

**FAP-153- Mecânica. Agosto de 2008**

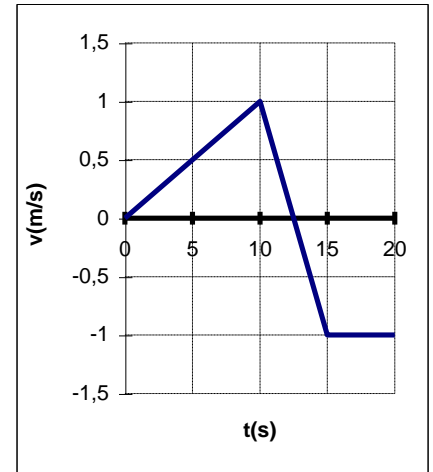
**Primeira lista de exercícios – Revisão.**

Escolha três dos seguintes exercícios: 6, 14, 22 e 32.

Data de entrega: 14/8/07.

**Derivada e integral, gráficos**

1) O gráfico da velocidade em função do tempo para uma partícula que em  $t = 0$  s está na origem e se move ao longo do eixo Ox está representado na figura ao lado.



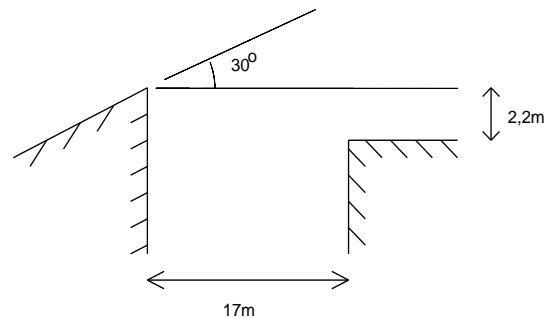
- Trace o gráfico da aceleração  $a(t)$  para  $0 \leq t \leq 20$  s. Não esqueça de marcar valores nas escalas e unidades nos eixos.
- Qual é a posição em  $t = 15$  s? E em  $t = 20$  s?
- (1 ponto) Trace o gráfico da posição  $x(t)$  para  $0 \leq t \leq 20$  s.
- Quantos metros a partícula terá percorrido ao todo entre  $t = 0$  e  $t = 15$  s? (Some as distâncias percorridas para frente e para trás).

2) Uma sala tem 4 m de largura, 5 m de comprimento e 3 m de altura. Uma mosca parte do chão, de um canto da sala, voa para o teto e pousa no canto diagonalmente oposto.

- Qual o módulo do deslocamento da mosca?
- A distância percorrida pela mosca pode ser menor do que esse valor?
- Escolha um sistema de coordenadas apropriado e calcule as componentes do vetor deslocamento neste sistema.
- Se a mosca decide andar e não voar, qual a menor distância que ela terá de percorrer?

**Lançamento de projéteis**

3) Um motoqueiro pretende atravessar um grande buraco, conforme esboçado na figura. O buraco tem 17 m de largura, o desnível é 2,2 m, o ângulo de lançamento da moto é  $30^\circ$  com a horizontal e sua velocidade tem módulo 72 km/h. Despreze a dimensão da moto e a resistência do ar. Use  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



- Nas condições do problema, a moto consegue sobrepujar o buraco. Determine o ponto de chegada ao solo, do outro lado do buraco.
- Qual é a maior largura de um buraco que seria possível sobrepujar, mantidas as demais condições (módulo da velocidade inicial, ângulo de lançamento, desnível e outras hipóteses)? Justifique.

4) Dois meninos estão travando um combate de bolas de neve. Eles estão situados a 40 m de distância um do outro. Um deles decide atirar duas bolas de neve com a mesma velocidade inicial de 30 m/s, mas em diferentes instantes e com diferentes ângulos de elevação, de modo que atinjam o outro menino simultaneamente.

- Quais são os dois ângulos de elevação que deveria usar?
- Quanto tempo depois da primeira bola de neve ser arremessada, este menino deve arremessar a segunda? Quanto tempo após isso as bolas de neve cairão?

5) Um projétil é atirado para o ar. No instante  $t = 0,8$  s o mesmo está a uma altura de 10 m e sua velocidade é dada por  $\vec{v} = 6\hat{i} - 2\hat{j}$  (m/s). Usando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  responda às questões abaixo.

- Em que ângulo e com que velocidade, em relação ao chão, o projétil é lançado?
- Qual a altura máxima atingida pelo mesmo?
- Qual foi o alcance do projétil?

## Movimento Relativo

6) A água de um rio se escoia a 2,9 m/s do norte para o sul. O homem dirige um barco a motor, com velocidade em relação à água de módulo 5,0 m/s, com o barco apontando de oeste para leste (portanto, a velocidade em relação à água é perpendicular à margem).

- Determine o módulo, a direção e o sentido da sua velocidade em relação à Terra; faça um esboço da situação, identificando os eixos coordenados com os pontos cardeais, para que fique claro o significado do seu resultado.
- Considerando que nesse trecho o rio tem 800 m de largura, quanto tempo é necessário para atravessar o rio e a que distância ao sul do ponto inicial (no referencial Terra) ele atingirá a margem oposta?

Noutro trecho do rio, um pouco mais largo, a água tem velocidade um pouco menor, 2,5 m/s, e o piloto do barco, mantendo 5,0 m/s em relação à água, precisa atingir a margem oposta na mesma altura em que saiu, de forma que sua trajetória vista da Terra é perpendicular às margens.

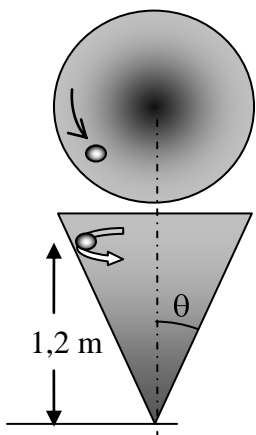
- Qual a orientação do barco em relação à margem do rio? (Em outras palavras, qual a direção da velocidade do barco em relação à água?)
- Sabendo que ele demora 200 segundos para atravessar o rio, determine a largura do rio nesse trecho.

7) O tempo de voo de um avião entre duas cidades separadas por 1800 km é 100 min. Visto por um observador fixo na Terra, o avião desloca-se exatamente de oeste para leste. A velocidade do vento em relação à Terra é constante e igual a 71 m/s, vindo do sudoeste e indo para o nordeste, ou seja, a  $45^\circ$  em relação à direção oeste-leste.

- Faça um esboço representando a velocidade do vento em relação à Terra junto com as velocidades do avião em relação à terra e ao ar.
- Qual deve ser o módulo da velocidade do avião e o ângulo de inclinação da proa, em relação à direção leste-oeste? Faça os cálculos com 2 algarismos significativos. (Sugestão: use o mesmo eixo leste-oeste para os sistemas Terra e ar, calcule a velocidade vetorial do avião em relação ao ar e dê seu módulo e o ângulo formado com a direção leste-oeste)

## Movimento circular e Força de atrito no movimento circular

8) Um satélite, com 300 kg de massa, está em uma órbita circular em torno da Terra, a 3.000 km de altitude. Encontre: a) a velocidade orbital do satélite, b) o período de revolução e c) a força gravitacional atuando nele.



9) Uma bola de ferro, com 130 g de massa e dimensões desprezíveis, gira no interior de uma casca cônica, a 1,2 m de altura do vértice do cone, realizando um movimento circular uniforme de raio 50 cm e paralelo ao chão, conforme figura ao lado. Nas questões abaixo, use  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ; o ângulo  $\theta$  e suas funções trigonométricas podem ser calculados a partir dos dados do problema.

- Esboce o diagrama de corpo livre da bola.
- Qual é o módulo da força de reação do cone sobre a bola?
- Determine a componente horizontal da força de reação do cone sobre a bola.
- A partir da 2ª lei de Newton, determine a aceleração horizontal da bola.
- Qual a velocidade da bola?
- Se a bola for perdendo velocidade, o que acontecerá com a força de reação do cone (olhe sua resposta b)? E com a aceleração da bola (olhe sua resposta d)? E com sua altura (veja sua resposta e)? Justifique as respostas.

10) Um automóvel desloca-se sobre uma rodovia cuja superfície é horizontal a uma velocidade constante em módulo e igual a 108 km/h. O coeficiente de atrito entre os pneus e o piso da rodovia é, em média  $\mu = 0,8$ .

- Determine a distância mínima de frenagem até a parada total, quando ele desloca-se em um trecho retilíneo.
- Determine o menor raio que uma curva pode ter para que um automóvel trafegue sem derrapar nas condições de velocidade e atrito do enunciado. Suponha que, no limite da derrapagem, a força de atrito tenha exatamente a direção radial.

**11) (HRK P5.15)** Uma pequena moeda é colocada sobre um prato giratório plano e horizontal. Observa-se que o prato executa exatamente três revoluções em 3,3 s.

- Esboce o diagrama de corpo livre da moeda.
- Qual a velocidade da moeda quando ela gira sem deslizar à distância de 5,2 cm do centro do prato?
- Qual é a aceleração (módulo e sentido) que age na moeda na parte (b)?
- Qual é a força de atrito que age na moeda na parte (b) se a moeda tem 1,7 g de massa?
- Qual é o coeficiente de atrito estático entre a moeda e o prato se a moeda desliza para fora quando está a mais de 12 cm do centro do prato?

**12)** Em uma estrada, uma curva compensada em forma de arco de circunferência de raio  $R$  é projetada para ser realizada a uma velocidade ideal  $v_i = 64$  km/h.

- Esboce o diagrama de corpo livre de um automóvel nessa curva compensada, isto é, é inclinada em um ângulo  $\theta$  com a horizontal de forma que a parte interna está mais baixa que a externa.
- Se  $R = 120$  m, qual o ângulo  $\theta$  correto de inclinação da estrada? Em outras palavras, determine o ângulo de inclinação da pista que permita realizar a curva mesmo sem atrito entre pneu e pista.
- Se a curva não for inclinada, qual seria o coeficiente de atrito mínimo entre os pneus e a estrada que evitaria a derrapagem de um veículo àquela velocidade?

**13) (HRK E5.41)** Uma curva inclinada de um trecho circular de uma rodovia é projetada para um tráfego que se move a 95 km/h. O raio da curva é 210 m. O tráfego está se movendo ao longo da rodovia a 52 km/h em um dia chuvoso.

- Esboce o diagrama de corpo livre de um veículo nessa curva compensada, supondo que não haja atrito, o que é a condição para a qual a curva foi projetada.
- Qual é o coeficiente de atrito mínimo entre os pneus e a estrada que permitirá que os carros façam a curva sem derrapar? *Refaça o diagrama de corpo livre, incluindo a força de atrito – cuidado na determinação do sentido dessa força.*
- Com este valor para o coeficiente de atrito, qual é a velocidade máxima que se pode atingir para fazer a curva sem derrapar? *Refaça o diagrama de corpo livre, incluindo a força de atrito, que neste caso mudou de sentido em relação à situação do item b).*

**14)** Um avião de cabine aberta faz acrobacias ao longo de uma trajetória circular de raio  $R = 600$  m. Para determinar qual a velocidade mínima para que um lápis solto dentro da cabina não caia do avião no ponto mais alto da trajetória, responda às questões a seguir.

- Esboce um diagrama de corpo livre do lápis no ponto mais alto da trajetória. Identifique que interação produz cada uma das forças e onde estão as forças de reação (3ª lei de Newton).
- Determine a expressão do módulo da aceleração no ponto mais alto da trajetória supondo o movimento circular e uniforme, em função de  $R$  e da velocidade  $v$  do avião. Dê a direção e sentido dessa aceleração.
- Escreva a equação de movimento do lápis (aquela que descreve como o movimento vai se alterando; corresponde à aplicação da 2ª lei de Newton ao sistema em estudo).
- Determine qual a velocidade mínima para que um lápis solto dentro da cabina não caia quando o avião estiver no ponto mais alto da trajetória.
- O avião está a 75 m/s no ponto mais alto da trajetória, de modo que o lápis escapa do avião. Supondo que o lápis não bata no avião, que está a 1960 m do chão nesse instante, determine o tempo para que o lápis caia ao chão e a distância horizontal percorrida por ele durante a queda, desprezando o atrito com o ar. Use  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

**15)** Uma partícula descreve uma circunferência no sentido anti-horário, de acordo com a equação:

$s(t) = 2t^3 - 3t$ , onde  $t$  é medido em segundos e  $s$  está em m. Quando  $t = 1$  s, o módulo do vetor aceleração total da partícula é 15 m/s<sup>2</sup>.

- Escreva o vetor aceleração total em termos das suas componentes radial e tangencial.
- Calcule o raio da circunferência.

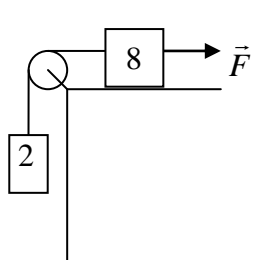
16) Estudo da dependência da aceleração centrípeta com o raio de curvatura da trajetória.

- Dois aeromodelos idênticos, com 2 kg de massa, realizam movimentos em um plano horizontal, circulares e uniformes, com velocidades de módulo igual a 10 m/s, ligados ao centro da circunferência por cabos de aço. O raio da trajetória de Alfa é 10 m e o de Beta, 15 m. Para qual dos modelos a força aplicada pelo cabo de aço é maior? Explique, usando o diagrama de corpo livre e a equação de movimento correspondente. Qual deles realiza uma volta completa em menor tempo? Explique e calcule o tempo necessário para esse aeromodelo dar uma volta completa.
- Duas borrachas de massa  $m$ , idênticas, foram colocadas sobre um disco de superfície uniforme, paralelo ao plano horizontal e rodando em torno do seu eixo. Uma borracha está à distância  $r$  do centro do disco e a outra, à distância  $2r$ . Em baixa rotação, as duas borrachas não escorregam em relação à superfície do disco, realizando movimentos circulares. O disco aumenta gradativa e lentamente sua velocidade angular, de maneira que a cada volta pode-se supor que o movimento do disco é circular e uniforme. Verifica-se que as borrachas escorregam, saindo dos lugares em que estavam, mas não simultaneamente. Qual das duas escorrega primeiro e porquê? Explique detalhadamente porque as duas não escorregam no mesmo instante.

### Aplicações das leis de Newton

17) Um pintor de paredes, de 80 kg, consegue se manter parado sobre uma plataforma de 40 kg (prancha+hastes de sustentação), apenas segurando a corda (ideal) que passa pela polia. Para essa situação, calcule:

- A força que o pintor aplica na corda.
- A força que os pés do pintor exercem sobre a plataforma.
- A força que o pintor deve aplicar na corda para que o conjunto adquira uma aceleração para cima igual a  $g/4 = 2,5 \text{ m/s}^2$ .



18) No sistema da figura, uma força  $\vec{F}$  atua sobre o bloco de massa 8 kg. Considerando que o sistema está inicialmente parado e usando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , responda às questões:

- Para que valores de  $\vec{F}$  a massa de 2 kg subirá?
- Para que valores de  $\vec{F}$  a tensão na corda será nula?
- Faça um esboço da aceleração do bloco maior em função da projeção da força  $\vec{F}$ , para valores entre  $-100 \text{ N}$  e  $+100 \text{ N}$ .

19) Um passageiro de massa 72 kg encontra-se de pé sobre uma balança no interior de um elevador.

- Quanto marcará a balança se o elevador estiver parado?
- Quanto marcará a balança se o elevador estiver subindo acelerado com módulo  $a = 3,2 \text{ m/s}^2$ ? E se estiver descendo com aceleração do mesmo módulo?
- Quanto marcaria a balança se o cabo rompesse, fazendo com que o elevador se precipitasse em queda livre?
- E se o elevador fosse puxado para baixo com uma aceleração de módulo  $12 \text{ m/s}^2$ ?

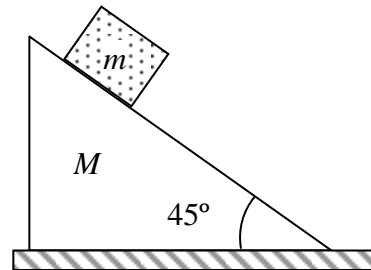
20) Uma espaçonave desce verticalmente em Marte. Os motores aplicam na espaçonave uma força de baixo para cima. Quando a força vale 100kN, sua velocidade diminui a uma taxa constante e quando a força é  $F = 60 \text{ kN}$  sua velocidade aumenta a uma taxa constante cujo módulo é o mesmo que o gerado pela força de 100 kN. Determine:

- O peso da espaçonave em Marte
- Sabendo-se que na Terra o peso da espaçonave é 2,6 vezes maior que o peso em Marte, determine o módulo da aceleração da espaçonave em Marte.

### Aplicações das leis de Newton com atrito

21) Um bloco de massa  $m$  está sobre uma cunha de massa  $M$  conforme figura abaixo. Existe atrito entre a cunha e o chão, mas não entre o bloco e a cunha, de modo que o bloco escorrega, mas a cunha permanece em repouso. A aceleração da gravidade é  $g$ .

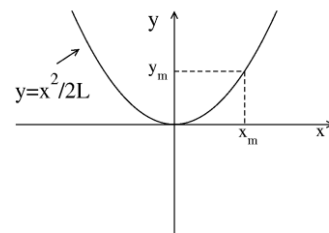
- Faça o diagrama de corpo livre do bloco.
- Determine a aceleração do bloco quando abandonado.
- Faça o diagrama de corpo livre da cunha.
- Determine as componentes horizontal e vertical da força na cunha devido ao bloco escorregando, em função de  $m$  e  $g$ .
- Determine o menor valor do coeficiente de atrito entre a cunha e o chão que evita o deslizamento da cunha quando o bloco está escorregando, em função de  $m$  e  $M$ .



22) Um homem está trabalhando no telhado de uma casa. O telhado está inclinado em  $35^\circ$  em relação à horizontal. O homem solta um martelo com  $1,2 \text{ kg}$  de massa, que escorrega por  $2 \text{ m}$  até atingir a beirada do telhado, considere que existe um coeficiente de atrito cinético de  $0,2$  entre o martelo e o telhado. Utilize  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

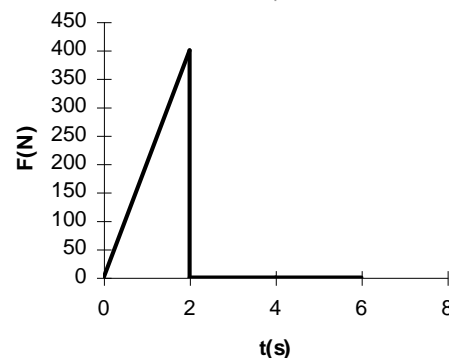
- Determine a força resultante sobre o martelo enquanto ele escorrega pelo telhado.
- Determine com que velocidade o martelo atinge a beirada do telhado.
- Supondo que a extremidade do telhado esteja a  $11 \text{ m}$  de altura do chão, escreva as equações horárias do movimento do martelo desde que ele sai fora do telhado até atingir o chão.
- Determine o vetor posição do martelo quando este atinge o chão, considerando a origem do sistema de coordenadas sendo na base da casa.
- Determine o vetor velocidade do martelo no instante do impacto no chão

23) Uma rampa é construída com uma forma parabólica tal que a altura  $y$  de qualquer ponto de sua superfície é dada por  $y = x^2/2L$ , onde  $L$  é uma constante, com dimensão de comprimento. Um bloco de granito deve ser posto sobre a rampa. O coeficiente de atrito estático entre o bloco de granito e a rampa é  $\mu_e$ . Determine a altura máxima  $y_m$  em que o bloco pode ser colocado sobre a rampa e permanecer em repouso.



### Força conhecida, mas não constante, com cinemática completa.

24) Um motorista vê seu automóvel na garagem do prédio bloqueado por outro que, no entanto, está desbrecado. O motorista empurra o outro automóvel, de massa  $8,0 \times 10^2 \text{ kg}$ , de modo que a força resultante no automóvel tem direção e sentido constantes, mas módulo variável, de acordo com o representado no gráfico ao lado.



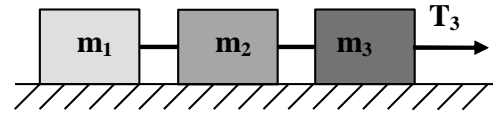
- Qual a velocidade do automóvel após  $2,0 \text{ s}$ ?
- Qual o espaço percorrido após  $2,0 \text{ s}$ ?
- Calcule quanto tempo o automóvel empurrado leva para percorrer os primeiros  $3,0 \text{ m}$ .

25) Um carro de uma tonelada está parado numa estrada horizontal plana. Em  $t = 0 \text{ s}$ , o motorista pisa no acelerador de maneira que a força horizontal **resultante** (motor + atritos) é  $10000 \text{ N}$  (dez mil newtons), mantendo esse valor constante durante  $10 \text{ s}$ . O motorista tira, então, o pé do acelerador, de modo que a força do motor vai a zero e, em consequência, a força resultante muda bruscamente; a força resultante passa a ser a força de atrito, com módulo  $1000 \text{ N}$  (mil newtons), mas **oposta** à velocidade do carro.

- Esboce o gráfico de força em função do tempo, desde  $t = 0 \text{ s}$  até  $60 \text{ s}$ .
- Esboce os gráficos de aceleração e velocidade em função do tempo, desde  $t = 0 \text{ s}$  até o carro parar. Determine o instante em que o carro pára.
- Esboce o gráfico de posição em função do tempo, desde  $t = 0 \text{ s}$  até o carro parar. Determine o deslocamento do carro desde  $t = 0 \text{ s}$  até parar.

### Forças de tração em sistemas de muitos corpos.

26) (RHK P3.7, modificado) Três blocos estão ligados, como mostra a figura ao lado. Estão sobre uma mesa horizontal sem atrito e são puxados para a direita por uma força  $T_3 = 6,5$  N. Se  $m_1 = 1,2$  kg,  $m_2 = 2,4$  kg e  $m_3 = 3,1$  kg, calcule: a) a aceleração do sistema; b) As trações  $T_1$  e  $T_2$ .

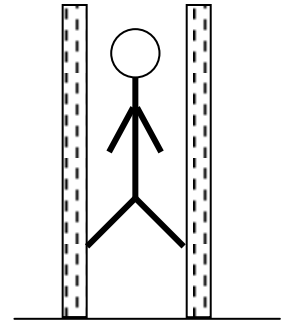


*Faça uma analogia com corpos que são puxados em fila, como um trem de vagões engatados puxado por uma locomotiva. Em termos da tração nas junções dos vagões, é melhor colocar os vagões mais pesados no início ou no fim do trem? Isso faz diferença?*

### Força de atrito, sistemas de um corpo

27) Uma criança se mantém suspensa do chão no batente de uma porta empurrando as laterais do batente com os pés conforme esboço ao lado.

- Esboce o diagrama de corpo livre correspondente à criança.
- Mostre que a componente normal da força da criança sobre o batente esquerdo tem mesmo módulo e sinal contrário à componente normal sobre o batente direito.
- Calcule o valor mínimo da componente normal da força da criança sobre o batente se o coeficiente de atrito estático entre o calçado e o batente é 0,8 e a massa da criança é 35 kg.



28) Uma criança arrasta um brinquedo de 1,5 kg ao longo do nível do chão, por uma corda inclinada em  $30^\circ$  com a horizontal. Uma força de atrito de módulo 5,0 N opõe-se ao movimento.

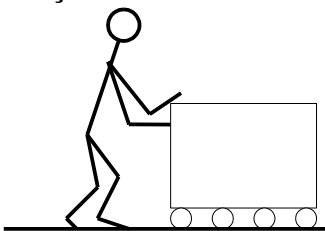
- Esboce o diagrama de corpo livre do brinquedo.
- Qual a intensidade da força na corda que puxa o carrinho, se este se move com aceleração igual a  $0,40$  m/s<sup>2</sup>?
- Determine o coeficiente de atrito entre o brinquedo e o chão.

Qual deve ser a intensidade da força na corda, para que o brinquedo mova-se com velocidade constante? *Não esqueça que a força normal aumenta quando a força na corda diminui.*

29) Um carro com massa igual a 1000 kg usa pneus cujo coeficiente de atrito com a estrada é 0,8.

- Qual a força de frenagem máxima em uma estrada horizontal? Nesta situação, qual o tempo necessário para parar o carro inicialmente a 72 km/h?
- Qual a força de frenagem máxima em uma rampa inclinada em  $30^\circ$ ? Nesta situação, qual o tempo necessário para parar o carro que inicia a **descida** da rampa a 72 km/h?

### Força de atrito em um corpo de um sistema de dois corpos



30) Um homem de massa 80 kg empurra um cofre de 300 kg apoiado em rodízios e deslizando sem atrito, mas há atrito entre o homem e o chão.

- Faça diagramas de corpo livre para o homem e para o cofre indicando todas as forças que atuam em cada um. Note que para o homem deslocar-se para frente o pé fica parado tendendo a escorregar para trás; considere a massa do pé desprezível.
- Partindo do repouso com aceleração constante, ele demora 2,0 s para percorrer os primeiros 2,0 m. Determine a força aplicada pelo homem sobre a geladeira durante esse intervalo de tempo.
- Determine o valor mínimo do coeficiente de atrito entre o sapato do homem e o piso para que ele se mova junto com o cofre.

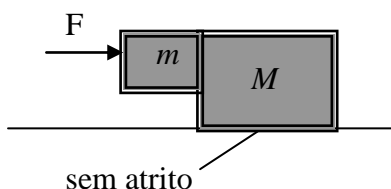
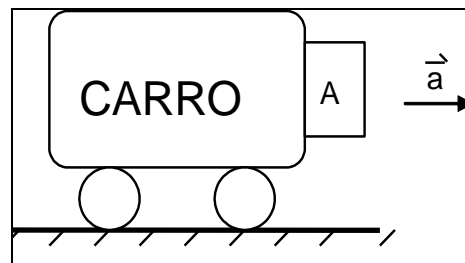
### Força de atrito em sistemas de dois corpos

31) Uma força horizontal  $F$  empurra um bloco de peso  $P$  contra uma parede vertical. O coeficiente de atrito estático entre a parede e o bloco é  $\mu_e$  e o coeficiente de atrito cinético é  $\mu_c$ . Suponha que o bloco está inicialmente em repouso.

- Esboce o diagrama de corpo livre do bloco.
- Qual o menor valor da força  $F$  para que o bloco não se mova?
- Supondo  $F = 50$  N,  $P = 20$  N,  $\mu_e = 0,6$  e  $\mu_c = 0,4$ , determine o valor da força da parede sobre o bloco.
- Mesmo que no item anterior, mas com  $F = 30$  N.

32) O coeficiente de atrito entre o bloco A e o carro da figura ao lado é 0,6. O bloco tem 2 kg de massa.

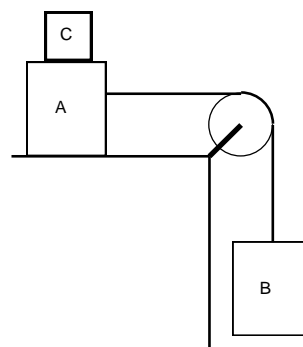
- Esboce os diagramas de corpo livre do bloco e do carro e escreva as equações de movimento correspondentes.
- Determine a aceleração mínima  $a$  do carro e do bloco para que o bloco não caia.
- No caso do item b), qual o módulo da força de atrito?
- Sendo a aceleração maior que a mínima calculada no item b), a força de atrito será maior que a calculada no item c) ? Explique.



33) (HRK P5.9, modificado) Os dois blocos de massas  $m = 16$  kg e  $M = 88$  kg mostrados na figura ao lado estão livres para se mover. O coeficiente de atrito estático entre os blocos é  $\mu_e = 0,4$ , mas a superfície abaixo de  $M$  é lisa, sem atrito. Qual é a força mínima horizontal  $F$  necessária para segurar  $m$  contra  $M$ ?

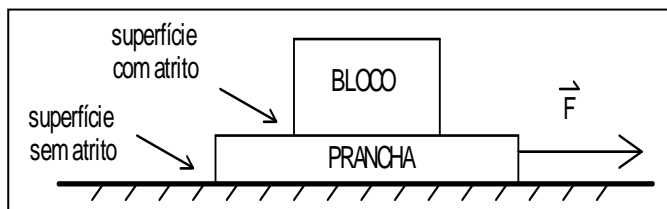
34) A figura abaixo representa dois blocos ligados por uma corda leve e inextensível. As massas de A e B são, respectivamente, 10 e 5 kg. O coeficiente de atrito entre A e a mesa é 0,2; não há atrito entre os blocos A e C nem entre o fio que liga os blocos e o guia fixo para o fio. Inicialmente o sistema está parado.

- Esboce os diagramas de corpo livre dos blocos e escreva as equações de movimento correspondentes.
- Determine o menor valor da massa de C que evite o movimento de B.
- Determine as acelerações dos blocos no caso de ser retirado o corpo C.
- Sabendo que B está a 0,5 m do chão, determine o tempo para que B atinja o chão após a retirada do corpo C, bem como sua velocidade no impacto com o chão.

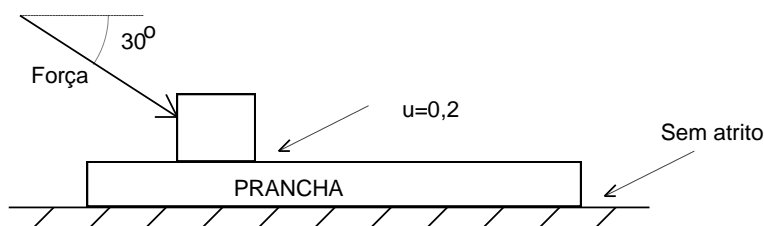


35) Um bloco de massa 4,0 kg está sobre uma prancha de 4,0 kg que pode deslizar sobre um assoalho sem atrito, conforme figura abaixo. O coeficiente de atrito entre o bloco e a prancha, tanto estático quanto cinético, é  $\mu = 0,40$ .

- Esboce os diagramas de corpo livre do bloco e da prancha e escreva as equações de movimento correspondentes.
- Qual é o valor máximo de  $F$  que pode atuar sobre a prancha de modo que o bloco não escorregue sobre a prancha?
- Sendo  $F$  igual a 36 N, determine a aceleração de cada objeto e a força de atrito que atua sobre cada objeto.
- Mesmo que no item c) acima, mas com  $F$  igual a 16 N.

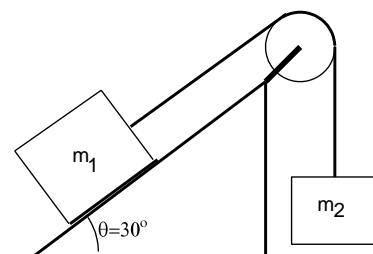


**36)** Um bloco de massa 10 kg está sobre uma prancha de massa 50 kg, conforme mostra a figura abaixo. O coeficiente de atrito médio entre o bloco e a prancha é  $\mu=0,2$  e não há atrito entre a prancha e a superfície do solo. Uma força é aplicada sobre o bloco na direção  $30^\circ$  em relação à horizontal e sentido conforme mostra a figura abaixo. Para simplificar o problema, considere que o coeficiente de atrito cinético e o estático sejam iguais.



- Faça o diagrama de corpo livre do bloco e da prancha. Sendo o módulo da força  $F = 10$  N e sabendo que o bloco não escorrega sobre a prancha, calcule a aceleração do conjunto.
- Considerando o valor da força  $F = 10$  N do item anterior, calcule a normal do bloco e força de atrito no bloco.
- Sendo o módulo da força  $F = 80$  N e sabendo que o bloco escorrega sobre a prancha: Calcule força de atrito no bloco, a aceleração do bloco e a aceleração da prancha.
- Determine o valor máximo de  $F$  para que o bloco não escorregue sobre a prancha.

**37)** Dois corpos de massas  $m_1 = 3,0$  kg e  $m_2 = 1,00$  kg estão ligados por uma corda leve e inextensível que passa por uma polia sem atrito, conforme a figura ao lado, havendo, porém, atrito entre o bloco e o plano inclinado. Use  $g = 10,0$  m/s<sup>2</sup>, mas faça todas as contas com pelo menos dois algarismos e, se o resultado começar com 1 ou 2, retenha 3 algarismos.



- Esboce os diagramas de corpo livre dos blocos.
- Escolha sistemas de referência apropriados para cada um dos blocos. Escreva as equações de movimento para os blocos e a relação entre as acelerações dos blocos nos sistemas escolhidos.
- Considerando o sistema inicialmente em repouso, calcule a força de atrito (módulo, direção e sentido) necessária para que ele permaneça em repouso.

O coeficiente de atrito entre o plano e o bloco é  $\mu = 0,20$ , tanto estático quanto cinético.

- Calcule a força normal sobre o bloco 1 e verifique que o coeficiente de atrito dado é suficiente (por pouco, mas é) para manter o sistema em equilíbrio.
- Supondo que o bloco 1 recebesse um impulso inicial de 1,0 m/s para **cima** da rampa, qual a distância que ele percorreria até parar?
- Supondo que se desse um impulso inicial de 1,0 m/s para **baixo** da rampa no bloco 1, qual a distância que ele percorreria até parar? Não arredonde demais as contas intermediárias para não perder a solução!

**38)** Uma cunha triangular é fixada sobre a tampa giratória de uma mesa, de tal modo que a extremidade inferior da cunha coincide com a linha que passa pelo centro da mesa (vide figuras abaixo). A superfície da cunha possui uma canaleta e no interior do mesmo há um bloco de massa  $m$  que pode subir ou descer livremente (sem atrito) ao longo do plano inclinado. Observa-se que, quando a tampa gira com velocidade angular constante, o bloco permanece sobre a cunha a uma altura  $h$ , em relação à superfície da tampa giratória. O ângulo de inclinação da cunha é  $\theta$ .

- Esboce o diagrama de corpo livre do bloco.
- Determine as equações de movimento do bloco.
- Considere que  $m = 0,20$  kg,  $h = 0,20$  m, o ângulo de inclinação  $\theta = 30^\circ$  e  $(g = 10$  m/s<sup>2</sup>). Determine a intensidade força resultante que atua sobre o bloco.
- Determine a aceleração referente ao movimento circular executado pelo bloco.
- Determine a velocidade angular da tampa e o período de rotação do bloco.

