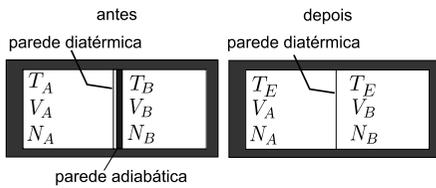


Gabarito para Versão **A**

Seção 1. Múltipla escolha (8×0,5 = 4,0 pontos)

1. Dois gases A e B (considerados ideais) estão em um recipiente isolado do exterior e também isolados entre si também por uma parede adiabática junto com uma parede diatérmica, como mostra a figura. Inicialmente os gases A e B têm temperatura T_A , volume V_A e N_A moles e temperatura T_B , volume V_B e N_B moles respectivamente. Num dado instante a parede adiabática que os separa é removida mantendo-se a parede diatérmica. A temperatura de equilíbrio térmico T_E é

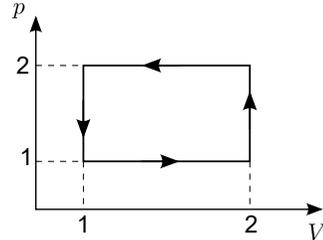


- (a) $(N_A T_A + N_B T_B)/2$;
 (b) $(N_A N_B T_A T_B)/(T_A + T_B)$;
 (c) $(N_A T_A N_B T_B)/(N_A T_A + N_B T_B)$;
 (d) $(N_A T_A + N_B T_B)/(N_A + N_B)$;
 (e) $(N_A + N_B)(T_A + T_B)/2$.

2. A densidade é dada pela razão entre a massa e o volume de um corpo. Se o volume depende da temperatura, o mesmo acontece com a densidade. Quando a temperatura varia de ΔT e β corresponde ao coeficiente de dilatação volumétrica, neste caso a variação da densidade $\Delta \rho$ é

- (a) $\beta \rho \Delta T$;
 (b) $-\beta \rho \Delta T$;
 (c) $(1/3)\beta \rho \Delta T$;
 (d) $3\beta \rho \Delta T$;
 (e) $-3\beta \rho \Delta T$

3. Um mol de um gás ideal é submetido a uma transformação cíclica reversível representada no diagrama $p - V$. Neste ciclo temos, para U energia interna, Q o calor e W o trabalho realizado pelo gás, a opção correta correspondente a



- (a) $\Delta U \neq 0$, $Q > 0$ e $W < 0$;
 (b) $\Delta U \neq 0$, e $Q = W$;
 (c) $\Delta U = 0$, $Q = W$;
 (d) $\Delta U = 0$, $Q > 0$ e $W < 0$;
 (e) $\Delta U = 0$, $Q > 0$ e $W > 0$.

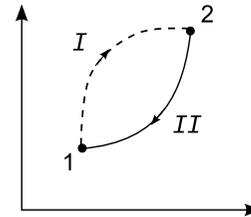
4. Um aluno construiu um termômetro com uma escala especial e um líquido colorido. A grandeza termométrica é dada pela altura da coluna de líquido. No ponto de congelamento da água, ele verificou que é a altura de 40mm e no ponto de vapor 60mm. Quando a altura de seu termômetro indicar 30mm a sua temperatura na escala centesimal deste termômetro é

- (a) 50°C ; anulada: a resposta correta é -50°C .
 (b) 25°C ;
 (c) 30°C ;
 (d) 40°C ;
 (e) 75°C .

5. Considere as grandezas: T-(temperatura), S-(entropia), N-(número de moles), V-(volume), ρ -(massa específica), H-(entalpia), p-(pressão), K-(energia cinética) e U-(energia interna). De acordo com a propriedade extensiva ou intensiva de uma grandeza a única opção para qual **todas** as grandezas são intensivas é

- (a) S, K e m;
 (b) ρ , T e p;
 (c) K, ρ e m;
 (d) H, S e p;
 (e) K, U, S e H.

6. Na figura representa-se a linha pontilhada (I) um processo natural (irreversível) acontecendo em um sistema **isolado**. Como resultado o sistema passa do estado 1 de equilíbrio para o estado 2 também de equilíbrio. A linha contínua (II) representa um processo reversível, envolvendo trocas de calor Q e trabalho W . Juntos estes dois processos constituem um ciclo. De acordo com a desigualdade de Clausius é correta a opção



- (a) $S_I = S_{II}$;
 (b) $S_I \neq 0$;
 (c) $S_I - S_{II} < 0$;
 (d) $S_1 = S_2$;
 (e) $S_2 > S_1$;

7. Considere quatro processos que um gás pode ser submetido: I(adiabático), II(isocórico), III(isobárico) e IV(isotérmico). Para as grandezas, U, Q e W nestes processos tem-se como opção correta

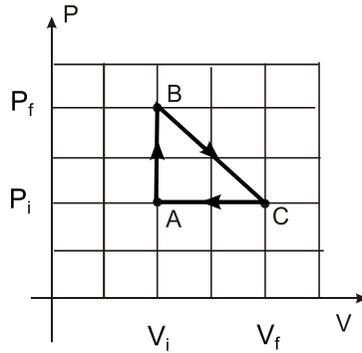
- (a) $\Delta U_I = W_I$, $\Delta V_{II} = 0$, $\Delta P_{III} = 0$ e $\Delta U_{IV} = 0$;
 (b) $\Delta U_I = -W_I$, $\Delta U_{II} = Q_{II}$, $\Delta U_{III} \neq 0$ e $\Delta U_{IV} = 0$;
 (c) $Q_I = -W_I$, $\Delta U_{II} = Q_{II}$, $Q_{III} = 0$ e $\Delta U_{IV} = 0$;
 (d) $\Delta U_I = W_I$, $Q_{II} = 0$, $Q_{III} \neq 0$ e $\Delta U_{IV} = 0$;
 (e) $Q_I = 0$, $Q_{II} = 0$, $Q_{III} \neq 0$ e $Q_{IV} = 0$.

8. Considere as afirmativas: (I) Para qualquer transformação irreversível cíclica a entropia do Universo aumenta. (II) Todos os processos naturais espontâneos são irreversíveis. (III) Em todos os processos irreversíveis a entropia do Universo aumenta. As afirmativas corretas são

- (a) (I), (II) e (III);
 (b) somente (II) e (III);
 (c) somente (I) e (III);
 (d) somente (I) e (II);
 (e) somente (I).

Seção 2. Questões discursivas (2×3.0 = 6.0 pontos)

1. Uma máquina térmica desenvolve o ciclo descrito pelo gráfico a seguir. A máquina absorve $Q_R = 4P_i V_i$ de energia térmica por ciclo. Neste ciclo $P_f = 2P_i$ e $V_f = 2V_i$.



Determine:

- a variação na energia interna no ciclo ABCA? Justifique.
- o trabalho realizado pela máquina em um ciclo.
- a quantidade de energia térmica transferida para o exterior.
- o rendimento dessa máquina térmica.

Resolução:

Questão discursiva 1 (valor=3,0 pontos)

- a) ΔU_{ciclo} (valor=0,5 ponto)

A variação da energia interna é função exclusiva da variação da temperatura. Como se trata de um ciclo, as temperaturas final e inicial são iguais. Assim:

$$\Delta U_{ciclo} = 0$$

- b) W (valor=0,5 ponto)

O trabalho é numericamente igual à área interna do ciclo.

$$W_{ciclo} = \frac{1}{2}(P_f - P_i)(V_f - V_i) = \frac{1}{2}P_i \times V_i = \frac{1}{2}P_i V_i.$$

- c) Q_C (valor=1,0 ponto)

A quantidade de calor cedido Q_C corresponde a quantidade de calor recebido que não foi transformada em trabalho W . Então:

$$Q_C = Q_R - \frac{1}{2}P_i V_i = 4P_i V_i - \frac{1}{2}P_i V_i = \frac{7}{2}P_i V_i.$$

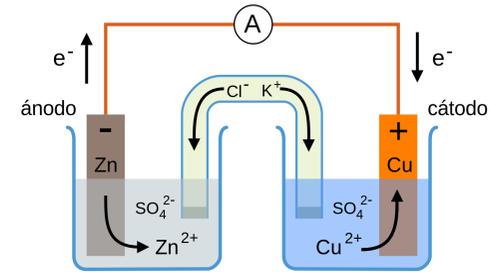
- d) η (valor=1,0 ponto)

O rendimento corresponde à razão entre o trabalho realizado (energia útil) e o calor recebido (energia total).

$$\eta = \frac{W}{Q_R} = \frac{\frac{1}{2}(P_i)(V_i)/4P_i V_i}{4P_i V_i} = 0,125 \quad \text{ou} \quad 12,5\%$$

■

2. Uma célula ou pilha de Daniell é constituída de dois eletrodos, um de zinco e outro de cobre ligados por uma ponte salina, conforme mostra figura. A reação efetiva se dá por, $Zn + Cu^{++} \rightarrow Zn^{++} + Cu$. Considere que sendo D.D.P=Y um parâmetro que executa um trabalho adicional a pdV. Portanto o parâmetro adicional de energia pode ser escrita com γY , onde γ é uma constante .



Mostre que relacionando a energia E e a entalpia H que:

- $(dE)_{S,V} = (dH)_{S,P}$;
- $\left(\frac{dE}{dY}\right) = \left(\frac{dH}{dY}\right)$;
- $\left\langle \left(\frac{\partial E}{\partial Y}\right) \right\rangle_t = \left(\frac{\partial H}{\partial Y}\right)_{S,P}$;

Resolução:

Questão discursiva 2 (valor=3,0 pontos)

a) valor=1,0 ponto

Temos para a energia $E = E(S, V, Y)$ e entalpia $H = H(S, p, Y)$

$$dE = TdS - pdV + \gamma dY \quad \text{e} \quad dH = TdS + Vdp + \gamma dY$$

Logo,

$$dE_{S,V} = dH_{S,p}$$

b) valor=1,0 ponto

Vamos considerar então a condição anterior para E e H ,

Logo, $(dE)_{S,V} = \gamma dY$ e $(dH)_{S,p} = \gamma dY$, considerando a variação em relação a Y

$$\left(\frac{dE}{dY}\right) = \left(\frac{dH}{dY}\right)_{S,p} \quad (1)$$

Observe que E pode variar com o tempo, ou seja, $E = E(p, q, Y)$; q coordenada e p momento linear!

c) valor=1,0 ponto

Como $\frac{dE}{dt} = \left\langle \left(\frac{\partial E}{\partial Y}\right) \right\rangle_t \frac{\partial Y}{\partial t} \rightarrow \frac{dE}{dt} \simeq \left(\frac{dE}{dY}\right)_t \frac{dY}{dt}$, para um sistema mecânico, obtemos assim,

$$\left(\frac{dE}{dY}\right)_t = \left(\frac{dH}{dY}\right)_{S,p} \rightarrow \left\langle \left(\frac{\partial E}{\partial Y}\right) \right\rangle_t = \left(\frac{\partial H}{\partial Y}\right)_{S,P}$$

■