

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE FÍSICA

4310127 - FÍSICA I PARA QUÍMICA

LISTA 4

SEMESTRE 2

2012

Data: 03 Setembro 2012

---

1. Um trabalhador de uma fábrica exerce uma força horizontal para empurrar com velocidade constante por uma distância de 4,5 m um engradado de 30,0 kg ao longo de um piso plano. O coeficiente de atrito cinético entre o engradado e o piso é igual a 0,25. a) Qual o módulo da força aplicada pelo trabalhador? b) Qual o trabalho realizado por essa força sobre o engradado? c) Qual o trabalho realizado pelo atrito sobre o engradado? d) Qual o trabalho realizado sobre o engradado pela força normal? e) Qual o trabalho total realizado sobre o engradado?

**Resposta: a) 74 N; b) +333 J; c) -333 J; d) 0 J; e) 0 J.**

2. Um pintor de 75 kg sobe uma escada com 2,75 m de comprimento apoiada em uma parede vertical. A escada forma um ângulo de  $30^\circ$  com a parede. a) Qual é o trabalho realizado pelo pintor durante o movimento? b) A resposta ao item (a) depende do fato de o pintor subir a uma velocidade escalar constante ou acelerar escada acima?

**Resposta: a) -1750 J; b) Não.**

3. Uma bola de 0,800 kg é amarrada à extremidade de um fio de 1,60 m de comprimento e balançada de modo a perfazer um círculo vertical. a) Por um círculo completo, com início em qualquer ponto, calcule o trabalho total realizado sobre a bola i) pela tensão no fio; e ii) pela gravidade. b) Repita o item (a) para o movimento ao longo de um semicírculo, do ponto mais baixo ao ponto mais alto da trajetória.

**Resposta: a) i) a tensão não trabalha; ii) 0 J; b) i) a tensão não trabalha ii) -25,1 J.**

4. Calcule alguns valores típicos de energia cinética: a) Quantos joules de energia cinética uma pessoa de 75 kg tem quando caminha e quando corre? b) No modelo atômico de Bohr, o elétron de hidrogênio possui uma velocidade escalar orbital de 2190 km/s. Qual é sua energia cinética? c) Se você largar um peso de 1,0 kg da altura do seu ombro, quantos joules de energia cinética ele terá quando atingir o solo? d) É razoável afirmar que uma criança de 30 kg pode correr o suficiente para ter 100 J de energia cinética?

**Resposta: a) 1400 J; b)  $2,2 \times 10^{-18}$  J; c) 16 J; d) Sim, é razoável.**

5. A massa de um próton é 1836 vezes maior que a de um elétron. a) Um próton está se deslocando a uma velocidade  $v$ . A qual velocidade escalar (em termos de  $v$ ) um elétron teria a mesma energia cinética do próton? b) Um elétron possui energia cinética  $K$ . Se um próton possui a mesma velocidade escalar do elétron, qual é a sua energia cinética (em termos de  $K$ )?

**Resposta: a)  $42,85v$ ; b)  $1836K$ .**

6. Uma bola de futebol de massa igual a 0,420 kg possui velocidade inicial de 2,0 m/s. Uma jogadora de futebol dá um chute na bola exercendo uma força constante de módulo igual a 40,0 N na mesma direção e no mesmo sentido do movimento da bola. Que distância seu pé deve percorrer em contato com a bola para que a velocidade da bola aumente para 6,0 m/s?

**Resposta: 16,8 cm.**

7. É necessário realizar um trabalho de 12,0 J para esticar 3,0 cm uma mola a partir do seu comprimento sem deformação. a) Qual é a constante de força dessa mola? b) Qual o módulo de força necessário para alongar a mola em 3,0 cm a partir do seu comprimento sem deformação? c) Calcule o trabalho necessário para esticar 4,0 cm essa mola a partir do seu comprimento sem deformação e qual força é necessária para alongá-la nessa distância.

**Resposta:** a)  $2,67 \times 10^4$  N/m; b) 801 N; c) 21,4 J.

8. Um bloco de gelo de 4,0 kg é colocado contra uma mola horizontal cuja constante da força é  $k = 200$  N/m, sendo comprimida em 0,025 m. A mola é liberada e acelera o bloco em uma superfície horizontal. Despreze o atrito e a massa da mola. a) Calcule o trabalho realizado pela mola sobre o bloco quando ele se desloca de sua posição inicial até o local em que a mola retorna ao seu comprimento sem deformação. b) Qual é a velocidade do bloco no instante em que ele abandona a mola?

**Resposta:** a) 0,060 J; b) 0,18 m/s.

9. O consumo total de energia elétrica nos Estados Unidos é aproximadamente igual a  $1,0 \times 10^{19}$  J por ano. a) Qual é a taxa de consumo médio de energia elétrica em watts? b) Sabendo que a população dos Estados Unidos é de 300 milhões de habitantes, qual é a taxa de consumo médio de energia elétrica por pessoa? c) A energia da radiação solar que atinge a Terra possui uma taxa aproximadamente igual a 1,0 kW por metro quadrado da superfície terrestre. Se essa energia pudesse ser convertida em energia elétrica com eficiência de 40%, qual seria a área (em quilômetros quadrados) para coletar a energia solar necessária para obter a energia elétrica usada nos Estados Unidos?

**Resposta:** a)  $3,2 \times 10^{11}$  W; b) 1,1 kW/pessoa; c) 800 km<sup>2</sup>.

10. **Magnetar.** Em 27 de dezembro de 2004, astrônomos observaram o maior clarão de luz jamais registrado fora do sistema solar, proveniente da estrela de nêutron altamente magnética SGR 1806-20 (um magnetar). Em 0,20 s, essa estrela liberou a mesma energia que o Sol em 250000 anos. Se  $P$  é a potência média do Sol, qual é a potência média (em termos de  $P$ ) desse magnetar?

**Resposta:**  $3,9 \times 10^{13} P$ .

11. Um rebocador de esqui opera com uma corda de 300 m inclinada de  $15,0^\circ$  em relação à horizontal. A corda se move a 12 km/h e a potência é fornecida simultaneamente para 50 esquiadores, cada um deles com massa igual a 70 kg. Estime a potência necessária para operar o rebocador.

**Resposta:** 29,6 kW.

12. **Pêndulo.** Uma pedra com massa de 0,12 kg está presa a um fio de 0,80 m comprimento, de massa desprezível, formando um pêndulo. O pêndulo oscila até um ângulo de  $45^\circ$  com a vertical. Despreze a resistência do ar. a) Qual é a velocidade da pedra quando ela passa pela posição vertical? b) Qual é a tensão no fio quando ele faz um ângulo de  $45^\circ$  com a vertical? c) Qual é a tensão do fio quando ele passa pela posição vertical?

**Resposta:** a) 2,1 m/s; b) 0,83 N; c) 1,9 N.

13. A constante de uma certa mola de massa desprezível é dada por  $k = 1600$  N/m. a) Qual deve ser a distância da compressão dessa mola para que ela armazene uma energia potencial igual a 3,2 J? b) Você prende verticalmente uma das extremidades da mola sobre o solo. Deixa cair sobre a mola um livro de 1,20 kg a partir de uma altura de 0,80 m acima da extremidade superior da mola. Calcule a distância de compressão máxima dessa mola.

**Resposta:** a) 6,32 m; b) 12 cm.

14. Em uma experiência, uma das forças que atuam sobre um próton é dada por  $\vec{F} = -\alpha x^2 \hat{i}$ , onde  $\alpha = 12 \text{ N/m}^2$ . a) Qual é o trabalho realizado pela força  $\vec{F}$  quando o próton se desloca ao longo de uma linha reta do ponto (0,10 m, 0) ao ponto (0,10 m, 0,40 m)? b) E ao longo de uma linha reta do ponto

(0.10 m, 0) ao ponto (0.30 m, 0)? c) E ao longo de uma linha reta do ponto (0.30 m, 0) ao ponto (0.10 m, 0)? d) A força  $\vec{F}$  é conservativa? Explique se a força  $\vec{F}$  for conservativa, qual é a função energia potencial associada a ela? Sendo  $U = 0$  para  $x = 0$ .

**Resposta:** a) zero; b) -0,10 J; c) +0,10 J; d) conservativa;  $U(x) = \frac{1}{3}\alpha x^3$ .

15. **Bombardeio por próton.** Um próton com massa igual a  $1,67 \times 10^{-27}$  kg é impulsionado com uma velocidade inicial de  $3,00 \times 10^5$  m/s diretamente contra um núcleo de urânio situado a uma distância de 5 m. O próton é repelido pelo núcleo de urânio com uma força com módulo  $F_x = \alpha/x^2$ , onde  $x$  é a distância entre as duas partículas e  $\alpha = 2,12 \times 10^{-26}$  N·m<sup>2</sup>. Suponha que o núcleo de urânio permaneça em repouso. a) Qual a velocidade do próton quando ele está a uma distância de  $8 \times 10^{-10}$  m do núcleo de urânio? b) À medida que o próton se aproxima do núcleo de urânio, a força de repulsão faz sua velocidade diminuir até ele ficar momentaneamente em repouso, depois do que ele passa a se afastar do núcleo de urânio. Qual a distância mínima entre o próton e o núcleo de urânio? c) Qual a velocidade do próton quando ele está novamente a uma distância de 5 m do núcleo de urânio?

**Resposta:** a)  $2,41 \times 10^5$  m/s; b)  $2,82 \times 10^{-10}$  m; c)  $30 \times 10^5$  m/s.

16. **Ciclismo.** Para uma bicicleta de competição, o coeficiente  $C$  ( $f_{ar} = \frac{1}{2}CA\rho v^2$ ) de arraste é 1,0, a área frontal (A) é igual a  $0,463$  m<sup>2</sup> e o coeficiente de atrito de rolamento é igual a 0,0045. Uma ciclista possui massa de 50,0 kg, e sua bicicleta possui massa de 12 kg. A densidade do ar ( $\rho$ ) é de  $1,2$  kg/m<sup>3</sup>. a) Para manter uma velocidade de 12,0 m/s em uma estrada horizontal, qual deve ser a potência fornecida pela ciclista para a roda traseira? b) Durante uma corrida, a mesma ciclista usa outra bicicleta com coeficiente de atrito de rolamento igual a 0,0030 e massa de 9,0 kg. Ela também se curva para baixo, reduzindo seu coeficiente de arraste para 0,88 e sua área frontal para  $0,366$  m<sup>2</sup>. Qual deve ser a potência fornecida pela ciclista para a roda traseira manter uma velocidade de 12,0 m/s? c) Para a situação descrita na parte (b), qual é a potência necessária para manter uma velocidade de 6,0 m/s? Note a grande queda de potência necessária quando a velocidade se reduz somente à metade.

**Resposta:** a) 513 W; b) 355 W; c) 52,1 W.

17. Considere uma certa mola que não obedece rigorosamente à lei de Hooke. Uma das extremidades da mola é mantida fixa. Para manter a mola comprimida ou esticada a uma distância  $x$ , é necessário aplicar uma força na extremidade livre da mola ao longo do eixo  $Ox$  com módulo dado por  $F_x = kx - bx^2 - cx^3$ . Aqui,  $k = 100$  N/m,  $b = 700$  N/m<sup>2</sup> e  $c = 12000$  N/m<sup>3</sup>. Note que para  $x > 0$ , a mola está esticada e para  $x < 0$  a mola está comprimida. a) Qual o trabalho necessário para esticar essa mola 0,050 m a partir do seu comprimento sem deformação? b) Qual o trabalho necessário para comprimir essa mola 0,050 m a partir do seu comprimento sem deformação? c) É mais fácil comprimir ou esticar essa mola? Explique por que, em termos da dependência de  $F_x$  com  $x$ . (Muitas molas reais se comportam qualitativamente do mesmo modo.)

**Resposta:** a) 0,12 J; b) 0,17 J; c) Explique.

18. **Fazendo um looping.** Um carro em um parque de diversões se desloca sem atrito ao longo do trilho indicado na Figura 1. Ele parte do repouso no ponto A situado a uma altura  $h$  acima da base do círculo. Considere o carro como uma partícula. a) Qual é o menor valor de  $h$  (em função de  $R$ ) para que o carro atinja o topo do círculo (ponto B) sem cair? b) Se  $h = 3,50R$  e  $R = 20$  m, calcule a velocidade, o componente radial da aceleração e o componente tangencial da aceleração dos passageiros quando o carro está no ponto C, que está na extremidade de um diâmetro horizontal. Use um diagrama aproximadamente em escala para mostrar essas componentes da aceleração.

**Resposta:** a)  $h = \frac{5}{2}R$ ; b) 31,3 m/s,  $a_r = 49$  m/s<sup>2</sup>,  $a_t = 9,8$  m/s<sup>2</sup>.

19. A energia potencial entre dois átomos de hidrogênio separados por uma distância  $x$  muito grande é dada por  $U(x) = -C_6/x^6$ , onde  $C_6$  é uma constante positiva. Qual é a força que um átomo exerce sobre o outro? Essa força é de atração ou de repulsão?

**Resposta:**  $-6C_6/x^7$ , atrativa.

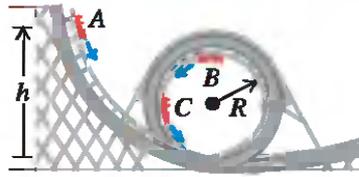


Figura 1: Exercício 18.

20. Uma força paralela ao eixo  $Ox$  atua sobre uma partícula que se desloca ao longo deste eixo. Essa força produz uma energia potencial dada por  $U(x) = \alpha x^4$ , onde  $\alpha = 1,20 \text{ J/m}^4$ . Qual é a força (módulo, direção e sentido) quando a partícula se encontra em  $x = -0,800\text{m}$ ?

**Resposta:** 2,46 N na direção de  $+x$ .