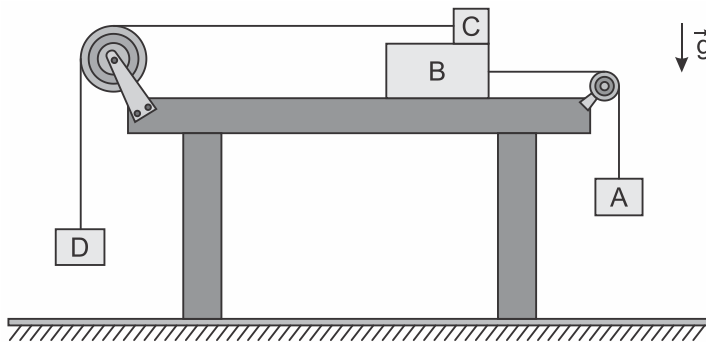


TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Na(s) questão(ões) a seguir, quando necessário, use:

- densidade da água: $d = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$
- aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$
- $\cos 30^\circ = \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$
- $\cos 60^\circ = \sin 30^\circ = \frac{1}{2}$
- $\cos 45^\circ = \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$

1. (Epcar (Afa) 2020) A figura a seguir, em que as polias e os fios são ideais, ilustra uma montagem realizada num local onde a aceleração da gravidade é constante e igual a g , a resistência do ar e as dimensões dos blocos A, B, C e D são desprezíveis.

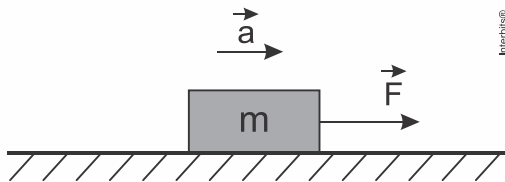


O bloco B desliza com atrito sobre a superfície de uma mesa plana e horizontal, e o bloco A desce verticalmente com aceleração constante de módulo a . O bloco C desliza com atrito sobre o bloco B, e o bloco D desce verticalmente com aceleração constante de módulo $2a$.

As massas dos blocos A, B e D são iguais, e a massa do bloco C é o triplo da massa do bloco A. Nessas condições, o coeficiente de atrito cinético, que é o mesmo para todas as superfícies em contato, pode ser expresso pela razão

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

2. (Ufrp 2019) Um objeto de massa m está deslizando sobre uma superfície horizontal, sendo puxado por um agente que produz uma força \vec{F} também horizontal, de módulo F constante, como mostra a figura a seguir. O bloco tem uma aceleração \vec{a} constante (de módulo α). Há atrito entre o bloco e a superfície, e o coeficiente de atrito cinético vale μ_c . O movimento é analisado por um observador inercial. O módulo da aceleração gravitacional no local vale g .



Considerando as informações acima, obtenha uma expressão algébrica para o coeficiente de atrito cinético μ_c em termos das grandezas apresentadas.

3. (Uepg-pss 1 2019) Considerando um bloco de peso igual a 30 kgf e os coeficientes de atrito entre ele e a superfície $\mu_e = 0,4$ e $\mu_c = 0,2$, assinale o que for correto.

- 01) A força de atrito estático f_e que atua sobre o bloco é variável, equilibrando, enquanto o corpo permanecer em repouso, as forças que tendem a colocá-lo em movimento.
- 02) Para que o bloco saia do repouso, é necessário que se aplique a ele uma força maior que 12 kgf.
- 04) Uma vez iniciado o movimento, o valor da força necessária para manter o bloco em movimento uniforme deve ser de 6 kgf.
- 08) A força de atrito sempre se opõe à tendência de movimento do bloco sobre a superfície e é decorrente, entre outros fatores, da existência de pequenas irregularidades das superfícies de contato.

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:

Leia com atenção o texto abaixo, para responder à(s) questão(ões).

Em uma construção, será necessário arrastar uma caixa sobre uma superfície horizontal, conforme ilustra a figura a seguir. Para tanto, verifica-se que a caixa tem massa de 200 kg e que os coeficientes de atrito estático e dinâmico entre as superfícies de contato da caixa e do plano são, respectivamente, 0,5 e 0,3. Sabe-se ainda que cada trabalhador dessa construção exerce uma força horizontal de 200 N e que um só trabalhador não é capaz de fazer o serviço sozinho. Considere que todos os trabalhadores exercem forças horizontais no mesmo sentido e que a aceleração da gravidade no local tem módulo igual a 10 m/s^2 . Após colocar a caixa em movimento, os trabalhadores a deslocam com velocidade constante por uma distância de 12 m.



4. (G1 - ifsul 2019) Após colocar a caixa em movimento, quantos trabalhadores serão necessários para manter a caixa deslocando-se com velocidade constante?

- a) 3
- b) 4
- c) 5
- d) 6

5. (G1 - ifsul 2019) Quantos trabalhadores serão necessários para conseguir colocar a caixa em movimento?

- a) 3
- b) 4
- c) 5
- d) 6

6. (Insper 2018) O sistema de freios ABS que hoje, obrigatoriamente, equipa os veículos produzidos no Brasil faz com que as rodas não travem em freadas bruscas, evitando, assim, o deslizamento dos pneus sobre o pavimento e a consequente perda de aderência do veículo ao solo.

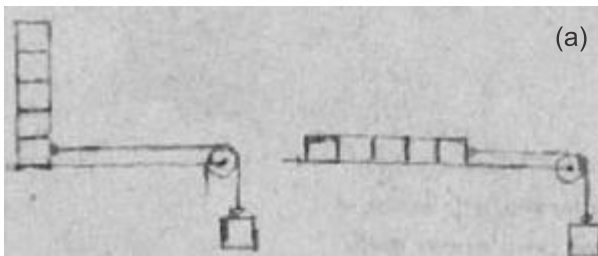


(jeep.com.br)

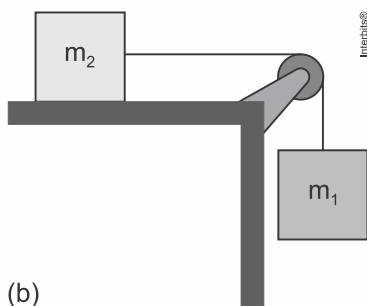
ABS, carregado e com massa total de 1.600 kg, distribuída igualmente nas 4 rodas, todas tracionadas (4×4). Este veículo é tirado do repouso e levado a atingir a velocidade de

- 108 km/h, em 5,0 s, com aceleração constante, sobre uma pista horizontal e retilínea. Considere a aceleração da gravidade com o valor 10 m/s^2 e despreze a resistência do ar. A intensidade da força propulsora em cada roda e o menor valor do coeficiente de atrito estático entre os pneus e o pavimento devem ser, respectivamente, de
- 2.400 N e 0,6 para qualquer massa do veículo e estes pneus apenas.
 - 2.400 N e 0,8 para qualquer massa do veículo e qualquer tipo de pneu.
 - 9.600 N e 0,4 para esta massa do veículo e estes pneus apenas.
 - 4.800 N e 0,8 para esta massa do veículo e estes pneus apenas.
 - 4.800 N e 0,6 para esta massa do veículo apenas, mas para qualquer tipo de pneu.

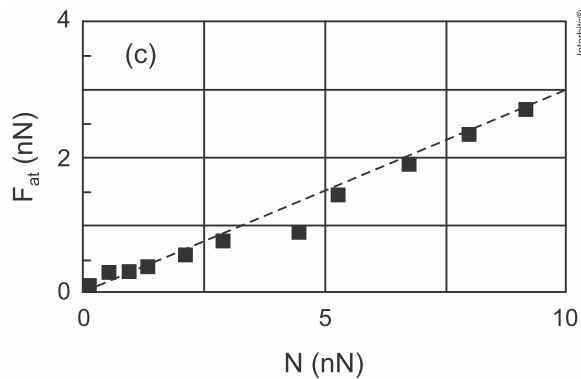
7. (Unicamp 2018) Importantes estudos sobre o atrito foram feitos por Leonardo da Vinci (1452-1519) e por Guillaume Amontons (1663-1705). A figura (a) é uma ilustração feita por Leonardo da Vinci do estudo sobre a influência da área de contato na força de atrito.



- Dois blocos de massas $m_1 = 1,0 \text{ kg}$ e $m_2 = 0,5 \text{ kg}$ são ligados por uma corda e dispostos como mostra a figura (b). A polia e a corda têm massas desprezíveis, e o atrito nas polias também deve ser desconsiderado. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco de massa m_2 e a superfície da mesa é $\mu_c = 0,8$. Qual deve ser a distância de deslocamento do conjunto para que os blocos, que partiram do repouso, atinjam a velocidade $v = 2,0 \text{ m/s}$?



- Em certos casos, a lei de Amontons da proporcionalidade entre a força de atrito cinético e a força normal continua válida nas escalas micrométrica e nanométrica. A figura (c) mostra um gráfico do módulo da força de atrito cinético, F_{at} , em função do módulo da força normal, N , entre duas monocamadas moleculares de certa substância, depositadas em substratos de vidro. Considerando $N = 5,0 \text{ nN}$, qual será o módulo do trabalho da força de atrito se uma das monocamadas se deslocar de uma distância $d = 2,0 \mu\text{m}$ sobre a outra que se mantém fixa?



8. (Uece 2018) Ao longo de uma viagem, um automóvel de 1.000 kg para em dois pontos da trajetória: um ponto A na estrada com inclinação de 30° em relação à horizontal, e um ponto B na via com inclinação de 90° em relação à vertical. Considere que, no carro, atuam somente as forças da gravidade ($g = 10 \text{ m/s}^2$), normal e de atrito ($\mu = 0,7$). As forças de atrito estático (em N) que atuam no carro nos pontos A e B são, respectivamente,

- 500 e 0.
- 0 e 500.
- $1.000\sqrt{3}/2$ e 500.
- 500 e $1.000\sqrt{3}/2$.

9. (Fuvest 2018) Uma caminhonete, de massa 2.000 kg, bateu na traseira de um sedã, de massa 1.000 kg, que estava parado no semáforo, em uma rua horizontal. Após o impacto, os dois veículos deslizaram como um único bloco. Para a perícia, o motorista da caminhonete alegou que estava a menos de 20 km/h quando o acidente ocorreu. A perícia constatou, analisando as marcas de frenagem, que a caminhonete arrastou o sedã, em linha reta, por uma distância de 10 m. Com este dado e estimando que o coeficiente de atrito cinético entre os pneus dos veículos e o asfalto, no local do acidente, era 0,5, a perícia concluiu que a velocidade real da caminhonete, em km/h, no momento da colisão era, aproximadamente,

Note e adote:

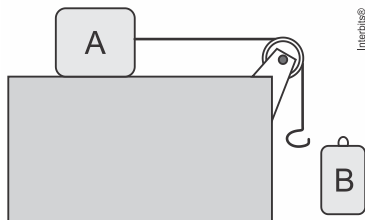
Aceleração da gravidade: 10 m/s^2 .

Desconsidere a massa dos motoristas e a resistência do ar.

- 10.
- 15.
- 36.
- 48.
- 54.

10. (Pucpr 2017) Um bloco A de massa 3,0 kg está apoiado sobre uma mesa plana horizontal e preso a uma corda ideal. A corda passa por uma polia ideal e na sua extremidade final existe um gancho de massa desprezível, conforme mostra o desenho. Uma pessoa pendura, suavemente, um bloco B de massa 1,0 kg no gancho. Os coeficientes de atrito

estático e cinético entre o bloco A e a mesa são, respectivamente, $\mu_e = 0,50$ e $\mu_c = 0,20$. Determine a força de atrito que a mesa exerce sobre o bloco A. Adote $g = 10\text{m/s}^2$.



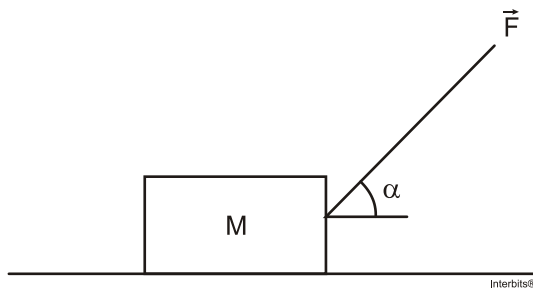
- a) 15 N.
- b) 6,0 N.
- c) 30 N.
- d) 10 N.
- e) 12 N.

11. (Pucrs 2016) Sobre uma caixa de massa 120 kg, atua uma força horizontal constante F de intensidade 600 N. A caixa encontra-se sobre uma superfície horizontal em um local no qual a aceleração gravitacional é 10 m/s^2 . Para que a aceleração da caixa seja constante, com módulo igual a 2 m/s^2 . e tenha a mesma orientação da força F, o coeficiente de atrito cinético entre a superfície e a caixa deve ser de

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

12. (Udesc 2009) Calcule a aceleração do sistema abaixo quando o corpo de massa M é puxado por uma força \vec{F} que forma um ângulo α com a horizontal. Sabendo-se que entre a superfície e o corpo existe um coeficiente de atrito cinético μ .

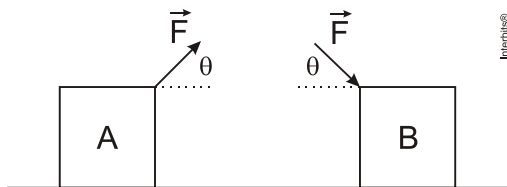
Dados: $F = 10\text{N}$; $M = 2\text{kg}$; $\alpha = 60^\circ$; $\mu = 0,1$; $\cos 60^\circ = 0,5$; $\sin 60^\circ = 0,9$ e $g = 10\text{ m/s}^2$.



TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Na(s) questão(ões) a seguir julgue os itens e escreva nos parênteses (V) se for verdadeiro ou (F) se for falso.

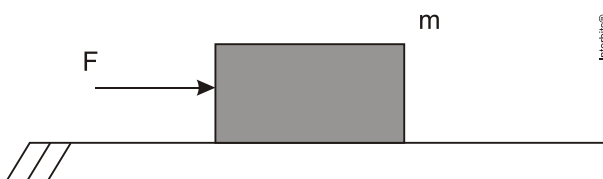
13. (Ufmg 1996) Dois blocos idênticos, A e B, estão sujeitos a uma força \vec{F} , como se vê na figura a seguir, sendo o bloco A puxado e o bloco B empurrado. Sabe-se que μ_c dos blocos em relação ao plano é o mesmo.



Com base em sua análise, julgue os itens a seguir.

- () A força de atrito entre o bloco A e o plano é menor que a força de atrito entre o bloco B e o plano.
- () A aceleração dos blocos, A e B, em relação à terra é a mesma.
- () A força normal que age no corpo A vale: $N_A = P_A - F \sin \theta$.
- () A força \vec{F} , aplicada no bloco A, é igual à força \vec{F} , aplicada no bloco B.

14. (Unifor 2014) Sobre um paralelepípedo de granito de massa $m = 900,0 \text{ kg}$, apoiado sobre um terreno plano e horizontal, é aplicada uma força paralela ao plano de $F = 2.900,0 \text{ N}$. Os coeficientes de atrito dinâmico e estático entre o bloco de granito e o terreno são $0,25$ e $0,35$, respectivamente. Considere a aceleração da gravidade local igual a $10,0 \text{ m/s}^2$. Estando inicialmente em repouso, a força de atrito que age no bloco é, em newtons:



- a) 2.250
- b) 2.900
- c) 3.150
- d) 7.550
- e) 9.000

15. (Unesp 2017) Na linha de produção de uma fábrica, uma esteira rolante movimenta-se no sentido indicado na figura 1, e com velocidade constante, transportando caixas de um setor a outro. Para fazer uma inspeção, um funcionário detém uma das caixas, mantendo-a parada diante de si por alguns segundos, mas ainda apoiada na esteira que continua rolando, conforme a figura 2.

Figura 1

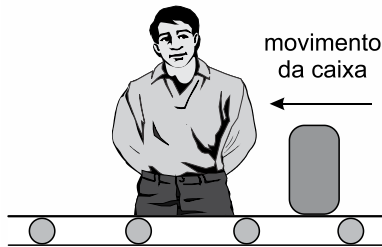
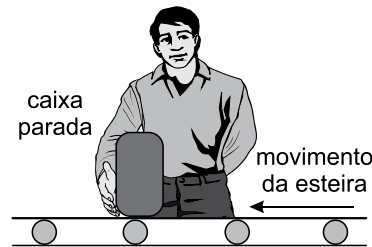


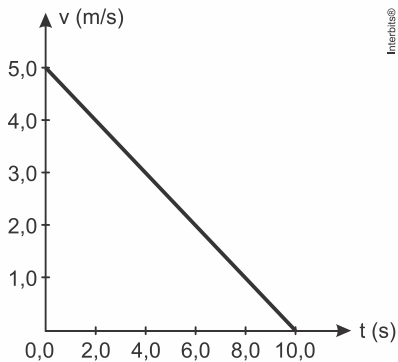
Figura 2



No intervalo de tempo em que a esteira continua rolando com velocidade constante e a caixa é mantida parada em relação ao funcionário (figura 2), a resultante das forças aplicadas pela esteira sobre a caixa está corretamente representada na alternativa

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

16. (Mackenzie 2015)



Um corpo de massa $2,0 \text{ kg}$ é lançado sobre um plano horizontal rugoso com uma velocidade inicial de $5,0 \text{ m/s}$ e sua velocidade varia com o tempo, segundo o gráfico acima.

Considerando a aceleração da gravidade $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, o coeficiente de atrito cinético entre o corpo e o plano vale

- a) $5,0 \cdot 10^{-2}$
- b) $5,0 \cdot 10^{-1}$
- c) $1,0 \cdot 10^{-1}$
- d) $2,0 \cdot 10^{-1}$
- e) $2,0 \cdot 10^{-2}$

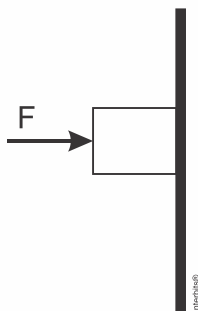
17. (Ufpb 2007) Dois blocos A e B de massas $m_A = 6 \text{ kg}$ e $m_B = 4 \text{ kg}$, respectivamente, estão apoiados sobre uma mesa horizontal e movem-se sob a ação de uma força F de módulo 60N, conforme representação na figura a seguir.



Considere que o coeficiente de atrito dinâmico entre o corpo A e a mesa é $\mu_A = 0,2$ e que o coeficiente entre o corpo B e a mesa é $\mu_B = 0,3$. Com base nesses dados, o módulo da força exercida pelo bloco A sobre o bloco B é:

- a) 26,4N
- b) 28,5N
- c) 32,4N
- d) 39,2N
- e) 48,4N

18. (Ifsul 2015) Na figura abaixo, está representado um bloco de 2,0 kg sendo pressionado contra a parede por uma força \vec{F} .



O coeficiente de atrito estático entre as superfícies de contato vale 0,5, e o cinético vale 0,3.

Considere $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

A força mínima \vec{F} que pode ser aplicada ao bloco para que esta não deslize na parede é

- a) 10 N.
- b) 20 N.
- c) 30 N.
- d) 40 N.

19. (Uern 2015) Uma força horizontal constante é aplicada num corpo de massa 3kg que se encontra sobre uma mesa cuja superfície é formada por duas regiões: com e sem atrito. Considere que o corpo realiza um movimento retilíneo e uniforme na região com atrito cujo coeficiente de atrito dinâmico é igual a 0,2 e se dirige para a região sem atrito. A aceleração adquirida pelo corpo ao entrar na região sem atrito é igual a

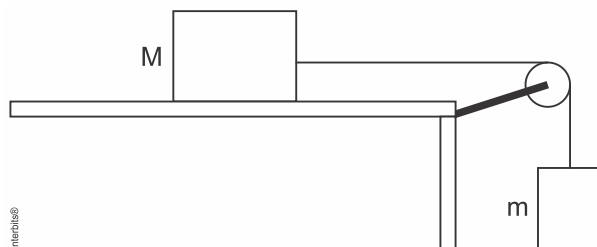
(Considere: $g = 10 \text{m/s}^2$.)

- a) 2m/s^2 .
- b) 4m/s^2 .
- c) 6m/s^2 .
- d) 8m/s^2 .

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Sobre uma mesa plana alguns estudantes conseguiram montar um experimento simples, usando dois corpos cujas massas são: $m = 3 \text{ kg}$ e $M = 7 \text{ kg}$, em que simulam duas situações distintas, conforme a descrição e a figura a seguir.

- I. Não existe o atrito.
- II. Existe o atrito com um coeficiente de atrito $\mu = 2/7$.



20. (Ufpa 2016) Tendo em vista as duas situações (I – sem atrito e II – com atrito) e admitindo-se que o atrito na polia e a sua massa são desprezíveis e a aceleração da gravidade é $g = 10 \text{ m/s}^2$, então, pode-se afirmar que as acelerações a_1 e a_2 nos casos I e II são, em m/s^2 , iguais respectivamente a

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

- d) 3 e 1.
- e) 4 e 1.

21. (Pucrj 2015) Um carro, deslocando-se em uma pista horizontal à velocidade de 72 km/h, freia bruscamente e trava por completo suas rodas. Nessa condição, o coeficiente de atrito das rodas com o solo é 0,8.

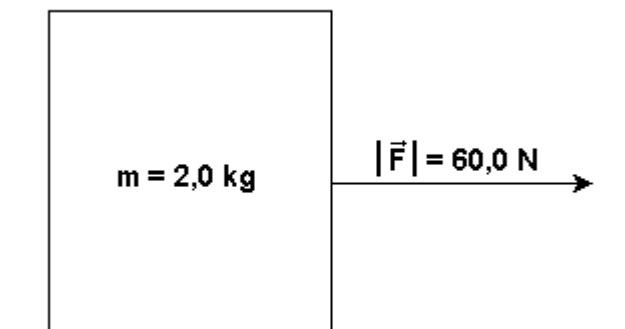
A que distância do ponto inicial de frenagem o carro para por completo?

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

- a) 13 m
- b) 25 m
- c) 50 m
- d) 100 m
- e) 225 m

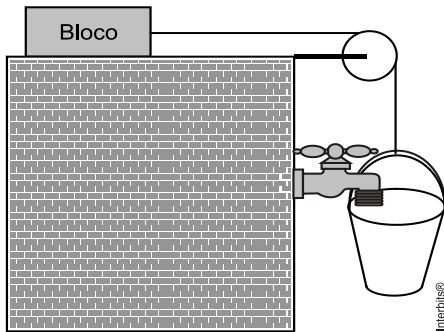
22. (Ufes 1996) O bloco da figura a seguir está em movimento em uma superfície horizontal, em virtude da aplicação de uma força \vec{F} paralela à superfície. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície é igual a 0,2. A aceleração do objeto é

Dado: $g = 10,0 \text{ m/s}^2$



- a) 20,0 m/s²
- b) 28,0 m/s²
- c) 30,0 m/s²
- d) 32,0 m/s²
- e) 36,0 m/s²

23. (Mackenzie 2010) Um balde de 400 g é suspenso por um fio ideal que tem uma extremidade presa a um bloco de massa 12 kg. O conjunto está em repouso, quando se abre a torneira, que proporciona uma vazão de água ($\rho = 1 \text{ kg/L}$), constante é igual a 0,2 L/s.

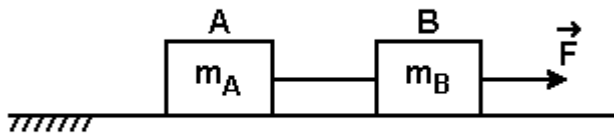


Sabendo-se que o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a superfície horizontal que o suporta $\mu_E = 0,4$ e que a polia é ideal, esse bloco iniciará seu deslocamento no instante imediatamente após

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

- a) 22 s
- b) 20 s
- c) 18 s
- d) 16 s
- e) 14 s

24. (Unesp 2005) A figura ilustra um bloco A, de massa $m_A = 2,0 \text{ kg}$, atado a um bloco B, de massa $m_B = 1,0 \text{ kg}$, por um fio inextensível de massa desprezível. O coeficiente de atrito cinético entre cada bloco e a mesa é μ_C . Uma força $F = 18,0 \text{ N}$ é aplicada ao bloco B, fazendo com que ambos se desloquem com velocidade constante.



Considerando $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, calcule

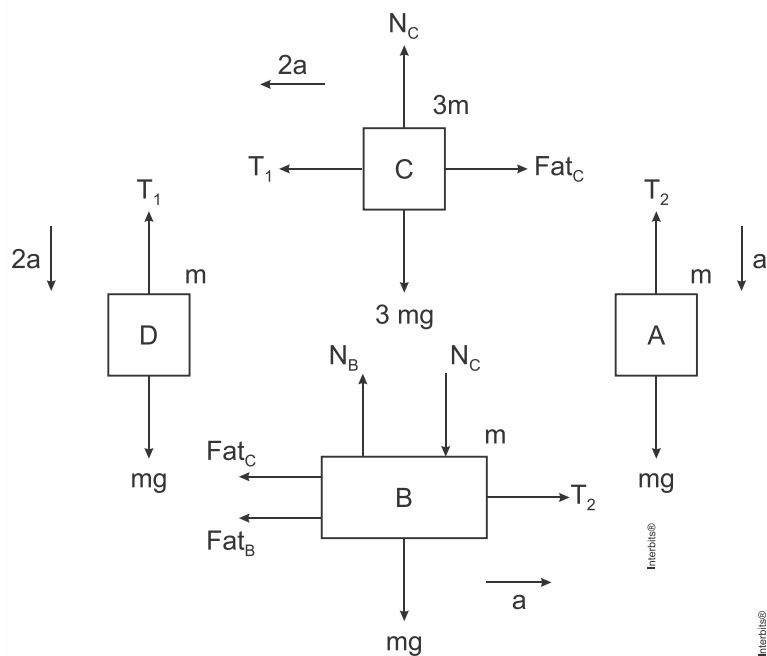
- a) o coeficiente de atrito μ_C .
- b) a tração T no fio.

Gabarito:

Resposta da questão 1:

[D]

Isolando os blocos, temos:



Blocos D e C :

$$\begin{cases} mg - T_1 = 2ma \\ T_1 - Fat_C = 3m \cdot 2a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = mg - 2ma \\ T_1 = 6ma + \mu \cdot 3mg \end{cases} \Rightarrow m(g - 2a) = m(6a + 3\mu g) \Rightarrow g = 8a + 3\mu g \quad (I)$$

Blocos A e B :

$$\begin{cases} mg - T_2 = ma \\ T_2 - Fat_C - Fat_B = ma \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_2 = mg - ma \\ T_2 = ma + \mu \cdot 3mg + \mu \cdot 4mg \end{cases} \Rightarrow m(g - a) = m(a + 7\mu g) \Rightarrow g = 2a + 7\mu g \quad (II)$$

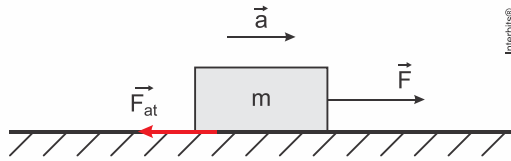
Fazendo (I) = (II), vem:

$$8a + 3\mu g = 2a + 7\mu g \Rightarrow 6a = 4\mu g$$

$$\therefore \mu = \frac{3a}{2g}$$

Resposta da questão 2:

Usando a segunda lei de Newton, para o diagrama de forças:



$$F - F_{\text{at}} = m \cdot \alpha$$

$$F_{\text{at}} = \mu_c \cdot N \xrightarrow[\text{horizontal}]{N=m \cdot g} F_{\text{at}} = \mu_c \cdot m \cdot g$$

Juntando as equações:

$$F - \mu_c \cdot m \cdot g = m \cdot \alpha$$

Isolando o coeficiente de atrito cinético:

$$\mu_c = \frac{F - m \cdot \alpha}{m \cdot g}$$

Resposta da questão 3:

$$01 + 02 + 04 + 08 = 15.$$

[01] **Verdadeira.** A força de atrito estático varia e equilibra com a força aplicada sobre o corpo até que seu limite máximo seja suplantado, resultando no movimento do corpo.

[02] **Verdadeira.** O atrito estático máximo será de:

$$f_{e \text{ máx}} = \mu_e \cdot N \Rightarrow f_{e \text{ máx}} = 0,4 \cdot 30 \text{ kgf} \therefore f_{e \text{ máx}} = 12 \text{ kgf}$$

Logo, para haver deslocamento na horizontal, a força aplicada deve ser superior ao $f_{e \text{ máx}}$.

[04] **Verdadeira.** Para manter o bloco em movimento, considerando que a superfície mantém o mesmo coeficiente de atrito cinético constante, a força mínima aplicada que deve ser igual ao atrito cinético é de:

$$f_c = \mu_c \cdot N \Rightarrow f_c = 0,2 \cdot 30 \text{ kgf} \therefore f_c = 6 \text{ kgf}$$

[08] **Verdadeira.** As irregularidades estão, na realidade, nas duas superfícies em contato e, de certa forma, atuam diretamente no atrito, que é uma força resistente, além de outros fatores como a posição da força aplicada, por exemplo.

Resposta da questão 4:

[A]

Para manter a caixa com velocidade constante após o início do movimento, a força resultante sobre a mesma deve ser nula e agora, a força de atrito é cinética. Assim, o total da força aplicada pelos homens sobre a caixa deve ser igual a força de atrito.

$$F_{\text{at cin}} = \mu_c \cdot N = \mu_c \cdot m \cdot g = 0,3 \cdot 200 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \therefore F_{\text{at cin}} = 600 \text{ N}$$

$$F_R = 0 \quad (v = \text{constante})$$

$$F_{\text{aplic}} = F_{\text{at cin}} \Rightarrow n \cdot 200 \text{ N} = 600 \text{ N} \Rightarrow n = \frac{600 \text{ N}}{200 \text{ N}} \therefore n = 3$$

Resposta da questão 5:

[D]

Para tirar a caixa da inércia, precisamos superar a força de atrito estático máxima.

$$F_{\text{at est máx}} = \mu_e \cdot N = \mu_e \cdot m \cdot g = 0,5 \cdot 200 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \therefore F_{\text{at est máx}} = 1000 \text{ N}$$

Como a força total aplicada (F_{aplic}) pelos trabalhadores deve ser maior que a força de atrito estático máximo, calcula-se o número mínimo de homens que apliquem a mesma força de 200 N na caixa.

$$F_{\text{aplic}} > F_{\text{at est máx}} \Rightarrow n \cdot 200 \text{ N} > 1000 \text{ N} \Rightarrow n > \frac{1000 \text{ N}}{200 \text{ N}} \therefore n_{\text{mín}} = 6$$

Resposta da questão 6:

[A]

Aceleração do carro:

$$v = v_0 + at$$

$$\frac{108}{3,6} = 0 + a \cdot 5$$

$$a = 6 \text{ m/s}^2$$

Força resultante sobre o carro:

$$F_R = ma = 1600 \cdot 6$$

$$F_R = 9600 \text{ N}$$

Logo, em cada roda, a força será de:

$$\therefore \frac{F_R}{4} = 2400 \text{ N}$$

Na iminência de derrapar, temos:

$$F_{\text{at}} = F_R \text{ e } F_{\text{at}} = \mu N$$

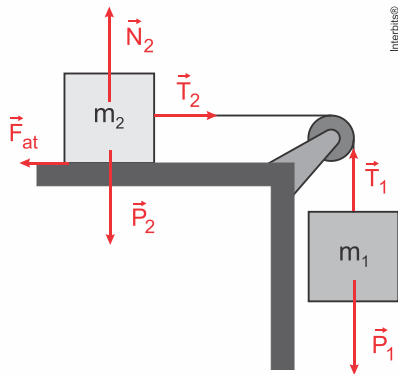
$$\mu \cdot 16000 = 9600$$

$$\therefore \mu = 0,6$$

Resposta da questão 7:

a) Dados: $m_1 = 1 \text{ kg}$; $m_2 = 0,5 \text{ kg}$; $\mu_c = 0,8$; $v = 2 \text{ m/s}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A figura mostra as forças atuantes nos blocos:



Na direção vertical, a resultante no bloco 2 é nula:

$$N_2 = P_2 = m_2 g = 0,5(10) \Rightarrow N_2 = 5 \text{ N.}$$

$$F_{\text{at}} = \mu_c N_2 = 0,8(5) \Rightarrow F_{\text{at}} = 4 \text{ N.}$$

As trações \vec{T}_1 e \vec{T}_2 têm mesma intensidade, pois agem no mesmo fio.

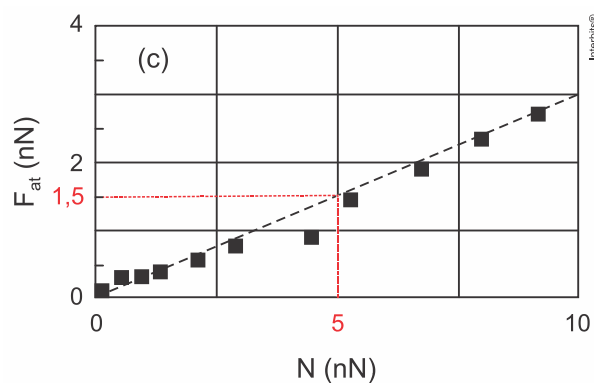
Calculando a aceleração dos blocos:

$$\begin{cases} P_1 - T_1 = m_1 a \\ T_2 - F_{\text{at}} = m_2 a \end{cases} \Rightarrow P_1 - F_{\text{at}} = (m_1 + m_2) a \Rightarrow 10 - 4 = 1,5 a \Rightarrow \underline{a = 4 \text{ m/s}^2.}$$

Pela equação de Torricelli calcula-se o deslocamento:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S \Rightarrow \Delta S = \frac{v^2}{2a} = \frac{2^2}{2 \cdot 4} = \frac{4}{8} \Rightarrow \boxed{\Delta S = 0,5 \text{ m.}}$$

b) Dados: $N = 5 \text{ nN}$; $d = 2 \mu\text{m} = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$.



O gráfico ao lado mostra que para

$$N = 5 \text{ nN} \Rightarrow F_{\text{at}} = 1,5 \text{ nN} = 1,5 \times 10^{-9} \text{ N.}$$

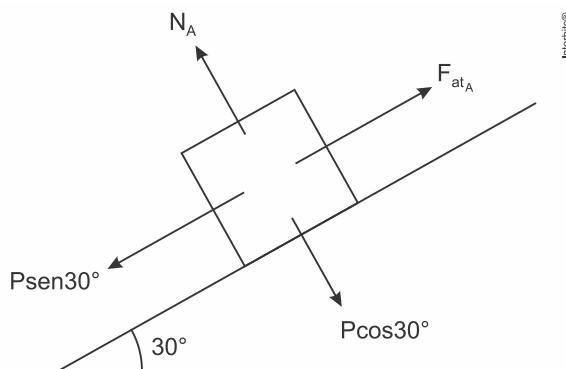
Calculando o módulo do trabalho da força de atrito:

$$|W_{\vec{F}_{at}}| = |F_{at} d \cos 180^\circ| = |1,5 \times 10^{-9} \times 2 \times 10^{-6} (-1)| \Rightarrow |W_{\vec{F}_{at}}| = 3,0 \times 10^{-15} \text{ J.}$$

Resposta da questão 8:
ANULADA

Questão anulada pelo gabarito oficial.

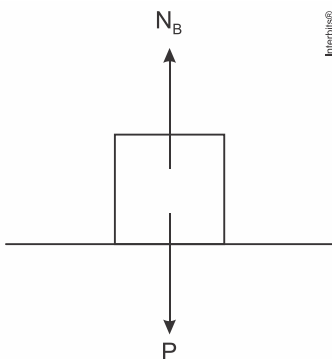
No ponto A:



$$F_{at_A} = P \sin 30^\circ = 1000 \cdot 10 \cdot 0,5$$

$$\therefore F_{at_A} = 5000 \text{ N}$$

Para o ponto B (repare que o enunciado diz que o automóvel faz 90° com a vertical e não com a horizontal, o que obviamente não seria possível):



$$\therefore F_{at_B} = 0 \text{ N}$$

Como não há resposta correta, a questão foi anulada.

Resposta da questão 9:
[E]

Dados: $m_C = 2.000 \text{ kg}$; $m_S = 1.000 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $\mu = 0,5$; $d = 10 \text{ m}$.

Após a colisão, a força de atrito é a resultante das forças agindo sobre o conjunto (camionete + sedã) e a energia cinética final desse conjunto é nula.

Pelo teorema da energia cinética (TEC) calcula-se a velocidade inicial do conjunto imediatamente após a colisão.

Assim, sendo $M = m_C + m_S$, a massa do conjunto, tem-se:

$$\text{TEC: } W_{\vec{R}} = \Delta E_{\text{cin}} \Rightarrow W_{\vec{F}_{\text{at}}} = E_{\text{cin}}^{\text{final}} - E_{\text{cin}}^{\text{inicial}} \Rightarrow W_{\vec{F}_{\text{at}}} = 0 - E_{\text{cin}}^{\text{inicial}} \Rightarrow$$

$$-F_{\text{at}} d = -\frac{Mv_0^2}{2} \Rightarrow -\mu Mgd = \frac{-Mv_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$v_0 = \sqrt{2\mu gd} = \sqrt{2 \times 0,5 \times 10 \times 10} \Rightarrow v_0 = 10 \text{ m/s.}$$

Considerando o sistema mecanicamente isolado na colisão, pelo teorema da conservação da quantidade de movimento, vem:

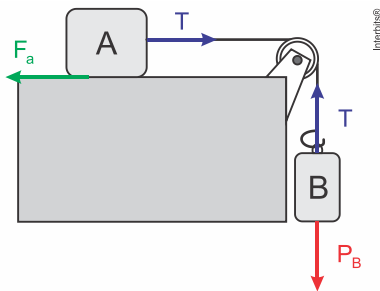
$$Q_{\text{sist}}^{\text{antes}} = Q_{\text{sist}}^{\text{depois}} \Rightarrow m_C v_C = (m_C + m_S) v_0 \Rightarrow 2.000 v_C = 3.000(10) \Rightarrow v_C = 15 \text{ m/s} \Rightarrow$$

$$v_C = 54 \text{ km/h.}$$

Resposta da questão 10:

[D]

De acordo com as forças que atuam nas direções de possíveis movimentos, apresentadas no diagrama de corpo livre abaixo, e utilizando o Princípio Fundamental da Dinâmica:



$$P_B - T + T - F_a = (m_A + m_B) \cdot a$$

Considerações:

- Como o sistema permanece em equilíbrio estático, a aceleração é igual a zero;
- Os módulos das trações nos corpos são iguais e com sinais contrários.

$$P_B - \cancel{T} + \cancel{T} - F_a = 0$$

$$P_B = F_a$$

Substituindo o peso do corpo B pelo produto de sua massa pela aceleração da gravidade:

$$F_a = m_B \cdot g$$

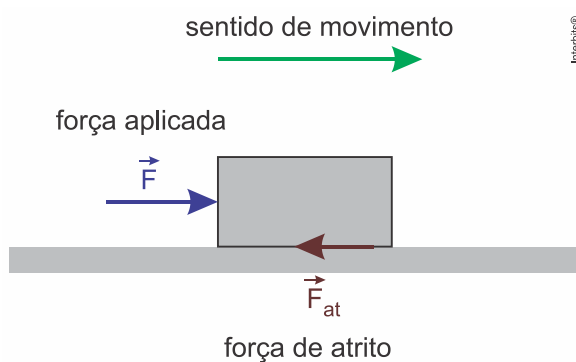
Substituindo os valores, temos, finalmente:

$$F_a = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow F_a = 10 \text{ N}$$

Resposta da questão 11:

[C]

Diagrama de corpo livre:



Aplicando-se a segunda lei de Newton: $F_{\text{res}} = m \cdot a$

$$F - F_{\text{at}} = m \cdot a \Rightarrow F - \mu \cdot N = m \cdot a$$

Como o deslocamento é horizontal, o módulo da força normal é igual ao peso, devido à inexistência de forças extras na vertical.

$$F - \mu \cdot P = m \cdot a \Rightarrow F - \mu \cdot m \cdot g = m \cdot a$$

Isolando o coeficiente de atrito cinético e substituindo os valores fornecidos, ficamos com:

$$\mu = \frac{F - m \cdot a}{m \cdot g} \Rightarrow \mu = \frac{600 \text{ N} - 120 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2}{120 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2} \therefore \mu = 0,3$$

Resposta da questão 12:

$$F = m \cdot a$$

Na direção vertical

$$N + F \cdot \text{sen} \alpha = m \cdot g$$

$$N + 10 \cdot 0,9 = 2 \cdot 10$$

$$N + 9 = 20$$

$$N = 20 - 9 = 11 \text{ N}$$

Na direção horizontal

$$F \cdot \text{cos} \alpha - \mu N = m \cdot a$$

$$10 \cdot 0,5 - 0,1 \cdot 11 = 2 \cdot a$$

$$5 - 1,1 = 2 \cdot a$$

$$3,9 = 2 \cdot a \Rightarrow a = 1,95 \text{ m/s}^2$$

Resposta da questão 13:

$$V - F - V - F.$$

Resposta da questão 14:

[B]

Dados: $m = 900\text{kg}$; $F = 2.900\text{N}$; $\mu_C = 0,25$; $\mu_E = 0,35$; $g = 10\text{m} / \text{s}^2$.

Calculando a força de atrito estático máxima:

$$F_{\text{at máx}} = \mu_E N = \mu_E m g = 0,35 \cdot 900 \cdot 10 = F_{\text{at máx}} = 3.150 \text{ N.}$$

Como a força de atrito estático máxima tem maior intensidade que aplicada paralelamente ao plano, o bloco não entra em movimento. Assim, a força resultante sobre ele é nula.

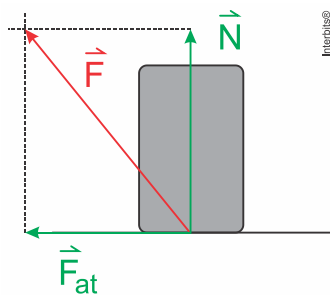
Então:

$$F_{\text{at}} = F \Rightarrow F_{\text{at}} = 2.900 \text{ N.}$$

Resposta da questão 15:

[C]

As componentes da força (\vec{F}) que a esteira exerce na caixa são a Normal (\vec{N}) e a de atrito (\vec{F}_{at}), conforme mostra a figura.



Resposta da questão 16:

[A]

1ª Solução:

Do gráfico, calculamos o módulo da aceleração:

$$|a| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{|0 - 5|}{10 - 0} \Rightarrow |a| = 0,5 \text{ m/s}^2.$$

A resultante das forças sobre o corpo é a força de atrito:

$$F_{\text{at}} = R \Rightarrow \mu m g = m |a| \Rightarrow \mu = \frac{|a|}{g} = \frac{0,5}{10} = 0,05 \Rightarrow \mu = 5 \times 10^{-2}.$$

2ª Solução:

Do gráfico, calculamos o deslocamento:

$$\Delta S = \text{"área"} = \frac{5 \times 10}{2} = 25 \text{ m.}$$

A resultante das forças sobre o corpo é a força de atrito. Pelo teorema da energia cinética:

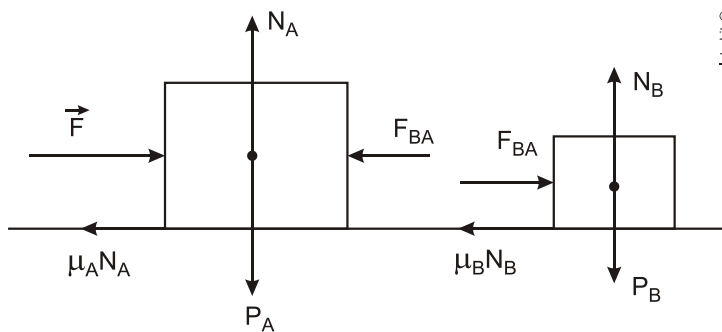
$$W_{\text{Fat}} = W_{\text{R}} \Rightarrow -F_{\text{at}} \Delta S = \frac{m v^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow -\mu m g \Delta S = 0 - \frac{m v_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$\mu = \frac{v_0^2}{2 g \Delta S} = \frac{5^2}{2 \times 10 \times 25} = \frac{1}{20} \Rightarrow \boxed{\mu = 5 \times 10^{-2}.}$$

Resposta da questão 17:

[A]

A figura mostra as forças que agem em cada corpo separadamente.



Corpo A: $N_A = P_A = 60\text{N}$;

$$F - \mu_A \cdot N_A - F_{BA} = m \cdot a \rightarrow 60 - 0,2 \times 60 - F_{BA} = 6 \cdot a \rightarrow 48 - F_{BA} = 6 \cdot a \text{ (eq 01)}$$

Corpo B: $N_B = P_B = 40\text{N}$;

$$F_{AB} - \mu_B \cdot N_B = m \cdot a \rightarrow F_{BA} - 0,3 \times 40 = 4 \cdot a \rightarrow F_{BA} - 12 = 4 \cdot a \text{ (eq 02)}$$

$$01 + 02 \rightarrow 36 = 10a \rightarrow a = 3,6 \text{ m/s}^2$$

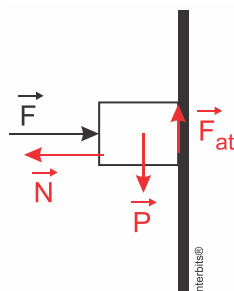
Substituindo em 02, vem:

$$F_{BA} - 12 = 4 \times 3,6 \rightarrow F_{BA} = F_{AB} = 16,4\text{N}$$

Resposta da questão 18:

[D]

De acordo com o diagrama de corpo livre abaixo representado:



Para o equilíbrio estático, temos:

$$\begin{cases} F = N \\ F_{\text{at}} = P \end{cases}$$

Pela definição da força de atrito:

$$F_{\text{at}} = \mu_e \cdot N \Rightarrow F_{\text{at}} = \mu_e \cdot F$$

$$F_{\text{at}} = P \Rightarrow F_{\text{at}} = m \cdot g$$

Então:

$$\mu_e \cdot F = m \cdot g \Rightarrow F = \frac{m \cdot g}{\mu_e}$$

Assim:

$$F = \frac{2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{0,5} \therefore F = 40 \text{ N}$$

Resposta da questão 19:

[A]

Para que o bloco esteja em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) na região onde existe atrito, deve existir uma força aplicada ao bloco igual a força de atrito, de forma a anular a ação desta última.

$$F_{\text{at}} = \mu \cdot N = 0,2 \cdot 3 \cdot 10$$

$$F_{\text{at}} = 6 \text{ N}$$

Assim, quando o bloco entrar na região sem atrito, a força aplicada ao bloco permanecerá igual, fazendo com que o bloco seja acelerado.

$$F = m \cdot a$$

$$6 = 3 \cdot a$$

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

Resposta da questão 20:

[D]

Basta aplicar o Princípio Fundamental da Dinâmica aos dois casos.

[I] Sem atrito:

$$mg = (m+M)a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{mg}{m+M} = \frac{30}{10} \Rightarrow a_1 = 3 \text{ m/s}^2.$$

[II] Com atrito:

$$mg - F_{\text{at}} = (m+M)a_2 \Rightarrow mg - \mu Mg = (m+M)a_2 \Rightarrow$$

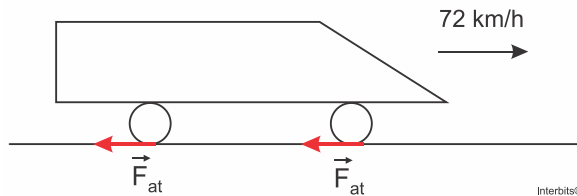
$$a_2 = \frac{mg - \mu Mg}{m+M} = \frac{30 - \frac{2}{7}(70)}{10} \Rightarrow a_2 = 1 \text{ m/s}^2.$$

Resposta da questão 21:

[B]

A força resultante sobre o veículo é a força de atrito e seu módulo é dado por:

$$F_{\text{at}} = \mu \cdot N \xrightarrow{\text{horizontal}} F_{\text{at}} = \mu \cdot m \cdot g$$



Sendo assim, a aceleração em módulo será:

$$\mu \cdot g \cdot a = \frac{F_{\text{at}}}{m} = \frac{\mu \cdot m \cdot g}{m} = \mu \cdot g$$

Usando a equação de Torricelli: $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$

Então, a distância percorrida Δs fica:

$$\Delta s = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot (-\mu \cdot g)}$$

$$\Delta s = \frac{0^2 - \left(\frac{72 \text{ km/h}}{3,6 \frac{\text{km/h}}{\text{m/s}}} \right)^2}{2 \cdot (-0,8 \cdot 10 \text{ m/s}^2)} = \frac{-400 \text{ m}^2 / \text{s}^2}{-16 \text{ m/s}^2} = 25 \text{ m}$$

Resposta da questão 22:

[B]

Resposta da questão 23:

[A]

Dados: $M = 12 \text{ kg}$; $m_B = 400 \text{ g} = 0,4 \text{ kg}$; $\rho = 1 \text{ kg/L}$; $\mu_E = 0,4$; $Z = 0,2 \text{ L/s}$.

Na iminência de escorregamento, somados os módulos do peso do balde e do peso da água nele contida devem ser igual ao módulo da força de atrito estática máxima.

$$P_B + P_A = \mu_E N \Rightarrow (m_B + m_A) g = \mu_E M g \Rightarrow 0,4 + m_A = 0,4(12) \Rightarrow m_A = 4,4 \text{ kg}$$

Como a densidade da água é 1 kg/L , o volume (V) despejado é $4,4 \text{ L}$.
A vazão (Z) é dada por:

$$Z = \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{V}{Z} = \frac{4,4}{0,2} \Rightarrow$$

$$\Delta t = 22 \text{ s.}$$

Resposta da questão 24:

- a) 0,60
- b) 12,0N