



Universidade Federal do Rio de Janeiro | Instituto de Física  
**Gabarito da Lista 1 – Física 2**

*prof. Daniela Szilard*

*25 de maio de 2016*

1. Julgue os itens: verdadeiro ou falso.

( F ) A lei de Stevin é válida para qualquer fluido cuja densidade é função exclusiva da altura.

( F ) A equação de Bernoulli pode ser aplicada entre quaisquer pontos de um fluido ideal.

( F ) Para um fluido ideal e incompressível escoando em um tubo que sofre um estreitamento, a pressão é maior, quanto menor for a seção reta do tubo.

( F ) Um barco, que contém uma pedra, flutua em uma piscina. Quando a pedra é jogada no fundo da piscina, o nível da piscina permanece o mesmo.

( V ) Um objeto flutua em uma piscina e, ao se partir em dois, o nível da piscina não se altera.

( F ) Dois recipientes idênticos são colocados sobre uma balança preenchidos por um mesmo líquido. Em um dos recipientes (recipiente II), um objeto está parcialmente submerso e, no outro (recipiente I), só há líquido. A altura do nível do líquido nos dois recipientes é a mesma. É correto afirmar que a marcação da balança será maior para o recipiente II.

( V ) Dois corpos a mesma temperatura estão necessariamente em equilíbrio térmico.

( F ) A primeira lei da termodinâmica só se aplica a processos reversíveis.

( F ) A energia interna de um gás (ideal ou não) é função exclusiva da temperatura.

( F ) A energia interna de um mol de um gás ideal é diretamente proporcional à pressão do gás e inversamente proporcional ao seu volume.

( F ) O aquecimento de um fluido através de uma resistência elétrica (efeito Joule) só pode ser feito reversivelmente.

( F ) Pode existir um motor térmico que opera entre 300 K e 400 K realizando, em um ciclo, uma quantidade de trabalho de 100 J e rejeitando 200 J de calor.

( F ) A variação de entropia de um sistema em um processo irreversível não pode ser igual à variação de entropia de um processo reversível.

( V ) A variação de entropia de dois processos distintos que partem de um mesmo estado inicial e chegam a um mesmo estado final são iguais quer o processo seja reversível, quer seja irreversível.

( F ) O trabalho de qualquer transformação gasosa pode ser calculado através da expressão  $W = \int p dV$

( F ) Em uma expansão livre, o calor recebido pelo gás pode ser calculado através da expressão  $Q = \int T dS$

( F ) De acordo com a segunda lei da termodinâmica, a entropia de um sistema nunca pode diminuir.

( F ) A velocidade quadrática média de dois gases ideais nas CNTPs é independente da massa do elemento químico que os compõem.

( F ) O livre caminho médio de um gás é tão maior quanto maior for a pressão do gás e menor sua temperatura.

2. (a)  $p(z) = p(H) + g z_0 (\rho(z) - \rho(H))$ .

(c)  $F = \rho_0 g L^2 H$

(d)  $F' = \rho_0 g L H^2 / 2$

(e)  $\tau = \rho_0 g L H^3 / 6$

(f)  $h = \tau / F' = H / 3$

3. (a)  $F = 100\text{N}$

(b) O peso do líquido é  $P = 10\text{N}$ . Trata-se de um exemplo do paradoxo hidrostático. A parte superior do recipiente exerce uma força sobre o líquido, que compensa os 90N de diferença.

4. (a)  $v = \sqrt{\frac{2(p_1 - p_0 + \rho g h)}{\rho(1 - a^2/A^2)}}$  e  $Q = av = \sqrt{\frac{2a^2(p_1 - p_0 + \rho g h)}{\rho(1 - a^2/A^2)}}$

(b) O vazamento é contido se  $v = 0$ , ou seja, se  $p_1 = p_0 + \rho g h$

(c)  $v = \sqrt{\frac{2(gh - p_0/\rho)}{(1 - a^2/A^2)}}$ . O vazamento continua se  $h > p_0/\rho g$  e cessa se  $h \leq p_0/\rho g$

5. (a)  $v_D = \sqrt{2gh_1}$

(b)  $p_C - p_0 = -\rho_2 g h_2$

(c)  $v_C = \sqrt{2g \left( \frac{\rho_2}{\rho_1} h_2 + h_1 \right)}$

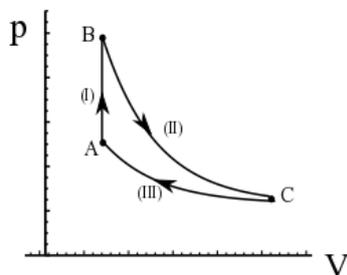
(d)  $A_D/A_C = \sqrt{1 + (\rho_2/\rho_1)(h_2/h_1)}$

6. (a)  $h = (1 - \rho_2/\rho_1)L$

(b)  $v = \sqrt{2 \left( \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_{\text{ar}}} \right) g L}$

7. (Extra!)  $T = T_0 - \frac{M(\gamma - 1)}{\gamma R} g(z - z_0)$

8. (a)



A :  $p = p_0$  e  $V = V_0$

B :  $p = (T_1/T_0)p_0$  e  $V = V_0$

C :  $p = (T_0/T_1)^{5/2} p_0$  e  $V = (T_0/T_1)^{5/2} V_0$

(b)

$$(I) : Q = (5R/2)(T_1 - T_0), W = 0 \text{ e } \Delta U = (5R/2)(T_1 - T_0)$$

$$(II) : Q = 0, W = \frac{5p_0V_0}{2R} \left( \frac{T_1}{T_0} \right) \text{ e } \Delta U = \frac{5p_0V_0}{2R} \left( \frac{T_1}{T_0} \right)$$

$$(III) : Q = -(5RT_0/2) \ln(T_1/T_0), W = -(5RT_0/2) \ln(T_1/T_0) \text{ e } \Delta U = 0$$

$$(c) \text{ calor recebido: } Q_R = Q_{(I)}$$

$$\text{calor perdido: } Q_P = -Q_{(III)}$$

$$\text{eficiência do ciclo: } \eta = 1 - \frac{1}{T_1/T_0 - 1} \ln \left( \frac{T_1}{T_0} \right)$$

$$(d) \text{ Eficiência de Carnot: } \eta_c = 1 - \frac{T_0}{T_1}$$

Note que podemos escrever que a eficiência do ciclo é  $\eta = 1 - \alpha (T_0/T_1)$ , onde  $\alpha = \frac{1}{1 - T_0/T_1} \ln \left( \frac{T_1}{T_0} \right)$ .

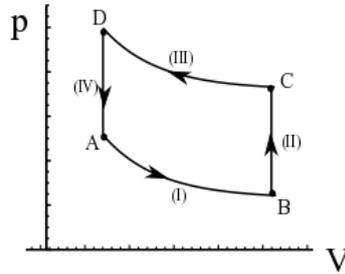
Para termos  $\eta < \eta_c$ , devemos ter  $\alpha > 1$ . É possível mostrar que, para  $T_0 < T_1$ , sempre teremos  $\alpha > 1$ , ou seja, necessariamente  $\eta < \eta_c$  em acordo com o esperado pela Segunda Lei da Termodinâmica

$$(e) (I) : \Delta S = (5R/2) \ln(T_1/T_0)$$

$$(II) : \Delta S = 0$$

$$(III) : \Delta S = -(5R/2) \ln(T_1/T_0)$$

9. (a)



$$\mathbf{A} : p = 1 \text{ atm e } V = 22,4 \text{ l}$$

$$\mathbf{B} : p = 0,5 \text{ atm e } V = 44,8 \text{ l}$$

$$\mathbf{C} : p = 0,56 \text{ atm e } V = 44,8 \text{ l}$$

$$\mathbf{D} : p = 1,12 \text{ atm e } V = 22,4 \text{ l}$$

$$(b) T_A = 273 \text{ K e } T_C = 306 \text{ K}$$

$$(c) (I) : \Delta U = 0$$

$$(II) : \Delta U = 100 \text{ cal}$$

$$(III) : \Delta U = 0$$

$$(IV) : \Delta U = -100 \text{ cal}$$

$$(d) \text{ calor recebido } Q_R = Q_{(I)} + Q_{(II)} = 476 \text{ cal}$$

$$\text{calor perdido } Q_P = -Q_{(III)} - Q_{(IV)} = 526 \text{ cal}$$

$$(e) W_{\text{ciclo}} = -46 \text{ cal}$$

(f) ANULADA.

(g) ANULADA.

10. (a) calor recebido  $Q_{ab} = T_a(S_c - S_a)$

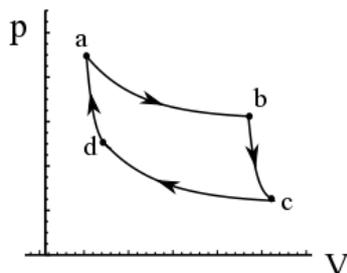
calor perdido  $Q_{cd} = T_c(S_a - S_c)$

$Q_{da} = Q_{bc} = 0$

(b) ANULADA.

(c)  $W_{\text{ciclo}} = (S_c - S_a)(T_a - T_c)$ . É a área do retângulo no gráfico  $T \times S$ .

(d)



É o ciclo de Carnot, cujo rendimento é  $\eta_c = 1 - T_c/T_a$ .

11. (a)  $\Delta S_{\text{gas}} = 0$  e  $\Delta S_{\text{Univ}} = R \ln 2$ . Este processo é irreversível. De acordo com a Segunda Lei da Termodinâmica, a entropia do Universo sempre aumenta em processos irreversíveis.

(b)  $\Delta S_{\text{gas}} = R \ln 2$  e  $\Delta S_{\text{Univ}} = 0$ . Este processo é reversível. De acordo com a Segunda Lei da Termodinâmica, a entropia do Universo permanece constante em processos reversíveis.

(c) ERRATA! Transformação a volume constante

$\Delta S_{\text{gas}} = c_v \ln(T_2/T_1 - 1)$  e  $\Delta S_{\text{Univ}} = c_v [\ln(T_2/T_1) - (1 - T_2/T_1)]$ . Este processo é irreversível. Para verificar esta afirmativa, é necessário mostrar que  $\ln(T_2/T_1) - (1 - T_2/T_1) > 0$  sempre que  $T_2 > T_1$  (extra!). Trocas de calor entre sistemas a temperaturas distintas sempre representam processos irreversíveis.

(d)  $\Delta S_{\text{ciclo}} = 0$  e  $\Delta S_{\text{Univ}} = 0$ . Este processo é reversível.

(e)  $\Delta S_{\text{agua}} = -241 \text{ cal/K}$  e  $\Delta S_{\text{Univ}} = 32 \text{ cal/K}$ . Este processo é irreversível, pois  $\Delta S_{\text{Univ}} > 0$ . Note que o fato de que  $\Delta S_{\text{agua}} < 0$  não contradiz a Segunda Lei da Termodinâmica, pois a entropia da vizinhança (piscina) aumentou mais do que a entropia perdida pela porção de água fervente.

(f)  $\Delta S_{\text{gelo}} = 2,9 \text{ cal/K}$  e  $\Delta S_{\text{Univ}} = 0$ . Este processo é reversível. Trata-se de uma transição de fase que ocorre em contato com um reservatório térmico à mesma temperatura da transição. Assim, a quantidade de entropia ganha pelo gelo é exatamente a mesma perdida pela vizinhança (reservatório térmico).

12. (a)  $d = 2,2 \times 10^{-8} \text{ m}$

(b)  $f = 7,2 \times 10^9 \text{ colisões/s}$

(c)  $v_{rms} = 1,3 \times 10^3 \text{ m/s}$

(d) ANULADA.

13.  $z = \frac{\omega^2}{2g} r^2$