

# Física 1 - 2020-1 - Noturno

## Lista 4

Professores: Valentina Martelli e Gabriel Landi

Data de entrega: 20/05 (quarta-feira)

Para a resolução da lista, deixe bem claro o ponto de partida; diga explicitamente como você interpretou do enunciado e/ou faça diagramas. Especifique sua escolha de referencial. Na hora de escrever a resposta, não se esqueça das unidades. E use algarismos significativos. Incentivamos que você discuta os problemas com seus colegas. Mas lembre-se: a redação final é *individual*. A entrega das listas (digitalizadas) é realizada diretamente enviando ao Professor/Professora responsável da sua turma.

1. **(1 ponto) Máquina de Atwood:** Considere o sistema da Fig. 1, onde  $M > m$ . No instante  $t = 0$ , o suporte  $S$  é subitamente retirado. (a) Usando conservação de energia, calcule a velocidade que a massa  $M$  terá ao atingir o chão. (b) Verifique seu resultado usando as leis de Newton.

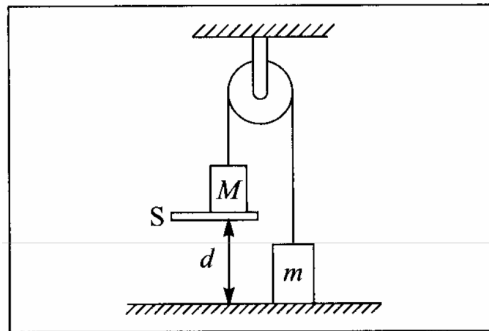


Figura 1

2. **(1 ponto) Força e trabalho:** A Figura 2 representa a aceleração de uma partícula de massa 2 kg sob a ação de uma força externa  $\vec{F}_a$  que a move partindo do repouso, de  $x = 0$  m a  $x = 9$  m. Na escala da aceleração do gráfico,  $a_s = 6$  m/s<sup>2</sup>.
  - (a) Qual é o trabalho realizado pela força quando a partícula chega nas posições  $x = 4$  m, 7 m, 9 m?
  - (b) Qual a velocidade (modulo, direção e sentido) da partícula quando chega nas posições  $x = 4$  m, 7 m, 9 m?
3. **(1 ponto) Iglu:** Um rapaz escorrega do alto do seu iglu, que é aproximadamente semi-esférico de raio  $R$ . Supondo que o atrito pode ser desprezado, mostre que o rapaz perde contato com o iglu num ponto cuja altura é  $2R/3$ . Dica: ele perde o contato no instante em que a normal com o iglu se anula.
4. **(1,5 ponto) Loop:** Num parque de diversões, um carrinho da montanha russa desce de uma altura  $h$  para passar num loop de raio  $R$  (Fig. 4).
  - (a) Qual o menor valor de  $h_{\min}$  necessário para que o carrinho consiga dar a volta no loop? (Vidas estão em jogo! Contamos com você!) Mostre também que se

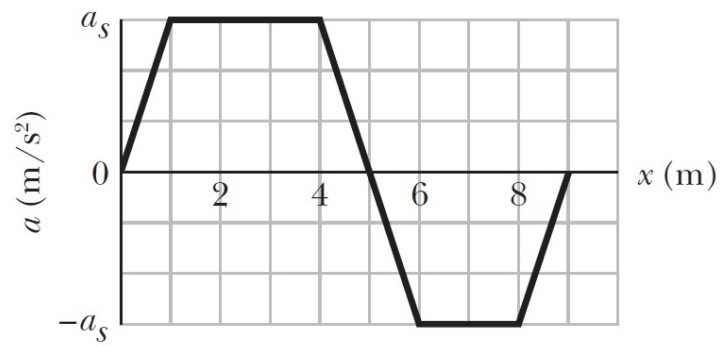


Figura 2

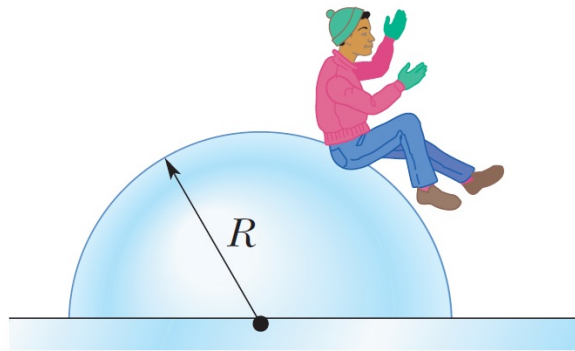


Figura 3

$R < h < h_{\min}$ , o carrinho vai descolar do trilho num ponto  $B$  que faz um ângulo  $\theta$  com o ponto mais alto,  $A$ , assim como mostrado na figura. Calcule  $\theta$ .

(b) O que acontece quando  $h < R$ ?

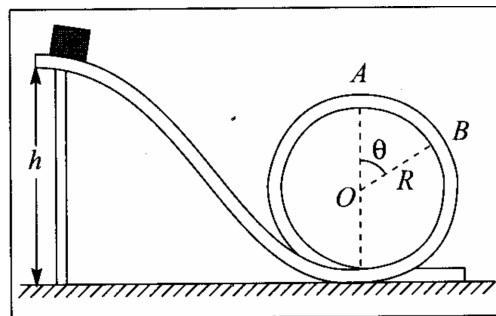


Figura 4

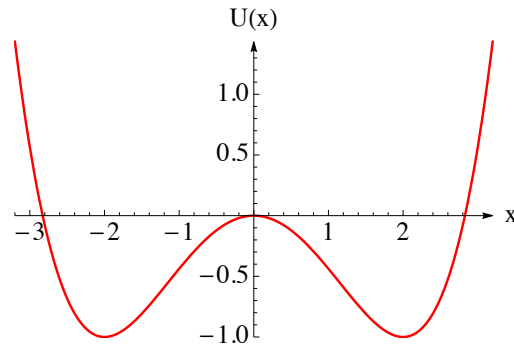
5. (1 ponto) **Chapéu mexicano:** Uma partícula move-se em uma dimensão sob a ação de uma energia potencial

$$U(x) = -\frac{a}{2}x^2 + \frac{b}{4}x^4.$$

onde  $a$  e  $b$  são constantes positivas (vide Fig. 5).

(a) Calcule a força que atua sobre a partícula.

- (b) Encontre os pontos de equilíbrio. Ou seja, os pontos onde a força resultante é nula.
- (c) Sem fazer nenhuma conta, usando apenas a Fig. 5 como referência, discuta quais pontos do item (b) representam equilíbrio estável ou instável.
- (d) Suponha que  $a = 1\text{J/m}^2$  e  $b = 0,25\text{J/m}^4$ . Se a partícula parte do repouso numa posição inicial  $x_0 = 2,8\text{ m}$ , ela será capaz de passar para o outro lado (ou seja, adentrar à região com  $x < 0$ )? Dica: essa questão não requer nenhum cálculo sofisticado. Basta usar conservação de energia.



**Figura 5**

6. **(1 ponto) Energia potencial:** A figura 6 representa a energia potencial  $U(x)$  como função da posição  $x$  de uma partícula de massa  $0,90\text{ kg}$  que se desloca ao longo da direção  $x$ . Todas as forças que atuam são conservativas. Os três valores indicados em figura são  $U_A = 15\text{ J}$ ,  $U_B = 35\text{ J}$ ,  $U_C = 45\text{ J}$ . A partícula é liberada da posição  $x = 4,5\text{ m}$  com velocidade  $v = 7,0\text{ m/s}$  na direção negativa do eixo  $x$ .

- (a) Se a partícula conseguir chegar em  $x = 1,0\text{ m}$ , qual será o módulo da velocidade nesse ponto? Caso ela não consiga, em qual ponto ela vai começar a voltar para trás, invertendo o sentido?
- (b) Determine a força (módulo, direção, sentido) da partícula quando ela começa a se mover à esquerda de  $x = 4,0\text{ m}$ .

Suponha agora que a partícula seja liberada da posição  $x = 4,5\text{ m}$  com velocidade  $v = 7,0\text{ m/s}$  na direção positiva do eixo  $x$ .

- (c) Se a partícula conseguir de chegar em  $x = 7,0\text{ m}$ , qual será o módulo da velocidade nesse ponto? Caso ela não consiga, em qual ponto ela vai começar a voltar para trás, invertendo o sentido?
- (d) Determine a força (módulo, direção, sentido) da partícula quando ela começa a se mover à direita do ponto  $x = 5,0\text{ m}$ .

7. **(1 ponto) Interação molecular:** A energia potencial de interação entre dois átomos de uma molécula diatômica ( $\text{H}_2$  ou  $\text{O}_2$ , por exemplo) é descrita pelo potencial de Lennard-Jones,

$$U(x) = \frac{A}{x^{12}} - \frac{B}{x^6},$$

onde  $A$  e  $B$  são constantes positivas. Esse potencial está ilustrado na Fig. 7

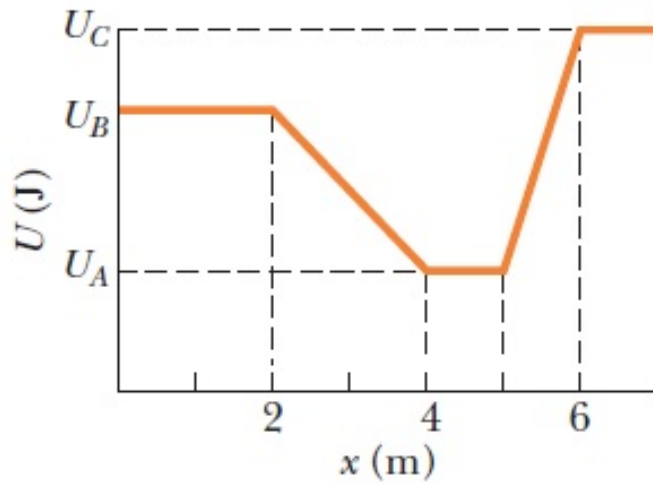


Figura 6

- Quais as dimensões de  $A$  e  $B$ ?
- Calcule o ponto de equilíbrio  $x_{eq}$ .
- Baseando-se somente na Fig. 7, para  $x > x_{eq}$  a força é atrativa ou repulsiva? E para  $x < x_{eq}$ ?

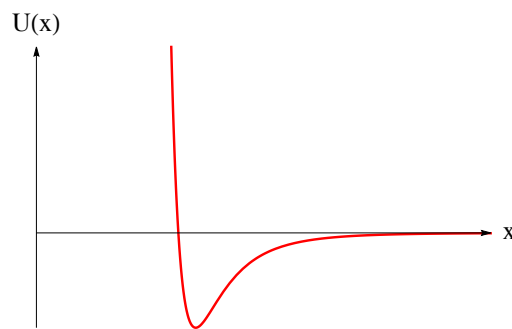


Figura 7

- (0,5 ponto) Queijo voador:** Um pedaço de queijo de 1,2 kg é posto sobre uma mola de massa desprezível e constante  $k = 1800$  N/m. A mola é então comprimida de 15 cm e solta subitamente. Qual a altura máxima atingida pelo queijo? O queijo não está preso à mola.
- (1 ponto) Escorregador:** A Fig. 8 descreve uma criança cúbica descendo num escorregador de altura 5 m. Suponha que durante a descida o atrito possa ser desprezado. No final do brinquedo há uma região  $AB$  com coeficiente de atrito cinético  $\mu_c$ , onde a criança será freada até parar. Supondo que ela demorou 1,25 s para parar (contados a partir do instante em que ela chegou em  $A$ ), qual o valor de  $\mu_c$ ?
- (1 ponto) Forças em duas dimensões:** Um campo de forças bidimensional é descrito pela expressão:

$$\vec{F} = f_x \hat{i} + f_y \hat{j} = (ax + ay)\hat{i} + (ax + by^2)\hat{j},$$

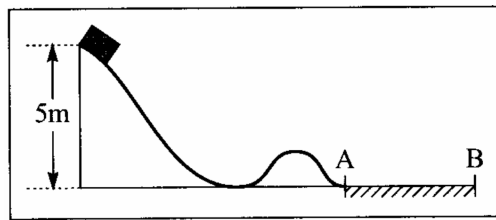


Figura 8

onde  $a$  e  $b$  são constantes positivas. O campo é conservativo? Justifique a sua resposta.