



INSTITUTO DE FÍSICA  
Universidade Federal Fluminense

# Física Teórica 3

2a prova - 2o período de 2016 - 26/11/2016

NOTA DA  
PROVA

--

**Atenção: Leia as recomendações abaixo antes de fazer a prova.**

1. A prova consiste em 15 questões de múltipla escolha, e terá duração de 2 horas.
2. Os aplicadores não poderão responder a nenhuma questão, a prova é autoexplicativa e o entendimento da mesma faz parte da avaliação.
3. É permitido o uso apenas de calculadoras científicas simples (sem acesso wifi ou telas gráficas).
4. É expressamente proibido portar telefones celulares durante a prova, mesmo no bolso. **A presença de um celular levará ao confisco imediato da prova e à atribuição da nota zero.**
5. Antes de começar, assine seu nome e turma de forma LEGÍVEL em todas as páginas e no cartão de respostas ao lado.
6. Marque as suas respostas no CARTÃO RESPOSTA. Preencha INTEGRALMENTE (com caneta) o círculo referente a sua resposta.
7. Assinale apenas uma alternativa por questão, e em caso de erro no preenchimento, rasure e indique de forma clara qual a resposta desejada.
8. Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajud-ar você a encontrar erros.
9. Caso alguma questão seja anulada, o valor da mesma será redistribuído entre as demais.
10. Escolha as respostas numéricas mais próximas do resultado exato.

Nome			
Prof(a)		Turma	

A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	11	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	12	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	13	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	14	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	15	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
8	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
9	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

Versão da Prova (preenchido pelo professor) A  B  C  D

Get this form and more at: [ZipGrade.com](http://ZipGrade.com)

Copyright 2015 ZipGrade LLC. This work is available under Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 license.

**Constantes e conversões:**  $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^3 \text{ L}$   $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$   $\rho_{\text{água}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$   $c_{\text{água}} = 4196 \text{ J/(kg K)}$

$L_{f-\text{água}} = 3,33 \times 10^5 \text{ J/kg}$   $L_{v-\text{água}} = 22,6 \times 10^5 \text{ J/kg}$   $T_F = (9/5)T_C + 32$   $T_K = T_C + 273$   $T_3 = 273,16 \text{ K}$   $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$   $N_A = 6,02 \times 10^{23}$   $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$   $R = 8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$   $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$   $v^{\text{som-ar}} = 343 \text{ m/s}$

**Hidro e elasticidade:**  $F/A = Y\Delta L/L_0$   $P = P_0 + \rho gh$   $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gy = \text{cte}$

**Calor:**  $Q = mc\Delta T = nC\Delta T$   $Q = mL$   $dQ/dt = k(A/L)\Delta T$   $dQ/dt = \epsilon\sigma AT^4$   $dQ_{\text{res}}/dt = \epsilon\sigma A(T^4 - T_0^4)$

**Termodinâmica:**  $N = M/m$   $n = N/N_A$   $\lambda = v/(N4\sqrt{2}r^2)$   $PV = Nk_B T = nRT$   $\epsilon_{\text{med}} = (1/2)m v_{\text{rms}}^2 = (3/2)k_B T$   
 $W_{\text{Isoterm}} = -nRT \ln(V_f/V_i)$   $W_{\text{adiab}} = (P_f V_f - P_i V_i)/(\gamma - 1)$   $\Delta E^{\text{térm}} = nC_V \Delta T = Q_{\text{receb-gás}} + W_{\text{sobre-gás}} = Q_{\text{recebido}} - \int PdV$   $C_P - C_V = R$   $C_V^{\text{Mono}} = 3R/2$   $C_V^{\text{Diat}} = 5R/2$   $\gamma = C_P/C_V$  ( $TV^{\gamma-1} = \text{cte}$  e  $PV^\gamma = \text{cte}'$ )<sub>transf\_adiabat</sub>

$\eta = W_{\text{útil}}/Q_Q$   $K = Q_F/W^{\text{entra}}$   $\eta_{\text{Carnot}} = 1 - T_F/T_Q$   $K_{\text{Carnot}} = T_F/(T_Q - T_F)$

**Ondas:**  $D(x,t) = A \sin(kx - \omega t + \phi_0) = A \sin(k(x - vt) + \phi_0) = A \sin(\phi)$   $k = 2\pi/\lambda$   $\omega = 2\pi/T$   $v = \lambda f = \omega/k$

$v_{\text{corda}} = (T_c/\mu)^{1/2}$   $I = P/\text{Área} = (10 \text{ dB}) \log(I/I_0)$ ,  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

**1-** Um gás ideal sofre uma transformação isotérmica que dobra a sua pressão. Após esse processo o deslocamento médio entre colisões sucessivas das moléculas:

- A) Dobra      B) Quadruplica      **C) Cai à metade**      D) Cai a um quarto      E) Não muda

**Solução:**  $\lambda$  é proporcional a  $V/N$ , portanto a  $T/P$ . Como  $T = \text{cte}$ ,  $\lambda_{\text{fin}} / \lambda_{\text{ini}} = P_{\text{ini}} / P_{\text{fin}} = 1/2$

**2-** O ar é composto, essencialmente, de 78% de nitrogênio ( $N_2$ ), 21% oxigênio ( $O_2$ ) e 1% argônio (Ar). As massas **atômicas** desses elementos são, respectivamente, 14, 16 e 40. Numa amostra de ar em condições normais de temperatura e pressão ( $T = 293\text{K}$  e  $P = 1 \text{ atm}$ ), as velocidades quadráticas médias das moléculas se ordenam conforme

- A)  $v_{O_2} < v_{N_2} < v_{Ar}$       **B)  $v_{N_2} > v_{O_2} > v_{Ar}$**       C)  $v_{N_2} = v_{O_2} = v_{Ar}$       D)  $v_{N_2} < v_{O_2} < v_{Ar}$       E)  $v_{O_2} > v_{N_2} > v_{Ar}$

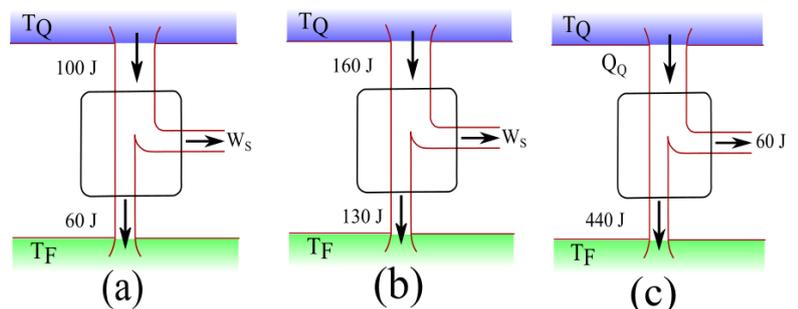
**Solução:**  $p/T$  dado,  $v_{\text{rms}}$  cai com a massa molecular. No caso do  $N_2$ ,  $O_2$  e Ar, as massas são respectivamente 28, 32 e 40 [não mudam de ordem]. Portanto (B).

**3-** Um gás monoatômico é comprimido adiabaticamente até que seu volume caia à metade do inicial. A razão entre as velocidades quadráticas médias final e inicial,  $(v_{\text{rms}})_{\text{fin}} / (v_{\text{rms}})_{\text{ini}}$ , é

- A) 0,50      B) 0,79      C) 1,44      D) 1,15      **E) 1,26**

**Solução:**  $v_{\text{rms}}^2$  é proporcional a  $T$ . No processo adiabático,  $(T_{\text{fin}} / T_{\text{ini}}) = (V_{\text{fin}} / V_{\text{ini}})^{\gamma-1} = 2^{0,67} \sim 1,6$ . Portanto  $(v_{\text{rms}})_{\text{fin}} / (v_{\text{rms}})_{\text{ini}} \sim 1,26$

**4-5-6:** Considere as máquinas térmicas descritas pela figura ao lado



**4-** Os trabalhos realizados pelas máquinas se ordenam de acordo com

- A)  $W_c > W_a > W_b$**       B)  $W_a > W_b > W_c$       C)  $W_c > W_b > W_a$       D)  $W_b > W_c > W_a$       E)  $W_a > W_c > W_b$

**Solução:**  $W_a = 40 \text{ J}$ ,  $W_b = 30 \text{ J}$  e  $W_c = 60 \text{ J}$

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

5- Os rendimentos das máquinas se ordenam de acordo com

- A)  $\eta_a > \eta_b > \eta_c$       B)  $\eta_c > \eta_b > \eta_a$       C)  $\eta_b > \eta_a > \eta_c$       D)  $\eta_a > \eta_c > \eta_b$       E)  $\eta_b > \eta_a > \eta_c$

Solução:  $\eta_a = 40/100 = 0,4$  ,  $\eta_b = 30/160 = 0,19$  e  $\eta_c = 60/500 = 0,12$

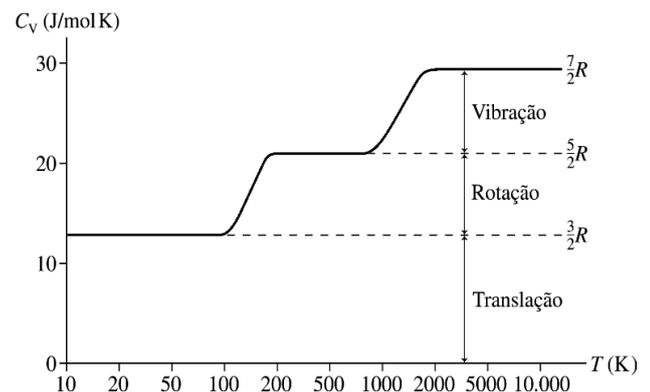
6- Suponha que  $T_F = 300K$ . Um valor para  $T_Q$  para o qual, de acordo com a Segunda Lei da termodinâmica, duas dessas máquinas acima podem operar, mas não as três, é dado por

- A) 220 K    B) 290 K    C) 400 K    D) 550 K    E) 710 K

Solução:  $1 - 300/T_Q < \eta$ , ou  $T_Q > 300/(1 - \eta)$ . Daí as temperaturas mínimas são respectivamente 500, 370 e 340. Qualquer temperatura entre 370 e 500 K impede a máquina (a) de operar permitindo as (c) e (b).

7- Para se aumentar em um grau a temperatura de um mol de hidrogênio,  $H_2$ , a 220 K, se fornece cerca de 21 J de energia térmica a volume constante. Nesse processo, de quanto variam as energias térmicas translacional, rotacional e vibracional desta amostra de gás?

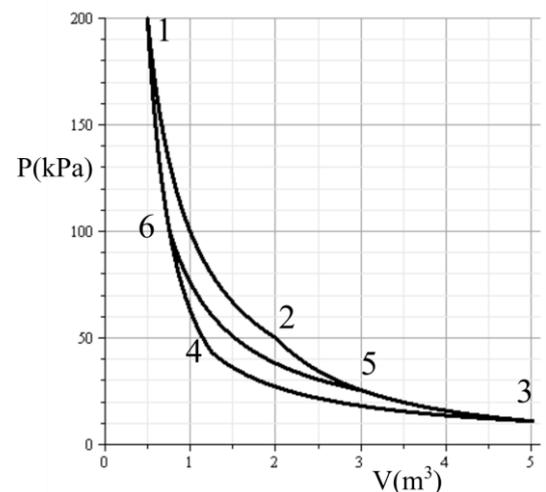
- A)  $\Delta E_{trans} = 0J$ ;  $\Delta E_{rot} = 21J$  ;  $\Delta E_{vib} = 0 J$   
 B)  $\Delta E_{trans} = 12,5J$ ;  $\Delta E_{rot} = 8,3J$  ;  $\Delta E_{vib} = 0 J$   
 C)  $\Delta E_{trans} = 12,5J$ ;  $\Delta E_{rot} = 4,2J$  ;  $\Delta E_{vib} = 4,2 J$   
 D)  $\Delta E_{trans} = 4,2J$ ;  $\Delta E_{rot} = 8,3J$  ;  $\Delta E_{vib} = 8,3 J$   
 E)  $\Delta E_{trans} = 4,2J$ ;  $\Delta E_{rot} = 12,5J$  ;  $\Delta E_{vib} = 4,2 J$



Solução: nessa temperatura há 3 GDL translacionais ativos, e 2 rotacionais, mas os vibracionais ainda estão 'congelados'. Cada GDL ativo ganha  $\Delta E = 1/2 R \Delta T = 4,2J$

8- Uma máquina funciona em um ciclo de Carnot (1234), de acordo com a figura ao lado. Uma mudança no sistema de refrigeração aumenta a temperatura da fonte fria e a máquina passa a operar no novo ciclo de Carnot (1256). Se comparado com o ciclo original, no novo ciclo

Solução: O Calor da fonte quente é definido pelo processo 1-2, que não muda. O trabalho é a área, que diminui. Pela 1a Lei, o calor cedido à fonte fria deve aumentar



Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

- A) O calor recebido da fonte quente não muda, o trabalho realizado diminui e o calor cedido à fonte fria diminui.
- B) O calor recebido da fonte quente diminui, o trabalho realizado diminui e o calor cedido à fonte fria aumenta.
- C) O calor recebido da fonte quente não muda, o trabalho realizado diminui e o calor cedido à fonte fria aumenta.
- D) O calor recebido da fonte quente diminui, o trabalho realizado não muda e o calor cedido à fonte fria diminui.
- E) O calor recebido da fonte quente diminui, o trabalho realizado diminui e o calor cedido à fonte fria diminui.

9- Em que trechos do ciclo de Carnot 1234 da figura anterior o calor é trocado e em que trechos o trabalho realizado pelo gás é positivo?

- A) O calor é trocado em 1→2 e 3→4 e o trabalho é positivo em 3→4 e 4→1.
- B) O calor é trocado em 2→3 e 4→1 e o trabalho é positivo em 1→2 e 3→4.
- C) O calor é trocado em 1→2 e 2→3 e o trabalho é positivo em 2→3 e 4→1.
- D) O calor é trocado em 2→3 e 4→1 e o trabalho é positivo em 3→4 e 4→1.
- E) O calor é trocado em 1→2 e 3→4 e o trabalho é positivo em 1→2 e 2→3.

Nos processos adiabáticos não há troca de calor. No com expansão do volume o trabalho realizado pelo gás é positivo

10- Uma máquina opera, com uma fonte quente e outra fria, promovendo o ciclo descrito na figura por uma amostra de gás ideal hélio. Dados:  $V_1=0,40 \times 10^{-3} \text{m}^3$ , Corrigido a tempo:  $V_1=0,50 \times 10^{-3} \text{m}^3$ ,  $V_3=2,0 \times 10^{-3} \text{m}^3$  e  $P_1=80 \text{kPa}$ . O rendimento dessa máquina é de aproximadamente

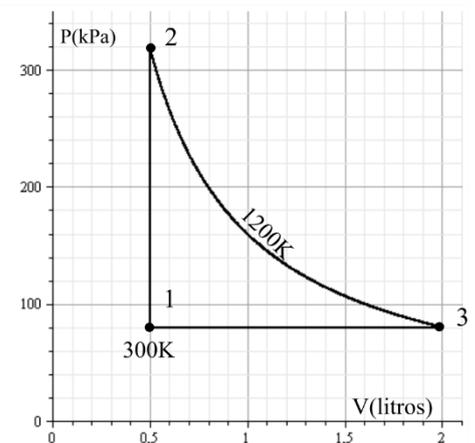
- A) 0,80
- B) 0,22
- C) 0,75
- D) 0,19
- E) 0,12

$$Q_{12} = nC_V \Delta T = nR \Delta T \times 3/2 = \Delta(PV) \times 3/2 = 120 \times 3/2 = 180 \text{ J}$$

$$Q_{23} = nRT \ln(4) = PV \ln(4) = 160 \times 1,39 = 222 \text{ J}$$

$$Q_{31} = nC_p |\Delta T| = nR |\Delta T| \times 5/2 = |\Delta(PV)| \times 5/2 = 120 \times 5/2 = 300 \text{ J}$$

$$\eta = (222 - 120) / (180 + 222) = (102) / (402) = 0,25$$



Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

**11-12-13-14:** Considere que uma onda se propaga numa corda de acordo com a expressão  $D(x,t) = 0,40 \text{sen}(0,314x - 6,28t + 3,14)$ , onde D e x estão em cm e t em s.

**11-** No tempo  $t_0$  se percebe que o ponto  $x_0$  da corda está com deslocamento máximo positivo. Um valor de  $\Delta x$  para que o ponto  $x_0 + \Delta x$  apresente no mesmo instante o deslocamento máximo negativo será  
A)  $\Delta x = 3,2$     B)  $\Delta x = 5,0$     C)  $\Delta x = 6,4$     **D)  $\Delta x = 10$**     E)  $\Delta x = 20$

**Solução:**  $\lambda = 2\pi / 0,314 = 20$  cm. Assim  $\Delta x = 10$  ou 30 ou 50

**12-** No tempo  $t_1$  se percebe que no ponto  $x_1$  da corda o deslocamento é máximo positivo. Um valor de  $\Delta t$  para que no ponto  $x_1$  volte a ocorrer o deslocamento máximo positivo no instante  $t_1 + \Delta t$  será  
A)  $\Delta t = 0,1$     B)  $\Delta t = 0,2$     C)  $\Delta t = 0,4$     D)  $\Delta t = 0,5$     **E)  $\Delta t = 1,0$**

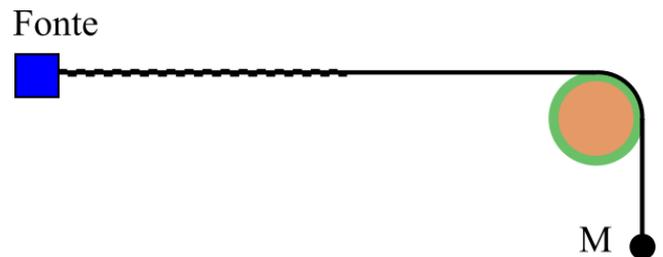
**Solução:** O período é  $T = 2\pi / 6,28 = 1$  s. Assim  $\Delta t = 1$  ou 2 ou 3...

**13-** Essa é uma onda progressiva que se propaga no sentido de x  
A) **positivo, a 20 cm/s**    B) positivo, a 25 cm/s    C) negativo, a 20 cm/s  
D) negativo, a 25 cm/s    E) negativo, a 6,28 cm/s

**14-** O módulo da velocidade de um ponto da corda que está com  $D=0$  será aproximadamente  
A) 25 cm/s    B) 1,3 cm/s    C) 20 cm/s    **D) 2,5 cm/s**    E) 3,1 cm/s

**Solução:**  $v = 0,4 \times 6,28 = 2,5$  cm/s

**15-** Um alto-falante (fonte) preso a uma corda, vibra com frequência fixa criando uma onda senoidal em uma corda disposta horizontalmente e que é mantida esticada, após passar por uma roldana, por meio de um corpo pendurado de massa M. Se a fonte não é modificada, mas o corpo tem sua massa dobrada, a nova onda, em comparação com a anteriormente produzida, apresentará



- A) O comprimento de onda multiplicado por 2 e o período reduzido por  $\sqrt{2}$ .
- B) O comprimento de onda multiplicado por 2 e o período mantido.
- C) O comprimento de onda multiplicado por  $\sqrt{2}$  e o período reduzido por 2.
- D) O comprimento de onda multiplicado por  $\sqrt{2}$  e o período mantido.**
- E) O comprimento de onda multiplicado por  $2\sqrt{2}$  e o período reduzido por 2.

**Solução:**  $v \propto \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  é multiplicada por  $\sqrt{2}$ , assim como o comprimento de onda, já que o período não muda.

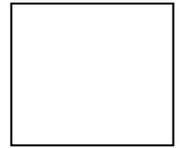


INSTITUTO DE FÍSICA  
Universidade Federal Fluminense

# Física Teórica 3

2a prova - 2o período de 2016 26/11/2016

NOTA DA  
PROVA



**Atenção: Leia as recomendações abaixo antes de fazer a prova.**

1. A prova consiste em 15 questões de múltipla escolha, e terá duração de 2 horas
2. Os aplicadores não poderão responder a nenhuma questão, a prova é autoexplicativa e o entendimento da mesma faz parte da avaliação.
3. É permitido o uso apenas de calculadoras científicas simples (sem acesso wifi ou telas gráficas).
4. É expressamente proibido portar telefones celulares durante a prova, mesmo no bolso. **A presença de um celular levará ao confisco imediato da prova e à atribuição da nota zero.**
5. Antes de começar, assine seu nome e turma de forma LEGÍVEL em todas as páginas e no cartão de respostas ao lado.
6. Marque as suas respostas no CARTÃO RESPOSTA. Preencha INTEGRALMENTE (com caneta) o círculo referente a sua resposta.
7. Assinale apenas uma alternativa por questão, e em caso de erro no preenchimento, rasure e indique de forma clara qual a resposta desejada.
8. Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajud-ar você a encontrar erros.
9. Caso alguma questão seja anulada, o valor da mesma será redistribuído entre as demais.
10. Escolha as respostas numéricas mais próximas do resultado exato.

Nome			
Prof(a)		Turma	

	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
1	<input type="radio"/>	11	<input type="radio"/>								
2	<input type="radio"/>	12	<input type="radio"/>								
3	<input type="radio"/>	13	<input type="radio"/>								
4	<input type="radio"/>	14	<input type="radio"/>								
5	<input type="radio"/>	15	<input type="radio"/>								
6	<input type="radio"/>										
7	<input type="radio"/>										
8	<input type="radio"/>										
9	<input type="radio"/>										
10	<input type="radio"/>										

Versão da Prova  
(preenchido pelo professor) A  B  C  D

Get this form  
and more at: [ZipGrade.com](http://ZipGrade.com)

Copyright 2015 ZipGrade LLC.  
This work is available under  
Creative Commons Attribution-  
ShareAlike 3.0 license.

**Constantes e conversões:**  $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^3 \text{ L}$   $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$   $\rho_{\text{água}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$   $c_{\text{água}} = 4196 \text{ J/(kg K)}$

$L_{f-\text{água}} = 3,33 \times 10^5 \text{ J/kg}$   $L_{v-\text{água}} = 22,6 \times 10^5 \text{ J/kg}$   $T_F = (9/5)T_C + 32$   $T_K = T_C + 273$   $T_3 = 273,16 \text{ K}$   $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$   $N_A = 6,02 \times 10^{23}$   $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$   $R = 8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$   $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$   $v^{\text{som-ar}} = 343 \text{ m/s}$

**Hidro e elasticidade:**  $F/A = Y\Delta L/L_0$   $P = P_0 + \rho gh$   $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gy = \text{cte}$

**Calor:**  $Q = mc\Delta T = nC\Delta T$   $Q = mL$   $dQ/dt = k(A/L)\Delta T$   $dQ/dt = e\sigma AT^4$   $dQ_{\text{res}}/dt = e\sigma A(T^4 - T_0^4)$

**Termodinâmica:**  $N = M/m$   $n = N/N_A$   $\lambda = v/(N4\sqrt{2}r^2)$   $PV = Nk_B T = nRT$   $\epsilon_{\text{med}} = (1/2)m v_{\text{rms}}^2 = (3/2)k_B T$   
 $W_{\text{Isoterm}} = -nRT \ln(V_f/V_i)$   $W_{\text{adiab}} = (P_f V_f - P_i V_i)/(\gamma - 1)$   $\Delta E^{\text{térm}} = nC_V \Delta T = Q_{\text{receb-gás}} + W_{\text{sobre-gás}} = Q_{\text{recebido}} - \int PdV$   $C_P - C_V = R$   $C_V^{\text{Mono}} = 3R/2$   $C_V^{\text{Diat}} = 5R/2$   $\gamma = C_P/C_V$  ( $TV^{\gamma-1} = \text{cte}$  e  $PV^\gamma = \text{cte}'$ )  $\text{transf}_{\text{adiabat}}$

$\eta = W_{\text{útil}}/Q_Q$   $K = Q_F/W^{\text{entra}}$   $\eta_{\text{Carnot}} = 1 - T_F/T_Q$   $K_{\text{Carnot}} = T_F/(T_Q - T_F)$

**Ondas:**  $D(x,t) = A \sin(kx - \omega t + \phi_0) = A \sin(k(x - vt) + \phi_0) = A \sin(\phi)$   $k = 2\pi/\lambda$   $\omega = 2\pi/T$   $v = \lambda f = \omega/k$

$v_{\text{corda}} = (T_c/\mu)^{1/2}$   $I = P/\text{Área} = (10 \text{ dB}) \log(I/I_0)$ ,  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

**1-** Um gás ideal sofre uma transformação isotérmica que dobra a sua pressão. Após esse processo o deslocamento médio entre colisões sucessivas das moléculas:

- A) Cai à metade    B) Cai a um quarto    C) Não muda    D) Dobra    E) Quadruplica

Solução:  $\lambda$  é proporcional a  $V/N$ , portanto a  $T/P$ . Como  $T = \text{cte}$ ,  $\lambda_{\text{fin}} / \lambda_{\text{ini}} = P_{\text{ini}} / P_{\text{fin}} = 1/2$

**2-** O ar é composto, essencialmente, de 78% de nitrogênio ( $N_2$ ), 21% oxigênio ( $O_2$ ) e 1% argônio (Ar). As massas atômicas desses elementos são, respectivamente, 14, 16 e 40. Numa amostra de ar em condições normais de temperatura e pressão ( $T = 293\text{K}$  e  $P = 1 \text{ atm}$ ), as velocidades quadráticas médias das moléculas se ordenam conforme

- A)  $v_{O_2} > v_{N_2} > v_{Ar}$     B)  $v_{O_2} < v_{N_2} < v_{Ar}$     C)  $v_{N_2} > v_{O_2} > v_{Ar}$     D)  $v_{N_2} = v_{O_2} = v_{Ar}$     E)  $v_{N_2} < v_{O_2} < v_{Ar}$

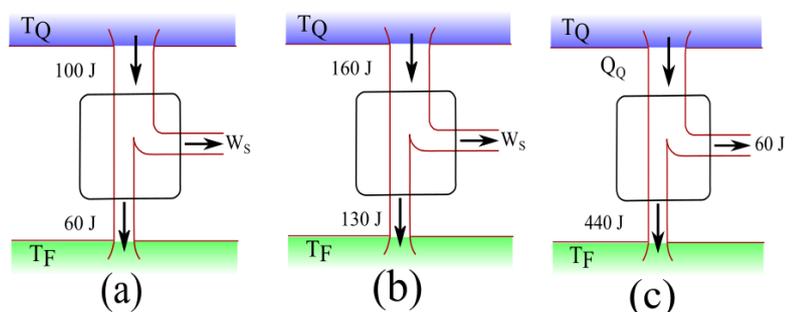
Solução:  $p/T$  dado,  $v_{\text{rms}}$  cai com a massa molecular. No caso do  $N_2$ ,  $O_2$  e Ar, as massas são respectivamente 28, 32 e 40 [não mudam de ordem]. Portanto (C).

**3-** Um gás monoatômico é comprimido adiabaticamente até que seu volume caia à metade do inicial. A razão entre as velocidades quadráticas médias final e inicial,  $(v_{\text{rms}})_{\text{fin}} / (v_{\text{rms}})_{\text{ini}}$ , é

- A) 0,79    B) 1,26    C) 1,15    D) 1,44    E) 0,50

Solução:  $v_{\text{rms}}^2$  é proporcional a  $T$ . No processo adiabático,  $(T_{\text{fin}} / T_{\text{ini}}) = (V_{\text{fin}} / V_{\text{ini}})^{\gamma-1} = 2^{0,67} \sim 1,6$ . Portanto  $(v_{\text{rms}})_{\text{fin}} / (v_{\text{rms}})_{\text{ini}} \sim 1,26$

**4-5-6:** Considere as máquinas térmicas descritas pela figura ao lado



**4-** Os trabalhos realizados pelas máquinas se ordenam de acordo com

- A)  $W_a > W_b > W_c$     B)  $W_c > W_b > W_a$     C)  $W_b > W_c > W_a$     D)  $W_a > W_c > W_b$     E)  $W_c > W_a > W_b$

Solução:  $W_a = 40 \text{ J}$ ,  $W_b = 30 \text{ J}$  e  $W_c = 60 \text{ J}$

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

5- Os rendimentos das máquinas se ordenam de acordo com

- A)  $\eta_b > \eta_c > \eta_a$       B)  $\eta_c > \eta_b > \eta_a$       C)  $\eta_b > \eta_a > \eta_c$       **D)  $\eta_a > \eta_b > \eta_c$**       E)  $\eta_a > \eta_c > \eta_b$

Solução:  $\eta_a = 40/100 = 0,4$  ,  $\eta_b = 30/160 = 0,19$  e  $\eta_c = 60/500 = 0,12$

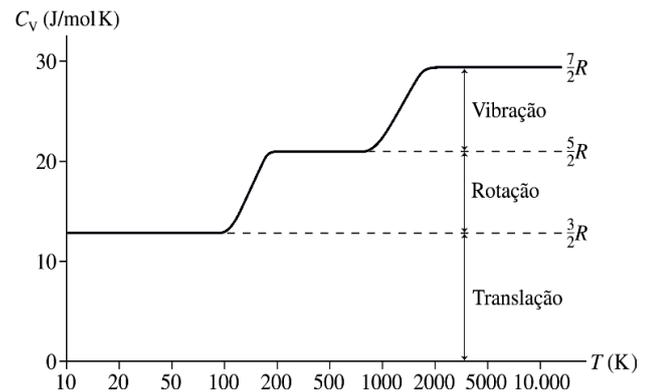
6- Suponha que  $T_F = 300K$ . Um valor para  $T_Q$  para o qual, de acordo com a Segunda Lei da termodinâmica, duas dessas máquinas acima podem operar, mas não as três, é dado por

- A) 220 K    B) 280 K    C) 560 K    **D) 410 K**    E) 720 K

Solução:  $1 - 300/T_Q < \eta$ , ou  $T_Q > 300/(1 - \eta)$ . Daí as temperaturas mínimas são respectivamente 500, 370 e 340. Qualquer temperatura entre 370 e 500 K impede a máquina (a) de operar permitindo as (c) e (b).

7- Para se aumentar em um grau a temperatura de um mol de hidrogênio,  $H_2$ , a 220 K, se fornece cerca de 21 J de energia térmica a volume constante. Nesse processo, de quanto variam as energias térmicas translacional, rotacional e vibracional desta amostra de gás?

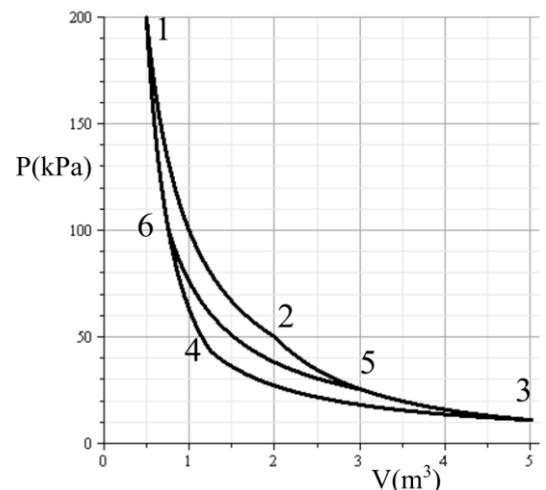
- A)  $\Delta E_{trans} = 0J$ ;  $\Delta E_{rot} = 21J$  ;  $\Delta E_{vib} = 0 J$   
 B)  $\Delta E_{trans} = 4,2J$ ;  $\Delta E_{rot} = 12,5J$  ;  $\Delta E_{vib} = 4,2 J$   
**C)  $\Delta E_{trans} = 12,5J$ ;  $\Delta E_{rot} = 8,3J$  ;  $\Delta E_{vib} = 0 J$**   
 D)  $\Delta E_{trans} = 4,2J$ ;  $\Delta E_{rot} = 8,3J$  ;  $\Delta E_{vib} = 8,3 J$   
 E)  $\Delta E_{trans} = 12,5J$ ;  $\Delta E_{rot} = 4,2J$  ;  $\Delta E_{vib} = 4,2 J$



Solução: nessa temperatura há 3 GDL translacionais ativos, e 2 rotacionais, mas os vibracionais ainda estão 'congelados'. Cada GDL ativo ganha  $\Delta E = 1/2 R \Delta T = 4,2J$

8- Uma máquina funciona em um ciclo de Carnot (1234), de acordo com a figura ao lado. Uma mudança no sistema de refrigeração aumenta a temperatura da fonte fria e a máquina passa a operar no novo ciclo de Carnot (1256). Se comparado com o ciclo original, no novo ciclo

Solução: O Calor da fonte quente é definido pelo processo 1-2, que não muda. O trabalho é a área, que diminui. Pela 1a Lei, o calor cedido à fonte fria deve aumentar



Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

- A) O calor recebido da fonte quente diminui, o trabalho realizado diminui e o calor cedido à fonte fria aumenta.
- B) O calor recebido da fonte quente não muda, o trabalho realizado diminui e o calor cedido à fonte fria diminui.
- C) O calor recebido da fonte quente não muda, o trabalho realizado diminui e o calor cedido à fonte fria aumenta.
- D) O calor recebido da fonte quente diminui, o trabalho realizado não muda e o calor cedido à fonte fria diminui.
- E) O calor recebido da fonte quente diminui, o trabalho realizado diminui e o calor cedido à fonte fria diminui.

9- Em que trechos do ciclo de Carnot 1234 da figura anterior o calor é trocado e em que trechos o trabalho realizado pelo gás é positivo?

- A) O calor é trocado em 2→3 e 4→1 e o trabalho é positivo em 1→2 e 3→4.
- B) O calor é trocado em 1→2 e 2→3 e o trabalho é positivo em 2→3 e 4→1.
- C) O calor é trocado em 2→3 e 4→1 e o trabalho é positivo em 3→4 e 4→1.
- D) O calor é trocado em 1→2 e 3→4 e o trabalho é positivo em 1→2 e 2→3.
- E) O calor é trocado em 1→2 e 3→4 e o trabalho é positivo em 3→4 e 4→1.

Nos processos adiabáticos não há troca de calor. No processo com expansão do volume o trabalho realizado pelo gás é positivo

10- Uma máquina opera, com uma fonte quente e outra fria, promovendo o ciclo descrito na figura por uma amostra de gás ideal hélio. Dados:  $V_1=0,40 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ , Corrigido a tempo:  $V_1=0,50 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ,  $V_3=2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  e  $P_1=80 \text{ kPa}$ . O rendimento dessa máquina é de aproximadamente

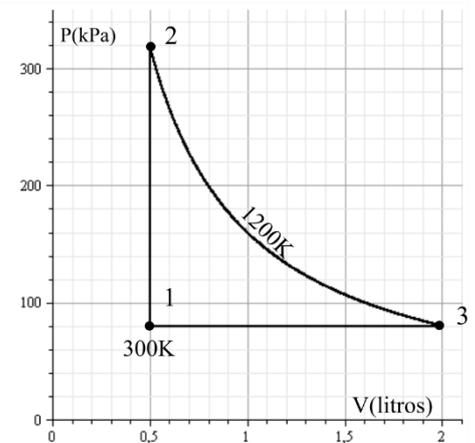
- A) 0,22
- B) 0,80
- C) 0,75
- D) 0,12
- E) 0,19

$$Q_{12} = nC_V \Delta T = nR \Delta T \times 3/2 = \Delta(PV) \times 3/2 = 120 \times 3/2 = 180 \text{ J}$$

$$Q_{23} = nRT \ln(4) = PV \ln(4) = 160 \times 1,39 = 222 \text{ J}$$

$$Q_{31} = nC_p |\Delta T| = nR |\Delta T| \times 5/2 = |\Delta(PV)| \times 5/2 = 120 \times 5/2 = 300 \text{ J}$$

$$\eta = (222 - 120) / (180 + 222) = (102) / (402) = 0,25$$



Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

**11 12-13-14:** Considere que uma onda se propaga numa corda de acordo com a expressão  $D(x,t) = 0,40 \text{sen}(0,314x - 6,28t + 3,14)$ , onde D e x estão em cm e t em s.

**11-** No tempo  $t_0$  se percebe que o ponto  $x_0$  da corda está com deslocamento máximo positivo. Um valor de  $\Delta x$  para que o ponto  $x_0 + \Delta x$  apresente no mesmo instante o deslocamento máximo negativo será

- A)  $\Delta x = 20$     B)  $\Delta x = 3,2$     C)  $\Delta x = 5,0$     D)  $\Delta x = 6,4$     E)  $\Delta x = 10$

**Solução:**  $\lambda = 2\pi / 0,314 = 20 \text{ cm}$ . Assim  $\Delta x = 10$  ou  $30$  ou  $50$

**12-** No tempo  $t_1$  se percebe que no ponto  $x_1$  da corda o deslocamento é máximo positivo. Um valor de  $\Delta t$  para que no ponto  $x_1$  volte a ocorrer o deslocamento máximo positivo no instante  $t_1 + \Delta t$  será

- A)  $\Delta t = 1,0$     B)  $\Delta t = 0,4$     C)  $\Delta t = 0,1$     D)  $\Delta t = 0,2$     E)  $\Delta t = 0,5$

**Solução:** O período é  $T = 2\pi / 6,28 = 1 \text{ s}$ . Assim  $\Delta t = 1$  ou  $2$  ou  $3$

**13-** Essa é uma onda progressiva que se propaga no sentido de x

- A) positivo, a 25 cm/s    B) positivo, a 20 cm/s    C) negativo, a 20 cm/s  
D) negativo, a 25 cm/s    E) negativo, a 6,28 cm/s

**Solução:** A Velocidade é de  $6,28 / 0,314 = 20 \text{ cm/s}$

**14-** O módulo da velocidade de um ponto da corda que está com  $D=0$  será aproximadamente

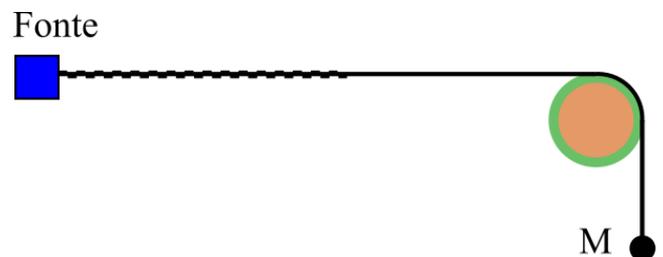
- A) 2,5 cm/s    B) 3,1 cm/s    C) 25 cm/s    D) 1,3 cm/s    E) 20 cm/s

**Solução:**  $v = 0,4 \times 6,28 = 2,5 \text{ cm/s}$

**15-** Um alto-falante (fonte) preso a uma corda, vibra com frequência fixa criando uma onda senoidal em uma corda disposta horizontalmente e que é mantida esticada, após passar por uma roldana, por meio de um corpo pendurado de massa M. Se a fonte não é modificada, mas o corpo tem sua massa dobrada, a nova onda, em comparação com a anteriormente produzida, apresentará

- A) O comprimento de onda multiplicado por 2 e o período reduzido por  $\sqrt{2}$ .  
B) O comprimento de onda multiplicado por 2 e o período mantido.  
C) O comprimento de onda multiplicado por  $\sqrt{2}$  e o período mantido.  
D) O comprimento de onda multiplicado por  $\sqrt{2}$  e o período reduzido por 2.  
E) O comprimento de onda multiplicado por  $2\sqrt{2}$  e o período reduzido por 2.

**Solução:**  $v \propto \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  é multiplicada por  $\sqrt{2}$ , assim como o comprimento de onda, já que o período não muda.





INSTITUTO DE FÍSICA  
Universidade Federal Fluminense

# Física Teórica 3

2a prova - 2o período de 2016 - 26/11/2016

NOTA DA  
PROVA

--

**Atenção: Leia as recomendações abaixo antes de fazer a prova.**

1. A prova consiste em 15 questões de múltipla escolha, e terá duração de 2 horas
2. Os aplicadores não poderão responder a nenhuma questão, a prova é autoexplicativa e o entendimento da mesma faz parte da avaliação
3. É permitido o uso apenas de calculadoras científicas simples (sem acesso wifi ou telas gráficas).
4. É expressamente proibido portar telefones celulares durante a prova, mesmo no bolso. **A presença de um celular levará ao confisco imediato da prova e à atribuição da nota zero.**
5. Antes de começar, assine seu nome e turma de forma LEGÍVEL em todas as páginas e no cartão de respostas ao lado.
6. Marque as suas respostas no CARTÃO RESPOSTA. Preencha INTEGRALMENTE (com caneta) o círculo referente a sua resposta.
7. Assinale apenas uma alternativa por questão, e em caso de erro no preenchimento, rasure e indique de forma clara qual a resposta desejada.
8. Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudar você a encontrar erros.
9. Caso alguma questão seja anulada, o valor da mesma será redistribuído entre as demais.
10. Escolha as respostas numéricas mais próximas do resultado exato.

Nome			
Prof(a)		Turma	

A B C D E	A B C D E
1 ○ ○ ○ ○ ○	11 ○ ○ ○ ○ ○
2 ○ ○ ○ ○ ○	12 ○ ○ ○ ○ ○
3 ○ ○ ○ ○ ○	13 ○ ○ ○ ○ ○
4 ○ ○ ○ ○ ○	14 ○ ○ ○ ○ ○
5 ○ ○ ○ ○ ○	15 ○ ○ ○ ○ ○
6 ○ ○ ○ ○ ○	
7 ○ ○ ○ ○ ○	
8 ○ ○ ○ ○ ○	
9 ○ ○ ○ ○ ○	
10 ○ ○ ○ ○ ○	

Versão da Prova  
(preenchido pelo professor) A ○ B ○ C ○ D ○

Get this form and more at: **ZipGrade.com**

Copyright 2015 ZipGrade LLC.  
This work is available under  
Creative Commons Attribution-  
ShareAlike 3.0 license.

**Constantes e conversões:**  $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^3 \text{ L}$   $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$   $\rho_{\text{água}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$   $c_{\text{água}} = 4196 \text{ J/(kg K)}$   
 $L_{f\text{-água}} = 3,33 \times 10^5 \text{ J/kg}$   $L_{v\text{-água}} = 22,6 \times 10^5 \text{ J/kg}$   $T_{\text{F}} = (9/5)T_{\text{C}} + 32$   $T_{\text{K}} = T_{\text{C}} + 273$   $T_3 = 273,16 \text{ K}$   $k_{\text{B}} =$   
 $1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$   $N_{\text{A}} = 6,02 \times 10^{23}$   $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$   $R = 8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$   $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$   $v^{\text{som-ar}} = 343 \text{ m/s}$

**Hidro e elasticidade:**  $F/A = Y\Delta L/L_0$   $P = P_0 + \rho gh$   $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gy = \text{cte}$

**Calor:**  $Q = mc\Delta T = nC\Delta T$   $Q = mL$   $dQ/dt = k(A/L)\Delta T$   $dQ/dt = e\sigma AT^4$   $dQ_{\text{res}}/dt = e\sigma A(T^4 - T_0^4)$

**Termodinâmica:**  $N = M/m$   $n = N/N_{\text{A}}$   $\lambda = V/(N4\sqrt{2}r^2)$   $PV = Nk_{\text{B}}T = nRT$   $\epsilon_{\text{med}} = (1/2)mv_{\text{rms}}^2 = (3/2)k_{\text{B}}T$   
 $W_{\text{Isoterm}} = -nRT \ln(V_f/V_i)$   $W_{\text{adiab}} = (P_f V_f - P_i V_i)/(\gamma - 1)$   $\Delta E^{\text{term}} = nC_V \Delta T = Q_{\text{receb-gás}} + W_{\text{sobre-gás}} = Q_{\text{recebido}} -$   
 $\int PdV$   $C_P - C_V = R$   $C_V^{\text{Mono}} = 3R/2$   $C_V^{\text{Diat}} = 5R/2$   $\gamma = C_P/C_V$  ( $TV^{\gamma-1} = \text{cte}$  e  $PV^{\gamma} = \text{cte}'$ )<sub>transf\_adiabat</sub>

$\eta = W_{\text{útil}}/Q_Q$   $K = Q_F/W_{\text{entra}}$   $\eta_{\text{Carnot}} = 1 - T_{\text{F}}/T_{\text{Q}}$   $K_{\text{Carnot}} = T_{\text{F}}/(T_{\text{Q}} - T_{\text{F}})$

**Ondas:**  $D(x,t) = A \sin(kx - \omega t + \phi_0) = A \sin(k(x-vt) + \phi_0) = A \sin(\phi)$   $k = 2\pi/\lambda$   $\omega = 2\pi/T$   $v = \lambda f = \omega/k$

$v_{\text{corda}} = (T_c/\mu)^{1/2}$   $I = P/\text{Área} = (10 \text{ dB}) \log(I/I_0)$ ,  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

1- Um gás ideal sofre uma transformação isotérmica que diminui à metade a sua pressão. Após esse processo o deslocamento médio entre colisões sucessivas das moléculas:

- A) Quadruplica    B) Dobra    C) Cai à metade    D) Cai a um quarto    E) Não muda

Solução:  $\lambda$  é proporcional a  $V/N$ , portanto a  $T/P$ . Como  $T = \text{cte}$ ,  $\lambda_{\text{fin}} / \lambda_{\text{ini}} = P_{\text{ini}} / P_{\text{fin}} = 2$

2- O ar é composto, essencialmente, de 78% de nitrogênio ( $N_2$ ), 21% oxigênio ( $O_2$ ) e 1% argônio ( $Ar$ ). As massas atômicas desses elementos são, respectivamente, 14, 16 e 40. Numa amostra de ar em condições normais de temperatura e pressão ( $T = 293K$  e  $P = 1 \text{ atm}$ ), as velocidades quadráticas médias das moléculas se ordenam conforme

- A)  $v_{N_2} > v_{O_2} > v_{Ar}$     B)  $v_{N_2} = v_{O_2} = v_{Ar}$     C)  $v_{N_2} < v_{O_2} < v_{Ar}$     D)  $v_{O_2} > v_{N_2} > v_{Ar}$     E)  $v_{O_2} < v_{N_2} < v_{Ar}$

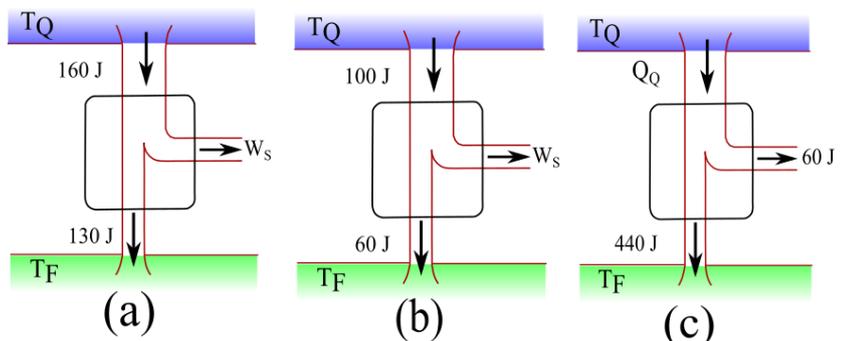
Solução:  $p/T$  dado,  $v_{\text{rms}}$  cai com a massa molecular. No caso do  $N_2$ ,  $O_2$  e  $Ar$ , as massas são respectivamente 28, 32 e 40 [não mudam de ordem]. Portanto (A).

3- Um gás monoatômico é comprimido adiabaticamente até que seu volume caia a um terço do inicial. A razão entre as velocidades quadráticas médias final e inicial,  $(v_{\text{rms}})_{\text{fin}} / (v_{\text{rms}})_{\text{ini}}$ , é

- A) 0,50    B) 0,79    C) 1,44    D) 1,26    E) 1,15

Solução:  $v_{\text{rms}}^2$  é proporcional a  $T$ . No processo adiabático,  $(T_{\text{fin}} / T_{\text{ini}}) = (V_{\text{fin}} / V_{\text{ini}})^{\gamma-1} = 3^{0,67} \sim 2,1$ . Portanto  $(v_{\text{rms}})_{\text{fin}} / (v_{\text{rms}})_{\text{ini}} \sim 1,44$

4-5-6: Considere as máquinas térmicas descritas pela figura a seguir.



4- Os trabalhos realizados pelas máquinas se ordenam de acordo com

- A)  $W_a > W_b > W_c$     B)  $W_a > W_c > W_b$     C)  $W_b > W_c > W_a$     D)  $W_c > W_b > W_a$     E)  $W_c > W_a > W_b$

Solução:  $W_a = 30 \text{ J}$ ,  $W_b = 40 \text{ J}$  e  $W_c = 60 \text{ J}$

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

5- Os rendimentos das máquinas se ordenam de acordo com

- A)  $\eta_a > \eta_b > \eta_c$       B)  $\eta_b > \eta_a > \eta_c$       C)  $\eta_c > \eta_b > \eta_a$       D)  $\eta_a > \eta_c > \eta_b$       E)  $\eta_b > \eta_c > \eta_a$

Solução:  $\eta_b = 40/100 = 0,4$ ,  $\eta_a = 30/160 = 0,19$  e  $\eta_c = 60/500 = 0,12$

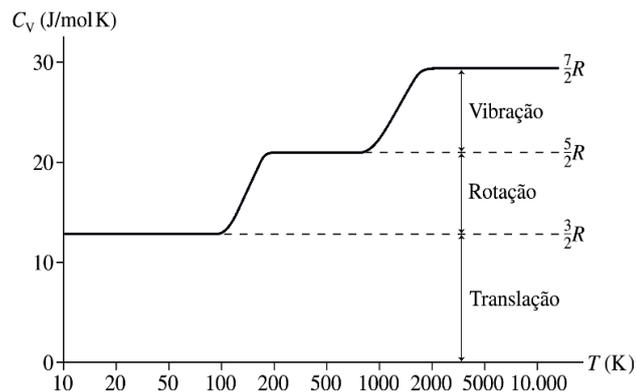
6\* - Suponha que  $T_F = 300K$ . Um valor para  $T_Q$  para o qual, de acordo com a Segunda Lei da termodinâmica, duas dessas máquinas podem operar, mas não as três, é dado por

- A) 450 K      B) 150 K      C) 530 K      D) 580 K      E) 610 K

Solução:  $1 - 300/T_Q < \eta$ , ou  $T_Q > 300/(1 - \eta)$ . Daí as temperaturas mínimas são respectivamente 370, 500, e 340. Qualquer temperatura entre 370 e 500 K impede a máquina (b) de operar permitindo as (c) e (a).

7- Para se aumentar em um grau a temperatura de um mol de hidrogênio,  $H_2$ , a 220 K, se fornece cerca de 21 J de energia térmica a volume constante. Nesse processo, de quanto variam as energias térmicas translacional, rotacional e vibracional desta amostra de gás?

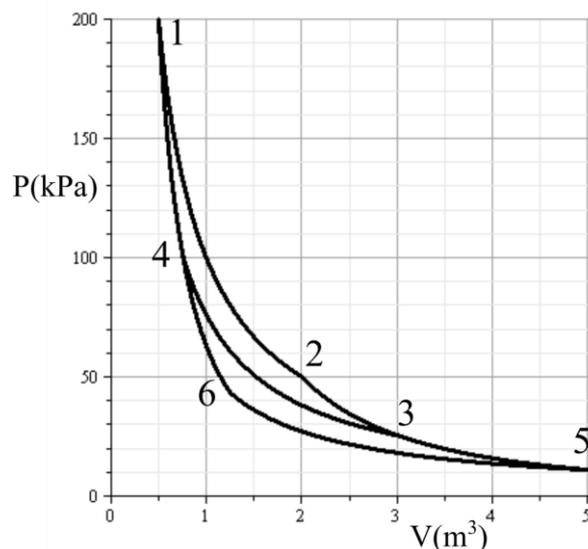
- A)  $\Delta E_{trans} = 0J$ ;  $\Delta E_{rot} = 21J$ ;  $\Delta E_{vib} = 0 J$   
 B)  $\Delta E_{trans} = 4,2J$ ;  $\Delta E_{rot} = 12,5J$ ;  $\Delta E_{vib} = 4,2 J$   
 C)  $\Delta E_{trans} = 12,5J$ ;  $\Delta E_{rot} = 4,2J$ ;  $\Delta E_{vib} = 4,2 J$   
 D)  $\Delta E_{trans} = 4,2J$ ;  $\Delta E_{rot} = 8,3J$ ;  $\Delta E_{vib} = 8,3 J$   
 E)  $\Delta E_{trans} = 12,5J$ ;  $\Delta E_{rot} = 8,3J$ ;  $\Delta E_{vib} = 0 J$



Solução: nessa temperatura há 3 GDL translacionais ativos, e 2 rotacionais, mas os vibracionais ainda estão 'congelados'. Cada GDL ativo ganha  $\Delta E = 1/2 R \Delta T = 4,2J$

8- Uma máquina funciona em um ciclo de Carnot (1234), de acordo com a figura ao lado. Um aperfeiçoamento no sistema de refrigeração permite diminuir a temperatura da fonte fria e a máquina passa a operar no novo ciclo de Carnot (1256).

Solução: O Calor da fonte quente é definido pelo processo 1-2, que não muda. O trabalho é a área, que aumenta. Pela 1a Lei, o calor cedido à fonte fria deve diminuir



Se comparado com o ciclo original, no novo ciclo

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

- A) O trabalho realizado aumenta, o calor recebido da fonte quente não muda, e o calor cedido à fonte fria aumenta.
- B) O trabalho realizado aumenta, o calor recebido da fonte quente aumenta e o calor cedido à fonte fria não muda.
- C) O trabalho realizado aumenta, o calor recebido da fonte quente não muda, e o calor cedido à fonte fria diminui.
- D) O trabalho realizado não muda, o calor recebido da fonte quente aumenta e o calor cedido à fonte fria também aumenta.
- E) O trabalho realizado não muda, o calor recebido da fonte quente diminui e o calor cedido à fonte fria também diminui.

9 - Em que trechos do ciclo de Carnot 1234 da figura anterior o calor é trocado e em que trechos o trabalho realizado pelo gás é positivo?

- A) O calor é trocado em 1→2 e 2→3 e o trabalho é positivo em 2→3 e 4→1.
- B) O calor é trocado em 2→3 e 4→1 e o trabalho é positivo em 3→4 e 4→1.
- C) O calor é trocado em 1→2 e 3→4 e o trabalho é positivo em 1→2 e 2→3.
- D) O calor é trocado em 1→2 e 3→4 e o trabalho é positivo em 3→4 e 4→1.
- E) O calor é trocado em 2→3 e 4→1 e o trabalho é positivo em 1→2 e 3→4.

Nos processos adiabáticos não há troca de calor. No processo com expansão do volume o trabalho realizado pelo gás é positivo

10- Uma máquina opera, com uma fonte quente e outra fria, promovendo o ciclo descrito na figura por uma amostra de gás ideal hélio. Dados:  $V_1=0,40 \times 10^{-3} \text{m}^3$ ,  $V_3=2,0 \times 10^{-3} \text{m}^3$  e  $P_1=100 \text{ kPa}$ . O rendimento dessa máquina é de aproximadamente

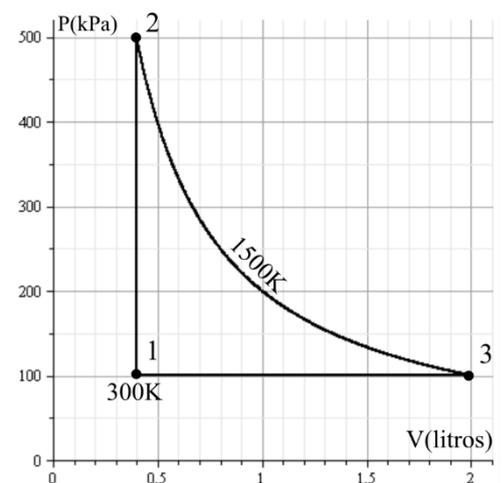
- A) 0,19
- B) 0,22
- C) 0,75
- D) 0,12
- E) 0,80

$$Q_{12} = nC_V \Delta T = nR \Delta T \times 3/2 = \Delta(PV) \times 3/2 = 160 \times 3/2 = 240 \text{ J}$$

$$Q_{23} = nRT \ln(4) = PV \ln(5) = 200 \times 1,61 = 322 \text{ J}$$

$$Q_{31} = nC_p |\Delta T| = nR |\Delta T| \times 5/2 = |\Delta(PV)| \times 5/2 = 160 \times 5/2 = 400 \text{ J}$$

$$\eta = (322 - 160) / (240 + 322) = (162) / (562) = 0,29$$



Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

**11-12-13-14:** Considere que uma onda se propaga numa corda de acordo com a expressão  $D(x,t) = 0,20 \text{sen}(0,628x - 15,7t - 3,14)$ , onde  $D$  e  $x$  estão em cm e  $t$  em s.

**11-** No tempo  $t_0$  se percebe que o ponto  $x_0$  da corda está com deslocamento máximo positivo. Um valor de  $\Delta x$  para que o ponto  $x_0 + \Delta x$  apresente no mesmo instante o deslocamento máximo negativo será

- A)  $\Delta x = 3,2$     B)  $\Delta x = 5,0$     C)  $\Delta x = 6,4$     D)  $\Delta x = 10$     E)  $\Delta x = 20$

$\lambda = 2\pi / 0,628 = 10 \text{cm}$ .  $\Delta x = 5$  ou  $15$  ou  $25$

**12-** No tempo  $t_1$  se percebe que no ponto  $x_1$  da corda o deslocamento é máximo positivo. Um valor de  $\Delta t$  para que no ponto  $x_1$  volte a ocorrer o deslocamento máximo positivo no instante  $t_1 + \Delta t$  será

- A)  $\Delta t = 1,0$     B)  $\Delta t = 0,1$     C)  $\Delta t = 0,2$     D)  $\Delta t = 0,4$     E)  $\Delta t = 0,5$

$T = 2\pi / 15,7 = 0,4 \text{s}$ .  $\Delta t = 0,4$  ou  $0,8$  ou  $1,2..$

**13-** Essa é uma onda progressiva que se propaga no sentido de  $x$

- A) negativo, a 20 cm/s    B) negativo, a 25 cm/s    C) negativo, a 6,28 cm/s  
D) positivo, a 20 cm/s    E) positivo, a 25 cm/s

$v = 15,7 / 0,628 = 25 \text{ cm/s}$

**14-** O módulo da velocidade de um ponto da corda que está com  $D=0$  será aproximadamente

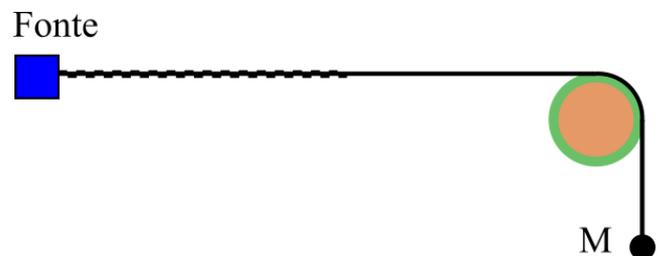
- A) 2,5 cm/s    B) 3,1 cm/s    C) 25 cm/s    D) 1,3 cm/s    E) 20 cm/s

$v = 0,2 \times 15,7 = 3,1 \text{ cm/s}$

**15-** Um alto-falante (fonte) preso a uma corda, vibra com frequência fixa criando uma onda senoidal em uma corda disposta horizontalmente e que é mantida esticada, após passar por uma roldana, por meio de um corpo pendurado de massa  $M$ . Se a fonte não é modificada, mas o corpo tem sua massa quadruplicada, a nova onda, em comparação com a anteriormente produzida, apresentará

- A) O comprimento de onda multiplicado por 2 e o período reduzido por  $\sqrt{2}$ .  
B) O comprimento de onda multiplicado por 2 e o período mantido.  
C) O comprimento de onda multiplicado por  $\sqrt{2}$  e o período reduzido por 2.  
D) O comprimento de onda multiplicado por  $\sqrt{2}$  e o período mantido.  
E) O comprimento de onda multiplicado por  $2\sqrt{2}$  e o período reduzido por 2.

$v \propto \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  é multiplicada por 2, assim como o comprimento de onda, já que o período não muda





INSTITUTO DE FÍSICA  
Universidade Federal Fluminense

# Física Teórica 3

2a prova - 2o período de 2016 - 26/11/2016

NOTA DA  
PROVA

--

**Atenção: Leia as recomendações abaixo antes de fazer a prova.**

1. A prova consiste em 15 questões de múltipla escolha, e terá duração de 2 horas
2. Os aplicadores não poderão responder a nenhuma questão, a prova é autoexplicativa e o entendimento da mesma faz parte da avaliação
3. É permitido o uso apenas de calculadoras científicas simples (sem acesso wifi ou telas gráficas)
4. É expressamente proibido portar telefones celulares durante a prova, mesmo no bolso. **A presença de um celular levará ao confisco imediato da prova e à atribuição da nota zero.**
5. Antes de começar, assine seu nome e turma de forma LEGÍVEL em todas as páginas e no cartão de respostas ao lado.
6. Marque as suas respostas no CARTÃO RESPOSTA. Preencha INTEGRALMENTE (com caneta) o círculo referente a sua resposta.
7. Assinale apenas uma alternativa por questão, e em caso de erro no preenchimento, rasure e indique de forma clara qual a resposta desejada.
8. Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudar você a encontrar erros.
9. Caso alguma questão seja anulada, o valor da mesma será redistribuído entre as demais.
10. Escolha as respostas numéricas mais próximas do resultado exato.

Nome			
Prof(a)		Turma	

A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	○	○	○	○	11	○	○	○	○
2	○	○	○	○	12	○	○	○	○
3	○	○	○	○	13	○	○	○	○
4	○	○	○	○	14	○	○	○	○
5	○	○	○	○	15	○	○	○	○
6	○	○	○	○					
7	○	○	○	○					
8	○	○	○	○					
9	○	○	○	○					
10	○	○	○	○					

Versão da Prova  
(preenchido pelo professor) A ○ B ○ C ○ D ○

Get this form and more at: [ZipGrade.com](http://ZipGrade.com)

Copyright 2015 ZipGrade LLC.  
This work is available under  
Creative Commons Attribution-  
ShareAlike 3.0 license.

**Constantes e conversões:**  $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^3 \text{ L}$   $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$   $\rho_{\text{água}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$   $c_{\text{água}} = 4196 \text{ J/(kg K)}$   
 $L_{f\text{-água}} = 3,33 \times 10^5 \text{ J/kg}$   $L_{v\text{-água}} = 22,6 \times 10^5 \text{ J/kg}$   $T_{\text{F}} = (9/5)T_{\text{C}} + 32$   $T_{\text{K}} = T_{\text{C}} + 273$   $T_3 = 273,16 \text{ K}$   $k_{\text{B}} =$   
 $1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$   $N_{\text{A}} = 6,02 \times 10^{23}$   $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$   $R = 8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$   $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$   $v_{\text{som-ar}} = 343 \text{ m/s}$

**Hidro e elasticidade:**  $F/A = Y\Delta L/L_0$   $P = P_0 + \rho gh$   $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gy = \text{cte}$

**Calor:**  $Q = mc\Delta T = nC\Delta T$   $Q = mL$   $dQ/dt = k(A/L)\Delta T$   $dQ/dt = e\sigma AT^4$   $dQ_{\text{res}}/dt = e\sigma A(T^4 - T_0^4)$

**Termodinâmica:**  $N = M/m$   $n = N/N_{\text{A}}$   $\lambda = V/(N4\sqrt{2}r^2)$   $PV = Nk_{\text{B}}T = nRT$   $\epsilon_{\text{med}} = (1/2)mv_{\text{rms}}^2 = (3/2)k_{\text{B}}T$   
 $W_{\text{Isoterm}} = -nRT \ln(V_f/V_i)$   $W_{\text{adiab}} = (P_f V_f - P_i V_i)/(\gamma - 1)$   $\Delta E^{\text{term}} = nC_V \Delta T = Q_{\text{receb-gás}} + W_{\text{sobre-gás}} = Q_{\text{recebido}} -$   
 $\int PdV$   $C_P - C_V = R$   $C_V^{\text{Mono}} = 3R/2$   $C_V^{\text{Diat}} = 5R/2$   $\gamma = C_P/C_V$  ( $TV^{\gamma-1} = \text{cte}$  e  $PV^{\gamma} = \text{cte}'$ )  $\text{transf}_{\text{adiabat}}$

$\eta = W_{\text{útil}}/Q_Q$   $K = Q_F/W_{\text{entra}}$   $\eta_{\text{Carnot}} = 1 - T_F/T_Q$   $K_{\text{Carnot}} = T_F/(T_Q - T_F)$

**Ondas:**  $D(x,t) = A \sin(kx - \omega t + \phi_0) = A \sin(k(x-vt) + \phi_0) = A \sin(\phi)$   $k = 2\pi/\lambda$   $\omega = 2\pi/T$   $v = \lambda f = \omega/k$

$v_{\text{corda}} = (T_c/\mu)^{1/2}$   $I = P/\text{Área} = (10\text{dB}) \log(I/I_0)$ ,  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

1- Um gás ideal sofre uma transformação isotérmica que diminui à metade a sua pressão. Após esse processo o deslocamento médio entre colisões sucessivas das moléculas:

- A) Não muda    B) Cai a um quarto    C) Cai à metade    D) Quadruplica    E) Dobra

Solução:  $\lambda$  é proporcional a  $V/N$ , portanto a  $T/P$ . Como  $T = \text{cte}$ ,  $\lambda_{\text{fin}} / \lambda_{\text{ini}} = P_{\text{ini}} / P_{\text{fin}} = 2$

2- O ar é composto, essencialmente, de 78% de nitrogênio ( $N_2$ ), 21% oxigênio ( $O_2$ ) e 1% argônio (Ar). As massas atômicas desses elementos são, respectivamente, 14, 16 e 40. Numa amostra de ar em condições normais de temperatura e pressão ( $T = 293\text{K}$  e  $P = 1 \text{ atm}$ ), as velocidades quadráticas médias das moléculas se ordenam conforme

- A)  $v_{O_2} > v_{N_2} > v_{Ar}$     B)  $v_{N_2} = v_{O_2} = v_{Ar}$     C)  $v_{N_2} < v_{O_2} < v_{Ar}$     D)  $v_{N_2} > v_{O_2} > v_{Ar}$     E)  $v_{O_2} < v_{N_2} < v_{Ar}$

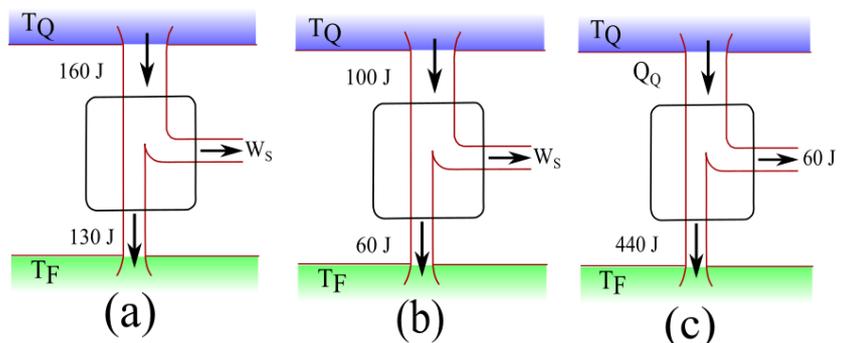
Solução:  $p/T$  dado,  $v_{\text{rms}}$  cai com a massa molecular. No caso do  $N_2$ ,  $O_2$  e Ar, as massas são respectivamente 28, 32 e 40 [não mudam de ordem]. Portanto (D).

3- Um gás monoatômico é comprimido adiabaticamente até que seu volume caia a um terço do inicial. A razão entre as velocidades quadráticas médias final e inicial,  $(v_{\text{rms}})_{\text{fin}} / (v_{\text{rms}})_{\text{ini}}$ , é

- A) 0,50    B) 0,79    C) 1,26    D) 1,44    E) 1,15

Solução:  $v_{\text{rms}}^2$  é proporcional a  $T$ . No processo adiabático,  $(T_{\text{fin}} / T_{\text{ini}}) = (V_{\text{fin}} / V_{\text{ini}})^{\gamma-1} = 3^{0,67} \sim 2,1$ . Portanto  $(v_{\text{rms}})_{\text{fin}} / (v_{\text{rms}})_{\text{ini}} \sim 1,44$

4-5-6: Considere as máquinas térmicas descritas pela figura a seguir.



4- Os trabalhos realizados pelas máquinas se ordenam de acordo com

- A)  $W_a > W_b > W_c$     B)  $W_c > W_b > W_a$     C)  $W_b > W_c > W_a$     D)  $W_a > W_c > W_b$     E)  $W_c > W_a > W_b$

Solução:  $W_a = 30 \text{ J}$ ,  $W_b = 40 \text{ J}$  e  $W_c = 60 \text{ J}$

Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

5- Os rendimentos das máquinas se ordenam de acordo com

- A)  $\eta_a > \eta_b > \eta_c$       B)  $\eta_c > \eta_b > \eta_a$       C)  $\eta_b > \eta_a > \eta_c$       D)  $\eta_a > \eta_c > \eta_b$       E)  $\eta_b > \eta_c > \eta_a$

Solução:  $\eta_b = 40/100 = 0,4$  ,  $\eta_a = 30/160 = 0,19$  e  $\eta_c = 60/500 = 0,12$

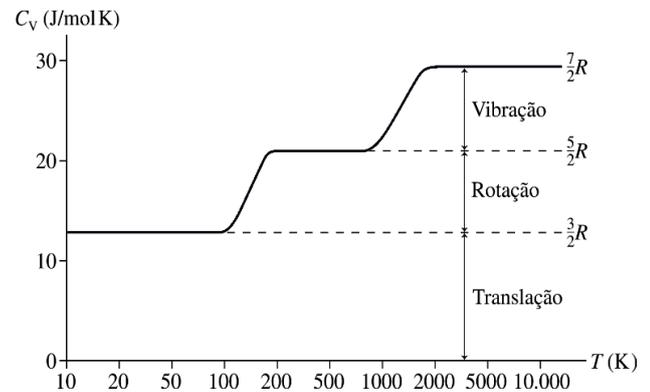
6- Suponha que  $T_F = 300K$ . Um valor para  $T_Q$  para o qual, de acordo com a Segunda Lei da termodinâmica, duas dessas máquinas podem operar, mas não as três, é dado por

- A) 150 K      B) 450 K      C) 520 K      D) 580 K      E) 600 K

Solução:  $1 - 300/T_Q < \eta$ , ou  $T_Q > 300/(1 - \eta)$ . Daí as temperaturas mínimas são respectivamente 370, 500, e 340. Qualquer temperatura entre 370 e 500 K impede a máquina (b) de operar permitindo as (c) e (a).

7- Para se aumentar em um grau a temperatura de um mol de hidrogênio,  $H_2$ , a 220 K, se fornece cerca de 21 J de energia térmica a volume constante. Nesse processo, de quanto variam as energias térmicas translacional, rotacional e vibracional desta amostra de gás?

- A)  $\Delta E_{trans} = 12,5J$ ;  $\Delta E_{rot} = 8,3J$ ;  $\Delta E_{vib} = 0 J$   
 B)  $\Delta E_{trans} = 0J$ ;  $\Delta E_{rot} = 21J$ ;  $\Delta E_{vib} = 0 J$   
 C)  $\Delta E_{trans} = 12,5J$ ;  $\Delta E_{rot} = 4,2J$ ;  $\Delta E_{vib} = 4,2 J$   
 D)  $\Delta E_{trans} = 4,2J$ ;  $\Delta E_{rot} = 8,3J$ ;  $\Delta E_{vib} = 8,3 J$   
 E)  $\Delta E_{trans} = 4,2J$ ;  $\Delta E_{rot} = 12,5J$ ;  $\Delta E_{vib} = 4,2 J$

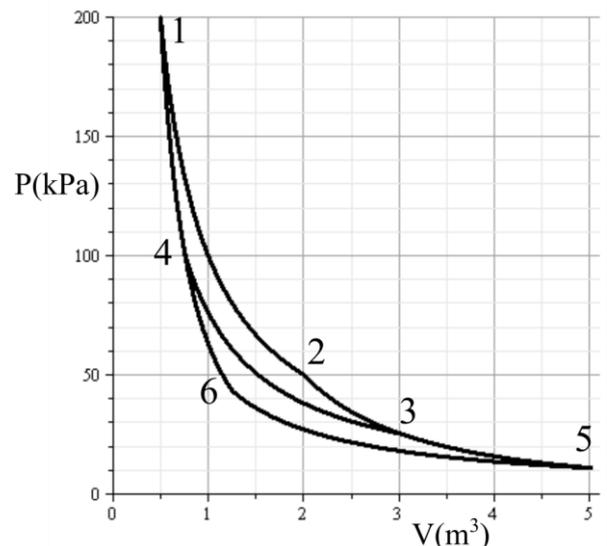


Solução: nessa temperatura há 3 GDL translacionais ativos, e 2 rotacionais, mas os vibracionais ainda estão 'congelados'. Cada GDL ativo ganha  $\Delta E = 1/2 R \Delta T = 4,2J$

8- Uma máquina funciona em um ciclo de Carnot (1234), de acordo com a figura ao lado. Um aperfeiçoamento no sistema de refrigeração permite diminuir a temperatura da fonte fria e a máquina passa a operar no novo ciclo de Carnot (1256).

Se comparado com o ciclo original, no novo ciclo

Solução: O Calor da fonte quente é definido pelo processo 1-2, que não muda. O trabalho é a área, que aumenta. Pela 1a Lei, o calor cedido à fonte fria deve diminuir



Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

- A) O trabalho realizado aumenta, o calor recebido da fonte quente não muda, e o calor cedido à fonte fria aumenta.
- B) O trabalho realizado não muda, o calor recebido da fonte quente diminui e o calor cedido à fonte fria também diminui.
- C) O trabalho realizado aumenta, o calor recebido da fonte quente aumenta e o calor cedido à fonte fria não muda.
- D) O trabalho realizado não muda, o calor recebido da fonte quente aumenta e o calor cedido à fonte fria também aumenta.
- E) O trabalho realizado aumenta, o calor recebido da fonte quente não muda, e o calor cedido à fonte fria diminui.

9 - Em que trechos do ciclo de Carnot 1234 da figura anterior o calor é trocado e em que trechos o trabalho realizado pelo gás é positivo?

- A) O calor é trocado em 1→2 e 3→4 e o trabalho é positivo em 1→2 e 2→3.
- B) O calor é trocado em 1→2 e 3→4 e o trabalho é positivo em 3→4 e 4→1.
- C) O calor é trocado em 2→3 e 4→1 e o trabalho é positivo em 1→2 e 3→4.
- D) O calor é trocado em 1→2 e 2→3 e o trabalho é positivo em 2→3 e 4→1.
- E) O calor é trocado em 2→3 e 4→1 e o trabalho é positivo em 3→4 e 4→1.

Nos processos adiabáticos não há troca de calor. No processo com expansão do volume o trabalho realizado pelo gás é positivo

10- Uma máquina opera, com uma fonte quente e outra fria, promovendo o ciclo descrito na figura por uma amostra de gás ideal hélio. Dados:  $V_1=0,40 \times 10^{-3} \text{m}^3$ ,  $V_3=2,0 \times 10^{-3} \text{m}^3$  e  $P_1=100 \text{ kPa}$ . O rendimento dessa máquina é de aproximadamente

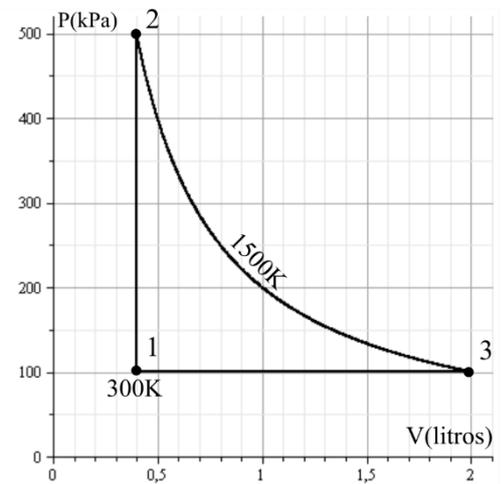
- A) 0,80
- B) 0,75
- C) 0,22
- D) 0,12
- E) 0,19

$$Q_{12} = nC_V \Delta T = nR \Delta T \times 3/2 = \Delta(PV) \times 3/2 = 160 \times 3/2 = 240 \text{ J}$$

$$Q_{23} = nRT \ln(4) = PV \ln(5) = 200 \times 1,61 = 322 \text{ J}$$

$$Q_{31} = nC_P |\Delta T| = nR |\Delta T| \times 5/2 = |\Delta(PV)| \times 5/2 = 160 \times 5/2 = 400 \text{ J}$$

$$\eta = (322 - 160) / (240 + 322) = (162) / (562) = 0,29$$



Nome do Aluno: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

**11-12-13-14:** Considere que uma onda se propaga numa corda de acordo com a expressão  $D(x,t) = 0,20 \sin(0,628x - 15,7t - 3,14)$ , onde  $D$  e  $x$  estão em cm e  $t$  em s.

**11-** No tempo  $t_0$  se percebe que o ponto  $x_0$  da corda está com deslocamento máximo positivo. Um valor de  $\Delta x$  para que o ponto  $x_0 + \Delta x$  apresente no mesmo instante o deslocamento máximo negativo será  
A)  $\Delta x = 5,0$     B)  $\Delta x = 6,4$     C)  $\Delta x = 3,2$     D)  $\Delta x = 10$     E)  $\Delta x = 20$

$$\lambda = 2\pi / 0,628 = 10 \text{ cm. } \Delta x = 5 \text{ ou } 15 \text{ ou } 25$$

**12-** No tempo  $t_1$  se percebe que no ponto  $x_1$  da corda o deslocamento é máximo positivo. Um valor de  $\Delta t$  para que no ponto  $x_1$  volte a ocorrer o deslocamento máximo positivo no instante  $t_1 + \Delta t$  será  
A)  $\Delta t = 0,2$     B)  $\Delta t = 0,4$     C)  $\Delta t = 0,5$     D)  $\Delta t = 1,0$     E)  $\Delta t = 0,1$

$$T = 2\pi / 15,7 = 0,4 \text{ s. } \Delta t = 0,4 \text{ ou } 0,8 \text{ ou } 1,2 \dots$$

**13-** Essa é uma onda progressiva que se propaga no sentido de  $x$

- A) negativo, a 20 cm/s    B) positivo, a 20 cm/s    C) positivo, a 25 cm/s  
D) negativo, a 25 cm/s    E) negativo, a 6,28 cm/s

$$v = 15,7 / 0,628 = 25 \text{ cm/s}$$

**14-** O módulo da velocidade de um ponto da corda que está com  $D=0$  será aproximadamente

- A) 2,5 cm/s    B) 20 cm/s    C) 25 cm/s    D) 1,3 cm/s    E) 3,1 cm/s

$$v = 0,2 \times 15,7 = 3,1 \text{ cm/s}$$

**15-** Um alto-falante (fonte) preso a uma corda, vibra com frequência fixa criando uma onda senoidal em uma corda disposta horizontalmente e que é mantida esticada, após passar por uma roldana, por meio de um corpo pendurado de massa  $M$ . Se a fonte não é modificada, mas o corpo tem sua massa quadruplicada, a nova onda, em comparação com a anteriormente produzida, apresentará

- A) O comprimento de onda multiplicado por 2 e o período mantido.  
B) O comprimento de onda multiplicado por 2 e o período reduzido por  $\sqrt{2}$ .  
C) O comprimento de onda multiplicado por  $\sqrt{2}$  e o período reduzido por 2.  
D) O comprimento de onda multiplicado por  $\sqrt{2}$  e o período mantido.  
E) O comprimento de onda multiplicado por  $2\sqrt{2}$  e o período reduzido por 2.

$v \propto \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  é multiplicada por 2, assim como o comprimento de onda, já que o período não muda

