

## CHAVES DE RESPOSTAS

### ENSINO DE FÍSICA

#### QUESTÃO 1

a) O cientista se refere à segunda lei da teoria mecânica do calor (termodinâmica) que, resumidamente, limita a transformação de calor em trabalho, ou seja, mesmo em situações controladas tal transformação se dá apenas de maneira parcial. Segundo a explicação do cientista neste trecho, enquanto a transformação de calor em outra forma de energia é obtida parcialmente, as transformações das outras formas de energia podem ocorrer sem limitações. Portanto, em razão da limitação que a segunda lei impõe, uma vez que a energia assume a forma de calor, parte dela está fadada a assim permanecer, dada a impossibilidade de retornar integralmente a outras formas. Daí as expressões utilizadas como “energia dissipada (ou degradada)”, “processo de degradação de energia” e, finalmente, “morte térmica”. Um exemplo básico do esgotamento das “energias potenciais capazes de produzir trabalho e todos movimentos visíveis do mundo” é a dissipação térmica por atrito.

b) *ENTROPIA*. É atribuída ao cientista em questão uma compreensão teórica mais aprofundada desta grandeza física. Em sua formulação, a segunda lei da termodinâmica aparece ligada a uma tendência de crescimento do grau de desordem de um sistema físico. Anteriormente, porém, a segunda lei já tinha sido estabelecida por Sadi Carnot (1796-1832), tratando do rendimento das máquinas térmicas. Para o cientista e engenheiro francês, *uma máquina cujo motor é o calor não pode produzir trabalho sem o emprego de duas fontes de calor a temperaturas diferentes*. Esta e outras elaborações influenciaram, posteriormente, Lord Kelvin (título de nobreza do físico britânico William Thomson, 1824-1907) na introdução do conceito de temperatura absoluta, bem como Rudolf Clausius (1822-1888) na explicitação do conceito de entropia: função cuja variação, a temperatura constante, é diretamente

proporcional à respectiva variação de calor e inversamente proporcional àquela temperatura. Assim, a segunda lei aparece ligada a uma tendência de crescimento da entropia, uma vez que, enquanto numa transformação reversível de um sistema termodinâmico ela é constante (variação nula), em sistemas isolados as transformações irreversíveis acarretam sempre em seu aumento. Décadas depois, no contexto de elaboração de uma teoria cinética dos gases com abordagem mecânica e atomística, como seu texto em questão exemplifica, Ludwig Boltzmann (1844-1906) relacionou a entropia com a probabilidade de um sistema físico. Portanto, enquanto Clausius evidenciou que na maioria das transformações, aquelas geralmente irreversíveis, um sistema físico termodinâmico evolui de modo que a sua entropia cresce, Boltzmann fundamentou que a probabilidade do sistema assumir determinados estados também cresce, relacionando matematicamente essas quantidades.

Pelo menos uma das seguintes equações (ou qualquer outra possível formulação variante), junto à respectiva fundamentação conforme pedido, é aceita como resposta válida.

$$R = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

(Rendimento de máquinas térmicas em ciclos fechados operando sob duas fontes de calor)

$$R = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

(Rendimento máximo: Ciclo de Carnot; temperaturas absolutas das duas fontes térmicas)

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

(Variação da entropia dada pela variação de calor a temperatura constante)

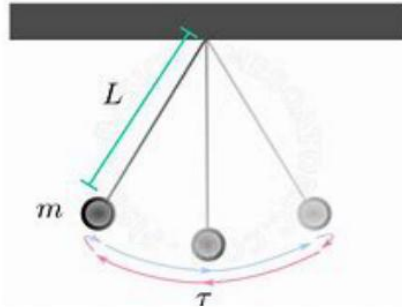
$$S = k_B \cdot \log W$$

(Entropia relacionada à probabilidade de um estado físico; constante de Boltzmann

$$k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}).$$

## QUESTÃO 2

a) O pêndulo simples consiste em um fio de comprimento  $L$ , preso a um peso de massa  $m$ . Quando o peso é largado de um ângulo  $\theta$ , com a vertical, ele balança para a direita e para a esquerda, com um período  $T$ .



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Quanto maior for o comprimento ( $L$ ) do pêndulo, maior será o período. O período  $T$  não depende da massa ( $m$ ) do corpo e é independente da amplitude de oscilação, desde que a amplitude seja pequena (ângulo  $\theta$  com a vertical seja pequeno,  $\theta$  máximo =  $10^\circ$ ).

b) Quando um corpo de massa ( $m$ ) é abandonado próximo a superfície da Terra, ele é acelerado em direção à Terra. Se desprezarmos a resistência do ar, todos os corpos caem em direção à Terra com a mesma aceleração gravitacional  $\mathbf{g}$  (ou aceleração de queda livre  $\mathbf{g}$ ). A força que causa essa aceleração, é a Força gravitacional ( $\mathbf{F}_g$ ), exercida pelo planeta Terra sobre o corpo.

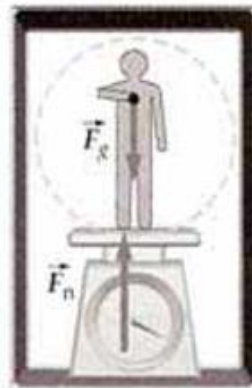
Se a força gravitacional é a única força que atua sobre o corpo, dizemos que o corpo está em queda livre. Aplicando a segunda Lei de Newton:

$$\mathbf{F}_g = m \cdot \mathbf{g} \text{ ou } \mathbf{P} = m \cdot \mathbf{g}$$

Como a aceleração  $\mathbf{g}$  é a mesma para todos os corpos, podemos afirmar que a  $\mathbf{F}_g$  sobre um corpo é proporcional à sua massa. Próximo a superfície da Terra o valor de  $\mathbf{g} = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

c) A balança de molas é usada para medir forças. A força medida pela balança sobre o corpo de massa ( $m$ ) é vertical para cima, e indicada como força normal ( $\mathbf{F}_n$ ). O corpo de massa ( $m$ ) é atraído para a Terra devido a Força de atração gravitacional ( $\mathbf{F}_g$ ), com força vertical para baixo. O corpo de massa ( $m$ ) está em repouso, portanto:

$\Sigma F_y = 0$ , temos que,  $\mathbf{F}_n - \mathbf{F}_g = 0$ , ou seja:  $\mathbf{F}_n = \mathbf{F}_g$ .



### QUESTÃO 3

**a)** Pode ser observado que a luminosidade diminuiu.

No primeiro circuito temos:  $i = U/R$ , apenas uma resistência (maior brilho);

No segundo circuito temos:  $i = U/2R$ , aumentou em 2 vezes a resistência, menor corrente elétrica (em comparação com o primeiro circuito, diminuiu o brilho);

No terceiro circuito temos:  $i = U/3R$ , aumentou em 3 vezes a resistência, têm-se a menor corrente elétrica (em comparação aos circuitos anteriores, o brilho diminuiu ainda mais).

**b)** As demais lâmpadas se apagam, pois não haverá mais passagem de corrente.

Pode ser concluído que as lâmpadas foram ligadas em série e que a corrente elétrica a que elas estão submetidas é a mesma.