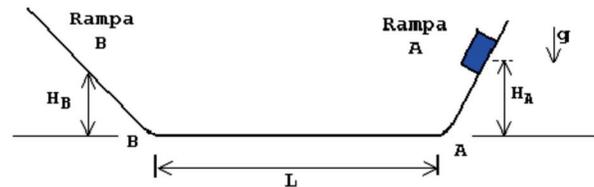


Exercícios Dissertativos

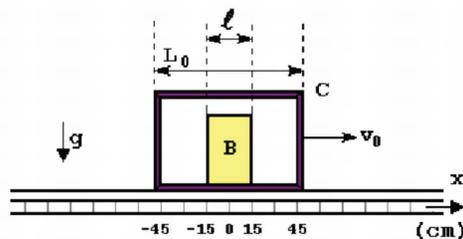
1. (2000) Uma pista é formada por duas rampas inclinadas, A e B, e por uma região horizontal de comprimento L. Soltando-se, na rampa A, de uma altura H_A , um bloco de massa m, verifica-se que ele atinge uma altura H_B na rampa B (conforme figura), em experimento realizado na Terra. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a pista é nulo nas rampas e igual a μ na região horizontal.

Suponha que esse mesmo experimento seja realizado em Marte, onde a aceleração da gravidade é $g_M \approx \frac{g}{3}$, e considere que o bloco seja solto na mesma rampa A e da mesma altura H_A . Determine:



- a) a razão $R_a = \frac{v_{A \text{ Terra}}}{v_{A \text{ Marte}}}$, entre as velocidades do bloco no final da rampa A (ponto A), em cada uma das experiências (Terra e Marte).
- b) a razão $R_b = \frac{W_{Terra}}{W_{Marte}}$, entre as energias mecânicas dissipadas pela força de atrito na região horizontal, em cada uma das experiências (Terra e Marte).
- c) a razão $R_c = \frac{H_{B \text{ Terra}}}{H_{B \text{ Marte}}}$, entre as alturas que o bloco atinge na rampa B, em cada uma das experiências (Terra e Marte).

2. (2000) Uma caixa C, parada sobre uma superfície horizontal, tem em seu interior um bloco B, que pode deslizar sem atrito e colidir elasticamente com ela. O bloco e a caixa têm massas iguais, sendo $m_C = m_B = 20 \text{ kg}$. Na situação representada na figura, no instante $t = 0$, é dado um empurrão na caixa, que passa a se mover, sem atrito, com velocidade inicial $v_0 = 15 \text{ cm/s}$.



O bloco e a parede esquerda da caixa colidem no instante $t_1 = 2 \text{ s}$, passando o bloco, depois, a colidir sucessivamente com as paredes direita e esquerda da caixa, em intervalos de tempo Δt iguais.

- a) Determine os intervalos de tempo Δt .
- b) Construa, nos sistemas de coordenadas da folha de respostas, os gráficos abaixo:
- Quantidade de movimento Q_C da caixa em função do tempo t
 - Quantidade de movimento Q_B do bloco em função do tempo t
 - Energia total E do sistema em função do tempo t

Em todos os gráficos, considere pelo menos quatro colisões e indique valores e unidades nos eixos verticais.

3. (2000) Uma bolinha de isopor é mantida submersa, em um tanque, por um fio preso ao fundo. O tanque contém um líquido de densidade ρ igual à da água. A bolinha, de volume $V = 200\text{cm}^3$ e massa $m = 40\text{g}$, tem seu centro mantido a uma distância $H_0 = 50\text{cm}$ da superfície (figura 1). Cortando o fio, observa-se que a bolinha sobe, salta fora do líquido, e que seu centro atinge uma altura $h = 30\text{cm}$ acima da superfície (figura 2). Desprezando os efeitos do ar, determine:
- A altura h' , acima da superfície, que o centro da bolinha atingiria, se não houvesse perda de energia mecânica (devida, por exemplo, à produção de calor, ao movimento da água, etc.).
 - A energia mecânica E (em joules) dissipada entre a situação inicial e a final.

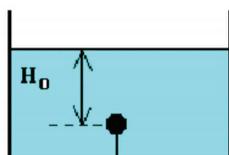


figura 1
(situação inicial)

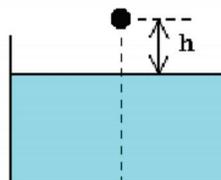
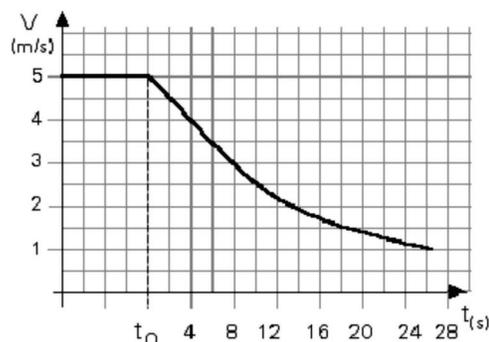


figura 2
(situação final)

4. (2001)

Um ciclista, em estrada plana, mantém velocidade constante $V_0 = 5,0\text{m/s}$ (18km/h). Ciclista e bicicleta têm massa total $M = 90\text{kg}$. Em determinado momento, $t = t_0$, o ciclista pára de pedalar e a velocidade V da bicicleta passa a diminuir com o tempo, conforme o gráfico ao lado

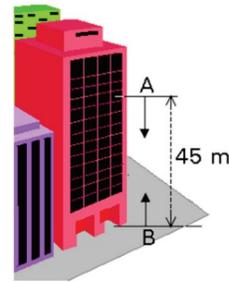


Assim, determine:

- A aceleração A , em m/s^2 , da bicicleta, logo após o ciclista deixar de pedalar.
- A força de resistência horizontal total F_R , em newtons, sobre o ciclista e sua bicicleta, devida principalmente ao atrito dos pneus e à resistência do ar, quando a velocidade é V_0 .
- A energia E , em kJ , que o ciclista "queimaria", pedalandando durante meia hora, à velocidade V_0 . Suponha que a eficiência do organismo do ciclista (definida como a razão entre o trabalho realizado para pedalar e a energia metabolizada por seu organismo) seja de 22,5%.

5. (2001)

Um objeto A, de massa $M = 4,0\text{kg}$, é largado da janela de um edifício, de uma altura $H_0 = 45\text{m}$. Procurando diminuir o impacto de A com o chão, um objeto B, de mesma massa, é lançado um pouco depois, a partir do chão, verticalmente, com velocidade inicial V_{0B} . Os dois objetos colidem, a uma altura de 25m , com velocidades tais que $|V_A| = |V_B|$. Com o impacto, grudam-se, ambos, um no outro, formando um só corpo AB, de massa $2M$, que cai atingindo o chão.

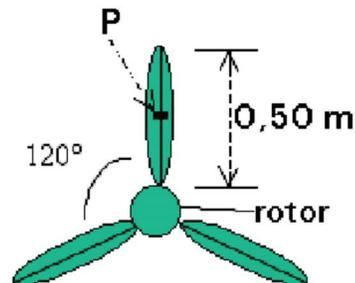


Assim, determine:

- Determine, a energia mecânica Q , em J, dissipada na colisão.
- Determine a energia cinética E_c , em J, imediatamente antes de AB atingir o chão.
- Construa, no sistema de coordenadas da folha de resposta, o gráfico dos módulos das velocidades em função do tempo para A, B e AB, considerando que $V_{0B} = 30\text{m/s}$. Identifique, respectivamente, com as letras A, B e AB, os gráficos correspondentes.

6. (2001)

Um ventilador de teto, com eixo vertical, é constituído por três pás iguais e rígidas, encaixadas em um rotor de raio $R = 0,10\text{m}$, formando ângulos de 120° entre si. Cada pá tem massa $M = 0,20\text{kg}$ e comprimento $L = 0,50\text{m}$. No centro de uma das pás foi fixado um prego P, com massa $m_p = 0,020\text{kg}$, que desequilibra o ventilador, principalmente quando este se movimenta.



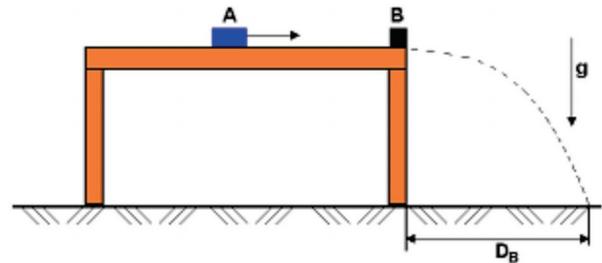
Suponha, então, o ventilador girando com uma velocidade de 60 rotações por minuto e determine:

- A intensidade da força radial horizontal F , em newtons, exercida pelo prego sobre o rotor.
- A massa M_0 , em kg, de um pequeno contrapeso que deve ser colocado em um ponto D_0 , sobre a borda do rotor, para que a resultante das forças horizontais, agindo sobre o rotor, seja nula.
- A posição do ponto D_0 , localizando-a no esquema da folha de respostas.

Se necessário, utilize $\pi \approx 3$

7. (2002)

Em um jogo, um pequeno bloco A, de massa M , é lançado com velocidade $V_0 = 6,0\text{m/s}$ sobre a superfície de uma mesa horizontal, sendo o atrito desprezível. Ele atinge, no instante $t_0 = 0$, o bloco B, de massa $\frac{M}{2}$, que estava parado sobre a borda da mesma mesa, ambos indo ao chão. Devido ao choque, o bloco B, decorridos $0,40\text{s}$, atinge um ponto, no chão, a uma distância $D_B = 2,0\text{m}$, ao longo da direção horizontal, a partir da extremidade da mesa.

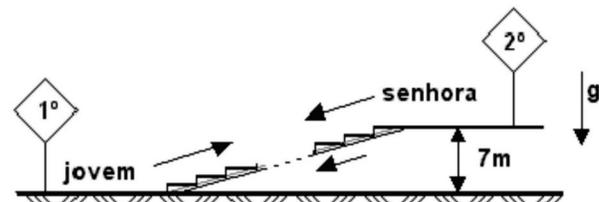


Supondo que nesse choque **não** tenha havido conservação de energia cinética e que os blocos tenham iniciado a queda no mesmo instante:

- Determine a distância horizontal D_A , em metros, ao longo da direção horizontal, entre a posição em que o bloco A atinge o chão e a extremidade da mesa.
- Represente, no sistema de eixos da folha de resposta, a velocidade vertical V_V de cada um dos blocos, em função do tempo, após o choque, identificando por A e B cada uma das curvas.

8. (2002) Um jovem **sobe** correndo, com velocidade constante, do primeiro ao segundo andar de um *shopping*, por uma larga escada rolante **de descida**, ou seja, sobe "na contramão". No instante em que ele começa a subir, uma senhora, que está no segundo andar, toma a mesma escada para descer normalmente, mantendo-se sempre no mesmo degrau.

Ambos permanecem sobre essa escada durante 30s , até que a senhora, de massa $M_S = 60\text{kg}$, desça no primeiro andar e o rapaz, de massa $M_j = 80\text{kg}$, chegue ao segundo andar, situado $7,0\text{m}$ acima do primeiro.

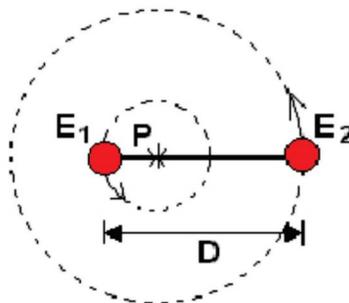


Supondo desprezíveis as perdas por atrito, determine:

- A potência P , em watts, que a senhora cede ao sistema da escada rolante, enquanto permanece na escada.
- O número N de degraus que o jovem de fato subiu para ir do 1º ao 2º andar, considerando que cada degrau mede 20cm de altura.
- O trabalho T , em joules, realizado pelo jovem, para ir do 1º ao 2º andar, na situação descrita.

9. (2003) Um astrônomo, ao estudar uma estrela dupla $E_1 - E_2$, observou que ambas executavam um movimento em torno de um mesmo ponto P , como se estivessem ligadas por uma barra imaginária.

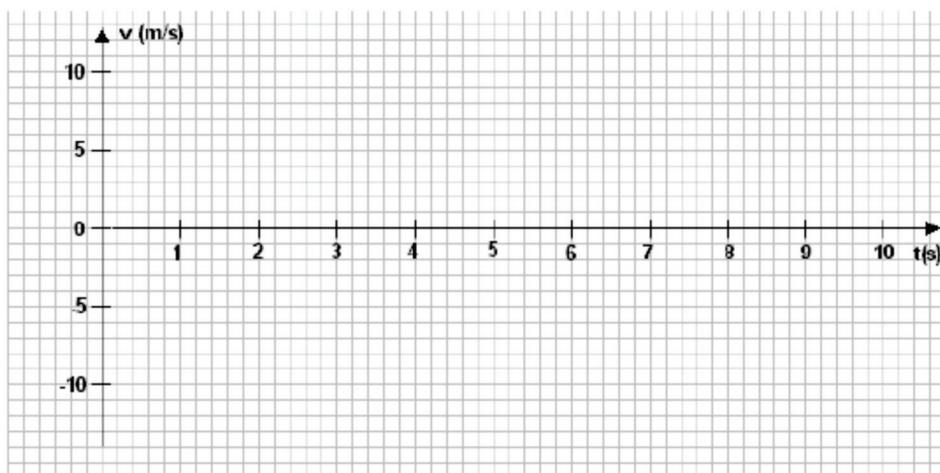
Ele mediu a distância D entre elas e o período T de rotação das estrelas, obtendo $T = 12$ dias. Observou, ainda, que o raio R_1 , da trajetória circular de E_1 , era três vezes menor do que o raio R_2 , da trajetória circular de E_2 . Observando essas trajetórias, ele concluiu que as massas das estrelas eram tais que $M_1 = 3M_2$. Além disso, supôs que E_1 e E_2 estivessem sujeitas apenas à força gravitacional entre elas. A partir das medidas e das considerações do astrônomo:



- Indique as posições em que E_1 e E_2 estariam, quinze dias após uma observação em que as estrelas foram vistas, como está representado no esquema da folha de respostas. Marque e identifique claramente as novas posições de E_1 e E_2 no esquema da folha de respostas.
- Determine a razão $R = V_2/V_1$ entre os módulos das velocidades lineares das estrelas E_2 e E_1 .
- Escreva a expressão da massa M_1 da estrela E_1 , em função de T , D e da constante universal da gravitação G .

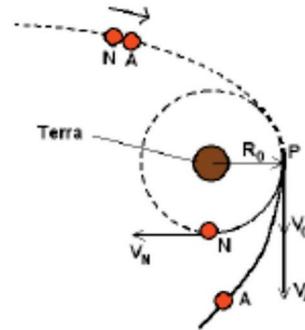
A força de atração gravitacional F_G entre dois corpos, de massas M_1 e M_2 , é dada por $F_G = GM_1M_2/D^2$, onde G é a constante universal da gravitação e D , a distância entre os corpos.

10. (2003) Considere uma bolinha, de pequeno raio, abandonada de uma certa altura, no instante $t=0$, a partir do repouso, acima de uma pesada placa metálica horizontal. A bolinha atinge a placa, pela primeira vez, com velocidade $V = 10 \text{ m/s}$, perde parte de sua energia cinética, volta a subir verticalmente e sofre sucessivos choques com a placa. O módulo da velocidade logo após cada choque vale 80% do módulo da velocidade imediatamente antes do choque (**coeficiente de restituição = 0,80**). A aceleração da gravidade no local é $g = 10 \text{ m/s}^2$. Suponha que o movimento ocorra no vácuo.
- Construa, na figura da folha de respostas, o gráfico da velocidade da bolinha em função do tempo, desde o instante $t=0$, em que ela é abandonada, até o terceiro choque com a placa. Considere positivas as velocidades com sentido para cima e negativas, as para baixo.
 - Determine o módulo V_3 da velocidade da bolinha logo após o terceiro choque.
 - Analisando atentamente o gráfico construído, estime o instante T , a partir do qual a bolinha pode ser considerada em repouso sobre a placa.



11. (2003) Alienígenas desejam observar o nosso planeta. Para tanto, enviam à Terra uma nave N, inicialmente ligada a uma nave auxiliar A, ambas de mesma massa. Quando o conjunto de naves se encontra muito distante da Terra, sua energia cinética e sua energia potencial gravitacional são muito pequenas, de forma que a energia mecânica total do conjunto pode ser considerada nula.

Enquanto o conjunto é acelerado pelo campo gravitacional da Terra, sua energia cinética aumenta e sua energia potencial fica cada vez mais negativa, conservando a energia total nula. Quando o conjunto N-A atinge, com velocidade V_0 (a ser determinada), o ponto P de máxima aproximação da Terra, a uma distância R_0 de seu centro, um explosivo é acionado, separando N de A. A nave N passa a percorrer, em torno da Terra, uma órbita circular de raio R_0 , com velocidade V_N (a ser determinada). A nave auxiliar A, adquire uma velocidade V_A (a ser determinada). Suponha que a Terra esteja isolada no espaço e em repouso.



NOTE/ADOTE

- (1) A força de atração gravitacional F , entre um corpo de massa m e o planeta Terra, de massa M , é

$$\text{dada por } F = \frac{GMm}{R^2} = mg_R .$$

- (2) A energia potencial gravitacional E_P do sistema formado pelo corpo e pelo planeta Terra, com referencial de potencial zero no infinito, é dada por: $E_P = \frac{-GMm}{R}$.

G : constante universal da gravitação.

R : distância do corpo ao centro da Terra.

g_R : aceleração da gravidade à distância R do centro da Terra.

Determine, em função de M , G e R_0 ,

- (a) a velocidade V_0 com que o conjunto atinge o ponto P .
 (b) a velocidade V_N , de N , em sua órbita circular .
 (c) a velocidade V_A , de A , logo após se separar de N .

12. (2003) Um avião voa horizontalmente sobre o mar com velocidade V constante (a ser determinada). Um passageiro, sentado próximo ao centro de massa do avião, observa que a superfície do suco de laranja, que está em um copo sobre a bandeja fixa ao seu assento, permanece paralela ao plano da bandeja. Estando junto à janela, e olhando numa direção perpendicular à da trajetória do avião, o passageiro nota que a ponta da asa esquerda do avião tangencia a linha do horizonte, como mostra a figura A.

O piloto anuncia que, devido a um problema técnico, o avião fará uma curva de 180° para retornar ao ponto de partida. Durante a curva, o avião se inclina para a esquerda, de um ângulo $\theta = 30^\circ$, sem que haja alterações no módulo de sua velocidade e na sua altura. O passageiro, olhando sempre na direção perpendicular à da velocidade do avião, observa que a ponta da asa esquerda permanece durante toda a curva apontando para um pequeno rochedo que aflora do mar, como representado na figura B. O passageiro também nota que a superfície do suco permaneceu paralela à bandeja, e que o avião percorreu a trajetória semicircular de raio R (a ser determinado), em **90s**. Percebe, então, que com suas observações, e alguns conhecimentos de Física que adquiriu no Ensino Médio, pode estimar a altura e a velocidade do avião.



Figura A



Figura B

NOTE/ADOTE

$$\pi = 3; \operatorname{sen}30^\circ = 0,5; \operatorname{cos}30^\circ = 0,86; \operatorname{tg}30^\circ = 0,6 = 1/1,7$$

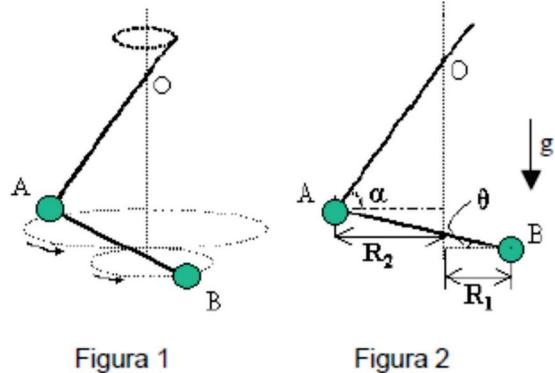
$$\text{Aceleração da gravidade: } g = 10\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

As distâncias envolvidas no problema são grandes em relação às dimensões do avião.

- Encontre uma relação entre V , R , g e θ , para a situação descrita.
- Estime o valor da velocidade V do avião, em km/h ou m/s.
- Estime o valor da altura H , acima do nível do mar, em metros, em que o avião estava voando.

13. (2004)

Um brinquedo consiste em duas pequenas bolas A e B , de mesma massa M , e um fio flexível: a bola B está presa na extremidade do fio e a bola A possui um orifício pelo qual o fio passa livremente. Para o jogo, um operador (com treino!) deve segurar o fio e girá-lo, de tal forma que as bolas descrevam trajetórias circulares, com o mesmo período T e raios diferentes. Nessa situação, como indicado na figura 1, as bolas permanecem em lados opostos em relação ao eixo vertical fixo que passa pelo ponto O . A figura 2 representa o plano que contém as bolas e que gira em torno do eixo vertical, indicando os raios e os ângulos que o fio faz com a horizontal.



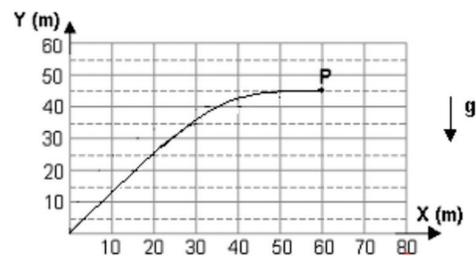
Assim, determine:

- O módulo da força de tensão F , que permanece constante ao longo de todo o fio, em função de M e g .
- A razão $K = \frac{\text{sen}\alpha}{\text{sen}\theta}$, entre os senos dos ângulos que o fio faz com a horizontal.
- O número N de voltas por segundo que o conjunto realiza quando o raio R_1 da trajetória descrita pela bolinha B for igual a $0,10$ m.

NOTE E ADOTE:
 Não ha atrito entre as bolas e o fio.
 Considere $\text{sen}\theta \approx 0,4$ e $\text{cos}\theta \approx 0,9$; $\pi = 3$

14. (2005)

Num espetáculo de fogos de artifício, um rojão, de massa $M_0 = 0,5\text{kg}$, após seu lançamento, descreve no céu a trajetória indicada na figura. No ponto mais alto de sua trajetória (ponto P), o rojão explode, dividindo-se em dois fragmentos, A e B , de massas iguais a $M_0/2$. Logo após a explosão, a velocidade horizontal de A , V_A , é nula, bem como sua velocidade vertical.

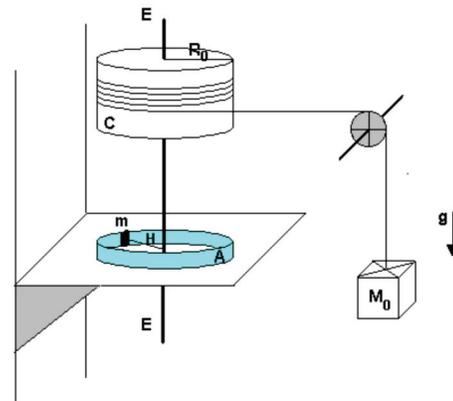


- Determine o intervalo de tempo T_0 , em segundos, transcorrido entre o lançamento do rojão e a explosão no ponto P .
- Determine a velocidade horizontal V_B , do fragmento B , logo após a explosão, em m/s.
- Considerando apenas o que ocorre no momento da explosão, determine a energia E_0 fornecida pelo explosivo aos dois fragmentos A e B , em joules.

NOTE E ADOTE:
 A massa do explosivo pode ser considerada desprezível.

15. (2005)

Um sistema mecânico faz com que um corpo de massa M_0 , após um certo tempo em queda, atinja uma velocidade descendente constante V_0 , devido ao efeito do movimento de outra massa m , que age como freio. A massa m é vinculada a uma haste H , presa ao eixo E de um cilindro C , de raio R_0 , conforme mostrado na figura. Quando a massa M_0 cai, desenrola-se um fio que movimentava o cilindro e o eixo, fazendo com que a massa m descreva um movimento circular de raio R_0 . A velocidade V_0 é mantida constante, pela força de atrito, entre a massa m e a parede A , devido ao coeficiente de atrito μ entre elas e a força centrípeta que age sobre essa massa. Para tal situação, em função dos parâmetros m , M_0 , R_0 , V_0 , μ e g , determine



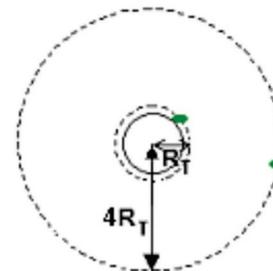
- o trabalho T_g , realizado pela força da gravidade, quando a massa M_0 percorre uma distância vertical correspondente a uma volta completa do cilindro C .
- o trabalho T_A , dissipado pela força de atrito, quando a massa m realiza uma volta completa.
- a velocidade V_0 , em função das demais variáveis.

NOTE E ADOTE:

O trabalho dissipado pela força de atrito em uma volta é igual ao trabalho realizado pela força peso, no movimento correspondente da massa M_0 , com velocidade V_0 .

16. (2005) Um satélite artificial, em órbita circular em torno da Terra, mantém um período que depende de sua altura em relação à superfície da Terra. Determine

- o período T_0 do satélite, em minutos, quando sua órbita está muito próxima da superfície. (Ou seja, está a uma distância do centro da Terra praticamente igual ao raio da Terra).
- o período T_4 do satélite, em minutos, quando sua órbita está a uma distância do centro da Terra aproximadamente igual a quatro vezes o raio da Terra.



NOTE E ADOTE:

A força de atração gravitacional sobre um corpo de massa m é $F = GmM_T/r^2$, em que r é a distância entre a massa e o centro da Terra, G é a constante gravitacional e M_T é a massa da Terra.

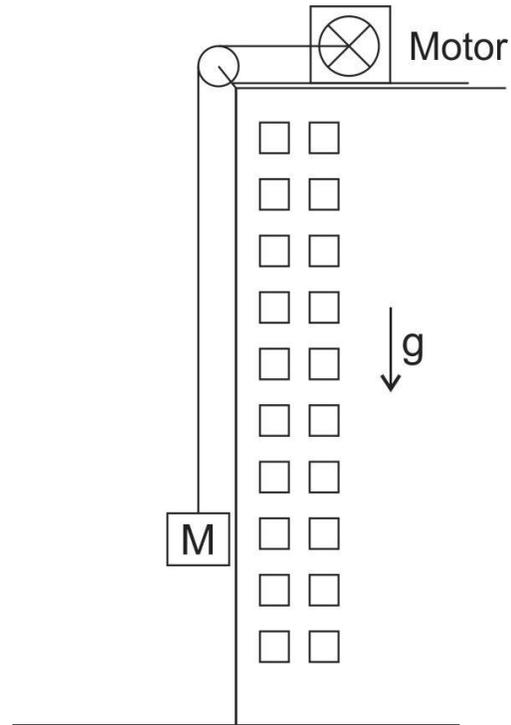
Na superfície da Terra, $F = mg$ em que $g = GM_T/R_T^2$; $g = 10\text{ m/s}^2$ e $R_T = 6,4 \times 10^6\text{ m}$. (Para resolver essa questão, não é necessário conhecer nem G nem M_T).

Considere $\pi \approx 3$

17. (2006)

Um elevador de carga, com massa $M = 5000\text{kg}$, é suspenso por um cabo na parte externa de um edifício em construção. Nas condições das questões abaixo, considere que o motor fornece a potência $P = 150\text{kW}$.

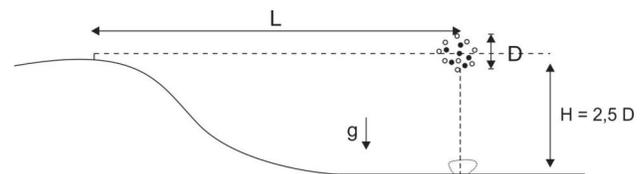
- Determine a força F_1 , em N , que o cabo exerce sobre o elevador, quando ele é puxado com velocidade constante.
- Determine a força F_2 , em N , que o cabo exerce sobre o elevador, no instante em que ele está subindo com uma aceleração para cima de módulo $a = 5\text{m/s}^2$.
- Levando em conta a potência P do motor, determine a velocidade V_2 , em m/s , com que o elevador estará subindo, nas condições do item (b) ($a = 5\text{m/s}^2$).
- Determine a velocidade máxima V_L , em m/s , com que o elevador pode subir quando puxado pelo motor.



NOTE E ADOTE
A potência P , desenvolvida por uma força F , é igual ao produto da força pela velocidade V do corpo em que atua, quando V tem a direção e o sentido da força.

18. (2007) De cima de um morro, um jovem assiste a uma exibição de fogos de artifício, cujas explosões ocorrem na mesma altitude em que ele se encontra. Para avaliar a que distância L os fogos explodem, verifica que o tempo decorrido entre ver uma explosão e ouvir o ruído correspondente é de 3 s.

Além disso, esticando o braço, segura uma régua a 75 cm do próprio rosto e estima que o diâmetro D do círculo aparente, formado pela explosão, é de 3 cm. Finalmente, avalia que a altura H em que a explosão ocorre é de aproximadamente 2,5 vezes o diâmetro D dos fogos. Nessas condições, avalie

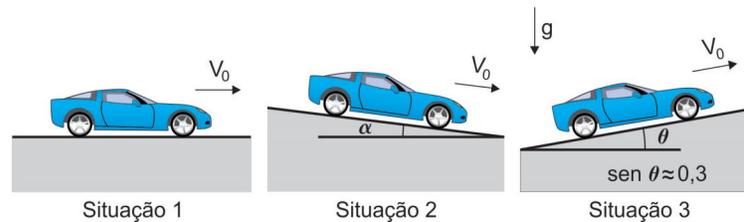


- a distância, L , em metros, entre os fogos e o observador.
- o diâmetro D , em metros, da esfera formada pelos fogos.
- a energia E , em joules, necessária para enviar o rojão até a altura da explosão, considerando que ele tenha massa constante de 0,3 kg
- a quantidade de pólvora Q , em gramas, necessária para lançar esse rojão a partir do solo.

NOTE E ADOTE 1
A velocidade do som, no ar, $v_{som} \approx 333\text{m/s}$.
Despreze o tempo que a luz da explosão demora para chegar até o observador.

NOTE E ADOTE 2
A combustão de 1 g de pólvora libera uma energia de 2000 J; apenas 1% da energia liberada na combustão é aproveitada no lançamento do rojão.

19. (2007) Um carro de corrida, de massa $M = 800\text{kg}$, percorre uma pista de provas plana, com velocidade constante $V_0 = 60\text{m/s}$. Nessa situação, observa-se que a potência desenvolvida pelo motor, $P_1 = 120\text{kW}$, e praticamente toda utilizada para vencer a resistência do ar (Situação 1, pista horizontal). Prosseguindo com os testes, faz-se o carro descer uma ladeira, com o motor desligado, de forma que mantenha a mesma velocidade V_0 e que enfrente a mesma resistência do ar (Situação 2, inclinação α). Finalmente, faz-se o carro subir uma ladeira, com a mesma velocidade V_0 , sujeito a mesma resistência do ar (Situação 3, inclinação θ).



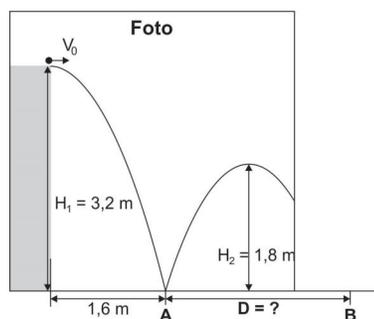
- (a) Estime, para a Situação 1, o valor da força de resistência do ar F_R , em newtons, que age sobre o carro no sentido oposto a seu movimento.
- (b) Estime, para a Situação 2, o seno do ângulo de inclinação da ladeira, $\text{sen}\alpha$, para que o carro mantenha a velocidade $V_0 = 60\text{m/s}$.
- (c) Estime, para a Situação 3, a potência P_3 do motor, em kW , para que o carro suba uma ladeira de inclinação dada por $\text{sen}\theta = 0,3$, mantendo a velocidade $V_0 = 60\text{m/s}$.

NOTE E ADOTE

Potência = Força \times Velocidade

Considere, nessas três situações, que apenas a resistência do ar dissipa energia.

20. (2007) Uma bola chutada horizontalmente de cima de uma laje, com velocidade V_0 , tem sua trajetória parcialmente registrada em uma foto, representada no desenho abaixo. A bola bate no chão, no ponto A, voltando a atingir o chão em B, em choques parcialmente inelásticos.



NOTE E ADOTE

Nos choques, a velocidade horizontal da bola não é alterada. Desconsidere a resistência do ar, o atrito e os efeitos de rotação da bola.

- (a) Estime o tempo T , em s, que a bola leva até atingir o chão, no ponto A.
- (b) Calcule a distância D , em metros, entre os pontos A e B.
- (c) Determine o módulo da velocidade vertical da bola V_A , em m/s , logo após seu impacto com o chão no ponto A.

21. (2007)

Recentemente Plutão foi "rebaixado", perdendo sua classificação como planeta. Para avaliar os efeitos da gravidade em Plutão, considere suas características físicas, comparadas com as da Terra, que estão apresentadas, com valores aproximados, no quadro ao lado.

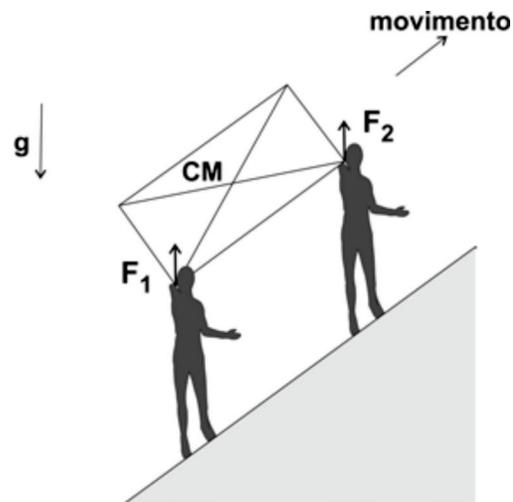
Massa da Terra (M_T) = $500 \times$ Massa de Plutão (M_P) Raio da Terra (R_T) = $5 \times$ Raio de Plutão (R_P)
--

NOTE E ADOTE: $F = \frac{GMm}{R^2}$ Peso = mg
--

- Determine o peso, na superfície de Plutão (P_P), de uma massa que na superfície da Terra pesa 40 N ($P_T = 40N$).
- Estime a altura máxima H , em metros, que uma bola, lançada verticalmente com velocidade V , atingiria em Plutão. Na Terra, essa mesma bola, lançada com a mesma velocidade, atinge uma altura $h_T = 1,5m$.

22. (2008)

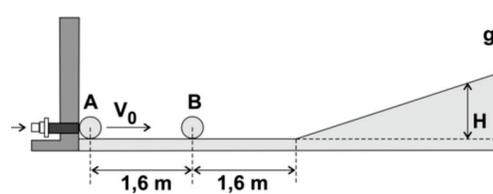
Para carregar um pesado pacote, de massa $M = 90$ kg, ladeira acima, com velocidade constante, duas pessoas exercem forças diferentes. O Carregador 1, mais abaixo, exerce uma força F_1 sobre o pacote, enquanto o Carregador 2, mais acima, exerce uma força F_2 . No esquema da página de respostas estão representados, em escala, o pacote e os pontos C_1 e C_2 , de aplicação das forças, assim como suas direções de ação.



- Determine, a partir de medições a serem realizadas no esquema da página de respostas, a razão $R = F_1/F_2$, entre os módulos das forças exercidas pelos dois carregadores.
- Determine os valores dos módulos de F_1 e F_2 , em newtons.
- Indique, no esquema da página de respostas, com a letra V , a posição em que o Carregador 2 deveria sustentar o pacote para que as forças exercidas pelos dois carregadores fossem iguais.

NOTE E ADOTE: A massa do pacote é distribuída uniformemente e, portanto, seu centro de massa, CM, coincide com seu centro geométrico.
--

23. (2008) Duas pequenas esferas iguais, A e B , de mesma massa, estão em repouso em uma superfície horizontal, como representado no esquema abaixo. No instante $t = 0s$, a esfera A é lançada, com velocidade $V_0 = 2,0m/s$, contra a esfera B , fazendo com que B suba a rampa à frente, atingindo sua altura máxima, H , em $t = 2,0s$. Ao descer, a esfera B volta a colidir com A , que bate na parede e, em seguida, colide novamente com B . Assim, as duas esferas passam a fazer um movimento de vai e vem, que se repete.



- (a) Determine o instante t_A , em s , no qual ocorre a primeira colisão entre A e B .
- (b) Represente, no gráfico da página de respostas, a velocidade da esfera B em função do tempo, de forma a incluir na representação um período completo de seu movimento.
- (c) Determine o período T , em s , de um ciclo do movimento das esferas.

NOTE E ADOTE:
Os choques são elásticos. Tanto o atrito entre as esferas e o chão quanto os efeitos de rotação devem ser desconsiderados.

Considere positivas as velocidades para a direita e negativas as velocidades para a esquerda.

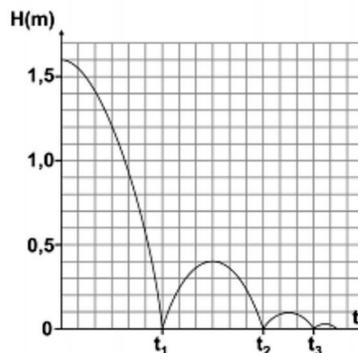
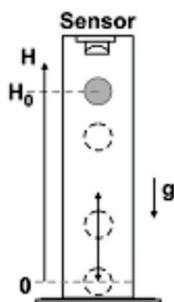
24. (2008) A usina hidrelétrica de Itaipu possui 20 turbinas, cada uma fornecendo uma potência elétrica útil de 680 MW, a partir de um desnível de água de 120 m. No complexo, construído no Rio Paraná, as águas da represa passam em cada turbina com vazão de $600 m^3/s$.

- (a) Estime o número de domicílios, N , que deixariam de ser atendidos se, pela queda de um raio, uma dessas turbinas interrompesse sua operação entre 17h30min e 20h30min, considerando que o consumo médio de energia, por domicílio, nesse período, seja de 4 kWh.
- (b) Estime a massa M , em kg, de água do rio que entra em cada turbina, a cada segundo.
- (c) Estime a potência mecânica da água P , em MW, em cada turbina.

NOTE E ADOTE:
Densidade da água = $10^3 kg/m^3$.
 $1MW = 1 \text{ megawatt} = 10^6 W$.
 $1kWh = 1000W \times 3600s = 3,6 \times 10^6 J$.

Os valores mencionados foram aproximados para facilitar os cálculos.

25. (2009) Para testar a elasticidade de uma bola de basquete, ela é solta, a partir de uma altura H_0 , em um equipamento no qual seu movimento é monitorado por um sensor. Esse equipamento registra a altura do centro de massa da bola, a cada instante, acompanhando seus sucessivos choques com o chão. A partir da análise dos registros, é possível, então, estimar a elasticidade da bola, caracterizada pelo **coeficiente de restituição** C_R . O gráfico apresenta os registros de alturas, em função do tempo, para uma bola de massa $M = 0,60\text{kg}$, quando ela é solta e inicia o movimento com seu centro de massa a uma altura $H_0 = 1,6\text{m}$, chocando-se sucessivas vezes com o chão. A partir dessas informações:



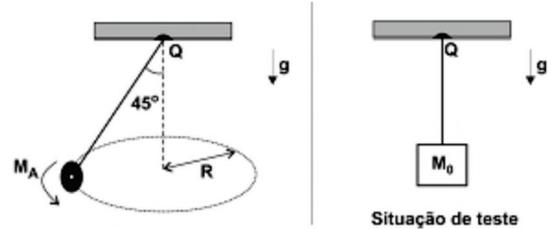
NOTE E ADOTE:
Desconsidere a deformação da bola e a resistência do ar.

- Represente, no Gráfico I da folha de respostas, a energia potencial da bola, E_P , em joules, em função do tempo, indicando os valores na escala.
- Represente, no Gráfico II da folha de respostas, a energia mecânica total da bola, E_T , em joules, em função do tempo, indicando os valores na escala.
- Estime o coeficiente de restituição C_R dessa bola, utilizando a definição apresentada abaixo.

O coeficiente de restituição, $CR = V_R/V_I$, é a razão entre a velocidade com que a bola é rebatida pelo chão (V_R) e a velocidade com que atinge o chão (V_I), em cada choque. Esse coeficiente é aproximadamente constante nas várias colisões.

26. (2009) Um acrobata, de massa $M_A = 60$ kg, quer realizar uma apresentação em que, segurando uma corda suspensa em um ponto Q fixo, pretende descrever um círculo de raio $R = 4,9$ m, de tal forma que a corda mantenha um ângulo de 45° com a vertical.

Visando garantir sua total segurança, há uma recomendação pela qual essa corda deva ser capaz de suportar uma tensão de, no mínimo, três vezes o valor da tensão a que é submetida durante a apresentação. Para testar a corda, com ela parada e na vertical, é pendurado em sua extremidade um bloco de massa M_0 , calculada de tal forma que a tensão na corda atenda às condições mínimas estabelecidas pela recomendação de segurança. Nessa situação:

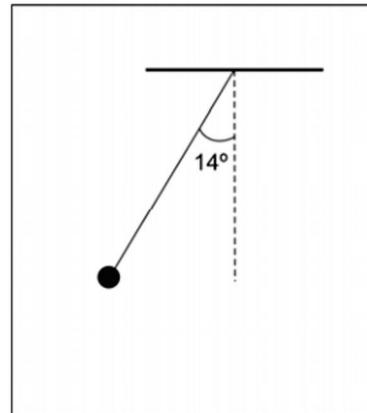


- Represente, no esquema da folha de respostas, a direção e o sentido das forças que agem sobre o acrobata, durante sua apresentação, identificando-as, por meio de um desenho em escala.
- Estime o tempo t_A , em segundos, que o acrobata leva para dar uma volta completa em sua órbita circular.
- Estime o valor da massa M_0 , em kg, que deve ser utilizada para realizar o teste de segurança.

NOTE E ADOTE:
 Força centrípeta $F_C = \frac{mv^2}{R}$
 Adote $\pi \approx 3$

27. (2010)

Uma pessoa pendurou um fio de prumo no interior de um vagão de trem e percebeu, quando o trem partiu do repouso, que o fio se inclinou em relação à vertical. Com auxílio de um transferidor, a pessoa determinou que o ângulo máximo de inclinação, na partida do trem, foi 14° . Nessas condições,



- represente, na figura da página de resposta, as forças que agem na massa presa ao fio.
- indique, na figura da página de resposta, o sentido de movimento do trem.
- determine a aceleração máxima do trem.

NOTE E ADOTE:
 $\text{tg}14^\circ = 0,25$.
 aceleração da gravidade na Terra. $g = 10\text{m/s}^2$.
 Verifique se o diagrama foi impresso no espaço reservado para resposta.
 Indique a resolução da questão. Não é suficiente apenas escrever as respostas.



28. (2011) Num espetáculo de circo, um homem deita-se no chão do picadeiro e sobre seu peito é colocada uma tábua, de $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$, na qual foram cravados 400 pregos, de mesmo tamanho, que atravessam a tábua. No clímax do espetáculo, um saco com 20 kg de areia é solto, a partir do repouso, de 5 m de altura em relação à tábua, e cai sobre ela. Suponha que as pontas de todos os pregos estejam igualmente em contato com o peito do homem. Determine:
- A velocidade do saco de areia ao tocar a tábua de pregos.
 - A força média total aplicada no peito do homem se o saco de areia parar 0,05 s após seu contato com a tábua.
 - A pressão, em N/cm^2 , exercida no peito do homem por cada prego, cuja ponta tem $4mm^2$ de área.

NOTE E ADOTE Aceleração da gravidade no local: $g = 10m/s^2$ Despreze o peso da tábua com os pregos. Não tente reproduzir esse número de circo!
--

29. (2011) Trens de alta velocidade, chamados trens-bala, deverão estar em funcionamento no Brasil nos próximos anos. Características típicas desses trens são: velocidade máxima de 300 km/h, massa total (incluindo 500 passageiros) de 500 t e potência máxima dos motores elétricos igual a 8 MW. Nesses trens, as máquinas elétricas que atuam como motores também podem ser usadas como geradores, freando o movimento (freios regenerativos). Nas ferrovias, as curvas têm raio de curvatura de, no mínimo, 5 km. Considerando um trem e uma ferrovia com essas características, determine:
- O tempo necessário para o trem atingir a velocidade de 288 km/h, a partir do repouso, supondo que os motores forneçam a potência máxima o tempo todo.
 - A força máxima na direção horizontal, entre cada roda e o trilho, numa curva horizontal percorrida a 288 km/h, supondo que o trem tenha 80 rodas e que as forças entre cada uma delas e o trilho tenham a mesma intensidade.
 - A aceleração do trem quando, na velocidade de 288 km/h, as máquinas elétricas são acionadas como geradores de 8 MW de potência, freando o movimento.

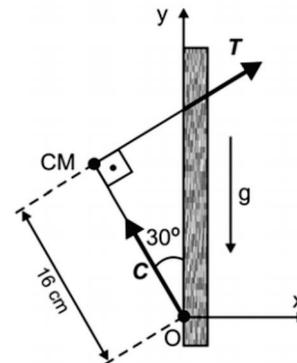
NOTE E ADOTE 1 t = 1000 kg Desconsidere o fato de que, ao partir, os motores demoram alguns segundos para atingir sua potência máxima.
--

30. (2011)

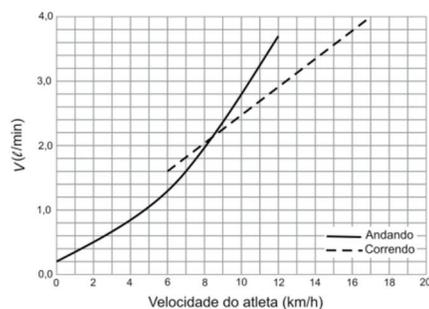
Para manter-se equilibrado em um tronco de árvore vertical, um pica-pau agarra-se pelos pés, puxando-se contra o tronco, e apoia sobre ele sua cauda, constituída de penas muito rígidas, conforme figura ao lado. No esquema impresso na folha de respostas estão indicadas as direções das forças nos pés (**T**) e na cauda (**C**) do pica-pau - que passam pelo seu centro de massa (**CM**) - e a distância da extremidade da cauda ao **CM** do pica-pau, que tem 1 N de peso (**P**).



- Calcule os momentos das forças **P** e **C** em relação ao ponto **O** indicado no esquema impresso na folha de respostas.
- Escreva a expressão para o momento da força **T** em relação ao ponto **O** e determine o módulo dessa força.
- Determine o módulo da força **C** na cauda do pica-pau.



31. (2012) A energia que um atleta gasta pode ser determinada pelo volume de oxigênio por ele consumido na respiração. Abaixo está apresentado o gráfico do volume V de oxigênio, em litros por minuto, consumido por um atleta de massa corporal de 70 kg, em função de sua velocidade, quando ele anda ou corre.



NOTE E ADOTE
1 cal = 4 J.

Considerando que para cada litro de oxigênio consumido são gastas 5 kcal e usando as informações do gráfico, determine, para esse atleta,

- a velocidade a partir da qual ele passa a gastar menos energia correndo do que andando;
- a quantidade de energia por ele gasta durante 12 horas de repouso (parado);
- a potência dissipada, em watts, quando ele corre a 15 km/h;
- quantos minutos ele deve andar, a 7 km/h, para gastar a quantidade de energia armazenada com a ingestão de uma barra de chocolate de 100 g, cujo conteúdo energético é 560 kcal.



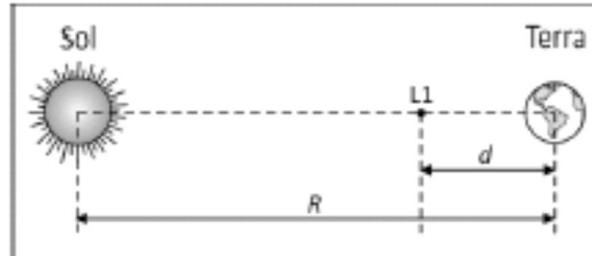
32. (2012) Nina e José estão sentados em cadeiras, diametralmente opostas, de uma roda gigante que gira com velocidade angular constante. Num certo momento, Nina se encontra no ponto mais alto do percurso e José, no mais baixo: após $15s$, antes de a roda completar uma volta, suas posições estão invertidas. A roda gigante tem raio $R = 20m$ e as massas de Nina e José são, respectivamente, $M_N = 60kg$ e $M_J = 70kg$. Calcule
- o módulo v da velocidade linear das cadeiras da roda gigante;
 - o módulo a_R da aceleração radial de Nina e de José;
 - os módulos N_N e N_J das forças normais que as cadeiras exercem, respectivamente, sobre Nina e sobre José no instante em que Nina se encontra no ponto mais alto do percurso e José, no mais baixo.

NOTE E ADOTE $\pi = 3$ Aceleração da gravidade $g = 10m/s^2$
--

33. (2013) Uma das hipóteses para explicar a extinção dos dinossauros, ocorrida há cerca de 60 milhões de anos, foi a colisão de um grande meteoro com a Terra. Estimativas indicam que o meteoro tinha massa igual a $10^{16} kg$ e velocidade de $30 km/s$, imediatamente antes da colisão. Supondo que esse meteoro estivesse se aproximando da Terra, numa direção radial em relação à órbita desse planeta em torno do Sol, para uma colisão frontal, determine
- a quantidade de movimento P_i do meteoro imediatamente antes da colisão;
 - a energia cinética E_c do meteoro imediatamente antes da colisão;
 - a componente radial da velocidade da Terra, V_r , pouco depois da colisão;
 - a energia E_d , em megatons, dissipada na colisão

NOTE E ADOTE: A órbita da Terra é circular. Massa da Terra: $6 \times 10^{24}kg$. 1 megaton = $4 \times 10^{15}J$ é a energia liberada pela explosão de um milhão de toneladas de trinitrotolueno.
--

34. (2014) Há um ponto no segmento de reta unindo o Sol a Terra, denominado “Ponto de Lagrange L1”. Um satélite artificial colocado nesse ponto, em órbita ao redor do Sol, permanecerá sempre na mesma posição relativa entre o Sol e a Terra. Nessa situação, ilustrada na figura, a velocidade angular orbital ω_A do satélite em torno do Sol será igual à da Terra, ω_T .

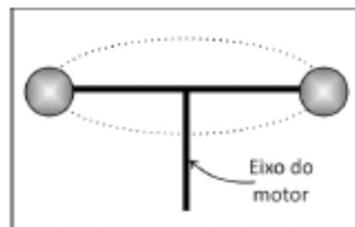


Para essa condição, determine

- ω_T em função da constante gravitacional G , da massa M_S do Sol e da distância R entre a Terra e o Sol;
- o valor ω_A em rad/s ;
- a expressão do módulo F_r da força gravitacional resultante que age sobre o satélite, em função de G , M_S , M_T , m , R e d , sendo M_T e m , respectivamente, as massas da Terra e do satélite e d a distância entre a Terra e o satélite.

NOTE E ADOTE:
 1 ano $\approx 3,14 \times 10^7 s$
 O módulo da força gravitacional F entre dois corpos de massas M_1 e M_2 , sendo r a distância entre eles, é dado por $F = GM_1M_2/r^2$.
 Considere as órbitas circulares.

35. (2014) Duas pequenas esferas, cada uma com massa de 0,2 kg, estão presas nas extremidades de uma haste rígida, de 10 cm de comprimento, cujo ponto médio está fixo no eixo de um motor que fornece 4 W de potência mecânica. A figura ao lado ilustra o sistema. No instante $t = 0$, o motor é ligado e o sistema, inicialmente em repouso, passa a girar em torno do eixo.



Determine

- a energia cinética total E das esferas em $t = 5 s$;
- a velocidade angular ω de cada esfera em $t = 5 s$;
- a intensidade F da força entre cada esfera e a haste, em $t = 5 s$;
- a aceleração angular média α de cada esfera, entre $t = 0$ e $t = 5 s$.

NOTE E ADOTE:
 As massas da haste e do eixo do motor devem ser ignoradas.
 Não atuam forças dissipativas no sistema.

36. (2015) Uma criança de 30 kg está em repouso no topo de um escorregador plano de 2,5 m de altura, inclinado 30° em relação ao chão horizontal. Num certo instante, ela começa a deslizar e percorre todo o escorregador.
Determine

- (a) a energia cinética E e o módulo Q da quantidade de movimento da criança, na metade do percurso;
- (b) o módulo F da força de contato entre a criança e o escorregador;
- (c) o módulo a da aceleração da criança.

Note e adote:
Forças dissipativas devem ser ignoradas.
A aceleração local da gravidade é $10m/s^2$.
 $sen30^\circ = cos60^\circ = 0,5$
 $scn60^\circ = cos30^\circ = 0,9$

37. (2016) Um sistema é formado por um disco com um trilho na direção radial e um bloco que pode se mover livremente ao longo do trilho. O bloco, de massa 1 kg, está ligado a uma mola de constante elástica 300 N/m. A outra extremidade da mola está fixa em um eixo vertical, perpendicular ao disco, passando pelo seu centro. Com o sistema em repouso, o bloco está na posição de equilíbrio, a uma distância de 20 cm do eixo. Um motor de potência 0,3 W acoplado ao eixo é ligado no instante $t = 0$, fazendo com que todo o conjunto passe a girar e o bloco, lentamente, se afaste do centro do disco. Para o instante em que a distância do bloco ao centro é de 30 cm, determine

- a) o módulo da força F na mola;
- b) a velocidade angular ω do bloco;
- c) a energia mecânica E armazenada no sistema massa-mola;
- d) o intervalo de tempo Δt decorrido desde o início do movimento.

Note e adote:
Desconsidere a pequena velocidade do bloco na direção radial, as massas dos disco, do trilho e da mola e os efeitos dissipativos.