Disciplina: LEB0200 – Física do Ambiente Agrícola
2ª Avaliação

Nome: ______________________________ **Data: 03/10/2013**

Observações:

- A Folha de questões deve ser entregue junto com a folha de respostas identificada com o seu nome;
- Os cálculos poderão ser feitos à lápis, respostas com caneta, qualquer ordem;
- **Conforme combinado e expresso na apresentação da disciplina, desligar os celulares e utilizar exclusivamente a própria calculadora.**
- **Qualquer dúvida referente aos exercícios, anotar junto às respostas, afinal a sua interpretação faz parte da avaliação;**
- A avaliação tem duração de 100 minutos.

---

1. Um cilindro que tem um raio de 40,0 cm e 50,0 cm de profundidade é cheio com ar a 20,0 °C e 1,00 atm (Figura 1a). Um pistão de 20,0 kg é, então, baixado no cilindro, comprimindo o ar preso dentro dele (Figura 1b). Finalmente, um homem de 75,0 kg fica sobre o pistão, comprimindo ainda mais o ar, que permanece a 20,0 °C (Figura 1c). Quanto (Δh) o pistão abaixa quando o homem fica sobre ele?

20 → 4

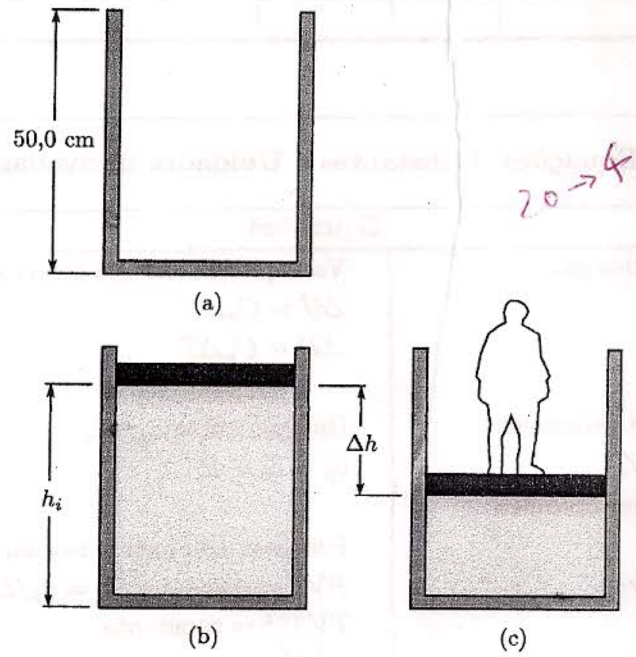


Figura 1

2. Um cilindro contém 3,00 moles de gás hélio à temperatura de 300 K. (a) Quanta energia deve ser transferida para o gás pelo calor para aumentar sua temperatura para 500 K se ele for aquecido a volume constante? (b) Quanta energia deve ser transferida para o gás pelo calor a pressão constante para aumentar a temperatura para 500 K? (Dado: $\bar{c}_v = \frac{3}{2}R$)

3. Um mol de um gás ideal está contido em um cilindro com um pistão móvel. A pressão, o volume e a temperatura iniciais são P_i, V_i e T_i, respectivamente. Encontre as expressões que representam o trabalho realizado sobre o gás para os seguintes processos e faça um diagrama PV de cada processo: (a) Uma compressão isobárica na qual o volume final é metade do volume inicial. (b) Uma compressão isotérmica na qual a pressão final é quatro vezes a pressão inicial. (c) Um processo isocórico no qual a pressão final é o triplo da pressão inicial.

(continua no verso)

4. A função $U = 3,50\,nRT$ descreve a energia interna de um certo gás ideal. Uma amostra consistindo em 2,00 moles de gás sempre parte da pressão de 100 kPa e da temperatura de 300 K. Para cada um dos seguintes processos, determine a pressão, o volume e a temperatura finais; a mudança na energia interna do gás; a energia adicionada ao gás pelo calor; e o trabalho realizado sobre o gás. (a) O gás é aquecido até 400 K a pressão constante. (b) O gás é aquecido até 400 K a volume constante. (c) O gás é comprimido para 120 kPa a temperatura constante. (d) O gás é comprimido adiabaticamente para 120 kPa. A tabela abaixo é para auxiliá-lo, complete com as respostas à caneta. (Dado: $\gamma = \frac{9}{7}$).

	caso(a) isobárico	caso(b) isovolumétrico	caso(c) isotérmico	caso(d) adiabático
P_f			$1,2 \cdot 10^5$ Pa	$1,2 \cdot 10^5$ Pa
V_f				
T_f	400 K	400 K		
ΔU				
P_i	$1 \cdot 10^5$ Pa	$1 \cdot 10^5$ Pa	$1 \cdot 10^5$ Pa	$1 \cdot 10^5$ Pa
V_i				
T_i	300 K	300 K	300 K	300 K
W				
Q				

Equações, Constantes e Unidades derivadas

Equações

Equação universal dos gases: $PV = nRT$	Variação da energia interna / entalpia: $\Delta U = C_v \Delta T$; $\Delta H = C_p \Delta T$
Trabalho isobárico: $W = -P\Delta V$	
Trabalho isotérmico reversível: $W = -nRT\ln(V_2/V_1)$	Relação entre $\bar{c}_p$ e $\bar{c}_v$: $\bar{c}_p = \bar{c}_v + R$
Primeira lei da termodinâmica: $\Delta U = W + Q$	Processo adiabático reversível:
Definição de entalpia: $H = U + PV$	$PV^\gamma =$ constante; $\gamma = \bar{c}_p/\bar{c}_v$; $TV^{\gamma-1} =$ constante
Definição de capacidade calórica: $C = Q/\Delta T$	$P^{\frac{1}{\gamma}-1}T =$ constante
Definição de calor específico molar: $\bar{c} = C/n$	Volume do cilindro: $V_{\text{cil}} =$ Área base × Altura; Área do círculo: $A_c = \pi R^2$; $T_{(K)} = T_{(^\circ C)} + 273$

Constantes

$R = 8,0\,J/(K\,mol) = 0,08\,atm\,L/(K\,mol)$

$1atm = 1 \cdot 10^5 N/m^2 = 1 \cdot 10^5 Pa$

Aceleração da gravidade: $g = 10\,m/s^2$

Unidades SI derivadas

Grandeza derivada	*Nome*	*Símbolo*	*Expressão em outras unidades do SI*		
pressão	pascal	Pa	N/m^2	J/m^3	$m^{-1}\,kg\,s^{-2}$
energia, trabalho, quant. de calor	joule	J	N m		$m^2\,kg\,s^{-2}$

1,0 **Questão 1**

1,0

(a) With piston alone:

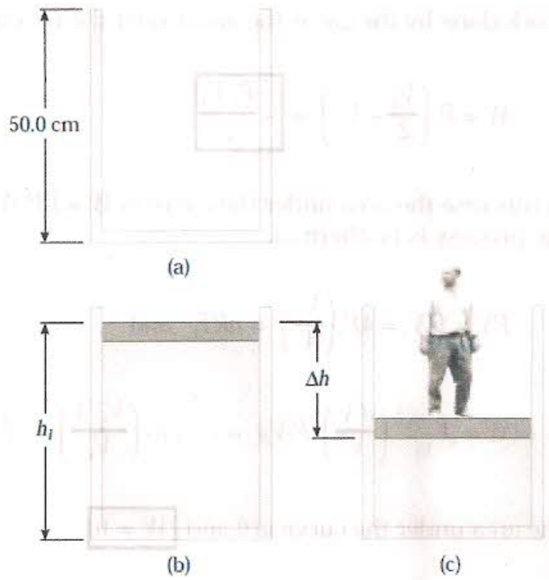
T = constant, so $PV = P_0 V_i$

or $P(Ah_0) = P_0(Ah_i)$

With A = constant, $P = P_0\left(\frac{h_i}{h_0}\right)$

But, $P = P_0 + \frac{m_p g}{A}$, where m_p is the mass of the piston.

Thus, $P_0 + \frac{m_p g}{A} = P_0\left(\frac{h_i}{h_0}\right)$, which reduces



to

$$h_0 = \frac{h_i}{1 + \frac{m_p g}{P_0 A}} = \frac{50.0\text{ cm}}{1 + \frac{(20.0\text{ kg})(9.80\text{ m/s}^2)}{(1.013 \times 10^5\text{ Pa})\pi(0.400\text{ m})^2}} = 49.81\text{ cm}$$

With the man of mass M on the piston, a very similar calculation (replacing m_p by $m_p + M$) gives:

$$h' = \frac{h_i}{1 + \frac{(m_p + M)g}{P_0 A}} = \frac{50.0\text{ cm}}{1 + \frac{(95.0\text{ kg})(9.80\text{ m/s}^2)}{(1.013 \times 10^5\text{ Pa})\pi(0.400\text{ m})^2}} = 49.10\text{ cm}$$

Thus, when the man steps on the piston, it moves downward by

$$\Delta h = h_0 - h' = 49.81\text{ cm} - 49.10\text{ cm} = 0.710\text{ cm} = \boxed{7.10\text{ mm}}$$

2,0 **Questão 2**

Solução Para o processo a volume constante,

1,0 $Q = nC_V\,\Delta T = \frac{3}{2}nR\,\Delta T$

$Q = \frac{3}{2}(3{,}00\text{ mol})(8{,}31\text{ J/mol}\cdot\text{K})(500\text{ K} - 300\text{ K})$

$= 7{,}48 \times 10^3\text{ J}$

Solução Para o processo a pressão constante,

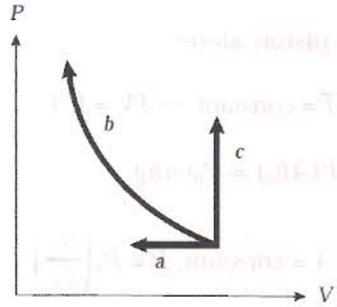
1,0 $Q = nC_P\,\Delta T = \frac{5}{2}nR\,\Delta T$

$Q = \frac{5}{2}(3{,}00\text{ mol})(8{,}31\text{ J/mol}\cdot\text{K})(500\text{ K} - 300\text{ K})$

$= 12{,}5 \times 10^3\text{ J}$

3,0 **Questão 3**

1,0 (a) Work done by the gas is the area under the PV curve



$$W = P_i\left(\frac{V_i}{2} - V_i\right) = \boxed{-\frac{P_i V_i}{2}}$$

1,0 (b) In this case the area under the curve is $W = \int P dV$. Since the process is isothermal,

$$PV = P_i V_i = 4P_i\left(\frac{V_i}{4}\right) = nRT_i \quad \text{and}$$

$$W = \int_{V_i}^{V_i/4}\left(\frac{dV}{V}\right)(P_i V_i) = P_i V_i \ln\left(\frac{V_i/4}{V_i}\right) = -P_i V_i \ln 4 = \boxed{-1.39 P_i V_i}$$

1,0 (c) The area under the curve is 0 and $\boxed{W = 0}$

4,0 **Questão 4**

1,0 (a) $P_f = \boxed{100 \text{ kPa}}$ $\qquad T_f = \boxed{400 \text{ K}}$

$$V_f = \frac{nRT_f}{P_f} = \frac{(2.00 \text{ mol})(8.315 \text{ J/mol}\cdot\text{K})(400 \text{ K})}{100 \times 10^3 \text{ Pa}} = 0.0665 \text{ m}^3 = \boxed{66.5 \text{ L}}$$

$$\Delta E_{\text{int}} = 3.50 nR\,\Delta T = 3.50(2.00 \text{ mol})(8.315 \text{ J/mol}\cdot\text{K})(100 \text{ K}) = \boxed{5.82 \text{ kJ}}$$

$$W = P\,\Delta V = nR\,\Delta T = (2.00 \text{ mol})(8.315 \text{ J/mol}\cdot\text{K})(100 \text{ K}) = \boxed{1.66 \text{ kJ}}$$

$$Q = \Delta E_{\text{int}} + W = 5.82 \text{ kJ} + 1.66 \text{ kJ} = \boxed{7.48 \text{ kJ}}$$

1,0 (b) $T_f = \boxed{400 \text{ K}}$

$$V_f = V_i = \frac{nRT_i}{P_i} = \frac{(2.00 \text{ mol})(8.315 \text{ J/mol}\cdot\text{K})(300 \text{ K})}{100 \times 10^3 \text{ Pa}} = 0.0499 \text{ m}^3 = \boxed{49.9 \text{ L}}$$

$$P_f = P_i\left(\frac{T_f}{T_i}\right) = (100 \text{ kPa})\left(\frac{400 \text{ K}}{300 \text{ K}}\right) = \boxed{133 \text{ kPa}}$$

$$W = \int P\,dV = \boxed{0} \quad \text{since } V = \text{constant}$$

$$\Delta E_{\text{int}} = \boxed{5.82 \text{ kJ}} \quad \text{as in (a)}$$

$$Q = \Delta E_{\text{int}} + W = 5.82 \text{ kJ} + 0 = \boxed{5.82 \text{ kJ}}$$

1,0 (c) $T_f = \boxed{300\text{ K}}$ $\quad P_f = \boxed{120\text{ kPa}}$

$$V_f = V_i\left(\frac{P_i}{P_f}\right) = (49.9\text{ L})\left(\frac{100\text{ kPa}}{120\text{ kPa}}\right) = \boxed{41.6\text{ L}}$$

$\Delta E_{\text{int}} = 3.50nR\,\Delta T = \boxed{0}$ since $T = \text{constant}$

$$W = \int P\,dV = nRT_i\int_{V_i}^{V_f}\frac{dV}{V} = nRT_i\ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = nRT_i\ln\left(\frac{P_i}{P_f}\right)$$

$$W = (2.00\text{ mol})(8.315\text{ J/mol}\cdot\text{K})(300\text{ K})\ln\left(\frac{100\text{ kPa}}{120\text{ kPa}}\right) = \boxed{-910\text{ J}}$$

$$Q = \Delta E_{\text{int}} + W = 0 - 910\text{ J} = \boxed{-910\text{ J}}$$

1,0 (d) $P_f = \boxed{120\text{ kPa}}$ $\quad \gamma = \dfrac{C_P}{C_V} = \dfrac{C_V + R}{C_V} = \dfrac{3.50R + R}{3.50R} = \dfrac{4.50}{3.50R} = \dfrac{4.50}{3.50} = \dfrac{9}{7}$

$$P_f V_f^\gamma = P_i V_i^\gamma \quad \text{so} \quad V_f = V_i\left(\frac{P_i}{P_f}\right)^{1/\gamma} = (49.9\text{ L})\left(\frac{100\text{ kPa}}{120\text{ kPa}}\right)^{7/9} = \boxed{43.3\text{ L}}$$

$$T_f = T_i\left(\frac{P_f V_f}{P_i V_i}\right) = (300\text{ K})\left(\frac{120\text{ kPa}}{100\text{ kPa}}\right)\left(\frac{43.3\text{ L}}{49.9\text{ L}}\right) = \boxed{312\text{ K}}$$

$$\Delta E_{\text{int}} = 3.50nR\,\Delta T = 3.50(2.00\text{ mol})(8.315\text{ J/mol}\cdot\text{K})(12.4\text{ K}) = \boxed{722\text{ J}}$$

$Q = \boxed{0}$ (abiabatic process)

$$W = Q - \Delta E_{\text{int}} = 0 - 722\text{ J} = \boxed{-722\text{ J}}$$