



ESTE MATERIAL TEM CARÁTER INFORMATIVO E EDUCATIVO

Siga as nossas redes sociais e vamos esclarecer suas dúvidas

 @italovector.com.br

 facebook.com/italovector

Visite também nosso site: italovector.com.br



TÓPICO 2 - MECÂNICA

CAPÍTULO 2 - Dinâmica Vetorial

SEÇÃO C - Aplicações das principais forças da Dinâmica

Lista 1 - Plano Inclinado

ITALOVECTOR

Se você gostar desse material, por favor deixe um recado em nossas redes sociais e indique aos seus amigos; ou se puder, compartilhe em suas redes sociais, isso nos ajuda muito!

Conheça nossos outros recursos didáticos:



Exercícios - Plano Inclinado

Nível Fácil

I) SEM ATRITO

1. (Uece 2019) Suponha que uma esfera de aço desce deslizando, sem atrito, um plano inclinado. Pode-se afirmar corretamente que, em relação ao movimento da esfera, sua aceleração

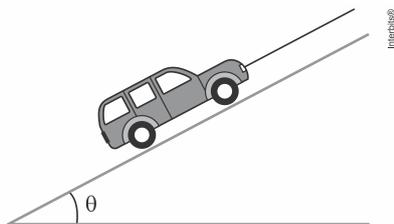
- a) aumenta e sua velocidade diminui.
- b) e velocidade aumentam.
- c) é constante e sua velocidade aumenta.
- d) e velocidade permanecem constantes.

2. (Uece 2014) Uma criança desliza em um tobogã muito longo, com uma aceleração constante. Em um segundo momento, um adulto, com o triplo do peso da criança, desliza por esse mesmo tobogã, com aceleração também constante. Trate os corpos do adulto e da criança como massas puntiformes e despreze todos os atritos. A razão entre a aceleração do adulto e a da criança durante o deslizamento é

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

3. (Unigranrio - Medicina 2017) Para manter um carro de massa 1.000 kg sobre uma rampa lisa inclinada que forma um ângulo θ com a horizontal, é preso a ele um cabo. Sabendo que o carro, nessas condições, está em repouso sobre a rampa inclinada, marque a opção que indica a intensidade da força de reação normal da rampa sobre o carro e a tração no cabo que sustenta o carro, respectivamente. Despreze o atrito. Dados: $\sin\theta = 0,6$; $\cos\theta = 0,8$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$.

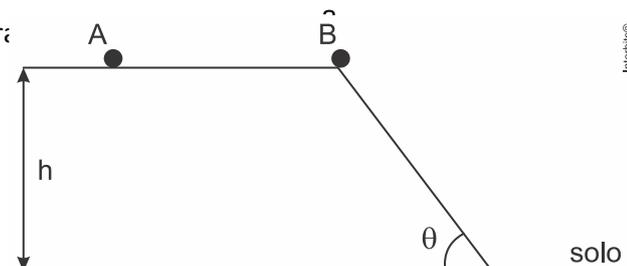
- a) 8.000 N e 6.000 N
- b) 6.000 N e 8.000 N
- c) 800 N e 600 N
- d) 600 N e 800 N
- e) 480 N e 200 N



4. (Mackenzie 2017) Duas esferas A e B de massas iguais, são abandonadas de uma mesma altura h em relação ao solo, a partir do repouso. A esfera A cai verticalmente em queda livre e a esfera B desce por uma rampa inclinada de um ângulo θ em relação à horizontal, como mostra a figura acima. Desprezando-se os atritos e a resistência do ar, a

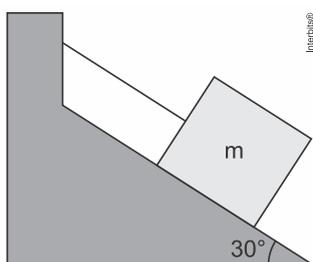
razão entre as acelerações

- a) $\sin\theta$
- b) $\cos\theta$
- c) $\text{tg}\theta$
- d) $\frac{1}{\cos\theta}$
- e) $\frac{1}{\sin\theta}$



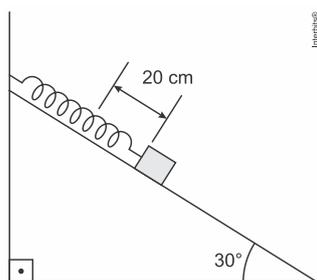
5. (Ueg 2019) Sobre um plano inclinado é colocada uma caixa em repouso e fixada a um cabo inextensível de massa desprezível. Não existe atrito entre a caixa e o plano inclinado. Qual será a aceleração da caixa ao se cortar o cabo?

- a) $\frac{g}{2}$
- b) g
- c) $\frac{g}{3}$
- d) $\frac{2g}{3}$
- e) $\sqrt{3}\frac{g}{2}$



6. (Eear 2021) Uma mola ideal está presa a parede e apoiada sobre um plano inclinado. Quando um bloco de massa igual a 5 kg é preso a extremidade dessa mola, esta sofre uma distensão de 20 cm, conforme o desenho. Considerando que o módulo da aceleração da gravidade no local vale 10 m/s^2 e desprezando qualquer tipo de atrito, qual o valor da constante elástica da mola em N/m?

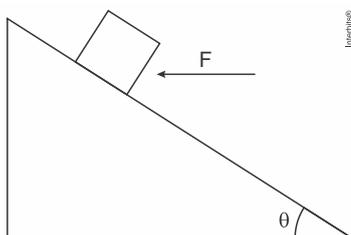
- a) 50
- b) 100
- c) 125
- d) 250



7. (Udesc 2019) A figura mostra um bloco de massa m sobre um plano inclinado em repouso (ângulo θ) sem atrito e uma força horizontal F aplicada sobre este bloco.

Assinale a alternativa que contém o módulo da força F necessária para evitar o deslizamento do bloco.

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



II) COM ATRITO

8. (Uerj 2013) Um bloco de madeira encontra-se em equilíbrio sobre um plano inclinado de 45° em relação ao solo. A intensidade da força que o bloco exerce perpendicularmente ao plano inclinado é igual a 2,0 N. Entre o bloco e o plano inclinado, a intensidade da força de atrito, em newtons, é igual a:

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

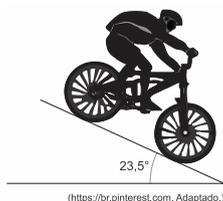
9. (Fmj 2021) Uma pessoa desceu uma ladeira, inclinada de um ângulo 30° em relação à horizontal, em um carrinho de rolimã, com aceleração média de $1,5 \text{ m/s}^2$. Considere que a aceleração gravitacional fosse 10 m/s^2 , que a massa do conjunto pessoa e carrinho fosse 60 kg, que $\sin 30^\circ = 0,50$ e que $\cos 30^\circ = 0,87$. Se, durante a descida, o conjunto foi impulsionado apenas pelo próprio peso, a intensidade média da resultante das forças de resistência que atuaram sobre o conjunto foi de

- a) 300 N.
- b) 210 N.
- c) 520 N.
- d) 390 N.
- e) 90 N.

10. (Famerp 2021) Ao descer uma ladeira plana e inclinada $23,5^\circ$ em relação à horizontal, um ciclista mantém sua velocidade constante acionando os freios da bicicleta.

Considerando que a massa do ciclista e da bicicleta, juntos, seja 70 kg, que a aceleração gravitacional no local seja 10 m/s^2 , que $\sin 23,5^\circ = 0,40$ e que $\cos 23,5^\circ = 0,92$, a intensidade da resultante das forças de resistência ao movimento que atuam sobre o conjunto ciclista mais bicicleta, na direção paralela ao plano da ladeira, é

- a) 280 N.
- b) nula.
- c) 640 N.
- d) 760 N.
- e) 1.750 N.



(<https://br.pinterest.com>. Adaptado.)

11. (Ufpb 2012) Um vagão gôndola, mostrado na figura a seguir, transportando minério de ferro, deve descer uma rampa inclinada para entrar em uma mina a certa profundidade do solo.

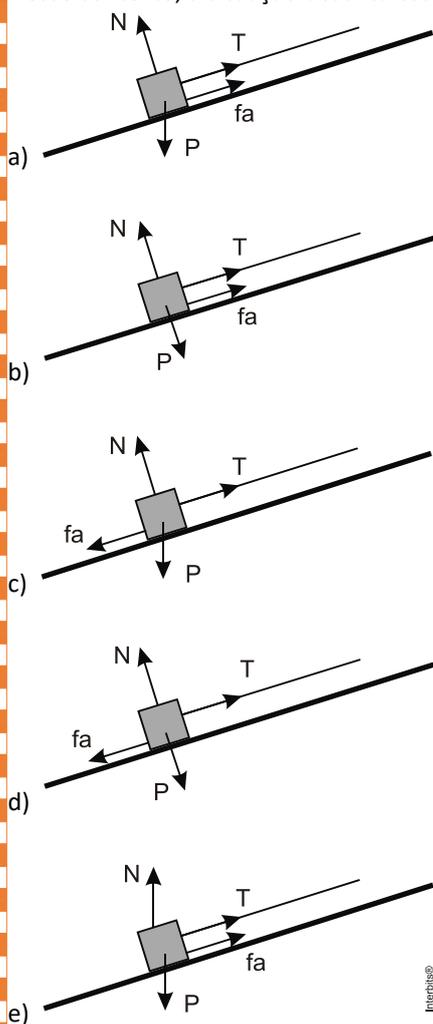
Para controlar a velocidade de descida do vagão, um cabo de aço é amarrado a esse vagão e a uma máquina que está na parte superior da rampa. Esse cabo aplica, no vagão, uma força paralela à rampa e orientada para a máquina. Essa situação pode ser descrita em um diagrama vetorial em que as forças aplicadas possuem as seguintes notações:

- T é a força feita pelo cabo de aço na gôndola;
- f_a é a força de atrito na gôndola;
- P é a força peso da gôndola;
- N é a força normal na gôndola.



Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Kipplore.jpeg>>. Acesso em: 12 ago. 2011.

Nesse contexto, a situação descrita está corretamente reproduzida no diagrama vetorial:



12. (Uece 2020) A dinâmica de uma criança descendo um tobogã, de modo simplificado e dentro de certos limites, pode ser tratada como uma massa puntiforme deslizando sobre um plano inclinado e com atrito. Para aplicação das leis de Newton a essa massa, as forças podem ser decompostas de muitos modos. Considerando-se duas dessas abordagens, quais sejam: (i) decompor em componentes tangenciais e perpendiculares ao plano inclinado; e (ii) decompor em componentes verticais e horizontais, é correto afirmar que,

- em (i), o vetor força peso da massa tem uma componente e a força de atrito, duas.
- em (ii), o vetor força peso da massa tem duas componentes e a força de atrito, uma.
- em (i), o vetor força peso da massa tem duas componentes e a força de atrito, uma.
- em (i) e (ii), o vetor força peso e a força de atrito têm apenas uma componente.

13. (Uerj 2013) Um bloco de madeira encontra-se em equilíbrio sobre um plano inclinado de 45° em relação ao solo. A intensidade da força que o bloco exerce perpendicularmente ao plano inclinado é igual a $2,0\text{ N}$. Entre o bloco e o plano inclinado, a intensidade da força de atrito, em newtons, é igual a:

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

14. (Pucrj 2010) Um bloco escorrega a partir do repouso por um plano inclinado que faz um ângulo de 45° com a horizontal. Sabendo que durante a queda a aceleração do bloco é de $5,0\text{ m/s}^2$ e considerando $g = 10\text{ m/s}^2$, podemos dizer que o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o plano é

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

15. (Acafe 2019) Um automóvel de 500 kg de massa sofreu uma pane, então o proprietário chamou o guincho. Ao chegar, o guincho baixou a rampa, engatou o cabo de aço no automóvel e começou a puxá-lo. Quando o automóvel estava sendo puxado sobre a rampa, subindo com velocidade constante, conforme a figura, o cabo de aço fazia uma força de 5000 N .

Com base no exposto, marque a alternativa que indica o módulo da força de atrito sobre o automóvel no instante mostrado na figura.

- a) 4000 N
- b) 5000 N
- c) 2500 N
- d) 1500 N

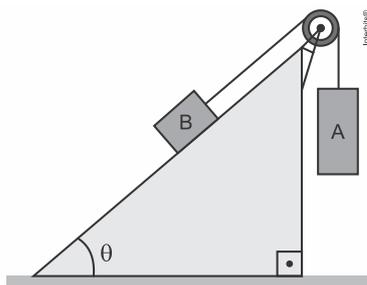


Nível Médio

16. (Ear 2020) No sistema mostrado na figura a seguir, a polia e o fio são ideais (massas desprezíveis e o fio inextensível) e não deve ser considerado nenhuma forma de atrito. Sabendo-se que os corpos A e B têm massa respectivamente iguais a 4 kg e 2 kg e que o corpo A desce verticalmente a uma aceleração constante de 5 m/s^2 , qual o valor do ângulo θ , que o plano inclinado forma com a horizontal?

Adote o módulo da aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .

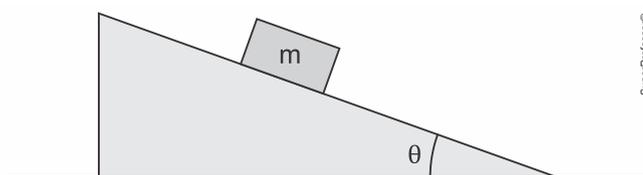
- a) 45°
- b) 60°
- c) $\frac{\pi}{4}\text{ rad}$
- d) $\frac{\pi}{6}\text{ rad}$



17. (Ufpr 2022) Um bloco de massa m constante foi colocado num plano inclinado de ângulo de inclinação θ , conforme mostra a figura a seguir.

Há atrito entre o plano inclinado e o bloco, sendo que o coeficiente de atrito estático vale μ_e e o coeficiente de atrito cinético vale μ_c . O bloco está sujeito à ação gravitacional além da força de reação normal e da força de atrito geradas pelo plano inclinado. Na situação em que o bloco esteja estático, mas na iminência de começar a deslizar, de modo que a força de atrito estática é máxima, vale a relação:

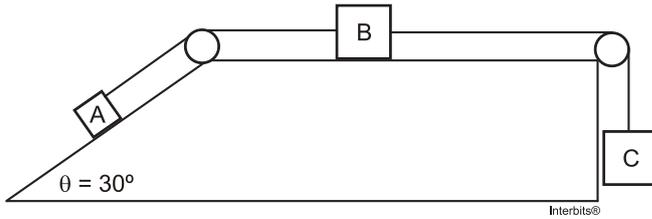
- a) $\mu_e = \text{tg}\theta$.
- b) $\mu_e = \cos\theta$.
- c) $\mu_e = \text{sen}\theta$.
- d) $\mu_e = \text{sec}\theta$.
- e) $\mu_e = \text{cotg}\theta$.



18. (G1 - cftmg 2010) Três blocos A, B e C, de massas $M_A = 1,0 \text{ kg}$ e $M_B = M_C = 2,0 \text{ kg}$, estão acoplados através de fios inextensíveis e de pesos desprezíveis, conforme o esquema abaixo.

Desconsiderando o atrito entre a superfície e os blocos e, também, nas polias, a aceleração do sistema, em m/s^2 , é igual a

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

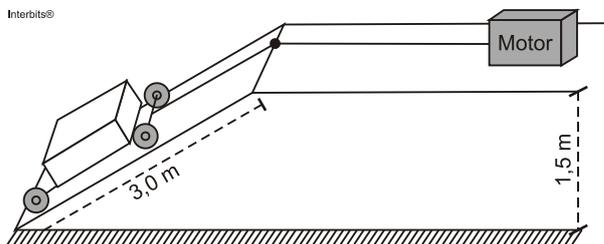


19. (Ufpb 2010) Um frigobar de massa de 10 kg será transportado para dentro de um caminhão do tipo baú. Para esse fim, utiliza-se uma rampa inclinada de 3 m de comprimento com $1,5 \text{ m}$ de altura, acoplada a um sistema mecânico composto por um cabo de aço de massa desprezível, uma polia e um motor. O procedimento funciona da seguinte maneira: uma das extremidades do cabo é presa ao frigobar e a outra extremidade, ao motor, que puxará o frigobar através da rampa até ficar em segurança dentro do baú, conforme ilustrado na figura a seguir.

Nesse contexto, ao ser ligado, o motor imprime uma tensão ao cabo, de forma que o frigobar, partindo do repouso, atinge uma velocidade de $0,8 \text{ m/s}$ no final do primeiro metro de deslocamento. Em seguida, a tensão no cabo é modificada para 50 N .

Nesse caso, o módulo da velocidade com que o frigobar entrará no caminhão é de:

- a) $0,8 \text{ m/s}$
- b) $1,0 \text{ m/s}$
- c) $1,2 \text{ m/s}$
- d) $1,5 \text{ m/s}$
- e) $1,8 \text{ m/s}$

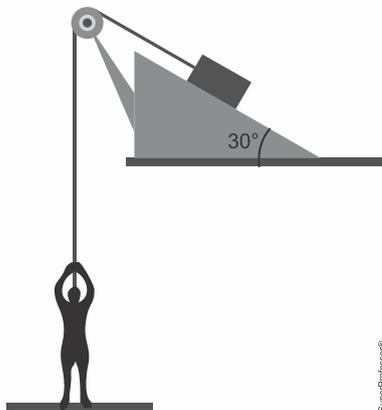


20. (Famema 2022) Um bloco de 60 kg é abandonado sobre um plano inclinado em 30° com a horizontal. Para mantê-lo em repouso, o bloco é preso a uma das extremidades de um fio que, após passar por uma roldana fixa, é puxado verticalmente para baixo, na outra extremidade, por um homem de 80 kg que está em repouso, de pé, sobre um piso horizontal, como ilustra a figura.

Considere o fio e a roldana ideais, os atritos desprezíveis, o trecho do fio entre o bloco e a roldana paralelo ao plano inclinado e $g = 10 \text{ m/s}^2$.

O módulo da força exercida pelo piso horizontal sobre o homem é

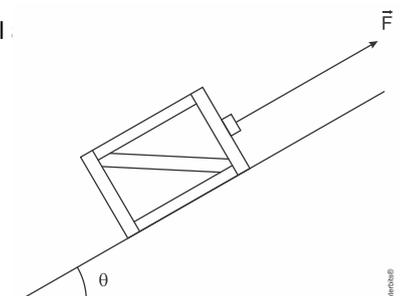
- a) 800 N .
- b) 600 N .
- c) 500 N .
- d) 300 N .
- e) 200 N .



21. (G1 - ifsul 2018) Uma caixa encontra-se em repouso sobre um plano inclinado, o qual forma um ângulo θ com a horizontal. Sabe-se que a caixa está submetida à ação de uma força \vec{F} , indicada na figura a seguir, cujo módulo é igual a 25 N , e que existe atrito entre superfície de contato da caixa e do plano. Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , o coeficiente de atrito estático entre as superfícies de contato igual a $0,5$, o $\cos\theta = 0,8$, o $\sin\theta = 0,6$ e a massa da caixa igual a 10 kg .

A força de atrito estático entre as superfícies de contato do corpo e do plano tem módulo igual

- a) 35 N e mesmo sentido da força \vec{F} .
- b) 35 N e sentido contrário ao da força \vec{F} .
- c) 40 N e mesmo sentido da força \vec{F} .
- d) 40 N e sentido contrário ao da força \vec{F} .



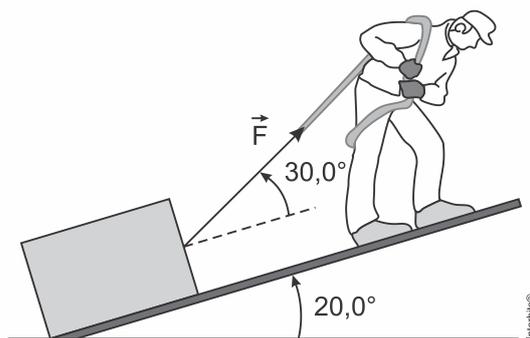
22. (Pucrj 2018) Um bloco de massa m_0 se encontra na iminência de se movimentar sobre a superfície de uma rampa com atrito (plano inclinado) que faz um ângulo de 30° com a horizontal. Se a massa do bloco for dobrada, o ângulo da rampa para manter o bloco na iminência do movimento será

- a) 90°
- b) 60°
- c) 30°
- d) 15°
- e) $7,5^\circ$

23. (G1 - ifsul 2017) Um trabalhador está puxando, plano acima, uma caixa de massa igual a 10 kg , conforme indica a figura abaixo. A força de atrito cinético entre as superfícies de contato da caixa e do plano tem módulo igual a 6 N . Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , o $\cos 30,0^\circ = 0,87$, o $\sin 30,0^\circ = 0,5$, o $\cos 20,0^\circ = 0,94$ e o $\sin 20,0^\circ = 0,34$.

Após colocar a caixa em movimento, o módulo da força F que ele precisa aplicar para manter a caixa em movimento de subida com velocidade constante é aproximadamente igual a

- a) 200 N .
- b) 115 N .
- c) 68 N .
- d) 46 N .



24. (Unesp 2017) Um homem sustenta uma caixa de peso 1.000 N , que está apoiada em uma rampa com atrito, a fim de colocá-la em um caminhão, como mostra a figura 1. O ângulo de inclinação da rampa em relação à horizontal é igual a θ_1 e a força de sustentação aplicada pelo homem para que a caixa não deslize sobre a superfície inclinada é \vec{F} , sendo aplicada à caixa paralelamente à superfície inclinada, como mostra a figura 2.

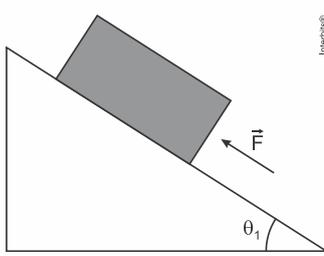
Quando o ângulo θ_1 é tal que $\sin \theta_1 = 0,60$ e $\cos \theta_1 = 0,80$, o valor mínimo da intensidade da força \vec{F} é 200 N . Se o ângulo for aumentado para um valor θ_2 , de modo que $\sin \theta_2 = 0,80$ e $\cos \theta_2 = 0,60$, o valor mínimo da intensidade da força \vec{F} passa a ser de

- a) 400 N .
- b) 350 N .
- c) 800 N .
- d) 270 N .
- e) 500 N .

Figura 1



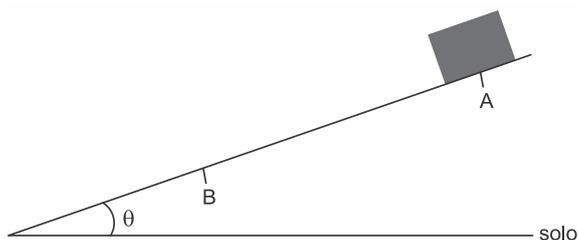
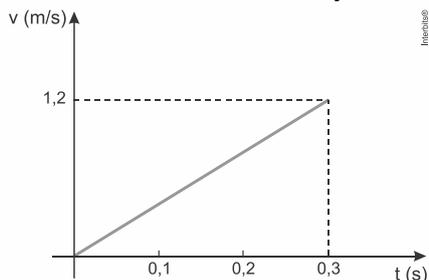
Figura 2



(<http://portaldoprofessor.mec.gov.br>)

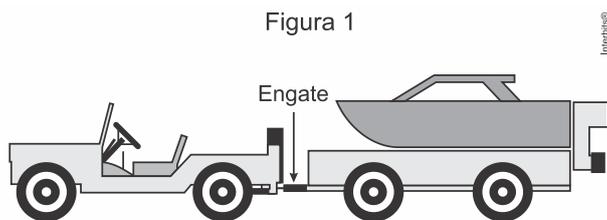
25. (Uerj 2020) Em uma fábrica, caixas são colocadas no ponto A de uma rampa e deslizam até o ponto B. A rampa forma um ângulo θ com o solo horizontal, conforme indica o esquema.

Sabe-se que $0,3\text{ s}$ após o início do movimento em A, a caixa alcança o ponto B com velocidade de $1,2\text{ m/s}$. Veja no gráfico a variação da velocidade da caixa em função do tempo.



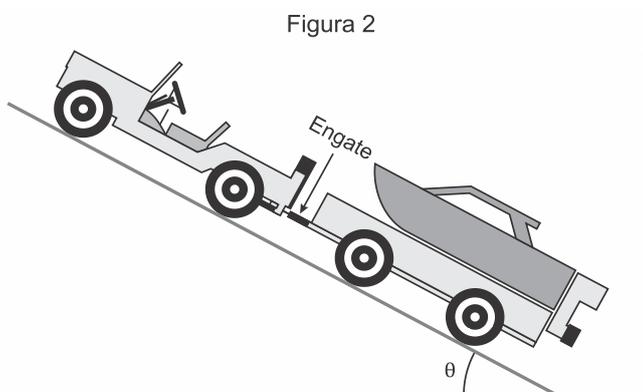
Considerando a inexistência de atrito entre as superfícies da caixa e da rampa e desprezando a resistência do ar, determine o valor do seno do ângulo θ .

26. (Unifesp 2021) Um reboque com uma lancha, de massa total 500 kg, é engatado a um jipe, de massa 2.000 kg, sobre um terreno plano e horizontal, como representado na figura 1.

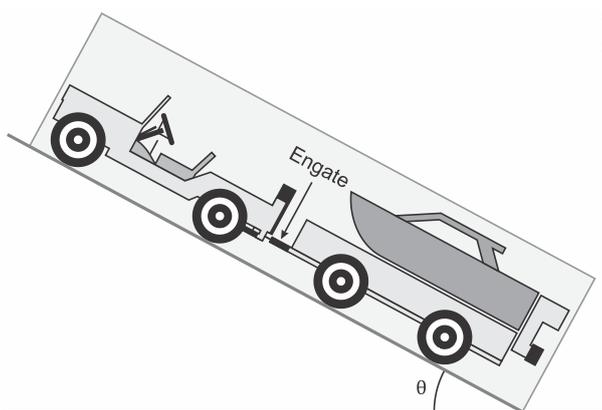


Em seguida, o motorista aciona o motor do jipe, que passa a aplicar uma força constante sobre o conjunto jipe-reboque-lancha, acelerando-o sobre o terreno plano.

- Sabendo que a força aplicada pelo motor do jipe ao conjunto jipe-reboque-lancha tem intensidade 5.000 N, e desprezando eventuais atritos em engrenagens e eixos, determine a intensidade da força de tração no ponto de engate do reboque ao jipe, considerando o momento em que o jipe inicia seu movimento.
- Preparando-se para levar a lancha à água, o motorista estaciona o conjunto jipe-reboque-lancha em posição de marcha à ré sobre uma rampa plana e inclinada de um ângulo θ em relação à horizontal, conforme figura 2.

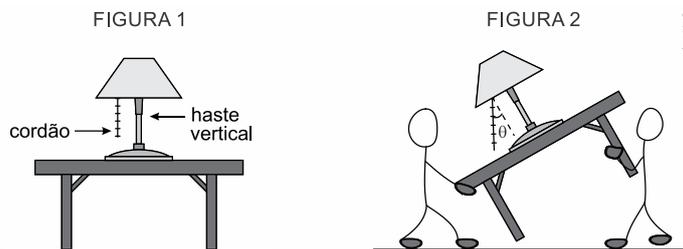


Desenhe na figura a seguir, os vetores que representam as forças que atuam sobre o conjunto jipe-reboque-lancha estacionado na rampa, nomeando cada uma dessas forças e considerando o conjunto como um corpo único. Em seguida, determine a intensidade da força de atrito que mantém o conjunto em repouso. Utilize $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\text{sen}\theta = 0,6$ ou $\text{cos}\theta = 0,8$.



27. (Unifesp 2015) Um abajur está apoiado sobre a superfície plana e horizontal de uma mesa em repouso em relação ao solo. Ele é acionado por meio de um cordão que pende verticalmente, paralelo à haste do abajur, conforme a figura 1.

Para mudar a mesa de posição, duas pessoas a transportam inclinada, em movimento retilíneo e uniforme na direção horizontal, de modo que o cordão mantém-se vertical, agora inclinado de um ângulo $\theta = 30^\circ$, constante em relação à haste do abajur, de acordo com a figura 2. Nessa situação, o abajur continua apoiado sobre a mesa, mas na iminência de escorregar em relação a ela, ou seja, qualquer pequena inclinação a mais da mesa provocaria o deslizamento do abajur.



Calcule:

- a) o valor da relação $\frac{N_1}{N_2}$, sendo N_1 o módulo da força normal que a mesa exerce sobre o abajur na situação da figura 1 e N_2 o módulo da mesma força na situação da figura 2.
- b) o valor do coeficiente de atrito estático entre a base do abajur e a superfície da mesa.

Gabaritos e Resoluções:

Resposta da questão 1: [C]

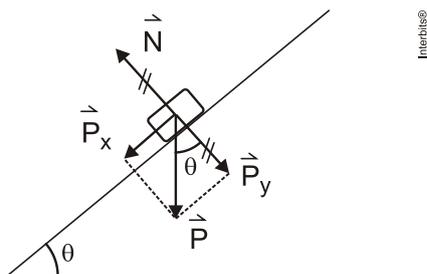
Pela 2ª Lei de Newton, sendo θ o ângulo de inclinação do plano, temos que:

$$mg \sin \theta = ma \Rightarrow a = g \sin \theta$$

Logo, a aceleração é constante, e conseqüentemente a velocidade aumenta linearmente

Resposta da questão 2: [A]

A figura mostra as forças que agem sobre o bloco e as componentes do peso.



Na direção paralela ao plano inclinado, a resultante é a componente tangencial do peso.

Aplicando o Princípio Fundamental da Dinâmica:

$$P_x = m a \Rightarrow \cancel{m} g \sin \theta = \cancel{m} a \Rightarrow a = g \sin \theta.$$

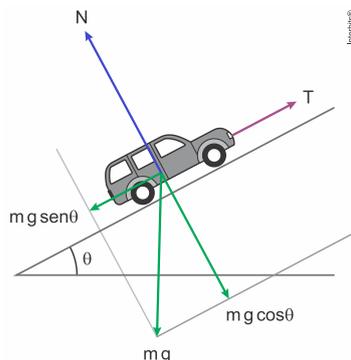
Como se pode notar, a intensidade da aceleração independe da massa, tendo o mesmo valor para a criança e para o adulto.

Assim:

$$\frac{a_{\text{adulto}}}{a_{\text{criança}}} = 1.$$

Resposta da questão 3: [A]

De acordo com o diagrama de forças, temos:



A reação normal é igual em módulo à componente normal do peso em relação ao plano inclinado:

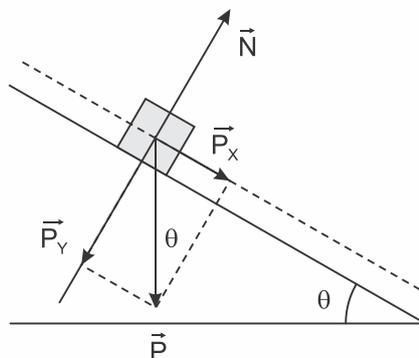
$$N = P_y \Rightarrow N = m g \cos \theta \Rightarrow N = 1000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,8 \therefore N = 8000 \text{ N}$$

A tração na corda corresponde à componente do peso paralela ao plano inclinado:

$$T = P_x \Rightarrow T = m g \sin \theta \Rightarrow T = 1000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,6 \therefore T = 6000 \text{ N}$$

Resposta da questão 4: [E]

Em A a única força que atua é a força Peso, e em B, as forças que atuam são as mesmas de um bloco em um plano inclinado. Conforme ilustra a figura abaixo.



Em A :

$$\begin{aligned} F_R &= ma \\ mg &= ma_A \\ a_A &= g \end{aligned}$$

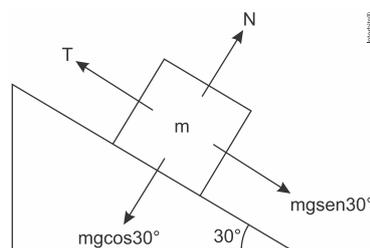
Em B :

$$\begin{aligned} F_R &= ma \\ P \sin \theta &= ma_B \\ mg \sin \theta &= ma_B \\ a_B &= g \sin \theta \end{aligned}$$

$$\frac{a_A}{a_B} = \frac{g}{g \sin \theta} \Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{1}{\sin \theta}$$

Resposta da questão 5: [A]

Inicialmente, teremos as forças:



Como $T = m g \sin 30^\circ$, caso cortemos o cabo, teremos:

$$ma = m g \sin 30^\circ$$

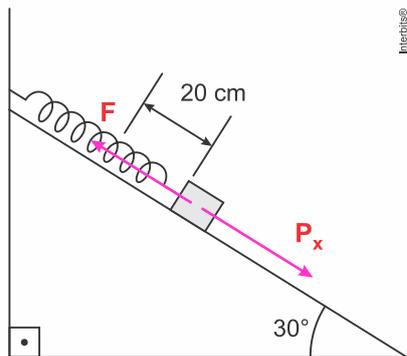
$$a = g \cdot \frac{1}{2}$$

$$\therefore a = \frac{g}{2}$$

Resposta da questão 6: [C]

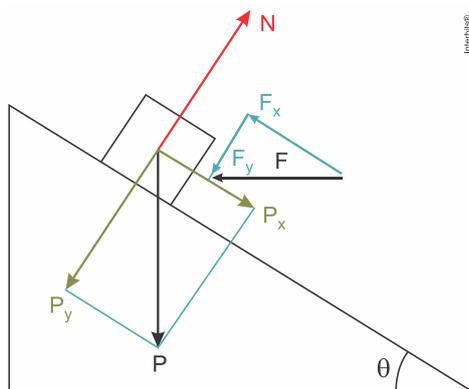
A figura mostra a componente tangencial do peso e a força elástica atuantes no corpo. Como o bloco está em repouso, essas forças estão equilibradas.

$$F = P_x \Rightarrow kx = mg \sin 30^\circ \Rightarrow k = \frac{5 \times 10 \times 0,5}{0,2} \Rightarrow k = 125 \text{ N/m}$$



Resposta da questão 7: [B]

O diagrama de corpo livre é mostrado abaixo:



Para evitar o deslizamento do bloco, temos:

$$F_x = P_x$$

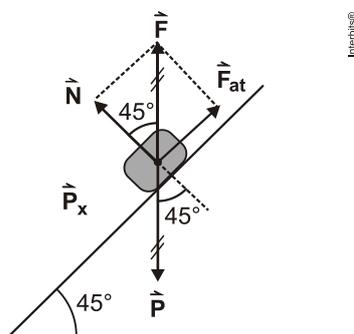
$$F \cdot \cos \theta = P \cdot \sin \theta$$

$$F = \frac{mg \cdot \sin \theta}{\cos \theta} \therefore F = mg \cdot \operatorname{tg} \theta$$

Resposta da questão 8: [D]

Dado: $N = 2 \text{ N}$; $\theta = 45^\circ$.

A figura ilustra a situação.



O bloco está sujeito a duas forças: O peso (\vec{P}) e a força aplicada pelo plano (\vec{F}). Como ele está em equilíbrio, a resultante dessas forças é nula, ou seja, elas têm mesma intensidade e sentidos opostos.

Assim, da figura:

$$\operatorname{tg} 45^\circ = \frac{F_{\text{at}}}{N} \Rightarrow 1 = \frac{F_{\text{at}}}{2} \Rightarrow F_{\text{at}} = 2 \text{ N.}$$

Resposta da questão 9: [B]

Usando a 2ª lei de Newton, determinamos a força resultante sobre o sistema:

$$F_R = m \cdot a \Rightarrow F_R = 60 \text{ kg} \cdot 1,5 \text{ m/s}^2 \therefore F_R = 90 \text{ N}$$

No plano inclinado, definimos a expressão da força resultante com o auxílio da decomposição do peso e da força de atrito:

$$F_R = P_x - F_{\text{at}}$$

$$P_x = P \cdot \sin 30^\circ = 60 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,5 \therefore P_x = 300 \text{ N}$$

Substituindo na expressão da força resultante, determinamos a força resistiva média.

$$F_R = P_x - F_{\text{at}} \Rightarrow F_{\text{at}} = P_x - F_R \Rightarrow F_{\text{at}} = 300 \text{ N} - 90 \text{ N} \therefore F_{\text{at}} = 210 \text{ N}$$

Resposta da questão 10: [A]

Como o ciclista mantém uma velocidade constante, a força resultante será de:

$$F_R = P \sin 23,5^\circ = 70 \cdot 10 \cdot 0,4$$

$$\therefore F_R = 280 \text{ N}$$

Resposta da questão 11: [A]

Essas forças têm as seguintes características:

\vec{T} : direção paralela à rampa e no sentido do vagão para a máquina, conforme afirma o enunciado;

\vec{f}_a : força de atrito, paralela à rampa e em sentido oposto ao do movimento;

\vec{P} : força peso, vertical e para baixo;

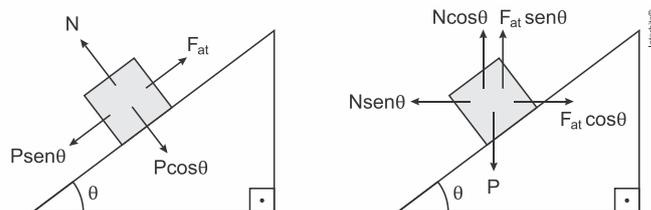
\vec{N} : força normal, sempre perpendicular à superfície de apoio.

Assim, a representação correta dessas forças está na opção [A].

OBS: os atritos internos de rolamento entre eixos e rodas são mais intensos que os atritos entre as rodas e os trilhos, por isso, não consideramos normal o atrito como duas componentes de uma mesma força.

Resposta da questão 12: [C]

Para ambos os casos, temos:

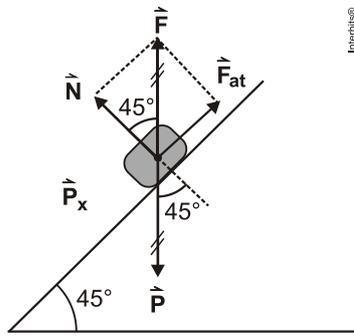


Portanto, concluímos que em (i), o vetor força peso da massa tem duas componentes e a força de atrito, uma.

Resposta da questão 13: [D]

Dado: $N = 2 \text{ N}$; $\theta = 45^\circ$.

A figura ilustra a situação.



O bloco está sujeito a duas forças: O peso (\vec{P}) e a força aplicada pelo plano (\vec{F}). Como ele está em equilíbrio, a resultante dessas forças é nula, ou seja, elas têm mesma intensidade e sentidos opostos.

Assim, da figura:

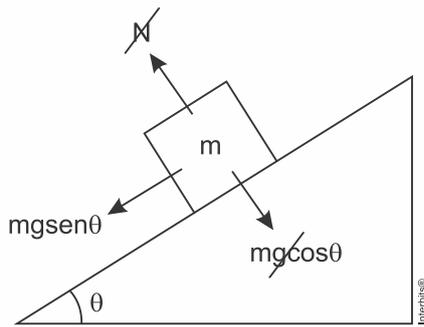
$$\operatorname{tg} 45^\circ = \frac{F_{\text{at}}}{N} \Rightarrow 1 = \frac{F_{\text{at}}}{2} \Rightarrow F_{\text{at}} = 2 \text{ N.}$$

Resposta da questão 14: [D]

Cálculo da aceleração do bloco:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1,2 - 0}{0,3} \Rightarrow a = 4 \text{ m/s}^2$$

Forças atuantes sobre a caixa:

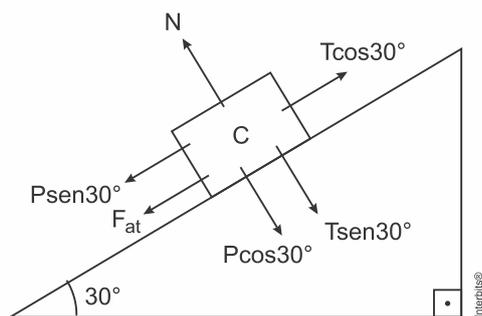


Como a componente $mg \sin \theta$ é a resultante sobre a caixa, pela 2ª lei de Newton, temos que:

$$\begin{aligned} mg \sin \theta &= ma \\ 10 \sin \theta &= 4 \\ \therefore \sin \theta &= 0,4 \end{aligned}$$

Resposta da questão 15: [D]

Diagrama de forças sobre o carro:



Para que o carro suba com a velocidade constante, devemos ter que:

$$F_{\text{at}} + P \sin 30^\circ = T \cos 30^\circ$$

$$F_{\text{at}} = 5000 \cdot 0,8 - 5000 \cdot 0,5$$

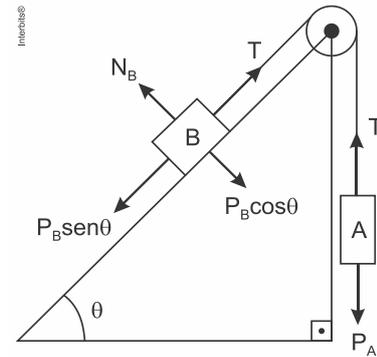
$$\therefore F_{\text{at}} = 1500 \text{ N}$$

Obs: Foi utilizada a aproximação $\cos 30^\circ = 0,8$.

NÍVEL MÉDIO

Resposta da questão 16: [D]

Representando as forças no sistema e resolvendo, chegamos a:



$$\begin{cases} P_A - T = m_A a \\ T - P_B \sin \theta = m_B a \end{cases} \Rightarrow m_A g - m_B g \sin \theta = (m_A + m_B) a \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 40 - 20 \sin \theta = 6 \cdot 5 \Rightarrow 20 \sin \theta = 10 \Rightarrow \sin \theta = \frac{1}{2}$$

$$\therefore \theta = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

Resposta da questão 17: [A]

O equilíbrio de forças no plano inclinado é dado pela igualdade da força de atrito estático máximo e a componente do peso neste plano.

$$F_{\text{at máx}} = P_x$$

$$\mu_e \cdot N = m \cdot g \cdot \sin \theta$$

Mas observa-se que a força normal possui o mesmo módulo da componente perpendicular do peso em relação ao plano.

$$N = m \cdot g \cdot \cos \theta$$

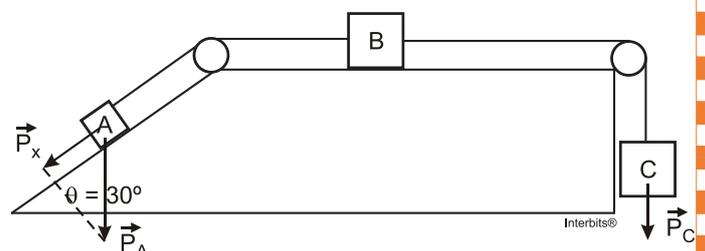
Assim, substituindo-se na expressão anterior, tem-se:

$$\mu_e \cdot m \cdot g \cdot \cos \theta = m \cdot g \cdot \sin \theta$$

$$\mu_e = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \therefore \mu_e = \operatorname{tg} \theta$$

Resposta da questão 18: [B]

Dados: $M_A = 1 \text{ kg}$; $M_B = M_C = 2 \text{ kg}$; $\sin 30^\circ = 0,5$.



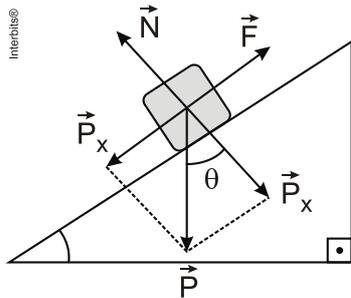
A intensidade da resultante das forças externas no sistema é a diferença entre o peso do corpo C (P_c) e a componente tangencial do peso do corpo A ($P_x = P_A \text{ sen } 30^\circ$).

$$P_c - P_x = (M_A + M_B + M_c) a \Rightarrow 20 - 10(0,5) = 5 a \Rightarrow 15 = 5 a \Rightarrow a = 3 \text{ m/s}^2.$$

Resposta da questão 19: [A]

Dados: $m = 10 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $F = 50 \text{ N}$.

A figura mostra as forças agindo no frigobar durante a subida.



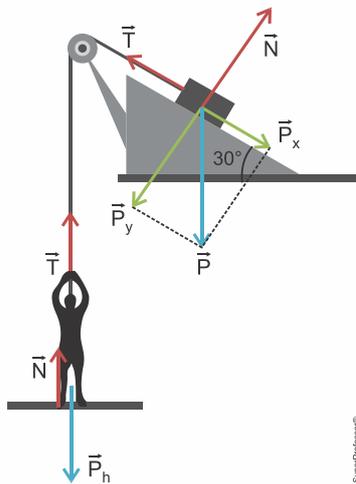
Calculando a aceleração após a força tensora no cabo estabilizar em 50 N:

$$F - P_x = ma \Rightarrow F - mg \text{sen} \theta = ma \Rightarrow 50 - 10(10) \left(\frac{1,5}{3} \right) = 10a \Rightarrow a = 0.$$

Se a aceleração se anula, o frigobar segue um movimento uniforme, entrando no caminhão com velocidade $v = 0,8 \text{ m/s}$.

Resposta da questão 20: [C]

O diagrama de forças é:



Aplicando-se a segunda lei de Newton no sistema e sabendo-se que não há atrito no plano inclinado e que a força resultante é nula, tem-se:

$$F_R = m \cdot a$$

$$P_x - T + T + N - P_h = 0$$

$$m_b \cdot g \cdot \text{sen } 30^\circ + N - m_h \cdot g = 0$$

$$N = m_h \cdot g - m_b \cdot g \cdot \text{sen } 30^\circ$$

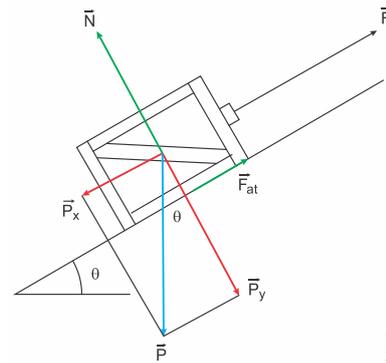
$$N = g(m_h - m_b \cdot \text{sen } 30^\circ)$$

$$N = 10(80 - 60 \cdot 0,5) \therefore$$

$$\therefore N = 500 \text{ N}$$

Resposta da questão 21: [A]

De acordo com o diagrama de forças abaixo.



No eixo normal ao plano temos:

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

No eixo paralelo ao plano inclinado, temos:

$$P_x = F + F_{at}$$

$$P \cdot \text{sen } \theta = F + F_{at}$$

$$m \cdot g \cdot \text{sen } \theta = F + F_{at}$$

$$F_{at} = m \cdot g \cdot \text{sen } \theta - F$$

$$F_{at} = 10 \cdot 10 \cdot 0,6 - 25 \therefore F_{at} = 35 \text{ N}$$

A força de atrito aponta no mesmo sentido de \vec{F} .

Resposta da questão 22: [C]

A iminência de movimento no plano inclinado não depende da massa do corpo, portanto deverá permanecer essa situação para o mesmo ângulo, independente da massa.

A explicação reside no fato de que, na condição de iminência de movimento, a força de atrito estático (F_{at}) se iguala à componente do peso na direção do plano inclinado (P_x).

Assim:

$$F_{at} = P_x$$

$$\mu_e N = m g \text{ sen } 30^\circ$$

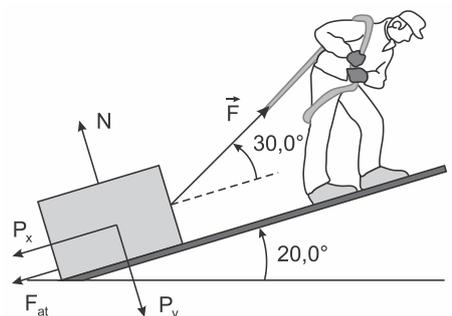
$$N = m g \text{ cos } 30^\circ$$

$$\mu_e m g \text{ cos } 30^\circ = m g \text{ sen } 30^\circ$$

Logo, o coeficiente de atrito estático (μ_e) é igual a:

$$\mu_e = \frac{\text{sen } 30^\circ}{\text{cos } 30^\circ} = \text{tan } 30^\circ$$

Resposta da questão 23: [D]



Se a velocidade do móvel é constante, logo ele não possui aceleração ($a = 0 \text{ m/s}^2$), utilizando a segunda lei de Newton, temos:

$$F \cdot \cos 30 - (P_x + F_{at}) = ma$$

$$F \cdot \cos 30 - (P_x + F_{at}) = 0$$

$$P_x + F_{at} = F \cdot \cos 30$$

$$P_x = mg \sin 20$$

$$mg \sin 20 + F_{at} = F \cdot \cos 30$$

$$F \cdot \cos 30 = mg \sin 20 + F_{at}$$

$$F = \frac{mg \cdot \sin 20 + F_{at}}{\cos 30}$$

$$F = \frac{mg \cdot \sin 20 + F_{at}}{\cos 30}$$

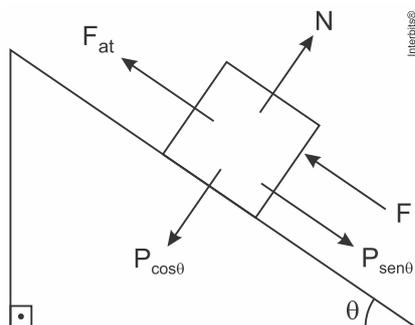
$$F = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,34 + 6}{0,87}$$

$$F = \frac{34 + 6}{0,87}$$

$$F = \frac{40}{0,87}$$

$$F \cong 46 \text{ N}$$

Resposta da questão 24: [E]



Da figura, podemos escrever:

$$\begin{cases} N = P \cos \theta \\ F = P \sin \theta - F_{at} \Rightarrow P(\sin \theta - \mu \cos \theta) \end{cases}$$

Pela última equação acima, para a primeira situação, temos:

$$F_1 = P(\sin \theta_1 - \mu \cos \theta_1)$$

$$200 = 1000(0,6 - \mu \cdot 0,8) \Rightarrow \mu = 0,5$$

Sendo F' o valor da nova força mínima a ser aplicada, para a segunda situação, temos:

$$F' = P(\sin \theta_2 - \mu \cos \theta_2)$$

$$F' = 1000(0,8 - 0,5 \cdot 0,6) = 1000 \cdot 0,5$$

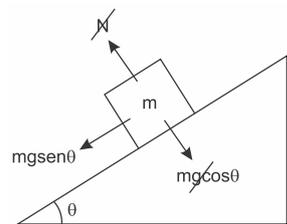
$$\therefore F' = 500 \text{ N}$$

Resposta da questão 25:

Cálculo da aceleração do bloco:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1,2 - 0}{0,3} \Rightarrow a = 4 \text{ m/s}^2$$

Forças atuantes sobre a caixa:



Como a componente $mg \sin \theta$ é a resultante sobre a caixa, pela 2ª lei de Newton, temos que:

$$mg \sin \theta = ma$$

$$10 \sin \theta = 4$$

$$\therefore \sin \theta = 0,4$$

Resposta da questão 26:

a) Aceleração do sistema:

$$F = (m_J + m_R + m_L) a$$

$$5000 = 2500a$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

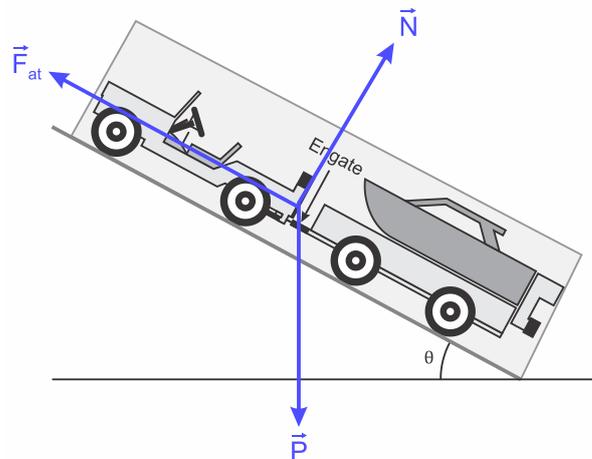
Intensidade da tração no engate:

$$T = (m_R + m_L) a$$

$$T = 500 \cdot 2$$

$$\therefore T = 1000 \text{ N}$$

b) As forças estão representadas abaixo:



Cálculo da força de atrito:

$$F_{at} = P \sin \theta = 2500 \cdot 10 \cdot 0,6$$

$$\therefore F_{at} = 15000 \text{ N}$$

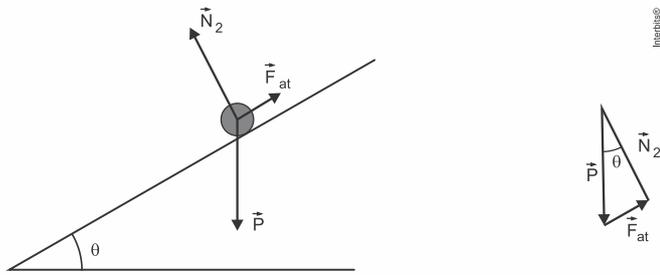
Resposta da questão 27:

a) Na FIGURA 1 o abajur está em repouso, na horizontal.

Então a normal e o peso têm mesma intensidade.

$$N_1 = P.$$

A figura mostra as forças que agem no abajur na situação da FIGURA 2. Como o abajur ainda está em repouso, a resultante dessas forças é nula. Pela regra da poligonal, elas dever fechar um triângulo.



No triângulo destacado:

$$\cos \theta = \frac{N_2}{P} \Rightarrow N_2 = P \cos \theta \Rightarrow N_2 = P \cos 30^\circ \Rightarrow N_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} P.$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\cancel{P}}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cancel{P}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \Rightarrow \boxed{\frac{N_1}{N_2} = \frac{2\sqrt{3}}{3}}.$$

b) Como o abajur está na iminência de escorregar, a força de atrito tem intensidade máxima.

Ainda no triângulo destacado:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{F_{\text{at}}}{N_2} \Rightarrow \frac{\mu_e N_2}{N_2} = \operatorname{tg} \theta \Rightarrow \mu_e = \operatorname{tg} \theta = \operatorname{tg} 30^\circ \Rightarrow \boxed{\mu_e = \frac{\sqrt{3}}{3}}.$$

Instituto®