PROVA G4 FIS 1041 – 29/06/2011
FLUIDOS E TERMODINÂMICA

NOME____Nº___________

TURMA_______

QUESTÃO	VALOR	GRAU	REVISÃO
1	3.3		
2	3.4		
3	3,3		
TOTAL	10,0		

Bernoulli $\quad p+\frac{1}{2}\rho v^2+\rho g y=\text{cte.} \qquad Av = cte$

Onda em geral $\quad u = \partial y/\partial t \qquad \lambda = 2\pi/k \qquad T = 2\pi/\omega$

Onda na corda $\quad P_{ot.média} = ½\, m\, v\, \omega^2 y_{max}{}^2 \qquad v=\sqrt{\frac{\tau}{\mu}}$

Onda sonora: $\quad \Delta p(x,t) = -B\frac{\partial s(x,t)}{\partial x} = -\rho v^2 \frac{\partial s(x,t)}{\partial x} \qquad v=\sqrt{\frac{B}{\rho}}$

$s = s_m \cos(kx \pm wt + \phi)$

sen A + sen B = 2 sen [(A+B)/2] cos[(A-B)/2]

cos A + cos B = 2 cos [(A+B)/2] cos[(A-B)/2]

$I = P_{ot.média}$ / Área ; $\quad I = ½\, \rho\, v\, \omega^2 s^2_{max}$; $\quad \beta = 10 \log (I/I_o)$ dB ; $\quad I_o = 10^{-12}$ W/m²

$f' = f_o \dfrac{v \pm v_{obs}}{v \pm v_{fonte}}$ $\qquad$ batimento $\quad \omega_b = \omega_1 - \omega_2$

$dE_{int} = dQ - dW \quad dE_{int} = n\, C_V\, dT \qquad k = 1{,}38 \times 10^{-23}$ J/K $= R / N_A$

$pV = nRT \qquad RT = Mv_{mq}{}^2/3 \qquad N_A = 6{,}0 \times 10^{23}$ moléculas/mol

$E_{cin} = kT/2$ por grau de liberdade $\qquad Q = mc\, dT \qquad Q = mL$

$C_p = C_V + R \qquad C_V = (3/2)R$, $(5/2)R$ ou $(6/2)R \qquad dS = \int dQ / T$

Processo adiabático: $\quad p\, V^{\gamma}$ = constante $\qquad \gamma = C_p / C_V$

$\varepsilon = |W| / |Q_Q| \qquad \varepsilon_C = 1 - T_F/T_Q \qquad K = |Q_F| / |W| \qquad K_C = T_F / (T_Q - T_F)$

R = 8,31 J/(mol.K) = 0.083 atm.l/(mol.K) ≈ 2 cal/(mol.K)

Dados: $p_{atm} = 1$ atm $= 10^5$ Pa; $\rho_{agua} = 10^3$ kg/m³; g = 10m/s²

As respostas sem justificativas não serão computadas.

Responda as questões nos espaços entre os itens.

Se necessário usar o verso da folha anterior para fazer as contas.

1ª - Questão - (3,3 pontos)

I. Uma onda harmônica que se propaga ao longo de uma corda tem frequência angular ω = 189 rad/s, velocidade de propagação igual a 60 m/s e amplitude de 20 cm. A tensão na corda é de 72 N.

a) Determine a frequência da onda e o comprimento de onda. **0,6 ptos**

R.: $f = \omega/(2\pi) = 189/(2\pi) = 30$ Hz $\qquad \lambda = v/f = 60/30 = 2$ m

b) Ache a densidade linear de massa da corda e determine a massa total da corda se o seu comprimento é L= 20 m. **0,6 ptos**

R.: $\mu = T/v^2 = 72/3600 = 0{,}02$ kg/m $\qquad m = \mu L = 0{,}02\text{x}20 = 0{,}4$ kg

Tome como instante inicial o momento em que, na origem (x=0), o deslocamento da corda é nulo e sua derivada em relação ao tempo é positiva. A onda se propaga no sentido positivo do eixo x.

c) Escreva a equação da onda, indicando os valores numéricos de todos os seus parâmetros. **1pto**

R.: $y(x,t) = A \text{ sen } (2\pi\,[x/\lambda - f\,t + \phi])$, (propagação no sentido positivo)

$y(0,0)=A \text{ sen } \phi = 0$ e $\partial y/\partial t\,(0,0) = -wA\cos\phi > 0 \Rightarrow \phi = \pi$

$\Rightarrow y(x,t) = 0{,}2 \text{ sen } (\pi\,x - 60\pi t+\pi) = -0{,}2 \text{ sen } (\pi\,x - 60\pi t) = -0{,}2 \text{ sen } (3{,}14\,x - 189\,t)$ (m,s)

~~d) Determine a velocidade da corda na origem, no instante inicial.~~
ELIMINADA

e) Suponha agora que quando as duas extremidades da mesma corda, sujeita à mesma tensão, são mantidas fixas, surge um padrão estacionário com um único nó no centro. Com que frequência oscila cada elemento da corda? **0,6 ptos**

R.: corresponde ao segundo modo $\Rightarrow f = v/\lambda = 60/20 = 3$ Hz

II. Uma pessoa está parada à margem de uma estrada de ferro e possui um bom medidor de frequência. Com isso, a pessoa pretende medir a velocidade de um trem que passa. O trem apita de longe. O medidor registra para o apito a frequência f_1 = 453,75 Hz quando o trem se aproxima e f_2 = 427,06 Hz quando o trem se fasta da pessoa. A velocidade do som no ar é de 330 m/s. Não há ventos.

f) Qual é a velocidade do trem? **0,5 ptos**

R.: $f_1 = f\, v_{som}/(v_{som}-v_{trem})$

$f_2 = f\, v_{som}/(v_{som}+v_{trem})$

$\Rightarrow f_1/f_2 = (v_{som}+v_{trem})/(v_{som}-v_{trem}) \Rightarrow v_{trem} = v_{som}(f_1-f_2)/(f_1+f_2) \approx 10$ m/s

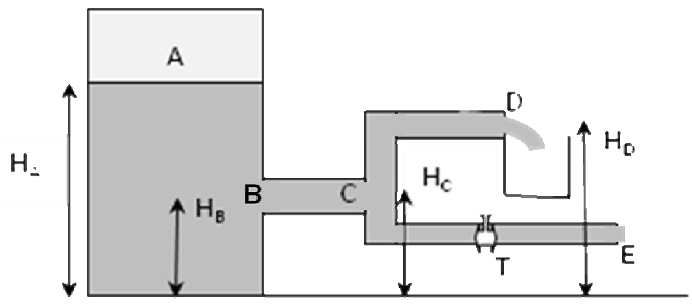
2ª Questão – (3,4 pontos)

I. Um objeto maciço flutua em água salgada com 3/4 do seu volume submerso. Ao ser colocado em água doce ($\rho_{ad} = 1{,}00 \times 10^3$ kg/m^3) ele passa a ter 4/5 do seu volume submerso.

a) Determine através das leis da estática de fluidos a massa específica dessa água. **0,7 ptos**

R.: $m\,g = 3/4\ V\,\rho_{as}\,g$ (peso = empuxo)
$m\,g = 4/5\ V\,\rho_{ad}\,g \Rightarrow \rho_{as} = 16/15\ \rho_{ad} \approx 1{,}07\ 10^3$ kg/m^3

II. Um grande reservatório de fluidos, hermeticamente fechado, contém água (doce) até a altura H_A a partir do piso (vide desenho ao lado).
A pressão na superfície superior do líquido (em A) é mantida a 1,40 atm.
Em B há um tubo horizontal de área transversal A_B que sai à altura H_B do piso Esse tubo se bifurca em C.



A parte superior segue até o ponto D, localizado à altura H_D, onde despeja água em um recipiente ao ar livre. A área da seção reta desse trecho superior é A_D.
A parte inferior possui uma torneira (T) e segue até o ponto E, onde irriga um terreno quando a torneira é aberta.

Dados: $H_A = 5{,}00$ m $\quad H_B = 3{,}00$ m $\quad H_D = 4{,}00$ m
$A_B = 6{,}00$ cm^2 $\quad A_D = 2{,}00$ cm^2

Considerando a <u>torneira fechada</u>:

b) Encontre o valor da velocidade do fluido no ponto D (V_D) e a vazão nesse trecho superior (R_D). **1pto**

R.: usando a eq. de Bernoulli entre os pontos A e D:
$\rho\,g\,H_A + 1{,}4\,p_0 = \frac{1}{2}\rho\,v_D^2 + \rho\,g\,H_D + p_0 \rightarrow v_D^2 = 2(0{,}4\times10^5 + 10\times10^3)/10^3 = 100 \rightarrow v_D = 10{,}0$ m/s

$R_D = A_D\,v_D = 2\times10^{-4} \times 10 = 2{,}0 \times 10^{-3}$ m^3/2 = 2 l/s

c) Obtenha a velocidade da água no ponto B (V_B). Calcule a pressão do fluido no ponto B (p_B). **1pto**

R.: sendo a vazão constante $R_B = R_D \rightarrow A_B v_B = A_D v_D \rightarrow = v_B = A_D/A_B\, v_D = 2/6 \times 10 \approx 3{,}33$ m/s

Usando a eq. de Bernoulli, por exemplo, entre os pontos B e A:
$\frac{1}{2}\rho\,v_B^2 + \rho\,g\,H_B + p_B = \rho\,g\,H_A + 1{,}4\,p_0$
$\rightarrow p_B = 1{,}4\,p_0 + \rho\,g\,(H_A - H_B) - \frac{1}{2}\rho\,v_B^2 = 1{,}4\times10^5 + 2\times10^4 - 0{,}5\times10^3\times3{,}33^2 \approx 1{,}54 \times 10^4$ Pa

d) Quando a <u>torneira é aberta,</u> observa-se que a vazão no trecho inferior é $R_E = 1{,}40\times10^{-3}$ m^3/s. Calcule a nova velocidade do fluido no ponto B (V'_B). **0,7 ptos**

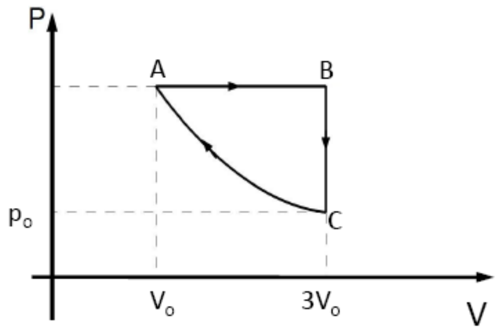
R.: por conservação da vazão $R_B = R_D + R_E = A_D v_D + R_E = 2\times10^{-4}\times10 + 1{,}40\times10^{-3} = 3{,}4\times10^{-3}$ m^3/s

$\rightarrow v'_B = R_B/A_B = 3{,}4\times10^{-3}/(6\times10^{-4}) \approx 5{,}67$ m/s

3ª Questão - (3,3 pontos)

Seja um gás ideal poliatômico, do qual n mols são usados como substância de trabalho de uma máquina térmica que opera em ciclos como o representado na figura ao lado. O trecho CA pertence a uma isoterma.

Considere $nR = 100$ J/K, $p_0=1{,}0$ atm e $V_0= 0{,}10\ m^3$



a) Complete a tabela (faça as contas no verso da folha anterior). **0,5 ptos**

Ponto	V (m^3)	P (Pa)	T (K)
A	$V_0= 0{,}10$	AC isoterma → $p_A V_A = p_c V_c$ → $p_A V_0=3p_0 V_0 =$ → $p_A=3p_0=3.10^5$	$T = pV/(nR) = 3V_0p_0/100 = 3.0{,}1.10^5/100 = 300$
B	$3V_0= 0{,}30$	$p_B = p_A = 3.10^5$	$T= 9V_0p_0/100 = 900$
C	$3V_0= 0{,}30$	$p_C = p_0 =10^5$	$T= 3V_0p_0/100 = 300$

b) Complete a tabela (faça as contas no verso da folha anterior). **1,2 ptos**

etapa	Q (k J)	W (k J)	ΔE (k J)	$\Delta S_{gás}$ (J/K)
A→B	$Q = \Delta E+W = 240$ ou $Q = nc_P(T_B-T_A)=4nR.600$	$6p_0V_0 = 60$	$nc_v(T_B-T_A) = 3nR.600 = 180$	
B→C	$Q= \Delta E+W = -180$ ou $Q = nc_v(T_C-T_B)=-3nR.600$	0	$nc_v(T_C-T_B) = -3nR.600 = -180$	
C→A	$Q= \Delta E+W = W \approx -33$	$nRT\ln(V_A/V_C)= 100.300.\ln(1/3) \approx -33$	0	
CICLO	240-180-33 = 27	60-33 = 27	0	

c) Calcule a eficiência desta máquina. **0,4 pts**

R.: $\varepsilon = W/Q_{AB} = 27/240 \approx 0{,}11$

d) Se a máquina realiza 4 ciclos por segundo, qual a potência desenvolvida pela máquina? **0,4 ptos**

R.: $P = W/\Delta t = 4/s \times 27kJ = 108$ kW

e) Qual a variação de entropia do reservatório em contato com o gás na etapa isotérmica C→A? **0,4 ptos**

R.: $\Delta S = - Q_{CA} / T_{isot} = +33\ 10^3/300 = 110$ J/K

f) Para o gás no estado definido pelo ponto A do gráfico, calcule a energia interna por mol. **0,4 ptos**
Que fração dessa energia corresponde à energia cinética rotacional?

R.: por mol:

$E_{int} = 3RT = 3.300.8{,}3 \approx 7470$ J

$E_{int} = E_{trans} + E_{rot}$ e $E_{trans} = E_{rot} = 3/2\ RT$ → $E_{rot} / E_{int} = 1/2$