TRABALHO E ENERGIA

EXERCÍCIOS APROFUNDADOS 2020 - 2022

TRABALHO E ENERGIA

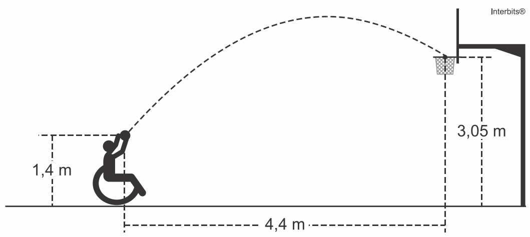
Entenda o significado físico de trabalho, os três tipos de energia mecânica e como podemos trabalhar com essas energias em sistemas conservativos e dissipativos.

Esta subárea é composta pelos módulos:

1. Exercícios Aprofundados: Trabalho, Potência e Energia Mecânica

TRABALHO, POTÊNCIA E ENERGIA MECÂNICA

1. (UFPR 2017) Nas Paralimpíadas recentemente realizadas no Brasil, uma das modalidades esportivas disputadas foi o basquetebol. Em um determinado jogo, foi observado que um jogador, para fazer a cesta, arremessou a bola quando o centro de massa dessa bola estava a uma altura de 1,4 m. O tempo transcorrido desde o instante em que a bola deixou a mão ao jogador até ter o seu centro de massa coincidindo com o centro do aro foi de 1,1 s. No momento do lançamento, o centro de massa da bola estava a uma distância horizontal de 4,4 m. do centro do aro da cesta, estando esse aro a uma altura de 3,05 m, conforme pode ser observado na figura a seguir.



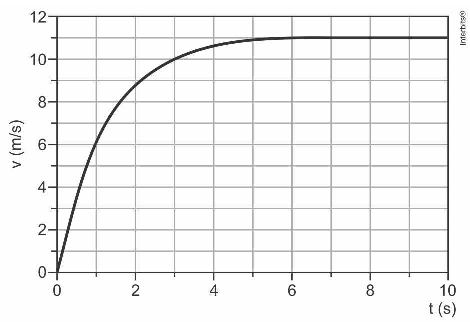
Considerando que a massa da bola é igual a 600 g, que a resistência do ar é desprezível e que o valor absoluto da aceleração gravidade é de 10 m/s^2, determine, utilizando todas as unidades no Sistema Internacional de Unidades:

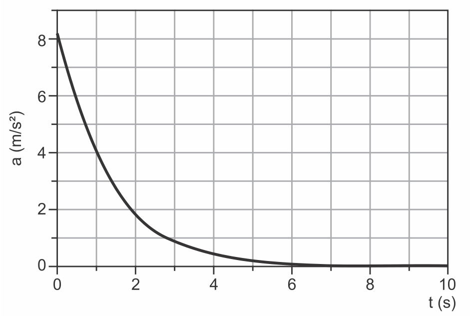
a. A velocidade horizontal da bola ao atingir o centro do aro da cesta de basquete.

b. A velocidade inicial vertical da bola.

c. A energia cinética da bola no momento do lançamento (considerando o exato instante em que a bola deixa a mão do atleta).

2. (FUVEST 2017) Um atleta de peso 700 N corre 100 metros rasos em 10 segundos. Os gráficos dos módulos da sua velocidade horizontal, v, e da sua aceleração horizontal, a, ambas em função do tempo t, estão a seguir.





Determine

a. a distância d que o atleta percorreu durante os primeiros 7 segundos da corrida;

b. o módulo F da componente horizontal da força resultante sobre o atleta no instante t = 1 s;

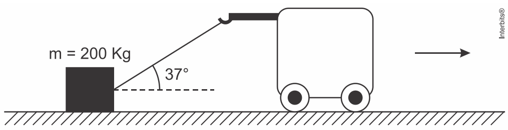
c. a energia cinética E do atleta no instante t = 10 s;

d. a potência mecânica média P utilizada, durante a corrida, para acelerar o atleta na direção horizontal.

Note e adote:

Aceleração da gravidade = 10 m/s^2

3. (UFU 2017) Um guindaste arrasta por 100 metros, com velocidade constante, um caixote de 200 kg por meio de um cabo inextensível e de massa desprezível, conforme esquema a seguir. Nessa situação, o ângulo formado entre o cabo e o solo é de 37° e o coeficiente de atrito cinético entre o caixote e o solo é 0,1.



A partir de tal situação, faça o que se pede.

a. Represente o diagrama de forças que agem sobre o caixote quando ele está sendo arrastado.

b. Calcule o valor do trabalho da força que o guindeste faz sobre o caixote quando ele é arrastado por 100 metros. Dados: sen 37° = 0,6; cos 37° = 0,8 e g = 10 m/s^2.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Prata, francês compara vaias no Rio às recebidas por Jesse Owens em 1936

Gustavo Franceschini e Rodrigo Mattos

Do *UOL*, no Rio de Janeiro

Atual campeão olímpico e favorito absoluto ao bi, Renaud Lavillenie foi surpreendido por Thiago Braz e terminou com a prata no salto com vara masculino. A derrota e a forma como ela aconteceu irritaram o francês, que saiu reclamando da torcida e comparou o público do Engenhão aos alemães nazistas que vaiaram Jesse Owens, um negro americano, na Olimpíada de 1936, em Berlim.

"Não houve *fair play* por parte do público. Isso é para futebol, não para o atletismo. Em 1936, o público estava contra Jesse Owens. Não víamos isso desde então. Preciso lidar com isso. Para as Olimpíadas, não é uma boa imagem. Não fiz nada para os brasileiros", declarou ele logo após a derrota.

Disponível em: <http://olimpiadas.uol.com.br/noticias/redacao/2016/08/16/derrotado-por-thiago-braz-frances-quer-revanche-na-mesma-moeda-em-paris.htm>. Acesso em: 27 set. 2016.

Berlim, 1936 — Rio de Janeiro, 2016

4. (UFSC 2017) Responda:

a. O número de flexibilidade de uma vara para saltos é a sua deflexão x, medida em centímetros, quando um peso padrão, usualmente 22,7 kg, é suspenso no meio da vara na posição horizontal, conforme ilustrado na figura A, abaixo. Portanto, flexibilidade 20.5 significa deflexão x = 20,5 cm, flexibilidade 24,3 significa deflexão x = 24,3 cm e assim por diante. Considerando que a vara se comporta como uma mola ideal, esboce o gráfico da deflexão x em função do peso quando pesos variados são suspensos de forma consecutiva no meio da vara.

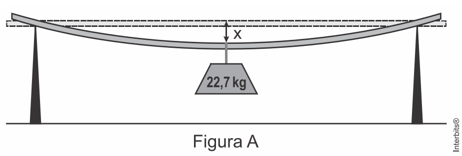


Figura A

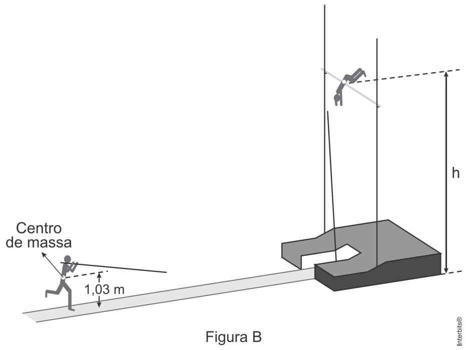


Figura B

b. Na figura B, acima, é representado um salto cuja altura máxima do centro de massa do atleta é h = 6,03 m. Considerando que a corrida para o salto foi realizada com velocidade constante de 9,20 m/s e que na altura h a velocidade do atleta é nula, determine o ganho percentual de energia obtido em relação à energia cinética inicial quando o atleta flexiona a vara ao tocar na caixa de apoio. Despreze a massa da vara e a resistência do ar.

____

____

____

5. (UNICAMP 2016) Recentemente, a sonda New Horizons tornou-se a primeira espaçonave a sobrevoar Plutão, proporcionando imagens espetaculares desse astro distante.

a. A sonda saiu da Terra em janeiro de 2006 e chegou a Plutão em julho de 2015. Considere que a sonda percorreu uma distância de 4,5 bilhões de quilômetros nesse percurso e que 1 ano é aproximadamente $3x10^7$s. Calcule a velocidade escalar média da sonda nesse percurso.

b. A sonda New Horizons foi lançada da Terra pelo veículo espacial Atlas V 511, a partir do Cabo Canaveral. O veículo, com massa total m = $6x10^5$ kg, foi o objeto mais rápido a ser lançado da Terra para o espaço até o momento. O trabalho realizado pela força resultante para levá-lo do repouso à sua velocidade máxima foi de τ = $768x10^{11}$ J. Considerando que a massa total do veículo não variou durante o lançamento, calcule sua velocidade máxima.

____

____

____

6. (UFJF 2016) A pintura abaixo é de autoria do francês Jean-Baptiste Debret, que viajou pelo Brasil entre 1816 e 1831, retratando vários aspectos da natureza e da vida cotidiana do nosso país. A pintura, denominada Caboclo, mostra índios caçando pássaros com arco e flecha. Imagine que a flecha, de 250 g de massa, deixa o arco com uma velocidade v_0 = 30 m/s. Considere que a flecha é lançada com um ângulo de 45° com a horizontal. Com base nestas informações, **RESPONDA**:


Jean-Baptiste Debret

a. Qual a energia potencial elástica armazenada no arco antes da flecha ser lançada?

b. Considerando que a flecha seja uma partícula e sai do nível do chão, qual a altura máxima que os pássaros devem voar para que o Caboclo possa atingi-los?

c. Se o índio não acertar o pássaro, qual a distância que ele irá percorrer para recuperar a flecha?

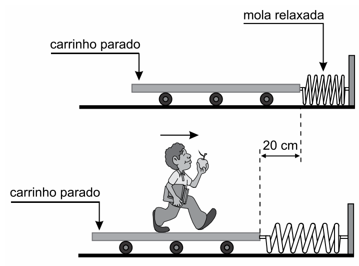
____

____

____

7. (UNESP 2016) Um rapaz de 50 kg está inicialmente parado sobre a extremidade esquerda da plataforma plana de um carrinho em repouso, em relação ao solo plano e horizontal. A extremidade direita da plataforma do carrinho está ligada a uma parede rígida, por meio de uma mola ideal, de massa desprezível e de constante elástica 25 N/m, inicialmente relaxada.

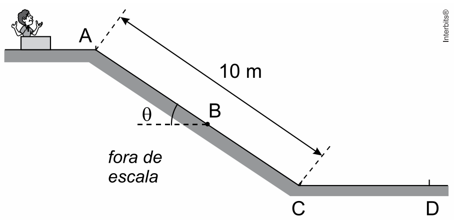
O rapaz começa a caminhar para a direita, no sentido da parede, e o carrinho move-se para a esquerda, distendendo a mola. Para manter a mola distendida de 20 cm e o carrinho em repouso, sem deslizar sobre o solo, o rapaz mantém-se em movimento uniformemente acelerado.



(www.ebanataw.com.br. Adaptado.)

Considerando o referencial de energia na situação da mola relaxada, determine o valor da energia potencial elástica armazenada na mola distendida de 20 cm e o módulo da aceleração do rapaz nessa situação.

8. (UNIFESP 2016) Um garoto de 40 kg está sentado, em repouso, dentro de uma caixa de papelão de massa desprezível, no alto de uma rampa de 10 m de comprimento, conforme a figura.

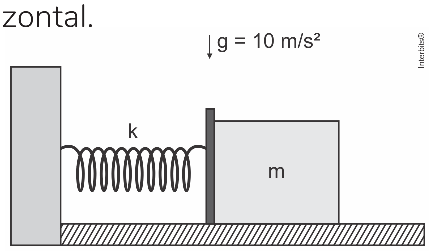


Para que ele desça a rampa, um amigo o empurra, imprimindo-lhe uma velocidade de 1 m/s no ponto A, com direção paralela à rampa, a partir de onde ele escorrega, parando ao atingir o ponto D. Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre a caixa e a superfície, em todo o percurso AD, é igual a 0,25, que sen θ = 0,6, cos θ = 0,8, g= 10 m/s^2 e que a resistência do ar ao movimento pode ser desprezada, calcule:

a. o módulo da força de atrito, em N, entre a caixa e a rampa no ponto B.

b. a distância percorrida pelo garoto, em metros, desde o ponto A até o ponto D.

9. (FMJ 2016) A figura mostra uma mola ideal, de constante elástica k = 100 N/m, com uma extremidade fixa numa parede e a outra encostada a um bloco de massa m = 5kg, apoiado sobre uma superfície plana e horizontal.



O coeficiente de atrito estático e o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície de apoio são iguais a 0,5 e 0,4 respectivamente.

a. Determine a compressão máxima da mola, em metros, que mantém o bloco em equilíbrio estático.

b. Considerando a resistência do ar desprezível e que o bloco tenha partido do repouso quando a mola estava comprimida de 0,50 m, calcule a velocidade do bloco, em m/s, no instante em que ele perde contato com a mola.

10. (FUVEST 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;

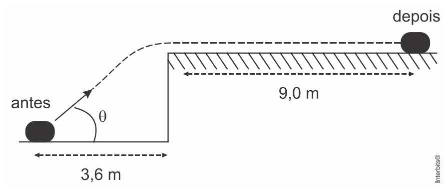
d. o intervalo de tempo Δt decorrido desde o início do movimento.

Note e adote:

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

11. (PUCRJ 2016) Um bloco de 4,0 kg é lançado obliquamente, a partir do nível do solo, e alcança o platô, mostrado na figura, com velocidade de 6,0 m/s na direção horizontal. Nesse platô, o bloco desliza 9,0 m quando, finalmente, para devido ao atrito com o piso.

Considere g = 10,0 m/s^2.



a. Calcule o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o piso do platô.

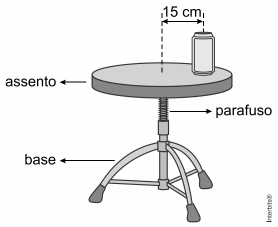
b. Dado que a distância entre a posição de lançamento e a borda do platô é de 3,6 m, encontre o ângulo θ de lançamento do bloco em relação à horizontal.

12. (UERJ 2016) Atualmente, o navio mais rápido do mundo pode navegar em velocidade superior a 100 km/h. Em uma de suas viagens, transporta uma carga de 1000 passageiros e 150 carros. Admita, além da massa do navio, de 450000 kg, os seguintes valores médios m para as demais massas:

- $m_{passageiro}$: 70 kg
- m_{carro}: 1000 kg

Estime, em MJ, a energia cinética do conjunto, no instante em que o navio se desloca com velocidade igual a 108 km/h.

13. (UNESP 2015) O assento horizontal de uma banqueta tem sua altura ajustada pelo giro de um parafuso que o liga à base da banqueta. Se girar em determinado sentido, o assento sobe 3 cm na vertical a cada volta completa e, no sentido oposto, desce 3 cm. Uma pessoa apoia sobre o assento uma lata de refrigerante de 360g a uma distância de 15 cm de seu eixo de rotação e o fará girar com velocidade angular constante de 2 rad/s.



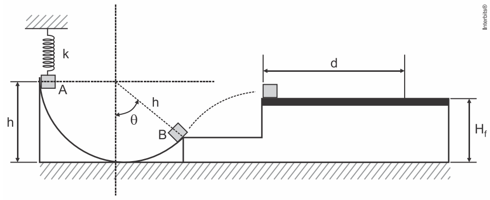
Se a pessoa girar o assento da banqueta por 12s sempre no mesmo sentido, e adotando $g = 10\ m/s^2$ e $\pi = 3$, calcule o módulo da força de atrito, em newtons, que atua sobre a lata enquanto o assento gira com velocidade angular constante, e o módulo da variação de energia potencial gravitacional da lata, em joules.

14. (UFPR 2015) Um objeto de massa igual a 50 kg é solto de um helicóptero que voa horizontalmente a uma velocidade de 200 km/h. Considere que o helicóptero, no momento em que soltou o objeto, estava a uma altura de 250 m em relação ao solo e que a aceleração da gravidade no local era igual a 10 m/s². Desprezando os efeitos da resistência do ar, calcule:

a. A energia cinética do objeto ao atingir o solo.

b. A distância horizontal percorrida pelo objeto, medida em relação à posição no instante em que ele foi solto.

15. (IME 2015)



Uma mola comprimida por uma deformação x está em contato com um corpo de massa m, que se encontra inicialmente em repouso no Ponto A da rampa circular. O corpo é liberado e inicia um movimento sem atrito na rampa. Ao atingir o ponto B sob um ângulo θ indicado na figura, o corpo abandona a superfície da rampa. No ponto mais alto da trajetória, entra em contato com uma superfície plana horizontal com coeficiente de atrito cinético μ. Após deslocar-se por uma distância d nesta superfície horizontal, o corpo atinge o repouso. Determine, em função dos parâmetros mencionados:

a. a altura final do corpo H_f em relação ao solo;

b. a distância d percorrida ao longo da superfície plana horizontal.

Dados:

- aceleração da gravidade: g; constante elástica da mola: k; raio da rampa circular: h.

16. (FUVEST 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 10 m/s^2.

sen 30° = cos 60° = 0,5

sen 60° = cos 30° = 0,9

17. (UEL 2015) Para colocar um pacote de 40 kg sobre a carroceria de seu veículo, um entregador de encomendas utiliza uma rampa inclinada para puxá-lo. A rampa, de 3 m de comprimento, está apoiada no chão e na carroceria e faz um ângulo de 20° com o chão, que é plano. O coeficiente de atrito cinético entre a rampa e o pacote é 0,2. O entregador emprega uma força sobre o pacote que o faz subir pelo plano inclinado com velocidade constante. O entregador não desliza sobre a carroceria quando puxa o pacote. Considerando o enunciado, o cos (20°) = 0,94, o sen (20°) = 0,34 e a g = 10.m/(s^2),

a. faça o diagrama de corpo livre e calcule o trabalho realizado pelo entregador sobre o pacote até este alcançar a carroceria do veículo;

b. calcule a variação da energia potencial do pacote. Justifique sua resposta apresentando todos os cálculos realizados.

18. (FUVEST 2015) A energia necessária para o funcionamento adequado do corpo humano é obtida a partir de reações químicas de oxidação de substâncias provenientes da alimentação, que produzem aproximadamente 5 kcal por litro de O_2 consumido. Durante uma corrida, um atleta consumiu 3 litros de O_2 por minuto.

Determine

a. a potência P gerada pelo consumo de oxigênio durante a corrida;

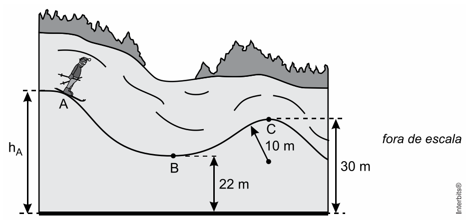
b. a quantidade de energia E gerada pelo consumo de oxigênio durante 20 minutos da corrida;

c. o volume V de oxigênio consumido por minuto se o atleta estivesse em repouso, considerando que a sua taxa de metabolismo basal é 100 W.

Note e adote:

1 cal = 4 J.

19. (UNIFESP 2015) Uma pista de esqui para treinamento de principiantes foi projetada de modo que, durante o trajeto, os esquiadores não ficassem sujeitos a grandes acelerações nem perdessem contato com nenhum ponto da pista. A figura representa o perfil de um trecho dessa pista, no qual o ponto C é o ponto mais alto de um pequeno trecho circular de raio de curvatura igual a 10 m.



Os esquiadores partem do repouso no ponto A e percorrem a pista sem receber nenhum empurrão, nem usam os bastões para alterar sua velocidade. Adote $g = 10$ m/s^2 e despreze o atrito e a resistência do ar.

a. Se um esquiador passar pelo ponto B da pista com velocidade $10\sqrt{2}$ m/s, com que velocidade ele passará pelo ponto C?

b. Qual a maior altura h_A do ponto A, indicada na figura, para que um esquiador não perca contato com a pista em nenhum ponto de seu percurso?

20. (PUCRJ 2015) Uma bola de tênis de 60 g é solta a partir do repouso de uma altura de 1,8 m. Ela cai verticalmente e quica várias vezes no solo até parar completamente. Desprezando a resistência do ar e considerando que, a cada quique, a bola perde 19% de sua energia, responda às seguintes questões.

Considere: $g = 10$ m/s^2

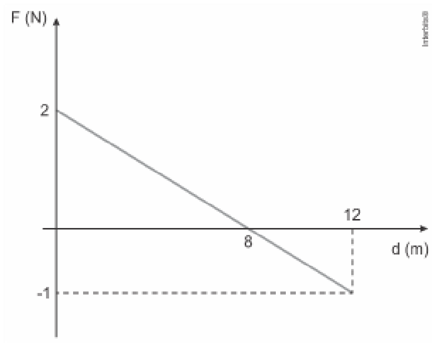
a. Após o lançamento e antes do primeiro quique, qual é a velocidade da bola quando ela está a 0,8 m do solo?

b. Quanto tempo leva a bola para chegar a essa altura, ou seja, a 0,8 m do solo?

c. Qual é o momento linear da bola imediatamente após o primeiro quique?

d. Quantos quiques leva a bola para ter, aproximadamente, 2/3 de sua energia inicial?

21. (UERJ 2018) O gráfico a seguir indica a variação da força resultante F que atua em um objeto de massa m, em uma trajetória retilínea ao longo de um deslocamento de 12 m.



Calcule o trabalho, em joules, realizado por F nesse deslocamento.

22. (UERJ 2018) Em uma rodovia plana, um veículo apresenta velocidade de 20 m/s no instante em que a potência da força exercida pelo seu motor é igual a 132 kW.

Sabendo que o peso do veículo é igual a 2×10^4 N, determine a aceleração, em m/s^2 do veículo nesse instante.

Dado:

aceleração da gravidade local: $g = 10$ m/s^2.

23. (UNESP 2018) **Falsa estrela no céu**

Uma empresa da Nova Zelândia enviou ao espaço uma “estrela artificial”, com o objetivo de divulgar seu primeiro lançamento de satélites. A “estrela” é uma esfera de cerca de um metro de diâmetro, feita de fibra de carbono e composta de painéis altamente reflexivos. Em órbita, a esfera se desloca com velocidade de 2,88 x 10^4 km/h e completa uma volta ao redor da Terra em aproximadamente 100 minutos.

(Fábio de Castro. O Estado de S. Paulo, 31.01.2018. Adaptado.)

a. Considerando a massa da "estrela artificial" igual a 600 kg calcule sua energia cinética, em joules.

b. Considerando π = 3 e a órbita da "estrela artificial" circular, calcule a aceleração centrípeta da "estrela", em m/s^2.

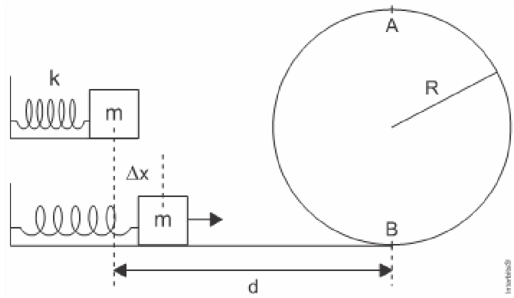
____

____

____

____

24. (FUVEST 2019) Um bloco de massa m = 400g está encostado em uma mola que foi comprimida Δ_x = 0,2m em relação a seu comprimento natural. Em um determinado instante, a mola é solta e o bloco adquire velocidade e percorre uma distância d = 0,5m sobre uma superfície horizontal com coeficiente de atrito μ = 0,3 e executa um loop de raio R = 0,9 m.



Determine:

a. A energia cinética ΔE perdida pelo bloco ao longo do percurso de comprimento d.

b. As velocidades mínimas V_A e V_B que o bloco deve ter, respectivamente, nos pontos A e B, indicados na figura, para conseguir completar o loop;

c. O menor valor da constante elástica k da mola para que o bloco complete o loop.

Note e adote:

Aceleração da gravidade = 10 m/s^2.

Não há atrito entre o bloco e a pista em *loop*.

Ignore a resistência do ar.

A figura é esquemática e não está em escala.

____

____

____

ANOTAÇÕES

____

____

____

____

____

____

____

____

____

GABARITO

1. Questão envolvendo lançamento oblíquo sem atrito. Sendo assim, a componente horizontal da velocidade é constante caracterizando um Movimento Retilíneo Uniforme neste eixo. Já a componente vertical da velocidade sofre a ação da aceleração gravitacional que age retardando a bola durante sua subida e acelerando-a na descida, correspondendo à um lançamento vertical em que as equações são análogas às do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.

a. Cálculo da velocidade horizontal v_{0x} (constante):

$$v_{0x} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_{0x} = \frac{4,4\ m}{1,1\ s} \therefore v_{0x} = 4\ m/s$$

b. Cálculo da velocidade inicial vertical v_{0y}:

Considerando o sentido positivo na vertical para cima, substituindo os dados na equação e explicitando a velocidade vertical inicial, ficamos com:

$$h = h_0 + v_{0y} \cdot t + g\frac{t^2}{2} \Rightarrow 3,05 = 1,4 + v_{0y} \cdot 1,1 - 10 \cdot \frac{1,1^2}{2}$$

$$\therefore v_{0y} = 7\ m/s$$

c. Para cálculo da Energia Cinética inicial E_{ci} necessitamos do módulo da velocidade inicial v_0 que é a soma vetorial das suas componentes nos eixos horizontal e vertical.

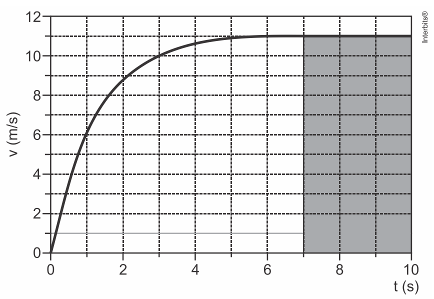
$$v_0{}^2 = v_{0x}{}^2 + v_{0y}{}^2 \Rightarrow v_0{}^2 = 4^2 + 7^2 \therefore v_0{}^2 = 65\ (m/s)^2$$

Como a Energia Cinética é dada por:

$$E_{ci} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow E_{ci} = \frac{0,6\ kg \cdot 65\ (m/s)^2}{2} \therefore E_{ci} = 19,5\ J$$

2.

a. A distância percorrida de 7 s a 10 s é dada pela área destacada na figura a seguir.



$$d_{7,10} = (10 - 7) \times 11 \Rightarrow d_{7,10} = 33\ m.$$

Como a distância total percorrida é 100 m, vem:

$$d = 100 - d_{7,10} = 100 - 33 \Rightarrow \boxed{d = 67\ m.}$$

b. No gráfico da aceleração em função do tempo, lê-se que no instante t = 1s, o módulo da aceleração tangencial é a = 4 m/s². Assim, aplicando o Princípio Fundamental da Dinâmica:

$$\left.\begin{array}{l} F = m\,a \\ P = m\,g \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{F}{P} = \frac{a}{g} \Rightarrow F = P\frac{a}{g} = 700 \times \frac{4}{10} \Rightarrow \boxed{F = 280\ N.}$$

c. No gráfico da velocidade em função do tempo, lê-se que no instante t = 10s, o módulo da velocidade é v = 11 m/s.

Calculando a energia cinética nesse instante:

$$E_{cin} = m\frac{v^2}{2} = \frac{P}{g}\frac{v^2}{2} = \frac{700}{10} \times \frac{11^2}{2} \Rightarrow \boxed{E_{cin} = 4.235\ J.}$$

d. A potência mecânica média é dada pela variação da energia cinética em relação ao tempo nos 10 segundos de movimento.

$$P = \frac{\Delta E_{cin}}{\Delta t} = \frac{4.235 - 0}{10} \Rightarrow \boxed{P = 423,5\ W.}$$

3.

a. O diagrama de forças que agem sobre o caixote está representado na figura abaixo:

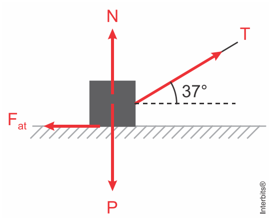
Onde:

T = tração no cabo

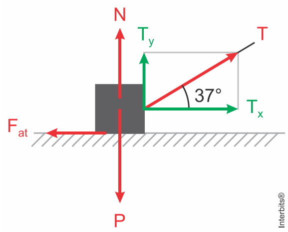
P = peso do caixote

F_{at} = força de atrito cinético entre o caixote e o solo

N = força normal do solo sobre o caixote



b. Decompondo a tração em seus componentes ortogonais e calculando a resultante das forças nas direções vertical e horizontal, temos:



Na direção horizontal, para equilíbrio dinâmico:

$$T_x = F_{at} \Rightarrow T \cdot \cos 37° = \mu_c \cdot N \Rightarrow T \cdot 0{,}8 = 0{,}1 \cdot N$$
$$\therefore N = 8T \qquad (1)$$

Na direção vertical, para equilíbrio dinâmico:

$$P = N + T_y \Rightarrow 2000 = N + T \cdot \text{sen } 37°$$
$$\therefore 2000 = N + 0{,}6T \qquad (2)$$

Substituindo (1) em (2):

$$2000 = 8T + 0{,}6T \Rightarrow T = \frac{2000}{8{,}6}$$
$$\therefore T \cong 232{,}6 \text{ N}$$

E o trabalho (τ) realizado pelo guindaste sobre o caixote é:

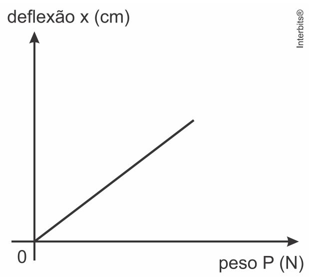
τ = T.d.cos37°

τ = 232,6N.100m.0,8

τ = 18608J

4.

a. Considerando a vara como uma mola ideal, o comportamento do gráfico da deflexão em função do peso será uma reta que passa pela origem e seu esboço está representado abaixo:



b. Considerando o sistema conservativo, a energia mecânica antes do salto (corrida) mais a energia elástica da vara deve ser igual à energia potencial gravitacional na altura máxima. Assim, podemos calcular o ganho percentual de energia devido à flexão da vara.

A energia mecânica da corrida é a soma das energias cinéticas e potencial gravitacional do centro de massa, considerando como referencial o solo, porém vamos considerar o referencial de altura no centro de massa, assim:

$$E_M = E_c = \frac{mv^2}{2} = m\left(\frac{9{,}2^2}{2}\right) \therefore E_M = m \cdot 42{,}32 \text{ J}$$

Para chegar à altura da barra com velocidade nula, temos somente a energia potencial gravitacional neste ponto que está há 5 m do centro de massa, representa o máximo de energia necessário para a tarefa.

$$E_{pg} = mg\Delta h = m \cdot 10 \cdot (6{,}03 - 1{,}03) \therefore E_{pg} = m \cdot 50{,}0 \text{ J}$$

Então, fazendo o cálculo da porcentagem entre os dois valores, temos:

$$\%\text{ ganho de energia} = \frac{50{,}0 - 42{,}32}{42{,}32} \cdot 100 = 18{,}15\%$$

5.

a. Dados: ΔS = 4,5x10⁹ km = 4,5x10¹²; Δt = 9,5 anos = 9,5x3x10⁷ s = 2,85 x 10⁸s.

Aplicando a definição de velocidade escalar média:

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{4{,}5 \times 10^{12}}{2{,}85 \times 10^8} \Rightarrow \boxed{v_m \cong 1{,}58 \times 10^4 \text{ m/s.}}$$

b. Dados: τ = 768x10¹¹J; m = 6x10⁵kg; v_0 = 0.

Aplicando o teorema da energia cinética:

$$\text{TEC}: \tau_R = \Delta E_{cin} \Rightarrow \tau = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow$$

$$\tau = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\tau}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 768 \times 10^{11}}{6 \times 10^5}} = \sqrt{256 \times 10^6} \Rightarrow$$

$$\boxed{v = 1{,}6 \times 10^4 \text{ m/s.}}$$

6.

a. Pela conservação da energia mecânica, a energia potencial elástica armazenada no arco é igual a energia cinética inicial da flecha.

$$E_{pot} = E_{cin} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{0{,}25(30)^2}{2} \Rightarrow \boxed{E_{pot} = 112{,}5 \text{ J.}}$$

b. Da expressão da altura máxima (H) para o lançamento oblíquo:

$$H = \frac{v_0^2 \text{ sen}^2\theta}{2g} = \frac{30^2\left(\sqrt{2}/2\right)^2}{20} = \frac{900}{40} \Rightarrow \boxed{h = 22{,}5 \text{ m.}}$$

c. O alcance horizontal (A) para um lançamento oblíquo pode ser dado pela expressão:

$$A = \frac{v_0^2}{g} \text{ sen}2\theta = \frac{30^2}{10} \text{ sen } 90° = \frac{900}{10} \Rightarrow \boxed{A = 90 \text{ m.}}$$

7. Dados: m = 50kg; k = 25 N/m; x = 20 cm = 2x10⁻¹m

Energia potencial elástica (E_p)

$$E_P = \frac{kx^2}{2} = \frac{25(2 \times 10^{-1})^2}{2} = \frac{25 \times 4 \times 10^{-2}}{2} \Rightarrow \boxed{E_P = 0{,}5 \text{ J.}}$$

Aceleração (a)

A intensidade da força elástica que a mola exerce no carrinho é dada pela lei de Hooke.

F_{el} = kx = 25x2x10⁻¹ → F_{el} = 5N.

Como o carrinho está em repouso, a força elástica exercida pela mola para a direita tem a mesma intensidade da força aplicada pelos pés do rapaz para a esquerda.

Assim:

$F_{rap} = F_{el} = 5N.$

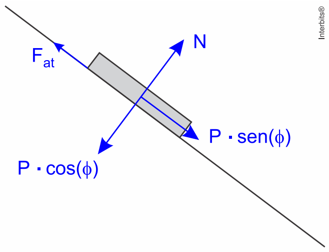
Pelo Princípio da Ação-Reação, o rapaz recebe do carrinho uma força de mesma intensidade para a direita, possibilitando que ele acelere.

Pelo Princípio Fundamental da Dinâmica

$F_{rap} = ma \rightarrow 5 = 50a \rightarrow a = 0{,}1\ m/s^2.$

8.

a. No ponto B, temos o seguinte diagrama de forças atuando sobre o sistema menino/caixa:



Assim, podemos equacionar de forma que:

$$F_{at} = \mu \cdot N = \mu \cdot P \cdot \cos\theta = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\theta$$
$$F_{at} = 0{,}25 \cdot 40 \cdot 10 \cdot 0{,}8$$
$$F_{at} = 80\ N$$

b. Pelo teorema da Energia Cinética, temos que:

$$\Delta E_C = \tau_{total} = \tau_{potencial} - \tau_{atrito}$$

Do enunciado, podemos encontrar a altura do ponto A em relação ao ponto C:

$$\text{sen}\,\theta = \frac{h}{AC}$$
$$h = 0{,}6 \cdot 10$$
$$h = 6\ m$$

A força de atrito entre os pontos C e D é diferente da calculada no item anterior, pois a força normal não é a mesma. Assim

$$F_{at}' = \mu \cdot N = \mu \cdot P = 0{,}25 \cdot 40 \cdot 10$$
$$F_{at}' = 100\ N$$

Com os valores das grandezas calculados, podemos continuar a desenvolver a equação do teorema da energia cinética.

$$\Delta E_C = \tau_{total} = \tau_{potencial} - \tau_{atrito}$$
$$E_{C_f} - E_{C_i} = \tau_{potencial} - \left(\tau_{atrito_{AC}} + \tau_{atrito_{CD}}\right)$$
$$0 - \frac{m \cdot v_A^2}{2} = m \cdot g \cdot h - (F_{at} \cdot AC + F_{at}' \cdot CD)$$
$$-\frac{40 \cdot 1^2}{2} = 40 \cdot 10 \cdot 6 - (80 \cdot 10 + 100 \cdot CD)$$
$$-20 = 2400 - 800 - 100 \cdot CD$$
$$CD = 16{,}2\ m$$

Assim, a distância total percorrida (d) é de:

$$d = AC + CD = 10 + 16{,}2$$
$$d = 26{,}2\ m$$

9.

a. A compressão da mola que assume equilíbrio estático é aquela em que temos a força elástica igual à força de atrito estático:

$$F_e = F_{at.est.}$$

Aplicando as expressões das referidas forças, isolando a compressão da mola e substituindo os valores, temos:

$$kx = \mu_e mg \Rightarrow x = \frac{\mu_e mg}{k} \Rightarrow x = \frac{0{,}5 \cdot 5\ kg \cdot 10\ m/s^2}{100\ N/m} \therefore x = 0{,}25\ m$$

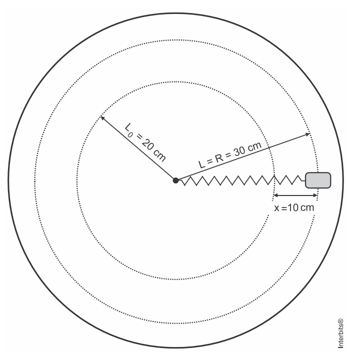
b. Por conservação de energia para o sistema dissipativo, a energia dissipada pelo atrito E_d descontada da energia elástica proporcionada pela mola E_e deve ser igual à energia cinética E_c, portanto:

$$E_e - E_d = E_c \Rightarrow \frac{kx^2}{2} - F_{at.cin.} \cdot x = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \frac{kx^2}{2} - \mu_c mgx = \frac{mv^2}{2}$$

Explicitando a equação para a velocidade:

$$v = \sqrt{\frac{2}{m}\left(\frac{kx^2}{2} - \mu_c mgx\right)} \Rightarrow v =$$
$$= \sqrt{\frac{2}{5\ kg}\left(\frac{100\ N/m \cdot (0{,}5\ m)^2}{2} - 0{,}4 \cdot 5\ kg \cdot 10\ m/s^2 \cdot 0{,}5\ m\right)} \therefore v = 1\ m/s$$

10. A figura ilustra a situação descrita.



a. Dado: k = 300 N/m.

Da figura:

$x = L - L_0 = 30 - 20 = 10\ cm \rightarrow x = 10^{-1}m.$

Pela lei de Hooke, calcula-se o módulo (F) da força elástica.

$F = kx = 300 \times 10^{-1} \rightarrow F = 30N.$

b. A força elástica (F) age no bloco como resultante centrípeta (F_{Rcentr})

O raio da trajetória é R = 30 cm = 0,3 m.

$$F_{Rcent} = F \Rightarrow m\omega^2 R = F \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{F}{mR}} = \sqrt{\frac{30}{1 \times 0{,}3}} = \sqrt{100} \Rightarrow$$

$$\boxed{\omega = 10\,rad/s.}$$

c. a energia mecânica (E) é a soma da energia cinética com a energia potencial elástica:

$$E = E_{cin} + E_{pot} = \frac{m\omega^2 R^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{1 \times 10^2 \times 0{,}3^2}{2} + \frac{300 \times 0{,}1^2}{2} = 4{,}5 + 1{,}5 \Rightarrow \boxed{E = 6\,J.}$$

d. Da definição de potência média.

$$P = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{P}{E} = \frac{6}{0{,}3} \Rightarrow \boxed{\Delta t = 20\,s.}$$

11.

a. Teremos:

$$W_{atrito} = \Delta E_c$$
$$-F_{at} \cdot d = E_{c_f} - E_{c_i}$$
$$-F_{at} \cdot d = 0 - E_{c_i}$$
$$-F_{at} \cdot d = -\frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow \mu \cdot N \cdot d = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow \mu \cdot m \cdot g \cdot d = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$
$$\mu = \frac{\frac{1}{2} m \cdot v^2}{m \cdot g \cdot d} \Rightarrow \mu = \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot d} \Rightarrow \mu = \frac{6^2}{2 \cdot 10 \cdot 9} \Rightarrow \mu = 0{,}2$$

b. A velocidade do projétil durante a subida é constante, logo:

$$t = \frac{S}{V_x} \Rightarrow t = \frac{3{,}6}{6} \Rightarrow t = 0{,}6\ s$$

Ao chegar ao platô, o bloco terá velocidade no eixo y nula, logo:

$$V_y = V_{0_y} - gt$$
$$0 = V_{0_y} - gt$$
$$V_{0_y} = gt$$
$$V_{0_y} = 10 \cdot 0{,}6 \Rightarrow V_{0_y} = 6\ m/s$$
$$tg\theta = \frac{V_{0_y}}{V_{0_x}} \Rightarrow \theta = arctg\left(\frac{V_{0_y}}{V_{0_x}}\right) \Rightarrow \theta = arctg\left(\frac{6}{6}\right) \Rightarrow \theta = arctg(1)$$
$$\theta = 45°$$

12. Para calcular a energia cinética do conjunto, é necessário saber a massa total do mesmo. Para isso, pode-se escrever:

$$m_T = m_{navio} + m_{passageiro} + m_{carro}$$
$$m_T = 450000 + 1000 \cdot 70 + 150 \cdot 1000$$
$$m_T = 6{,}7 \cdot 10^5\ kg$$

Calculando o valor da energia cinética, tem-se:

$$E_c = \frac{1}{2} m_T \cdot v^2 = \frac{1}{2}(6{,}7 \cdot 10^5) \cdot \left(\frac{108}{3{,}6}\right)^2$$
$$E_c = 301{,}5 \cdot 10^6\ J$$
$$E_c = 301{,}5\ MJ$$

13. Dados: m = 360 g = 0,36 kg; ω = 2 rad/s; r = 15 cm = 0,15 m; g = 10m/s^2; π **= 3.**

a. Na situação descrita, a força de atrito age como resultante centrípeta.

$\mathbf{F_{at} = R_{cent} = m\omega^2}r = 0{,}36 \times 4 \times 0{,}15 \rightarrow F_{at} = 0{,}216$ N.

b. O ângulo descrito em 12 s é:

$\Delta\theta = \omega\Delta t = 2 \times 12 = 24$ rad.

Por proporção direta:

$$\begin{cases} 1 \text{ volta} \rightarrow 2\pi \text{ rad} \\ n \text{ voltas} \rightarrow 24 \text{ rad} \end{cases} \Rightarrow n = \frac{24}{2\pi} = \frac{12}{3} \Rightarrow n = 4 \text{ voltas.}$$

Calculando a variação da altura.

$$\begin{cases} 1 \text{ volta} \rightarrow 3 \text{ cm} \\ 4 \text{ voltas} \rightarrow \Delta h \end{cases} \Rightarrow \Delta h = 12 \text{ cm} = 0{,}12 \text{ m.}$$

A variação da energia potencial é:

$$\Delta E_p = m\,g\,\Delta h = 0{,}36 \times 10 \times 0{,}12 \Rightarrow \boxed{\Delta E_p = 0{,}432\ J.}$$

14.

a. Como são desprezadas as forças dissipativas, analisando o movimento por conservação de energia mecânica, temos que:

$$E_{M_i} = E_{M_f}$$
$$E_{p_i} + E_{c_i} = E_{c_f}$$
$$E_{c_f} = m \cdot g \cdot h + \frac{m \cdot v_o^2}{2}$$
$$E_{c_f} = 50 \cdot 10 \cdot 250 + \frac{50 \cdot \left(\frac{200}{3{,}6}\right)^2}{2}$$
$$E_{c_f} \simeq 202{,}3\ kJ$$

b. Para encontrar a distância horizontal percorrida, temos que analisar o movimento horizontal do objeto.

$$\Delta S_x = v_x \cdot t$$

Onde,

$$v_x = v_o = 55{,}6\ m/s$$

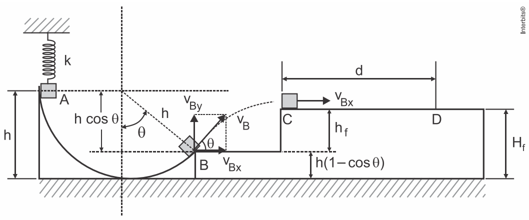
O tempo para o movimento é o mesmo do tempo de queda do projétil. Assim,

$$\Delta S_y = v_{oy} \cdot t + \frac{g \cdot t^2}{2} = 250$$
$$t = \sqrt{\frac{250 \cdot 2}{10}}$$
$$t = 7{,}07\ s$$

Fazendo a substituição, encontramos o valor da distância percorrida pelo objeto.

$$\Delta S_x = 55{,}6 \cdot 7{,}07$$
$$\Delta S_x \simeq 393{,}1\ m$$

15.



Na figura: $\begin{cases} v_{Bx} = v_B \cos\theta \\ v_{By} = v_B \,\text{sen}\,\theta \end{cases}$

a. Usando a conservação da energia mecânica entre os pontos A e B, calculamos a velocidade em B:

$$E_{mec}^{A} = E_{mec}^{B} \Rightarrow \frac{k\,x^2}{2} + m\,g\,h_A = \frac{mv_B^2}{2} + m\,g\,h_B \Rightarrow$$

$$\frac{k\,x^2}{2} + m\,g\,h = \frac{mv_B^2}{2} + m\,g\,(h - h\cos\theta) \Rightarrow$$

$$\boxed{v_B^2 = \frac{k\,x^2}{m} + 2\,g\,h\cos\theta.}$$

A partir do ponto B, temos um lançamento oblíquo com altura máxima hf em relação ao ponto de lançamento.

$$v_y^2 = v_{By}^2 - 2\,g\,h_f \Rightarrow 0 = \left(v_B \,\text{sen}\,\theta\right)^2 - 2\,g\,h_f \Rightarrow h_f = \frac{v_B^2\,\text{sen}^2\theta}{2g} \Rightarrow$$

$$h_f = \left(\frac{k\,x^2}{m} + 2g\,h\cos\theta\right)\frac{\text{sen}^2\theta}{2g} \Rightarrow h_f = \left(\frac{k\,x^2}{2\,m\,g} + h\cos\theta\right)\text{sen}^2\theta.$$

Da figura:

$$H_f = h_f + h(1-\cos\theta) \Rightarrow H_f = \left(\frac{k\,x^2}{2\,m\,g} + h\cos\theta\right)\text{sen}^2\theta + h(1-\cos\theta)$$

$$H_f = \frac{k\,x^2}{2\,m\,g}\,\text{sen}^2\theta + h\cos\theta\,\text{sen}^2\theta + h(1-\cos\theta) \Rightarrow$$

$$H_f = \frac{k\,x^2}{2\,m\,g}\,\text{sen}^2\theta + h\left[\cos\theta\left(1-\cos^2\theta\right) + 1 - \cos\theta\right] \Rightarrow$$

$$\boxed{H_f = \frac{k\,x^2\,\text{sen}^2\theta}{2\,m\,g} + h\left(1-\cos^3\theta\right).}$$

b. O movimento na superfície plana horizontal tem velocidade inicial $v_c = v_{Bx} = v_B \cos\theta$ e velocidade final $v_D = 0$.

Entre os pontos C e D a força resultante é a força de atrito. Aplicando o teorema da energia cinética entre esses pontos:

$$W_{Fat} = E_{cin}^{D} - E_{cin}^{C} \Rightarrow -F_{at}\,d = \frac{mv_D^2}{2} - \frac{mv_C^2}{2} \Rightarrow$$

$$-\mu\,\cancel{m}\,g\,d = 0 - \frac{\cancel{m}\left(v_B\cos\theta\right)^2}{2} \Rightarrow d = \frac{1}{2\mu\,g}\,v_B^2\cos^2\theta \Rightarrow$$

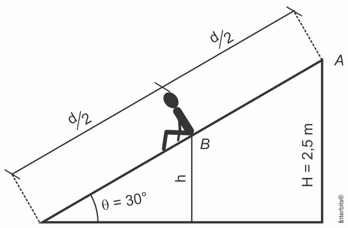
$$d = \frac{1}{2\mu\,g}\left(\frac{k\,x^2}{m} + 2\,g\,h\cos\theta\right)\cos^2\theta \Rightarrow$$

$$\boxed{d = \left(\frac{k\,x^2}{2\,\mu\,m\,g} + \frac{h\cos\theta}{\mu}\right)\cos^2\theta.}$$

16.

a. Dados: m = 30 kg; g = 10 m/s²; H = 2,5 m.

Analisemos a figura a seguir:



Por semelhança de triângulos:

$$\frac{h}{H} = \frac{d/2}{d} \Rightarrow h = \frac{H}{2} = \frac{2{,}5}{2} \Rightarrow h = 1{,}25\ \text{m}.$$

O sistema é conservativo. Com referencial na base do plano, vem:

$$E_{Mec}^{A} = E_{Mec}^{B} \Rightarrow E_{Cin}^{A} + E_{Pot}^{A} = E_{Cin}^{B} + E_{Pot}^{B} \Rightarrow 0 + m\,g\,H = E_{Cin}^{B} + m\,g\,h \Rightarrow$$

$$E = E_{Cin}^{B} = m\,g\,(H-h) = 30 \times 10 \times 1{,}25 \Rightarrow \boxed{E = 375\ \text{J}.}$$

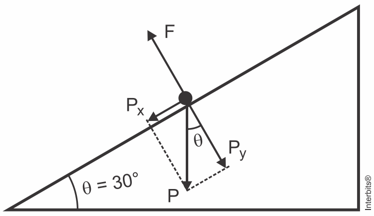
Calculando a velocidade e a quantidade de movimento (Q) no ponto B:

$$\frac{m\,v_B^2}{2} = E \Rightarrow v_B^2 = \frac{2\,E}{m} = \frac{2 \cdot 375}{30} = 25 \Rightarrow v_B = 5\ \text{m/s}.$$

$$Q = m\,v_B = 30 \cdot 5 \Rightarrow \boxed{Q = 150\ \text{kg}\cdot\text{m/s}.}$$

b. Dados: m = 30kg; g = 10 m/s²; cos30° = 0,9.

Como não há atritos a considerar, a força de contato entre o escorregador e a criança é a força normal, de intensidade F.



$F = P_y = P\cos\theta = mg\cos 30° = 30.10.0{,}9 \rightarrow F = 270$ N.

c. Dados: m = 30kg; g = 10m/s²; sen30° = 0,5.

A força resultante sobre a criança é a componente tangencial do peso, $\mathbf{P_x}$.

$F_{res} = P_x = mg\,\text{sen}\theta \rightarrow \cancel{m}a = \cancel{m}g\,\text{sen}30° = 10.0{,}5 \rightarrow a = 5\text{m/s}^2$.

17.

a. Para o diagrama de corpo livre abaixo ilustrado, temos as forças:

F = força aplicada;

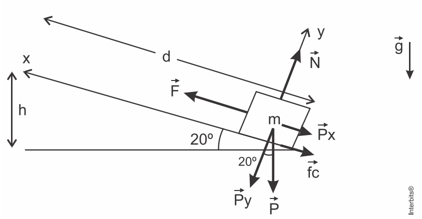
P = força peso;

N = força normal;

f_c = força de atrito cinético;

Obs.: As forças P_x e P_y são decorrentes da decomposição da força peso na direção do plano inclinado (eixo x) e na direção perpendicular à superfície (eixo y).

Diagrama de Corpo Livre



O trabalho realizado pelo homem para arrastar o pacote pela rampa é dado pela equação

W = F.d

Onde,

W = trabalho em joules (J)

F = força em newtons (N)

d = distância da rampa em metros (m)

Como a operação se realiza em velocidade constante, temos que a Força Resultante é nula, e, portanto através do diagrama de corpo livre verificamos que no eixo x, temos $F = P_x + f_c$

E no eixo y

$N = P_y$

Como $P_x = P\text{sen}\theta = mg\text{sen}\theta$ e $P_y = P\cos\theta = mg\cos\theta$

A força de atrito cinético é dada por $f_c = \mu_c N = \mu_c mg\cos\theta$

Finalmente ficamos com a expressão final para a força F

$F = mg\text{sen}\theta + \mu_c mg\cos\theta = mg\,(\text{sen}\theta + \mu_c\cos\theta)$

E o trabalho será o produto da força F pela distância d

$W = mgd(\text{sen}\theta + \mu_c\cos\theta)$

Substituindo os valores

$W = 40\text{kg}.10\ \text{m/(s}^2).3\text{m}(0{,}34 + 0{,}20.0{,}94) = 633{,}6\text{J}$

b. A variação da Energia Potencial Gravitacional (U) é dada pela expressão

U = mgh

Em que $h = d\text{sen}\theta$ usando a trigonometria

Logo,

$U = 40\text{kg}.10\ \text{m/(s}^2).3\text{m}.0{,}34 = 408\ \text{J}$

18.

a. $\text{Dados}: E/V = \dfrac{5\ \text{kcal}}{\text{L}};\ V/\Delta t = \dfrac{3\ \text{L}}{\text{min}};\ 1\ \text{cal} = 4\ \text{J}.$

b. $\text{Dados}:\ \Delta t = 20\ \text{min} = 1.200\ \text{s}.$

$E = P\,\Delta t = 1.000\cdot 1.200 \Rightarrow \boxed{E = 1{,}2\times 10^6\ \text{J}.}$

c. $\text{Dados}: P_b = 100\ \text{W};\ E/V = \dfrac{5\ \text{kcal}}{\text{L}};\ \Delta t = 1\ \text{min} = 60\ \text{s};\ 1\ \text{cal} = 4\ \text{J}.$

A energia basal consumida em 1 min é:

$E_b = P_b\,\Delta t = 100\cdot 60 = 6.000\ \text{J} = 1.500\ \text{cal} = 1{,}5\ \text{kcal}.$

O volume consumido de O_2 pode ser obtido por proporção direta:

$$\left\{\begin{matrix} 5\ \text{kcal} & \to & 1\ \text{L} \\ 1{,}5\ \text{kcal} & \to & V \end{matrix}\right\rangle \Rightarrow V = \frac{1{,}5}{5} \Rightarrow \boxed{V = 0{,}3\ \text{L}.}$$

19.

a. Usando a conservação da energia mecânica entre os pontos B e C, com referencial em B, vem:

$$E_{mec}^{B} = E_{mec}^{C} \Rightarrow \frac{\cancel{m}v_B^2}{2} = \cancel{m}gh_{BC} + \frac{\cancel{m}v_C^2}{2} \Rightarrow v_C^2 = v_B^2 - 2gh_{BC} \Rightarrow$$

$$v_C = \sqrt{\left(10\cdot\sqrt{2}\right)^2 - 2\cdot 10\cdot(30-22)} = \sqrt{200-160} = \sqrt{40} \Rightarrow$$

$$\boxed{v_C = 2\sqrt{10}\ \text{m/s}.}$$

b. Se o esquiador passar pelo ponto C na iminência de perder o contato com a pista, na iminência de voar, a normal nesse ponto deve ser nula. Então a resultante centrípeta é seu próprio peso.

$$R_{cent} = P \Rightarrow \frac{\cancel{m}v_C^2}{r} = \cancel{m}g \Rightarrow v_C = \sqrt{rg} = \sqrt{10\cdot 10} \Rightarrow v_C = 10\ \text{m/s}.$$

Usando a conservação da energia mecânica entre A e C, com referencial em C, vem:

$$E_{mec}^{A} = E_{mec}^{C} \Rightarrow \cancel{m}g(h_A - h_C) = \frac{\cancel{m}v_C^2}{2} \Rightarrow h_A - h_C = \frac{v_C^2}{2g} \Rightarrow h_A = \frac{10^2}{20} + 30$$

$$\boxed{h_A = 35\ \text{m}.}$$

20.

a. Considerando A o ponto de lançamento e B o ponto quando a altura em relação ao solo é de 0,8 m por conservação de energia mecânica:

$$E_{M(A)} = E_{M(B)}$$

Como a energia mecânica E_M em cada ponto é a soma da energia cinética E_c e a energia potencial gravitacional E_{pg}:

$$E_{c(A)} + E_{pg(A)} = E_{c(B)} + E_{pg(B)}$$

Sabendo que $E_{c(A)} = 0$, $E_c = m.v^2/(2)$ e $E_{pg} = m.g.h$

$$m\cdot g\cdot h_A = \frac{m\cdot v_B{}^2}{2} + m\cdot g\cdot h_B$$

Explicitando a velocidade em B:

$$v_B = \sqrt{2g(h_A - h_B)}$$

Substituindo os valores:

$$v_B = \sqrt{2\cdot 10\cdot(1{,}8-0{,}8)} = \sqrt{20} = 2\sqrt{5}\ \text{m/s} \approx 4{,}47\ \text{m/s}$$

b. Usando a expressão da velocidade em função do tempo para a queda livre e tomando como referencial positivo o eixo vertical para baixo, temos:

$$v_B = v_A + g\cdot t$$

$$t = \frac{v_B - v_A}{g} = \frac{2\sqrt{5} - 0}{10} = \frac{\sqrt{5}}{5}\text{s} \approx 0{,}447\,\text{s}$$

c. Logo após o primeiro quique da bola, 19% da energia mecânica inicial foi perdida e a bola começa a subir com a velocidade máxima após o choque com o solo:

Considerando os índices i (antes do choque) e f (depois do choque), por conservação de energia mecânica conseguimos calcular a velocidade máxima da bola logo após do choque com o solo.

$E_{M(i)} = E_{c(f)} + E_{pg(f)} + E_d$

Sabendo que $E_{M(i)} = mgh$

De acordo com o enunciado a energia dissipada com o atrito E_d é: $E_d = 0{,}19.E_{M(i)}$

E ainda $E_{pg(f)} = 0$ (solo)

Ficamos então com:

$$mgh = \frac{m \cdot v_f^2}{2} + 0 + 0{,}19 \cdot mgh$$

Isolando a velocidade:

$$v_f = \sqrt{2 \cdot 0{,}81 \cdot gh} = \sqrt{2 \cdot 0{,}81 \cdot 10 \cdot 1{,}8} = \sqrt{29{,}16} \approx 5{,}4 \text{ m/s}$$

A quantidade de movimento ou o momento linear Q é dado por :

$$Q = m \cdot v$$
$$Q = 0{,}060 \text{kg} \cdot 5{,}4 \text{m/s} = 0{,}324 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

d. Para a bola permanecer com aproximadamente 2/3 da energia inicial, basta ir reduzindo gradualmente 19% referente a cada quique.

1° quique: $E_{M(f1)} = E_{M(i)} - 0{,}19.E_{M(i)} = 0{,}81.E_{M(i)}$

2° quique: $E_{M(f2)} = 0{,}81.E_{M(i)} - 0{,}19.E_{M(i)} = 0{,}62.E_{M(i)}$

Logo, após dois quiques temos a energia mecânica reduzida a 62% de energia inicial, valor próximo a 2/3 da energia mecânica inicial.

21. O trabalho é numericamente igual a "área" entre a linha do gráfico e o eixo horizontal.

$$W = \frac{8 \cdot 2}{2} - \frac{4 \cdot 1}{2} \Rightarrow \boxed{W = 6 \text{ J.}}$$

22. Combinando as expressões da potência útil instantânea e do princípio fundamental da dinâmica:

$$\left\{\begin{array}{l} P_u = F_{res}\, v \\ F_{res} = ma = \frac{P}{g} a \end{array}\right\rangle P_u = \frac{P}{g} av \Rightarrow a = \frac{P_u\, g}{v\, P} = \frac{132 \times 10^3 \cdot 10}{20 \cdot 2 \times 10^4} \Rightarrow \boxed{a = 3{,}3 \text{m/s}^2.}$$

23.

a. Velocidade da estrela no SI:

$v = 2{,}88 \cdot 10^4$ km/h $= 8 \cdot 10^3$ m/s

Cálculo da energia cinética:

$$E_c = \frac{mv^2}{2} = \frac{600 \cdot (8 \cdot 10^3)^2}{2}$$
$$\therefore E_c = 1{,}92 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

b. O raio da órbita é dado por:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$
$$8 \cdot 10^3 = \frac{2 \cdot 3 \cdot R}{100 \cdot 60}$$
$$R = 8 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Portanto, a aceleração centrípeta será:

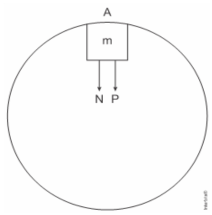
$$a_c = \frac{v^2}{R} = \frac{(8 \cdot 10^3)^2}{8 \cdot 10^6}$$
$$\therefore a_c = 8 \text{ m/s}^2$$

24.

a. Pelo teorema da energia cinética:

$$\Delta E = |\tau_{fat}| = F_{at} \cdot d = \mu \, mgd$$
$$\Delta E = 0{,}3 \cdot 0{,}4 \cdot 10 \cdot 0{,}5$$
$$\therefore \Delta E = 0{,}6 \text{ J}$$

b. Para o ponto A, temos:



Para que a velocidade em A seja mínima, devemos ter que N = 0. Sendo assim, o peso atua como resultante centrípeta:

$$F_{cp} = P \Rightarrow \frac{mv_A^2}{R} = mg \Rightarrow v_A = \sqrt{Rg} = \sqrt{0{,}9 \cdot 10}$$
$$\therefore v_A = 3 \text{ m/s}$$

Por conservação de energia entre A e B:

$$E_B = E_A \Rightarrow \frac{mv_B^2}{2} = \frac{mv_A^2}{2} + mg \cdot 2R \Rightarrow v_B^2 = v_A^2 + 4gR \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v_B^2 = 3^2 + 4 \cdot 10 \cdot 0{,}9 \Rightarrow v_B = \sqrt{9 + 36}$$
$$\therefore v_B = 3\sqrt{5} \text{ m/s}$$

c. Entre o ponto inicial (mola comprimida) e o ponto B, devemos ter que:

$$E_0 = E_B + \Delta E \Rightarrow \frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{mv_B^2}{2} + \Delta E \Rightarrow \frac{k \cdot 0{,}2^2}{2} = \frac{0{,}4 \cdot 45}{2} + 0{,}6 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 0{,}02k = 9 + 0{,}6 \Rightarrow k = \frac{9{,}6}{0{,}02}$$
$$\therefore k = 480 \text{ N/m}$$

ANOTAÇÕES

Biologia total
PROF. PAULO JUBILUT

contato@biologiatotal.com.br
/biologiajubilut
Biologia Total com Prof. Jubilut
@biologiatotaloficial
@Prof_jubilut
biologiajubilut