

Física 1
Extensivo / Manhã e Tarde
Apostila 8

Termologia I
Dilatação térmica

Teste 1

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta\theta$$
$$1 \cdot 10^{-3} = \alpha \cdot 1 \cdot 50$$
$$\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Teste 2

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta\theta$$
$$\Delta L = 20 \cdot 10^{-6} \cdot 2000 \cdot 25$$
$$\Delta L = 1 \text{ m}$$

Teste 3

Cálculo do coeficiente de dilatação:

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta\theta$$
$$0,04 = \alpha \cdot 20 \cdot 100$$
$$\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Teste 4

Barra A:

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta\theta$$
$$1 = \alpha \cdot 2 \cdot 100$$
$$\alpha = 0,005 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Barra B:

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta\theta$$
$$2 = \alpha \cdot 1 \cdot 100$$
$$\alpha = 0,02 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Logo:

$$\alpha_A / \alpha_B = 0,005 / 0,02 = 1/4$$

Teste 5

Os dois fios devem sofrer a mesma variação de comprimento para que a bolinha continue em equilíbrio.

$$\Delta L_1 = \Delta L_2$$
$$\alpha_1 \cdot L_1 \cdot \Delta\theta = \alpha_2 \cdot L_2 \cdot \Delta\theta$$
$$\alpha_1 \cdot L_1 = \alpha_2 \cdot L_2$$

Teste 6

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta\theta$$
$$0,5 \cdot 10^{-2} = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 8 \cdot (\theta - 28)$$
$$\theta = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Teste 7

A lâmina bimetálica encurva para o lado do metal de menor coeficiente de dilatação térmica.

Teste 8

$$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta\theta$$
$$0,8 = \beta \cdot 200 \cdot 100$$
$$\beta = 4 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Porém foi pedido o coeficiente de dilatação linear:

$$\alpha = \beta / 2$$
$$\alpha = 2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Teste 9

Objetos ocios dilatam-se como se fossem maciços.

Teste 10

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta\theta$$
$$\Delta L = 1 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot (330 - 30)$$
$$\Delta L = 0,0036 \text{ cm}$$
$$\Delta L = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

Teste 11

Volume inicial:

$$V_0 = 10 \times 20 \times 30 = 600 \text{ cm}^3$$
$$\alpha = 8 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \rightarrow \gamma = 24 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Portanto

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta\theta$$
$$\Delta V = 24 \cdot 10^{-6} \cdot 6000 \cdot (110 - 10)$$
$$\Delta V = 14,4 \text{ cm}^3$$

Teste 12

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta\theta$$
$$\Delta V = 9,6 \cdot 10^{-4} \cdot 10000 \cdot 20$$
$$\Delta V = 192 \text{ litros}$$

Teste 13

Objetos ocios dilatam-se como se fossem maciços.

Teste 14

Observar que $1 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ mm}^3$.

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta\theta$$
$$1 \cdot 12 = \gamma \cdot 1000 \cdot 30$$
$$\gamma = 0,0004 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$
$$\gamma = 4 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Teste 15

$$\Delta V_{\text{VIDRO}} = \Delta V_{\text{MERCURIO}}$$
$$\gamma_{\text{VIDRO}} \cdot V_0_{\text{VIDRO}} \cdot \Delta\theta = \gamma_{\text{MERCURIO}} \cdot V_0_{\text{MERCURIO}} \cdot \Delta\theta$$
$$\gamma_{\text{VIDRO}} \cdot V_0_{\text{VIDRO}} = \gamma_{\text{MERCURIO}} \cdot V_0_{\text{MERCURIO}}$$
$$24 \cdot 10^{-6} \cdot 45 = 180 \cdot 10^{-6} \cdot V_0_{\text{MERCURIO}}$$
$$V_0_{\text{MERCURIO}} = 6 \text{ cm}^3$$

Termologia II
Termodinâmica

Teste 1

O trabalho é dado pela área abaixo do diagrama (trapézio):

$$\tau = (B + b) \cdot h / 2$$
$$\tau = (8 \cdot 10^4 + 5 \cdot 10^4) \cdot 2 / 2$$
$$\tau = 19,5 \cdot 10^4 \text{ J}$$
$$\tau = 1,95 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Teste 2

Nas transformações isocóricas não há variação de volume do gás, logo ele não realiza nem recebe trabalho.

Teste 3

Usando a equação geral dos gases entre o ponto inicial (1) e o ponto final (2):

$$P_1 \cdot V_1 / T_1 = P_2 \cdot V_2 / T_2$$

$$p \cdot V / T = 2p \cdot 2V / T_2$$

$$T_2 = 4 T$$

O trabalho é dado pela área abaixo do diagrama (trapézio):

$$\tau = (B + b) \cdot h / 2$$

$$\tau = (2p + p) \cdot V / 2$$

$$\tau = 3p \cdot V / 2$$

Teste 4

Na transformação BC, o gás realiza trabalho, pois o seu volume aumenta de V para 3V.

Teste 5

A temperatura de um gás está associada ao grau de agitação de suas moléculas, portanto está associada à energia cinética de suas moléculas.

Teste 6

A transformação é isobárica porque a pressão se mantém constante.

O trabalho é dado pela área compreendida abaixo do diagrama:

$$\tau = \text{área}$$

$$\tau = (0,60 - 0,20) \cdot 400$$

$$\tau = 160 \text{ J}$$

Teste 7

O trabalho realizado em um ciclo é dado pela área interna do diagrama:

$$\tau = \text{área}$$

$$\tau = (1,5 - 1,0) \cdot (40 - 20)$$

$$\tau = 10 \text{ J}$$

A potência relaciona o trabalho com o tempo:

$$\text{Pot} = \tau / \Delta t$$

$$\text{Pot} = 10 / 5$$

$$\text{Pot} = 2 \text{ W}$$

Importante: Este teste está com a resposta errada no original. O correto é:

b) 10 J e 2 W

Teste 8

A energia interna é diretamente proporcional à temperatura absoluta do gás, logo a duplicação da temperatura absoluta implica na duplicação da energia interna.

Teste 9

A transformação é isobárica, logo:

$$p_1 \cdot V_1 / T_1 = p_2 \cdot V_2 / T_2$$

Simplificando p_1 e p_2 , e trabalhando com as temperaturas absolutas, resulta:

$$2,4 \text{ L} / 300 \text{ K} = V_2 / 400 \text{ K}$$

$$V_2 = 3,2 \text{ L}$$

Teste 10

A pressão total é a soma da pressão atmosférica com a pressão exercida pelo peso do êmbolo (F/A). Em unidades SI:

$$p = p_0 + F/A$$

$$p = 1 \cdot 10^5 + 2000 / (100 \cdot 10^{-4})$$

$$p = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

A variação de volume é:

$$\Delta V = 3,2 \text{ L} - 2,4 \text{ L} = 0,8 \text{ L} = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Portanto, o trabalho realizado pelo gás é:

$$\tau = p \cdot \Delta V$$

$$\tau = (3 \cdot 10^5) \cdot (0,8 \cdot 10^{-3})$$

$$\tau = 240 \text{ J}$$

Termologia III

Primeira lei da termodinâmica

Teste 1

Cálculo do trabalho realizado pelo gás:

$$\tau = p \cdot \Delta V = 60 \cdot 2 = 120 \text{ J}$$

Cálculo da variação da energia interna:

$$Q = \tau + \Delta U$$

$$200 = 120 + \Delta U$$

$$\Delta U = 80 \text{ J}$$

Teste 2

I. V

A energia interna é função exclusiva da temperatura.

II. F

Na isobárica é que a pressão não se altera.

III. V

O trabalho é função da variação de volume. Na transformação isocórica o trabalho é nulo.

IV. F

Temperatura é temperatura e calor é calor. Temperatura não mede calor.

Teste 3

A única alternativa falsa é a letra "b", pois o trabalho realizado pelo gás no trecho bc é dado pela área abaixo do diagrama:

$$\tau = \text{área}$$

$$\tau = (5 - 2) \cdot 8$$

$$\tau = 24 \text{ J}$$

Teste 4

A falsa é a letra "b".

Um gás somente se expande isobaricamente se receber calor do meio externo.

Teste 5

A única alternativa correta é "b", pois na expansão isobárica a temperatura necessariamente aumenta e, por isso, $\Delta U > 0$.

Usando a notação dada, a primeira lei da termodinâmica ficará:

$$Q = W + \Delta U$$

Se $W > 0$ (expansão) e $\Delta U > 0$, então $Q > W$.

Teste 6

$$Q = \tau + \Delta U$$
$$-100 = -300 + \Delta U$$
$$\Delta U = 200 \text{ J}$$

Teste 7

Lembrando que $2 \text{ atm} = 2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ e que $1 \text{ L} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, o trabalho realizado pelo gás é:

$$\tau = p \cdot \Delta V$$
$$\tau = (2 \cdot 10^5) \cdot (1 \cdot 10^{-3})$$
$$\tau = 200 \text{ J}$$

O calor recebido é 50 cal ou 209 J , pois $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$.
Pelo primeiro princípio da termodinâmica:

$$Q = \tau + \Delta U$$
$$209 = 200 + \Delta U$$
$$\Delta U = 9 \text{ J}$$

Teste 8

O calor trocado é nulo ($Q = 0$), pois a transformação é adiabática.

A variação de energia interna é dada pelo primeiro princípio:

$$Q = \tau + \Delta U$$
$$0 = -1,5 + \Delta U$$
$$\Delta U = 1,5 \text{ kJ}$$

Teste 9

Na expansão isotérmica tem-se $\Delta U = 0$, logo:

$$Q = \tau + \Delta U$$
$$Q = \tau + 0$$
$$Q = \tau$$

Teste 10

$$Q = \tau + \Delta U$$
$$(+40 - 10) = 200 + \Delta U$$
$$\Delta U = -170 \text{ J}$$

Como a variação da energia interna é negativa, isto significa que a temperatura do sistema **diminui**.

Termodinâmica IV

Segunda lei da termodinâmica

Teste 1

$$T_f = 127^\circ\text{C} = 400 \text{ K}$$
$$T_q = 227^\circ\text{C} = 500 \text{ K}$$

Rendimento:

$$\eta = 1 - T_f / T_q$$
$$\eta = 1 - 400 / 500$$
$$\eta = 0,20 \rightarrow \eta = 20\%$$

Teste 2

Temperaturas das fontes:

$$T_f = 404^\circ\text{C} = 677 \text{ K}$$
$$T_q = 958^\circ\text{C} = 1231 \text{ K}$$

Rendimento:

$$\eta = 1 - T_f / T_q$$
$$\eta = 1 - 677 / 1231$$
$$\eta = 0,45$$
$$\eta = 45\%$$

Teste 3

Alternativa "d", obviamente.

Teste 4

Temperaturas:

$$T_f = 600 \text{ K}$$
$$T_q = 1500 \text{ K}$$

Rendimento:

$$\eta = 1 - T_f / T_q$$
$$\eta = 1 - 600 / 1500$$
$$\eta = 0,60$$

No entanto:

$$\eta = 1 - Q_f / Q_q$$
$$0,60 = 1 - Q_f / Q_q$$
$$Q_f / Q_q = 0,4$$
$$Q_q / Q_f = 1 / 0,4$$
$$Q_q / Q_f = 2,5$$
$$Q_q = 2,5 \cdot Q_f$$

Teste 5

$$\eta = 1 - Q_f / Q_q$$
$$\eta = 1 - 800 / 1200$$
$$\eta = 0,333 \rightarrow \eta = 33,3 \%$$

No entanto:

$$\eta = 1 - T_f / T_q$$
$$0,333 = 1 - T_f / 400 \quad (127^\circ\text{C} = 400 \text{ K})$$
$$T_f = 266,6 \text{ K}$$
$$T_f = -6,3^\circ\text{C}$$

Teste 6

O rendimento máximo possível é o da máquina que opera segundo o ciclo de Carnot. No caso, seria:

$$\eta = 1 - T_f / T_q$$
$$\eta = 1 - 500 / 1500$$
$$\eta = 0,67$$
$$\eta = 67\%$$

A máquina dada tem rendimento:

$$\eta = 1 - Q_f / Q_q$$
$$\eta = 1 - (2 \cdot 10^7) / (1 \cdot 10^8)$$
$$\eta = 0,80$$
$$\eta = 80 \%$$

A situação apresentada é impossível.

Teste 7

O trabalho realizado em um ciclo é dado pela área interna do ciclo (triângulo):

$$\tau = b \cdot h / 2$$
$$\tau = 4 \cdot (3 \cdot 10^5) / 2$$
$$\tau = 6 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Em 1 s ocorrem 5 ciclos, logo:

$$\text{Pot} = \tau / \Delta t$$
$$\text{Pot} = 5 \cdot (6 \cdot 10^5 \text{ joules}) / 1 \text{ segundo}$$
$$\text{Pot} = 30 \cdot 10^5 \text{ joules por segundo}$$
$$\text{Pot} = 3 \cdot 10^6 \text{ W}$$

Teste 8

Todas estão corretas, sendo a primeira afirmativa equivalente ao segundo princípio da termodinâmica.

Teste 9

Energia total consumida:

$$E_T = (2,5 \text{ L}) \cdot (3,6 \cdot 10^7 \text{ J/L}) = 9 \cdot 10^7 \text{ J}$$

Energia útil:
 $E_U = 1,8 \cdot 10^7 \text{ J}$
Cálculo do rendimento:
 $\eta = E_U / E_T$
 $\eta = (1,8 \cdot 10^7) / (9 \cdot 10^7)$
 $\eta = 0,2 = 20\%$

Teste 10

Rendimento da máquina de Carnot:
 $\eta = 1 - T_f / T_q$
 $\eta = 1 - 240 \text{ K} / 400 \text{ K}$
 $\eta = 0,4$
Rendimento da turbina do avião:
 $\eta = 80\% \cdot 0,4$
 $\eta = 0,8 \cdot 0,4$
 $\eta = 0,32 = 32\%$

Termologia V **Propagação do calor**

Teste 1

O mármore é melhor condutor térmico que a madeira, logo retira calor da mão com mais facilidade.

Teste 2

A lata tem maior coeficiente de condutibilidade térmica, logo retira calor da mão com maior facilidade.

Teste 3

Lei de Fourier:
 $\Phi = K \cdot A \cdot \Delta\theta / L$
O fluxo (q) é diretamente proporcional à diferença de temperatura ($\Delta\theta$) entre as faces da parede.

Teste 4

Vácuo: radiação (somente)
Fluidos: convecção (principalmente)
Sólidos: condução (principalmente)

Teste 5

O normal é que as camadas superiores tenham temperaturas inferiores. Na inversão térmica as camadas inferiores têm temperaturas inferiores e não conseguem subir.

Teste 6

$\Phi = K \cdot A \cdot \Delta\theta / L$
 $\Phi = 0,50 \cdot 10000 \cdot 80 / 10$
 $\Phi = 40000 \text{ cal/s}$
Observar que $1\text{m}^2 = 10000 \text{ cm}^2$

Teste 7

$\Phi = K \cdot A \cdot \Delta\theta / L$
O fluxo (Φ) é diretamente proporcional à área da parede (A).

Teste 8

O calor do Sol chega até nós por irradiação (ondas eletromagnéticas na faixa do infravermelho). É o único processo que ocorre no vácuo.

Teste 9

O vácuo impede a propagação do calor por condução e convecção.

Teste 10

Pense nas correntes de convecção. O ar refrigerado é mais denso e desce enquanto o ar quente sobe e é resfriado pelo aparelho. Dá-se aí uma movimentação cíclica cuja consequência é o resfriamento gradativo de toda a massa de ar do ambiente.

Teste 11

As ondas de calor emitidas pela Terra não atravessam a atmosfera e aquecem a temperatura desta.

Teste 12

O comprimento L foi reduzido à metade e a área A dobrou.
 $\Phi = K \cdot A \cdot \Delta\theta / L$
Ora, o fluxo ficou 4 vezes maior, pois ele é diretamente proporcional à área A e inversamente proporcional ao comprimento L.
Se o fluxo era $\Phi = 10 \text{ cal} / 2 \text{ min} = 5 \text{ cal/min}$, passou a ser $q = 20 \text{ cal/min}$.
Conclui-se que, se $\Phi = 20 \text{ cal/min}$, então 10 cal demorarão 0,5 minuto para atravessar o novo objeto formado.

Teste 13

Para a parede de tijolos:
 $\Phi_T = K \cdot A_T \cdot \Delta\theta / L$
Donde se conclui que:
 $\Phi_T / A_T = 0,12 \cdot \Delta\theta / 180$
Para o vidro:
 $\Phi_V = K \cdot A_V \cdot \Delta\theta / L \rightarrow \Phi_V / A_V = 1 \cdot \Delta\theta / 2,5$
Dividindo a segunda equação pela primeira, resulta:
 $(\Phi_V / A_V) / (\Phi_T / A_T) = (1 \cdot \Delta\theta / 2,5) / (0,12 \cdot \Delta\theta / 180)$
 $(\Phi_V / A_V) / (\Phi_T / A_T) = 600$

Teste 14

Cálculo do fluxo de calor:
 $\Phi = K \cdot A \cdot \Delta\theta / L$
 $\Phi = 0,5 \cdot 10 \cdot 100 / 50$
 $\Phi = 10 \text{ cal/s}$
Quantidade calor recebida pelo gelo em 40 s:
 $\Phi = Q / \Delta t$
 $10 = Q / 40$
 $Q = 400 \text{ cal}$
Massa de gelo que irá fundir:
 $Q = m \cdot L$
 $400 = m \cdot 80$
 $m = 5 \text{ g}$

FIM