



INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Física Teórica 3

1a prova - 1o período de 2017 - 29/04/2017

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. 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. **Nas questões marcadas com asterisco (**), a resposta só será considerada se o corpo da prova contiver algum cálculo, ou rascunho, que justifique corretamente a resposta.**
10. Caso alguma questão seja anulada, o valor da mesma será redistribuído entre as demais.
11. 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"/>	16	<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"/>	17	<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"/>	18	<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"/>	19	<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"/>	20	<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**

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

Constantes e conversões: $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^3 \text{ L}$ $1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$ $\rho_{\text{água}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$ $c_{\text{água}} = 4186 \text{ J/(kg K)}$

$L_{f\text{-água}} = 3,33 \times 10^5 \text{ J/kg}$ $L_{v\text{-água}} = 22,6 \times 10^5 \text{ J/kg}$ $T_F = (9/5)T_C + 32$ $T_K = T_C + 273$ $T_3 = 273,16 \text{ K}$

$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ $R = 8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ $k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K} = R/N_A$

$c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/K} \cdot \text{m}^2$

Fluidos: $P = |F|/A$ $P = P_0 + \rho gh$ $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gy = \text{cte}$ $Q = A \cdot v$

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: $N = M/m$ $n = N/N_A$ $PV = Nk_B T = nRT$

$SG = \text{Sobre-gás}$. $W^{SG} = -\int PdV$ $W^{SG}_{\text{isoterm}} = -nRT \ln(V_f/V_i)$, $W^{SG}_{\text{adiab}} = (P_f V_f - P_i V_i)/(\gamma - 1)$

$\Delta E^{\text{térm}} = nC_V \Delta T = Q^{\text{receb-gás}} + W^{SG}$ $C_p - C_v = R$ $C_V^{\text{Mono}} = 12,5 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ $C_V^{\text{Diat}} = 20,8 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ $\gamma = C_p/C_v$

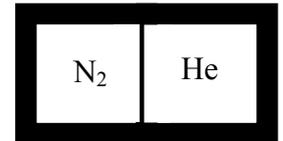
$(TV^{\gamma-1} = \text{cte e } PV^{\gamma} = \text{cte}')_{\text{transf_adiabat}}$

1) Considere um pistão metálico contendo gás Hélio a 273K e 1atm. Qual das manipulações abaixo pode ser considerada como um *processo adiabático*?

- A) O pistão é mergulhado em uma mistura de água com gelo e é lentamente comprimido até o gás reduzir seu volume pela metade.
- B) O pistão é travado de modo a não poder se mover, e é colocado sobre uma chama até a pressão do gás dobrar.
- C) O pistão é rapidamente comprimido até a pressão do gás dobrar**
- D) O pistão é comprimido pela ação de uma força externa constante, mantendo sua velocidade constante até o gás reduzir seu volume pela metade.
- E) O pistão é aberto de modo a deixar o gás escapar para a atmosfera.

Um processo é adiabático qdo podemos considerar $Q = 0$. Mesmo se a parede for metálica (boa condutora de calor), isso vale qdo o processo ocorre rápido o suficiente. (Obs: A = isotermico, B = isocorico, D = isobarico e E = expansão livre (não-quase-estático))

2) Dois recipientes separados de gás são isolados termicamente do exterior, mas divididos por uma parede fina que é boa condutora de calor (fig). Os dois recipientes são rígidos. Um mol de gás Hélio (${}^4\text{He}$) a 0°C é injetado no recipiente direito, e um mol de gás Nitrogênio (${}^{14}\text{N}_2$) a 100°C é injetado no recipiente esquerdo.



Qual será a temperatura T_{eq} após o equilíbrio térmico ser atingido?

- A) $T_{eq} = 37,5^\circ\text{C}$ - Cons. de energia: $Q_1 + Q_2 = 0 \rightarrow C_1 \Delta T_1 + C_2 \Delta T_2 = 0$
- B) $T_{eq} = 41,7^\circ\text{C}$
- C) $T_{eq} = 50^\circ\text{C}$ - Como recipientes são rígidos (V const): C aqui é o C_V (obs: na outra versão da prova, P era constante, e o C correto era o C_P)
- D) $T_{eq} = 58,3^\circ\text{C}$
- E) $T_{eq} = 62,5^\circ\text{C}$ - Resolver p / T_{eq} notando que He é monoatômico e N_2 é diatômico, então têm C_V 's diferentes (vide formulário). [obs: como C_V do N_2 é maior, T_{eq} é mais próximo da T_i do N_2]

3) Qual das alterações abaixo **não pode ocorrer** em um gás ideal?

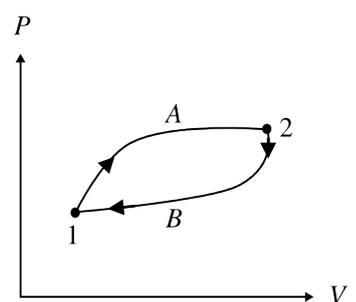
- A) Aumentar a sua temperatura sem acrescentar calor a ele
- B) Acrescentar calor a ele sem aumentar a sua temperatura
- C) Realizar trabalho sobre ele sem aumentar sua temperatura
- D) Aumentar sua energia térmica sem aumentar sua temperatura**
- E) Aumentar sua energia térmica sem acrescentar calor a ele

Fora de uma mudança de fase (que não ocorre no modelo de gás ideal), um aumento de energia térmica sempre será acompanhado de um aumento de T

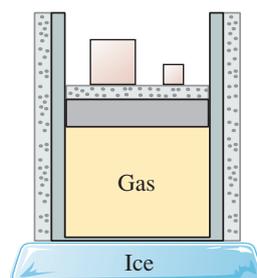
4) O processo A leva um gás do estado 1 para o estado 2, e o processo B o traz de volta do estado 2 para o estado 1, conforme representado na figura ao lado. Compare os trabalhos nos dois processos.

- A) $W_A > 0 > W_B$
- B) $W_B > 0 > W_A$**
- C) $W_A = W_B > 0$
- D) $W_A > W_B > 0$
- E) $0 > W_B > W_A$

$W = -\int PdV \rightarrow W_A < 0$ (gás expandindo perde energia) e $W_B > 0$ (gás sendo comprimido ganha energia)



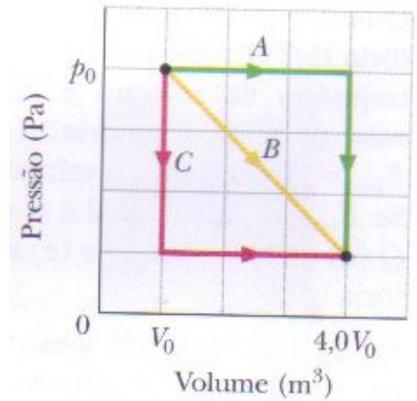
5) Um cilindro com gás, o qual é isolado termicamente exceto na sua base, é colocado sobre um bloco grande de gelo (fig.). O gás é mantido pressurizado por um pistão, o qual é livre para se mover na vertical, sem atrito. A temperatura inicial do gás é maior do que 0°C . Durante o processo, que ocorre até que o gás atinja um novo equilíbrio, (i) ΔT , (ii) W e (iii) Q do gás são maiores do que, menores do que ou iguais a zero?



	ΔT	W	Q
A)	< 0	> 0	< 0
B)	= 0	< 0	> 0
C)	> 0	> 0	= 0
D)	> 0	> 0	< 0
E)	< 0	< 0	> 0

Como $T_i > 0$ e gás está em contato térmico com gelo, ele irá ceder calor $p/$ este último até chegar ao equilíbrio térmico (provavelmente em $T = 0$ mesmo, já que o bloco é grande). Portanto $\Delta T < 0$ e $Q < 0$ (já suficiente $p/$ resposta) Como o pistão é livre, $P = cte$, de modo que se T cai, V cai (gás comprime), portanto $W > 0$.

6 e 7 Um mol de um gás ideal monoatômico pode atingir o mesmo estado final através de três processos distintos como mostrado no gráfico abaixo. Dados $P_0 = 10 \text{ atm}$ e $V_0 = 1,0 \text{ cm}^3$.



6) A variação de energia térmica no processo A é:

- A) 0 J B) -3,0 J C) -37,5 J D) 37,5 J E) 24,9 J

Como $P_f = P_0/4$ e $V_f = 4 V_0$, $P_0 V_0 = P_f V_f \rightarrow T_0 = T_f \rightarrow \Delta E = 0$

7) O calor absorvido pelo gás no processo B é:

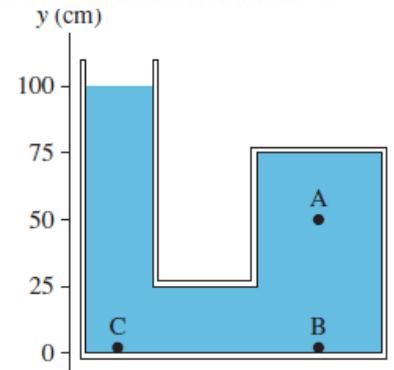
- A) -1,9 J B) -1,1 J C) 0 J D) 1,1 J E) 1,9 J

$0 = \Delta E = Q + W \rightarrow Q = -W = +|PdV = \text{área abaixo da reta B (trapézio)} = (2,5 P_0/4) \times 3 V_0 = 1,9 \text{ J}$

8) O recipiente mostrado na figura ao lado está cheio de óleo. Ele é aberto à atmosfera no ramo esquerdo. Como podemos relacionar as pressões nos três pontos indicados?

- A) $P_A > P_B > P_C$ B) $P_C > P_B > P_A$ C) $P_A > P_B = P_C$
D) $P_A < P_B = P_C$ E) $P_A = P_B = P_C$

Num líquido em repouso, P só depende (aumentando com) a profundidade



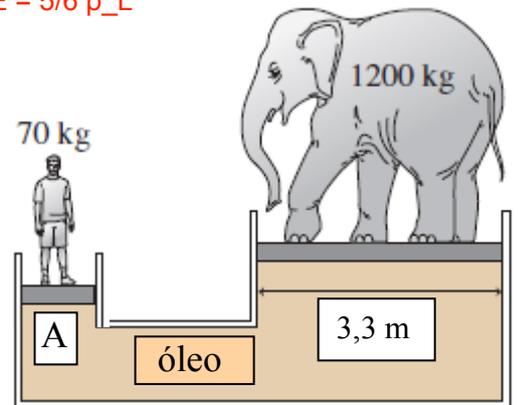
9) Uma esfera completamente imersa em um líquido de densidade ρ_{liq} é amarrada ao fundo do recipiente por um barbante. A tensão no barbante corresponde a um quinto do peso da esfera. A densidade da esfera é igual a:

- A) $\rho_{liq}/5$ B) $6 \rho_{liq}/5$ C) $5 \rho_{liq}/6$ D) $5 \rho_{liq}/4$ E) $5 \rho_{liq}$

Barbante tensionado $\rightarrow E - P = P/5 \rightarrow \rho_L Vg = 6/5 mg = 6/5 \rho_E Vg \rightarrow \rho_E = 5/6 \rho_L$

10**) Um estudante de 70 kg equilibra um elefante de 1200 kg no elevador hidráulico mostrado na figura. Qual deve ser a área A do pistão onde se encontra o estudante, para que o nível da sua plataforma esteja 34mm abaixo do nível da plataforma com o elefante? Assuma que o pistão com o elefante é cilíndrico. Dado: $\rho_{\text{óleo}} = 900 \text{ Kg/m}^3$.

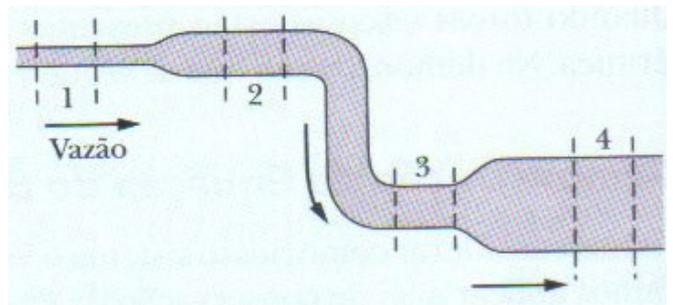
- A) $0,50 \text{ m}^2$ B) $2,00 \text{ m}^2$ C) $1,06 \text{ m}^2$ D) $0,41 \text{ m}^2$
E) A situação mostrada não é possível



Em repouso: pressões iguais em pontos do líq a alturas iguais:

$\text{Peso}_{\text{estud}} / A_{\text{esq}} = \text{Peso}_{\text{elef}} / A_{\text{dir}} + pgh$

11 e 12 Água escoia suavemente pela tubulação cilíndrica da figura ao lado, preenchendo-a completamente.



11) As seções 2 e 3 têm o mesmo diâmetro. Como podemos relacionar as velocidades em cada região?

- A) $v_1 = v_2 = v_3 = v_4$ B) $v_1 > v_2 = v_3 > v_4$
C) $v_1 < v_2 = v_3 < v_4$ D) $v_1 > v_2 > v_3 > v_4$
E) $v_3 > v_4 > v_1 > v_2$

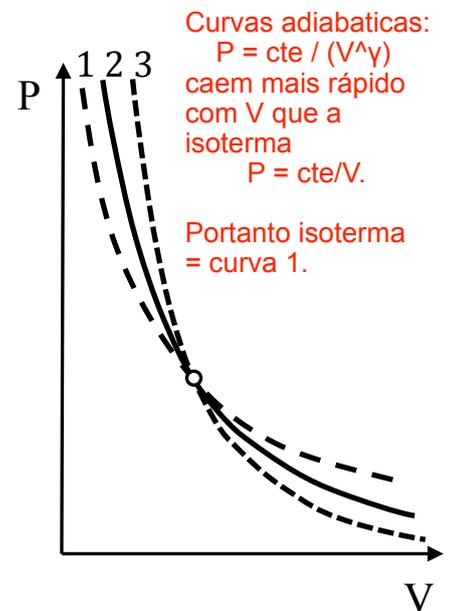
Solução: $vA = \text{cte} \rightarrow v_1 > v_2 = v_3 > v_4$

12) Na mesma tubulação, como se relacionam as pressões em cada região?

- A) $P_1 = P_2 = P_3 = P_4$ B) $P_1 > P_2 = P_3 > P_4$ C) $P_1 < P_2 = P_3 < P_4$ D) $P_1 > P_2 > P_3 > P_4$ E) $P_4 > P_2 > P_3 > P_1$

Solução:

13) A figura ao lado mostra um diagrama PV, no qual estão assinaladas 3 curvas possíveis que passam por um mesmo ponto (P_0, V_0) (representado pelo círculo). Uma dessas curvas representa uma transformação isotérmica de um gás ideal, e as outras duas transformações adiabáticas, sendo uma delas a curva adiabática seguida por um gás ideal monoatômico, e a outra a seguida por um gás ideal diatômico. Sendo 1 = curva tracejada; 2 = curva cheia; 3 = curva tracejada fina, identifique qual curva corresponde a qual processo.



	Isotérmica	Adiabática - Monoatômico	Adiabática - Diatômico
A)	1	2	3
B)	1	3	2
C)	3	1	2
D)	2	3	1
E)	2	1	3

Qto maior o $\gamma = C_p/C_v = 1 + R/C_v$, mais rápido caem as adiabáticas.

Como C_v (monoat) < C_v (diat), $\gamma_{\text{monoat}} > \gamma_{\text{diat}} \rightarrow$ monoat = curva 3 e diat = curva 2

14) Um pedaço de gelo ($T = -20^\circ\text{C}$) é adicionado a um recipiente termicamente isolado contendo água fria a $T = 0^\circ\text{C}$. O que acontece no recipiente?

- A) Parte ou toda a água congela até o que o equilíbrio térmico seja estabelecido, e o volume total diminui
- B) Parte ou toda a água congela até o que o equilíbrio térmico seja estabelecido, e o volume total não muda
- C) Parte ou toda a água congela até o que o equilíbrio térmico seja estabelecido, e o volume total aumenta**
- D) Parte ou todo o gelo derrete até o que o equilíbrio térmico seja estabelecido, e o volume total aumenta
- E) Parte ou todo o gelo derrete até o que o equilíbrio térmico seja estabelecido, e o volume total diminui

$T_{\text{eq}} \leq 0$, portanto parte ou toda a água congela.

Ao congelar, ela aumenta de vol portanto o vol total (de água + gelo) aumenta

15**) Considere uma sala com 20m de largura, 15m de comprimento e 3m de altura (mais ou menos do tamanho desta sala de prova), contendo apenas gás nitrogênio (N_2) a pressão atmosférica e temperatura 27°C . Se todo o gás presente na sala fosse liquefeito, qual seria o volume de nitrogênio líquido produzido? Dados:

- Densidade do N_2 líquido: 810 kg/m^3 ; 1 átomo de N possui 7 prótons e 7 nêutrons

- A) $0,6 \text{ m}^3$ **B) $1,3 \text{ m}^3$** C) $7,0 \text{ m}^3$ D) 14 m^3 E) 1250 m^3

Queremos: $V_{\text{liq}} = M / \rho_{\text{liq}} = n \cdot m_{\text{mol}}(\text{N}_2) / \rho_{\text{liq}}$

onde $n =$ num de mols de N_2 e $m_{\text{mol}}(\text{N}_2) = 2 \times 14\text{g} = 28\text{g}$

mas como n não muda na liquefação: $n = P_{\text{sala}} V_{\text{sala}} / RT_{\text{sala}} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} \times 900 \text{ m}^3 / (8,31 \times 300\text{K})$

após contas: $V_{\text{liq}} = 1.3 \text{ m}^3$

16) Um astronauta está solto no espaço, trabalhando duro no seu traje espacial lacrado. Ele está exposto ao Sol, o qual incide sobre o traje com potência total de 1370 W/m^2 . Parte desta radiação solar é refletida pelo traje branco e pelo capacete espelhado (que são assim justamente com este fim), mas uma parcela substancial é absorvida pelo traje. Para não superaquecer, o astronauta precisa transferir calor para sua vizinhança, por meio de

- (A) Condução de calor para o espaço
- (B) Convecção da atmosfera dentro do traje
- (C) Irradiação de calor para o espaço**
- (D) Evaporação de gás para o espaço
- (E) Um processo isocórico dentro do traje

Como o sistema astronauta + traje está absorvendo energia na forma de calor, a única maneira de não superaquecer é eliminando energia de alguma forma. Processos dentro do traje apenas redistribuem energia ali dentro, o que não resolve o problema. Não é possível conduzir calor para a vizinhança (pois o vácuo do espaço é péssimo condutor) nem evaporar (traje está lacrado). A única forma possível é por irradiação.

17**) Duas esferas maciças de metal têm o mesmo raio. Uma é feita de chumbo ($^{207}_{82}\text{Pb}$, densidade 11300 kg/m^3) e a outra de ferro ($^{56}_{26}\text{Fe}$, densidade 7870 kg/m^3). Qual a razão $N_{\text{Pb}} / N_{\text{Fe}}$ entre o número de átomos na esfera de chumbo e o número de átomos na esfera de ferro?

- A) 1,44 B) 0,39 C) 2,56 D) 0,46 E) 0,70

$$\begin{aligned} N_{\text{Pb}} / N_{\text{Fe}} &= n_{\text{Pb}} / n_{\text{Fe}} = (M_{\text{Pb}} / m_{\text{mol_Pb}}) (m_{\text{mol_Fe}} / M_{\text{Fe}}) = (M_{\text{Pb}} / M_{\text{Fe}}) (m_{\text{mol_Fe}} / m_{\text{mol_Pb}}) \\ &= (\rho_{\text{Pb}} / \rho_{\text{Fe}}) (m_{\text{mol_Fe}} / m_{\text{mol_Pb}}) \text{ (pois } \rho = M / V \text{ e volumes são iguais)} \\ &= (11300 / 7870) * (56 / 207) = 0,39 \end{aligned}$$

18**) Um bote de madeira tem uma massa de 50 kg. Quando vazio ele flutua na água, com 41% do seu volume submerso. Que massa aproximada de areia pode ser colocada dentro do bote sem que ele afunde? Observe que o barco afundará quando tiver 100% do seu volume submerso.

- A) 22kg B) 15kg C) 27kg D) 72kg E) 86kg

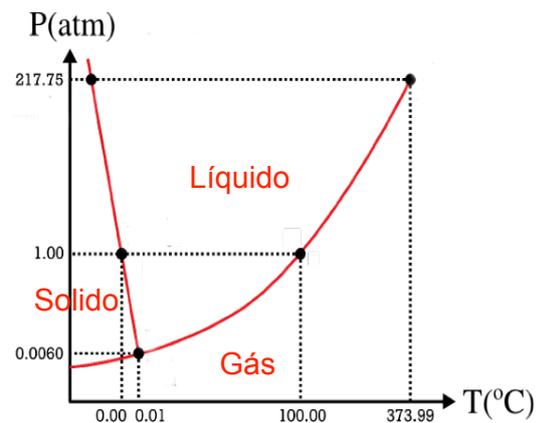
início: $m_{\text{barco}} g = P = E = \rho V_{\text{sub}} g = 0,41 \rho V g$

fim: $m_{\text{afunda}} g = \rho V g \rightarrow m_{\text{afunda}} / m_{\text{barco}} = 1 / 0,41 = 2,44$, onde $m_{\text{afunda}} = m_{\text{barco}} + m_{\text{areia}}$

$\rightarrow m_{\text{areia}} = 1,44 m_{\text{barco}} = 72 \text{kg}$

19) A figura mostra o diagrama de fases para a água. Uma amostra de água está mantida em um cilindro fechado pressurizado inicialmente a 220atm, à temperatura de 0.00°C . O pistão vai então relaxando isotermicamente, sem parar, até que a pressão chegue a 0.001atm. Neste processo, a água sofre, em sequência

- (A) uma sublimação e uma condensação
 (B) uma fusão e uma ebulição
 (C) uma solidificação e uma sublimação,
 (D) uma ebulição e uma deposição (oposto da sublimação)
 (E) uma condensação e uma solidificação



Passo 1: identifique qual fase corresponde a qual divisão do diagrama (p. ex, acompanhando a linha horizontal a $P = 1 \text{atm}$)

Passo 2: de cima para baixo, na linha vertical $T = 0^\circ\text{C}$, passamos de líquido/sólido (solidificação) e então de líquido/gás (sublimação)

20) Um gás inicialmente a 2.0 atm de pressão e 127°C é comprimido a temperatura constante até o seu volume cair à metade. Em seguida expande a pressão constante, até seu volume retornar ao valor inicial. Qual a temperatura final do gás?

- A) 254°C
 B) 527°C
 C) A resposta depende se o gás é monoatômico ou diatômico
 D) 127°C
 E) -73°C

No 1o trecho $T = \text{cte}$ e V cai à metade, portanto P dobra (pois $PV = \text{cte}$)

No 2o trecho $P = \text{cte}$ e V dobra, portanto T dobra [em Kelvin] (pois $V/T = \text{cte}$)

Lembrando que T deve estar em K nessas eqs, então $T_i = 400\text{K} \rightarrow T_f = 800\text{K} = 527^\circ\text{C}$