

**F107 Física para Biologia**  
**Turma A**  
**1º Semestre de 2019**  
**Prova 3 com gabarito**

Nome:

RA:

Assinatura :

Dados:

$$\begin{aligned}E_p &= mgh & T &= \frac{mv^2}{2} & E_p^{(i)} + T^{(i)} &= E_p^{(f)} + T^{(k)} \\E_p^{(i)} + T^{(i)} &= E_p^{(f)} + T^{(k)} + W_{\text{atrito}} \\P &= \frac{W}{\bar{t}} & \bar{t} &= \frac{L}{\bar{v}}\end{aligned}$$

$$\sum_i Q_i = 0 \quad Q = mc\Delta T \quad Q = mL$$

$$1 \text{ Cal nutricionista} = 4186 \text{ J} = 1 \text{ kcal}$$

$$c_{\text{agua}} = 4186 \text{ J}/(\text{kg C}) = 1 \text{ kcal}/(\text{kg C})$$

$$c_{\text{alcool}} = 2450 \text{ J}/(\text{kg C})$$

$$L_{\text{vapor}} = 2,42 \times 10^6 \text{ J}/(\text{kg})$$

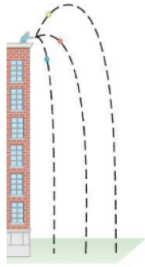


Figura 1: Lancamento de uma bola de alto de um prédio por três ângulos de lançamento.

1. (0,8 pontos) Questões de falso e verdadeiro. Diga se as afirmações são verdadeiras ou falsas.

(a) (0,2 pontos) A energia do objeto é conservada quando o objeto move montanha acima com velocidade cada vez maior.

**Resposta:** Falso.

*A energia total é conservada se é igual a energia potencial e a energia cinética. Quando subimos a montanha aumentamos a energia potencial, se a velocidade também aumenta então a energia total não é conservada.*

(b) (0,2 pontos) Se dois objetos com temperaturas diferentes são postos em contato, o calor irá naturalmente fluir do objeto com a maior energia interna para o objeto com menor energia interna.

**Resposta:** Verdadeiro.

*A energia interna de objeto flui de um objeto a outro na forma de calor, se existe uma diferença de temperatura.*

(c) (0,2 pontos) Seja uma máquina A e uma máquina B, em qual a máquina A tem mais potência do que a máquina B. As máquinas A e B fazem o mesmo trabalho, mas a máquina A faz mais rápido.

**Resposta:** Verdadeiro:

*Conforme a fórmula  $W = P\bar{t}$ , então se o trabalho é o mesmo a máquina com maior potência realiza o trabalho mais rápido.*

(d) (0,2 pontos) Seja uma bola lançada de topo de um prédio de altura  $h$ , com diferentes ângulos de lançamento mas com a mesma velocidade conforme mostrada na Fig. 1. A bola que for lançada com maior ângulo de lançamento (e a que atinge a maior altura na figura)

chegará com a maior velocidade no solo.

**Resposta:** Falso.

*Todas as bolas lançadas da mesma altura  $h$  e com mesma velocidade, chegaram no solo com a mesma velocidade independentemente da sua trajetória.*



Figura 2: Trenó usado na corrida.

2. (2,8 pontos) Num esporte de inverno, um participante, com massa de 90,0 kg, pula num trenó, de massa de 28,0 kg, mostrado na Figura 2, e desliza por uma pista de gelo. Nas Olimpíadas de Inverno de 2010, a pista tinha 16 curvas e a diferença de alturas entre o ponto inicial e o ponto final é de 126m. Assuma que no início da corrida ele partiu do repouso.

(a) (0,8 pontos) Na ausência de quaisquer atrito e resistência do ar, qual seria a velocidade de um competidor no ponto final da corrida?

**Resposta**

$$\frac{mv_i^2}{2} + mgh_i = \frac{mv_f^2}{2} + mgh_f \quad v_f = \sqrt{2g(h_i - h_f)} = \sqrt{2 * 9.8 * 160} = 49,7 \text{ m/s}$$

onde  $h_i(h_f)$  são as distâncias inicial (final), e  $v_i(v_f)$  são as velocidades iniciais (finais), usamos que  $v_i = 0$ .

(b) (0,4 pontos) No ano de 2012, um dos competidores caiu do trenó, faltando uma volta para o final e o trenó cruzou a linha final sem o competidor. Qual será a velocidade do trenó neste caso? Considere que a altura inicial e final eram as mesmas. A massa do trenó é de 28,0 kg.

Consideramos que no início tínhamos o competidor e o trenó e agora no fim temos apenas o trenó, mas ainda conservando energia.

**Resposta**

$$\frac{m_{\text{Total}}v_i^2}{2} + m_{\text{Total}}gh_i = \frac{m_{\text{treno}}v_f^2}{2} + m_{\text{treno}}gh_f$$

$$m_{\text{Total}}gh_i = \frac{m_{\text{treno}}v_f^2}{2} \quad v_f = \sqrt{\frac{2gm_{\text{Total}}h_i}{m_{\text{treno}}}} = \sqrt{\frac{2 * 9.8 * 160 * 118}{28}} = 102,0 \text{ m/s}$$

aonde consideramos que a altura inicial seja de  $h_i = 160 \text{ m}$  e a altura final seja de  $h_f = 0$ , e a velocidade inicial seja  $v_i = 0$ .

(c) (0,8 pontos) No ano de 2015, um dos competidores, colidiu contra a parede da pista num ponto aonde a diferença de altura de 76,0 m em relação ao início da corrida. Assuma que o participante também tinha 90,0 kg e o trenó 28,0 kg. Qual foi a velocidade de colisão do conjunto competidor e trenó contra a pista? Considere que havia ausência de quaisquer atrito e resistência do ar na colisão.

**Resposta**

$$\frac{m_{\text{treno}}v_i^2}{2} + m_{\text{treno}}gh_i = \frac{m_{\text{treno}}v_m^2}{2} + m_{\text{treno}}gh_m$$

$$m_{\text{treno}}g(h_i - h_m) = \frac{m_{\text{treno}}v_m^2}{2} \quad v_m = \sqrt{2g(h_i - h_m)} = \sqrt{2 * 9.8 * 76} = 38,6 \text{ m/s}$$

aonde  $h_m$  é a altura final deste item, e  $v_m$  é a velocidade final deste item, usamos que  $v_i = 0$ .

(d) (0,8 pontos) Um dos ganhadores da medalha de ouro, o canadense Jon Montgomery, ganhou a corrida com uma velocidade final de 40,5 m/s. Qual foi o trabalho realizado por atrito e resistência do ar neste caso? Assuma que a massa do canadense e do trenó juntos é igual a 118,0 kg.

**Resposta**

$$\frac{m_{\text{total}}v_i^2}{2} + m_{\text{total}}gh_i = \frac{m_{\text{total}}v_{\text{exp}}^2}{2} + m_{\text{total}}gh_f + W_{\text{atrito}}$$

$$W_{\text{atrito}} = m_{\text{total}}g(h_i - h_f) - \frac{m_{\text{total}}v_{\text{exp}}^2}{2} = \frac{m_{\text{total}}v_f^2}{2} - \frac{m_{\text{total}}v_{\text{exp}}^2}{2}$$

$$W_{\text{atrito}} = \frac{118 * (49.7^2 - 40.5^2)}{2} = 48.9 \text{ kJ}$$

onde  $v_{\text{exp}}$  é a velocidade do canadense Jon Montgomery e  $v_f$  é a velocidade obtida no item 1.

3. (2,4 pontos) Idealmente um termometro é usado para medir a temperatura de um objeto, e a temperatura do objeto mesmo não deve mudar. No entanto se houver mudança significativa de fluxo de calor de um objeto para o termometro então a temperatura irá mudar. Assuma um termometro tem massa de 31,0g e com um calor específico de  $c = 815 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$  e uma temperatura de 12 graus Celsius. O termometro é imerso em 119g de água e a temperatura final da água e do termometro é de 41,5 graus Celsius. O calor específico da água é de  $c = 4186 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$ .

(a) (1,0 pontos) Qual é a temperatura inicial da água?.

**Resposta**

$$m_{\text{termometro}}c_{\text{termometro}}(\Delta T)_{\text{termometro}} + m_{\text{agua}}c_{\text{agua}}(\Delta T)_{\text{agua}} = 0$$

$$31 * 815 * (41.5 - 12) + 119 * 4186 * (41.5 - T_{\text{inicial}}) = 0 \quad T_{\text{inicial}} = 43,0^\circ\text{C}$$

(b) (1,0 pontos) Assuma agora que o termometro é imerso em 60g de água e 59g de álcool etileno que tem o calor específico de  $c = 2450 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$ . Assuma que o álcool etileno e água estavam a mesma temperatura inicial. Qual era esta temperatura inicial?.

**Resposta**

$$m_{\text{term}}c_{\text{term}}(\Delta T)_{\text{term}} + m_{\text{agua}}c_{\text{agua}}(\Delta T)_{\text{agua}} + m_{\text{etil}}c_{\text{etil}}(\Delta T)_{\text{etil}} = 0$$

$$31 * 815 * (41.5 - 12) + 60 * 4186 * (41.5 - T_{\text{inicial}}) + 59 * 2450 * (41.5 - T_{\text{inicial}}) = 0$$

$$T_{\text{inicial}} = 43,4^\circ\text{C}$$

(c) (0,4 pontos) Assuma agora em vez de água e álcool etileno, temos apenas alcool etileno. Neste caso, apenas com 119g de alcool etileno, qual seria a temperatura inicial do alcool em relação a temperatura inicial somente com água? Você pode fazer argumentos ou fazer a conta.

**Resposta**

$$m_{\text{termometro}}c_{\text{termometro}}(\Delta T)_{\text{termometro}} + m_{\text{eti}}c_{\text{eti}}(\Delta T)_{\text{eti}} = 0$$

$$31 * 815 * (41.5 - 12) + 119 * 2450 * (41.5 - T_{\text{inicial}}) = 0 \quad T_{\text{inicial}} = 44,1^\circ\text{C}$$

*Como o alcool etilico tem um calor especifico menor, e o termometro ainda esta recebendo a mesma quantidade de calor então devemos ter uma variação de temperatura maior, portando  $T_{\text{inicial}}^{\text{etilico}} > T_{\text{inicial}}^{\text{agua}}$ .*

4. (4,0 pontos) Ciclistas na corrida do *Tour de France* fazem enormes quantidades de exercício durante a corrida. Por exemplo, a potência média **por quilo e por segundo** gasto pelo ciclista Lance Armstrong (m=75.0 kg) é de 6.50 J por *segundo e por quilograma de sua massa corporal*. A corrida tem a distância de 135 km, e ele percorre com uma velocidade média de 12.0 m/s.

(a) (0,5 pontos) Qual é o tempo médio que Lance Armstrong leva para percorrer a corrida?

**Resposta**

$$\bar{t} = \frac{L}{\bar{v}} = \frac{135\text{km}}{12\text{m/s}} = 11250\text{s}$$

(b) (1,0 pontos) Qual é o trabalho **total** realizado por Lance Armstrong durante a corrida, usando a informação da potência (energia por segundo) gasta por ele na corrida? Expresse a resposta em Joules e em Calorias nutricionais (1 Cal= 1 caloria nutricional= 4186 J).

**Resposta**

$$W = P\bar{t} = (6.50 * 75) * 11250 = 5.48 \times 10^6 \text{J} = 1.31\text{kCal}$$

(c) (1,0 pontos) Antes da corrida, Lance Armstrong comeu um iogurte de amoras, que no pote dizia que cada pote contém 240 Calorias nutricionais. Uma pessoa no estado de repouso, sem fazer qualquer atividade, consome a quantidade de energia chamada *taxa metabólica basal* de 1,57 J por quilo de massa corporal e por segundo. (1 Cal= 1 caloria nutricional= 4186 J). Considerando o tempo da corrida calculado no item (a), calcule quantos potes de iogurtes são necessários para que Lance Armstrong se mantenha neste estado *taxa metabólica basal* durante o tempo da corrida..

**Resposta**

Taxa metabólica basal=TMB

$$\text{TMB} = 1.57 \left( \frac{\text{J}}{\text{s kg}} \right)$$

$$\text{para a corrida toda} \quad \text{TMB}_{\text{total}} = 1.57 * 75 * 11250 = 1.33 \times 10^6 \text{J} = 317 \text{Cal}$$

*isto corresponde a 1.3 potes de iogurte.*

(d) (0,5 pontos) Quantos potes de iogurtes são necessários para fornecer a energia necessária para que Lance Armstrong consiga fazer a corrida?

**Resposta**

*Considerando que a energia gasta na corrida é de 1,31 kCal que corresponde à de 5.5 potes. Como a taxa metabólica basal é de 1.3 potes, isto dá como o total de 6.8 potes de iogurte considerando as duas contribuições.*

(e) (1,0 pontos) Depois da corrida, a temperatura de Lance Armstrong aumentou pelo exercício feito, e um modo possível de esfriar a temperatura é através do suor. Considerando que o calor latente de vaporização da água é de  $2,42 \times 10^6$  J/kg. Quantos quilos de água são necessários para abaixar a temperatura do corpo na forma de suor de 1,5 graus Celsius? Assuma que o calor específico da pele de uma pessoa é de 3500 J/(kg C).

**Resposta**

$$m_{\text{pele}}c_{\text{pele}}(\Delta T)_{\text{pele}} + m_{\text{suor}}L_{\text{suor}} = 0$$
$$75 * 3500 * (-1.5) + m * 2.42 \times 10^6 = 0 \quad m = 0.16 \text{ kg}$$