



INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Física Geral e Experimental III & XIX
2ª Prova – 02/02/2013

NOME: GABARITO

MATRÍCULA:

TURMA:

PROF.:

Importante: Coloque seu nome em todas as folhas! Respostas a caneta.

- Leia os enunciados com atenção.
- Responda as questões de forma organizada, mostrando o seu raciocínio de forma coerente.
- Todas as questões deverão ter respostas justificadas, desenvolvidas e demonstradas matematicamente.
- Análise sua resposta. Ela faz sentido? É razoável o resultado numérico? as unidades estão corretas? Isso poderá ajudá-lo a encontrar erros!
- Expresse suas respostas com o número adequado de algarismos significativos.

QUESTÃO 1. Três amostras de gás apresentam a mesma temperatura, que é de aproximadamente 20°C, e exatamente a mesma massa, 280 g.

A amostra I é de oxigênio, gás diatômico com massa molar igual a 32.

A amostra II é de nitrogênio, gás diatômico com massa molar igual a 28.

A amostra III é de neônio, gás monoatômico com massa molar igual a 20.

Ordene as amostras I, II e III em ordem crescente de:

- 0,5 a) Energia cinética média de translação por molécula.
- 0,5 b) V_{RMS} das moléculas.
- 0,5 c) Energia cinética de translação **total** das moléculas do gás.
- 0,5 d) Energia térmica **total** do gás.
- 0,5 e) A amostra II é colocada em contato térmico com a amostra III. Ocorre troca de calor entre as amostras? Se sim, em qual sentido?

Obs: Justifique cada resposta. Obviamente, trate o termo “molécula” como “átomo”, quando aplicado ao neônio.

a) $\epsilon_{cin} = \frac{3}{2} k_B T$. Só depende da temperatura

$$\epsilon_{cin, I} = \epsilon_{cin, II} = \epsilon_{cin, III}$$

b) $\epsilon_{cin} = \frac{1}{2} m \sigma_{rms}^2$ em que m é a massa de 1 molécula

$$m = \frac{m_{molar}}{N_A}$$

Quanto maior a massa molar
maior a massa de 1 molécula
e menor a σ_{rms}

$$\sigma_{rms}^I < \sigma_{rms}^{II} < \sigma_{rms}^{III}$$

$$c) \epsilon_{\text{cin}}^{\text{TOTAL}} = N \epsilon_{\text{cin}} \quad e \quad N = \frac{M_{\text{TOTAL}}}{M_{\text{molar}}} \times N_A$$

quanto maior a massa molar
menor o n° total de moléculas (N) já que $M_{\text{TOTAL}} = 280 \text{ g}$
para as 3 amostras.

$$\boxed{\epsilon_{\text{cin}, I}^{\text{TOTAL}} < \epsilon_{\text{cin}, II}^{\text{TOTAL}} < \epsilon_{\text{cin}, III}^{\text{TOTAL}}}$$

$$d) \epsilon_{\text{term}}^{\text{TOTAL}} = \begin{cases} N \frac{3}{2} k_B T & (\text{monatômico}) \\ N \frac{5}{2} k_B T & (\text{diatômico}) \end{cases}$$

$$\text{amostra I (diatômico)} = N_I \frac{5}{2} k_B T = 21,9 N_A k_B T$$

$$\text{amostra II (diatômico)} = N_{II} \frac{5}{2} k_B T = 25 N_A k_B T$$

$$\text{amostra III (monatômico)} = N_{III} \frac{3}{2} k_B T = 21 N_A k_B T$$

$$\boxed{\epsilon_{\text{TERM}, III}^{\text{TOTAL}} < \epsilon_{\text{TERM}, I}^{\text{TOTAL}} < \epsilon_{\text{TERM}, II}^{\text{TOTAL}}}$$

e) Não ocorre troca de calor por que as temperaturas
(e energias cinéticas médias) não iguais.

NOME: GABARITO

Turma: _____ Nota: _____

QUESTÃO 2. Uma máquina térmica funciona seguindo o ciclo mostrado na figura abaixo. A substância de trabalho é 2,0 mols de gás hélio (monoatômico), considerado ideal, o qual atinge uma temperatura máxima de 327°C. O processo bc é isotérmico. A pressão nos estados a e c vale $1,0 \times 10^5$ Pa, e a pressão no estado b vale $3,0 \times 10^5$ Pa.

a) Encontre a quantidade de calor que o gás recebe em cada um dos 3 trechos, indicando o seu sinal (positivo quando calor entra e negativo quando sai).

b) Qual o trabalho total realizado pelo gás no ciclo?

c) Qual a eficiência dessa máquina?

d) Suponha que essa máquina opere com uma fonte quente e outra fonte fria. Qual a temperatura mínima, T_Q , que deve ter a fonte quente? Qual a temperatura máxima, T_F , que deve ter a fonte fria? Explique.

e) Qual a razão entre a eficiência dessa máquina e a máxima eficiência possível para uma máquina que opera entre as mesmas temperaturas, T_Q e T_F .

Justifique as respostas.

(dica: pode ser útil preencher a tabela abaixo)

estado	Temp.	Volume	Pressão
a	200K	0,033	10^5
b	600K	0,033	3×10^5
c	600K	0,099	10^5

a) no processo $a \rightarrow b$

$$Q_{AB} = n \cdot C_v \cdot \Delta T = 2 \times \frac{3R}{2} \times 400$$

$$Q_{AB} = 12 \times 10^2 \cdot R \text{ J}$$

no processo $b \rightarrow c$

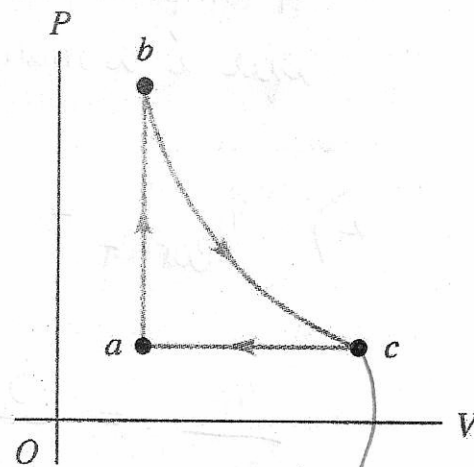
$$Q_{BC} = -W = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$$

$$Q_{BC} = 13 \times 10^2 \cdot R \text{ J}$$

no processo $c \rightarrow a$

$$Q_{CA} = n \cdot C_p \cdot \Delta T \Rightarrow$$

$$Q_{CA} = -20 \times 10^2 R \text{ J}$$



$$p \cdot V = nRT$$

$$W_{\text{isoterma}}^{\text{saída}} = nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right) \quad V_c = \frac{20 \times 8,31 \times 600}{10^5}$$

$$V_c \sim 0,1 \text{ m}^3$$

$$b) W_{\text{TOTAL}}^S = W_{AB}^S + W_{BC}^S + W_{CA}^S$$

$$W_{\text{TOTAL}}^S = 13 \times 10^2 R - \underbrace{p \cdot \Delta V}_{800 R}$$

$$W_{\text{TOTAL}}^S = 52 \times 10^2 R \text{ J}$$

$$c) \eta = \frac{W_{\text{TOTAL}}^S}{Q_Q} = \frac{52 \times 10^2 R}{(12 \times 10^2 R + 13 \times 10^2 R)}$$

$$\eta = 0,21$$

d) A temperatura mínima T_g deve ser de 600K, que é a máxima temperatura do ciclo.

A temperatura máxima T_F deve ser de 200K, que é a menor temperatura no ciclo.

$$e) \eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_F}{T_g} \approx 0,67$$

$$\frac{\eta}{\eta_{\text{Carnot}}} = \frac{0,21}{0,67} = 0,31$$

NOME: GABARITO

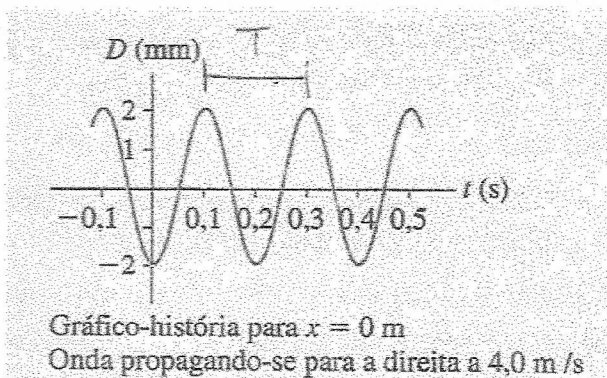
Turma: _____

Nota: _____

QUESTÃO 3. A figura ao lado apresenta a evolução temporal de um ponto, $x = 0$, de uma onda senoidal propagando-se a $4,0 \text{ m/s}$ no sentido x positivo.

Justifique cada resposta.

- a) Qual o comprimento de onda correspondente?
 b) Qual é a constante de fase de onda?
 c) Escreva a equação para os deslocamentos produzidos no meio por essa onda (em função do tempo e do espaço).
 d) Qual das figuras, I, II, III ou IV, abaixo, representa a imagem da onda para o instante $t = 0,1 \text{ s}$?



a) do gráfico $T = 0,2 \text{ s} \Rightarrow f = 5 \text{ Hz}$

$$v = \lambda \cdot f \quad \lambda = \frac{4 \text{ m/s}}{5 \text{ Hz}}$$

$$\boxed{\lambda = 0,8 \text{ m}}$$

b) $D(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi_0)$
 para $x = 0$ e $t = 0$

$$D(x=0, t=0) = -A$$

(extraído do gráfico)

$$-A = A \sin(\phi_0) \quad \left[\begin{array}{l} \phi_0 = -\pi/2 \\ \text{ou } 3\pi/2 \end{array} \right]$$

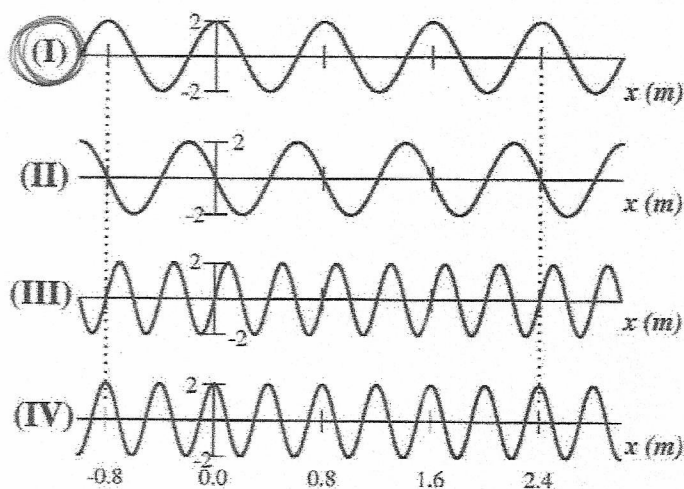


Figura do item d)

d) comp. de onda = $0,8 \text{ m}$
 (elimina opções III e IV)

$$\text{em } D(x=0, t=0,1 \text{ s}) =$$

$$= (2 \text{ mm}) \sin\left(-\pi - \frac{\pi}{2}\right) = +2 \text{ mm}$$

= +1 OPÇÃO (I)

e) $A = 2 \text{ mm}$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{5\pi}{2} \text{ rad/m}$$

$$\omega = 2\pi f = 10\pi \text{ rad/s}$$

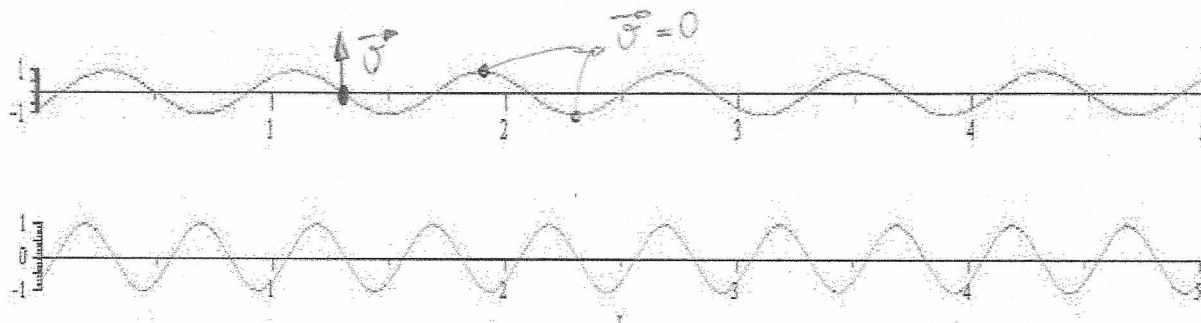
$$\boxed{D(x, t) = (2 \text{ mm}) \sin\left(\frac{5\pi}{2} x - 10\pi t - \frac{\pi}{2}\right)}$$

NOME: GABARITO

Turma: _____

Nota: _____

QUESTÃO 4. Uma onda senoidal monocromática se propaga em um trecho de uma corda em que essa é uniforme. A corda, disposta horizontalmente, apresenta, no entanto, um segundo trecho em que a sua densidade linear é uniforme, mas diferente da inicial. A tensão na corda é a mesma ao longo dela toda. As figuras a seguir representam fotografias da corda no primeiro trecho (superior) e no segundo trecho (inferior).



As figuras foram construídas com escalas verticais distintas e muito exageradas, mas com a mesma escala horizontal. **Justifique cada resposta.**

a) A frequência da onda é a mesma nos dois trechos? *Sim, a frequência é determinada pela fonte MHS que é comum às 2 cordas.*

b) O comprimento de onda é o mesmo nos dois trechos?

Não, da figura o λ é maior no 1º trecho.

c) Qual trecho apresenta densidade linear maior?

como $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ e $v = \lambda \cdot f$

Quanto maior λ , menor μ

$$\boxed{\mu_1 < \mu_2}$$

d) Indique na figura a direção e sentido da velocidade instantânea do ponto material da corda indicado na figura. Indique também um ponto cuja velocidade instantânea seja igual a zero ($v = 0$).

(Se v_{onda} no sentido $x > 0$) Indicado na figura.

Depois de um intervalo de tempo, o ponto subirá devido à passagem da onda.