outra danificada por um curto-circuito no telescópio *Hubble*. Depois de entrarem em órbita a 560 km de altura, os astronautas aproximaram-se do *Hubble*. Dois astronautas 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](http://www.observatorio.ufmg.br). Acesso em: 27 set. 2011 (adaptado).

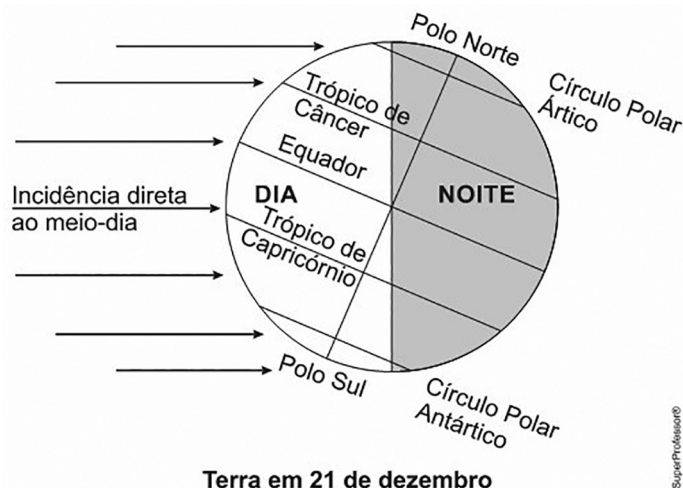
De acordo com os fatos relatados, a velocidade angular do foguete em relação à Terra, no ponto de reentrada, era:

- 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.

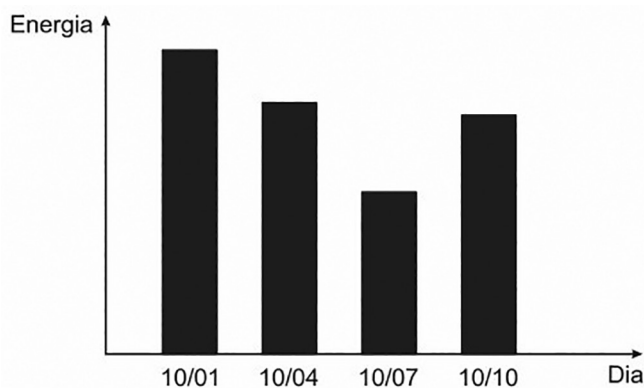
Anotações:



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](http://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?

- a) Eles se moveriam em órbitas espirais, aproximando-se sucessivamente do Buraco Negro.
- b) Eles oscilariam aleatoriamente em torno de suas órbitas elípticas originais.
- c) Eles se moveriam em direção ao centro do Buraco Negro.
- d) Eles passariam a precessionar mais rapidamente.
- e) 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:

- a)  $4\pi^2 R^2 / GT^2$
- b)  $\pi^2 R^3 / GT^2$
- c)  $2\pi^2 R^3 / GT^2$
- d)  $4\pi^2 R^3 / GT^2$
- e)  $\pi^2 R^5 / GT^2$

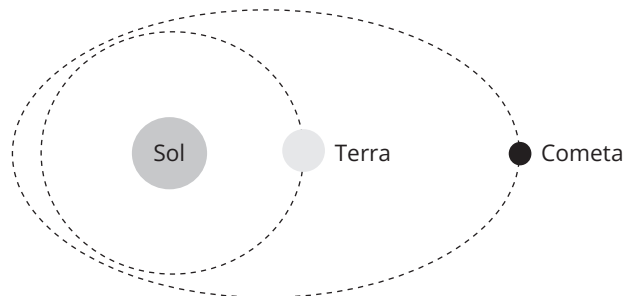
○ **10. (UFSM)** Considere as seguintes afirmativas:

- I - Um automóvel pode estar parado ou em movimento, mas uma estrada sempre está parada.
- II - Tomando o Sol como referencial, a Terra percorre uma órbita elíptica.
- III - Num referencial inercial, uma partícula livre só pode estar parada ou em movimento retilíneo uniforme.

Está(ão) correta(s)

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



- I. 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.
- II. O módulo da velocidade do cometa é constante em todos os pontos da órbita.
- III. O período de translação do cometa é maior que um ano terrestre.

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.

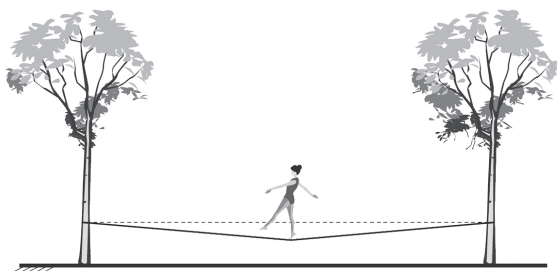
Anotações:



# HABILIDADES À PROVA 9

## » Estática

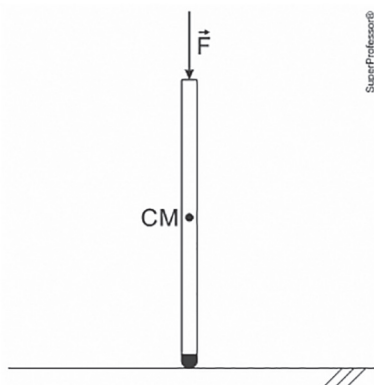
○ 1. (ENEM) *Slackline* é um esporte no qual o atleta deve se equilibrar e executar manobras estando sobre uma fita esticada. Para a prática do esporte, as duas extremidades da fita são fixadas de forma que ela fique a alguns centímetros do solo. Quando uma atleta de massa igual a 80 kg está exatamente no meio da fita, essa se desloca verticalmente, formando um ângulo de  $10^\circ$  com a horizontal, como esquematizado na figura. Sabe-se que a aceleração da gravidade é igual a  $10 \text{ m s}^{-2}$ ,  $\cos(10^\circ) = 0,98$  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.



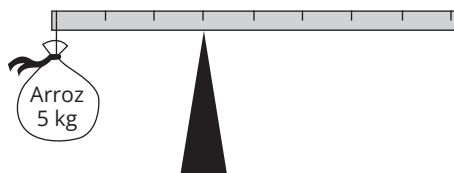
Mantendo-se a força  $\vec{F}$  paralela à muleta, varia-se lentamente o ângulo entre a muleta e a vertical, até o máximo ângulo imediatamente anterior ao de escorregamento, denominado ângulo crítico. Esse ângulo também pode ser calculado a partir da identificação dos pontos de aplicação, da direção 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:

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



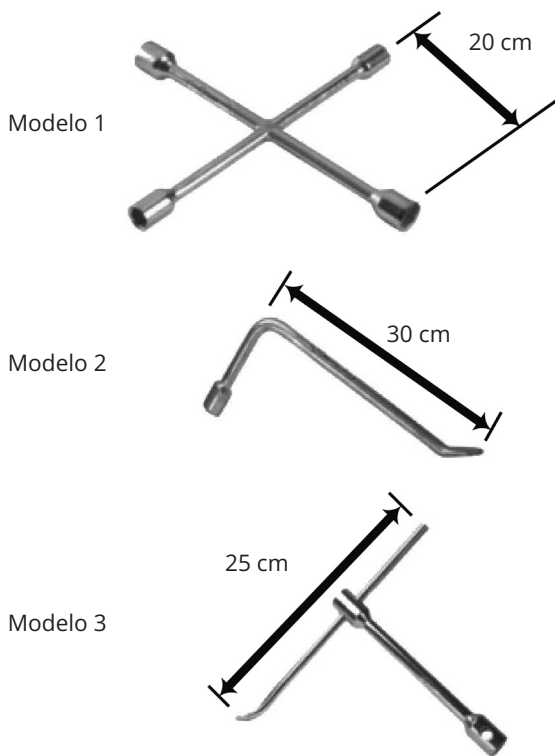
○ 3. (ENEM) Em um experimento, um professor levou para a sala de aula um saco de arroz, um pedaço de madeira triangular e uma barra de ferro cilíndrica e homogênea. Ele propôs que fizessem a medição da massa da barra utilizando esses objetos. Para isso, os alunos fizeram marcações na barra, dividindo-a 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

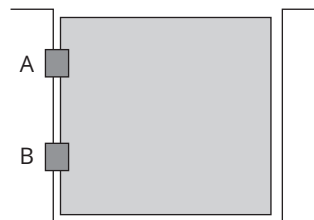
○ 4. (ENEM) Retirar a roda de um carro é uma tarefa facilitada por algumas características da ferramenta utilizada, habitualmente denominada chave de roda. As figuras representam alguns modelos de chaves de roda:



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 dependure 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.

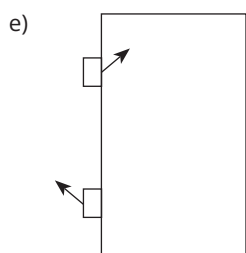
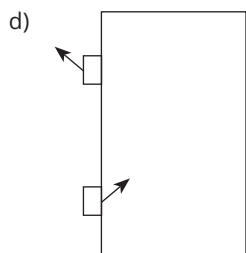
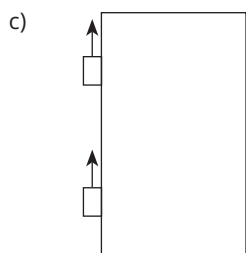
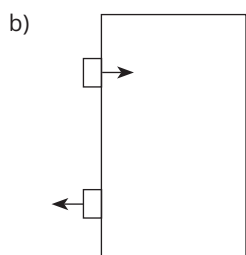
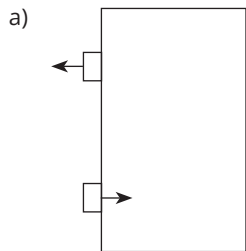
Anotações:



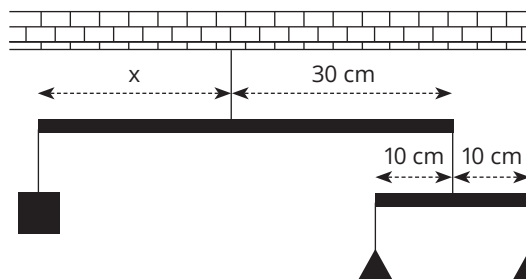


○ 6. (ENEM) O mecanismo que permite articular uma porta (de um móvel ou de acesso) é a dobradiça. Normalmente, são necessárias duas ou mais dobradiças para que a porta seja fixada no móvel ou no portal, permanecendo em equilíbrio e podendo ser articulada com facilidade.

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.

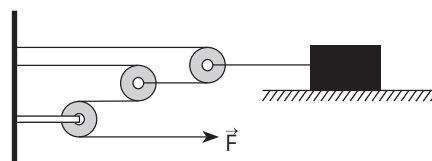


O pesinho de chumbo quadrado tem massa 30 g, e os pesinhos triangulares têm massa 10 g.

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  $10 \text{ m/s}^2$  e que a superfície da praia é completamente horizontal.



O número mínimo de polias móveis usadas, nessa situação, por Arquimedes foi:

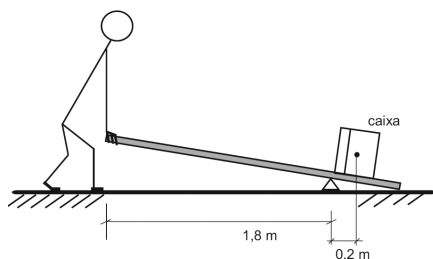
- a) 3
- b) 6
- c) 7
- d) 8
- e) 10

○ 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:

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

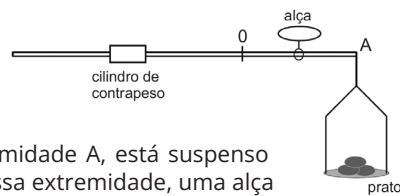


Uma barra é usada para levantar uma caixa cujo peso tem módulo de 7200 N, conforme ilustra a figura. O módulo mínimo da força vertical exercida pelo trabalhador, em N, deve ser

- a) 80.
- b) 240.
- c) 720.
- d) 800.
- e) 1600.

○ 11. (UFSM)

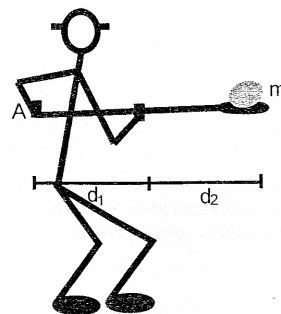
Uma balança é construída com uma haste de 50 cm de comprimento. Na extremidade A, está suspenso um prato e, a 10 cm dessa extremidade, uma alça articulada permite suspender a balança. No lado oposto da haste, pode ser movido um cilindro de contrapeso de 200 g. Com esse cilindro no ponto 0, a 10 cm da 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



- a) 200
- b) 300
- c) 400
- d) 500
- e) 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



- a)  $mg + \left(\frac{d_1 + d_2}{d_1}\right) Mg$
- b)  $Mg + (d_1 + d_2) mg$
- c)  $Mg + \left(\frac{d_1 + d_2}{d_1}\right) mg$
- d)  $Mg - (d_1 + d_2) mg$
- e)  $mg - \left(\frac{d_1 + d_2}{d_1}\right) Mg$



# GABARITO



## • Habilidades à prova

---

### Unidade 1

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

### Unidade 2

- 1. D
- 2. C      7. C
- 3. D      8. D
- 4. C      9. A
- 5. A      10. A
- 6. D

### Unidade 3

- 1. A      4. A
- 2. B      5. B
- 3. E      6. A

### Unidade 4

- 1. E
- 2. B      5. B
- 3. C
- 4. B

### Unidade 5

- 1. E
- 2. E      9. C
- 3. C      10. D
- 4. A      11. B
- 5. B      12. E
- 6. E      13. E
- 7. D      14. B
- 8. A

### Unidade 6

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

- 21. A
- 22. E
- 23. B

### Unidade 7

- 1. A
- 2. E
- 3. C
- 4. C
- 5. A
- 6. C
- 7. A

### Unidade 8

- 1. D      7. A
- 2. E      8. E
- 3. A      9. D
- 4. B      10. C
- 5. D      11. C
- 6. B

### Unidade 9

- 1. D      7. C
- 2. E      8. B
- 3. E      9. A
- 4. B      10. D
- 5. A      11. C
- 6. D      12. C

Anotações: