MÓDULO 8

III – DINÂMICA

FORÇA E MOVIMENTO

1) FORÇA

É um agente que produz deformação e/ou variação de velocidade (aceleração).

No S.I. a unidade força é o **newton (N)**. Na prática se utilizam unidades que não fazem parte do S.I., tais como o quilograma-força (kgf) e o dina (dyn).

	m	A	F
Sistema Internacional (MKS)	Kg	m / s^2	N
Sistema Técnico	u.t.m.	m / s^2	Kgf
Sistema CGS	g	cm / s^2	Dina

u.t.m. – unidades técnicas de massa.
1 Kgf – é o peso de um corpo de massa 1 Kg ao nível do mar.

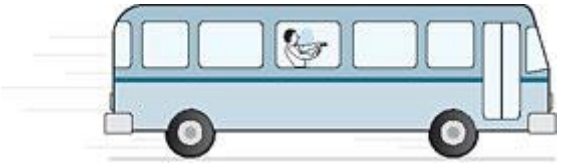
$$1kgf = 9{,}8N = 9{,}8.10^5\,dyn$$

2) INÉRCIA

É a propriedade da matéria de resistir a qualquer variação em sua velocidade.

• **Massa**: é a medida da inércia de um corpo. No SI uma unidade é o Kg.

No cotidiano, notamos essas tendências ao observarmos uma pessoa de pé no interior de um ônibus. Quando o ônibus arranca, o passageiro por inércia tende a permanecer em repouso em relação ao solo terrestre. Como o ônibus vai para frente, a pessoa que não estava se segurando cai para trás no ônibus.



Agora, se o ônibus estivesse em movimento e de repente freasse, a pessoa cairia para frente. Graças à inércia, o passageiro exibe, nesse caso, sua vontade de continuar em movimento em relação ao solo terrestre: o ônibus pára, o passageiro não.

Logo, o cinto de segurança nos automóveis tem a função de proteger o passageiro da inércia de seu movimento, no caso de uma freada brusca ou colisão.

3) EQUILÍBRIO

Um ponto material está em equilíbrio num determinado referencial quando sua aceleração é nula nesse referencial (velocidade constante). Há dois tipos de equilíbrio: o **estático** (repouso) e o **dinâmico** (MRU).

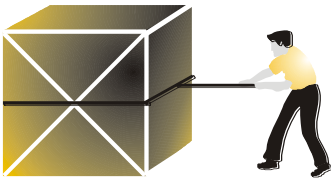
4) 1° LEI DE NEWTON OU PRINCÍPIO DA INÉRCIA

Quando a resultante das forças que atuam num corpo é nula, se ele estiver em repouso continua em repouso; se estiver em movimento continua em movimento, em linha reta e com velocidade constante (MRU).

$$\vec{R} = 0 \Leftrightarrow \vec{V} = cte \Leftrightarrow \begin{cases} \vec{V} = cte = 0 \rightarrow \text{Repouso} \\ \vec{V} = cte \neq 0 \rightarrow \text{MRU} \end{cases}$$

5) 2º LEI DE NEWTON OU PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

A força (resultante) aplicada e a aceleração produzida são diretamente proporcionais e têm sempre a mesma direção e o mesmo sentido.

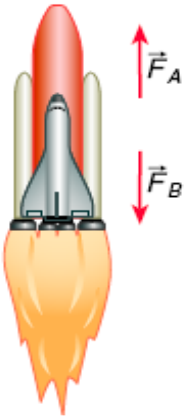


$$\boxed{\vec{F}_R = m.\vec{a}}$$

Para uma mesma força aplicada, a aceleração adquirida por um corpo é inversamente proporcional à sua massa.

6) 3° LEI DE NEWTON OU PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO

Se um corpo A exerce uma força $\vec{F}_{AB}$ em outro corpo B, enquanto que B exerce em A uma força $\vec{F}_{BA}$ tal que $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$, isto é, as forças têm mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos.



Obs.:

As forças de ação e reação nunca se equilibram, pois atuam em corpos diferentes.

EXERCÍCIOS DE AULA

1. (VUNESP) Um observador, num referencial inercial, observa o corpo I descrevendo uma trajetória circular com velocidade de módulo **v** constante, o corpo II descrevendo uma trajetória retilínea sobre um plano horizontal com aceleração *a* constante e o corpo III descrevendo uma trajetória retilínea com velocidade **v** constante, descendo um plano inclinado.
Nestas condições, podemos afirmar que o módulo da resultante das forças atuando em cada corpo é diferente de zero
a) no corpo I, somente.
b) no corpo II, somente.
c) no corpo III, somente.
d) nos corpos I e II, somente.
e) nos corpos I e III, somente.

2. (VUNESP) Enuncie a lei física à qual o herói da "tirinha" se refere.

(Folha de S. Paulo, 27/11/89, p. D - 8)

3. (MACK) Um corpo de 8 kg desloca-se em uma trajetória retilínea com velocidade de 3 m/s quando, sobre ele, passa a agir uma força de intensidade 24 N na direção e sentido de seu movimento. Após 5 s da ação dessa força, a velocidade do corpo será de:
a) 22 m/s
b) 20 m/s
c) 18 m/s
d) 16 m/s
e) 14 m/s

4. (ITA) Um cavalo mecânico que reboca uma jamanta está acelerando numa estrada plana e reta. Nestas condições, a intensidade da força que o cavalo mecânico exerce sobre a jamanta é:
a) igual à intensidade da força que a jamanta exerce sobre o cavalo mecânico.
b) maior que a intensidade da força que a jamanta exerce sobre o cavalo mecânico.
c) igual à intensidade da força que a jamanta exerce sobre a estrada.
d) igual à intensidade da força que a estrada exerce sobre a jamanta.
e) igual à intensidade da força que a estrada exerce sobre o cavalo mecânico.

5. (PUCSP)

Garfield - Jim Davis
Fonte: Folha de São Paulo

Garfield, o personagem da história acima, é reconhecidamente um gato malcriado, guloso e obeso. Suponha que o bichano esteja na Terra e que a balança utilizada por ele esteja em repouso, apoiada no solo horizontal. Considere que, na situação de repouso sobre a balança Garfield exerça sobre ela uma força de compressão de intensidade 150 N.

A respeito do descrito, são feitas as seguintes afirmações:

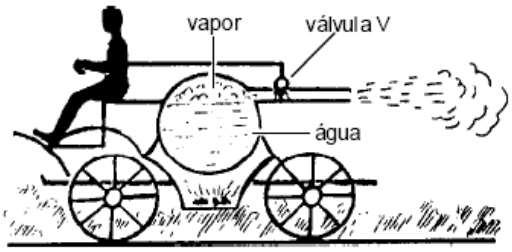
I - O peso de Garfield na Terra, tem intensidade de 150 N.

II - A balança exerce sobre Garfield uma força de intensidade 150 N.

III - O peso de Garfield e a força que a balança aplica sobre ele constituem um par ação-reação.

É(são) verdadeira(s):
a) somente I.
b) somente II.
c) somente I e II.
d) somente II e III.
e) Todas as afirmações.

6. (UFRJ)

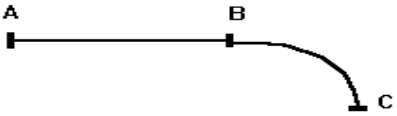


A figura ilustra um dos mais antigos modelos de automóvel a vapor, supostamente inventado por Newton. Basicamente ele possui uma fonte térmica e um recipiente contendo água que será aquecida para produzir o vapor. O movimento do automóvel ocorre quando o motorista abre a válvula V, permitindo que o vapor escape.

Utilizando seus conhecimentos dos princípios da mecânica, explique como é possível a esse automóvel locomover-se.

EXERCÍCIOS PROPOSTO

1. (FURG) A figura abaixo mostra a trajetória descrita por um carro. Durante o percurso, o motorista observa que o velocímetro do carro marca sempre 40 km/h, o que corresponde a 11,1 m/s.



Pode-se afirmar que:
a) no trecho AB a aceleração do carro é constante e não nula.
b) no trecho BC a aceleração do carro é nula.
c) no trecho AB a resultante das forças que atuam sobre o carro é constante e não nula.
d) no trecho BC a resultante das forças que atuam sobre o carro é diferente de zero.
e) durante todo o percurso a resultante das forças que atuam sobre o carro é nula.

2. (FURG) Analise as seguintes afirmativas, relacionadas com a terceira Lei de Newton.

I – Uma locomotiva consegue mover um vagão de carga quando a força que a locomotiva exerce sobre o vagão é maior do que a força que o vagão exerce sobre a locomotiva.

II – Um helicóptero não poderia levantar vôo na superfície da Lua, uma vez que na Lua a atmosfera praticamente não existe.

III – Um livro em repouso sobre uma mesa sofre a ação das forças peso e normal, que formam um par ação-reação.

Pode-se afirmar que:
a) apenas a afirmativa I está correta.
b) apenas a afirmativa II está correta.
c) apenas a afirmativa III está correta.
d) apenas as afirmativas I e II estão corretas.
e) todas as afirmativas estão corretas.

3. (UFPEL) Um pescador possui um barco a vela que é utilizado para passeios turísticos. Em dias sem vento, esse pescador não conseguia realizar seus passeios. Tentando superar tal dificuldade, instalou, na popa do barco, um enorme ventilador voltado para a vela, com o objetivo de produzir vento artificialmente. Na primeira oportunidade em que utilizou seu invento, o pescador percebeu que o barco não se movia como era por ele esperado. O invento não funcionou!

A razão para o não funcionamento desse invento é que:
a) a força de ação atua na vela e a de reação, no ventilador.
b) a força de ação atua no ventilador e a de reação, na água.
c) ele viola o princípio da conservação da massa.
d) as forças que estão aplicadas no barco formam um sistema cuja resultante é nula.
e) ele não produziu vento com velocidade suficiente para movimentar o barco.

4. (UFPEL) Aristóteles afirmava que o lugar natural do corpo é o repouso, ou seja, quando um corpo adquire velocidade, sua tendência natural é voltar ao repouso (daí a explicação dos antigos filósofos de que os corpos celestes deveriam ser empurrados por anjos...). Em oposição ao que afirmava Aristóteles, Galileu elaborou a hipótese de que não há necessidade de forças para manter um corpo com velocidade constante, pois uma aceleração nula está necessariamente associada a uma força resultante nula.
Com base no texto e em seus conhecimentos, considere as afirmativas abaixo.

I. Quando, sobre uma partícula, estão aplicadas diversas forças cuja resultante é zero, ela está necessariamente em repouso ($(\vec{V} = O)$.

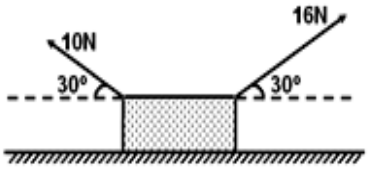
II. Quando, sobre uma partícula, estão aplicadas diversas forças cuja resultante é zero, ela necessariamente está em movimento retilíneo e uniforme $(\vec{V} \neq O)$.

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

A(s) afirmativa(s) que se aplica(m) a qualquer sistema de referência inercial é (são)
a) apenas a I.
b) apenas a III.
c) apenas a I e a II.
d) apenas a II e a III.
e) I, II e III.

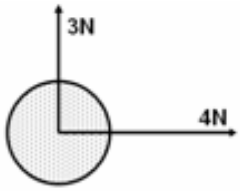
5. (UFRGS) Um jipe choca-se frontalmente com um automóvel estacionado. A massa do jipe é aproximadamente o dobro da massa do automóvel. Considerando que os dois veículos se exercem forças mutuamente, pode-se afirmar que, nesse mesmo intervalo de tempo:
a) a força média que o automóvel exerce sobre o jipe é maior em módulo do que a força média que o jipe exerce sobre o automóvel.
b) a força média que o jipe exerce sobre o jipe é maior em módulo do que a força média que o automóvel exerce sobre o jipe.
c) a aceleração média que o automóvel sofre é maior em módulo do que a aceleração média que o jipe sofre.
d) a aceleração média que o jipe sofre é maior em módulo do que a aceleração média que o automóvel sofre.
e) a variação de velocidade que o jipe experimenta é maior em módulo do que o automóvel experimenta.

6. (UEL) Na figura acima, a resultante responsável pelo movimento é:



a) $5\sqrt{3}$ N
b) 6N
c) $3\sqrt{3}$ N
d) $\sqrt{3}$ N
e) $3\sqrt{2}$ N

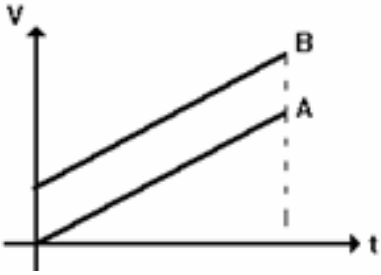
7. Uma esfera está apoiada sobre uma mesa. As forças de 3N e 4N são ortogonais. Sabendo-se que a massa da esfera e 500g, determinar sua aceleração.



a) $5m/s^2$
b) $6m/s^2$
c) $8m/s^2$
d) $10m/s^2$
e) $12m/s^2$

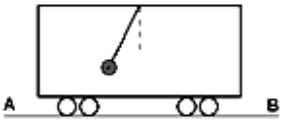
8. (FURG) Um bloco de massa m=10 kg esta inicialmente em repouso sobre uma superfície plana e sem atrito. Durante um intervalo de tempo t, é aplicada uma força constante no bloco. Sabendo que a velocidade máxima que o bloco atinge é de 2 m/s e que o bloco percorre uma distância de 1 m durante o intervalo de tempo em que a força esteve agindo sobre o bloco, podemos afirmar que a magnitude da força aplicada no bloco é igual a:
a) 2N
b) 5N
c) 10N
d) 20N
e) 40N

9. (FURG) O gráfico abaixo representa a velocidade em função do tempo para dois móveis de massas idênticas A e B. A força resultante em A é



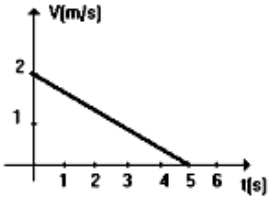
a) maior do que em B, porque A tem sempre maior velocidade.
b) maior que em B, porque A tem uma maior aceleração.
c) igual a de B, porque A e B tem a mesma aceleração.
d) igual a de B, porque A e B tem sempre a mesma velocidade.
e) maior do que em B, porque B parte do repouso.

10. (UEL) Um observador vê um pêndulo preso ao teto de um vagão e deslocado da vertical como mostra a figura a seguir.
Sabendo que o vagão se desloca em trajetória retilínea, ele pode estar se movendo de:



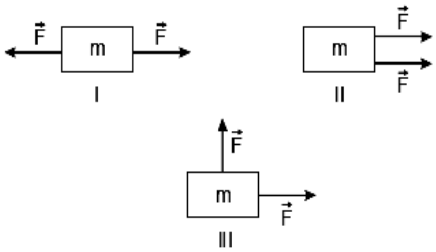
a) A para B, com velocidade constante.
b) B para A, com velocidade constante.
c) A para B, com sua velocidade diminuindo.
d) B para A, com sua velocidade aumentando.
e) B para A, com sua velocidade diminuindo.

11. (FGV) O gráfico abaixo refere-se ao movimento de um carrinho de massa 10 kg, lançado com velocidade de 2/ms ao longo de uma superfície horizontal.
A força resultante que atua sobre o carrinho, em módulo, é de:
a) 0,5 N
b) 2N
c) 4N
d) 20N
e) 40N



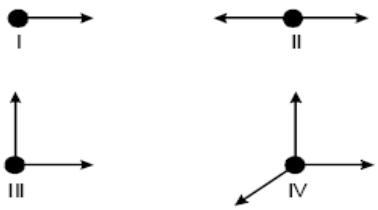
12 (FFFCMPA) Em uma cobrança de penalidade máxima, estando a bola de futebol inicialmente em repouso, um jogador lhe imprime a velocidade de aproximadamente 108 km/h. Sabendo-se que a massa da bola é de cerca de 500 g e que, durante o chute, o pé do jogador permanece em contato com ela por cerca de 0,015 s. A força média que o pé do jogador aplica na bola tem o valor de, aproximadamente,
a) 5 N.
b) 50 N.
c) 500 N.
d) 1.000 N.
e) 2.000 N.

13 Os diagramas abaixo mostram um caixote que está submetido à ação de duas forças de mesmo módulo.



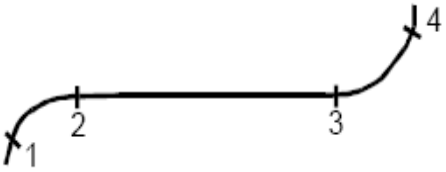
Se R_1, R_2 e R_3 são os módulos das resultantes dos diagramas I, II e III, respectivamente, então
a) $R_1 > R_3 < R_2$
b) $R_1 > R_3 > R_2$
c) $R_1 < R_3 > R_2$
d) $R_1 < R_3 < R_2$

14. Nos esquemas de I a IV representa-se uma partícula com todas as forças que agem sobre ela



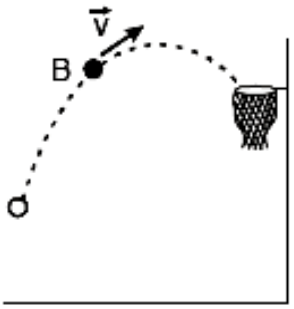
A força resultante na partícula pode ser nula:
a) em todos os esquemas.
b) apenas no esquema II.
c) apenas no esquema III.
d) apenas nos esquemas II e IV.
e) apenas nos esquemas I, II e IV.

15. (UEL) Na figura a seguir está representada a trajetória de um corpo. Nela estão assinalados os pontos 1, 2, 3 e 4.

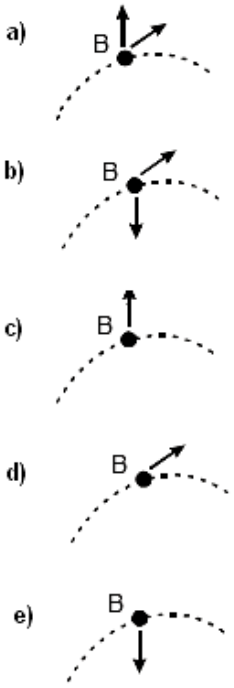


Quais são os pontos que limitam o trecho da trajetória em que a resultante das forças que atuam sobre o corpo poderia ser sempre nula?
a) 1 e 2
b) 1 e 4
c) 2 e 3
d) 2 e 4
e) 3 e 4

16. (FUVEST) Um jogador de basquete arremessa uma bola B em direção à cesta. A figura representa a trajetória da bola e sua velocidade num certo instante.



Desprezando os efeitos do ar, as forças que agem sobre a bola, nesse instante, podem ser representadas por



EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (Unirio-RJ) É comum as embalagens de mercadorias apresentarem a expressão Peso Líquido. O termo líquido sugere que o valor indicado na embalagem corresponde apenas ao seu conteúdo. Em um pote de mel pode-se ler a frase: Peso líquido 500 g. Nesse sentido, analise quanto à coerência com os sistemas de unidades adotados na Física, se as afirmativas abaixo são falsas ou verdadeiras, na medida em que a frase indicada na embalagem:

I. está errada, porque o peso é uma força e só pode ser expresso em newtons (N).
II. estaria certa, se o peso líquido fosse expresso em gf (grama-força).
III. está certa, porque g é o campo gravitacional e P = mg
IV. está errada, porque o peso não pode ser expresso em gramas.

Considerando as afirmativas, a combinação correta é:
a) I e II verdadeiras; III e IV falsas.
b) I e III falsas; II e IV verdadeiras.
c) I e IV falsas; II e III verdadeiras.
d) I, II e III falsas; IV verdadeira.
e) I, III e IV verdadeiras; II falsa.

2. (UEL-PR) Um bloco de massa 5,0 kg está em queda livre em um local onde a aceleração da gravidade vale 9,8 m/s^2. É correto afirmar a respeito que:
a) a intensidade da força que o bloco exerce na Terra vale 49N.
b) a resultante das forças que atuam no bloco é nula.
c) a intensidade da força que a Terra exerce no bloco é menor que 49N.
d) a aceleração de queda do bloco é nula.
e) o módulo da velocidade de queda do bloco aumenta inicialmente e depois diminui.

3. (Olimpíada Brasileira de Física) Com relação às leis de Newton, assinale a alternativa correta:
a) pela primeira lei de Newton, podemos afirmar que, se uma partícula tem velocidade instantânea nula, a força resultante em tal partícula é necessariamente igual a zero.
b) pela segunda lei de Newton, podemos concluir que, para uma dada força resultante de módulo fixo, massa e módulo da aceleração são grandezas inversamente proporcionais.
c) pela primeira lei de Newton, sabe-se que a atuação de uma força não nula é necessária para manter um objeto em movimento retilíneo e uniforme.
d) pela terceira lei de Newton, sabe-se que, para haver movimento, a força aplicada deve superar, em intensidade, a sua reação.
e) as leis de Newton somente são válidas e verificadas em referenciais acelerados.

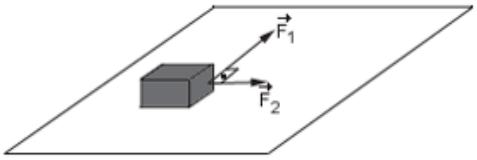
4. (Vunesp) Observando-se o movimento de um carrinho de 0,4 kg ao longo de uma trajetória retilínea, verificou-se que sua velocidade variou linearmente com o tempo, de acordo com os dados da tabela.

t (s)	0	1	2	3	4
v (m/s)	10	12	14	16	18

No intervalo de tempo considerado, a intensidade da força resultante que atuou no carrinho foi, em newtons, igual a:
a) 0,4.
b) 0,8.
c) 1,0.
d) 2,0.
e) 3,0.

5. (UESPI) Aplicando-se uma força de 500N sobre um corpo de 250 kg de massa este adquire uma aceleração de 5 m/s^2, na mesma direção e sentido da força. Pode-se afirmar corretamente que:
a) atua pelo menos outra força de módulo igual a 750N, na mesma direção e sentido.
b) permanece o corpo em repouso se a resultante das forças sobre ele for maior que 500N.
c) a aceleração é igual a 4 m/s^2.
d) a força aplicada tem a mesma direção e sentido que a força peso.
e) a resultante das forças deve ser igual a 1500N.

6. (Mackenzie-SP) Sobre uma superfície plana, horizontal e sem atrito, encontra-se apoiado um corpo de massa 2,0 kg, sujeito à ação das forças $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$. As intensidades de $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ são, respectivamente, 8N e 6N. A aceleração com que esse corpo se movimenta é:



a) 1 m/s^2.
b) 2 m/s^2.
c) 3 m/s^2.
d) 4 m/s^2.
e) 5 m/s^2.

7. (U.F. Juiz de Fora-MG) Um corpo de massa 900 kg está se movendo na direção vertical, puxado por uma corda inextensível. Quando o corpo tem aceleração para cima de 2 m/s^2, a intensidade da força de tração na corda é metade daquela que ela suporta sem se romper. Sendo $g = 10 \ m/s^2$, a aceleração que fará a corda se romper é:
a) 1 m/s^2.
b) 2 m/s^2.
c) 10 m/s^2.
d) 14 m/s^2.
e) 4 m/s^2.

8. (MACK) Duas forças horizontais, perpendiculares entre si e de intensidades 6 N e 8 N, agem sobre um corpo de 2 kg que se encontra sobre uma superfície plana e horizontal. Desprezando os atritos, o módulo da aceleração adquirida por esse corpo é
a) 1 m/s^2
b) 2 m/s^2
c) 3 m/s^2
d) 4 m/s^2
e) 5 m/s^2

9. (UESB) Um veículo de 2,0 kg descreve uma trajetória retilínea que obedece à função horária s = 3t^2 + 2t + 1, em que **s** é medida em metro e **t**, em segundos. O módulo da força resultante sobre o veículo, em N, é igual a
a) 2
b) 6
c) 12
d) 30
e) 42

10. (UFES) Um carro freia bruscamente e o passageiro bate com a cabeça no vidro párabrisa.
Três pessoas dão as seguintes explicações sobre o fato:

1.ª - O carro foi freado, mas o passageiro continuou em movimento.
2.ª - O banco do carro impulsionou a pessoa para frente no instante da freada.
3.ª - O passageiro só continuou em movimento porque a velocidade era alta e o carro freou bruscamente.

Podemos concordar com
a) a 1.ª e a 2.ª pessoas.

b) apenas a 1.ª pessoa.
c) a 1.ª e a 3.ª pessoas.
d) apenas a 2.ª pessoa.
e) as três pessoas.

11. (PUCSP) No arremesso de peso, um atleta gira um corpo rapidamente e depois o abandona. Se não houvesse a influência da Terra, a trajetória do corpo após ser abandonado pelo atleta seria:
a) circular.
b) parabólica.
c) curva qualquer.
d) retilínea.
e) espiral.

12. (ITA) A velocidade de uma partícula, num determinado instante **t**, é nula em relação
a um referencial inercial. Pode-se afirmar que no instante **t**
a) a resultante das forças que agem sobre a partícula é necessariamente nula.
b) a partícula se encontra em repouso, em relação a qualquer referencial inercial.
c) a resultante das forças que agem sobre a partícula pode não ser nula.
d) a resultante das forças que agem sobre a partícula não pode ser nula.
e) nenhuma das anteriores é verdadeira.

13. (UEL) A Teoria da Relatividade Restrita, proposta por Albert Einstein (1879-1955) em 1905, é revolucionária porque mudou as idéias sobre o espaço e o tempo, mas em perfeito acordo com os resultados experimentais. Ela é aplicada, entretanto, somente a referenciais inerciais. Em *1915,* Einstein propôs a Teoria Geral da Relatividade, válida não só para referenciais inerciais, mas também para referenciais não-inerciais. Sobre os referenciais inerciais, considere as seguintes afirmativas:

I - São referenciais que se movem, uns em relação aos outros, com velocidade constante.

II - São referenciais que se movem, uns em relação aos outros, com velocidade variável.

III - Observadores em referenciais inerciais diferentes medem a mesma aceleração para o movimento de uma partícula.

Assinale a alternativa correta.
a) Apenas a afirmativa I é verdadeira.
b) Apenas a afirmativa II é verdadeira.
c) As afirmativas I e II são verdadeiras.
d) As afirmativas II e III são verdadeiras.
e) As afirmativas I e III são verdadeiras.

14. (UEL) Um corpo P, parado, pesa 10 N. Quando esse corpo cai de 10 m de altura e está em queda livre, o corpo
a) não exerce ação sobre a Terra.
b) atrai a Terra com força de módulo maior que 10 N.
c) atrai a Terra com força de 10 N.
d) atrai a Terra com força constante menor que 10 N.
e) atrai a Terra com força menor que 10 N, porém crescente linearmente com a velocidade.

15. (UFF) Um fazendeiro possui dois cavalos igualmente fortes. Ao prender qualquer um dos cavalos com uma corda a um muro (Fig. 1) observa que o animal, por mais que se esforce, não consegue arrebentá-lo. Ele prende, em seguida, um cavalo ao outro, com a mesma corda. A partir de então, os dois cavalos passam a puxar a corda (Fig. 2) tão esforçadamente quanto antes.

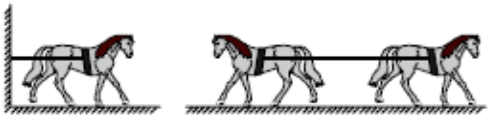


Figura 1 Figura 2

A respeito da situação ilustrada pela Fig. 2, é correto afirmar que:
a) a corda arrebenta, pois não é resistente para segurar os dois cavalos.
b) a corda pode arrebentar, pois os dois cavalos podem gerar, nessa corda, tensões até duas vezes maiores que as da situação da Fig. 1.
c) a corda não arrebenta, pois a resultante das forças exercidas pelos cavalos sobre ela é nula.
d) a corda não arrebenta, pois não está submetida a tensões maiores que na situação da Fig. 1.
e) não se pode saber se a corda arrebenta ou não, pois nada se disse sobre sua resistência.

16. (UEL) Num dia sem vento, um pescador está em um lago, sobre um barco à deriva, sem remos. Ele deseja que a proa (parte frontal) do barco avance um pouco, de maneira que seu colega em terra firme possa alcançá-lo, conforme indica a figura.

Considere as afirmativas abaixe:

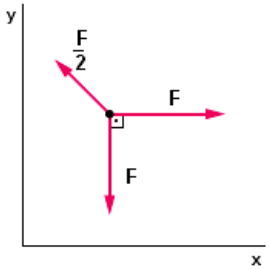
I - O pescador caminha para a popa (parte de trás) e o barco avança para o seu colega.

II - O pescador caminha para a proa e o barco avança para o seu colega.

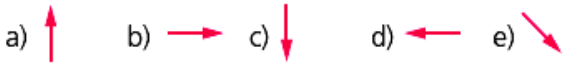
III - O pescador fica parado no centro do barco movimentando seu corpo para frente e para trás e assim o barco avança em direção ao seu colega.

Assinale a alternativa correta.
a) Apenas a afirmativa é verdadeira.
b) Apenas a afirmativa II é verdadeira.
c) Apenas a afirmativa III é verdadeira.
d) As afirmativas I e III são verdadeiras.
e) As afirmativas II e III são verdadeiras.

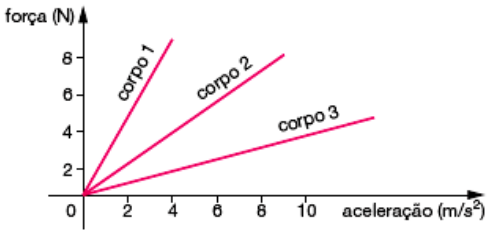
17. (FURG) Duas forças de módulo *F* e uma de módulo F/2 atuam sobre uma partícula de massa *m*, sendo as suas direções e sentidos mostrados na figura.



A direção e o sentido do vetor aceleração são mais bem representados pela figura da alternativa:



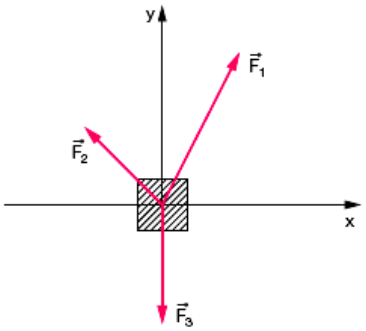
18 (UFPI) A figura abaixo mostra a força em função da aceleração para três diferentes corpos 1, 2 e 3.



Sobre esses corpos é correto afirmar:
a) O corpo 1 tem a menor inércia.
b) O corpo 3 tem a maior inércia.
c) O corpo 2 tem a menor inércia.
d) O corpo 1 tem a maior inércia.
e) O corpo 2 tem a maior inércia.

19. (FURG) Se a força resultante que atua sobre um corpo é nula, então o corpo
a) pode estar em movimento acelerado.
b) pode estar em movimento uniforme.
c) pode estar em movimento circular.
d) pode descrever uma trajetória parabólica.
e) necessariamente está em repouso.

20. (UNIPA-MG) Um objeto de massa m = 3,0 kg é colocado sobre uma superfície sem atrito, no plano xy. Sobre esse objeto atuam 3 forças, conforme o desenho abaixo. Sabendo-se que F_3= 4,0 N e que o objeto adquire uma aceleração de 2,0 m/s^2 no sentido oposto a F_3 foram feitas as seguintes afirmações:



I – a força resultante sobre o objeto tem o mesmo sentido e direção da aceleração do objeto;
II – o módulo da força resultante sobre o objeto é de 6,0 N;
III – a resultante das forças $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ vale 10,0 N e tem sentido oposto a $\vec{F}_3$.
Pode-se afirmar que:
a) Somente I e II são verdadeiras.
b) Somente I e III são verdadeiras.
c) Somente II e III são verdadeiras.
d) Todas são verdadeiras.
e) Todas são falsas.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) D	2) B	3) D	4) B	5) C
6) C	7) D	8) D	9) C	10) E
11) C	12) D	13) D	14) D	15) C
16) E				

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

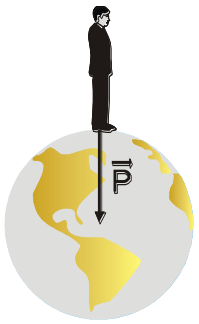
1) B	2) A	3) B	4) B	5) A
6) E	7) D	8) E	9) C	10) B
11) D	12) C	13) E	14) C	15) D
16) A	17) E	18) D	19) B	20) D

MÓDULO 9

7) FORÇAS DE AÇÃO A DISTÂNCIA

Dois corpos podem interagir sem que entre eles haja contato. Um corpo sofre a influência de outro através de um agente transmissor dessas forças, que chamamos de campo. Ex. peso, força elétrica, força magnética.

7.1- Peso de um corpo ($\vec{P}$): força de atração gravitacional exercida pela Terra sobre os corpos. O peso é uma grandeza vetorial, de direção vertical e orientada de cima para baixo. Sendo $\vec{g}$ a aceleração da gravidade, o peso de um corpo de massa m é:



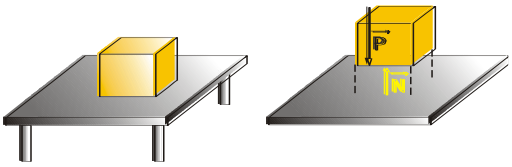
$$\boxed{\vec{P} = m.\vec{g}}$$

Sendo o peso uma força de ação externa - a atração gravitacional exercida por outro corpo -, o peso não é uma característica intrínseca do corpo: um mesmo objeto poderá Ter pesos diferentes em lugares diferentes. Um astronauta e seu equipamento, que na terra pesam cerca de 900N, pesarão na lua, cerca de 150N.

8) FORÇAS DE CONTATO

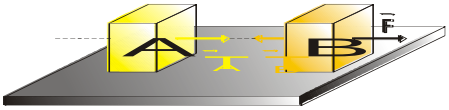
8.1 Força Normal ($\vec{N}$)

É a componente da força de contato que atua sempre perpendicular a superfície e no sentido de não deixar o corpo penetrar nela.



8.2 Força de Tração ou Tensão ($\vec{T}$)

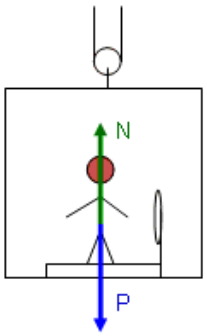
São as forças exercidas por cabos, fios e cordas. A força de tensão tem a direção do fio e atua no sentido de puxar o corpo.



OBS: ELEVADOR

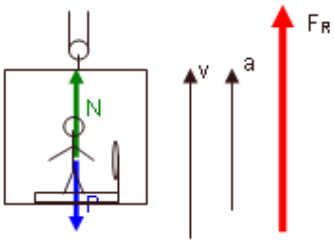
1) Elevador em repouso (ou com velocidade constante)

Em qualquer um desses casos a FR é nula



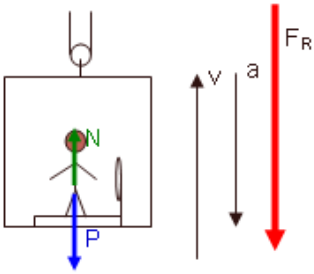
$F_R = 0$
$N - P = 0$
$N = P$

2) Elevador subindo acelerado.



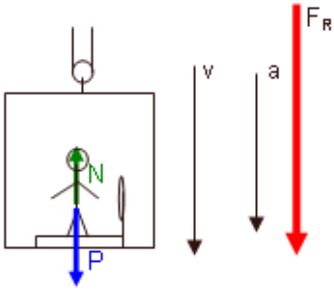
$F_R = m.a$
$N - P = m.a$

3) Elevador subindo retardado.



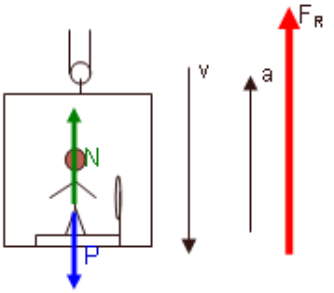
$F_R = m.a$
$P - N = m.a$

4) Elevador descendo acelerado.



$F_R = m.a$
$P - N = m.a$

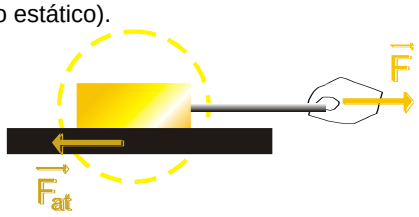
5) Elevador descendo retardado.



$F_R = m.a$
$N - P = m.a$

8.3 Força de atrito

O atrito é uma propriedade de superfícies que interagem com forças tangentes as superfícies quando há movimento relativo (atrito dinâmico ou cinético) ou tendência de movimento (atrito estático).



a) Força de atrito dinâmico: é a força contrária ao movimento relativo das superfícies em contato. Sua intensidade é proporcionar a força normal.

$$\boxed{F_{at} = \mu_D.N}$$

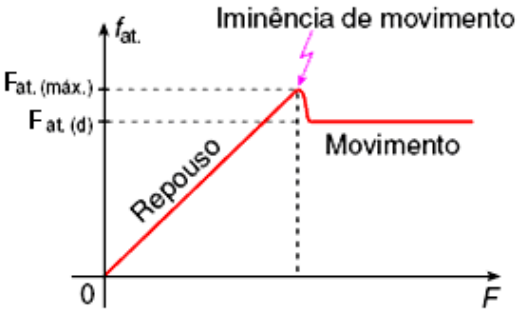
b) Força de atrito estático: é contrária a tendência de movimento das superfícies. Sua intensidade vai de zero até um valor máximo ($F_{at_{max}}$) na iminência de escorregamento.

$$\boxed{F_{at_{máx}} = \mu_E.N}$$

– a força de atrito depende do polimento das superfícies em contato; um mesmo corpo pode apresentar, no contato com diferentes superfícies, forças de atrito com valores diferentes.

– o valor máximo da força de atrito não depende do tamanho da área de contato.

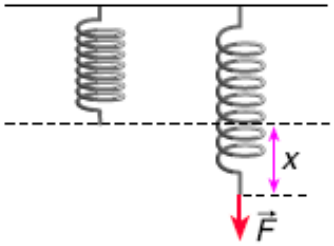
- Gráfico F_{at} versus F



Corpo em repouso: $0 \leq F_{at} \leq \mu_e \cdot N$
Corpo em movimento: $F_{at} = \mu_d \cdot N$

8.4 Força elástica (Lei de Hooke)

Em regime de deformação elástica a intensidade de força $\vec{F}_{el}$ é proporcional a deformação x provocada. A constante **K** é uma propriedade característica do corpo denominada constante elástica.

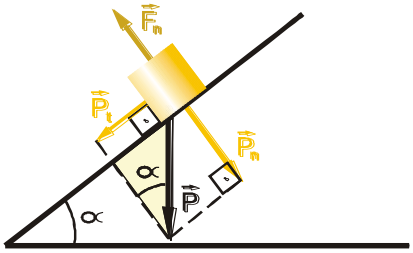


$$F_{el} = K.X$$

8.5 Força de Resistência do Ar $(\vec{R}_{ar})$

É uma força que se opõe ao movimento de um corpo. Ela é tanto maior quanto maior for a velocidade. Outros fatores, tais como a densidade do ar, o tamanho da área de contato e a forma (aerodinâmica) do corpo também influem no valor dessa força.

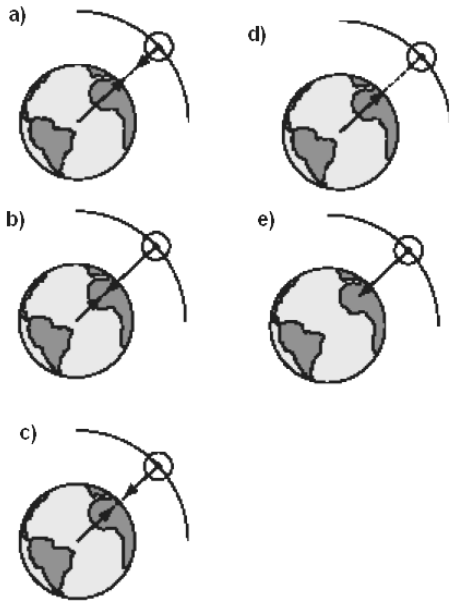
9) PLANO INCLINADO



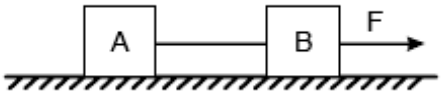
$$P_t = P_x = P.\text{sen}\,\alpha$$
$$P_N = P_y = P.\cos\alpha$$

EXERCÍCIOS DE AULA

1. (PUCSP) Um satélite em órbita ao redor da Terra é atraído pelo nosso planeta e, como reação, (3.ª Lei de Newton) atrai a Terra. A figura que representa corretamente esse par ação-reação é



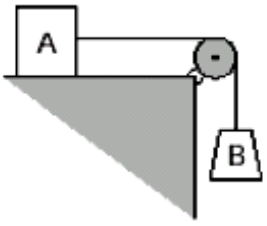
2. (ITE) Para o esquema (desprezar atritos)



F = 10 N, m_A = 3 kg, m_B = 2 kg. Se o sistema for acionado a partir do repouso, após 8 s estará com velocidade de (em m/s)

a) 20
b) 16
c) 10
d) 8
e) 5

3. (MACK) No sistema sem atrito e de fio ideal da figura, o corpo B de massa 2 kg desce com aceleração constante de 4 m/s². Sabendo que a polia tem inércia desprezível, a massa do corpo A é de: (Adote g = 10 m/s²)



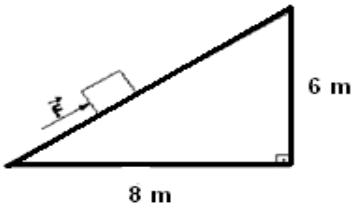
a) 4,0 kg
b) 3,0 kg
c) 2,0 kg
d) 1,5 kg
e) 1,0 kg

4. (UESB) Uma pessoa, de massa igual a 60 kg, está dentro de um elevador, que desce com desaceleração de 2 m/s². Sendo o módulo da aceleração da gravidade igual a 10 m/s², a intensidade da força que o piso exerce sobre a pessoa, em N, é:

a) 480
b) 540
c) 680
d) 720
e) 800

5. (UCSAL) Um corpo de massa 2,0 kg desliza sobre uma mesa com velocidade constante, puxado por uma força horizontal constante, de intensidade 4,0 N. Se a aceleração local da gravidade for 10 m/s^2, o coeficiente de atrito dinâmico entre o corpo e a mesa será
a) zero
b) 0,20
c) 0,40
d) 0,50
e) 0,80

6. (FATEC) O bloco da figura, de massa 50 kg, sobe o plano inclinado perfeitamente liso, com velocidade constante, sob a ação de uma força $\vec{F}$, constante e paralela ao plano.

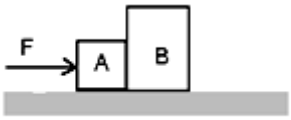


Adotando g = 10 m/s^2, o módulo de $\vec{F}$, em newtons, vale:
a) 400
b) 250
c) 200
d) 350
e) 300

EXERCÍCIOS PROPOSTO

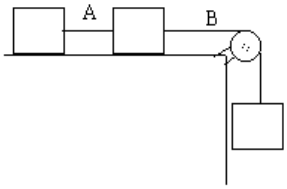
1. (ACAFE) Um corpo de massa 12kg desloca-se sobre uma superfície horizontal, sob a ação de uma força de módulo 100N, que forma um ângulo de 30º, com a horizontal para cima. O módulo da força normal, em N, que a superfície exerce sobre o corpo é:
a) 170
b) 50
c) 120
d) 70
e) 33

2. (UCS) Os blocos de massas $m_A = 2kg$ e $m_B = 4kg$ deslizam sobre o plano horizontal, sem atritos. A força horizontal F=12 N atua sobre o bloco A, conforme a figura. Pode-se afirmar que a força de contato entre os blocos vale
a) 8N
b) 4N
c) 6N
d) 12N
e) 2N



3. (UFSM) Um corpo de 4 kg, inicialmente em repouso, é submetido a ação de uma força constante. O corpo desliza sobre um colchão de ar, com atrito desprezível. Sabendo que a velocidade do corpo no final de 5 s, é de 20 m/s, a força aplicada foi de:
a) 4N
b) 5N
c) 10N
d) 12N
e) 16N

4. (FURG) Três blocos de massas iguais são presos pelos fios A e B e dispostos como mostra a figura. Os fios são inextensíveis e de massas desprezíveis.



Sendo m a massa de cada bloco e g a aceleração da gravidade local, as tensões nos fios A e B são, respectivamente,
a) zero e mg
b) $\frac{1}{3}mg$ e $\frac{2}{3}mg$
c) $\frac{1}{6}mg$ e $\frac{2}{6}mg$
d) mg e 2mg
e) 3mg e 6mg

5. (UFSM) Ao medir seu peso dentro de um elevador, uma pessoa de massa 80 kg encontra o valor de 160 kgf. Pode-se afirmar que o elevador
a) sobe com aceleração de 2m/s^2.
b) desce com aceleração de 2m/s^2.
c) sobe com aceleração igual ao dobro da aceleração da gravidade.
d) desce com aceleração igual à aceleração da gravidade.
e) sobe com aceleração igual à aceleração da gravidade

6. (UFPEL) Um homem está dentro de um elevador sem janelas e perfeitamente silencioso. O viajante sabe que seu peso é 75 kgf, mas, quando sobe numa balança de molas que se encontra dentro do elevador, verifica que, durante certo período, ela acusa 85 kgf. Dessa observação, o homem pode concluir que o elevador, nesse período
a) está subindo com velocidade decrescente.
b) pode estar subindo – e, nesse caso, o valor da velocidade é crescente – ou descendo – e o valor da velocidade é decrescente.
c) está subindo com velocidade constante.
d) está subindo com velocidade crescente.
e) está descendo com velocidade constante.

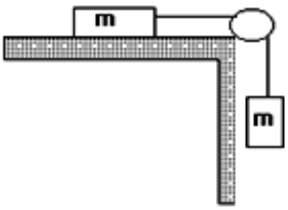
7. (ACAFE) Para frear um carro na menor distância possível deve-se _____ as rodas porque, assim, o coeficiente de atrito entre os pneus e o chão é _____.

A alternativa **VERDADEIRA** que completa o enunciado acima, em seqüência, é:
a) travar - menor.
b) evitar travar - menor.
c) travar - maior.
d) evitar travar - maior.
e) travar - nulo.

8. (UFRGS) Um livro encontra-se deitado sobre uma folha de papel, ambos em repouso sobre uma mesa horizontal. Para aproximá-lo de si, um estudante puxa a folha em sua direção, sem tocar no livro. O livro acompanha o movimento da folha e não desliza sobre ela. Qual é a alternativa que melhor descreve a força que, ao ser exercida sobre o livro, o colocou em movimento?
a) É uma forca de atrito cinético de sentido contrário ao do movimento do livro.
b) É uma força de atrito cinético de sentido igual ao do movimento do livro.
c) É uma força de atrito estático de sentido contrário ao do movimento do livro.
d) É uma força de atrito estático de sentido igual ao do movimento do livro.
e) É uma força que não pode ser caracterizada com força de atrito.

9. (EFO/ALFENAS–MG) Dois blocos idênticos, ambos com massa m, são ligados por um fio leve, flexível. Adotar g=10m/s^2. A polia é leve e o coeficiente de atrito do bloco com a superfície é μ = 0,2. A aceleração dos blocos é:

a) 10 m/s^2
b) 6 m/s^2
c) 5 m/s^2
d) 4 m/s^2
e) nula



10. (PUC) Atualmente os carros podem ser equipados com dispositivos que evita o bloqueio das rodas quando o carro é freado. O bloqueio das rodas se ocorresse, faria o atrito entre os pneus e a pista
a) aumentar, passando de cinético para estático.
b) diminuir, passando de cinético para estático.
c) aumentar, passando de estático para cinético.
d) diminuir, passando de estático para cinético.
e) ficar inalterado.

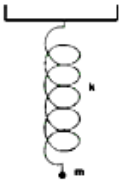
Instrução: As questões 11 e 12 referem-se ao enunciado abaixo.
Arrasta-se uma caixa de 40 kg sobre um piso horizontal, puxando-a com uma corda que exerce sobre ela uma força constante, de 120 N, paralela ao piso. A resultante das forças exercidas sobre a caixa é de 40 N.
(Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2.)

11. (UFRGS) Qual é o valor do coeficiente de atrito cinético entre a caixa e o piso?
a) 0,10.
b) 0,20.
c) 0,30.
d) 0,50.
e) 1,00.

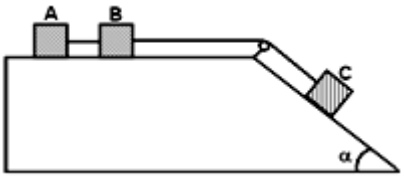
12. (UFRGS) Considerando-se que a caixa estava inicialmente em repouso, quanto tempo decorre até que a velocidade média do seu movimento atinja o valor de 3 m/s?
a) 1,0 s.
b) 2,0 s.
c) 3,0 s.
d) 6,0 s.
e) 12,0 s.

13. (FEI-SP) Uma partícula de massa m = 0,2 kg está suspensa na extremidade livre de uma mola de constante elástica k = 100 N/m: Sendo g = 10 m/s^2, a deformação na mola é de:

a) $2 \cdot 10^{2}$m
b) $2 \cdot 10^{-1}$m
c) $2 \cdot 10^{-2}$m
d) 20 m
e) 2 m



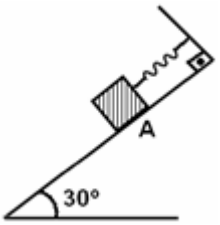
14. (SPEI-PR) Supondo completamente lisas as superfícies em contato, determine a tração no fio que une os corpos B e C no sistema abaixo. (Admita g = 10m/s^2)



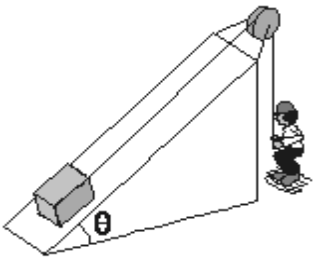
Dados:
m_A = 3kg, m_B = 4kg, m_C = 3kg, sen α = 0,6 e cos α = 0,8.

a) 10N
b) 12,6N
c) 15,5N
d) 1,8N
e) n.d.a.

15. (MACK) Na posição **A**, o corpo de 10 kg, ligado à mola ideal **M**, constante elástica 1000 N/m e não distendida, encontra-se preso. Adote g = 10 m/s^2 e despreze os atritos. Abandonando-se o corpo, a deformação x da mola quando o sistema entra em equilíbrio é:
a) 1 cm
b) 2 cm
c) 5 cm
d) 10 cm
e) 20 cm



16. (UFPEL) O plano inclinado é uma máquina simples que permite elevar um corpo com menor esforço. O bloco mostrado na figura tem massa igual a 20 kg e o coeficiente de atrito cinético, entre o bloco e o plano inclinado, vale 0,20.
Para fazer o bloco deslizar e subir o plano, um operário puxa a corda verticalmente para baixo, exercendo uma força $\vec{F}$, como ilustrado. Considere desprezíveis as massas da corda e da polia e responda às seguintes questões.



Considere: g = 10 m/s^2, sen θ = 0,60 e cos θ = 0,80.

a) Qual o módulo de $\vec{F}$, quando o bloco sobe o plano com velocidade constante?

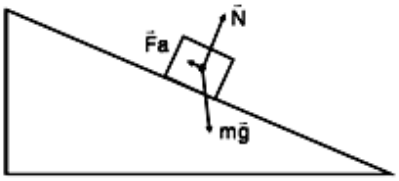
b) Qual o módulo de $\vec{F}$, necessário para que o bloco suba o plano com aceleração de 0,5 m/s^2?

17. (FURG) Uma bola é abandonada sobre um plano inclinado. A tabela abaixo mostra as velocidades da bola para alguns instantes de tempo.

t(s)	0	1	2	3	4
v(m/s)	0	5	10	15	20

Despreze todos os atritos Considere a aceleração da gravidade (g) igual a 10 m/s^2.
Do exposto acima, pode-se concluir que o ângulo entre o plano horizontal e o inclinado vale:
a) 10º
b) 15°
c) 30º
d) 45º
e) 60º

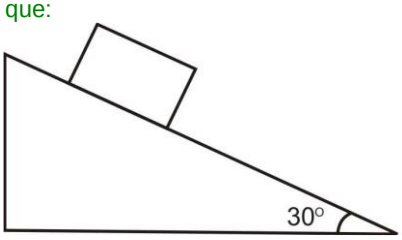
18. (UFSM) Um corpo desce um plano inclinado com velocidade constante. As forças que agem sobre o corpo estão indicadas na figura.



Então pode(m)-se afirmar:
I – A força de reação à força peso é a normal.

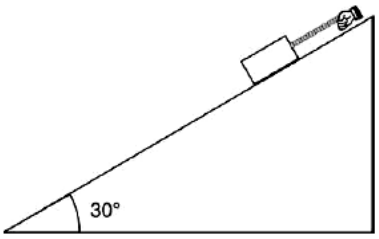
II – A componente da força peso, paralela ao plano inclinado, é equilibrada pela força de atrito.
III – A força de reação à componente da força peso, perpendicular ao plano inclinado, é a força normal.
Está(ao) correta(s)
a) Apenas I.
b) Apenas II.
c) Apenas III.
d) Apenas I e II.
e) Apenas II e III.

19. (FURG) Um bloco com massa M = 3 kg, encontra-se disposto sobre um plano inclinado de 30° com a horizontal, conforme mostra a figura. Considere g=10 m/s^2 e que o coeficiente de atrito estático entre o bloco e o piso é igual a 0,75. Podemos dizer que:



A) o bloco fica parado e a força de atrito é maior que a componente da força peso ao longo do plano.
B) o bloco fica parado e a força de atrito é igual a componente da força peso paralela ao plano.
C) o bloco fica parado e a força de atrito é menor que a componente da força peso ao longo do plano.
D) o bloco desce o plano inclinado e a força de atrito é menor que a componente da força peso paralela ao plano.
E) o bloco desce o plano inclinado e a força de atrito é maior que a componente da força peso paralela ao plano.

20. (UFPEL) Um caixote sobe um plano rugoso de inclinação 30° em relação a horizontal, puxado por uma força $\vec{F}$ aplicada por uma corda. Sendo $\vec{P}_x$ a componente da força peso tangente ao plano e $\vec{F}_c$ a força de atrito cinético entre o corpo e a superfície e, sabendo que ele sobe o plano com movimento uniforme, conforme a figura, analise as afirmativas abaixo.

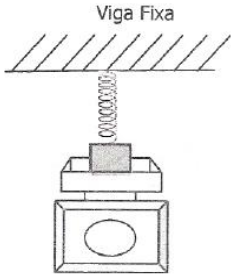


I. O módulo de F é igual à soma de Px + Fc.
II. O módulo de F é igual à soma de P. sen 30° + μ_c . P.
III. O módulo de F é igual a P_x.
IV. O módulo de F é igual a P. sen 30°+ μc . P cos 30°.
Estão corretas as afirmativas

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

21. (FURG) Uma mola possui constante elástica de 10 N/m. Uma de suas extremidades está presa a uma viga fixa, e a outra, a um bloco de massa de 100g, causando uma deformação de 10cm na mola.

Assinale a alternativa que apresenta o valor indicado pela balança que apóia o bloco. Considere g = 10 m/s^2.



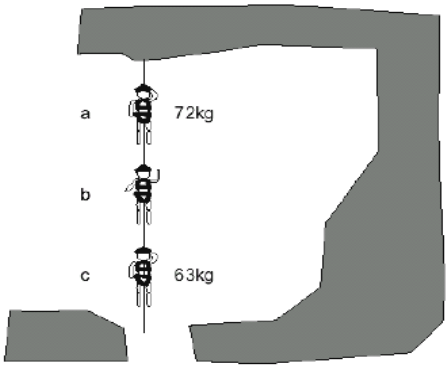
a) 20.
b) 1.
c) 5.
d) 10.
e) 0.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (UFSM) Dois corpos A e B, com massa respectivamente de 4kg e 6kg, inicialmente em repouso, estão ligados por um fio de massa desprezível, sobre uma superfície sem atrito conforme a figura abaixo. No corpo B é aplicada uma força de 100N. A aceleração do sistema e a tração do fio são, respectivamente:

a) 5m/s^2; 40N
b) 5m/s^2; 80N
c) 10m/s^2; 40N
d) 10m/s^2; 50N
e) 10m/s^2; 60N

2. (FGV) Três alpinistas estão em sérios apuros. Dois deles (b e c) perderam a segurança e estão presos somente pela corda do primeiro alpinista (a), como está representado na ilustração acima. A tensão entre a corda que une os alpinistas **a** e **b** é de 1.300 N.

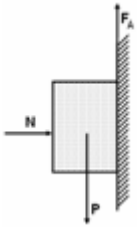


Sabendo-se que a corda que une o alpinista **a** e o rochedo suporta até 2.000 N (marcado na etiqueta, mas testes do fabricante garantem 4% a mais), qual a tensão nessa corda? Qual é a massa do alpinista **b**? Os alpinistas escaparão dessa? Considerando-se desprezível o peso da corda e g = 10 m/s^2, as respostas **corretas** são, respectivamente,
a) 2.040 N, 67,5 kg, não
b) 740 N, 67,5 kg, sim
c) 2.020 N, 67 kg, sim
d) 2.600 N, 62 kg, não
e) – 1.300 N, 67 kg, sim.

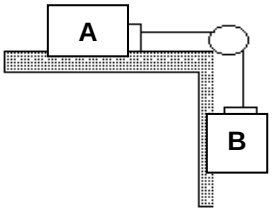
3. (FUVEST) O cidadão no interior do elevador pesa 600N. O elevador passa a subir em movimento acelerado e a leitura do dinamômetro indica 900N. Determinar a aceleração do elevador em m/s^2 (supor g = 10m/s^2).

a) 2 m/s²
b) 3 m/s²
c) 5 m/s²
d) 6 m/s²
e) 8 m/s²

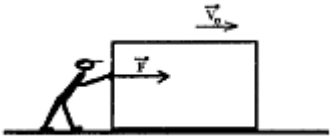
4. (PUCSP) O coeficiente de atrito entre o bloco e a parede é 0,25. O bloco pesa 100N. Qual o menor valor de N para que o bloco permaneça em repouso? (O plano da figura é vertical).
a) 100N
b) 200N
c) 300N
d) 400N
e) 500N



5. A figura representa dois corpos, A e B, ligados entre si por um fio flexível que passa por uma polia. Sendo μ = 0,1 a intensidade da força de tração no fio 5N, a massa do corpo A, 2Kg e g = 10m/s². Determine, aproximadamente, a aceleração do sistema e a massa do corpo B?



6. (UFRGS) Um menino empurra uma caixa que desliza com atrito um piso horizontal. Para isso, ele aplica na caixa uma força horizontal dirigida para a direita. A força de atrito entre a caixa e o piso é constante, e o efeito do ar no movimento da caixa é desprezível. No instante inicial, representado ma figura abaixo, a força aplicada pelo menino é $\vec{F}$,cujo módulo é maior do que o da força de atrito, e a velocidade da caixa é $\vec{V}_0$.

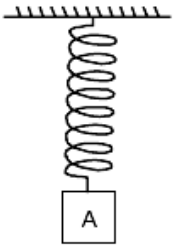


Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do parágrafo abaixo.

Se $\vec{F}$ permanecer constante, a velocidade da caixa será _____ . Se o módulo de $\vec{F}$ diminuir, permanecendo contudo maior do que a força de atrito, a velocidade da caixa, no instantes subseqüentes, será _____ . Se o módulo de $\vec{F}$ diminuir, tornando-se igual a força de atrito, a velocidade da caixa, nos instantes subseqüentes, será _____ .

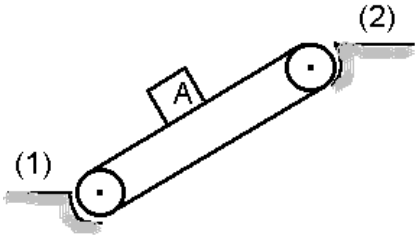
a) constante – decrescente – nula.
b) crescente – decrescente – nula.
c) crescente – crescente – constante.
d) constante – crescente – nula.
e) crescente – decrescente – constante.

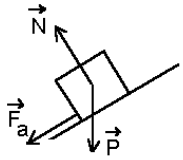
7. (UEL) O corpo A, de massa 400 g, é preso à extremidade de certa mola helicoidal, de comprimento natural 12,0 cm, provocando nela uma deformação de 2,0 cm.

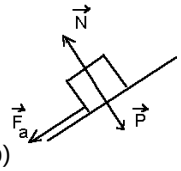


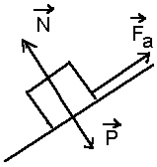
Supondo que não se ultrapasse o limite elástico da mola, a substituição do corpo A por outro B de massa 600 g fará com que a mola apresente comprimento, em cm,
a) 13,0
b) 14,0
c) 15,0
d) 17,0
e) 21,0

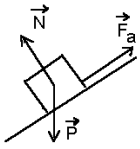
8. (UFPEL) O sistema representa uma correia transportadora em movimento lento. O bloco A permanece solitário à correia, enquanto é erguido do piso 1 ao piso 2.
O esquema que representa corretamente as forças que atuam no bloco é

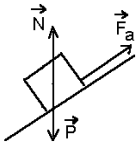


a)


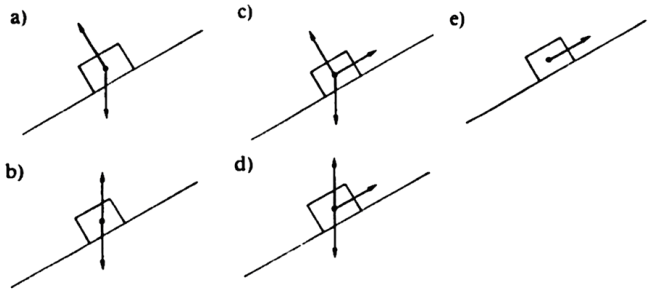
b)


c)


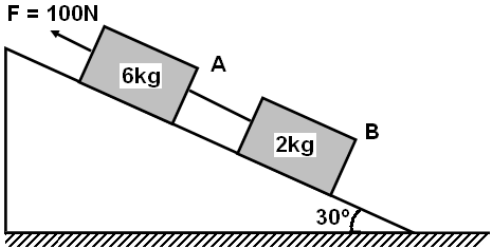
d)


e)


9. (UERJ) Um estudante lança uma caixa para cima ao longo de um plano inclinado sem atrito. Uma vez cessado o contato do estudante com a caixa, a(s) força(s) que efetivamente atua(m) sobre a mesma é (são) a(s) que está(ão) representada(s) em:

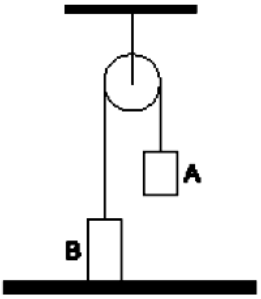


10. (UPG)



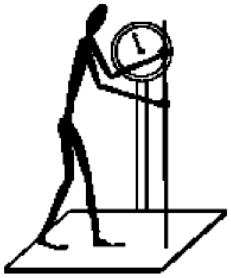
No esquema acima tem-se um plano inclinado sem atrito. Considerando-se g = 10m/s^2, a força de tração no cabo que une as duas massas será:
a) 25N
b) 50N
c) 11,5N
d) 100N
e) 80N

11. (FATEC) Dois objetos A e B de massas 1,0 kg e 5,0 kg, respectivamente, estão unidos por meio de um fio. Esse fio passa por cima de uma roldana, como mostra a figura, e o corpo B está apoiado no chão.



É correto afirmar que a força que o corpo B exerce sobre o solo e a tração nesse fio, em newtons, medem, respectivamente, (Dado: g =10 m/s2)
a) 0 e 40
b) 40 e 10
c) 40 e 60
d) 50 e 10
e) 50 e 50

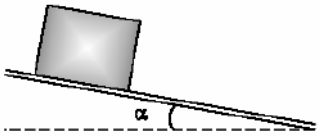
12. (UEL) Uma pessoa apóia-se em um bastão sobre uma balança, conforme a figura abaixo.



A balança assinala 70 kg. Se a pessoa pressiona a bengala, progressivamente, contra a balança, a nova leitura
a) indicará um valor maior que 70 kg.
b) indicará um valor menor que 70 kg.
c) indicará os mesmos 70 kg.
d) dependerá da força exercida sobre o bastão.
e) dependerá do ponto em que o bastão é apoiado na balança.

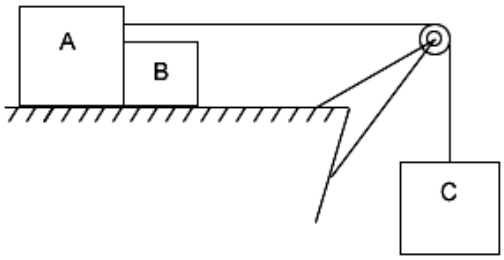
13. (OBF) Um carro do futuro desce uma rampa plana de uma estrada feita na Lua. Sabendo que a aceleração da gravidade na Lua é seis vezes menor que a da Terra, podemos afirmar que, em comparação com uma rampa idêntica na Terra,
a) a força de atrito entre o solo e as rodas do carro é menor.
b) o carro chega mais rapidamente ao final da rampa.
c) o carro demora o mesmo tempo para chegar ao final da rampa.
d) a variação da energia potencial é maior.
e) o peso do carro é o mesmo.

14. (MACK) Um corpo de 5 kg desce o plano inclinado mostrado, com velocidade constante. O módulo da aceleração da gravidade no local é g = 10 m/s^2. O coeficiente de atrito dinâmico entre esse corpo e a superfície de apoio é



a) μ = tg α
b) μ = cotg α
c) μ = cosec α
d) μ = sen α
e) μ = cos α

15. (UEGO) Na figura a seguir, os blocos A e B encontram-se apoiados sobre uma superfície horizontal sem atrito, o bloco C está ligado ao bloco A por meio de um fio inextensível que passa por uma polia de massa desprezível, sendo as massas M_A = 4 kg, M_B = 1 kg e M_C = 5 kg e considerando a aceleração da gravidade $g = 10\ m/s^2$.



Nessas condições, é correto afirmar que:
a) o conjunto de blocos A, B e C está em movimento retilíneo uniforme.
b) sendo a soma das massas dos blocos A e B igual à massa do bloco C, podemos afirmar que o sistema se encontra em repouso.
c) a força de contato que A exerce em B e a aceleração são respectivamente 5N e 5 m/s^2.
d) a tração que o bloco C exerce no fio é de 10N.
e) não houve conservação de energia mecânica do sistema.

16. (FATEC) Um corpo de peso 60N está suspenso por uma corda, no interior de um elevador. Considere as situações em que o elevador pode se encontrar:

I. descendo com velocidade constante.
II. subindo com velocidade crescente.
III. subindo com velocidade decrescente.
IV. descendo com velocidade crescente.
V. subindo com velocidade constante.

A intensidade da força de tração na corda é menor que 60N somente nas situações:
a) I e III
b) I e V.
c) II e IV.
d) II e V.
e) III e IV.

17. (Unifor-CE) Um disco de hóquei, de massa 200 g, desliza sobre uma pista horizontal, inicialmente com velocidade de 10 m/s, e pára após percorrer 20 m. O módulo da força de atrito, suposta constante, em newtons, é de:
a) 0,20.
b) 0,50.
c) 0,80.
d) 1,2.
e) 1,6.

18. (UFPI) Um caixote repousa no centro da carroceria de um caminhão estacionado numa estrada horizontal. Se o caminhão começa a se mover com uma aceleração de 2,0 m/s^2, o coeficiente de atrito, mínimo, capaz de impedir o deslizamento do caixote sobre a carroceria, será (a aceleração da gravidade no local tem módulo igual a 10 m/s^2):
a) 0,01.
b) 0,02.
c) 0,05.
d) 0,10.
e) 0,20.

19. (U. Amazonas-AM) É comum encontrarmos carros, com rodas travadas, estacionados em ladeiras. Nesse caso, somente o atrito de deslizamento impede que o carro deslize ladeira abaixo. Considerando que o coeficiente de atrito estático entre os pneus e o pavimento da pista é $\frac{\sqrt{3}}{3}$, a máxima elevação de uma ladeira que permite que aqueles carros fiquem estacionados sem deslizar é:
a) 60°.
b) 50°.
c) 45°.
d) 30°.
e) 15°

20. (FMTM-MG) Um pequeno corpo rígido, abandonado de determinada altura, cai verticalmente. Verifica-se que a aceleração desse corpo, inicialmente igual à da gravidade, se reduz rapidamente até se anular, quando a velocidade atinge um valor constante até o corpo chegar ao solo. Essa observação nos permite concluir que a resistência do ar ao movimento desse corpo:
a) é desprezível.
b) é constante.
c) só atua no final do movimento.
d) aumenta com o aumento da velocidade.
e) diminui com o aumento da velocidade.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) D	2) A	3) E	4) B	5) E
6) B	7) D	8) D	9) D	10) D
11) B	12) D	13) C	14) B	15) C
16) a) 152N b) 162N		17) C	18) B	

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

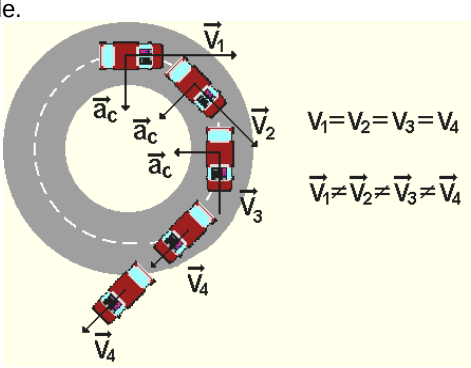
1) C	2) C	3) C	4) D	5) 1,5m/s^2; 0,5 kg
6) C	7) C	8) D	9) A	10) A
11) B	12) C	13) A	14) A	15) C
16) E	17) B	18) E	19) D	20) D

MÓDULO 10

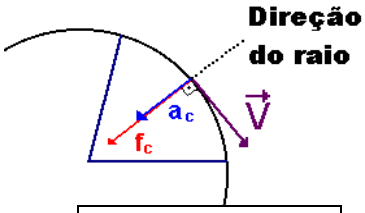
10) DINÂMICA NOS MOVIMENTOS CIRCULARES

10.1- Força Centrípeta:

A força centrípeta é aquela que altera a direção da velocidade.



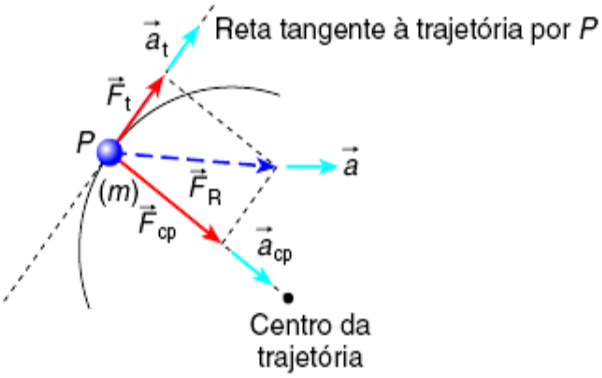
A expressão algébrica que permite o cálculo de sua intensidade é:



$$F_{cp} = m.a_{cp} = m.\frac{v^2}{R}$$

10.2- FORÇA RESULTANTE (F_R)

Quando um corpo descreve uma trajetória curvilínea, deve sempre existir uma força centrípeta. No caso de existirem duas ou mais forças, a força resultante ($\vec{F}_R$) deve possuir componente centrípeta (normal a trajetória). A força tangencial ($\vec{F}_t$) é a componente da força resultante que ($\vec{F}_R$) que acelera ou retarda o movimento, variando a intensidade da velocidade ($\vec{V}$).



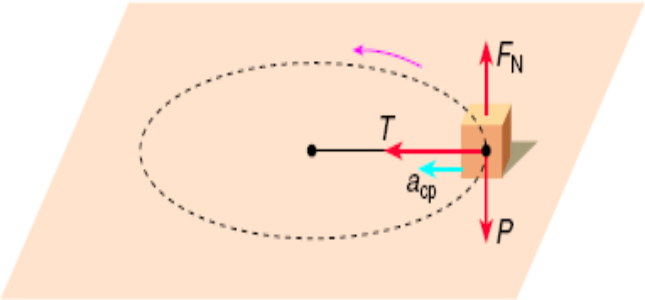
$\vec{F}_R$ = força resultante
$\vec{F}_t = m \cdot \vec{a}_t \rightarrow$ força tangencial
$\vec{F}_{cp} = m \cdot \vec{a}_{cp} \rightarrow$ força centrípeta

$$\vec{F}_R = \vec{F}_t + \vec{F}_{CP}$$

10.3- MOVIMENTO CURVILÍNEO UNIFORME

$$\vec{F}_t = 0 \quad \text{e} \quad \vec{F}_R = \vec{F}_{cp} = m.\vec{a}_{cp}$$

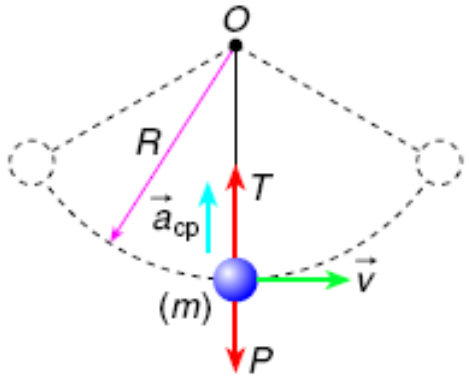
10.4- BLOCO PRESO A UM FIO EM MCU NUM PLANO HORIZONTAL



$F_N = P$
$T = F_{cp}$

$$T = m.\frac{v^2}{R}$$

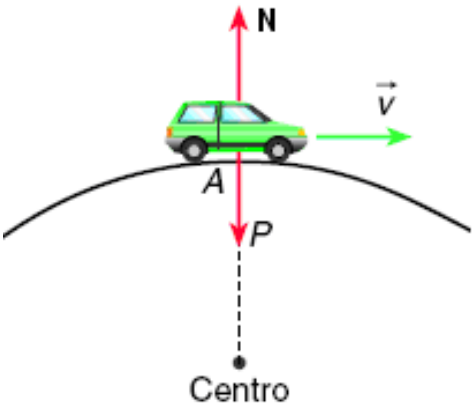
10.5- PÊNDULO SIMPLES



Posição mais baixa
$T = P = F_{cp}$

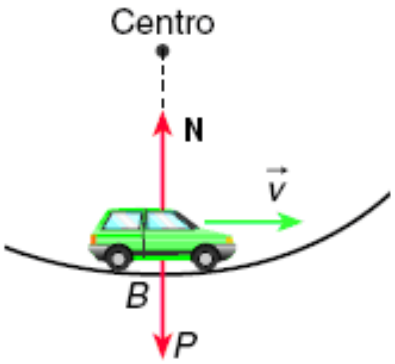
$$T - P = m.\frac{v^2}{R}$$

10.6- ESTRADA EM LOMBADA E COM DEPRESSÃO



$P - N = F_{cp}$

$$P - N = m.\frac{v^2}{R}$$

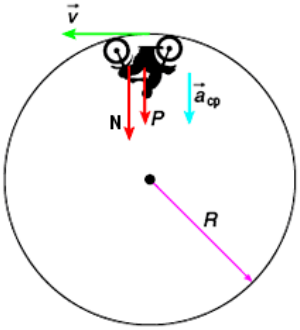


$N - P = F_{cp}$

$$N - P = m.\frac{v^2}{R}$$

10.7- GLOBO DA MORTE

- Posição mais alta



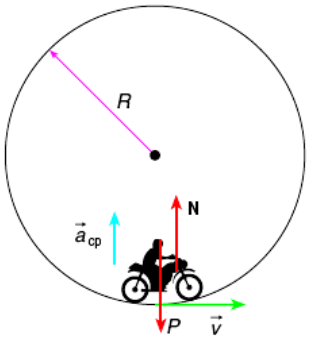
$N + P = F_{cp}$

$$N + P = m.\frac{v^2}{R}$$

A menor velocidade que o corpo deve ter para não perder o contato com a superfície esférica é quando a força normal (**N**) torna-se igual a zero.

N = 0, temos: $v_{min} = \sqrt{R.g}$

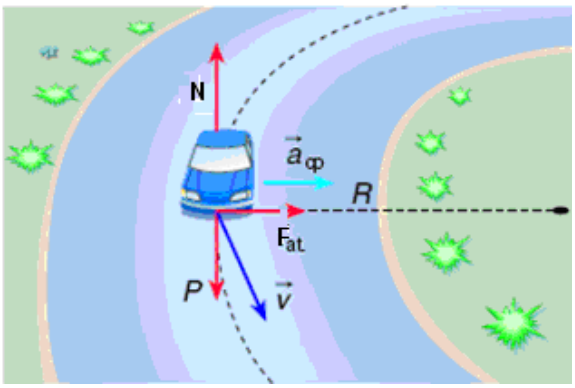
- Posição mais baixa



$N - P = F_{cp}$

$$N - P = m.\frac{v^2}{R}$$

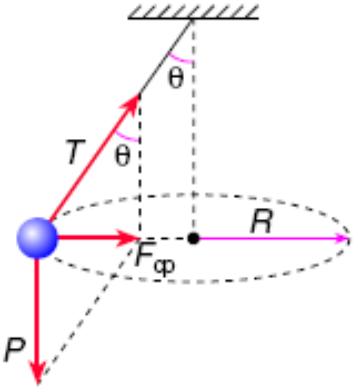
10.8- ESTRADA COM CURVA EM PISTA HORIZONTAL



N = P
$F_{at} = F_{cp}$

$$F_{at} = m.\frac{v^2}{R}$$

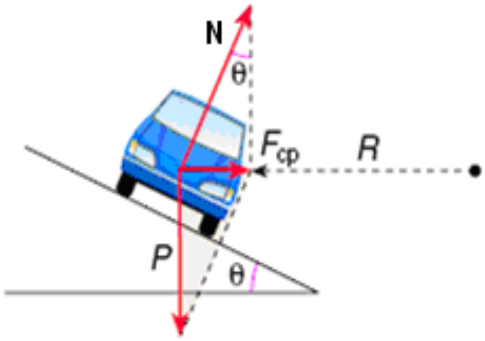
10.9- PÊNDULO CÔNICO



$$tg\theta = \frac{F_{cp}}{p} \Rightarrow tg\theta = \frac{m.\frac{v^2}{R}}{mg}$$

$$tg\theta = \frac{v^2}{Rg}$$

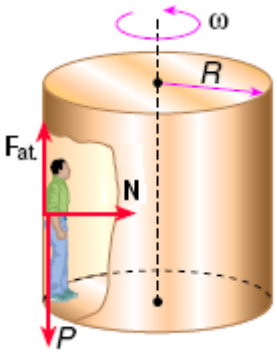
10.10- PISTA SOBRELEVADA



$$tg\theta = \frac{F_{cp}}{p} \Rightarrow tg\theta = \frac{m.\frac{v^2}{R}}{mg}$$

$$tg\theta = \frac{v^2}{Rg}$$

10.11- ROTOR

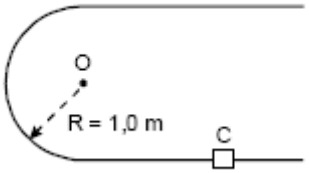


$F_{at} = P$
$N = F_{cp}$

$$N = m.\frac{v^2}{R} = m.\omega^2.R$$

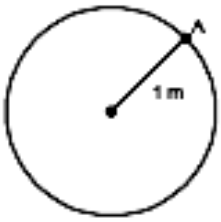
EXERCÍCIOS DE AULA

1. (UEL) Um carrinho C, de dimensões desprezíveis é lançado com velocidade de módulo 2,0 m/s, ao longo de um trilho curvado em U, como se representa na figura a seguir. A massa do carrinho vale 1,0 kg.



No trecho semi-circular do trilho, o módulo, em newtons, da resultante das forças que atuam sobre o carrinho é igual a
a) 4,0
b) 1,0
c) 2,0
d) 0,50
e) 0,75

2. (FUVEST) Um objeto A de 8 kg, preso na extremidade de uma corda de 1 m de comprimento e massa desprezível, descreve um movimento circular uniforme sobre uma mesa horizontal.

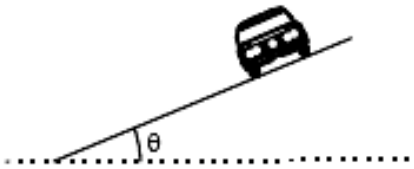


A tração na corda é 200 N. Com relação ao objeto, pedem-se

a) o valor da aceleração.

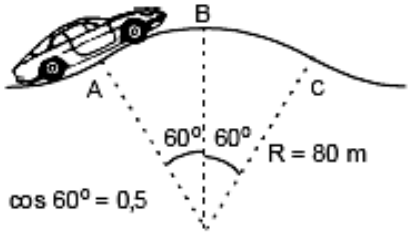
b) o valor da velocidade ao ser cortada a corda.

3. (FUVEST) Um carro percorre uma pista curva super elevada (tg θ = 0,2) de 200 m de raio. Desprezando o atrito, qual a velocidade máxima sem risco de derrapagem?



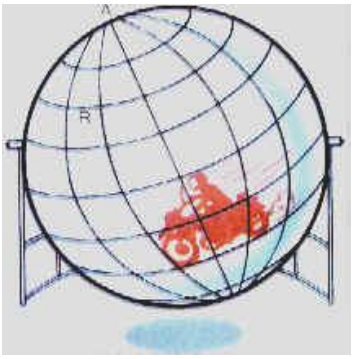
a) 40 km/h
b) 48 km/h
c) 60 km/h
d) 72 km/h
e) 80 km/h

4. (FEI) Um veículo de massa 1.600 kg percorre um trecho de estrada (desenhada em corte na figura e contida num plano vertical) em lombada, com velocidade de 72 km/h. (Adote g = 10 m/s^2).



Determine a intensidade da força que o leito da estrada exerce no veículo quando este passa pelo ponto mais alto da lombada.

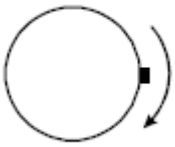
5. O globo da morte é uma atração circense. O motociclista deve imprimir uma certa velocidade à moto para que ela não despenque ao fazer o percurso na parte superior do globo. Supondo que o globo tenha 4,9 m de raio e que g = 10 m/s², calcule o menor valor da velocidade da moto para que ela passe pela parte superior do globo sem cair.



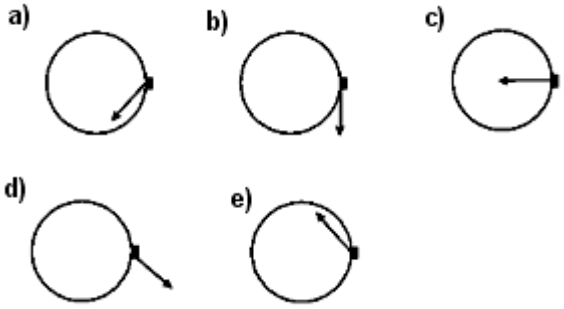
6. (MACK) Numa estrada existe uma curva circular, plana, de raio R = 150 m. Devido a uma invasão de lama na pista, o coeficiente de atrito entre o pavimento e os pneus dos automóveis ficou reduzido a μ = 0,15. Calcule a maior velocidade com que um automóvel pode percorrer a curva sem derrapar. Adote, nos cálculos o valor numérico g = 10 m/s^2.

EXERCÍCIOS PROPOSTO

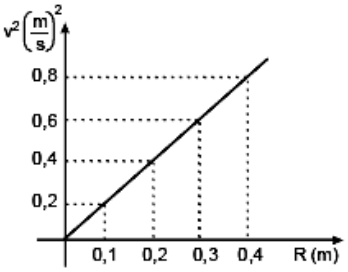
1. (CESGRANRIO) Um automóvel percorre uma pista circular sobre um terreno horizontal. O movimento é circular uniforme, no sentido da seta. Não há vento, mas o carro sofre, evidentemente, a resistência do ar.



A resultante de todas as outras forças (isto é, excetuando-se a resistência do ar) é representada por:

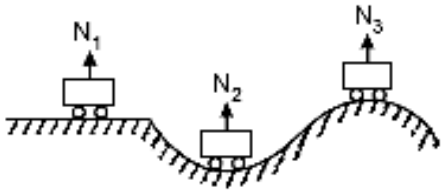


2. (UEL) Uma experiência sobre movimento circular uniforme consiste em registrar a velocidade tangencial **v**, à medida que se varia o raio R da trajetória de um corpo, mantendo constante a intensidade da força centrípeta que atua sobre ele. O gráfico v^2 em função de R é mostrado abaixo.



Sendo a massa do móvel de 3,0 kg, qual a intensidade da força resultante?
a) 3 N
b) 6 N
c) 9 N
d) 12 N
e) 15 N

3. (UFU) A figura abaixo, é supostamente a reprodução de uma fotografia de um trecho de uma estrada, e a situação que foi fixada na fotografia é o seguinte: o automóvel da esquerda estava percorrendo um trecho horizontal, o do centro estava passando no ponto mais baixo de uma depressão e o da direita estava passando no ponto mais alto de uma elevação.



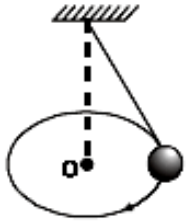
Sabendo-se que os carros eram idênticos e estavam igualmente carregados, e supondo momentaneamente desprezíveis os atritos e sendo N_1, N_2 e N_3 as forças exercidas pela estrada sobre os carros, pode-se afirmar que, no instante fixado na fotografia, sendo **g** constante

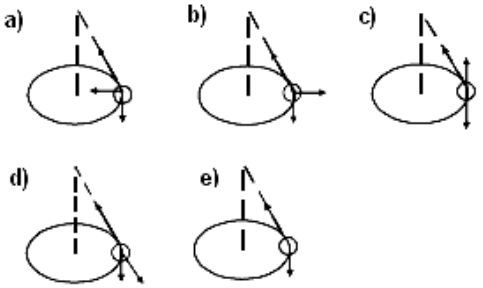
a) $N_1 = N_2 = N_3$
b) $N_1 > N_2 > N_3$
c) $N_2 > N_1 > N_3$
d) $N_3 > N_2 > N_1$
e) $N_2 < N_1 < N_3$

4. (USC) Um carro de massa 600 kg move-se sobre uma pista circular, de raio 80 m, contida num plano horizontal. O coeficiente de atrito entre os pneus e a pista é 0,5. A máxima velocidade que o carro pode ter para fazer a curva sem derrapar é

a) 20 m/s
b) 7,2 m/s
c) 5,5 m/s
d) 72 m/s
e) 20 km/h

5. (CESGRANRIO) Uma esfera de aço suspensa por um fio de aço descreve uma trajetória circular de centro O, em um plano horizontal, no laboratório. As forças exercidas sobre a esfera (desprezando-se a resistência do ar) são:





6. (FEI-SP) Uma partícula descreve uma circunferência com movimento uniforme. Pode-se concluir que:

a) sua velocidade vetorial é constante.
b) sua aceleração tangencial é não-nula.
c) sua aceleração centrípeta tem módulo constante.
d) sua aceleração vetorial resultante é nula.
e) suas acelerações tangencial e resultante são iguais em módulo.

7. (UFSE) Um corpo descreve uma trajetória circular num plano horizontal, em movimento uniforme. Um observador externo pode afirmar que a força resultante sobre ele é:

a) nula.
b) centrípeta.
c) centrífuga.
d) vertical para cima.
e) vertical para baixo.

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

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

Quais afirmativas estão corretas sob o ponto de vista do observador inercial?

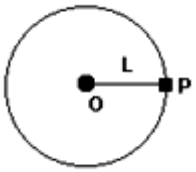
a) Apenas I.
b) Apenas II.
c) II e IV.
d) I, II e III.
e) I, II, III e IV.

9. (UFRS) Selecione a alternativa que completa corretamente as lacunas do período seguinte:
Um satélite movimenta-se em órbita circular em torno da Terra. Nessa situação, o vetor que representa sua velocidade de translação é..... ; o vetor que representa a sua aceleração é ..... e o vetor que representa a força centrípeta que atua sobre ele é..... .

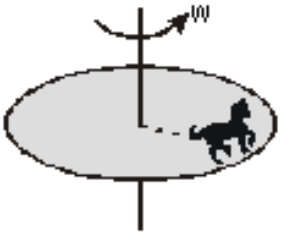
a) constante - constante - constante.
b) constante - variável - variável.
c) constante - constante - variável.
d) variável - constante - constante.
e) variável - variável - variável.

10. (CESGRANRIO-RJ) Na figura, **L** é uma linha de comprimento igual a 0,5 m, fixa em **O**; **P** é uma pedra de 5g em movimento circular. A tensão máxima suportada pela linha é de 25 N. A velocidade máxima da pedra em relação ao ponto O que a linha suporta é de:

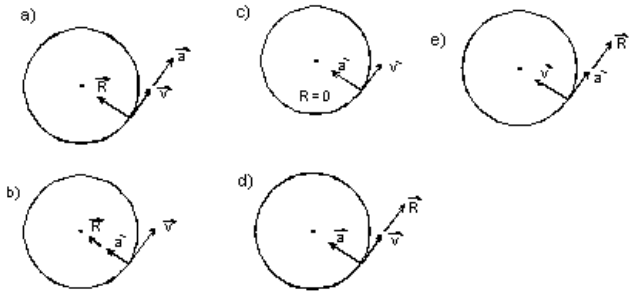
a) 10 m/s
b) 20 m/s
c) 30 m/s
d) 40 m/s
e) 50 m/s



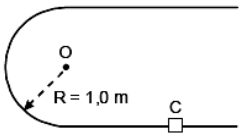
11. (UFPEL) Em um parque de diversões, existe um carrossel que gira com velocidade angular constante, como mostra a figura ao lado.



Analisando o movimento de um dos cavalinhos, visto de cima e de fora do carrossel, um estudante tenta fazer uma figura onde apareçam a velocidade $\vec{v}$, a aceleração $\vec{a}$ e a resultante das forças que atuam sobre o cavalinho, $\vec{R}$. Certamente a figura correta é



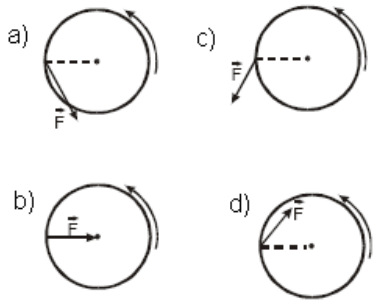
12. (UEL) Um carrinho C, de dimensões desprezíveis é lançado com velocidade de módulo constante 2,0 m/s, ao longo de um trilho curvado em U, como se representa na figura a seguir. A massa do carrinho vale 1,0 kg.



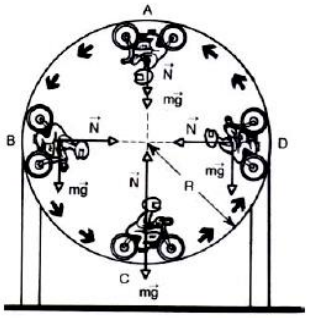
No trecho semi-circular do trilho, o módulo, em newtons, da resultante das forças que atuam sobre o carrinho é igual a
a) 4,0
b) 1,0
c) 2,0
d) 0,50
e) 0,75

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (VUNESP) Um motor é ligado no instante t = 0. Pouco depois, antes do motor atingir a sua rotação máxima, a força resultante em uma partícula P, pertencente à superfície do motor, possui direção e sentido melhor indicado na figura:



2. (UFPEL)



Forças que atuam sobre um motociclista ao percorrer o "globo da morte". A figura mostra um motociclista no "globo da morte", de raio R = 2,5 m, movendo-se no sentido indicado. A massa do conjunto motocicleta mais motociclista é m = 140 kg e v = 7 m/s, a velocidade da motocicleta ao passar pelo ponto A. Adotando g = 10 m/s^2, quais são, respectivamente, em Newtons, no ponto A, os valores da força centrípeta que atua no conjunto motocicleta mais motociclista e o valor da reação normal do globo sobre o conjunto?
a) 392 e 4144
b) 2744 e 4144
c) 2744 e 1400
d) 2744 e 2744
e) 2744 e 1344

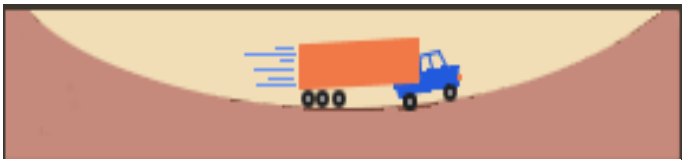
3. Um carrinho de brinquedo cuja massa é 2,0 kg, amarrado na extremidade de uma corda de 0,70 m de comprimento, descreve uma circunferência sobre uma mesa horizontal sem atrito. Se a força máxima que a corda pode agüentar sem romper é de 40N, qual será aproximadamente a velocidade máxima do carrinho nesse dispositivo?
a) 0,37 m/s.
b) 1,8 m/s.
c) 3,7 m/s.
d) 7,4 m/s.
e) nenhuma das anteriores.

4. (Mackenzie) A figura representa a seção vertical de um trecho de rodovia. Os raios de curvatura dos pontos A e B são iguais e o trecho que contém o ponto C é horizontal. Um automóvel percorre a rodovia com velocidade escalar constante. Sendo N_A, N_B e N_C a reação normal da rodovia sobre o carro nos pontos A, B e C, respectivamente, podemos dizer que:

a) $N_B > N_A > N_C$.
b) $N_B > N_C > N_A$.
c) $N_C > N_B > N_A$.
d) $N_A > N_B > N_C$.
e) $N_A = N_C = N_B$.

5. (CESESP-PE) Um caminhão transporta em sua carroceria uma carga de 2,0 toneladas. Determine, em newtons, a intensidade da força normal exercida pela carga sobre o piso da carroceria, quando o veículo, a 30 m/s, passa pelo ponto mais baixo de uma depressão com 300 m de raio.

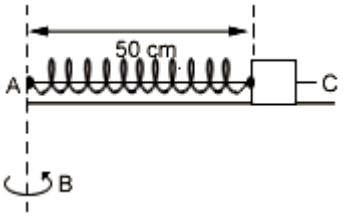
Dado: g = 10 m/s^2



a) $2{,}0 \cdot 10^4$.
b) $2{,}6 \cdot 10^4$.
c) $3{,}0 \cdot 10^4$.
d) $2{,}0 \cdot 10^3$.
e) $3{,}0 \cdot 10^3$. .

6. (UEL) Um carro consegue fazer uma curva plana e horizontal, de raio 100 m, com velocidade constante de 20 m/s. Sendo g = 10 m/s^2, o mínimo coeficiente de atrito estático entre os pneus e a pista deve ser:
a) 0,20.
b) 0,25.
c) 0,30.
d) 0,35.
e) 0,40.

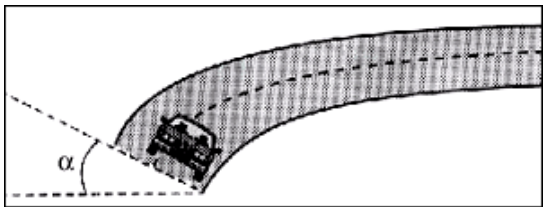
7. (Mackenzie) Um corpo de 1 kg, preso a uma mola ideal, pode deslizar sem atrito sobre a haste AC, solidária à haste AB. A mola tem constante elástica igual a 500N/m e o seu comprimento sem deformação é de 40 cm. A velocidade angular da haste AB quando o comprimento da mola é 50 cm, vale:



a) 5 rad/s.
b) 10 rad/s.
c) 15 rad/s.
d) 20 rad/s.
e) 25 rad/s.

8. (Mackenzie) Um veículo necessita deslocar-se num trecho circunferencial de um autódromo, com velocidade escalar constante de 180 km/h. O raio de curvatura da trajetória é 820 m. Para que esse movimento seja possível, independentemente do atrito entre os pneus e a pista, a estrada deverá apresentar uma sobrelevação, em relação à horizontal, correspondente a um ângulo α mínimo, aproximadamente igual a:

	2°	7°	13°	17°	20°
sen	0,035	0,122	0,225	0,292	0,342
cos	0,999	0,992	0,974	0,956	0,940
tan	0,035	0,123	0,231	0,306	0,364



a) 2°.
b) 7°.
c) 13°.
d) 17°.
e) 20°

9. (Unimes-SP) A figura a seguir mostra esquematicamente um motociclista num Globo da Morte, atração circense em que o motociclista percorre em alta velocidade o lado interno de um globo, de raio R. Considerando a aceleração gravitacional g, podemos dizer que a velocidade mínima com que o motociclista pode passar pelo teto, ponto mais alto do globo, sem se destacar do globo é:

a) $v = \sqrt{Rg}$.
b) $v = Rg$.
c) $v = \sqrt{\frac{R}{g}}$.
d) $v = \frac{R}{g}$.
e) $v = \sqrt{\frac{g}{R}}$.

10. (UnB) Um certo trecho de uma montanha-russa é aproximadamente um arco de circunferência de raio R. Os ocupantes de um carrinho, ao passar por este trecho, sentem uma sensação de aumento de peso. Avaliam que, no máximo, o seu peso foi triplicado. Desprezando os efeitos de atritos, os ocupantes concluirão que a velocidade máxima atingida foi de:

a) $\sqrt{3gR}$.
b) $3\sqrt{gR}$.
c) $2\sqrt{gR}$.
d) $\sqrt{2gR}$.

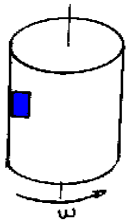
11. (Unisa-SP) Um avião descreve um *looping* num plano vertical, com velocidade de 720 km/h. Para que no ponto mais baixo da trajetória a intensidade da força que o piloto exerce no banco seja o triplo de seu peso, é necessário que o raio do *looping* seja de ($g = 10\ m/s^2$):
a) 0,5 km.
b) 1,0 km.
c) 1,5 km.
d) 2,0 km.
e) 2,5 km.

12. (FDC) Um móvel percorre uma circunferência em movimento uniforme. Para um observador num referencial inercial, a força resultante que atua no móvel tem intensidade
a) nula, pois no movimento uniforme a aceleração é nula.
b) constante, não nula e direção tangente à circunferência.
c) constante, não nula e sentido para fora da circunferência.
d) constante, não nula e sentido para o centro da circunferência.
e) constante, não nula e direção perpendicular ao plano da circunferência.

13. (Fuvest-SP) Um caminhão, com massa total de 10000 kg, está percorrendo uma curva circular plana e horizontal a 72 km/h (ou seja, 20 m/s) quando encontra uma mancha de óleo na pista e perde completamente a aderência. O caminhão encosta então no muro lateral que acompanha a curva e que o mantém em trajetória circular de raio igual a 90 m. O coeficiente de atrito entre o caminhão e o muro vale 0,3. Podemos afirmar que, ao encostar no muro, o caminhão começa a perder velocidade à razão de, aproximadamente:
a) $0{,}07\ m \cdot s^{-2}$.
b) $1{,}3\ m \cdot s^{-2}$.
c) $3{,}0\ m \cdot s^{-2}$.
d) $10\ m \cdot s^{-2}$.
e) $67\ m \cdot s^{-2}$.

14. (OSEC) Uma moto descreve uma circunferência vertical no globo da morte de raio 4 m. A massa total da moto é 150 kg. A velocidade da moto no ponto mais alto é 12 m/s. A força que a moto exerce no globo, em N, é ($g = 10\ m/s^2$).
a) 1.500
b) 2.400
c) 3.900
d) 4.000
e) n.d.a.

15. Determine o coeficiente de atrito do objeto que está em equilíbrio vertical, sabendo que $\omega = 4$ rad/s, R = 20 cm e $g = 10\ m/s^2$

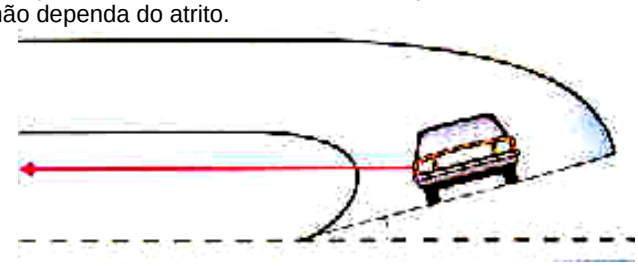


16. Um carro deve fazer uma curva de raio 100 m numa pista plana e horizontal, com velocidade constante e igual a 72 km/h. Admitindo-se $g = 10\ m/s^2$, pergunta-se:

a) qual o coeficiente de atrito para que o carro não saia da pista?

b) a que ângulo q se deve elevar o leito da pista para que o carro possa fazer a mesma curva com velocidade constante de 144 km/h, independente do atrito?

17. Um veículo de 1000 kg percorre, com velocidade de 90 Km/h, uma curva de raio R = 100 m. A estrada é sobrelevada, isto é, sua margem externa é mais elevada em relação à margem interna. Adote g = 10 m/s². Determine o ângulo de sobrelevação **θ** da pista para que a segurança do veículo na curva não dependa do atrito.



18. Um automóvel de massa igual a 1,0 t descreve uma curva circular de raio 100 m com velocidade escalar constante de 10 m/s, em um plano horizontal. Qual a intensidade da força de atrito entre os pneus e a estrada, para evitar que o carro derrape?

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

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

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

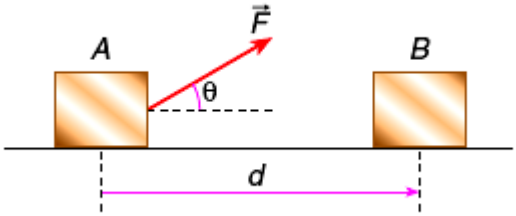
1) A	2) E	3) C	4) B	5) B
6) E	7) B	8) D	9) A	10) A
11) D	12) D	13) B	14) C	15) $\mu \geq 0{,}125$
16) a) $\mu = 0{,}4$ b) $\theta \cong 58^o$		17) tg**θ** = 0,625		18) 1000N

MÓDULO 11

TRABALHO E POTÊNCIA

1- TRABALHO DE UMA FORÇA CONSTANTE.

O trabalho de uma força é a medida da energia que a força transfere num deslocamento. Considerando uma situação pratica na qual uma pessoa puxa uma caixa ao longo de um piso horizontal, considerando a força aplicada constante, o trabalho realizado é dado por:



$$\boxed{W = F.d.\cos\theta}$$

- forças perpendiculares ao deslocamento não realizam trabalho $(\theta = 90^0)$.

- forças que realizam trabalho apresentam uma componente na direção do deslocamento.

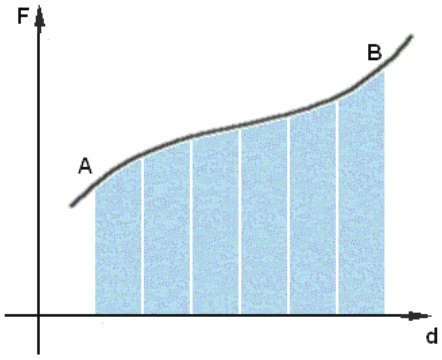
- Trabalho motor → W > 0 → favorece o movimento.

- Trabalho resistente → W < 0 → dificulta o movimento.

- Unidade de trabalho no SI → JOULE (J)

2- MÉTODO GRÁFICO

O cálculo do trabalho realizado por uma força paralela ao deslocamento, seja de intensidade variável ou constante, é dado, numericamente, pela área da figura determinada pela linha do gráfico e o eixo do deslocamento, dentro do intervalo considerado.



$$\boxed{W \overset{N}{=} ÁREA}$$

3- FORÇAS CONSERVATIVAS E DISSIPATIVAS

Forcas conservativas: são forças que, entre dois pontos, realizam o mesmo trabalho por qualquer trajetória seguida.

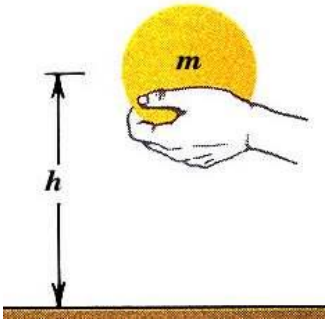
Exemplos: peso, força elástica, força elétrica, etc.

Forças dissipativas: são forças que, entre dois pontos, realizam trabalhos diferentes para trajetórias distintas.

Exemplos: força de atrito, força de resistência do ar, etc.

4- TRABALHO DO PESO

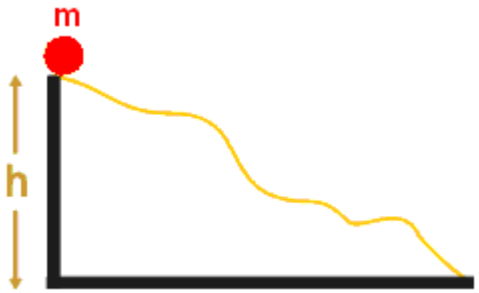
Consideremos um corpo de massa m lançado do solo, verticalmente para cima, atingindo uma altura *h*, ou abandonado dessa mesma altura em relação ao solo, num local onde a aceleração da gravidade é igual a *g*. Como o corpo fica sujeito à força *P*, ele realiza um trabalho resistente durante a subida e um trabalho motor durante a descida.



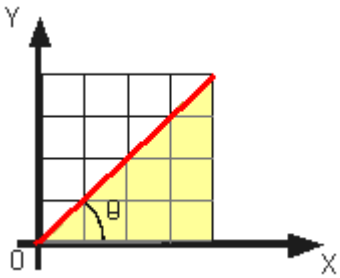
$$W_p = \pm m.g.h$$

OBS.:
- **W_p (-) → subida**
- **W_p (+) → descida**
- **W_p = 0 → corpo em movimento na horizontal**
- O trabalho da força peso não depende da trajetória descrita, depende apenas do desnível sofrido pelo corpo.

O trabalho da força peso independe da trajetória percorrida, depende apenas do desnível entre as posições inicial e final do corpo. Forças com estas características são chamadas *forças conservativas*.



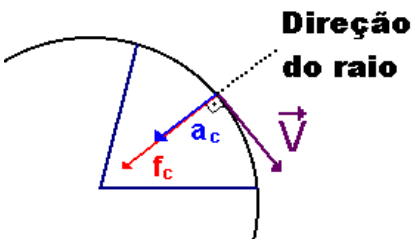
5- TRABALHO DA FORÇA ELÁSTICA: como a força elástica é uma força de intensidade variável, o seu trabalho é determinado pela área do diagrama.



$$W = \frac{K.x^2}{2}$$

O trabalho da força elástica é independente da trajetória do seu ponto de aplicação.

6- TRABALHO DA FORÇA CENTRÍPETA: a força centrípeta, em todos os instantes e em qualquer ponto da trajetória, é perpendicular a direção do deslocamento (α = 90°).



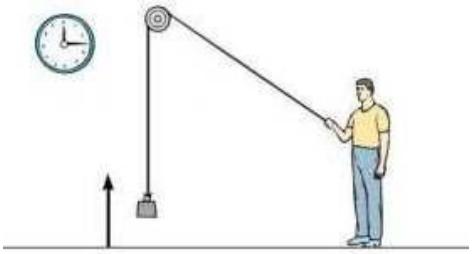
- O trabalho da força centrípeta é sempre nulo.

7- TRABALHO DA FORÇA RESULTANTE: quando varias forças atuam sobre um corpo que sofre um deslocamento, o trabalho da força resultante é dado pela soma algébrica realizados por cada uma das forças.

$$W_R = W_{F_1} + W_{F_2} + ... + W_{F_n}$$

8- POTÊNCIA DE UMA FORÇA

A potência é uma grandeza escalar que mede a rapidez com que o trabalho é realizado.



8.1- POTÊNCIA MÉDIA: é o quociente entre o trabalho realizado no intervalo de tempo corresponde.

$$P_m = \frac{W}{\Delta t}$$ Unidade no S.I.= W (Watt)

$$P_m = \frac{F.d.\cos\alpha}{\Delta t}, onde \frac{d}{\Delta t} = v_m$$

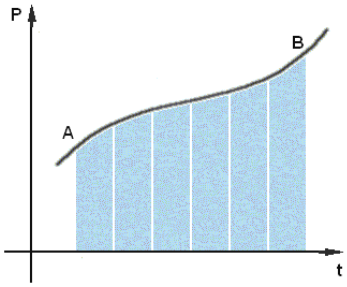
$$P_m = F.v_m.\cos\alpha$$

***8.2*- POTÊNCIA INSTANTÂNEA:**

Quando se quer conhecer a potência desenvolvida num determinado instante, troca-se a velocidade média (v_m) pela velocidade instantânea (v).

$$P = F.v.\cos\alpha$$

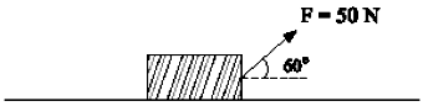
8.3- MÉTODO GRÁFICO



$$W \overset{N}{=} ÁREA$$

EXERCÍCIOS DE AULA

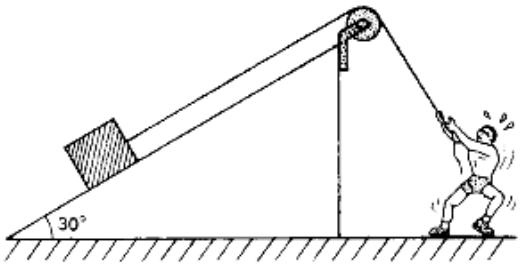
1. (VUNESP) Uma caixa de 10 kg, inicialmente em repouso sobre uma superfície áspera e plana, é deslocada por uma força de módulo 50 N que faz um ângulo de 60º com a horizontal. A força de atrito, entre a caixa e a superfície, tem módulo 10 N



a) Calcule o trabalho realizado pela força de 50 N para deslocar a caixa por uma distância de 3 m.

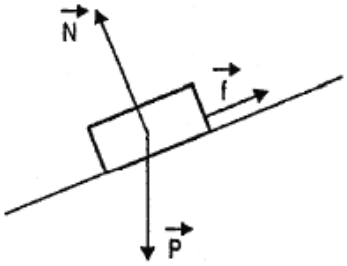
b) Determine a velocidade da caixa ao completar o deslocamento desses 3 m.

2. (UFBA) A figura abaixo representa um homem que puxa uma corda através de uma roldana, com uma força constante, arrastando, com deslocamento de 6,0 m e velocidade constante, uma caixa de 6,0 . 10^2 N de peso ao longo do plano inclinado que forma 30º com a horizontal. Considera-se que as forças de atrito e a resistência do ar são desprezíveis, que a corda e a roldana são ideais e que



Determine, em 10^2 J, o trabalho da força exercida pelo homem.

3. (UCSAL) Um corpo desce por uma ladeira, submetido às forças: $\vec{P}$ (peso), $\vec{N}$ (normal) e $\vec{f}$ (atrito).



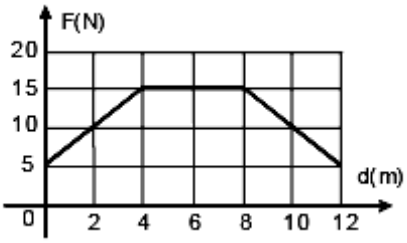
Acerca dos trabalhos realizados por essas forças, no deslocamento considerado, foram feitas as afirmativas:

I - O trabalho do peso é motor.
II - O trabalho da normal é resistente.
III - O trabalho do atrito é negativo.

Pode-se afirmar que

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

4. (UEL) Um corpo desloca-se em linha reta sob ação de uma única força paralela à sua trajetória. No gráfico representa-se a intensidade F da força em função da distância percorrida pelo corpo **d**.



Durante os doze metros de percurso, indicados no gráfico, qual foi o trabalho realizado pela força que atua sobre o corpo?
a) 100 J
b) 120 J
c) 140 J
d) 180 J
e) 200 J

5. (FUVEST) Um elevador de 1.000 kg sobe uma altura de 60 m, em meio minuto. Adote g = 10 m/s².
a) Qual a velocidade média do elevador?

b) Qual a potência média desenvolvida pelo elevador?

6. (FGV) Um veículo de massa 1.500 kg gasta uma quantidade de combustível equivalente a 7,5 . 10^6 J para subir um morro de 100 m e chegar até o topo. O rendimento do motor do veículo para essa subida será de
a) 75%
b) 40%
c) 60%
d) 50%
e) 20%

EXERCÍCIOS PROPOSTO

1. (FDC) Considere as proposições abaixo sobre a grandeza física **trabalho**.

I - Trabalho é realizado por uma força num deslocamento.
II - Trabalho é uma grandeza vetorial.
III - Trabalho não depende do referencial.

Pode-se afirmar que somente
a) I é correta.
b) II é correta.
c) III é correta.
d) I e II são corretas.
e) II e III são corretas.

2. (UFAL) Considere um corpo sendo arrastado sobre uma superfície horizontal não-lisa, em movimento uniforme. Considere as afirmações I, II e III a seguir.

I – O trabalho da força de atrito é nulo.
II – O trabalho da força-peso é nulo.
III – A força que arrasta o corpo é nula.

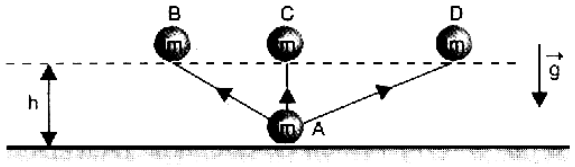
Dentre as afirmações I, II e III:
a) é correta I, somente;
b) é correta II, somente;
c) é correta III, somente;
d) são corretas I e II;
e) são incorretas I, II e III.

3. (FURG) - Analise as afirmações sobre trabalho mecânico apresentadas abaixo.

I – O trabalho realizado pela força resultante que age sobre um corpo que se move com velocidade constante é nulo.
II – O trabalho realizado pela força de atrito que age sobre um corpo que se move com velocidade constante é nulo.
III – O trabalho realizado pela força peso que age sobre um corpo em movimento é sempre nulo.

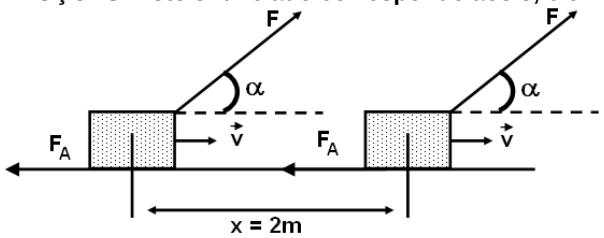
Pode-se afirmar que:
a) Apenas I está correta
b) Apenas II está correta.
c) Apenas I e III estão corretas.
d) Apenas III está correta.
e) Todas estão corretas.

4. (UFSM)



Conforme a figura, um corpo de massa m é elevado contra o campo gravitacional g com velocidade constante, passando da posição A para as posições B ou C ou D. Desprezando qualquer tipo de atrito, o trabalho realizado é
a) maior na trajetória AD.
b) menor na trajetória AD.
c) menor na trajetória AC.
d) igual somente nas trajetórias AB e AD.
e) igual em todas as trajetórias.

***INSTRUÇÕES**:* **Este enunciado corresponde aos 5, 6 e 7.**



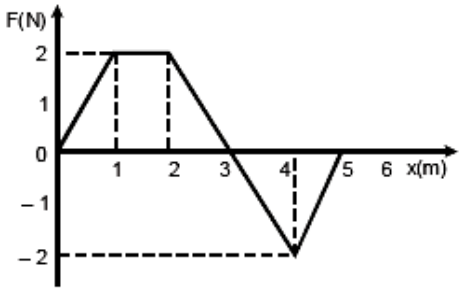
5. Na figura acima F = 100N, sen α = 0,6, cos α = 0,8, F_A = 50N e x = 2m. O trabalho da força F é:
a) 100J
b) 200J
c) 120J
d) 160J
e) 80J

6. O trabalho realizado pelo peso do corpo e o realizado pela componente vertical da força F valem, respectivamente:
a) 100J e 100J
b) nulo e nulo
c) 100J e nulo
d) 200J e nulo
e) nulo e 100J

7. O trabalho da força de atrito é resistente e igual a:
a) -50J
b) -100J
c) 200J
d) 50J
e) 100J

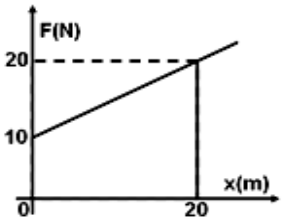
8. (UFSCAR) Um bloco de 10 kg se movimenta em linha reta sobre uma mesa lisa, em posição horizontal, sob a ação de uma força variável que atua na mesma direção do movimento, conforme mostra o gráfico abaixo. O trabalho realizado pela força quando o bloco se desloca da origem até o ponto x= 6m, é em joules, de:

a) 1
b) 6
c) 4
d) zero
e) 2

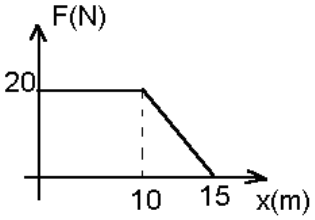


9. (SANTA CASA-SP) A resultante das forças que atuam em uma partícula de 0,1kg de massa inicialmente em repouso, é representada, em função do deslocamento, pelo gráfico figurado. O trabalho desenvolvido pela força para efetuar o deslocamento de 20m, foi igual a:

a) 300J
b) 600J
c) 400J
d) 800J
e) 1000J



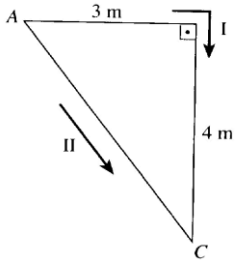
10. (UCS) A força resultante que age numa partícula de 2kg varia em função da posição, conforme gráfico abaixo. Pode-se afirmar que a partícula de



a) 10 m a 15 m executa um movimento com aceleração negativa.
b) 0 m a 10 m executa um movimento retilíneo uniforme (MRU).
c) 0 m a 10 m recebe da força um trabalho de 200 J.
d) 0 m a 10 m executa um movimento com aceleração nula.
e) 10 m a 15 m recebe da força um trabalho de 100 J.

11. (Mackenzie-SP) Uma força conservativa realiza um determinado trabalho no deslocamento de um corpo do ponto A até o ponto C, quando este segue a trajetória I. Se o deslocamento do corpo tivesse ocorrido pela trajetória II, este trabalho seria:

a) o mesmo.
b) 5/7 do anterior.
c) 7/5 do anterior.
d) metade do anterior.
e) 2 vezes do anterior.



12. (UFPEL) Uma partícula desloca-se em movimento circular uniforme num plano horizontal sem atrito. Podemos afirmar que:
a) o trabalho realizado pela força resultante é nulo.
b) o trabalho realizado pela força resultante depende da velocidade da partícula.
c) o trabalho realizado pela força resultante depende do número de voltas realizado pela partícula.
d) o trabalho realizado pela força resultante é igual à energia cinética da partícula.
e) nenhuma das afirmações é verdadeira.

13. (UCSAL) Um carregamento de tijolos, de massa total 400 kg, deve ser elevado até altura de 30 m em 5,0 minutos. Os tijolos são colocados em uma caixa de massa 100 kg e um motor realiza esta tarefa. Adotando g = 10 m/s^2, a potência mínima do motor deve ser, em watts, de
a) 5,0 . 10^2
b) 5,0 . 10^3
c) 5,0 . 10^4
d) 5,0 . 10^5
e) 5,0 . 10^6

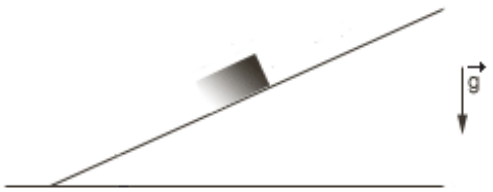
14. (MACK) Um motor de potência 375 W é utilizado para elevar verticalmente, com velocidade constante, a uma altura de 15 m, uma carga de peso 400 N, em 20 s. O rendimento desse motor é
a) 50%
b) 60%
c) 70%
d) 80%
e) 90%

15. (UFCE) Num local onde a aceleração da gravidade vale 10 m/s^2, eleva-se, de 50 cm, uma esfera de massa igual a 100 g, em um intervalo de tempo de 5,0 s, com velocidade constante. O trabalho e a potência úteis desenvolvidos nesse processo são, respectivamente,
a) 0,5 J e 0,1 W
b) 0,5 J e 1,0 W
c) 10 J e 1,0 W
d) 10 J e 2,0 W
e) 50 J e 2,0 W

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

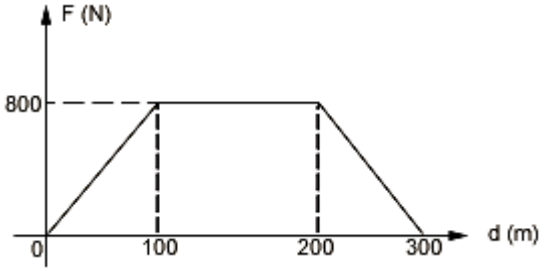
1. (PUC-MG) Um corpo de massa 0,30 kg, preso por um fio, gira em movimento circular e uniforme, de raio 50 cm, sobre uma superfície horizontal lisa. O trabalho realizado pela força de tração do fio, durante meia volta, vale:
a) zero.
b) 6,3J.
c) 10J.
d) 1,0J.
e) 3,1J.

2. (UFSCAR) O bloco da figura desce espontaneamente o plano inclinado com velocidade constante, em trajetória retilínea.



Desprezando-se qualquer ação do ar, durante esse movimento, atuam sobre o bloco:
a) duas forças, e ambas realizam trabalho.
b) duas forças, mas só uma realiza trabalho.
c) três forças, e todas realizam trabalho.
d) três forças, mas só duas realizam trabalho.
e) três forças, mas só uma realiza trabalho.

3. (Uniube-MG) Um carro move-se em trajetória retilínea. O gráfico da força $\vec{F}$ que atua paralelamente à sua trajetória em função do deslocamento é apresentado a seguir. O trabalho dessa força de 0 a 300 m vale:



a) 800J.
b) 320J.
c) 320kJ.
d) 160kJ.
e) 8000J.

4. (UESPI) Um corpo de 80N é lançado do solo, verticalmente para cima, e atinge a altura de 2,0 m. O trabalho da força peso durante a subida é igual a:
a) zero.
b) 160J.
c) -160J.
d) 120J.
e) -120J.

5. (UESB-BA) Um poste de madeira, cilíndrico, homogêneo, de massa 150 kg e comprimento 3,2 m está caído numa estrada horizontal. O trabalho que se deve realizar para colocá-lo na vertical, em joules, é de:

Dado: $g = 10\ m/s^2$.

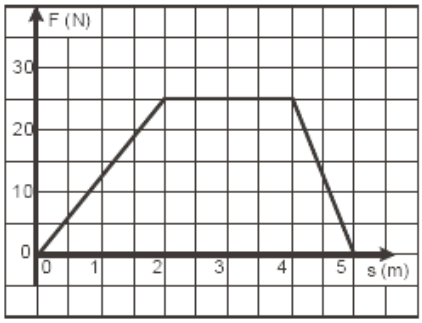
a) 1,5·10^4.
b) 9,0·10^3.
c) 4,8·10^3.
d) 3,8·10^3.
e) 2,4·10^3.

6. (UEL) Um guindaste ergue um fardo, de peso 1,0·10^{3}N, do chão até 4,0 m de altura, em 8,0 s. A potência média do motor do guindaste, nessa operação, em watts, vale:
a) 1,0·10^2.
b) 2,0·10^2.
c) 2,5·10^2.
d) 5,0·10^2.
e) 2,0·10^3.

7. (UEL) Uma mola, submetida à ação de uma força de intensidade 10 N, está deformada de 2,0 cm. O módulo do trabalho realizado pela força elástica na deformação de 0 a 2,0 cm foi, em joules, de
a) 0,1
b) 0,2

c) 0,5
d) 1,0
e) 2,0

8. (UEL) Uma força de intensidade variável atuou sobre um corpo, inicialmente em repouso, deslocando-o em linha reta ao longo de 5,00 m. O gráfico representa como variou a intensidade dessa força durante o percurso.



Qual foi o trabalho realizado pela força para fazer o corpo percorrer os 5,00 m?
a) 5,00 J
b) 25,0 J
c) 87,5 J
d) 125 J
e) 175 J

9. (UEL) Um operário ergue, do chão até uma prateleira a 2,0 m de altura, uma saca de soja de massa 60 kg, gastando 2,5 s na operação. A potência média dispendida pelo operário, em watts, é, no mínimo,
a) $2,4 \cdot 10^2$
b) $2,9 \cdot 10^2$
c) $3,5 \cdot 10^2$
d) $4,8 \cdot 10^2$
e) $6,0 \cdot 10^2$

10. (FUVEST) Um pai de 70 kg e seu filho de 50 kg pedalam lado a lado, em bicicletas idênticas, mantendo sempre velocidade uniforme. Se ambos sobem uma rampa e atingem um patamar plano, podemos afirmar que, na subida da rampa até atingir o patamar, o filho, em relação ao pai
a) realizou mais trabalho.
b) realizou a mesma quantidade de trabalho.
c) possuía mais energia cinética.
d) possuía a mesma quantidade de energia cinética.
e) desenvolveu potência mecânica menor.

11. (UEL) Uma usina hidroelétrica foi construída para se aproveitar uma queda de água de 10 metros de altura. Se a vazão da água é da ordem de $5 \cdot 10^2$ metros cúbicos por segundo, qual a potência máxima disponível para geração de eletricidade nesta usina?
a) $5 \cdot 10^3$ watts
b) $5 \cdot 10^4$ watts
c) $5 \cdot 10^5$ watts
d) $5 \cdot 10^6$ watts
e) $5 \cdot 10^7$ watts

12. (ACAFE) Um fabricante de automóveis afirma que um determinado modelo de seus carros, de massa m = 1000kg, acelera uniformemente do repouso até uma velocidade de módulo v = 30m/s (108 km/h) em 10s. Neste intervalo de tempo, a potência média desenvolvida pelo carro, em kW, é:
a) 126
b) 100
c) 3
d) 150
e) 45

13. (UFR) Um elevador (A) transporta 1.000kg em 10 min., e um outro elevador (B), 200kg em 2 min. Ambos percorrem a mesma altura h. Podemos afirmar que:
a) A é mais potente que B
b) A e B realizam o mesmo trabalho.
c) A realiza maior trabalho que B e ambos são igualmente potentes.
d) A, por transportar maior massa que B, é menos potente que B.
e) A realiza menor trabalho que B.

14. (UFPR) Em uma obra é necessário elevar um objeto que pesa 1865N a uma altura de 30m. Dispõe-se de um motor de 1hp para realizar o serviço. Qual o tempo mínimo, em segundo, para erguer este objeto com velocidade constante?
Considere 1hp = 746W
a) 50s
b) 60s
c) 70s
d) 75s
e) 80s

15. (FGV) Uma máquina de levantamento deslocou verticalmente com velocidade constante 10 sacas de café do chão até uma altura de 15 m em 18 segundos. Dado que cada saca pesa 60 kg, a potência do motor que aciona a máquina de levantamento é (desprezando possíveis perdas e considerando $g = 10\ m/s^2$.
a) 90.000 J
b) 5 KW
c) 5 KJ
d) 0,5 KW
e) 50 KW

16. (UCSAL) Um carregamento de tijolos, de massa total 400 kg, deve ser elevado até altura de 30 m em 5,0 minutos. Os tijolos são colocados em uma caixa de massa 100 kg e um motor realiza esta tarefa. Adotando $g = 10\ m/s^2$, a potência mínima do motor deve ser, em watts, de
a) $5,0 \cdot 10^2$
b) $5,0 \cdot 10^3$
c) $5,0 \cdot 10^4$
d) $5,0 \cdot 10^5$
e) $5,0 \cdot 10^6$

17. (UFES) Uma partícula de massa 50 g realiza um movimento circular uniforme quando presa a um fio ideal de comprimento 30 cm. O trabalho total realizado pela tração no fio, sobre a partícula, durante o percurso de uma volta e meia, é:
a) 0
b) 2p J
c) 4p J
d) 6p J
e) 9p J

18. (UNIVALI) Um elevador de 500 kg de massa eleva até 45 m, em 90 segundos, 6 pessoas de 80 kg de massa cada uma, tendo velocidade constante. A aceleração da gravidade é 9,8 m/s^2. Desprezando as forças dissipativas, a potência do motor, em W, é:
a) 2450.
b) 490.
c) 106.
d) 4802.
e) 980.

19. (FUVEST) Uma esteira rolante transporta 15 caixas de bebida por minuto, de um depósito no subsolo até o andar térreo. A esteira tem comprimento de 12 m, inclinação de 30° com a horizontal e move-se com velocidade constante. As caixas a serem transportadas já são colocadas com a velocidade da esteira. Se cada caixa pesa 200N, o motor que aciona esse mecanismo deve fornecer a potência de:

a) 20W.
b) 40W.
c) 300W.
d) 600W.
e) 1800W.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) A	2) B	3) A	4) E	5) D
6) B	7) B	8) E	9) A	10) C
11) A	12) A	13) A	14) D	15) A

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

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

MÓDULO 12

ENERGIA MECÂNICA

1- ENERGIA

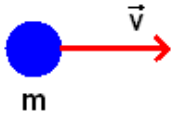
A energia (grandeza escalar) relaciona-se diretamente com o trabalho. Se um sistema físico possui energia, ele é capaz de realizar trabalho.

De acordo com sua fonte, a energia recebe uma denominação: ela pode ser energia mecânica, elétrica, luminosa, sonora, nuclear, etc. Essas diferentes formas de energia são intercambiáveis, isto é, podem ser transformadas de um tipo em outro, tanto por processos naturais como artificiais. O **princípio da conservação de energia** diz: *a energia não pode ser criada nem destruída, somente pode ser transformada de uma forma em outra.*

A unidade de energia no S.I. é o Joule (J).

2- ENERGIA CINÉTICA

É a energia associada ao estado de movimento do corpo. A energia cinética é uma grandeza relativa, pois é função da velocidade que depende do referencial. Assim, uma mesma partícula pode ter, ao mesmo tempo, energia cinética nula para um referencial e não nula para outro referencial.



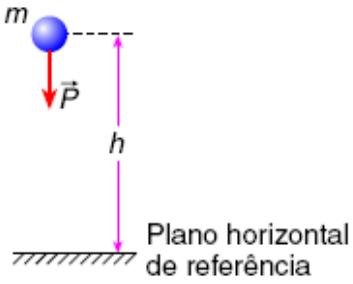
$$E_c = \frac{mV^2}{2}$$

3- ENERGIA POTENCIAL

A energia potencial é a energia armazenada num sistema físico e pode ser transformada em energia cinética.

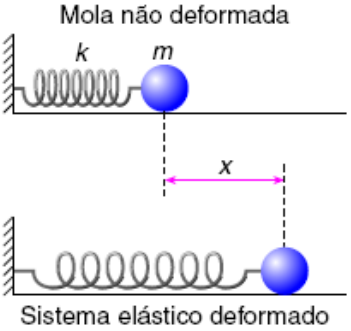
A energia potencial depende da posição do corpo, de um sistema de corpos ou da posição relativa entre as duas partes.

a- E_p. gravitacional: está associada à posição de um corpo no campo gravitacional da terra.



$$E_p = m.g.h$$

b- E_p. Elástica: está associada às deformações elásticas que os corpos apresentam quando sofrem a ação de forças da tração ou de compressão.



$$E_p = \frac{k.x^2}{2}$$

4- ENERGIA MECÂNICA: é a soma das energias cinéticas e potencial.

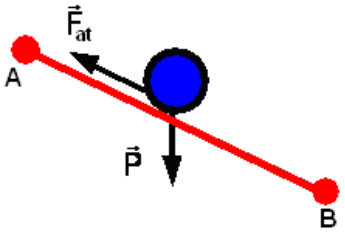
$$E_M = E_C + E_P$$

5- PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA: na ausência de forças dissipativas (força de atrito, resistência do ar, etc.) isto é, em um sistema conservativo, a energia mecânica permanece constante.

$$E_M = E_C + E_P = CTE$$

Nos sistemas conservativos, ocorrem, exclusivamente, transformações de energia cinética em potencial e vice-versa. O trabalho realizado por forças conservativas (força peso, força elástica) entre dois pontos não depende da trajetória entre os dois pontos.

OBS: No caso de haver força de atrito, a energia mecânica não permanecerá constante.



Neste caso, $E_{M_B} < E_{M_A}$ pois, parte da energia é dissipada por atrito.

Trabalho da força de atrito: $W_{Fa_{AB}} = \Delta E_{M_{AB}}$

6- TEOREMA DA ENERGIA CINÉTICA: o trabalho da força resultante que agem num ponto material é igual a variação da energia cinética.

$$W = \Delta E_C = E_{CF} - E_{CI}$$

OBS.: é válido para qualquer tipo de sistema (conservativo ou dissipativo).

7- VARIAÇÃO DA ENERGIA POTENCIAL: associa-se o conceito de energia potencial sempre que no sistema atuarem somente forças conservativas.

$$W = -\Delta E_P = E_{PI} - E_{PF}$$

EXERCÍCIOS DE AULA

1. (VUNESP) Um corpo de massa 3,0 kg desloca-se livremente, em movimento retilíneo uniforme, sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa, com velocidade de 4,0 m/s. A partir de certo momento, a superfície se torna áspera e, devido à força de atrito constante, o corpo pára.

a) Calcule a energia dissipada pela força de atrito que atuou no corpo.

b) Sabendo que a força de atrito atuou durante 2,0 segundos, calcule o módulo
(intensidade) dessa força.

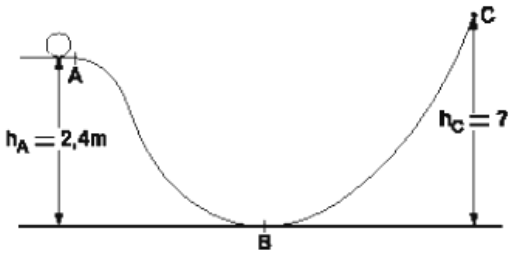
2. (MACK) Um corpo é lançado do solo, verticalmente para cima, com velocidade de 8 m/s. Nesse local a resistência do ar é desprezível e a aceleração da gravidade tem módulo 10 m/s^2. No instante em que a energia cinética desse corpo é igual à metade da que possuía no lançamento, ele se encontra a uma altura de
a) 3,2 m
b) 2,4 m
c) 2,0 m
d) 1,6 m
e) 1,2 m

3. (FATEC) Uma caixa de clipes para prender papéis, de massa 50 g, caiu de uma mesa de 1,0 m de altura. Sabendo-se que ao atingir o piso a velocidade da caixa era de 4,0 m/s, pode-se concluir que a energia mecânica perdida na queda, em joules, foi igual a

(Dado: g =10 m/s^2)

a) 0,010
b) 0,040
c) 0,050
d) 0,10
e) 0,50

4. (FATEC) A figura mostra um objeto de 4 kg que desliza por uma pista que para ele não apresenta atrito. O objeto passa pelo ponto B, que é o ponto mais baixo da pista, com velocidade de 8 m/s.

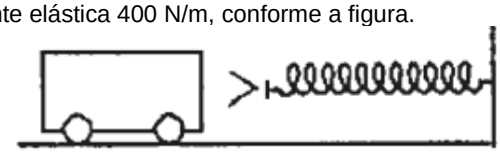


A velocidade com a qual esse objeto passou pelo ponto A e a altura do ponto C, que é o ponto mais alto atingido pelo objeto, são, respectivamente,

(Dado: g =10 m/s^2)

a) 8 m/s e 2,4 m
b) 6,0 m/s e 2,8 m
c) 6 m/s e 2,4 m
d) 4 m/s e 6,0 m
e) 4 m/s e 3,2 m

5. (FDC) Um carrinho, de massa 4,0 kg, desliza horizontalmente com velocidade de 5,0 m/s, quando colide com uma mola de constante elástica 400 N/m, conforme a figura.

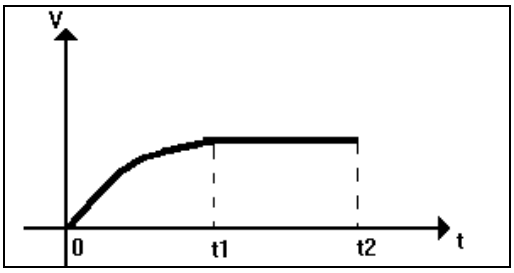


Desprezando a ação de forças dissipativas, a máxima deformação produzida na mola vale, em cm,
a) 50
b) 40
c) 30
d) 20
e) 10

6. (MACK) Um corpo de 200 g é lançado do solo, verticalmente para cima, com energia cinética de 30 J. A aceleração gravitacional no local vale 10 m/s2 e, durante a subida, 20% da energia mecânica é perdida. A altura máxima atingida por esse corpo é de
a) 6 m
b) 8 m
c) 10 m
d) 12 m
e) 15 m

EXERCÍCIOS PROPOSTO

1. (FURG) Uma gota de chuva, com velocidade nula, de uma grande altura e cai verticalmente. Sabe-se que sobre a gota atua uma força de resistência do ar, cuja intensidade aumenta com o aumento da velocidade da gota. O gráfico abaixo mostra o valor da velocidade da gota em função do tempo.



Analise as seguintes afirmativas.

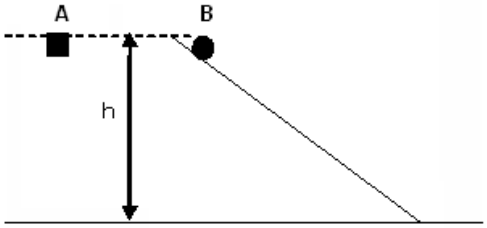
I – No intervalo de 0 a t1, o aumento de energia cinética da gota é igual ao decréscimo de sua energia potencial gravitacional.

II – No intervalo de t1 a t2, onde a energia cinética da gota não varia, sua energia potencial gravitacional também não varia.

III – No intervalo de 0 a t2 a energia mecânica da gota varia.

Estão corretas
a) apenas a I
b) apenas a II
c) apenas a III
d) apenas a I e II
e) todas

2. (UFPEL) Dois móveis A e B são abandonados simultaneamente de uma altura h acima do solo. O móvel A cai em queda livre e o móvel B escorrega por um plano inclinado sem atrito. Podemos afirmar que:



a) A atinge o solo ao mesmo tempo que B e com velocidade maior do que B;
b) A atinge o solo ao mesmo tempo que B e com velocidade menor do que B;
c) A atinge o solo ao mesmo tempo que B e com velocidade igual à de B;
d) A atinge o solo antes do B e com velocidade maior do que B;
e) A atinge o solo antes de B e com velocidade igual à de B.

3. (UFPEL) Três afirmações são apresentadas a seguir:

I – Sempre que a energia cinética de uma partícula cresce; a potencial decresce.

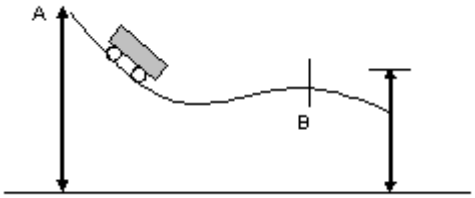
II –Se a energia cinética de uma partícula é constante, o trabalho total realizado sobre ela é nulo.

III – A força peso sempre realiza trabalho nulo.

Dessas afirmações, pode-se dizer que apenas
a) a I está correta.
b) a I e a II estão corretas.
c) a II e a III estão corretas.
d) a I e a III estão corretas.
e) a II está correta.

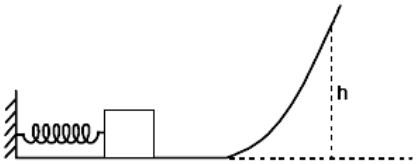
4. (PUCCAMP) A figura mostra uma montanha-russa, onde o carrinho percorre o trilho ABC sem que ocorra dissipação (perda) de energia. Se o carrinho partir do ponto A, sem velocidade inicial, ele passará pelo ponto B com velocidade igual a:

(Dados: h_A = 15,0 m ; h_B = 11,8 m; g = 10 m/s^2.)



a) 17,0 m/s
b) 6,0 m/s
c) 7,0 m/s
d) 8,0 m/s
e) 12,0 m/s

5. (UFCE) Um corpo de massa m = 1,6 kg é comprimido contra a mola, de constante elástica k = 4,0 . 10^2 N/m. Ele é abandonado do repouso quando a deformação da mola é de 20 cm. (Dado: g = 10 m/s^2)



Pode-se afirmar que ele atingirá, no máximo, uma altura **h**, em metros, igual a
a) 2,0
b) 1,5
c) 1,0
d) 0,50
e) 0,25

6. (FURG) Um objeto de massa 0,2 kg é lançado verticalmente para cima com uma energia cinética de 1000 J. Durante a subida, uma energia de 200 J é dissipada devido ao atrito com o ar. Considere g = 10 m/s^2. A altura máxima atingida pelo objeto é:
a) 200 m
b) 400 m
c) 500 m
d) 800 m
e) 1000 m

7. (Unisinos) Uma bola de massa 200g é lançada do solo, verticalmente para cima, com velocidade inicial de 10 m/s. Desconsiderando o atrito com o ar, no ponto mais alto de sua trajetória, a energia cinética da bola será....., enquanto sua aceleração terá módulo.....
As lacunas são corretamente preenchidas, respectivamente, por
a) 10 J; 10 m/s^2

b) 20 J; 5 m/s^2
c) 10 J; nulo
d) nula; 10 m/s^2
e) nula; nulo.

8. (OSEC–SP) Um corpo de 2 Kg é empurrado contra uma mola cuja constante elástica é de 500 N/m comprimindo-a de 20 cm. Ele é liberado e a mola o projeta ao longo de uma superfície lisa e horizontal, que termina numa rampa inclinada. Determine a altura (em cm) atingida pelo corpo
a) 50 cm
b) 60 cm
c) 70cm
d) 80 cm
e) 100 cm

9. (FUVEST) Uma rampa forma um ângulo de 30º com a horizontal. Nessa rampa um homem percorre uma distância de 4 m levando um carrinho de mão onde se encontra um objeto de 60 kg. Qual a maior energia potencial que o objeto pode ganhar?
a) 1200 J
b) 600 J
c) 100 J
d) 150 J
e) 300 J

10. (UFSM) Um ciclista desce uma ladeira com forte vento pela frente, deslocando-se com velocidade constante. Pode-se afirmar que as variações das energias cinética (ΔE_c) e potencial gravitacional (ΔE_p) são

a) (ΔE_c) = 0 e (ΔE_p) = 0

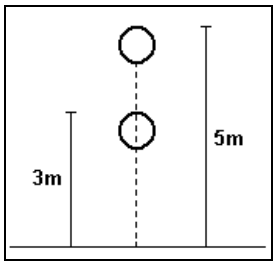
b) (ΔE_c) > 0 e (ΔE_p)< 0

c) (ΔE_c) = 0 e (ΔE_p) > 0

d) (ΔE_c) < o e (ΔE_p) < 0

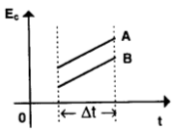
e) (ΔE_c) = 0 e (ΔE_p) < 0

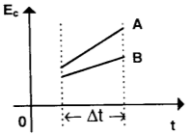
11. (PUC) Uma bola de massa igual a 500 g cai em queda livre uma altura de 5 m, choca-se contra solo e retorna até uma altura de 3 m, como mostra a figura.

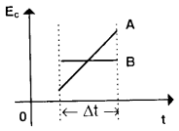


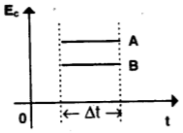
Sendo a aceleração da gravidade g = 10 m/s^2, a energia dissipada em atrito com o solo durante a colisão, em J, foi de:
a) 10
b) 20
c) 30
d) 40
e) 50

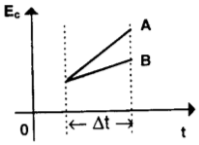
12. (UFRS) Dois objetos A e B deslocam-se em movimento retilíneo uniforme, sendo a velocidade de A maior do que a de B. Qual dos gráficos da energia cinética (E_c) contra o tempo (t) representa corretamente essa situação?

a)


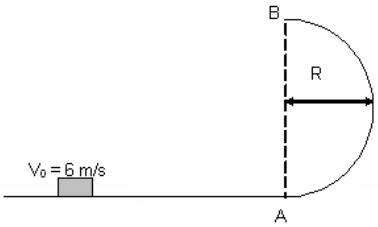
b)


c)


d)


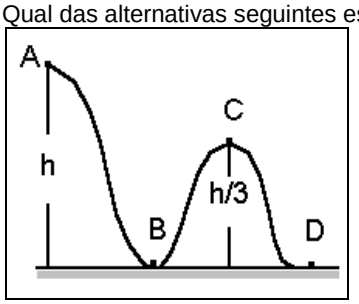
e)


13. Um pequeno bloco desliza em um plano horizontal liso com velocidade de 6 m/s. Em A ele é obrigado a percorrer a pista semicircular AB, lisa, no plano vertical, de raio R = 0,50 m.



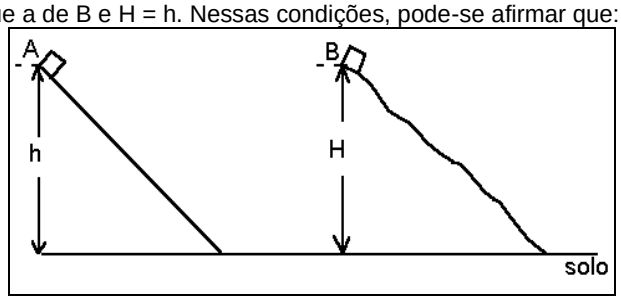
Sendo g = 10 m/s^2, calcule a velocidade do bloco ao passar por B.

14. (FURG) Uma pequena esfera de massa igual a 1 kg desliza, sem atrito, ao longo de um trilho ABCD mostrado na figura abaixo. Em A, a energia cinética da esfera é 5J e sua energia potencial 27 J. Qual das alternativas seguintes está correta?



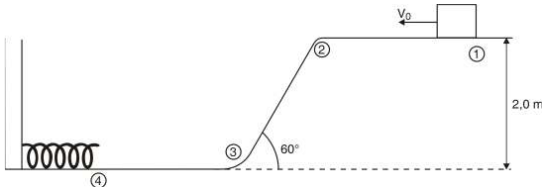
a) A energia cinética em C é 8J e a energia potencial, 9J.
b) A energia cinética em C é 23J e a energia potencial, 9J.
c) A energia cinética em B é 27 J e a energia potencial, zero.
d) A energia cinética permanece constante em todo o movimento.
e) A energia potencial em A é igual a energia cinética em D.

15. (UFPEL) Dois corpos, A e B, partem do repouso no topo das guias perfeitamente lisas mostradas na figura abaixo.
A resistência do ar é desprezível, a massa de A é maior do que a de B e H = h. Nessas condições, pode-se afirmar que:



a) o corpo A chega ao solo com maior velocidade porque sua massa é maior do que a de B.
b) o corpo B chega ao solo com maior velocidade porque percorre uma distância maior.
c) o corpo A chega ao solo com maior velocidade porque sua trajetória é retilínea e há conservação de sua energia mecânica.
d) os dois corpos chegam ao solo com a mesma velocidade porque o corpo de menor massa percorre maior distância.
e) os dois corpos chegam ao solo com a mesma velocidade porque há conservação da energia mecânica de ambos.

16. (UFPEL) Na figura abaixo você tem um bloco de massa 2Kg que se move com velocidade inicial (v_0) de 3m/s sobre a superfície, sem atrito, descrevendo a trajetória 1, 2, 3, 4 e comprimindo a mola, suposta ideal, de constante elástica 1568N/m.
Sendo g = 10m/s^2, analise as afirmativas abaixo.



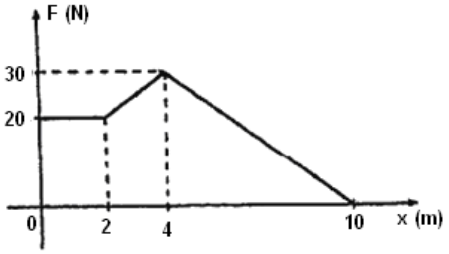
I. A energia mecânica no ponto 3 é a mesma do ponto 1.
II. A velocidade do bloco no ponto 3 é 7m/s.
III. A força que age no bloco no trajeto entre os pontos 2 e 3 é 10N.
IV. Após comprimir a mola o bloco retorna, atingindo o ponto 2 com velocidade de 7m/s.
V. A compressão máxima que a mola sofre é de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

Estão corretas apenas as afirmativas:
a) I, IV e V.
b) I, II e V.
c) II, III e IV.
d) III, IV e V.
e) I, II, III e IV.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1. (UEFS) Um corpo de 500 g encontra-se a uma altura de 5 m e é lançado verticalmente para baixo com velocidade de 2 m/s. Desprezando-se a resistência do ar e considerando-se g = 10 m/s^2, a energia cinética, em J, com que o corpo atinge o solo é
a) 26
b) 25
c) 24
d) 23
e) 20

2. (UNEB) A força resultante que atua sobre um corpo varia com a posição de acordo com o gráfico.

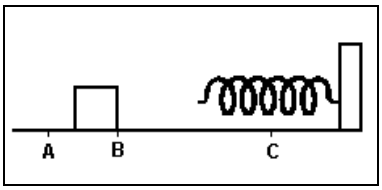


A variação de energia cinética sofrida pelo corpo nos primeiros 10 m é
a) 80 J
b) 120 J
c) 180 J
d) 240 J
e) 360 J

3. (ITA) Uma partícula sujeita a uma força constante de 2,0 N, move-se sobre uma reta. A variação da energia cinética da partícula entre dois pontos A e B, é igual a 3,0 J. Calcular a distância entre A e B.
a) x = 1,0 m
b) x = 1,5 m
c) x = 2,0 m
d) x = 2,5 m
e) x = 3,0 m

4. (FURG) Uma bala de 20g tem uma velocidade de 100 m/s quando atinge uma árvore, e nela penetra até parar. O trabalho que a bala realizou ao penetrar no tronco é
a) 100 J.
b) 200 J.
c) 1000 J.
d) 2000 J.
e) 100 000 J

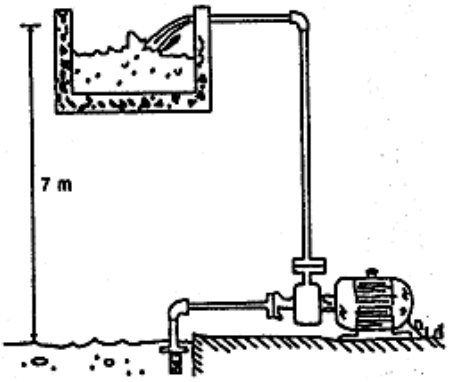
5. (FEI-SP) Um bloco de massa m = 0,3 kg é lançado no ponto **A** de uma superfície plana e horizontal, passando pelo ponto **B** com velocidade de 4 m/s. Ao atingir a mola de constante elástica **k**, esta sofre uma compressão máxima de 0,1 m, e o bloco alcança o ponto **C**:



Sabendo que o trabalho da força de atrito, no deslocamento de **B** até **C**, é igual a -1,4 J, qual é, em newtons por metro, o valor da constante **k**?
a) 100
b) 150
c) 200
d) 250
e) 300

6. (UFSM) Uma partícula de 2 kg de massa é abandonada de uma altura de 10 m. Depois de um certo intervalo tempo, logo após o início do movimento, a partícula atinge uma velocidade de módulo 3 m/s. Durante esse intervalo de tempo, o trabalho (em J) da força peso sobre a partícula, ignorando a resistência do ar, é :
a) 6
b) 9
c) 20
d) 60
e) 200

7. (UNEB) A água é um elemento vital para o ser humano. Para abastecer uma residência, a bomba, retira água de um poço e enche o tanque de 1.000 L, em 10 minutos, conforme figura. A água é lançada no tanque com velocidade de 10 m/s e não há perdas por atrito no sistema. Sendo o módulo da aceleração da gravidade local igual a 10 m/s^2 e a densidade da água 1 kg/L, a potência da bomba, em watts, é igual a



a) 100
b) 200
c) 300
d) 400
e) 500

8. (FUVEST) De acordo com o Manual do Proprietário, um carro de massa 1.000 kg acelera de 0 a 108 km/h e 10 segun-

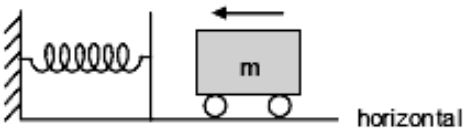
dos. Qual a potência média fornecida pelo motor para produzir essa aceleração?
a) 15 kW
b) 30 kW
c) 45 kW
d) 60 kW
e) 90 kW

9. (ITA) Uma partícula está submetida a uma força com as seguintes características:seu módulo é proporcional ao módulo da velocidade da partícula e atua numa direção perpendicular àquela do vetor velocidade. Nestas condições, a energia cinética da partícula deve
a) crescer linearmente com o tempo.
b) crescer quadraticamente com o tempo.
c) diminuir linearmente com o tempo.
d) diminuir quadraticamente com o tempo.
e) permanecer inalterada.

10. (UNIFOR) Denomina-se força conservativa uma força que tenha por característica
a) provocar o mesmo impulso, independentemente do intervalo de tempo considerado.
b) realizar o mesmo trabalho, independentemente da trajetória entre dois pontos.
c) não realizar trabalho.
d) ter impulso nulo.
e) ser constante.

11. (VUNESP) Uma pedra é lançada por um garoto segundo uma direção que forma ângulo de 60º com a horizontal e com energia cinética inicial E. Sabendo que cos 60º = 1/2 e supondo que a pedra esteja sujeita exclusivamente à ação da gravidade, o valor de sua energia cinética no ponto mais alto da trajetória vale
a) zero
b) E/4
c) E/2
d) 3E/4
e) E

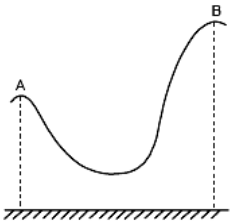
12. (UEL) Um carrinho de massa 300 g e velocidade 2,0 m/s colide com uma mola helicoidal de constante elástica 30 N/m, como está indicado no esquema abaixo.



Supondo desprezíveis a massa da mola e as forças de atrito, a compressão máxima da mola durante a colisão, em cm, é igual a
a) 5,0
b) 10
c) 15
d) 20
e) 25

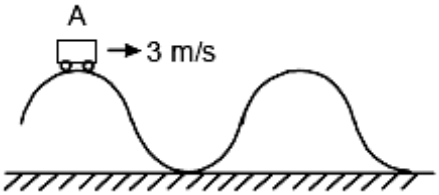
13. (UEL) Uma esfera de massa 1,0 kg é abandonada de um ponto situado a 8,0 m do solo. Após o choque com o mesmo a esfera sobe atingindo a altura de 6,8 m. Considerando a esfera em queda livre com aceleração igual a 10 m/s^2, a perda de energia cinética no choque com o solo foi, em joules, igual a
a) 80
b) 68
c) 24
d) 12
e) 6,0

14. (FUVEST)



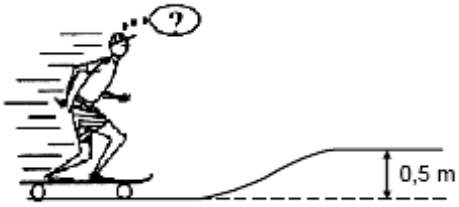
Um carrinho de 20 kg percorre um trecho de montanha russa. No ponto A, a uma altura de 10 m, o carrinho passa com uma velocidade v_A = 20 m/s. No ponto B, a uma altura de 15 m, a velocidade é vB = 10 m/s. O trabalho das forças de atrito no trecho AB, em valor absoluto, é igual a
a) zero
b) 1.000 J
c) 2.000 J
d) 5.000 J
e) 1.500 J

15. (PUCSP) A figura mostra o perfil de uma calha de experimentos. Um carrinho de massa 0,2 kg é lançado do ponto A, com velocidade 3 m/s e desliza ao longo da calha, atingindo uma altura máxima idêntica à altura do lançamento.



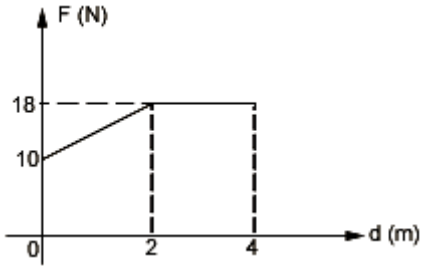
Qual é a quantidade de energia mecânica dissipada durante o movimento?
a) 9,0 J
b) 3,0 J
c) zero
d) 0,3 J
e) 0,9 J

16. (VUNESP) Para tentar vencer um desnível de 0,5 m entre duas calçadas planas e horizontais, mostradas na figura, um garoto de 50 kg, brincando com um *skate* (de massa desprezível), impulsiona-se até adquirir uma energia cinética de 300 J.



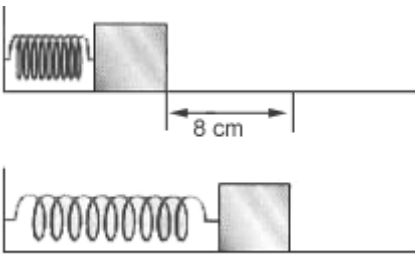
Desprezando-se quaisquer atritos e considerando-se g = 10 m/s^2, pode-se concluir que, com essa energia,
a) não conseguirá vencer sequer metade do desnível.
b) conseguirá vencer somente metade do desnível.
c) conseguirá ultrapassar metade do desnível, mas não conseguirá vencê-lo totalmente.
d) não só conseguirá vencer o desnível, como ainda lhe sobrarão pouco menos de 30 J de energia cinética.
e) não só conseguirá vencer o desnível, como ainda lhe sobrarão mais de 30 J de energia cinética.

17. (FURG) Um ponto material de massa 2 kg encontra-se em repouso sobre uma superfície plana, horizontal e sem atrito. Em determinado instante, uma força horizontal passa a atuar sobre ele. Esta força mantém sempre a mesma direção. Se o gráfico da figura representa a intensidade desta força em função da posição d do ponto material, qual o valor da sua velocidade quando d = 4 m?



a) 8 m/s.
b) 10 m/s.
c) 18 m/s.
d) 64 m/s.
e) 72 m/s.

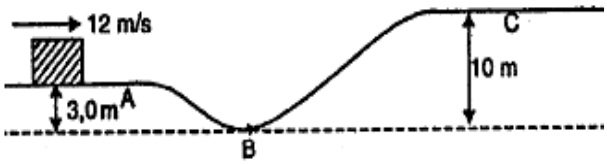
Instruções para as questões 18 e 19. (PUC-SP) A mola representada no esquema tem massa desprezível e constante elástica k = 400N/m e está comprimida de 0,08 m. O corpo nela encostado tem massa 1 kg. Num dado instante, solta-se o sistema.



18. Supondo que não haja atrito, podemos afirmar que há contato entre o corpo e a mola enquanto o corpo percorre:
a) zero.
b) 0,04 m.
c) 0,08 m.
d) 0,16 m.
e) 0,4 m.

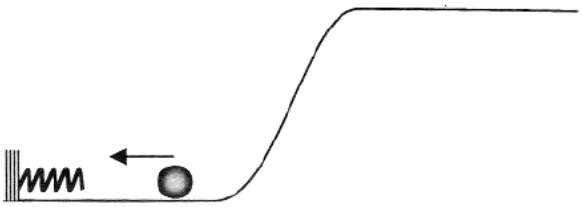
19. A velocidade do corpo quando cessa o contato entre a mola e o corpo é igual a:
a) zero.
b) 0,4 m/s.
c) 0,8 m/s.
d) 1,6 m/s.
e) 2,56 m/s.

20. (FDC) Na pista, perfeitamente lisa, representada abaixo num corte vertical, um bloco é lançado no ponto A com velocidade de 12 m/s.

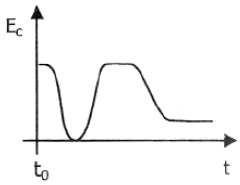


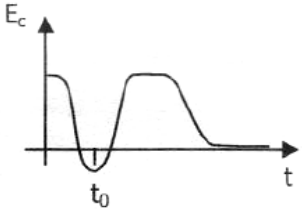
Considerando g = 10 m/s^2, é correto afirmar que o bloco
a) atinge o ponto C com velocidade de 2,0 m/s.
b) atinge o ponto C com velocidade nula.
c) atinge o ponto C com velocidade de 5,0 m/s.
d) atinge o ponto C com velocidade de 4,0 m/s.
e) não atinge o ponto C.

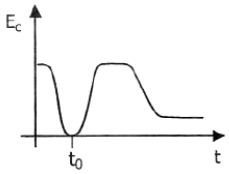
21. (UFRGS) A figura que segue representa uma esfera que desliza sem rolar sobre uma superfície perfeitamente lisa em direção a uma mola em repouso. A esfera irá comprimir a mola e será arremessada de volta. A energia mecânica do sistema é suficiente para que a esfera suba a rampa e continue em movimento.

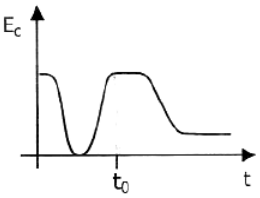


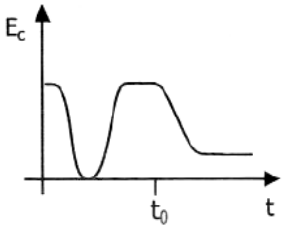
Considerando t_0 o instante em que ocorre a máxima compressão da mola, assinale, entre os gráficos abaixo, aquele que melhor representa a possível evolução da energia cinética da esfera.

a)


b)


c)


d)


e)


GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) C	2) E	3) E	4) D	5) D
6) B	7) D	8) A	9) A	10) E
11) A	12) D	13) 4m/s	14) B	15) E

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

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

MÓDULO 13

MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES

1- Introdução:

1.1- Movimento Periódico

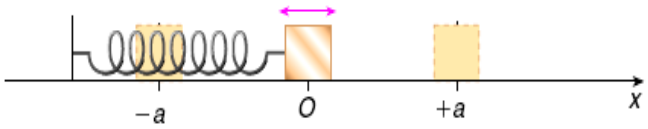
Um movimento é chamado periódico quando o móvel volta a ocupar sucessivamente a mesma posição na trajetória, com as mesmas características, de tempos em tempos iguais.

a- Período (T): é o menor intervalo de tempo para a repetição do fenômeno.

b- Freqüência (f): é o número de vezes que a mesma situação se repete por unidade de tempo.

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

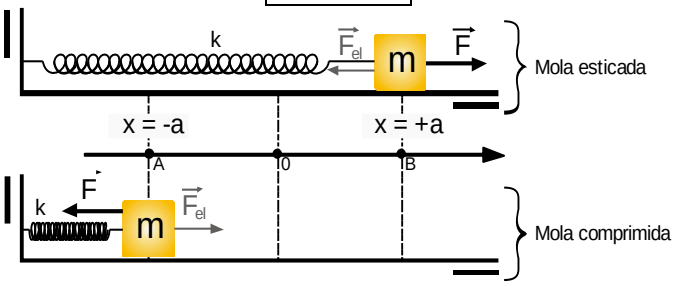
1.2- Elongação (x): é a distância da posição de equilíbrio até a partícula no instante considerado.



1.3- Amplitude (A): é a máxima elongação.

1.4- MHS: é um movimento oscilatório, sob trajetória retilínea, em que a partícula encontra-se sobre ação de uma força restauradora orientada para a posição de equilíbrio (força elástica).

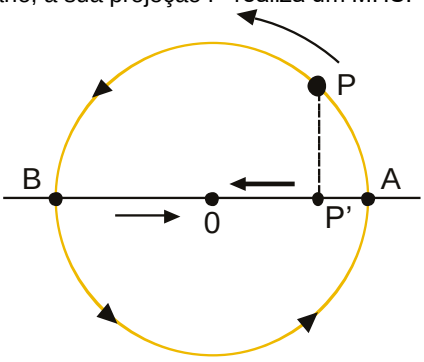
$$F = -k.x$$



2- Cinemática do MHS

O MHS está relacionado com o MCU da seguinte maneira:

"Enquanto uma partícula P realiza um MCU no sentido anti-horário, a sua projeção P' realiza um MHS."



2.2- Função Horária da Elongação

$$x = A.\cos(\omega t + \varphi_0)$$

x = elongação A = amplitude t = tempo
ω = pulsação φ_0 = fase inicial

2.3- Função Horária da Velocidade Escalar

$$V = -A.\omega.\text{sen}(\omega t + \varphi_0)$$

$$V = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2} \qquad |V_{Máx}| = A.\omega$$

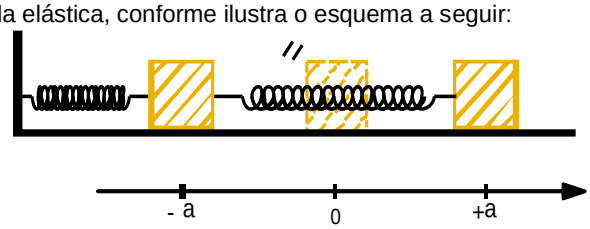
2.4- Função Horária da Aceleração Escalar

$$a = -A\omega^2.\cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$a = -\omega^2 x \qquad |a_{Máx}| = \omega^2.A$$

2.5 - Oscilador Massa-Mola Ideal

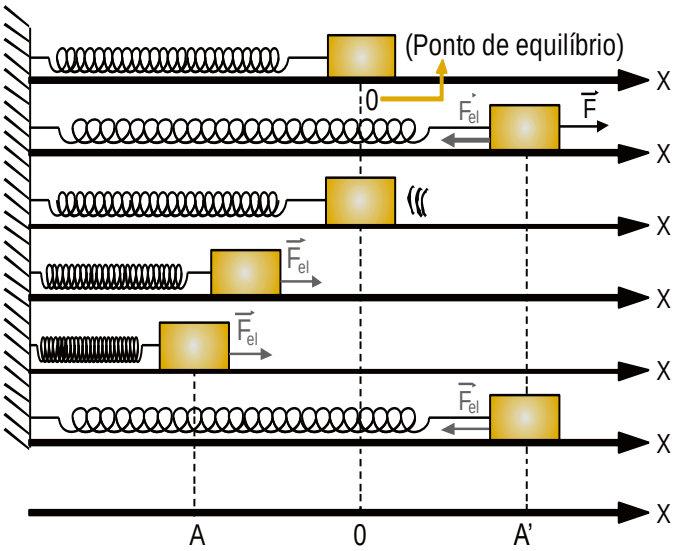
É um dispositivo teórico adequado à visualização do MHS, que consiste basicamente de um bloco preso a uma mola elástica, conforme ilustra o esquema a seguir:



	-A	O	+A
Velocidade (v)	O	Máx	O
aceleração (a)	Máx	O	Máx

3- Dinâmica do MHS

3.1- Força do MHS



A força responsável pelo MHS é de restituição do tipo elástica.

$$F = -m\omega^2 x = -kx$$

$k = m\omega^2$ É a constante de força do MHS.

Nos pontos A e A', F tem um módulo máximo e no ponto O, F tem módulo nulo.

3.2- Período do MHS

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

- o período independe da amplitude do movimento
- o período depende da massa m do corpo e da constante elástica k, da mola.

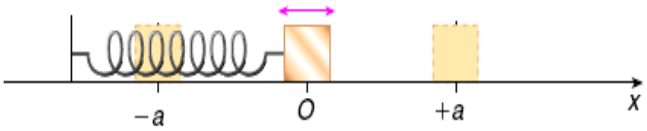
3.3- Energia do MHS

Dado um sistema massa-mola, pela Conservação da Energia, sabe-se que a energia mecânica total é a soma das energias cinética e potencial, ou seja:

$$E_m = E_p + E_c \text{ (Constante)}$$

$E_c = \frac{m.v^2}{2}$ ⇒ é a expressão da energia cinética, que esta relacionada a corpos em movimento;

$E_p = \frac{k.x^2}{2}$ ⇒ é a expressão da energia potencial elástica, que está relacionada a posição do corpo;



Quando a partícula estiver:

a) num dos extremos: $x = \pm a$ e $v = 0$

$$E_m = \frac{K.A^2}{2}$$

b) no ponto de equilíbrio: $x = 0$ e $v = \pm v_{máx}$

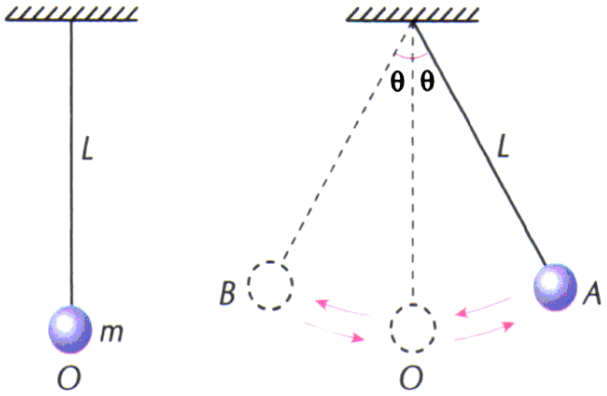
$$E = \frac{m.v^2_{máx}}{2}$$

c) em um ponto qualquer:

$$E = \frac{m.v^2}{2} + \frac{k.x^2}{2}$$

3.4- Período do Pêndulo Simples

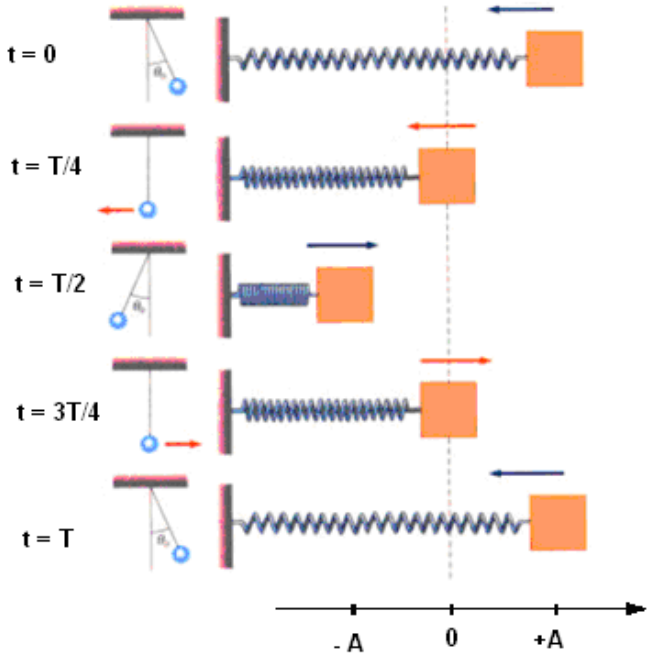
Para α pequeno, a massa pendular realiza praticamente MHS.



$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

- T é proporcional à raiz quadrada de L.
- T é inversamente proporcional à raiz quadrada de g.
- T independente da massa m.

3.5- RESUMO:



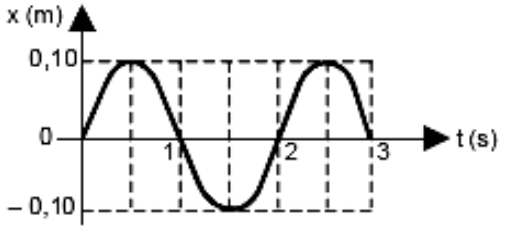
t	x	v	a	E_C	E_P
0	A	0	máx	0	máx
$T/4$	0	máx	0	máx	0
$T/2$	$-A$	0	máx	0	máx
$3T/4$	0	máx	0	máx	0
T	A	0	máx	0	máx

	- A	0	+ A
V	NULA	MÁX	NULA
E_c	NULA	MÁX	NULA
a	MÁX	NULA	MÁX
F	MÁX	NULA	MÁX
E_P	MÁX	NULA	MÁX

EXERCÍCIOS DE AULA

1. Dada a função horária de um MHS (em unidades SI) $x = 3\cos(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{2})$, determine a amplitude, a pulsação, a fase inicial, o período e a freqüência do movimento;

2. (VUNESP) A partir do gráfico, que representa as posições ocupadas por um móvel em função do tempo, quando oscila sujeito a uma força do tipo –k.x (**k** constante), determine:

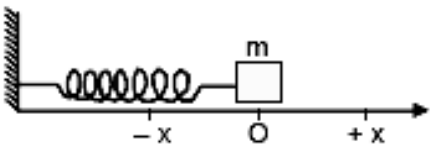


a) a freqüência e a amplitude do movimento.

b) os instantes, durante os três primeiros segundos, em que a velocidade se anulou.

3. (MACK) Comenta-se que o célebre físico e matemático Galileo Galilei, ao observar a oscilação do lampadário da catedral de Pisa, na Itália, concluiu tratar-se de um movimento periódico, semelhante ao que hoje chamaríamos de pêndulo simples. Para tal conclusão, teria medido o período do movimento, utilizando, como unidade de medida para o tempo, seu próprio batimento cardíaco. Se considerarmos um grande pêndulo simples, de comprimento 10 m, oscilando num local onde g = 10 m/s^2, e que a freqüência dos batimentos cardíacos é de 86 batidas por minuto, o período do movimento desse pêndulo será de aproximadamente:
a) 3 batidas
b) 6 batidas
c) 9 batidas
d) 12 batidas
e) 15 batidas

4. (UEL) A partícula de massa **m**, presa à extremidade de uma mola, oscila num plano horizontal de atrito desprezível, em trajetória retilínea em torno do ponto de equilíbrio, O. O movimento é harmônico simples, de amplitude **x**.

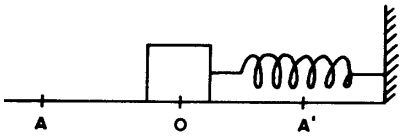


Considere as afirmações:
I - O período do movimento independe de **m**.
II - A energia mecânica do sistema, em qualquer ponto da trajetória é constante.
III - A energia cinética é máxima em O.

É correto afirmar que
a) I é correta.
b) II é correta.
c) III é correta.
d) I e II são corretas.
e) II e III são corretas.

EXERCÍCIOS PROPOSTO

1. (FURG) Observe a figura:



O bloco preso à mola oscila, sem atrito, entre os pontos **A** e **A'**. O ponto **O** é a posição de equilíbrio do bloco. Sabendo-se que a distância **AA'** é igual a **d** metros e que o bloco gasta **t** segundos para se deslocar de **A** até **A'** ou de **A'** até **A**, então a amplitude e o período de oscilação do bloco são respectivamente:
a) $\frac{d}{2}, t$
b) $\frac{d}{2}, 2t$
c) d, t
d) $d, 2t$
e) $2d, t$

2. A energia cinética de um ponto material que realiza MHS é máxima quando:
a) a aceleração é máxima
b) a força é máxima
c) a elongação é máxima
d) a força é nula
e) a energia potencial é máxima

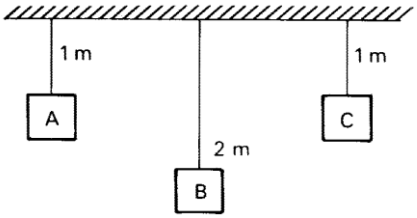
3. (ACAFE) Dada a equação x = 2 cos (πt + π/6) para a posição de um movimento ondulatório no instante t, em unidades do S.I., é **VERDADEIRO** afirmar:
a) A amplitude do movimento é π m.
b) O período do movimento é 1s.
c) A freqüência do movimento é 0,5 Hz.
d) A posição no instante t = 0 é x = 2m.
e) A fase inicial do movimento é π/2 radianos.

4. (UFRS) O período de um pêndulo simples que oscila com pequena amplitude, depende:
a) da amplitude do movimento e da aceleração da gravidade.
b) do comprimento do pêndulo e da aceleração da gravidade.
c) do comprimento do pêndulo e da amplitude do movimento.
d) da massa e do comprimento do pêndulo.
e) da massa do pêndulo e da amplitude do movimento.

5. (FURG) Sejam, "T" o período e "f" a freqüência de oscilação de um pêndulo simples. Se levarmos este pêndulo da Terra para a Lua,
a) "T" diminuirá, "f" aumentará.
b) "T" e "f" permanecerão inalterados.
c) "T" aumentará, "f" aumentará.
d) "T" diminuirá, "f" diminuirá.
e) "T" aumentará, "f" diminuirá.

6. (FURG) Um pêndulo simples de comprimento L e massa m efetua 100 oscilações por minuto. Se quadruplicássemos o comprimento pêndulo, o número de oscilações por minuto será
a) 25
b) 50
c) 100
d) 200
e) 400

7. (PUC) Considere três pêndulos, conforme indica a figura. As massas de A e B são iguais a 1 kg e a massa C é igual a 2 kg. Quando eles são postos a oscilar, com pequenas amplitudes, podemos afirmar que:

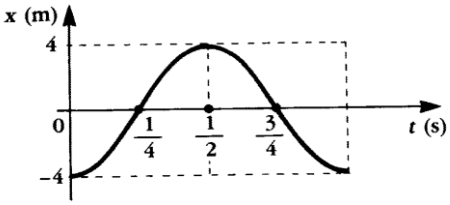


a) os três pêndulos possuem a mesma freqüência.
b) a freqüência do pêndulo B é maior que as dos pêndulos A e C.
c) os pêndulos B e C possuem a mesma freqüência.
d) os pêndulos A e C possuem a mesma freqüência.
e) o pêndulo C possui a maior freqüência.

8. (UFSM) Um corpo de massa m é preso a um fio de comprimento L, constituindo um pêndulo que passa a oscilar em movimento harmônico simples com amplitude **A.** Em meio período, o corpo percorre uma distância de, aproximadamente,
a) A
b) $\sqrt{2}$ A
c) 2A
d) 3A
e) 4A

9. (FURG) Um corpo executa um movimento harmônico unidimensional.
Então pode-se dizer que:
a) sua aceleração é nula nos extremos da trajetória.
b) sua velocidade é máxima nos extremos da trajetória.
c) sua velocidade é máxima quando a aceleração é nula.
d) sua velocidade é máxima quando a aceleração é máxima.
e) sua aceleração é máxima quando o corpo está passando pelo ponto de equilíbrio.

10. (FURG) Uma partícula realiza um movimento harmônico simples, de acordo com o gráfico abaixo:



Em hertz, qual a freqüência do movimento?
a) 1
b) ½
c) 4
d) π
e) 2π

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

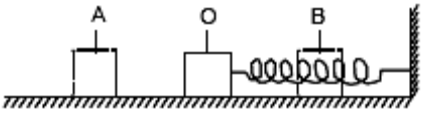
1. (VUNESP) Período de um pêndulo é o intervalo de tempo gasto numa oscilação completa.
Um pêndulo executa 10 oscilações completas em 9,0 segundos. Seu período é
a) 0,9 segundos
b) 1,1 segundos
c) 9,0 segundos
d) 10,0 segundos
e) 90,0 segundos

2. Uma partícula realiza movimento harmônico simples com período 0,1 segundos. A freqüência e a pulsação do movimento são, respectivamente,
a) 100 Hz e 20π rad/s
b) 1.000 Hz e 20π rad/s
c) 10 Hz e 20π rad/s
d) 10 Hz e 200π rad/s
e) 200 Hz e 200π rad/s

3. (FATEC) Para uma partícula em movimento harmônico simples,
a) a trajetória é uma senóide.
b) a trajetória é uma circunferência e a velocidade do ponto é constante em intensidade.
c) a aceleração tem módulo diretamente proporcional ao da elongação em cada instante.
d) a aceleração é inversamente proporcional à elongação.
e) a aceleração é constante.

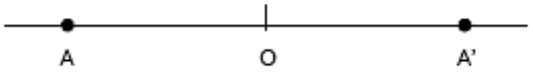
4. (PUCMG) Um corpo executa um movimento harmônico simples. Com relação à sua aceleração, afirma-se que:
a) é máxima nos extremos do percurso.
b) é máxima no ponto médio do percurso.
c) é indeterminada.
d) é nula nos extremos do percurso.
e) tem o mesmo sentido em qualquer instante.

5. (UEL) Um corpo de massa **m** é preso à extremidade de uma mola helicoidal que possui a outra extremidade fixa. O corpo é afastado até o ponto A e, após abandonado, oscila entre os pontos A e B.



Pode-se afirmar corretamente que a
a) aceleração é nula no ponto O.
b) aceleração é nula nos pontos A e B.
c) velocidade é nula no ponto O.
d) força é nula nos pontos A e B.
e) força é máxima no ponto O.

6. (UNIP) Um ponto material de massa 2,0 kg executa um MHS, cuja trajetória é o segmento de extremidades A e A', de abscissas – 5,0 m e + 5,0 m.



Sendo π segundos o seu período, a velocidade máxima atingida pelo ponto material é:
a) π m/s
b) 2π m/s
c) 5,0 m/s
d) 10 m/s
e) 1,0 m/s

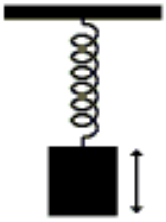
7. (Mackenzie) Uma partícula descreve um movimento harmônico simples segundo a equação x = 0,3 cos (π /3 + 2t), no SI. O módulo da máxima velocidade atingida por esta partícula é:
a) 0,3 m/s.
b) 0,1 m/s.
c) 0,6 m/s.
d) 0,2 m/s.
e) π /3 m/s.

8. (Unitau-SP) Uma partícula oscila ao longo do eixo x com movimento harmônico simples, dado por x = 3,0 cos (0,5π t + 3π /2), onde x é dado em cm e t em segundos. Nessas condições, pode-se afirmar que a amplitude, a freqüência e a fase inicial valem, respectivamente:
a) 3,0 cm, 4 Hz, 3π /2 rad.
b) 1,5 cm, 4 Hz, 3π /2 rad.
c) 1,5 cm, 4 Hz, 270°.
d) 3,0 cm, 0,5 Hz, 3π /2 rad.
e) 3,0 cm, 0,25 Hz, 3π /2 rad.

9. (UFRS) Um pêndulo foi construído com um fio leve e inextensível com 1,6 m de comprimento; uma das extremidades do fio foi fixada e na outra pendurou-se uma pequena esfera de

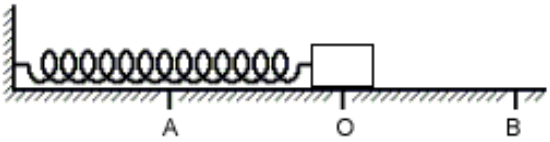
chumbo cuja massa é de 60 g. Esse pêndulo foi colocado a oscilar no ar, com amplitude inicial de 12 cm. A freqüência medida para esse pêndulo foi aproximadamente 0,39 Hz. Suponha agora que se possa variar a massa (M), a amplitude (A) e o comprimento do fio (L). Qual das seguintes combinações dessas três grandezas permite, aproximadamente, a duplicação da freqüência?
a) L = 6,4 m; A = 12 cm; M = 60 g
b) L = 1,6 m; A = 6 cm; M = 60 g
c) L = 0,4 m; A = 6 cm; M = 30 g
d) L = 0,8 m; A = 12 cm; M = 60 g
e) L = 1,6 m; A = 12 cm; M = 15 g

10. (UFV-MG) Um bloco oscila harmonicamente, livre da resistência do ar, com uma certa amplitude, como ilustrado na figura a seguir. Ao aumentar sua amplitude de oscilação, pode-se afirmar que:



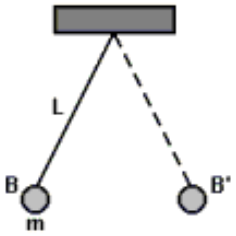
a) a constante elástica da mola não se altera, aumentando o período e a velocidade máxima do oscilador.
b) o período e a constante elástica da mola não se alteram, aumentando apenas a velocidade máxima do oscilador.
c) o período aumenta, a velocidade máxima diminui e a constante elástica da mola não se altera.
d) o período, a velocidade máxima do oscilador e a constante elástica da mola aumentam.
e) o período, a velocidade máxima do oscilador e a constante elástica da mola não se alteram.

11. (UFAL) Um bloco de massa 4,0 kg, preso à extremidade de uma mola de constante elástica $25\pi^2$ N/m, está em equilíbrio sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa, no ponto O, como mostra o esquema. O bloco é então comprimido até o ponto A, passando a oscilar entre os pontos A e B. A energia potencial do sistema (mola + bloco) é máxima quando o bloco passa pela posição:



a) A, somente.
b) O, somente.
c) B, somente.
d) A e pela posição B.
e) A e pela posição O.

12. (UEM) Suponha que um pequeno corpo, de massa m, esteja preso na extremidade de um fio de peso desprezível, cujo comprimento é L, oscilando com pequena amplitude, em um plano vertical, como mostra a figura. Esse dispositivo constitui um pêndulo simples que executa um movimento harmônico simples. Verifica-se que o corpo, saindo de B, desloca-se até B' e retorna a B, 20 vezes em 10 s.



Assinale o que for correto:
01) o período deste pêndulo é 2,0 s.
02) a freqüência de oscilação do pêndulo é 0,5 Hz.
04) se o comprimento do fio L for 4 vezes maior, o período do pêndulo será dobrado.
08) se a massa do corpo suspenso for triplicada, sua freqüência ficará multiplicada por $\sqrt{3}$.
16) se o valor local de g for 4 vezes maior, a freqüência do pêndulo será duas vezes menor.
32) se a amplitude do pêndulo for reduzida à metade, seu período não se modificará.
Dê como resposta a soma dos números que precedem as afirmativas corretas.

13. (UFRJ) Dois pêndulos simples, A e B, estão oscilando num mesmo local. Enquanto A faz uma oscilação em um segundo, B faz duas. Pode-se afirmar, sobre cada um dos pêndulos, que:
a) o pêndulo B é quatro vezes mais curto que o de A.
b) o pêndulo A é quatro vezes mais curto que o de B.
c) os comprimentos de A e de B são iguais, só suas velocidades é que são diferentes.
d) a massa de A é menor que a de B.
e) a massa de B é menor que a de A.

14. (Fatec) O período de oscilação de um pêndulo simples pode ser calculado por $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, onde L é o comprimento do pêndulo e g a aceleração da gravidade (ou campo gravitacional) do local onde o pêndulo se encontra. Um relógio de pêndulo marca, na Terra, a hora exata. É correto afirmar que, se este relógio for levado para a Lua:
a) atrasará, pois o campo gravitacional lunar é diferente do terrestre.
b) não haverá alteração no período de seu pêndulo, pois o tempo na Lua passa da mesma maneira que na Terra.
c) seu comportamento é imprevisível, sem o conhecimento de sua massa.
d) adiantará, pois o campo gravitacional lunar é diferente do terrestre.
e) não haverá alteração no seu período, pois o campo gravitacional lunar é igual ao campo gravitacional terrestre.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) B	2) D	3) C	4) B	5) E
6) B	7) D	8) C	9) C	10) A

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

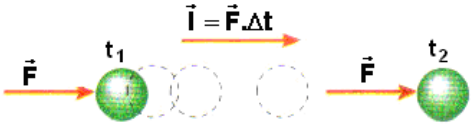
1) A	2) C	3) C	4) A	5) A
6) D	7) C	8) E	9) C	10) B
11) D	12) 36	13) B	14) A	

MÓDULO 14

IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

1- IMPULSO DE UMA FORÇA CONSTANTE: é uma grandeza vetorial que pode se associada a qualquer força que atue num corpo durante um intervalo de tempo e apresenta a mesma direção e sentido da força que lhe deu origem.

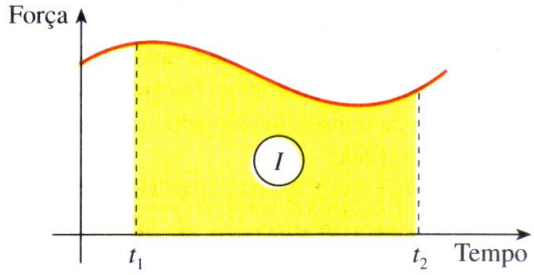
Interação da bola com o pé do jogador

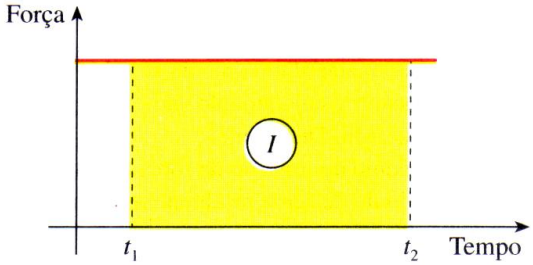


$$\vec{I} = \vec{F}.\Delta t$$

Módulo: $I = F.\Delta t$
Direção: mesma da força
Sentido: mesmo da força
Unidade no SI → N.s

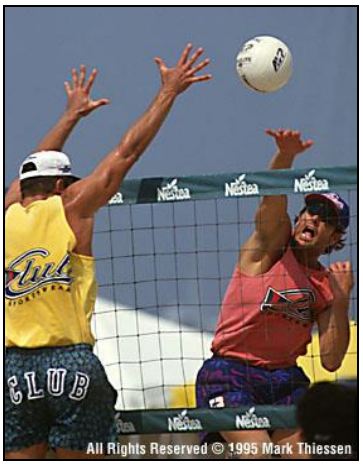
2- MÉTODO GRÁFICO: a intensidade de uma força resultante pode variar com o decorrer do tempo. Nesse caso, o módulo do impulso produzido pela força resultante é obtido, no diagrama F X t, pelo cálculo da área determinada pela linha do gráfico com o eixo do tempo no intervalo de tempo considerado. No entanto a força considerada deve ter direção constante. O método gráfico também é valido para forças constantes.

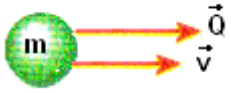




$$I^{N} = \text{Área destacada no gráfico}$$

3- QUANTIDADE DE MOVIMENTO: é a grandeza vetorial que corresponde ao produto de sua massa (m) pela velocidade (v) e apresenta sempre a mesma direção e sentido da velocidade.





$$\vec{Q} = m.\vec{V}$$

Unidade no SI = Kg. $\frac{m}{s}$

Módulo: $Q = m.V$
Direção: mesma da velocidade.
Sentido: mesmo da velocidade

Quanto maior for a quantidade de movimento de um corpo, mais difícil será fazê-lo parar e maior o efeito que o corpo provocará ao colidir com outro.

4- TEOREMA DO IMPULSO: o impulso da força resultante que age em um ponto material num dado intervalo de tempo é igual a variação da quantidade de movimento desse ponto material no intervalo de tempo considerado.

$$\vec{I} = \Delta\vec{Q} = m.\vec{V} - m.\vec{V}_0$$

5- PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO:

Um conjunto de corpos, ou de pontos materiais, constitui um sistema no qual podem agir forças internas e externas. A interação entre duas partes de um sistema é classificada como força interna; as interações do sistema, com o meio externo, são classificadas como forças externas.

Para sistema isolado de forças externas, a quantidade de movimento é constante.

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

6- CHOQUE MECÂNICO

Quando dois corpos se chocam, observa-se sempre a existência de uma fase de deformação, podendo ou não ocorrer uma Segunda fase, a restituição.

Durante o processo de deformação, a energia cinética pode ser transformada em:

- potencial elástica;
- térmica;
- sonora;
- trabalho nas deformações permanentes.

Durante a fase de restituição, a energia potencial elástica é transformada em energia cinética. Pode haver, ainda, conversão em energia térmica e sonora.

7- COEFICIENTE DE RESTITUIÇÃO

Nos choques mecânicos unidimensionais ou frontais, define-se uma grandeza que permite identificar o tipo de choque quanto à conservação ou não de energia cinética. È o coeficiente de restituição definido pela relação

$$e = \frac{\left|v_{relativa(afastamento)}\right|}{\left|v_{relativa(aproximação)}\right|}$$

Tipo de choque	Quantidade de Movimento	Energia Cinética	Coefic. de Restituição
Perfeitamente elástico	$\vec{Q}_{antes} = \vec{Q}_{depois}$	$E_{c.(antes)} = E_{c.(depois)}$ CONSERVA	$e = 1$
Parcialmente elástico	$\vec{Q}_{antes} = \vec{Q}_{depois}$	$E_{c.(antes)} > E_{c.(depois)}$ DISSIPAÇÃO PARCIAL DA ENERGIA	$0 < e < 1$
Perfeitamente inelástico	$\vec{Q}_{antes} = \vec{Q}_{depois}$	$E_{c.(antes)} > E_{c.(depois)}$ MÁXIMA DISSIPAÇÃO DA ENERGIA	$e = 0$

EXERCÍCIOS DE AULA

1. (FATEC) Num certo instante, um corpo em movimento tem energia cinética de 100 joules, enquanto o módulo de sua quantidade de movimento é 40 kg. m/s. A massa do corpo, em kg, é
a) 5,0
b) 8,0
c) 10
d) 16
e) 20

2. (FEI) Um corpo com massa de 10 kg desloca-se em linha reta sobre um plano horizontal sem atrito com velocidade de módulo 10 m/s. Uma força constante, com direção e sentido iguais aos da velocidade vetorial é, então aplicada ao corpo durante 4,0 s, fazendo com que o momento linear do corpo aumente de 100 kg . m/s. Determine o módulo da força.

3. (FGV) Um bate-estacas de 500 kg cai de uma altura de 1,8 m. O bloco se choca sobre uma estaca e leva 50 milésimos de segundo para atingir o repouso. Qual é a força exercida pelo bloco na estaca?
a) $3,6 \cdot 10^4$ N
b) $4,0 \cdot 10^4$ N
c) $6,0 \cdot 10^4$ N
d) 3.000 N
e) 5.000 N

4. (UNICAMP) Um canhão de massa M = 300 kg dispara na horizontal uma bala de massa m = 15 kg com uma velocidade de 60 m/s em relação ao chão.

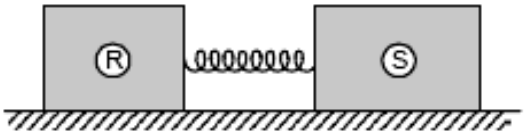
a) Qual a velocidade de recuo do canhão em relação ao chão?

b) Qual a velocidade de recuo do canhão em relação à bala?

c) Qual a variação da energia cinética do disparo?

5. (UCSAL) Um carrinho de massa **m** desloca-se com velocidade **v** sobre uma superfície horizontal de atrito desprezível. Um bloco de argila, de massa m/2, é deixado cair verticalmente na carroceria do carrinho, de modo que lá permanece. A velocidade do conjunto, após esse evento, é de
a) 3/2 v
b) 6/5 v
c) v
d) 2/3 v
e) v/2

6. (UEL) Dois corpos R e S, de massas iguais a 2,0 kg e 4,0 kg, respectivamente, são mantidos na posição indicada na figura, comprimindo uma mola de massa desprezível. Os corpos podem deslizar sem atrito sobre a superfície de apoio que é horizontal. Abandonando-se os corpos simultaneamente, o corpo S adquire, após se desligar da mola, uma velocidade escalar igual a 20,0 m/s.

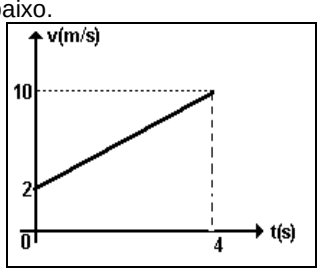


Qual é o valor da velocidade escalar de R, em m/s, após se desligar da mola?
a) 5,0
b) 10,0
c) 20,0
d) 40,0
e) 80,0

EXERCÍCIOS PROPOSTO

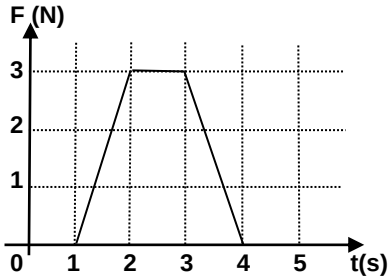
1. (FURG) Uma gota de chuva, ao cair, intacta, vai aumentando sua velocidade até que a força de resistência do ar seja igual, em módulo, ao peso da gota. A partir desse instante, as grandezas que se mantêm constantes são
a) energia mecânica e aceleração.
b) energia mecânica e quantidade de movimento.
c) energia potencial e quantidade de movimento.
d) energia potencial e aceleração.
e) energia cinética e quantidade de movimento.

2. (UFRS) Um corpo com massa de 2 kg, em movimento retilíneo, tem a sua velocidade linear variando no tempo de acordo com o gráfico abaixo.



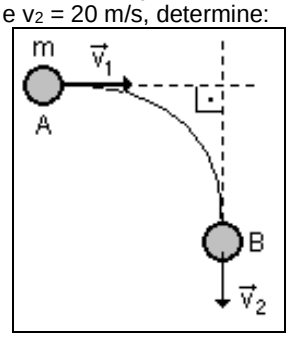
O valor do impulso e do trabalho da força resultante sobre o corpo entre t = 0 e t = 4 s valem, respectivamente,
a) 8 N.s e 24 J.
b) 24 N.s e 8 J.
c) 16 N.s e 24 J.
d) 24 N.s e 96 J.
e) 16 N.s e 96 J.

3. (FURG/2005) Uma força tem sua intensidade variando no tempo de acordo com o gráfico mostrado.



Sabendo-se que a referida força age sobre uma partícula de 1,5 Kg, cuja velocidade na instante t = 1s era zero, qual sua energia cinética no instante t = 4s?
a) 4J
b) 8J
c) 12J
d) 16J
e) 20J

4. (FATEC) O corpo de massa m = 2 kg se desloca de A para B devido à ação de uma força $\vec{F}$ constante. Sendo v_1 = 15 m/s e v_2 = 20 m/s, determine:



a) quantidade de movimento da partícula no ponto A;

b) o impulso da força $\vec{F}$ no trecho AB.

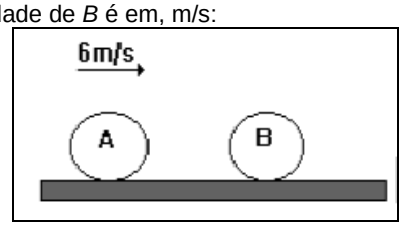
5. (Puccamp) Um operário de massa 75 kg está sobre um carrinho de massa 15 kg que se desloca a 10 m/s sobre uma superfície plana e horizontal. Num certo instante cai sobre o carrinho um saco de areia contendo 60 kg. A velocidade do sistema assim constituído (carrinho + operário + saco de areia) passa a ser:
a) 9,0 m/s
b) 5,3 m/s
c) 6,0 m/s
d) 7,2 m/s
e) 8,0 m/s

6. (UNICAMP) Uma metralhadora dispara balas de massa 80g com velocidade de 500 m/s. O tempo de duração de um disparo é 0,01s. Determinar a força suposta constante que é aplicada sobre a bala. Lembrar que no disparo a bala parte do repouso.
a) 2.10^3N
b) 3.10^3N
c) 4.10^3N
d) 5.10^3N
e) 6.10^3N

7. (UFSM) Uma partícula com uma quantidade de movimento de módulo 4 kg m/s colide, elasticamente, com uma parede estável, retornando sobre si mesma. Sendo 0,2 s o tempo de contato entre a partícula e a parede, o módulo da força (em N) da parede sobre a partícula é:
a) 0,05.
b) 0,8.
c) 1,6.
d) 20.
e) 40.

8. (TOLEDO) Um atirador, juntamente com o seu fuzil automático, tem massa M = 80Kg. Ele está sobre patins e dispara 10tiros com o fuzil. Cada projétil tem 0,01kg e tem velocidade igual a 800m/s. Se o atirador recua sem atrito, qual a sua velocidade ao fim dos 10 disparos?
a) 1m/s
b) 2m/s
c) 3m/s
d) 4m/s
e) 5m/s

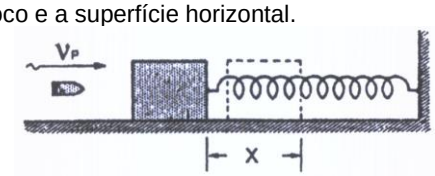
9. (PUC-MG) A bola *A* (m = 0,1 kg), com velocidade constante de 6m/s, colide elasticamente com a bola *B* (m=0,05 kg), que está parada. Após impacto, *A* tem velocidade de 2m/s; a velocidade de *B* é em, m/s:



a) 2
b) 4
c) 6
d) 8
e) 10

10. Um projétil de massa 5 kg é disparado na direção horizontal, com velocidade de 800 m/s, por um canhão de artilharia de massa 2000 kg. Determine a velocidade de recuo do canhão.

11. (FURG) Afigura mostra um projétil que se desloca com velocidade V_p e atinge um bloco de madeira, ficando encravado no mesmo. Em seguida, o bloco empurra uma mola de constante elástica *K*, comprimindo-a de *X*. Não existe atrito entre o bloco e a superfície horizontal.



Considere os seguintes eventos, nesta ordem:

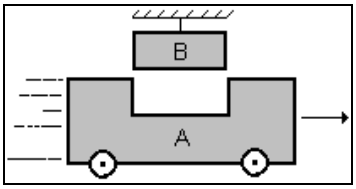
1ª Colisão (choque) do projétil com o bloco;

2ª O bloco, agora em movimento, comprime a mola.

O Objetivo é determinar a velocidade V_p do Projétil. Assim, para equacionar os eventos na ordem dada, devem-se empregar, respectivamente, os seguintes princípios:
a) Conservação da Energia mecânica e Conservação da Quantidade de Movimento.
b) Conservação da Quantidade de Movimento e Conservação da Energia Potencial.
c) Conservação da energia Potencial e Conservação da Energia Cinética.
d) Conservação da Energia Cinética e Conservação da Energia Mecânica.

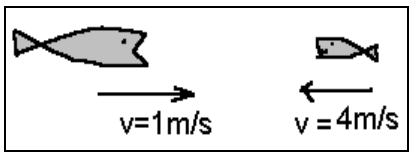
e) Conservação da Quantidade de Movimento e Conservação da Energia Mecânica.

12. (PUC) O móvel A de massa M move-se com velocidade constante v ao longo de um plano horizontal sem atrito. Quando o corpo B de massa M/3 é solto, encaixa-se perfeitamente na abertura do móvel A. Qual será a nova velocidade do conjunto após as duas massas terem se encaixado perfeitamente?



a) 3v/4
b) 2v/3
c) v/3
d) 3v
e) 4v/3

13. (UCS) Um peixe de 4,8 kg, nadando horizontalmente com velocidade de 1,0 m/s, engole outro de 200g, que se move em sentido contrário sobre a mesma horizontal, com velocidade de 4,0 m/s, conforme mostra a figura. Pode-se afirmar que, devido a essa refeição, o peixe devorador



a) diminuiu sua velocidade para 0,8 m/s
b) continuou com a mesma velocidade de 1,0 m/s
c) diminuiu sua velocidade para 0,5 m/s
d) aumentou sua velocidade para 1,2 m/s
e) aumentou sua velocidade para 1,5 m/s

14. (UFSM) Dois corpos sofrem um choque perfeitamente elástico. Considerando o sistema isolado,
a) a quantidade de movimento, antes do choque, é maior que a quantidade de movimento após o choque.
b) a energia cinética, antes do choque, é maior que a energia cinética após o choque.
c) a quantidade de movimento, antes do choque, é menor que a quantidade de movimento, após o choque.
d) a energia, antes do choque, é menor que a energia cinética após o choque.
e) a quantidade de movimento, antes do choque, é igual a quantidade de movimento após o choque.

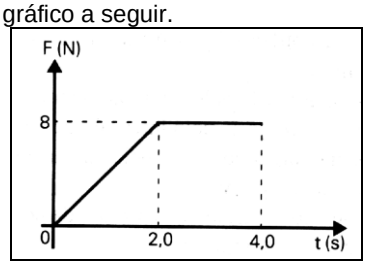
15. (UFSM) As forças internas de um sistema de partículas_____ variações na quantidade de movimento de cada partícula,_____variações na quantidade de movimento total.

Assinale a alternativa que completa, corretamente, os espaços.
a) podem causar, mas NÃO causam.
b) podem causar, que resultam em;
c) NÃO podem causar, mas causam;
d) NÃO podem causar, portanto NÃO causam;
e) sempre causam, podendo causar.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

Para responder às questões de números 1 e 2, considere o enunciado abaixo:

Um carrinho de massa 4,0kg, inicialmente parado, sofre a ação de uma força $\vec{F}$, cujo módulo varia com o tempo, de acordo com o gráfico a seguir.

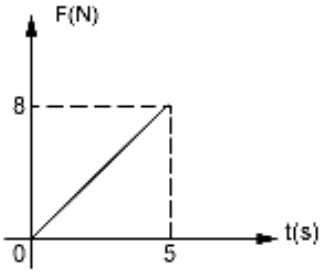


1. (UEL) O impulso da força sobre o carrinho, desde t_0=0 até t= 4,0s, em kgm/s, apresenta módulo:
a) 12
b) 16
c) 20
d) 24
e) 32

2. (UEL) A velocidade do carrinho no instante t= 2,0s tem valor, em m/s:
a) 1,0
b) 2,0
c) 4,0
d) 8,0
e) 16

3. (UFJF-MG) A velocidade de uma bola de tênis, de massa 50 g, num saque muito rápido, pode chegar a 216 km/h, mantendo-se aproximadamente constante durante todo o tempo de vôo da bola. Supondo que a bola esteja inicialmente em repouso, e que o tempo de contato entre a raquete e a bola seja de 0,001 s e sendo $g = 10\ m/s^2$, pode-se afirmar que a força média aplicada à bola no saque é equivalente ao peso de uma massa de:
a) 150 kg.
b) 300 kg.
c) 50 kg.
d) 10 kg.

4. (Uniube-MG) Uma partícula de massa 4 kg, inicialmente em repouso, é submetida a uma força resultante de direção e sentido invariáveis, e cuja intensidade varia de acordo com o gráfico a seguir. O trabalho realizado sobre a partícula é, em J, igual a:



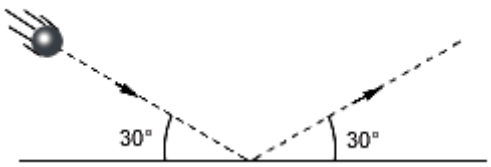
a) 50.
b) 30.
c) 20.
d) 10.
e) zero.

5. (UEL) Um corpo de massa 2,0 kg move-se com velocidade constante de 10 m/s quando recebe um impulso, em sentido oposto, de intensidade 40N·s. Após a ação do impulso o corpo passa a se mover com velocidade de:

a) 0,5 m/s, no sentido oposto do inicial.
b) 5,0 m/s, no mesmo sentido inicial.
c) 5,0 m/s, no sentido oposto do inicial.
d) 10 m/s, no mesmo sentido inicial.
e) 10 m/s, no sentido oposto do inicial.

6. (PUC-SP) Uma bola de tênis de massa 100 g e velocidade v_1 = 20 m/s é rebatida por um dos jogadores, retornando com uma velocidade $\vec{v}_2$ de mesmo valor e direção de $\vec{v}_1$, porém de sentido contrário. Supondo que a força média exercida pela raquete sobre a bola foi de 100N, qual o tempo de contato entre ambas?
a) zero.
b) 4,0 s.
c) $4{,}0 \cdot 10^{-1}$ s.
d) $2{,}0 \cdot 10^{-2}$ s.
e) $4{,}0 \cdot 10^{-2}$ s.

7. (Mackenzie) A figura mostra a trajetória de uma bola de bilhar de massa 0,40 kg quando colide com a tabela da mesa de bilhar. A velocidade escalar antes e depois da colisão é 0,10 $m \cdot s^{-1}$. Se a duração da colisão é de 0,20 s, a intensidade média da força, em newtons, exercida sobre a bola durante a colisão é:



a) 0,50.
b) 0,40.
c) 0,25.
d) 0,20.
e) 0,18.

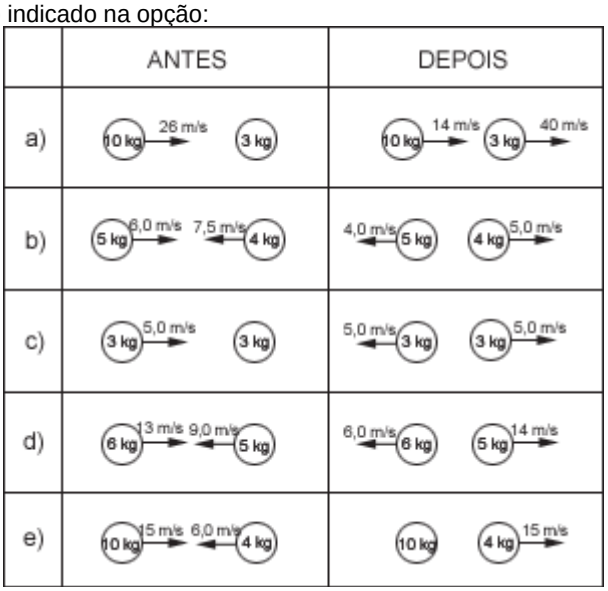
8. (UFMG) Um corpo de 10 kg está ligado a outro corpo de 2,0 kg através de uma mola comprimida. Ambos estão em superfície de atrito desprezível. Solta-se a mola, e os corpos são disparados em sentidos opostos. A velocidade do corpo de 2,0 kg é 3,0 m/s. A velocidade do corpo de 10 kg é:
a) 0,60 m/s.
b) maior que a do corpo de 2,0 kg.
c) 0,40 m/s.
d) 0,50 m/s.

9. (Unirio) A esfera A, com velocidade 6,0 m/s, colide com a esfera B, em repouso, como mostra a figura. Após a colisão, as esferas se movimentam com a mesma direção e sentido, passando a ser a velocidade da esfera A 4,0 m/s e a da esfera B, 6,0 m/s. Considerando m_A a massa da esfera A e m_B a massa da esfera B, assinale a razão $\frac{m_A}{m_B}$.

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

10. (UFRGS) Dois vagões de trem, de massas $4 \cdot 10^4$ kg e $3 \cdot 10^4$ kg, deslocam-se no mesmo sentido, sobre uma linha férrea retilínea. O vagão de menor massa está na frente, movendo-se com uma velocidade de 0,5 m/s. A velocidade do outro é 1 m/s. Em dado momento, se chocam e permanecem acoplados. Imediatamente após o choque, a quantidade de movimento do sistema formado pelos dois vagões é:
a) $3{,}5 \cdot 10^4$ kg·m/s.
b) $5{,}0 \cdot 10^4$ kg·m/s.
c) $5{,}5 \cdot 10^4$ kg·m/s.
d) $7{,}0 \cdot 10^4$ kg·m/s.
e) $10{,}5 \cdot 10^4$ kg·m/s.

11. (UFF-RJ) Cada esquema a seguir revela as situações observadas imediatamente antes e depois da colisão entre dois objetos. Nestes esquemas, a massa de cada objeto é dada em quilograma e a velocidade em metro por segundo. O esquema que corresponde à colisão perfeitamente elástica é o indicado na opção:



12. (Fuvest) Uma caminhonete A, parada em uma rua plana, foi atingida por um carro B, com massa $m_B = m_A/2$, que vinha com velocidade v_B. Como os veículos ficaram amassados, pode-se concluir que o choque não foi totalmente elástico. Consta no boletim de ocorrência que, no momento da batida, o carro B parou enquanto a caminhonete A adquiriu uma velocidade $v_A = v_B/2$, na mesma direção de v_B.

Considere estas afirmações de algumas pessoas que comentaram a situação:

I. A descrição do choque não está correta, pois é incompatível com a lei da conservação da quantidade de movimento.
II. A energia mecânica dissipada na deformação dos veículos foi igual a 1/2 $m_A v_A^2$.
III. A quantidade de movimento dissipada no choque foi igual a 1/2 $m_B v_B$.

Está correto apenas o que se afirma em:
a) I.
b) II.
c) III.
d) I e III.
e) II e III.

13. (Fuvest) Dois caixotes de mesma altura e mesma massa, A e B, podem movimentar-se sobre uma superfície plana, sem atrito. Estando inicialmente A parado, próximo a uma parede, o caixote B aproxima-se perpendicularmente à parede, com velocidade V_0, provocando uma sucessão de colisões elásticas no plano da figura.

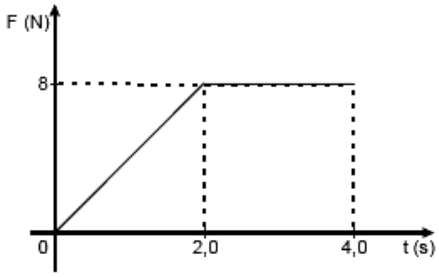
Após todas as colisões, é possível afirmar que os módulos das velocidades dos dois blocos serão aproximadamente:
a) $V_A = V_0$ e $V_B = 0$.
b) $V_A = V_0/2$ e $V_B = 2\ V_0$.
c) $V_A = 0$ e $V_B = 2\ V_0$.
d) $V_A = V_0/\sqrt{2}$ e $V_B = V_0/\sqrt{2}$.
e) $V_A = 0$ e $V_B = V_0$.

14. (UEFS) Uma bola de beisebol tem massa de 100 g e é lançada com velocidade de 10 m/s sendo rebatida com velocidade de 12 m/s no sentido oposto ao inicial.
Se a bola fica em contato com o bastão um tempo de 1 ms, então a intensidade da força média exercida pelo bastão sobre a bola é igual a
a) 1,8 kN
b) 2,2 kN
c) 3,4 kN
d) 4,5 kN
e) 5,0 kN

15. (FATEC) Uma bola de massa 0,50 kg foi chutada diretamente para o gol, chegando ao goleiro com velocidade de 40 m/s. Este consegue espalmá-la para a lateral e a bola deixa as mãos do goleiro com velocidade de 30 m/s, perpendicularmente à direção inicial de seu movimento. O impulso que o goleiro imprime à bola tem módulo, em unidades do Sistema Internacional,
a) 50
b) 25
c) 20
d) 15
e) 10

Considere o gráfico abaixo para resolver as questões 16 e 17.

Um carrinho de massa 4,0 kg, inicialmente parado, sofre a ação de uma força F, cujo módulo varia com o tempo, de acordo com o gráfico abaixo.

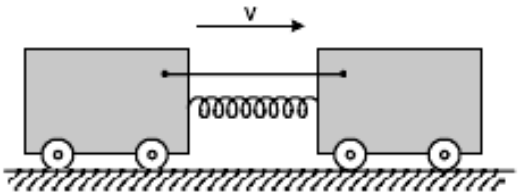


16. (UEL) O impulso da força sobre o carrinho, desde $t_0 = 0$ até t = 4,0 s, em kg.m/s, apresenta módulo
a) 12
b) 16
c) 20
d) 24
e) 32

17. (UEL) A velocidade do carrinho no instante t = 2,0 s tem valor, em m/s,
a) 1,0
b) 2,0
c) 4,0
d) 8,0
e) 16

18. (UNIBAHIA) Uma bala de massa 10 g é atirada com uma velocidade de 1000 m/s por um fuzil que tem massa de 4 kg. Admitindo-se que o fuzil recua livremente, pode-se afirmar que a velocidade de recuo do fuzil, em m/s, é igual a
a) 1,2
b) 1,8
c) 2,5
d) 3,6
e) 4,0

19. (FUVEST) Dois carrinhos iguais, com 1 kg de massa cada um, estão unidos por um barbante e caminham com velocidade de 3 m/s. Entre os carrinhos há uma mola comprimida, cuja massa pode ser desprezada. Num determinado instante, o barbante se rompe, a mola se desprende e um dos carrinhos pára imediatamente.



a) Qual a quantidade de movimento inicial do conjunto?
b) Qual a velocidade do carrinho que continua em movimento?

20. (UEL) Um carro de massa 500 kg, carregado com 1.000 kg de areia, escorrega sobre uma superfície horizontal sem atrito, com velocidade de módulo 10 m/s. Um furo é aberto no assoalho e a areia começa a escoar-se verticalmente em relação ao carro. Quando a metade da areia tinha escoado, a velocidade do carro tinha módulo igual a
a) 5 m/s
b) 15 m/s
c) 10 m/s
d) 12 m/s
e) um valor diferente de todos.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) E	2) E	3) C	4) a) 30kg.m/s b) 50N.s	
5) C	6) C	7) E	8) A	9) D
10) 2m/s	11) E	12) A	13) A	14) E
15) A				

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

1) D	2) B	3) B	4) A	5) E
6) E	7) D	8) A	9) C	10) C
11) A	12) B	13) E	14) B	15) B
16) D	17) B	18) C	19) a) 6kg.m/s b) 6m/s	
20) B				