



ESTE MATERIAL TEM CARÁTER INFORMATIVO E EDUCATIVO

Siga as nossas redes sociais e vamos esclarecer suas dúvidas

 [Italovector.com.br](https://www.instagram.com/italovector)

 [facebook.com/italovector](https://www.facebook.com/italovector)

Visite também nosso site: italovector.com.br



TÓPICO 2 - CAPÍTULO 02

02 - AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA



Índice

1 – AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA	3
1.1 - FORÇA PESO	3
1.2 - FORÇA NORMAL	3
1.3 - FORÇA DE TRAÇÃO	3
1.4 - FORÇA ELÁSTICA	3
1.5 - FORÇA DE ATRITO	3
2 – EXERCÍCIOS	4
EXERCÍCIOS DE FORÇA PESO	4
EXERCÍCIOS DE FORÇA NORMAL	5
EXERCÍCIOS DE FORÇA DE TRAÇÃO	7
EXERCÍCIOS DE FORÇA ELÁSTICA	8
EXERCÍCIOS DE FORÇA DE ATRITO	10
Gabaritos e Resoluções:	11
4 – BIBLIOGRAFIA	15

1 – AS PRINCIPAIS FORÇAS DA DINÂMICA

1.1 - FORÇA PESO

1.2 - FORÇA NORMAL

1.3 - FORÇA DE TRAÇÃO

1.4 - FORÇA ELÁSTICA

1.5 - FORÇA DE ATRITO

- Força de Resistência do ar

OS CONTEÚDOS TEÓRICOS ESTÃO DISPONÍVEIS EM

<https://italovector.com.br/curso-fisica/>

- Área da física - Mecânica (Tópico 2)
 - Capítulo 02 - DINÂMICA VETORIAL: Leis de Newton e Forças
 - [02 – As principais Forças da Dinâmica](#)

2 – EXERCÍCIOS

EXERCÍCIOS DE FORÇA PESO

Nível Fácil

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O texto abaixo é um pequeno resumo do trabalho de Sir Isaac Newton (1643-1727) e refere-se à(s) seguinte(s) questões de Física.

Sir Isaac Newton foi um cientista inglês, mais reconhecido como físico e matemático, embora tenha sido também astrônomo, alquimista, filósofo natural e teólogo.

Devido à peste negra, em 1666, Newton retorna à casa de sua mãe e, neste ano de retiro, constrói suas quatro principais descobertas: o Teorema Binomial, o Cálculo, a Lei da Gravitação Universal e a natureza das cores.

Foi Newton quem primeiro observou o espectro visível que se pode obter pela decomposição da luz solar ao incidir sobre uma das faces de um prisma triangular transparente (ou outro meio de refração ou de difração), atravessando-o e projetando-se sobre um meio ou um anteparo branco, fenômeno este conhecido como dispersão da luz branca.

No artigo “Nova teoria sobre luz e cores” (1672) e no livro *Óptica* (1704), Newton discutiu implicitamente a natureza física da luz, fornecendo alguns argumentos a favor da materialidade da luz (Teoria Corpuscular da Luz).

Construiu o primeiro telescópio de reflexão em 1668. Em 1687, publica *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (*Princípios matemáticos da filosofia natural*), em três volumes, obra na qual enunciou a lei da gravitação universal, generalizando e ampliando o trabalho de Kepler. Nesta obra descreve, além das três leis de Newton, que fundamentam a Mecânica Clássica, o movimento dos corpos em meios resistentes, vibrações isotérmicas, velocidade do som, densidade do ar, queda dos corpos na atmosfera, pressão atmosférica, resumindo suas descobertas.

O trabalho de Newton é atemporal e um dos alicerces da Mecânica Clássica tal como a conhecemos.

1. (G1 - cftrj 2013) De acordo com as Leis do Movimento de Newton, a atração gravitacional da Terra confere peso aos objetos fazendo com que caiam quando são soltos no ar (como a atração é mútua, a Terra também se move em direção aos objetos, mas apenas por uma ínfima fração).

Sendo o peso de um corpo, na Terra, de 360 N, qual será este peso, na Lua, onde a aceleração da gravidade é um sexto da aceleração da gravidade na Terra?

- a) 60 N.
- b) 120 N.
- c) 180 N.
- d) 360 N.

2. (Ufsm 2014) A imagem mostra um exemplar de esquilo voador. Quando deseja descer ao solo saltando de uma árvore, ele abre suas pseudoasas, que atuam como um freio aerodinâmico e amortecem sua queda. Considerando que esse esquilo cai verticalmente com suas pseudoasas abertas, qual das alternativas a seguir descreve corretamente as características físicas desse movimento?



Fonte: Disponível em: <<http://m.fotos.noticias.bol.uol.com.br/entretenimento>>. Acesso em: 23 jul. 2013

- a) Durante a queda, o módulo da aceleração do esquilo aumenta até que sua velocidade terminal seja atingida, permanecendo constante a partir desse momento.
- b) À medida que cai, o peso do esquilo diminui.
- c) A resultante de forças experimentada pelo esquilo é constante e não nula durante a queda.
- d) A força de resistência do ar é variável e equilibra o peso, quando a velocidade terminal é atingida.
- e) A velocidade terminal do esquilo não depende da densidade do ar.

3. (Fuvest 2021) Considere as seguintes afirmações:

- I. Uma pessoa em um trampolim é lançada para o alto. No ponto mais alto de sua trajetória, sua aceleração será nula, o que dá a sensação de “gravidade zero”.
- II. A resultante das forças agindo sobre um carro andando em uma estrada em linha reta a uma velocidade constante tem módulo diferente de zero.
- III. As forças peso e normal atuando sobre um livro em repouso em cima de uma mesa horizontal formam um par ação-reação.

De acordo com as Leis de Newton:

- a) Somente as afirmações I e II são corretas.
- b) Somente as afirmações I e III são corretas.
- c) Somente as afirmações II e III são corretas.
- d) Todas as afirmações são corretas.
- e) Nenhuma das afirmações é correta.

4. (G1 - cps 2015) Sacolas imensas são usadas para o transporte de minérios, sucatas e entulhos. Elas são feitas de plástico reciclável e têm quatro alças, conforme mostra a figura. São facilmente movimentadas encaixando-se suas quatro alças no gancho de pequenos guindastes.



Suponha que em uma dessas sacolas sejam colocados 1200 Kg de entulho e que todos os pontos de fixação de cada alça na sacola sofram trações de mesma intensidade, quando a sacola é erguida.

Nessas condições, a componente vertical da tração a que cada ponto de fixação das alças é submetida será, em newtons,

Lembre-se que o peso de um corpo é calculado pela expressão $P = m \cdot g$, em que P é o peso do corpo (N); m é a massa do corpo (kg), e g é a aceleração da gravidade, de valor 10 m/s^2 .

- a) 120.
- b) 150.
- c) 1 200.
- d) 1500.
- e) 3 000.

Nível Médio

5. (Unemat 2010) Um ônibus de peso igual a 10.000 N está em movimento com velocidade de 15 m/s. O motorista que dirige o ônibus avista na pista de rolamento um animal e aciona o freio. O ônibus percorre 9 metros durante a frenagem até parar completamente.

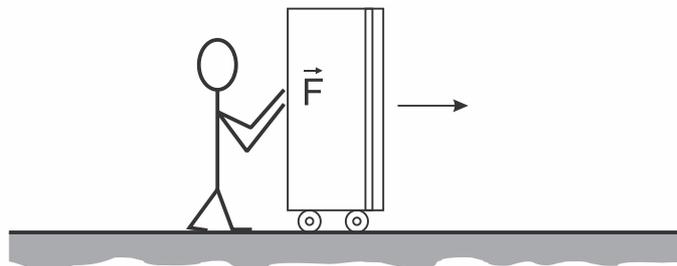
O módulo da força de frenagem é igual a: (Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- a) 15.000 N
- b) 12.500 N
- c) 11.250 N
- d) 10.000 N
- e) 9.000 N

EXERCÍCIOS DE FORÇA NORMAL

Nível Fácil

6. (G1 - cftmg 2015) A figura seguinte ilustra uma pessoa aplicando uma força \vec{F} para direita em uma geladeira com rodas sobre uma superfície plana.



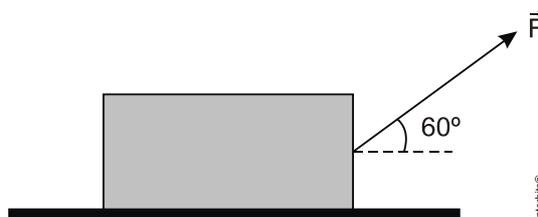
Nesse contexto, afirma-se que:

- I. O uso de rodas anula a força de atrito com o solo.
- II. A única força que atua na geladeira é a força aplicada pela pessoa.
- III. Ao usar rodas, a força de reação normal do piso sobre a geladeira fica menor.
- IV. A geladeira exerce sobre a pessoa uma força oposta e de igual intensidade a \vec{F} .
- V. Se a geladeira se movimenta com velocidade constante, ela está em equilíbrio.

São corretas apenas as afirmativas

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

7. (Upe 2013) Suponha um bloco de massa $m = 2 \text{ kg}$ inicialmente em repouso sobre um plano horizontal sem atrito. Uma força $F = 16 \text{ N}$ é aplicada sobre o bloco, conforme mostra a figura a seguir.



Qual é a intensidade da reação normal do plano de apoio e a aceleração do bloco, respectivamente, sabendo-se que $\text{sen}60^\circ = 0,85$, $\text{cos}60^\circ = 0,50$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$?

- a) 6,4 N e 4 m/s^2
- b) 13,6 N e 4 m/s^2
- c) 20,0 N e 8 m/s^2
- d) 16,0 N e 8 m/s^2
- e) 8,00 N e 8 m/s^2

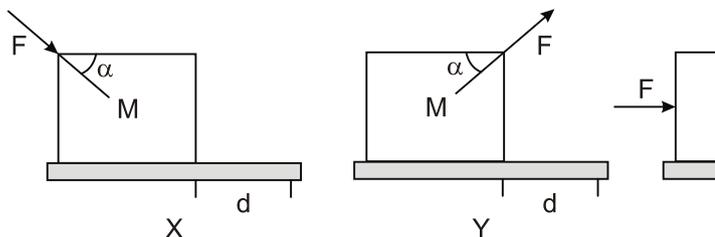
8. (Uern 2013) Antes de empurrar uma estante apoiada em uma superfície plana de uma sala, uma pessoa decide retirar os livros do seu interior. Dessa maneira, a força que irá reduzir,

juntamente com o atrito, durante o deslocamento do móvel, é conhecida como força

- normal.
- elástica.
- de tração.
- centrípeta.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Um estudante movimenta um bloco homogêneo de massa M , sobre uma superfície horizontal, com forças de mesmo módulo F , conforme representa a figura abaixo.

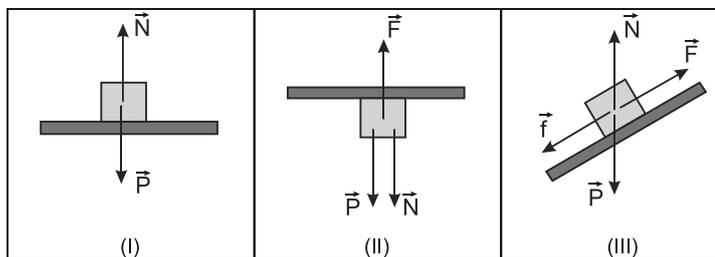


Em X, o estudante empurra o bloco; em Y, o estudante puxa o bloco; em Z, o estudante empurra o bloco com força paralela ao solo.

9. (Ufrgs 2013) A força normal exercida pela superfície é, em módulo, igual ao peso do bloco

- apenas na situação X.
- apenas na situação Y.
- apenas na situação Z.
- apenas nas situações X e Y.
- em X, Y e Z.

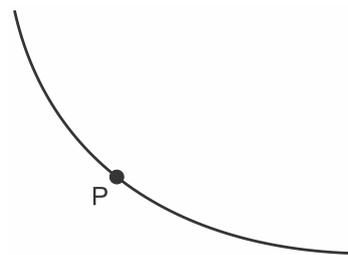
10. (G1 - ifsc 2012) A força de reação normal é uma força que surge quando existe contato entre o corpo e uma superfície, sendo definida como uma força de reação da superfície sobre a compressão que o corpo exerce sobre esta superfície. Abaixo temos quatro situações, com os respectivos diagramas de forças. Analise a representação da Força de Reação Normal (\vec{N}) em cada uma das situações.



Assinale a alternativa CORRETA.

- A força de reação normal está corretamente representada em I, II e IV.
- A força de reação normal está corretamente representada em I, II e III.
- A força de reação normal está corretamente representada em I, III e IV.
- A força de reação normal está corretamente representada em II, III e IV.
- A força de reação normal está corretamente representada em todas as situações.

11. (G1 - cftmg 2006) Um patinador desce uma rampa com formato de um arco de circunferência, conforme a seguir ilustrado.

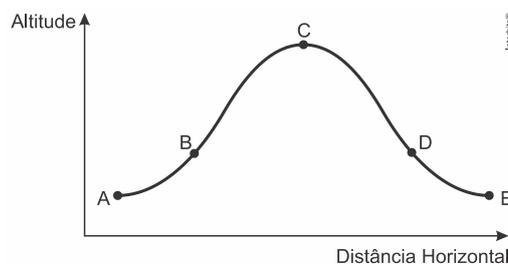


A força normal que atua sobre o patinador, quando ele passa pela posição P, é mais bem representada pelo vetor

-
-
-
-

Nível Médio

12. (Eear 2020) Uma empresa europeia realiza voos com o objetivo de simular a ausência de gravidade para uma pessoa que está dentro do avião. Um voo típico dessa simulação está representado a seguir:

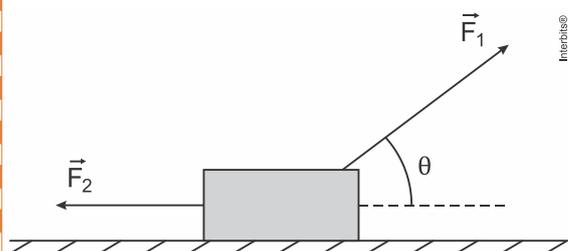


O avião atinge uma determinada altitude (ponto A) e a partir dela aumenta sua velocidade sob uma aceleração de 2 vezes o módulo da aceleração da gravidade. Próximo de atingir o ponto B, o avião diminui o módulo da força produzida pelo motor até se igualar a resistência do ar e, a partir do ponto B, inicia um lançamento oblíquo até D.

Uma vez que a pessoa não está presa a nenhuma parte do avião e que também realiza um lançamento oblíquo com a mesma velocidade inicial do avião a partir de B, pode-se afirmar corretamente que o módulo da força normal do piso do avião contra a força peso da pessoa no trecho de B a D é _____.

- igual a zero.
- igual a força peso que atua na pessoa.
- maior que a força peso que atua na pessoa.
- menor que a força peso que atua na pessoa.

13. (S1 - ifsul 2020) Um bloco de massa 2 kg está submetido à ação de duas forças, cujos módulos são, respectivamente, iguais a $F_1 = 10 \text{ N}$ e $F_2 = 6 \text{ N}$ conforme ilustra a figura abaixo. O bloco encontra-se em repouso sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa.



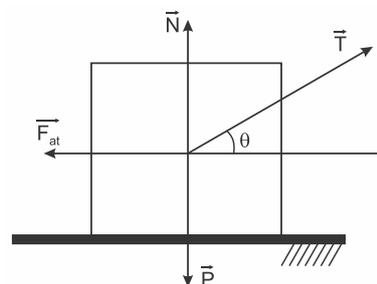
Sabendo-se que, no local, a aceleração da gravidade tem módulo igual a 10 m/s^2 , e utilizando $\sin \theta$ é igual a 0,8 e $\cos \theta$ igual a 0,6, a força normal que atua no bloco tem módulo igual a

- a) 20 N.
- b) 12 N.
- c) 8 N.
- d) 6 N.

EXERCÍCIOS DE FORÇA DE TRAÇÃO

Nível fácil

14. (Fuvest-Ete 2022) Uma força de tração T é aplicada em um ângulo $0 < \theta < 90^\circ$ sobre um bloco de peso P , que permanece em repouso. Estão agindo também a força normal N e uma força de atrito F_{at} , conforme mostrado no diagrama:



Indique a alternativa que relaciona corretamente as forças F , P , N e F_{at} :

Note e Adote:

Assuma as direções e sentidos das forças conforme desenhado, mas as magnitudes são arbitrárias e não representadas em escala.

- a) $T > F_{at}$ e $N < P$
- b) $T < F_{at}$ e $N = P$
- c) $T = F_{at}$ e $N = P$
- d) $T = F_{at}$ e $N > P$
- e) $T < F_{at}$ e $N < P$

15. (Famerp 2020) Em um local em que a aceleração gravitacional vale 10 m/s^2 , uma pessoa eleva um objeto de peso 400 N por meio de uma roldana fixa, conforme mostra a figura, utilizando uma corda que suporta, no máximo, uma tração igual a 520 N.

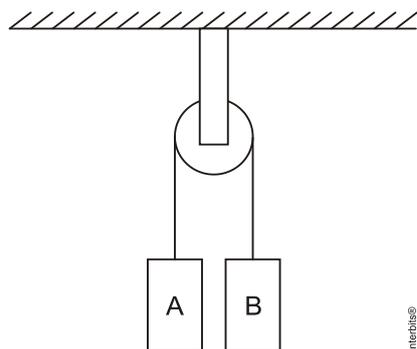


(<https://brasilescola.uol.com.br>)

A máxima aceleração que a pessoa pode imprimir ao objeto durante a subida, sem que a corda se rompa, é

- a) $6,0 \text{ m/s}^2$.
- b) 13 m/s^2 .
- c) $8,0 \text{ m/s}^2$.
- d) $2,0 \text{ m/s}^2$.
- e) $3,0 \text{ m/s}^2$.

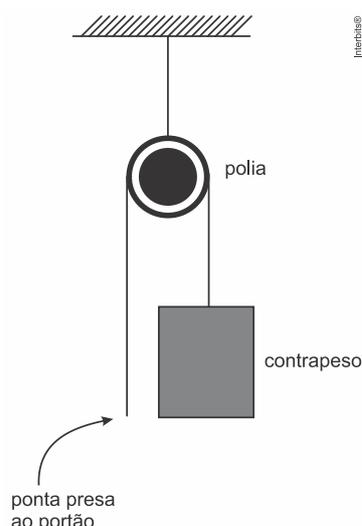
16. (G1 - cftmg 2011) Dois blocos A e B, de massas $M_A = 2,0$ kg e $M_B = 3,0$ kg estão acoplados através de uma corda inextensível e de peso desprezível que passa por uma polia conforme figura.



Esses blocos foram abandonados, e, após mover-se por 1,0 m, o bloco B encontrava-se a 3,0 m do solo quando se soltou da corda. Desprezando-se a massa da polia e quaisquer formas de atrito, o tempo necessário, em segundos, para que B chegue ao chão e igual a

- a) 0,2.
- b) 0,4.
- c) 0,6.
- d) 0,8.

17. (Ufjf-pism 1 2016) Doutor Botelho quer instalar um portão elétrico na garagem de sua casa. O sistema é composto de um contrapeso preso à extremidade de um cabo de aço de massa desprezível, que passa por uma polia, de massa também desprezível. A outra extremidade do cabo de aço é presa ao portão, como mostrado na figura. Sabendo-se que o portão possui uma massa de 100,0 kg, qual deve ser a massa do contrapeso para que o portão suba com aceleração igual a $0,1g$, sendo g a aceleração da gravidade? Desconsidere qualquer outra força externa realizada pelo motor do portão.

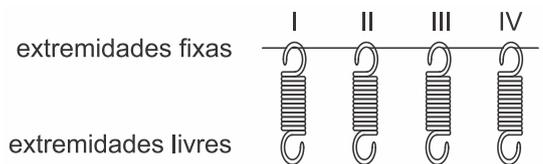


- a) 81,8 kg
- b) 122,2 kg
- c) 61,0 kg
- d) 163,6 kg
- e) 127,5 kg

EXERCÍCIOS DE FORÇA ELÁSTICA

NÍVEL FÁCIL

18. (Uerj 2021) Uma empresa testou quatro molas para utilização em um sistema de fechamento automático de portas. Para avaliar sua eficiência, elas foram fixadas a uma haste horizontal e, em suas extremidades livres, foram fixados corpos com diferentes massas.



Observe na tabela os valores tanto das constantes elásticas K das molas quanto das massas dos corpos.

MOLA	K (N/cm)	MASSA DO CORPO FIXADO (kg)
I	0,9	0,9
II	0,8	1,2
III	0,6	1,8
IV	0,7	1,4

Para que o sistema de fechamento funcione com mais eficiência, a mola a ser utilizada deve ser a que apresentou maior deformação no teste.

Essa mola está identificada pelo seguinte número:

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

19. (Eear 2019) Uma mola está suspensa verticalmente próxima à superfície terrestre, onde a aceleração da gravidade pode ser adotada como 10 m/s^2 . Na extremidade livre da mola é colocada uma cestinha de massa desprezível, que será preenchida com bolinhas de gude, de 15 g cada. Ao acrescentar bolinhas à cesta, verifica-se que a mola sofre uma elongação proporcional ao peso aplicado. Sabendo-se que a mola tem uma constante elástica $k = 9,0 \text{ N/m}$, quantas bolinhas é preciso acrescentar à cesta para que a mola estique exatamente 5 cm?

- a) 1
- b) 3
- c) 5
- d) 10

20. (G1 - ifsul 2018) Se você esticar uma mangueira de borracha e soltá-la, poderá observar um pulso movendo-se para cima e para baixo da mangueira.

O que acontecerá com a velocidade desse pulso se você esticar a mangueira com mais força?

- a) Aumentará.
- b) Diminuirá.
- c) Permanecerá constante.
- d) Mudará de forma imprevisível.

21. (G1 - cftmg 2018) A estudante Paula, do ensino fundamental, necessita de uma mola macia para realizar um trabalho que será apresentado na feira de Ciências da sua escola.

Na caixa de ferramentas, ela encontrou duas molas, A e B, de comprimentos iniciais iguais a 10 cm e 15 cm, respectivamente. Para verificar qual delas era a mais macia, pendurou, na vertical, um mesmo objeto em cada uma das molas separadamente. Após o equilíbrio, Paula aferiu que o comprimento final das molas A e B tinha os valores de 12 cm e 18 cm, respectivamente.

De acordo com suas observações, a estudante verificou que

- a) a mola A é mais macia.
- b) a mola B é mais macia.
- c) o experimento é inconclusivo.
- d) as molas são igualmente macias.

22. (Uern 2013) A tabela apresenta a força elástica e a deformação de 3 molas diferentes.

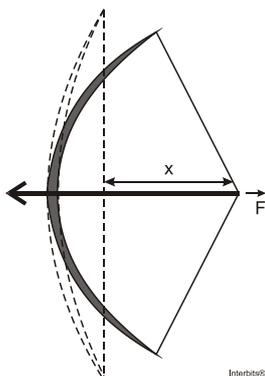
Mola	Força elástica (N)	Deformação (m)
1	400	0,50
2	300	0,30
3	600	0,80

Comparando-se as constantes elásticas destas 3 molas, tem-se que

- a) $K_1 > K_2 > K_3$.
- b) $K_2 > K_1 > K_3$.
- c) $K_2 > K_3 > K_1$.
- d) $K_3 > K_2 > K_1$.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O tiro com arco é um esporte olímpico desde a realização da segunda olimpíada em Paris, no ano de 1900. O arco é um dispositivo que converte energia potencial elástica, armazenada quando a corda do arco é tensionada, em energia cinética, que é transferida para a flecha.



Num experimento, medimos a força F necessária para tensionar o arco até uma certa distância x, obtendo os seguintes valores:

F (N)	160,0	320,0	480,0
X (cm)	10	20	30

23. (Ufu 2010) O valor e unidades da constante elástica, k, do arco são:

- a) 16 m/N
- b) 1,6 kN/m
- c) 35 N/m
- d) $\frac{5}{8} \times 10^{-2}$ m/N

NÍVEL MÉDIO

24. (Ufpr 2011) Com o objetivo de analisar a deformação de uma mola, solta-se, a partir do repouso e de uma certa altura, uma esfera de massa $m = 0,1$ kg sobre essa mola, de constante elástica $k = 200$ N/m, posicionada em pé sobre uma superfície. A deformação máxima causada na mola pela queda da esfera foi 10 cm. Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s² e despreze a massa da mola e o atrito com o ar.

- a) Determine o módulo e a orientação das forças que atuam sobre a esfera no instante de máxima deformação da mola.
- b) Determine o módulo e a orientação da força resultante sobre a esfera no instante de máxima deformação da mola.
- c) Determine o módulo e o sentido da máxima aceleração sofrida pela esfera.
- d) Determine a força normal exercida pelo solo sobre a mola no instante de sua máxima deformação.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A saltadora brasileira Fabiana Murer terminou as olimpíadas de Pequim em décimo lugar, após descobrir, no meio da competição, que o Comitê Organizador dos Jogos havia perdido uma de suas varas, a de flexibilidade 21.

COM A VARA ERRADA Fabiana Murer foi prejudicada em Pequim porque teve de usar uma vara inapropriada para seu salto

	flexibilidade:	saltos para os quais a vara é apropriada	a altura que Fabiana não conseguiu ultrapassar
A vara que foi perdida	21.0	4,55m, 4,60m 4,65m e 4,70m	4,65 metros
A vara que Fabiana usou	20.5	4,75m e 4,80m	

Como se mede a flexibilidade? comprimento da vara 4,5 m

21 cm

22,7 quilos

Dizer que a vara tem flexibilidade 21.0 significa que, quando apoiada e submetida a um peso de 22,7 quilos em seu centro, ela sofrerá uma deformação de 21 centímetros

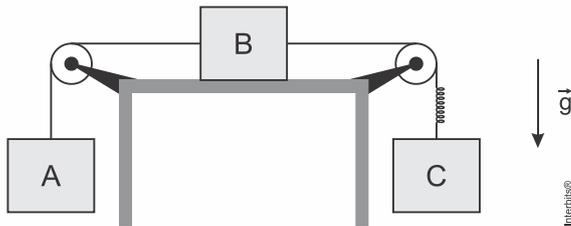
Fontes: Elson Miranda, treinador de Fabiana Murer, e Júlio Serrão, do Laboratório de Biomecânica da USP. VEJA, São Paulo, p. 128, 27 ago. 2008. (Adaptado).

25. (Ufg 2009) Considerando que este tipo de vara se comporta com uma mola ideal, qual é a constante em N/m da mola ideal equivalente a uma vara de flexibilidade 21?

Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) $9,25 \times 10^{-6}$
- b) $9,25 \times 10^{-4}$
- c) $1,081 \times 10^1$
- d) $1,081 \times 10^2$
- e) $1,081 \times 10^3$

26. (G1 - ifba 2018) Na montagem experimental abaixo, os blocos A, B e C têm massas $m_A = 2,0 \text{ Kg}$, $m_B = 3 \text{ Kg}$ e $m_C = 5,0 \text{ Kg}$. Desprezam-se os atritos e a resistência do ar. Os fios e as polias são ideais e adote $g = 10 \text{ m/s}^2$



No fio que liga o bloco B com o bloco C está intercalada uma mola leve de constante elástica $3,5 \cdot 10^3 \text{ N/m}$. Com o sistema em movimento, a deformação da mola é?

- a) 2,0 cm
- b) 1,0 cm
- c) 1,5 cm
- d) 2,8 cm
- e) 4,2 cm

EXERCÍCIOS DE FORÇA DE ATRITO

Nível fácil

27. (Uece 2017) O caminhar humano, de modo simplificado, acontece pela ação de três forças sobre o corpo: peso, normal e atrito com o solo. De modo simplificado, as forças peso e atrito sobre o corpo são, respectivamente,

- a) vertical para cima e horizontal com sentido contrário ao deslocamento.
- b) vertical para cima e horizontal com mesmo sentido do deslocamento.
- c) vertical para baixo e horizontal com mesmo sentido do deslocamento.
- d) vertical para baixo e horizontal com sentido contrário ao deslocamento.

28. (Uece 2017) Um automóvel percorre uma pista circular horizontal e plana em um autódromo. Em um dado instante, as rodas travam (param de girar) completamente, e o carro passa a deslizar sob a ação da gravidade, da normal e da força de atrito dinâmica. Suponha que o raio da pista seja suficientemente grande para que o carro possa ser tratado como uma massa puntiforme.

Pode-se afirmar corretamente que, imediatamente após o travamento das rodas, o vetor força de atrito sobre o carro tem

- a) a mesma direção e o mesmo sentido que o vetor velocidade do carro.
- b) direção perpendicular à trajetória circular do autódromo e aponta para o centro.
- c) direção perpendicular à trajetória circular do autódromo e normal à superfície da pista.
- d) a mesma direção e sentido contrário ao vetor velocidade do carro.

29. (Enem (Libras) 2017) Em dias de chuva ocorrem muitos acidentes no trânsito, e uma das causas é a aquaplanagem, ou seja, a perda de contato do veículo com o solo pela existência de uma camada de água entre o pneu e o solo, deixando o veículo incontrolável.

Nesta situação, a perda do controle do carro está relacionada com redução de qual força?

- a) Atrito.
- b) Tração.
- c) Normal.
- d) Centrípeta.
- e) Gravitacional.

30. (Ufjf-pism 1 2016) Em relação às forças de atrito entre um bloco e uma superfície sobre a qual o mesmo repousa, assinale a afirmação CORRETA:

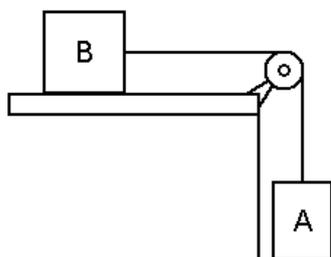
- a) a força de atrito é diretamente proporcional à área da superfície de contato;
- b) o coeficiente de atrito estático não depende da natureza da superfície;
- c) a força de atrito máxima é diretamente proporcional ao módulo da força normal;
- d) a força de atrito máxima é inversamente proporcional ao módulo da força normal;
- e) uma vez que o bloco começa a deslizar, a força de atrito aumenta proporcionalmente à velocidade do bloco.

31. (Unicamp 2021) A força de atrito cinético entre a agulha e um disco de vinil tem módulo $|\vec{F}_{at}| = 8,0 \times 10^{-3}$ N. Sendo o módulo da força normal $|\vec{N}| = 2,0 \times 10^{-2}$ N, o coeficiente de atrito cinético, μ_c , entre a agulha e o disco é igual a

- a) $1,6 \times 10^{-5}$.
- b) $5,0 \times 10^{-2}$.
- c) $4,0 \times 10^{-1}$.
- d) $2,5 \times 10^0$.

Nível médio

32. (Unifesp 2006) A figura representa um bloco B de massa m_B apoiado sobre um plano horizontal e um bloco A de massa m_A a ele pendurado. O conjunto não se movimenta por causa do atrito entre o bloco B e o plano, cujo coeficiente de atrito estático é μ_B .



Não leve em conta a massa do fio, considerado inextensível, nem o atrito no eixo da roldana. Sendo g o módulo da aceleração da gravidade local, pode-se afirmar que o módulo da força de atrito estático entre o bloco B e o plano

- a) é igual ao módulo do peso do bloco A.
- b) não tem relação alguma com o módulo do peso do bloco A.
- c) é igual ao produto $m_B \cdot g \cdot \mu_B$, mesmo que esse valor seja maior que o módulo do peso de A.
- d) é igual ao produto $m_B \cdot g \cdot \mu_B$, desde que esse valor seja menor que o módulo do peso de A.
- e) é igual ao módulo do peso do bloco B.

Gabaritos e Resoluções:

Resposta da questão 1: [A]

$$P_{Lua} = m \cdot g_{Lua} = m \cdot \frac{g_{Terra}}{6} = \frac{P_{Terra}}{6} = \frac{360}{6} = 60N.$$

Resposta da questão 2: [D]

No início da queda, a resultante das forças é o próprio peso, acelerando o esquilo. Porém, à medida que a velocidade aumenta, aumenta também a força de resistência do ar diminuindo a intensidade da resultante, que se anula quando ele atinge a velocidade terminal.

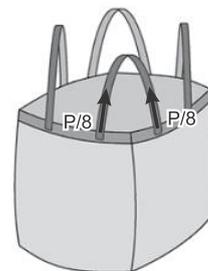
Resposta da questão 3: [E]

Analisando as afirmativas:

- [I] Falsa. No ponto mais alto da trajetória, é a velocidade da pessoa que se anula, e não a sua aceleração.
- [II] Falsa. Um movimento retilíneo e uniforme implica em uma força resultante nula.
- [III] Falsa. O par ação-reação consiste em um par de forças de mesma direção e sentidos opostos trocadas por corpos distintos.

Resposta da questão 4: [D]

Como cada alça tem dois pontos de apoio, em cada alça teremos a quarta parte do peso dividido por dois apoios (4 alças sendo cada uma com dois apoios):



Logo,

$$2T = \frac{P}{4}$$

$$T = \frac{P}{8} = \frac{1200\text{kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{8}$$

$$T = 1500 \text{ N}$$

Resposta da questão 5: [B]

Dados: $P = 10.000$ N; $m = 1.000$ kg; $v_0 = 15$ m/s; $v = 0$; $\Delta S = 9$ m.

Aplicando a equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2 a \Delta S \Rightarrow 0 = 15^2 + 2 a 9 \Rightarrow -18 a = 225 \Rightarrow a = -12,5 \text{ m/s}^2.$$

Do princípio fundamental da dinâmica:

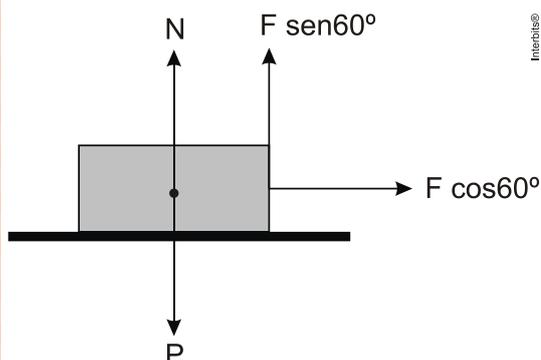
$$R = m|a| = 1.000(12,5) \Rightarrow R = 12.500 \text{ N.}$$

Resposta da questão 6: [B]

- [I] **Incorreta.** O uso de rodas **não** anula a força de atrito com o solo. Entre o solo e as rodas não há atrito de escorregamento mas há atrito de rolamento.
- [II] **Incorreta.** Além da força aplicada pela pessoa há também o peso e a força de contato com o solo, cujas componentes são a normal e o atrito.
- [III] **Incorreta.** Se a força aplicada pela pessoa é horizontal, a força de reação normal do piso sobre a geladeira tem a mesma intensidade do peso, com ou sem rodas, pois a geladeira está em equilíbrio na direção vertical.
- [IV] **Correta.** De acordo com o Princípio da Ação-Reação, a geladeira exerce sobre a pessoa uma força oposta e de igual intensidade a \vec{F} .
- [V] **Correta.** Se a geladeira se movimenta com velocidade constante, ela está em equilíbrio **dinâmico**, pois está em movimento retilíneo e uniforme.

Resposta da questão 7: [A]

A figura abaixo mostra as forças que agem no bloco.



As forças verticais anulam-se. Ou seja:

$$N + F \sin 60^\circ = P \rightarrow N + 16 \times 0,85 = 20 \rightarrow N = 20 - 13,6 = 6,4 \text{ N}$$

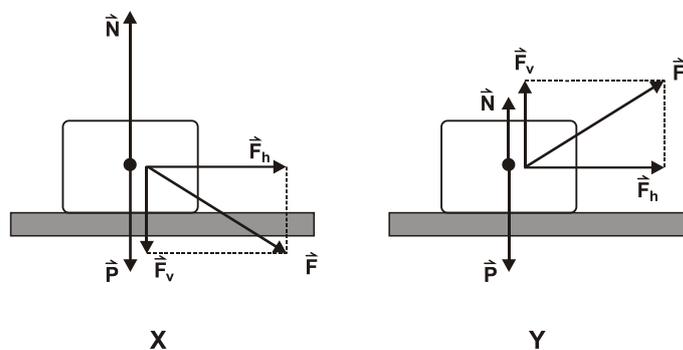
Na horizontal

$$F_R = ma \rightarrow F \cos 60^\circ = ma \rightarrow 16 \times 0,5 = 2a \rightarrow a = 4,0 \text{ m/s}^2$$

Resposta da questão 8: [A]

A força de compressão entre um corpo e uma superfície é chamada força **normal**, pois é sempre perpendicular à superfície.

Resposta da questão 9: [C]



Nas Figuras X e Y a força \vec{F} apresenta componentes vertical e horizontal. Como o movimento é retilíneo, as forças verticais estão equilibradas. Assim, analisando cada uma das figuras:

$$\begin{cases} \text{Figura X: } N = P + F_y \Rightarrow N > P \\ \text{Figura Y: } N + F_y = P \Rightarrow N < P \\ \text{Figura Z: } N = P \end{cases}$$

Resposta da questão 10: [A]

A força normal tem sempre direção perpendicular à superfície de apoio, no sentido de evitar a penetração do corpo na superfície, o que não se verifica apenas na situação III.

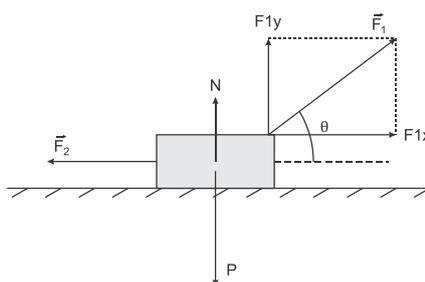
Resposta da questão 11: [C]

Resposta da questão 12: [A]

Como a pessoa e o avião estão sob a mesma velocidade, não há força relativa entre eles, sendo nula a força normal do piso do avião contra a força peso da pessoa no trecho dado.

Resposta da questão 13: [B]

Fazendo o diagrama de corpo livre para o bloco, temos:



Assim, para o equilíbrio no eixo vertical devemos ter:
 $N + F_{1y} = P$

Como o peso é igual a:

$$P = m \cdot g \Rightarrow P = 2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \therefore P = 20 \text{ N}$$

E a componente vertical da força F_1 é:

$$F_{1y} = F_1 \cdot \sin \theta \Rightarrow F_{1y} = 10 \text{ N} \cdot 0,8 \therefore F_{1y} = 8 \text{ N}$$

Substituindo na equação de equilíbrio vertical, obtemos:
 $N + F_{1y} = P \Rightarrow N = P - F_{1y} \Rightarrow N = 20 \text{ N} - 8 \text{ N} \therefore N = 12 \text{ N}$

Resposta da questão 14: [A]

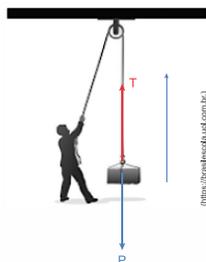
Dado que o bloco se encontra em repouso, devemos ter:

$$T \cos \theta = F_{at} \Rightarrow T > F_{at}$$

$$N + T \sin \theta = P \Rightarrow N < P$$

Resposta da questão 15: [E]

De acordo com o diagrama de corpo livre abaixo, podemos utilizar o Princípio Fundamental da Dinâmica:



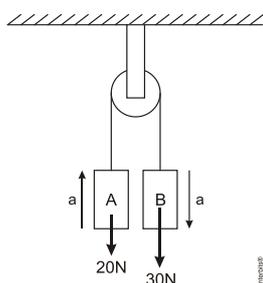
$$F_R = m \cdot a$$

$$T - P = m \cdot a$$

$$a_{\text{máx}} = \frac{T_{\text{máx}} - P}{m}$$

$$a_{\text{máx}} = \frac{520 \text{ N} - 400 \text{ N}}{40 \text{ kg}} = \frac{120 \text{ N}}{40 \text{ kg}} \therefore a_{\text{máx}} = 3 \text{ m/s}^2$$

Resposta da questão 16: [C]



Inicialmente, os blocos têm a mesma aceleração e, portanto, podem ser considerados com um único bloco de 5,0kg, sendo acelerado por uma força resultante de $F_R = 30 - 20 = 10 \text{ N}$.

$$F_R = m \cdot a \rightarrow 10 = 5a \rightarrow a = 2,0 \text{ m/s}^2$$

Quando o fio for cortado, a aceleração de B passará a ser de 10 m/s^2 .

Primeiro movimento

$$\Delta S = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow 1 = \frac{1}{2} \times 2 \times t_1^2 \rightarrow t_1 = 1,0 \text{ s}$$

$$V = V_0 + at \rightarrow V = 2 \times 1 = 2,0 \text{ m/s}$$

Segundo movimento

$$\Delta S = V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow 3 = 2t_2 + \frac{1}{2} \times 10 \times t_2^2$$

$$\rightarrow 5t_2^2 + 2t_2 - 3 = 0$$

$$t_2 = \frac{-2 + \sqrt{2^2 + 4 \times 5 \times 3}}{2 \times 5} = \frac{-2 + 8}{10} = 0,6 \text{ s}$$

A partir do rompimento do cabo, o tempo é 0,6s.

Resposta da questão 17: [B]

Sendo P_C o peso do contrapeso e P_P o peso do portão, aplicando o princípio fundamental da dinâmica ao sistema portão-contrapeso, vem:

$$P_C - P_P = (m_C + m_P)a \Rightarrow m_C g - m_P g = (m_C + m_P)0,1g \Rightarrow$$

$$10m_C - 1000 = m_C + 100 \Rightarrow 9m_C = 1100 \Rightarrow m_C = 122,2 \text{ kg.}$$

Resposta da questão 18: [C]

A força deformadora é o peso do corpo fixado. Da expressão da força elástica:

$$F = kx \Rightarrow x = \frac{mg}{K} \left\{ \begin{array}{l} x_I = \frac{9}{0,9} = 10 \text{ cm} \\ x_{II} = \frac{12}{0,8} = 15 \text{ cm} \\ x_{III} = \frac{18}{0,6} = 30 \text{ cm} \\ x_{IV} = \frac{14}{0,7} = 20 \text{ cm} \end{array} \right.$$

A mola que apresentou maior deformação foi a mola de número III.

Resposta da questão 19: [B]

Pela lei de Hooke:

$$F = kx = 9 \cdot 5 \cdot 10^{-2}$$

$$F = 0,45 \text{ N}$$

Logo, deverão ser colocadas:

$$N = \frac{0,45}{15 \cdot 10^{-2}}$$

$$\therefore N = 3 \text{ bolinhas}$$

Resposta da questão 20: [A]

A mangueira de borracha acumula mais energia elástica quanto mais forte for esticada, assim à medida que aumenta essa força elástica, aumenta também a energia cinética com que a mangueira é solta, isto é, aumenta sua velocidade.

Resposta da questão 21: [B]

A mola mais macia é aquela que se deforma mais com a aplicação de uma mesma força. Como a massa utilizada nas molas foi a mesma, e sabendo pelos resultados da experiência que a mola A alongou 2 cm e a mola B alongou 3 cm, então a mola B é a mais macia.

Resposta da questão 22: [B]

Da lei de Hooke:

$$F = K x \Rightarrow K = \frac{F}{x} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} K_1 = \frac{400}{0,5} \Rightarrow K_1 = 800 \text{ N/m} \\ K_2 = \frac{300}{0,3} \Rightarrow K_2 = 1.000 \text{ N/m} \\ K_3 = \frac{600}{0,8} \Rightarrow K_3 = 750 \text{ N/m} \end{array} \right\} \Rightarrow K_2 > K_1 > K_3$$

Resposta da questão 23: [B]

Analisando a tabela dada, temos:

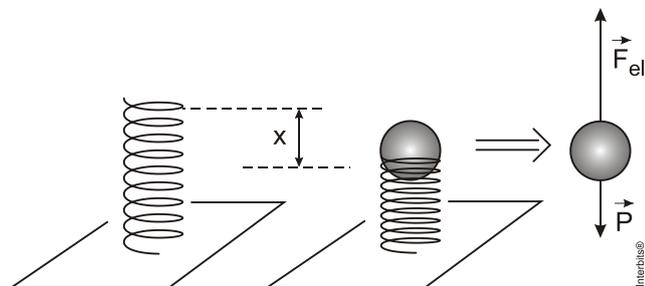
$$k = \frac{F_{el}}{x} = \frac{160}{10} = \frac{320}{20} = \frac{480}{30} = 16 \text{ N/cm} = 1.600 \text{ N/m} \Rightarrow$$

$$k = 1,6 \text{ kN/m.}$$

Resposta da questão 24:

Dados: $m = 0,1 \text{ kg}$; $k = 200 \text{ N/m}$; $x = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$.

a)



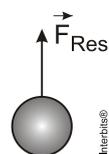
As forças que agem na esfera nessa posição de deformação máxima são o peso (\vec{P}) e a força elástica (\vec{F}_{el}).

$$\vec{P} \begin{cases} \text{Módulo: } P = m g = 0,1(10) \Rightarrow P = 1 \text{ N;} \\ \text{Direção: Vertical;} \\ \text{Sentido: Para baixo.} \end{cases}$$

$$\vec{F}_{el} \begin{cases} \text{Módulo: } F_{el} = k x = 200(0,1) \Rightarrow F_{el} = 20 \text{ N;} \\ \text{Direção: Vertical;} \\ \text{Sentido: Para cima.} \end{cases}$$

b) Para a força resultante (\vec{F}_{Res})

$$\vec{F}_{Res} \begin{cases} \text{Módulo: } F_{Res} = F_{el} - P = 20 - 1 \Rightarrow F_{Res} = 19 \text{ N;} \\ \text{Direção: Vertical;} \\ \text{Sentido: Para cima.} \end{cases}$$



c) A aceleração tem módulo máximo quando a resultante também é máxima, ou seja, no ponto de deformação máxima.

$$F_{Res_{m\acute{a}x}} = m a_{m\acute{a}x} \Rightarrow 19 = 0,1 a_{m\acute{a}x} \Rightarrow a_{m\acute{a}x} = 190 \text{ N.}$$

Como aceleração e força resultante têm sempre o mesmo sentido, a aceleração tem direção vertical e sentido para cima.

d) Como a mola não sofre aceleração, a intensidade da normal é igual à da força elástica, ou seja:

$$N = F_{el} = 20 \text{ N.}$$

Resposta da questão 25: [E]

Dados: $x = 21 \text{ cm} = 0,21 \text{ m}$; $F = P = m g = 22,7(10) = 227 \text{ N}$.

Da lei de Hooke: $F = k x \Rightarrow k = \frac{F}{x} = \frac{227}{0,21} = 1.080,95 \text{ N/m} \Rightarrow k = 1,081 \times 10^3 \text{ N/m}$.

Resposta da questão 26: [B]

$$m_C g - m_A g = (m_A + m_B + m_C) a \Rightarrow a = \frac{50 - 20}{10} \Rightarrow a = 3 \text{ m/s}^2.$$

Aplicando o princípio fundamental no corpo C:

$$m_C g - k x = m_C a \Rightarrow x = \frac{m_C g - m_C a}{k} \Rightarrow \frac{5 \cdot 10 - 5 \cdot 3}{3,5 \cdot 10^3} \Rightarrow x = 0,01 \text{ m} \Rightarrow x = 1 \text{ cm.}$$

Resposta da questão 27: [C]

De modo simplificado, a força peso é vertical para baixo, dirigida para o centro da Terra. Ao andar, as forças musculares exercidas pelo ser humano aplicam no solo uma força de atrito para trás, recebendo uma reação de atrito para a frente, com o mesmo sentido do deslocamento.

Resposta da questão 28: [D]

Como as rodas foram travadas, a força de atrito tem direção tangente à trajetória, no sentido de impedir o escorregamento, portanto, oposto à velocidade.

Resposta da questão 29: [A]

A força de atrito surge quando há aspereza e compressão entre as superfícies de contato. No caso da aquaplanagem, não há contato entre o pneu e a pista, reduzindo a força de atrito.

Resposta da questão 30: [C]

Da expressão da força de atrito máxima:

$$A_{m\acute{a}x} = k N.$$

Nessa expressão, o coeficiente k depende da natureza das superfícies de contato e N é a intensidade da componente normal da força que a superfície aplica no bloco.

Resposta da questão 31: [C]

Da expressão da força de atrito cinético:

$$|\vec{F}_{\text{at}}| = \mu |\vec{N}| \Rightarrow \mu = \frac{|\vec{F}_{\text{at}}|}{|\vec{N}|} \Rightarrow \frac{8 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow \mu = 4 \times 10^{-1}.$$

Resposta da questão 32: [A]

4 – BIBLIOGRAFIA

- [1] Ramalho, Nicolau e Toledo. Os Fundamentos da Física, Vol. 03, 9ª Ed. - Editora Moderna;
- [2] Helou, Gualter e Newton. Tópicos de Física, Vol. 03, 18ª Ed. - Editora Saraiva.
- [3] Nicolau, Torres e Penteadó. Física – Veredas Digital - Vol. único, 1ª Ed. - Ed. Moderna