Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto de Física
Física II– 2013.2 — Prova Final: 27/11/2013
Versão: $\boxed{B}$

Seção 1. Múltipla escolha (8× 0,6= 4,8 pontos)

1. Considere o aumento da energia média total de um gás ideal com o aumento da temperatura. Quando todos os graus de liberdade são excitados, qual tipo de gás terá maior valor para $(c_P - c_V)$?

   (a) Um gás ideal monoatômico. $\frac{3}{2}$ $\frac{5}{2}$

   (b) Um gás ideal diatômico. $\frac{5}{2}$ $\frac{7}{2}$

   (c) Um gás ideal poliatômico.

   (d) O valor de $(c_P - c_V)$ vai ser o mesmo para todos os gases que possam ser considerados ideais.

2. Qual a distribuição para as frequências ressonantes de um tubo fechado em ambas as extremidades?

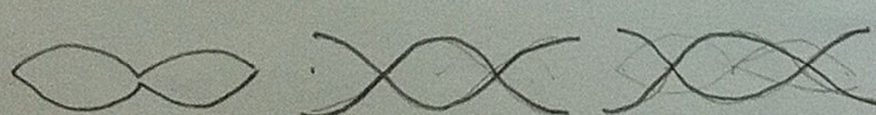
   $v = \lambda f$

   (a) A mesma de um tubo aberto em ambos as extremidades. $f_n = n\nu/2L = 1, 2, 3, 4, 5...$

   (b) A mesma de um tubo fechado em uma das extremidades e aberto na outra. $f_n = n\nu/4L = 1, 3, 5, 7, 9...$

   (c) $f_n = n\nu/8L = 1, 5, 9, 13, 17...$

   (d) ~~Um tubo fechado em ambas as extremidades não possui nenhuma frequência ressonante.~~ $f =$



3. Considere as seguintes premissas sobre os gases moleculares:
   ~~(I) O número de moléculas é muito grande.~~
   (II) O volume ocupado pelas moléculas é desprezado.
   (III) Há colisões entre as moléculas.
   Quais destas premissas acima são comuns tanto aos gases ideais quanto aos gases que seguem a equação de van der Waals?

   (a) Somente I e II.

   (b) Somente I e III.

   (c) Somente II e III.

   (d) Todas elas .

   (e) Nenhuma delas.

4. Um escoamento estacionário de água cai em linha reta de um tubo. Admita que o escoamento seja incompressível. A uma distância d_1 abaixo do tubo, a velocidade de queda da água vale 3 m/s. A uma distância d_2 abaixo do tubo, a velocidade de queda da água vale 6 m/s. Qual a relação entre as seções retas do escoamento nas alturas d_1 e d_2:

   (a) 1:4

   (b) 4:1

   (c) 2:1

   (d) 1:2

   (e) 1:8

   $A_1 V_1 = A_2 V_2$
   $A_1 3 = A_2 6$
   $A_1 1 = A_2 2$
   $2 : 1$

5. A densidade de um gás ideal (número de moléculas por volume) no interior de um reservatório é mantida constante, enquanto sua temperatura varia. Se a temperatura do gás dobra, o livre caminho médio irá:

   (a) dobrar de seu valor inicial.

   (b) reduzir a metade de seu valor inicial.

   (c) permanecer o mesmo nessas condições.

   (d) Não podemos afirmar o que vai acontecer, pois a resposta depende dos graus de liberdade ativados.

6. Em um dia de chuva muito forte, verificou-se que uma goteira que caia sobre o centro de uma piscina coberta formava um padrão de ondas circulares. Nessa situação, observou-se que caíam duas gotas a cada segundo. A distância entre duas cristas consecutivas era de 25 cm e cada uma delas se aproximava da borda da piscina com velocidade de 1,0 m/s. Após algum tempo a chuva diminuiu e a goteira passou a cair uma vez por segundo. Com a diminuição da chuva, a distância entre as cristas e a velocidade de propagação da onda se tornaram, respectivamente,

   (a) maior que 25 cm e maior que 1,0 m/s.

   (b) maior que 25 cm e igual a 1,0 m/s.

   (c) ~~menor que 25 cm e menor que 1,0 m/s.~~

   (d) ~~menor que 25 cm e igual a 1,0 m/s.~~

   (e) igual a 25 cm e igual a 1,0 m/s.

   $v = \lambda f$

$\omega = 2\pi f$

$KV = \lambda$

$\lambda f = v$

$y' = y - y_{eq}$

7. Você coloca um recipiente de água do mar em uma balança e verifica que o seu peso é p_i. A seguir, você mergulha uma estátua de peso p_s dentro da água suspendendo-a por um fio, sem que ela toque no fundo do recipiente. Sabendo-se que a água exerce sobre a estátua uma força de módulo E (empuxo), qual é a nova leitura da balança?

(a) p_i.

(b) $p_i + p_s$.

(c) p_i-E.

(d) p_i+E.

(e) p_s-E.

$m\frac{g}{6} = Kx'$

$m\ddot{x} = -Kx'$

$\sqrt{\frac{K}{m}}$

8. Um bloco suspenso em uma mola ideal se desloca com pequenas oscilações para cima e para baixo com período igual a $6,0s$ na Terra. Você leva o bloco para Lua onde a aceleração da gravidade (g_L) é aproximadamente um sexto da aceleração na Terra (g_T), considere as seguintes afirmações:

I - O período será de $6,0s$;

II - A mola, na sua nova posição de equilílibro irá se esticar de um comprimento menor na Lua do que na Terra;

III - O período será maior por um fator $\sqrt{6}$;

Quais das afirmações acima são verdadeiras?

~~(a) Somente I.~~

(b) Somente II.

~~(c) Somente III.~~

(d) Somente I e II.

~~(e) Nenhuma delas.~~

$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$

$f = \frac{\omega}{2\pi}$

Seção 2. Questões discursivas (2×2,6 = 5,2 pontos) JUSTIFIQUE TODAS AS RESPOSTAS

1. **[2,6 pontos]** Um veículo equipado com um alto-falante atrás do motorista, apontado para ele e emitindo uma onda sonora harmônica com frequência f_0 (em seu referencial de repouso), está parado a uma distância L de uma parede rígida. Suponha a velocidade de propagação da onda v_s conhecida. Escolha como eixo x a reta perpendicular à parede que passa pela posição do veículo, orientado do veículo para a parede. Neste caso, a onda de deslocamento emitida pelo alto-falante é da forma

$$u_A(x,t) = u_0 \cos(kx - \omega t).$$

Suponha também que um nó da onda de deslocamento resultante esteja localizado no alto-falante. Responda os itens abaixo.
a) *[1,4 ponto]* ~~Descreva as condições de contorno para as ondas de deslocamento e de pressão na parede.~~ Escreva as expressões para as ondas de pressão e deslocamento em termos de f_0 e v_s que o motorista recebe diretamente do alto-falante e para as ondas correspondentes que ele recebe refletidas pela a parede. Considere que a amplitude da onda de deslocamento u_0 e a densidade do ar no equilíbrio ρ_0 são conhecidas.
b) *[1,2 ponto]* Considere agora que o veículo se aproxima da parede com velocidade v constante ($v \ll v_s$). Calcule a frequência de batimentos que o motorista ouvirá.

FORMULÁRIO

$$\delta = \rho - \rho_0 = -\rho_0 \frac{\partial u}{\partial x}; \qquad p = v_s \delta; \qquad \rho_0 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\frac{\partial p}{\partial x}$$

$p = v_s \cdot \left(-\rho_0 \frac{du}{dx}\right)$

$\rho_0 = -\frac{p}{v_s \frac{du}{dx}}$

2. **[2,6 pontos]** Um gás ideal de He_2 com massa total de 800g (100 moles) está contido em um cilindro de volume desconhecido. A pressão do gás é de 170 atm e o cilindro está em equilíbrio térmico com o meio ambiente, a uma temperatura de 27° C. Subitamente a válvula principal apresenta um defeito e o gás começa a vazar lentamente para o meio ambiente, até que o gás escape do cilindro. Note que, ao final, ar também terá entrado pela válvula e o gás atingirá o equilíbrio com a atmosfera. Pergunta-se:

(a) *[0,6 ponto]* Qual a variação da energia interna do gás?

(b) *[0,8 ponto]* Descreva EM PALAVRAS sucintamente, a partir de primeiros princípios, o PROCEDIMENTO para se calcular a variação de entropia do gás em casos como este. Não se esqueça de mencionar as características fundamentais envolvidas nesse procedimento.

(c) *[1,2 ponto]* Calcule a variação de entropia do gás.

FIM

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto de Física
Física II– 2013.2 — Prova 1: 11/09/2013
Versão: $\boxed{E}$

$$\frac{P_1}{A_1} = \frac{P_2}{A_2}$$

Seção 1. Múltipla escolha ($8\times$ 0,6= 4,8 pontos)

1. Um confeiteiro tem na sua gaveta duas seringas para inserir recheio de mel em um bolinho. Ambas têm o mesmo comprimento, mas uma delas tem diâmetro interno $d1 = 5$mm e a outra tem diâmetro $d2 = 2,5$mm. Podemos afirmar que:

   (a) Se ele escolher a seringa de diâmetro d2, ele vai precisar fazer 16 vezes mais pressão para obter a mesma vazão.

   (b) Se ele escolher a seringa de diâmetro d1, ele vai precisar fazer 8 vezes menos pressão para obter a mesma vazão.

   (c) Se ele escolher a seringa de diâmetro d2, ele vai precisar fazer 4 vezes mais pressão para obter a mesma vazão.

   (d) Se ele escolher a seringa de diâmetro d2, ele vai precisar fazer 2 vezes mais pressão para obter a mesma vazão.

   (e) Não importa o diâmetro; a vazão em ambas será a mesma quando submetidas à mesma pressão.

2. Um aquário é preenchido com água e posteriormente colocado sobre um plano inclinado muito longo que faz um ângulo θ em relação à horizontal. Considere separadamente as situações nas quais o aquário

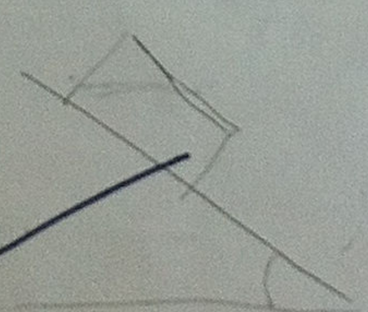
   I. Desce o plano inclinado com *velocidade* constante.

   II. Desce o plano inclinado com *aceleração* constante.

   III. É mantido em *repouso* sobre o plano inclinado.

   Podemos afirmar que a superfície livre da água é plana e horizontal nos casos

   (a) Apenas I.
   (b) Apenas II.
   (c) Apenas III.
   (d) Apenas I e II.
   (e) Apenas I e III
   (f) Apenas II e III
   (g) I, II e III.
   (h) em nenhum dos casos.



3. Um avião está voando em trajetória retilínea a uma altitude constante. De repente, ele é atingido por uma rajada de vento que faz força sobre sua parte frontal. O nariz do avião começa a oscilar por um dado período de tempo, assustando os passageiros, mas aos poucos a oscilação cessa e o avião volta a sua posição de equilíbrio. A situação apresentada representa:

   ~~(a) Um regime de oscilações não amortecidas, o avião oscila em movimento harmônico simples.~~

   (b) Um regime de oscilações amortecidas, o avião oscila no regime sub-crítico.

   (c) Um regime de oscilações amortecidas, o avião oscila no regime supercrítico.

   (d) Um regime de oscilações amortecidas, o avião oscila no regime crítico.

   ~~(e) O avião entrou em ressonância com o vento.~~

$$\Delta p \cdot a^4 = 1$$

4. Considere um sistema massa-mola sujeito a uma força externa senoidal, com amplitude, frequência e constante de fase fixas. Marque a alternativa que descreve um procedimento para minimizar os efeitos de ressonância.

   ~~(a) Aumentar a constante de amortecimento do oscilador.~~

   (b) Diminuir a amplitude inicial do oscilador.

   (c) Garantir que o oscilador esteja inicialmente defasado em relação à força externa.

   ~~(d) Trocar a mola para que a frequência natural do sistema seja igual à da força externa.~~

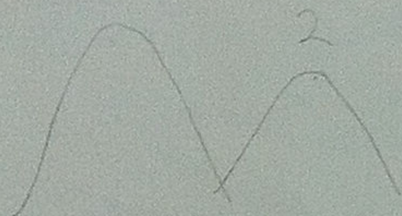
   ~~(e) Diminuir a constante de amortecimento do oscilador.~~

$$2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \omega A$$

5. Duas ondas harmônicas viajam ao longo da mesma corda. As ondas têm mesmas velocidade e frequência, porém constantes de fase e amplitudes (A_1 e A_2) diferentes. Sabendo que $A_1 > A_2$ e usando o princípio da superposição, podemos concluir que a amplitude resultante A será tal que:

- ~~(a)~~ $A = A_1 + A_2$
- ~~(b) $A = A_1 - A_2$~~
- ~~(c) $A_2 \leq A \leq A_1$~~
- (d) $A_1 - A_2 \leq A \leq A_1 + A_2$ ✓
- ~~(e) $A_1 \leq A \leq A_1 + A_2$~~



6. Uma corda de violino de comprimento de 0,34m vibra no seu modo fundamental com uma frequência de 425Hz. Sabendo que a velocidade do som no ar é 340m/s, qual é o comprimento da onda que irá alcançar os seus ouvidos?

- ~~(a) 0,34 m~~
- ~~(b) 0,68 m~~
- (c) 1,00 m
- (d) 2,72 m
- ~~(e)~~ 0,80 m

$$\frac{f}{v-v} = \frac{f_0}{v-v_0}$$

C

$$\frac{c}{\rho} \cdot m \cdot \frac{m}{\rho}$$

$$v = \lambda f$$

$$340 = \lambda\, 425$$

$$\lambda = \frac{340}{425}$$

$= \omega A$

7. Considere as seguintes afirmações:

I. Quando um cano sofre redução em seu diâmetro, a velocidade e a pressão do fluido incompressível em seu interior aumentam, pois o fluido carrega mais momento linear.

II. O jato d'água que cai de uma torneira fica mais estreito à medida em que avança. ✓

III. A expressão $p + \rho v^2/2 + \rho g z$ pode não ser constante ao longo de uma linha de corrente de um fluido compressível, pois depende da conservação das energias cinética e gravitacional. ✓

São verdadeiras:

- ~~(a) Apenas a I.~~
- ~~(b) Apenas a II.~~
- ~~(c) Apenas a III.~~
- (d) ~~Apenas a I e a II.~~
- ~~(e) Apenas a I e a III.~~
- (f) Apenas a II e a III.
- ~~(g)~~ Todas.
- ~~(h) Nenhuma.~~

8. Duas ondas harmônicas se propagam em sentidos opostos na mesma corda com a mesma frequência. É correto afirmar que:

- (a) As duas ondas possuem a mesma velocidade.
- (b) Quando as ondas se encontrarem, haverá interferência construtiva se a diferença de fase entre elas for de 180^o.
- (c) Como possuem a mesma frequência, a onda que tem maior potência média é aquela que tem maior amplitude. C
- ~~(d)~~ Somente a primeira e a terceira alternativas estão corretas.
- (e) Todas alternativas estão corretas.

$$p + \frac{\rho v^2}{2} = p_2 + \frac{\rho_2 v_2^2}{2}$$

$$\frac{68}{85}$$

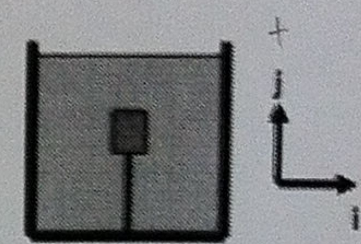
425 | 5
25   85

70 | 8
0,8

Seção 2. Questões discursivas (2×2,6 = 5,2 pontos)

1. **[2,6 pontos]** Um bloco maciço de volume V e densidade ρ_C é mantido submerso num líquido de densidade ρ_L uniforme ($\rho_L \geq \rho_C$) por meio de um cabo (vide a figura abaixo). É dado o módulo da aceleração gravitacional g. Observação: $\vec{i}$ e $\vec{j}$ são os vetores unitários na horizontal e vertical, conforme indicado na figura. Responda aos itens abaixo, em função dos dados:

   a) Suponha neste item que o recipiente que contém o líquido e o bloco esteja em repouso em um referencial inercial.

   a1) Qual o empuxo ($\vec{E}_0$) que o líquido faz sobre o bloco? $-V\rho_L g$

   a2) Determine a tensão ($\vec{T}_0$) que o cabo exerce sobre o bloco a partir da 2ª Lei de Newton. $V g(\rho_L - \rho_C)$

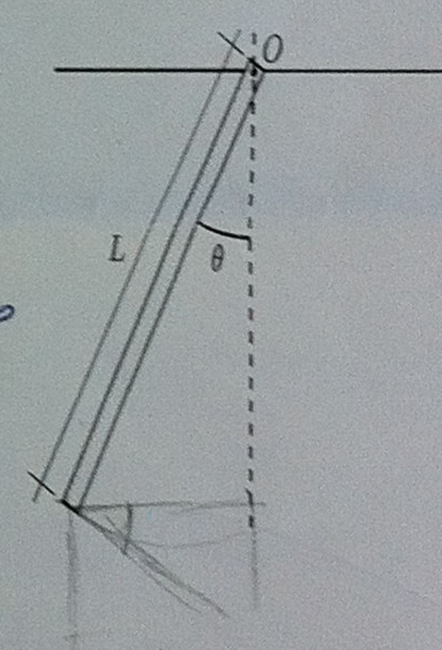
   b) Suponha neste item que o recipiente esteja sujeito a uma aceleração $\vec{a} = a\vec{j}$, $a > 0$.

   b1) Deduza o empuxo ($\vec{E}$) que o líquido faz sobre o bloco, explicando o cálculo da diferença de pressão entre as superfícies inferior e superior do objeto e aplicando a 2ª Lei de Newton. $\rho_L V(a+g)$

   b2) Obtenha a tensão ($\vec{T}$) que o cabo exerce sobre o bloco a partir da 2ª Lei de Newton em termos dos dados e dos módulos de $\vec{T}_0$, $\vec{a}$ e $\vec{g}$. $V\rho_L g - \vec{T}_0$

2. **[2,6 pontos]** Uma barra homogênea de massa M e comprimento L é presa por uma de suas extremidades e posta para oscilar como um pêndulo físico sob ação da gravidade g. Sabendo que o momento de inércia da barra em relação à sua extremidade é $I = ML^2/3$, resolva os itens a seguir:

   $\ddot{\theta} + \frac{g}{L}\theta$ $\qquad \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{L}}$

   a) Deduza a equação de movimento para θ arbitrário e diga qual a condição (se houver) para movimento harmônico. Neste caso, qual será a frequência das oscilações?

   b) Resolva a equação do oscilador harmônico sabendo que o pêndulo é inicialmente solto do repouso de um ângulo igual a θ em relação à posição de equilíbrio. 0,6

   $\theta\cos(\omega_0 t)$

   c) Admita agora que haja um torque dissipativo que seja proporcional à velocidade angular, isto é, $\tau_d = -c\, d\theta/dt$, onde c é uma constante positiva. Escreva a nova equação de movimento e deduza qual deve ser a condição satisfeita por c para que haja amortecimento sub-crítico. Não é necessário resolver esta nova equação de movimento.

$2\omega_0$

FIM

$2\sqrt{\frac{3g}{2L}}$

$v = \lambda f$

Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto de Física
Física II– 2013.2 — Prova 2: 11/11/2013
Versão: $\boxed{\text{B}}$

Seção 1. Múltipla escolha (8× 0,6= 4,8 pontos)

1. Considere os 3 processos propostos abaixo, isolados do resto do universo.

   (I) Um cubo de alumínio é colocado em um copo de água. Após algum tempo, o alumínio aumentou de tamanho e a água esfriou. ok

   (II) Cera sólida é colocada no fundo de uma panela quente. Após algum tempo, a cera derreteu e a panela esquentou.

   (III) Um motor converte em trabalho toda a energia térmica liberada pela fusão de água em gelo.

   Quais destes processos violam necessariamente a Primeira Lei da termodinâmica?

   (a) ~~Nenhum.~~
   (b) ~~Apenas I.~~
   (c) ~~Apenas II.~~
   (d) Apenas III.
   (e) ~~Apenas I e II.~~
   (f) ~~Apenas I e III.~~
   (g) Apenas II e III.

2. Um pesquisador quer estudar o comportamento termodinâmico de sólidos através de uma simulação de computador. Ele modela um sólido como uma rede cristalina de $N = 1$ bilhão de átomos ligados aos seus vizinhos por molas ideais. Contudo, seus "átomos" estão restritos a um plano (ou seja, a simulação é inteiramente bidimensional). Para testar se sua simulação está bem feita, ele calcula a energia interna do seu sólido. Qual o valor que ele espera encontrar?

   (a) $E_{\text{int}} = (1/2)Nk_BT$.
   (b) $E_{\text{int}} = Nk_BT$.
   (c) $E_{\text{int}} = (3/2)Nk_BT$.
   (d) $E_{\text{int}} = 2Nk_BT$.
   (e) $E_{\text{int}} = (5/2)Nk_BT$.
   (f) $E_{\text{int}} = 3Nk_BT$.
   (g) $E_{\text{int}} = (7/2)Nk_BT$.

3. Dadas as seguintes afirmativas a respeito de um gás ideal com calores específicos C_V (à volume constante) e C_P (à pressão constante):

   (I) É necessário fornecer uma quantidade de calor maior para um mesmo número de moles de um gás ideal à volume constante do que à pressão constante para que este gás sofra uma dada variação de temperatura. X

   (II) A altas temperaturas, é necessário fornecer uma quantidade de calor menor para um mesmo número de moles de um gás ideal monoatômico do que um gás diatômico para que estes gases sofram uma mesma variação de temperatura.

   (III) Em um processo realizado à pressão constante, a variação da energia interna de um gás ideal só depende da quantidade de calor trocada com as vizinhanças. X

   As CORRETAS são:

   (a) ~~Apenas I.~~
   (b) Apenas II.
   (c) ~~Apenas III.~~
   (d) ~~Apenas I e II.~~
   (e) ~~Apenas II e III.~~
   (f) ~~Apenas I e III.~~

$\Delta U = Q - W$

Vcte → $\Delta U = Q$

Pcte → $\Delta U = Q - W$

$\Delta U = n C_p \Delta T - p\Delta V$

$\omega = Q = \int p\,dV$

$\Delta U = \omega = n C_v \Delta T$

4. Dois grandes recipientes, com temperaturas inicialmente distintas, devem ser colocados em contato térmico através de uma ponte metálica. Para tal ponte, se dispõe 2 cilindros de área A e comprimento L: um com condutividade térmica k_1, o outro com $k_2 = 4k_1$. São estudados os 3 casos abaixo, sempre colocando as bases do cilindros em contato com os recipientes:

(I) só se usa um cilindro, o de condutividade menor.
(II) os dois cilindros lado a lado, mas sem encostar um no outro;
(III) os recipientes são afastados e coloca-se os dois cilindros em série (um após o outro);

Qual a ordenação correta para as taxas de condução de calor?

(a) $\cancel{H_I > H_{II} > H_{III}}$
(b) $\cancel{H_I > H_{II} = H_{III}}$
(c) $\cancel{H_I = H_{II} = H_{III}}$
(d) $H_{II} > H_I > H_{III}$
(e) $\cancel{H_{II} = H_{III} > H_I}$
(f) $H_{III} > H_{II} > H_I$
(g) $\cancel{H_{III} > H_{II} = H_I}$

A

L

$1 : k_1$

$k_2 = 4k_1$

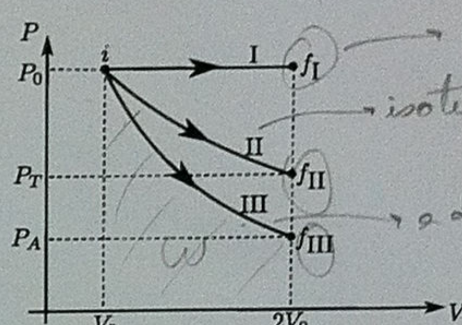
$H_I = \dfrac{k_1 A \Delta T}{L}$

$H_{II} = \dfrac{k_1 A\Delta T}{L} + \dfrac{4k_1 A\Delta T}{L} = \dfrac{5k_1 A\Delta T}{L}$

$H_{III} = \dfrac{k_1 A\Delta T}{L} = \dfrac{4k_1 A\Delta T}{L}$

diminui por causa do 4

5. A figura abaixo mostra três possíveis expansões de um gás ideal monoatômico, que encontra-se inicialmente no estado i (cujo volume é V_0) para os estados finais f_I, f_{II} ou f_{III}, todos de volume $2V_0$, através de três processos reversíveis diferentes: I-Transformação isobárica; II-Transformação isotérmica e III-Transformação adiabática.



isobárico $\Delta U = Q - \omega$

isoterma ↳ $\Delta U = 0$, $\omega = Q$

adiabático ↳ $Q = 0$

Sobre tais processos é INCORRETO afirmar que:

(a) A maior troca de calor se dá no processo isobárico.
(b) O trabalho realizado pelo gás é menor no processo adiabático. ok
(c) No processo isotérmico todo trabalho é transformado em calor. ok
(d) As temperaturas finais terão a relação $T_{III} < T_{II} < T_I$.
(e) Na transformação isotérmica não haverá calor trocado com o gás, uma vez que $\Delta T = 0$.

calor ≠ temperatura

6. Considere os seguintes gases comuns em nossa atmosfera: Nitrogênio, com 28g/mol, e Oxigênio, com 32g/mol. Suponha que estes gases estejam em condições de volume, temperatura e pressão nas quais possam ser considerados gases ideais. Se os gases estão à mesma temperatura, então considere as seguintes afirmativas:

(I) As moléculas destes gases possuem a mesma energia cinética translacional.
(II) As moléculas de Oxigênio são, em média, mais rápidas que as moléculas de Nitrogênio.
(III) O gás que possui as moléculas com a maior energia cinética translacional é o Oxigênio, pois possui maior massa molar.

As CORRETAS são:

(a) Apenas I.
(b) ~~Apenas II.~~
(c) ~~Apenas III.~~
(d) Apenas I e II.
(e) ~~Apenas II e III.~~

$N_2 \to 28g/mol$, $O_2 \to 32g/mol$ } ideais

$K_{tr} = \frac{5}{2} k_B T N$

$\langle v \rangle = \sqrt{\dfrac{2k_B T}{m}}$

$m = nM$

7. Colocamos uma forma cheia d'água à temperatura ambiente $T = 25^oC$ dentro do congelador, que está a uma temperatura $T = -10^oC$. Considere as seguintes afirmativas sobre tal processo:

(I) O equilíbrio térmico será necessariamente atingido a 0^oC. ñ

(II) Neste caso, o congelamento da água é um processo irreversível. ok

(III) Durante a transição de fase, a temperatura da água não vai variar. ok

As afirmativas CORRETAS são:

(a) Apenas I.

(b) Apenas II.

(c) Apenas III.

(d) Apenas I e II.

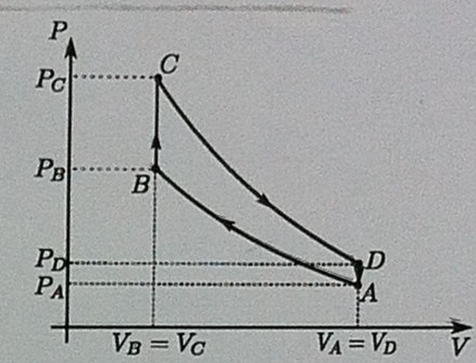
(e) Apenas I e III.

(f) Apenas II e III.

8. Um mol de um gás ideal é submetido a um ciclo reversível consistindo de duas ADIABÁTICAS e duas ISÓCORAS, como mostra o diagrama PV na figura.

$Q = 0$ $C \to D$ $B \to A$

isocóricas



V cte $\to W = 0$

$S = \int \frac{dQ}{T}$

Marque a opção que melhor representa o MESMO ciclo em um diagrama TS.

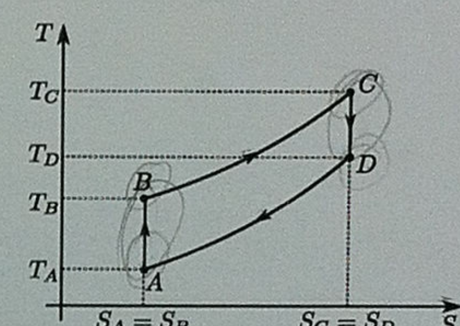
$V_C = V_B$ $U = U(T)$

$V_A = V_D$ $S = S(Q)$

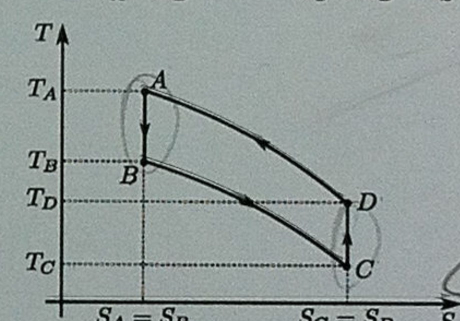
$PV = RT$

$C \to D$: $P\downarrow V\uparrow$ $T\downarrow$

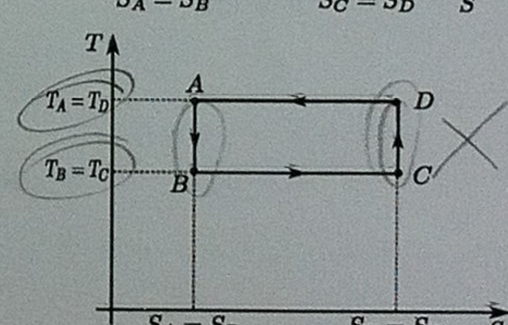
$A \to B$ $P\uparrow V\downarrow$ $T\uparrow$



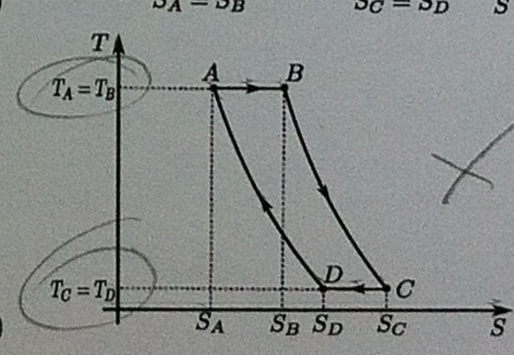
(a)



(b)



(c)



(d)

Seção 2. Questões discursivas ($2 \times 2{,}6 = 5{,}2$ pontos)

1. **[2,6 pontos]** Um mol de gás ideal, com capacidade térmica C_V, é submetido à seguinte sequência de processos REVERSÍVEIS:

   - Compressão adiabática do estado inicial A para o estado B;
   - Expansão isobárica (Pcte) do estado B ao estado C;
   - Expansão adiabática do estado C ao estado D;
   - Diminuição de pressão, a volume constante, (isocórica) do estado D ao estado A.

   ok (a) *[0,6 ponto]* Desenhe o diagrama PV do ciclo ESPECIFICANDO AS CURVAS CORRESPONDENTES A CADA ETAPA E A ORIENTAÇÃO DO CICLO.

   $=U(T)$

   $S=S(Q)$

   ok (b) *[0,8 ponto]* Calcule o calor trocado (INDICANDO SE FOI ABSORVIDO OU CEDIDO) pelo sistema em cada etapa em termos das temperaturas nos estados A, B, C e D, de C_V e, se necessário, da constante universal dos gases. R

   (c) *[0,4 ponto]* Este ciclo descreve um motor ou um refrigerador? Calcule o rendimento, caso seja um motor, ou a eficiência, caso seja um refrigerador, em termos das mesmas quantidades do item anterior.

   ok (d) *[0,8 ponto]* Calcule a variação de entropia em cada etapa do ciclo em termos das mesmas quantidades do item anterior.

   $T\downarrow$

   $T\uparrow$

2. **[2,6 pontos]** Um gás ideal diatômico, com N moléculas de massa m, em equilíbrio à temperatura T, satisfaz a distribuição de velocidades de Maxwell, cuja função densidade de probabilidade é:

$$f_v(v) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi k_B T} \right)^{3/2} v^2 \exp\left(\frac{-mv^2}{2k_B T} \right).$$

   Ou seja, o número de moléculas com velocidade entre v e $v + dv$ é $N f_v(v)$.

   (a) *[0,8 ponto]* Desenhe o gráfico da densidade de probabilidade e indique a velocidade mais provável.

   ok (b) *[0,8 ponto]* CALCULE a velocidade quadrática média ($v_{\rm rms}$) deste gás. INDIQUE com clareza qual das fórmulas abaixo será utilizada em seu cálculo.

   ok (c) *[0,5 ponto]* Obtenha A PARTIR DE $v_{\rm rms}$ a energia cinética média de translação do gás ($K_{\rm med}$) e INTERPRETE o resultado.

   ok (d) *[0,5 ponto]* Se este gás estiver a uma temperatura muito alta, qual será o valor de sua energia total média ($E_{\rm med}$)? JUSTIFIQUE.

Formulário:

$$\int_0^\infty x^n e^{-ax} dx = \frac{n!}{a^{n+1}} \qquad \int_0^\infty x^{1/2} e^{-ax} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2a^{3/2}}$$

$$\int_0^\infty x^{2n+1} e^{-ax^2} dx = \frac{n!}{2a^{1+n}}, \quad n \geq 0, a > 0$$

$$\int_0^\infty x^{2n} e^{-ax^2} dx = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n-1)}{2^{n+1} a^n} \sqrt{\frac{\pi}{a}}, \quad n \geq 0, a > 0$$

FIM