



AULA 1

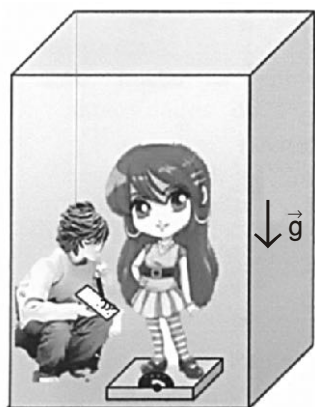
PROBLEMAS DE ELEVADOR – MÁQUINA DE ATWOOD

Exercícios propostos

Enunciado para os exercícios propostos de 1 a 4:

Após uma aula de Dinâmica, Nina e Gabriel resolvem testar as informações recebidas. Para tanto, pegam uma balança de piso e, no elevador do prédio, Nina sobe na balança e Gabriel anota em uma tabela as medidas nas situações seguintes:

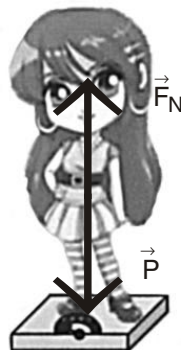
Estado cinemático do elevador		Leitura da balança (N)
I.	Repouso	520
II.	Início da subida	533
III.	Do 1.º até o 10.º andar	520
IV.	Do 11.º andar até a parada no 12.º	507
V.	Repouso	520
VI.	Início da descida	507
VII.	Do 11.º até o 1.º andar	520
VIII.	Do 1.º até a parada no térreo	533



Considere que no local a aceleração da gravidade é constante, de módulo igual a 10 m/s^2 . Analisando os dados da tabela, responda aos exercícios de 1 a 4.

1 A massa de Nina em quilogramas é igual a:

- a) 50,7 **b) 52,0** c) 53,3 d) 507 e) 520



Nas situações I e V o elevador está em repouso, de acordo com o princípio da inércia a $\vec{F}_R = \vec{0} \rightarrow |\vec{P}| = |\vec{F}_N|$

De acordo com o princípio da ação-reação a força lida pela balança, peso aparente (\vec{P}_{ap}), tem a mesma intensidade que α :

$$\vec{F}_N \therefore P = 520 \text{ N} \rightarrow m \cdot g = 520 \rightarrow m \cdot 10,0 = 520 \rightarrow m = 52,0 \text{ kg}$$

2 Analise a tabela que se segue, onde os estudantes representaram a velocidade vetorial e a aceleração vetorial do elevador nas situações de I a VIII.

Estado cinemático do elevador		Direção e sentido de \vec{v}	Direção e sentido de \vec{a}
I.	Repouso	$\vec{v} = \vec{0}$	↓
II.	Início da subida	↑	↑
III.	Do 1.º até o 10.º andar	↑	$\vec{a} = \vec{0}$
IV.	Do 11.º andar até a parada no 12.º	↑	↓
V.	Repouso	$\vec{v} = \vec{0}$	$\vec{a} = \vec{0}$
VI.	Início da descida	↓	↓
VII.	Do 11.º até o 1.º andar	↓	↑
VIII.	Do 1.º até a parada no térreo	↓	↑

Assinale a alternativa em que todas as representações dos estados cinemáticos de I a VIII estão corretas:

- a) I, II, III, IV e VII
 b) I, IV, VII, e VIII
 c) I e VIII
 d) I, III, IV, VI e VIII
e) II, III, IV, V, VI e VIII



Na figura, representamos as forças que agem na Nina.

1.º) De acordo com a 3.ª lei de Newton, a leitura da balança é $|\vec{P}_{ap}| = |\vec{F}_N|$.

2.º) Da 1.ª lei de Newton: $\vec{F}_R = \vec{0} \rightarrow \vec{a} = \vec{0}$, se o elevador está em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme.

3.º) $\vec{F}_R = \vec{P} + \vec{F}_N \neq \vec{0} \rightarrow \vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$, tendo a aceleração vetorial a mesma direção e sentido da força resultante.

4.º) \vec{v} : velocidade vetorial: direção tangente à trajetória e indica o sentido do movimento.

- I. $F_N = P_{ap} = P$: repouso : $\vec{v} = \vec{0}$ e $\vec{a} = \vec{0}$
- II. Sobe: $\uparrow \vec{v}$ $\vec{P} > \vec{F}_N$ Movimento acelerado: $\uparrow \vec{a}$
- III. Sobe: $\uparrow \vec{v}$ $\vec{P} = \vec{F}_N$ Movimento uniforme: $\vec{a} = \vec{0}$
- IV. Sobe: $\uparrow \vec{v}$ $\vec{P} < \vec{F}_N$ Movimento retardado: $\downarrow \vec{a}$
- V. $F_N = P_{ap} = P$: repouso : $\vec{v} = \vec{0}$ e $\vec{a} = \vec{0}$
- VI. Desce: $\downarrow \vec{v}$ $\vec{P} < \vec{F}_N$ Movimento acelerado: $\downarrow \vec{a}$
- VII. Desce: $\downarrow \vec{v}$ $\vec{P} = \vec{F}_N$ Movimento uniforme: $\vec{a} = \vec{0}$
- VIII. Desce: $\downarrow \vec{v}$ $\vec{P} > \vec{F}_N$ Movimento retardado: $\uparrow \vec{a}$

3 Ao iniciar a subida (situação II), as intensidades do peso aparente de Nina, (P_{ap}) em newtons, e da aceleração resultante (\vec{a}), em m/s^2 , no elevador são respectivamente iguais a:

- a) 533; 1,5 **b) 533; 0,25** c) 520; 1,5
- d) 507; 1,5 e) 507; 0,25



$P_{Nina} = 520 \text{ N} < P_{ap} = FN = 533 \text{ N}$, logo a \vec{F}_R tem sentido para cima:

$$F_R = P_{ap} - P \rightarrow m \cdot a = P_{ap} - mg \rightarrow$$

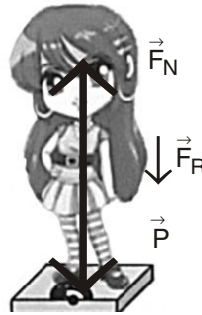
$$52a = 533 - 520 \rightarrow$$

$$a = 0,25 \text{ m/s}^2$$

$$P_{ap} = 533 \text{ N (leitura da balança)}$$

4 Os módulos da aceleração resultante e da aceleração da gravidade aparente no interior do elevador na situação IV, em m/s^2 , são respectivamente iguais a:

- a) 1,5 e 10,25 b) 1,5 e 10,25 **c) 0,25 e 9,75**
- d) 0,25 e 9,5 e) 0,25 e 9,25



$P_{Nina} = 520 \text{ N} > P_{ap} = FN = 507 \text{ N}$, logo a \vec{F}_R tem sentido para baixo $F_R = P - P_{ap} \rightarrow$

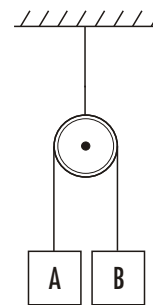
$$\rightarrow m \cdot a = mg - P_{ap} \rightarrow 52a = 520 - 507 \rightarrow$$

$$\rightarrow a = 0,25 \text{ m/s}^2$$

$$P_{ap} = m \cdot g_{ap} \rightarrow 507 = 52 g_{ap} \rightarrow$$

$$g_{ap} = 9,75 \text{ m/s}^2$$

5 Na figura temos uma polia e um fio ideais e dois blocos A e B, de massas, respectivamente, iguais a 4,0 kg e 1,0 kg, presos nas extremidades do fio. Adote $g=10,0 \text{ m/s}^2$ e despreze o efeito do ar.



A intensidade da força de tração no fio, em newtons, é igual a:

- a) 10,0 b) 12,0 c) 14,0 **d) 16,0** e) 18,0

$$P_A - P_B = (m_a + m_b) \cdot a$$

$$40,0 - 10,0 = 5,0 \cdot a$$

$$a = 6,0 \text{ m/s}^2$$

$$T - P_B = m_B \cdot a \rightarrow T - 10,0 = 1,0 \cdot 6,0 \rightarrow T = 16,0 \text{ N}$$

Exercícios-Tarefa

Considere o enunciado dos exercícios propostos de 1 a 4 para responder aos exercícios-tarefa 1, 2 e 3.

1 Das alternativas que se seguem a que pode representar corretamente o módulo, a direção e o sentido da aceleração da gravidade aparente no interior do elevador na situação II é:

- a) $\uparrow |\vec{g}_{ap}| = 0,25 \text{ m/s}^2$
- b) $\downarrow |\vec{g}_{ap}| = 0,25 \text{ m/s}^2$
- c) $\downarrow |\vec{g}_{ap}| = 10,25 \text{ m/s}^2$
- d) $\uparrow |\vec{g}_{ap}| = 10,25 \text{ m/s}^2$
- e) $\uparrow |\vec{g}_{ap}| = 9,75 \text{ m/s}^2$

Resolução:

$$P_{ap} = m \cdot g_{ap} \rightarrow g_{ap} = 10,25 \text{ m/s}^2$$

No interior do elevador, a $g_{ap} = (g + a)$, vertical para baixo, uma vez que a aceleração resultante no elevador é para cima e menor que \vec{g} .

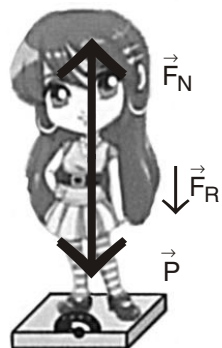
Resposta: C

2 Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas no texto que se segue:

Ao iniciar a descida (situação VI), a sensação de peso em Nina _____ e a aceleração resultante no elevador têm sentido para _____ e módulo igual a _____ m/s^2 .

- a) não se altera, cima, 10,25.
- b) aumenta, cima, 0,25.
- c) aumenta, baixo, 10,25.
- d) diminui, cima, 0,25.
- e) diminui, baixo, 0,25.

Resolução:



$P_{Nina} = 520 \text{ N} > P_{ap} = FN = 507 \text{ N}$, logo a sensação de peso é menor e a \vec{F}_R tem sentido para baixo:

$$F_R = P - P_{ap} \rightarrow$$

$$\rightarrow m \cdot a = mg - P_{ap} \rightarrow$$

$$52 a = 520 - 507 \rightarrow$$

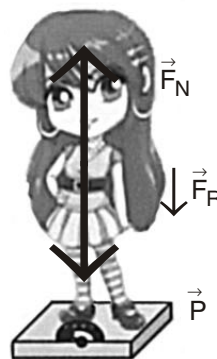
$\rightarrow a = 0,25 \text{ m/s}^2$, sentido para baixo, de acordo com a 2.ª lei de Newton.

Resposta: E

3 Analisando o estado cinemático do elevador na situação VI, é correto afirmar que a aceleração da gravidade aparente no interior do elevador tem módulo igual a:

- a) $0,25 \text{ m/s}^2$ e sentido para cima.
- b) $0,25 \text{ m/s}^2$ e sentido para baixo.
- c) $10,25 \text{ m/s}^2$ e sentido para baixo.
- d) $10,25 \text{ m/s}^2$ e sentido para cima.
- e) $9,75 \text{ m/s}^2$ e sentido para baixo.

Resolução:



$$P_{Nina} = 520 \text{ N} > P_{ap} = FN = 507 \text{ N},$$

$$\text{logo } P_{ap} = m \cdot g_{ap} \rightarrow 507 = 52 \cdot g_{ap} \rightarrow$$

$$g_{ap} = 9,75 \text{ m/s}^2$$

Resposta: E

4 (FUVEST – 2010) – Um avião, com velocidade constante e horizontal, voando em meio a uma tempestade, repentinamente perde altitude, sendo tragado para baixo e permanecendo com aceleração constante vertical de módulo $a > g$ (módulo da aceleração da gravidade), em relação ao solo, durante um intervalo de tempo Δt .

Pode-se afirmar que, durante esse intervalo de tempo, uma bola de futebol que se encontrava solta sobre uma poltrona desocupada:

- a) permanecerá sobre a poltrona, sem alteração de sua posição inicial.
- b) flutuará no espaço interior do avião, sem aceleração em relação a ele, durante o intervalo de tempo Δt .
- c) será acelerada para cima, em relação ao avião, sem poder se chocar com o teto, independentemente do intervalo de tempo Δt .
- d) será acelerada para cima, em relação ao avião, podendo se chocar com o teto, dependendo do intervalo de tempo Δt .
- e) será pressionada contra a poltrona durante o intervalo de tempo Δt .

Resolução:

Quando o avião acelera para baixo com aceleração de módulo maior que g , a bola se desprende do assento e vai colidir com o teto do avião, ficando, então, pressionada contra ele. Isto ocorre desde que o tempo necessário para a bola chegar ao teto do avião seja menor que o intervalo de tempo em que o avião acelerou para baixo com aceleração de módulo maior que g .

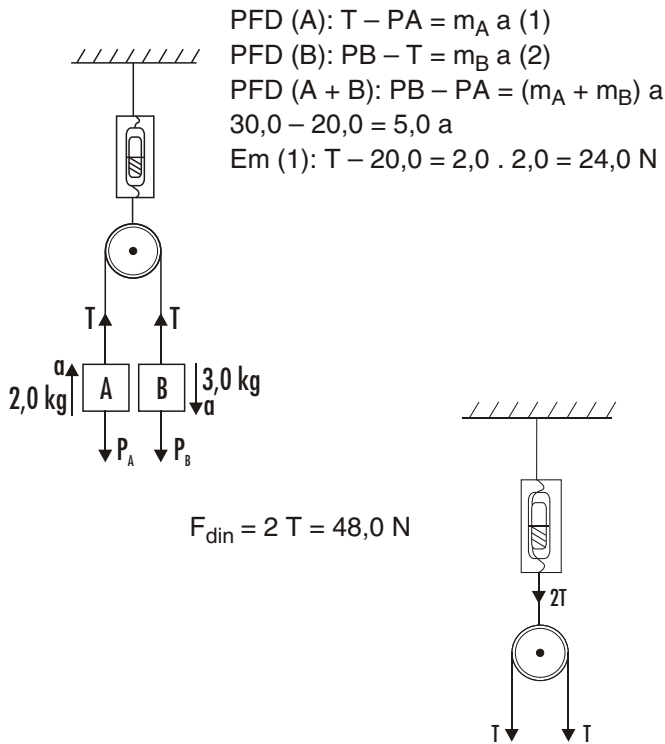
Resposta: D

5 (UERJ – 2010) – Considere dois blocos A e B de massas, respectivamente, iguais a 2,0 kg e 3,0 kg, amarrados nas extremidades de um fio que passa por uma polia que está suspensa por um dinamômetro preso em um suporte fixo, no teto.

Sabendo-se que o módulo da aceleração da gravidade local é igual a $10,0 \text{ m/s}^2$, considerando-se o fio e a polia ideais e desprezando-se as forças dissipativas, pode-se afirmar que o valor indicado pelo dinamômetro é igual, em N, a:

- a) 50,0 b) 48,0 c) 36,0 d) 30,0 e) 20,0

Resolução:



Resposta: B

AULA 2

ATRITO I

Exercícios propostos

Enunciado para os exercícios 1 e 2:

(UFRS – 2010) – Um cubo de massa 1,0 kg, maciço e homogêneo, está em repouso sobre uma superfície plana horizontal. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o cubo e a superfície valem, respectivamente, 0,30 e 0,25.

Uma força \vec{F} horizontal é então aplicada sobre o centro de massa do cubo.

Considere o módulo da aceleração da gravidade igual a $10,0 \text{ m/s}^2$.

1 Se a intensidade da força \vec{F} é igual a 2,0 N, a força de atrito tem intensidade igual a:

- a) 0,0 N **b) 2,0 N** c) 2,5 N
 d) 3,0 N e) 10,0 N

$$F_{\text{at,destaque}} = \mu_E FN = \mu_E P = 0,30 \cdot 10,0 \text{ N} = 3,0 \text{ N}$$

$$F_{\text{at,din}} = \mu_D FN = \mu_D P = 0,25 \cdot 10,0 \text{ N} = 2,5 \text{ N}$$

Como a força motriz (2,0 N) é menor que a força de atrito de destaque (3,0 N), o cubo ficará em repouso e $F_{\text{at}} = F = 2,0 \text{ N}$.

2 Se a intensidade da força \vec{F} é igual a 6,0 N, o cubo sofre uma aceleração cujo módulo é igual a:

- a) 0,0 m/s^2 b) 2,5 m/s^2 **c) 3,5 m/s^2**
 d) 6,0 m/s^2 e) 10,0 m/s^2

Como a força motriz (6,0 N) é maior que a força de atrito de destaque (3,0 N) o bloco será acelerado e a força de atrito será dinâmica: $F_{\text{at}} = 2,5 \text{ N}$.

$$\text{PFD: } F - F_{\text{at}} = m \cdot a$$

$$6,0 - 2,5 = 1,0 a \rightarrow a = 3,5 \text{ m/s}^2$$

3 (UFPA – 2010) – Em vista das experiências, sabemos que o coeficiente de atrito estático é maior que o coeficiente de atrito dinâmico entre duas superfícies em contato, e, portanto, a frenagem de um veículo é mais eficiente quando suas rodas continuam girando durante o ato, ou seja, se as rodas não forem travadas; daí a vantagem do chamado freio ABS, item ainda opcional na maioria dos veículos.

Um carro trafegava em linha reta com velocidade escalar de 20 m/s numa pista retilínea e horizontal quando o condutor, percebendo o fechamento do sinal, pisou forte o freio, travando completamente as rodas até a parada do veículo. Admitindo-se iguais a 0,9 e 0,8, respectivamente, os coeficientes de atrito estático e dinâmico entre os pneus e a pista, pode-se concluir que, desde o início da freada até parar, o carro deslocou-se, em metros:

- a) 18 b) 22 **c) 25**
 d) 29 e) 36

Use se necessário: módulo da aceleração da gravidade = 10 m/s^2

1) Se as rodas travarem o atrito será dinâmico: $\mu_D = 0,8$

2) PFD: $F_{\text{at}} = ma$ $\mu_D mg = ma$

$$a = \mu_D g = 8,0 \text{ m/s}^2$$

$$3) v^2 = v_0^2 + 2 \gamma \Delta s \rightarrow 0 = 400 + 2(-8,0) D$$

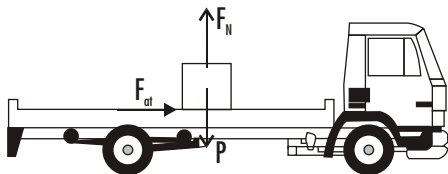
$$D = 25 \text{ m}$$

4 (PUC– PR) – De acordo com pesquisas, cerca de quatro milhões de pequenas propriedades rurais empregam 80% da mão de obra do campo e produzem 60% dos alimentos consumidos pela população brasileira. Pardal e Pintassilgo acabaram de colher uma caixa de maçãs e pretendem transportar essa caixa do pomar até a sede da propriedade. Para isso, vão utilizar uma caminhonete com uma carroceria plana e horizontal. Inicialmente, a caminhonete está em repouso numa estrada também plana e horizontal.

Sabendo-se que o coeficiente de atrito estático entre a caixa e a carroceria é de 0,40, a aceleração com que a caminhonete pode entrar em movimento, sem que a caixa escorregue, tem módulo a tal que:

- a) $a \leq 2,0 \text{ m/s}^2$ b) $a \geq 4,0 \text{ m/s}^2$ c) $a \geq 2,0 \text{ m/s}^2$
d) $a = 10 \text{ m/s}^2$ **e) $a \leq 4,0 \text{ m/s}^2$**

Nota: Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e despreze o efeito do ar.



1) $F_N = P = mg$

2) PFD (caixa): $F_{at} = ma$

3) Atrito estático: $F_{at} = \mu F_N \rightarrow ma = \mu mg \rightarrow$

$\rightarrow a = \mu g \rightarrow a = 0,40 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \rightarrow a = 4,0 \text{ m/s}^2$

Exercícios-Tarefa

1 Quando um carro se movimenta em um plano horizontal, desprezando-se a resistência do ar, a força resultante que acelera o carro é a força total de atrito que o solo aplica aos pneus dele.

Se o carro não derrapar, este atrito será estático e a força de atrito em cada pneu terá intensidade máxima F dada por: $F = \mu_E F_N$ (μ_E = coeficiente de atrito estático entre os pneus e o chão; F_N = intensidade da força normal trocada entre o pneu e o chão).

Considere um carro com tração dianteira e admita que, em movimento, ficam concentrados nas rodas dianteiras $\frac{2}{3}$ do

peso total do carro com o seu conteúdo.

Considere $\mu_E = 0,60$ e a aceleração da gravidade com módulo $g = 10,0 \text{ m/s}^2$.

Considere o carro partindo do repouso e acelerando durante 10,0s com sua aceleração máxima e despreze, neste intervalo de tempo, a resistência do ar.

A força de atrito nas rodas não motrizes é desprezível.

A velocidade final atingida pelo carro, após os 10,0 s, terá módulo igual a:

- a) 80 km/h b) 100 km/h c) 120 km/h
d) 144 km/h e) 180 km/h

Resolução:

1) De acordo com o texto:

$$F_{at} = \mu_E F_N = \mu_E \cdot \frac{2}{3} mg$$

PFD: $F = ma$

$$\mu_E \frac{2}{3} mg = ma \rightarrow a = \frac{2}{3} \mu_E g = \frac{2}{3} \cdot 0,60 \cdot 10,0 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$a = 4,0 \text{ m/s}^2$$

2) $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow 4,0 = \frac{v - 0}{10,0}$

$$v = 40,0 \text{ m/s} = 40,0 \cdot 3,6 \text{ km/h} \rightarrow v = 144 \text{ km/h}$$

Resposta: D

(UFJF–MG – 2010 / Modificado) – Enunciado para os testes 2 e 3:

Considere um carro movendo-se com uma velocidade constante de módulo 180 km/h, em uma estrada reta e horizontal onde os coeficientes de atrito estático e cinético entre os pneus e o asfalto são $\mu_E = 0,80$ e $\mu_C = 0,25$ respectivamente. Em um determinado instante de tempo, o motorista aciona os freios, que permanecem acionados até o carro parar. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

2 Qual a distância percorrida, se o carro for equipado com freios comuns e as rodas ficarem travadas do início ao final do processo de frenagem?

- a) $1,0 \cdot 10^2 \text{ m}$ b) $2,0 \cdot 10^2 \text{ m}$ c) $3,0 \cdot 10^2 \text{ m}$
d) $4,0 \cdot 10^2 \text{ m}$ e) $5,0 \cdot 10^2 \text{ m}$

Resolução:

1) PFD: $F_{at} = ma$

$$\mu_C mg = ma$$

$$a = \mu_C g = 2,5 \text{ m/s}^2$$

2) $v^2 = v_0^2 + 2\gamma \Delta s$

$$0 = 2500 + 2 (-2,5) D$$

$$D = \frac{2500}{5,0} \text{ (m)} \rightarrow D = 5,0 \cdot 10^2 \text{ m}$$

Resposta: E

3 O freio ABS (que em inglês significa *Anti-lock Braking System* ou em português Sistema Antiblocante) foi criado pela empresa alemã Bosch, tornando-se disponível para uso em 1978, com o nome *Antiblockiersystem*. Qual a distância percorrida, se o carro for equipado com freios ABS, cuja característica é não deixar que as rodas travem do início ao final da frenagem? Admita que a aceleração de freada tenha módulo máximo possível.

- a) 156,25 m b) 125,00 m c) 120,25 m
d) 116,25 m e) 110,00 m

Resolução:

1) PFD: $F_{at} = ma$

$\mu_E mg = ma$

$a = \mu_E g = 8,0 \text{ m/s}^2$

2) $v^2 = v_0^2 + 2\gamma \Delta s$

$0 = 2500 + 2(-8,0)D$

$D = \frac{2500}{16} = 156,25$

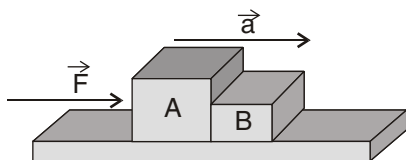
Resposta: A

AULA 3

ATRITO 2

Exercícios propostos

1 Os blocos A e B da figura seguinte têm massas respectivamente iguais a 2,0 kg e 3,0 kg e estão sendo acelerados sob ação de uma força \vec{F} constante e de intensidade 50,0 N, paralela ao plano horizontal.



O coeficiente de atrito de escorregamento entre os blocos e o plano de apoio vale 0,60. No local a aceleração da gravidade é constante e de módulo $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ e o efeito do ar é desprezível. A força de contato entre os blocos A e B, tem intensidade, em newtons, igual a:

- a) 4,0 b) 12,0 c) 18,0
d) 26,0 e) 30,0

1.º) As intensidades das forças de atrito que atuam nos blocos A e B são dadas por:

$F_{at} = \mu \cdot F_N = \mu \cdot m \cdot g$

$F_{at_A} = 0,60 \cdot 2,0 \cdot 10,0 = 12,0 \text{ N}$

$F_{at_B} = 0,60 \cdot 3,0 \cdot 10,0 = 18,0 \text{ N}$

2.º) O módulo da aceleração do sistema:

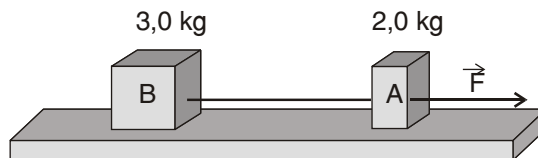
$F - (F_{at_A} + F_{at_B}) = (m_A + m_B) \cdot a \rightarrow$

$50,0 - (12,0 + 18,0) = 5,0 \cdot a \rightarrow a = 4,0 \text{ m/s}^2$

3.º) $F_{AB} - F_{at_B} = m_B \cdot a \rightarrow F_{AB} - 18,0 = 3,0 \cdot 4,0 \rightarrow$

$\rightarrow F_{AB} = 30,0 \text{ N}$

2 Sobre o plano horizontal da figura apoiam-se os blocos A e B, interligados por fio inextensível e de massa desprezível. O coeficiente de atrito cinético é 0,50. Adota-se $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ e desconsidera-se o efeito do ar.



A força \vec{F} aplicada em A tem intensidade constante e igual a 50,0 N. A intensidade da força de tração no fio que liga os blocos A e B, em newtons, vale:

- a) 10,0 b) 20,0 c) 30,0
d) 40,0 e) 50,0

1.º) As intensidades das forças de atrito que agem em cada um dos blocos:

$F_{Adest} = \mu_D \cdot N_A = 0,50 \cdot 2,0 \cdot 10 = 10,0 \text{ N}$

$F_{Bdest} = \mu_D \cdot N_B = 0,50 \cdot 3,0 \cdot 10 = 15,0 \text{ N}$

2.º) O módulo da aceleração do sistema:

$F - (F_{at_{din A}} + F_{at_{din B}}) = (m_A + m_B) \cdot a$

$50 - (0,50 \cdot 2,0 \cdot 10 + 0,50 \cdot 3,0 \cdot 10) = 5,0 \cdot a$

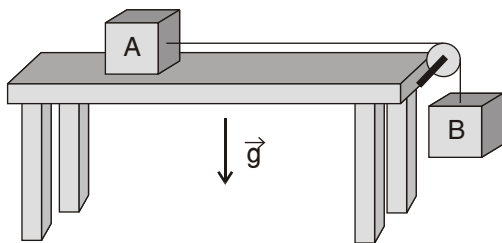
$a = 5,0 \text{ m/s}^2$

3.º) A intensidade da força de tração no fio que liga os blocos A e B:

$T - F_{at_{din B}} = m_B \cdot a \rightarrow T - 15 = 3,0 \cdot 5,0 \rightarrow$

$T = 30 \text{ N}$

3 Um bloco A, de massa 5,0 kg, é arrastado horizontalmente sobre uma superfície plana com aceleração constante de intensidade $2,0 \text{ m/s}^2$, através do dispositivo mostrado na figura que se segue. A aceleração da gravidade no local tem intensidade $10,0 \text{ m/s}^2$ e o bloco B tem massa 4,0 kg.



O coeficiente de atrito μ entre A e a superfície plana é:

- a) 0,11 b) 0,22 c) 0,33
d) 0,44 e) 0,55

1.º) Peso de B:

a) $P_B = m_B \cdot g = 4,0 \cdot 10,0 = 40,0 \text{ kg}$

2.º) A intensidade da força de tração no fio.

PFD (B): $P_B - T = m_B \cdot a \rightarrow 40,0 - T = 4,0 \cdot 2,0 \rightarrow T = 32,0 \text{ N}$

3.º) A intensidade da força de reação normal do apoio em A:

$N_A = P_A = m_A \cdot g = 50,0 \text{ N}$

4.º) A intensidade da força de atrito em A

PFD (A): $T - F_{AT} = m_A \cdot a \rightarrow 32,0 - F_{AT} = 5,0 \cdot 2,0 \rightarrow F_{AT} = 22,0 \text{ N}$

5º) O coeficiente de atrito entre A e o plano de apoio:

$F_{at} = \mu N_A \rightarrow 22,0 = \mu 50,0 \rightarrow \mu = 0,44$

4 (Fuvest – transferência) – Um policial rodoviário, ao examinar uma cena de engavetamento em um trecho retilíneo e horizontal de uma rodovia, verifica que o último carro envolvido deixou marca de pneus, resultante da freada de 75 m de extensão. O motorista desse carro afirmou que, ao colidir, teria velocidade praticamente nula. Com base na medida feita pelo policial, na afirmação do motorista e sabendo-se que o coeficiente de atrito

entre os pneus e o asfalto da rodovia é $\mu = 0,60$, pode-se concluir que a velocidade escalar inicial do último carro, medida em km/h, era aproximadamente:

- a) 60 b) 84 **c) 108**
d) 120 e) 144

Nota: admita que o carro tenha freio nas quatro rodas e despreze o efeito do ar. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$ e admita, ainda, que as rodas travaram.

1) Cálculo do módulo da aceleração do carro durante a freada:

PFD:

$F_{at} = ma \cdot \mu mg = ma \cdot a = \mu g = 0,60 \cdot 10 \text{ (m/s}^2) \rightarrow a = 6,0 \text{ m/s}^2$

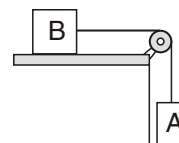
2) Cálculo da velocidade escalar inicial:

$v_2 = v_0^2 + 2 \gamma \Delta s \text{ (MUV)} \rightarrow 0 = v_0^2 + 2 (-6,0) 75$

$v_0^2 = 900 \rightarrow v_0 = 30 \text{ m/s} \rightarrow v_0 = 30 \cdot 3,6 = 108 \text{ km/h}$

Exercícios-Tarefa

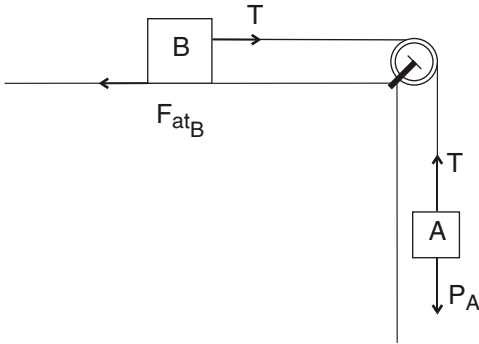
1 (Unifesp) – A figura representa um bloco B de massa m_B apoiado sobre um plano horizontal e um bloco A de massa m_A a ele pendurado. O conjunto não se movimenta por causa do atrito entre o bloco B e o plano, cujo coeficiente de atrito estático é μ_B .



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 $\mu_B m_B g$, mesmo que esse valor seja maior que o módulo do peso de A.
d) é igual ao produto $\mu_B m_B g$, desde que esse valor seja menor que o módulo do peso de A.
e) é igual ao módulo do peso do bloco B.

Resolução:



1) Para o equilíbrio do bloco A, temos:
 $T = P_A$ (1)

2) Para o equilíbrio do bloco B, temos:
 $T = F_{at_B}$ (2)

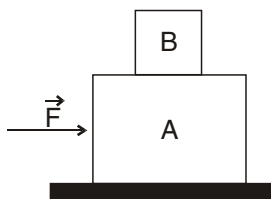
Comparando-se (1) e (2), vem:

$$F_{at_B} = P_A$$

Nota: A força de atrito em B somente teria intensidade $\mu_B m_B g$ se o bloco B estivesse em repouso, porém na iminência de escorregar.

Resposta: A

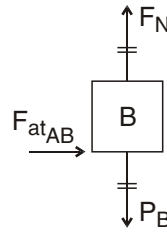
2 (Fuvest – transferência) – Os blocos A e B, de massas m_A e m_B , respectivamente, estão inicialmente em repouso. O bloco A está apoiado sobre uma superfície horizontal sem atrito e o bloco B está apoiado sobre a superfície horizontal superior do bloco A, conforme indicado na figura a abaixo.



O coeficiente de atrito estático entre as superfícies dos dois blocos é μ_e . O bloco A é empurrado com uma força de magnitude crescente. Sendo g o módulo da aceleração da gravidade local, o bloco B começa a se mover em relação ao bloco A quando o módulo de sua aceleração for maior que:

- a) $(m_A / m_B) \cdot \mu_e g$
- b) $(m_B / m_A) \cdot \mu_e g$
- c) $m_A / (m_A + m_B) \cdot \mu_e \cdot g$
- d) g
- e) $\mu_e g$

Resolução:



1) $F_N = P_B = m_B g$

2) PFD (B) = $F_{at_{AB}} = m_B a$

3) $F_{at_{AB}} \leq \mu_E F_N$

$$m_B a \leq \mu_E m_B g$$

$$a \leq \mu_E g$$

A maior aceleração que o bloco B pode ter é $\mu_E g$.

Quando a aceleração de A tiver módulo maior que $\mu_E g$, o bloco B vai escorregar em relação ao bloco A.

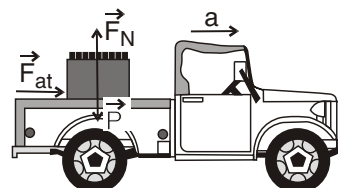
Resposta: E

3 (Cefet – RJ) – Um engradado de refrigerantes (massa total: 30,0 kg) apoia-se sobre a carroceria horizontal de uma caminhonete. Se o coeficiente de atrito estático entre o engradado e a carroceria é 0,30, a maior aceleração escalar que a caminhonete pode adquirir numa pista horizontal, sem que o engradado se mova em relação a ela, é: (Adote $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ e não considere o efeito do ar.)

- a) $2,0 \text{ m/s}^2$
- b) $2,5 \text{ m/s}^2$
- c) $3,0 \text{ m/s}^2$
- d) $4,0 \text{ m/s}^2$
- e) $5,0 \text{ m/s}^2$

Resolução:

Quando o veículo acelera o engradado tende a escorregar para trás e recebe do apoio uma força de atrito dirigida para frente (sentido oposto à tendência de escorregamento).



1) $F_N = P = mg$

2) PFD (engradado): $F_{at} = ma$

3) Atrito estático:

$$F_{at} = \mu_E F_N$$

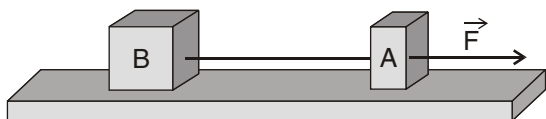
$$ma = \mu_E mg$$

$$a = \mu_E g$$

$$a_{m\acute{a}x} = \mu_E g = 0,30 \cdot 10,0 \text{ (m/s}^2\text{)} \Rightarrow 3,0 \text{ m/s}^2$$

Resposta: C

4 Dois blocos A e B de massas 3,0 kg e 2,0 kg, respectivamente, estão ligados por um fio ideal sobre uma mesa horizontal. Uma força horizontal constante de intensidade $F = 5,0 \text{ N}$ é aplicada no bloco A como mostra a figura.



Não existe atrito entre A e o plano.

O coeficiente de atrito entre o bloco B e o plano vale 0,10. Assumindo $g = 10 \text{ m/s}^2$ e não considerando a resistência do ar, a intensidade da força de tração no fio, em newtons, é de:

- a) 1,6 b) 2,0 c) 3,2
d) 5,4 e) 6,0

Resolução:

1.º) A intensidade da força de atrito entre o bloco B e o plano de apoio:

$$F_{at} \cdot B = \mu_B \cdot m_B \cdot g = 0,10 \cdot 2,0 \cdot 10 = 2,0 \text{ N}$$

2.º) PFD (A+B):

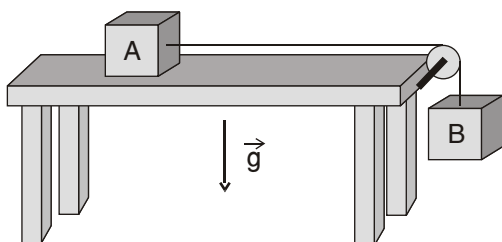
$$F - F_{atB} = (m_A + m_B) \cdot a \rightarrow 5,0 - 2,0 = 5,0 \cdot a \rightarrow a = 0,60 \text{ m/s}^2$$

3.º) PFD (B)

$$T - F_{atB} = m_B \cdot a \rightarrow T - 2,0 = 2,0 \cdot 0,6 \rightarrow T = 3,2 \text{ N}$$

Resposta: C

5 Um bloco A, de massa 8,0 kg é arrastado horizontalmente sobre uma superfície plana com velocidade constante de intensidade 3,0 m/s, através do dispositivo mostrado na figura que se segue. A aceleração da gravidade no local tem intensidade 10 m/s^2 e o bloco B tem massa 4,0 kg.



O coeficiente de atrito entre o bloco A e a superfície horizontal vale: (despreze a resistência do ar)

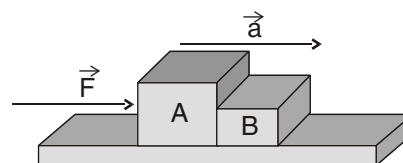
- a) zero b) 0,050 c) 0,10
d) 0,20 e) 0,50

Resolução:

$$P_B = F_{atA} \rightarrow 4,0 \cdot 10 = \mu_A \cdot 8,0 \cdot 10,0 \rightarrow \mu_A = 0,5$$

Resposta: E

6 Dois blocos A e B, apoiados sobre uma superfície horizontal, estão inicialmente em repouso, e possuem massas iguais a 10 kg. Uma força F de intensidade constante e igual a 60 N é aplicada no bloco A, conforme figura a seguir.



O coeficiente de atrito entre os blocos e a superfície vale 0,20. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, a intensidade da força trocada entre os blocos, em newtons, é de:

- a) 30,0 b) 32,0 c) 34,0
d) 40,0 e) 42,0

Resolução:

1.º) As intensidades das forças de atrito que atuam nos blocos A e B são dadas por:

$$F_{at} = \mu \cdot F_N = \mu \cdot m \cdot g = 0,20 \cdot 10,0 \cdot 10,0 = 20,0 \text{ N}$$

$$F_{atA} = F_{atB} = 20,0 \text{ N}$$

2.º) O módulo da aceleração do sistema:

$$F - (F_{atA} + F_{atB}) = (m_A + m_B) \cdot a \rightarrow 60,0 - (40) = 20,0 \cdot a \rightarrow a = 1,0 \text{ m/s}^2$$

$$3.º) F_{AB} - F_{atB} = m_B \cdot a \rightarrow F_{AB} - 20,0 = 10,0 \cdot 1,0 \rightarrow F_{AB} = 30,0 \text{ N}$$

Resposta: A