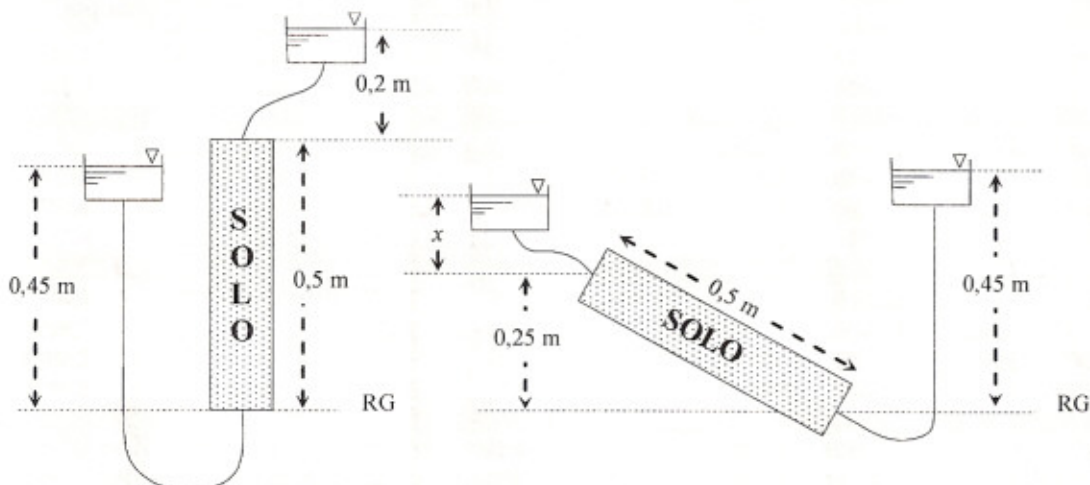


Prova Final

Nome: Data: 06/12/2010

1. 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. Todos os processos são reversíveis. Para auxiliá-lo utilize o Quadro 1 para apresentar as respostas. (3,0 pontos)
2. Em determinado momento observa-se, num psicrômetro, uma temperatura do bulbo seco de 22°C e uma temperatura do bulbo úmido de 15°C . A pressão atmosférica é de 10^5 Pa . Calcular a umidade relativa do ar. Para auxiliá-lo utilize o Quadro 2 para apresentar as respostas. (2,0 pontos)
3. Um cilindro de solo não-saturado de $0,075 \text{ m}$ de diâmetro e $0,075 \text{ m}$ de altura tem uma massa de $0,56 \text{ kg}$. Sabendo que o conteúdo de água deste cilindro é $0,18 \text{ kg kg}^{-1}$, calcular a densidade do solo e a altura de água. (1,5 pontos)
4. Um tubo capilar cilíndrico de vidro de raio $0,1 \text{ mm}$ é inserido verticalmente numa cuba com água. Ocorre uma ascensão capilar de 147 mm . Sendo o ângulo de contato igual a 0° , calcular a tensão superficial da água. (1,0 ponto)
5. Na figura a seguir, são mostrados os esquemas de uma coluna de solo na posição vertical e outra do mesmo solo mas numa posição inclinada, com a água em movimento sob regime estacionário. Sendo o módulo da densidade de fluxo da água através da coluna vertical 5 mm/h e o através da coluna inclinada $0,2 \text{ mm/h}$, qual deve ser o valor de x mostrado na figura? (2,5 pontos)



- **Observações:** - pode utilizar **sua** calculadora;
- pode apresentar cálculos à lápis, resposta com caneta;
- qualquer observação, anotar.

Equações/Constantes

$$e_s = 611 \text{ Pa} \times \exp^{\frac{17,3t}{237,3+t}}$$

$$e_s = 611 \text{ Pa} \times 10^{\frac{7,5t}{237,3+t}}$$

$$\Delta e = e_s - e_a$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ gmol}^{-1}$$

$$R = 8 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$e_a = e_{s(t_u)} - \gamma \times P_{\text{atm}} \times (t_s - t_u)$$

$$\text{UR}\% = \frac{\text{UA}}{\text{US}} \times 100\%$$

$$\text{UR}\% = \frac{e_a}{e_s} \times 100$$

$$\gamma = 8,0 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1} \text{ para psicrômetro s/ ventilação forçada}$$

$$PV = nRT$$

$$\text{US} = \frac{m_{vs}}{V} = \frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{R} \times \frac{e_s}{T}$$

$$\text{UA} = \frac{m_v}{V} = \frac{M_{\text{H}_2\text{O}}}{R} \times \frac{e_a}{T}$$

$$t_o = \frac{237,3 \times \ln\left(\frac{e_a}{611 \text{ Pa}}\right)}{17,3 - \ln\left(\frac{e_a}{611 \text{ Pa}}\right)}$$

Equação universal dos gases:

$$PV = nRT$$

$$V = V_s + V_p$$

$$V_p = V_a + V_{ar}$$

$$m = m_s + m_a + m_{ar}$$

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}$$

$$\rho = \frac{m_s}{V}$$

$$U = \frac{m_a}{m_s}$$

$$\theta = \frac{V_a}{V} = \frac{\rho}{\rho_a} U$$

$$\alpha = \frac{V_p}{V} = 1 - \frac{\rho}{\rho_s}$$

$$h_z = \theta \cdot Z$$

$$\alpha_{ar} = \frac{V_{ar}}{V}$$

$$\Delta h_z = h_z(\text{final}) - h_z(\text{inicial})$$

$$\text{densidade da água} = 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g R} = \frac{2\sigma \cos \alpha}{\rho g r}$$

$$\text{aceleração da gravidade} = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{tensão superficial da água} = 71,97 \cdot 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$$

$$q = -K_o \left[\frac{\phi_i(C) - \phi_i(B)}{L} \right]$$

$$q = -K_o \left[\frac{\phi_i(D) - \phi_i(E)}{L} \right]$$

$$\alpha = \theta + \alpha_{ar}$$

Definição de trabalho:

$$W = -P\Delta V$$

Trabalho isotérmico reversível:

$$W = -nRT \ln(V_2/V_1)$$

Primeira lei da termodinâmica:

$$\Delta U = W + Q$$

Definição de entalpia

$$H = U + PV$$

Definição de capacidade calórica

$$C = Q/\Delta T$$

Definição de calor específico molar

$$\bar{c} = C/n$$

Variação da energia interna / entalpia

$$\Delta U = C_v \Delta T$$

$$\Delta H = C_p \Delta T$$

Relação entre \bar{C}_p e \bar{C}_v :

$$\bar{c}_p = \bar{c}_v + R$$

Processo adiabático reversível:

$$PV^\gamma = \text{constante}; \quad \gamma = \bar{c}_p / \bar{c}_v$$

$$TV^{\gamma-1} = \text{constante}$$

$$P^{\frac{1}{\gamma-1}} T = \text{constante}$$

$$R = 8 \text{ J / (Kmol)} = 0,08 \text{ atm l (Kmol)}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 1 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$$

ANEXO 1

Pressão de Vapor Saturado (Pa) em função da temperatura (°C)

	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
0	611.0	615.5	620.0	624.5	629.0	633.6	638.2	642.9	647.6	652.3
1	657.0	661.8	666.6	671.4	676.3	681.1	686.1	691.0	696.0	701.0
2	706.0	711.1	716.2	721.4	726.6	731.8	737.0	742.3	747.6	752.9
3	758.3	763.7	769.1	774.6	780.1	785.7	791.3	796.9	802.5	808.2
4	813.9	819.7	825.5	831.3	837.2	843.1	849.0	855.0	861.0	867.1
5	873.1	879.3	885.4	891.6	897.9	904.1	910.5	916.8	923.2	929.6
6	936.1	942.6	949.2	955.8	962.4	969.1	975.8	982.5	989.3	996.2
7	1003.0	1010.0	1016.9	1023.9	1031.0	1038.1	1045.2	1052.4	1059.6	1066.9
8	1074.2	1081.5	1088.9	1096.4	1103.8	1111.4	1118.9	1126.6	1134.2	1141.9
9	1149.7	1157.5	1165.3	1173.2	1181.2	1189.2	1197.2	1205.3	1213.4	1221.6
10	1229.9	1238.1	1246.5	1254.8	1263.3	1271.7	1280.3	1288.9	1297.5	1306.2
11	1314.9	1323.7	1332.5	1341.4	1350.3	1359.3	1368.4	1377.4	1386.6	1395.8
12	1405.1	1414.4	1423.7	1433.1	1442.6	1452.1	1461.7	1471.4	1481.0	1490.8
13	1500.6	1510.5	1520.4	1530.4	1540.4	1550.5	1560.6	1570.8	1581.1	1591.4
14	1601.8	1612.2	1622.7	1633.3	1643.9	1654.6	1665.4	1676.2	1687.0	1698.0
15	1708.9	1720.0	1731.1	1742.3	1753.5	1764.8	1776.2	1787.6	1799.1	1810.7
16	1822.3	1834.0	1845.8	1857.6	1869.5	1881.5	1893.5	1905.6	1917.7	1930.0
17	1942.3	1954.6	1967.1	1979.6	1992.1	2004.8	2017.5	2030.3	2043.1	2056.0
18	2069.0	2082.1	2095.2	2108.5	2121.7	2135.1	2148.5	2162.0	2175.6	2189.3
19	2203.0	2216.8	2230.7	2244.7	2258.7	2272.8	2287.0	2301.2	2315.6	2330.0
20	2344.5	2359.1	2373.7	2388.5	2403.3	2418.2	2433.2	2448.2	2463.4	2478.6
21	2493.9	2509.3	2524.8	2540.3	2555.9	2571.7	2587.5	2603.4	2619.3	2635.4
22	2651.5	2667.8	2684.1	2700.5	2717.0	2733.6	2750.2	2767.0	2783.9	2800.8
23	2817.8	2834.9	2852.1	2869.4	2886.8	2904.3	2921.9	2939.6	2957.3	2975.2
24	2993.1	3011.2	3029.3	3047.5	3065.9	3084.3	3102.8	3121.4	3140.2	3159.0
25	3177.9	3196.9	3216.0	3235.2	3254.5	3273.9	3293.5	3313.1	3332.8	3352.6
26	3372.5	3392.5	3412.7	3432.9	3453.2	3473.7	3494.2	3514.9	3535.6	3556.5
27	3577.5	3598.5	3619.7	3641.0	3662.4	3683.9	3705.6	3727.3	3749.1	3771.1
28	3793.2	3815.3	3837.6	3860.0	3882.6	3905.2	3927.9	3950.8	3973.8	3996.9
29	4020.1	4043.4	4066.9	4090.4	4114.1	4137.9	4161.9	4185.9	4210.1	4234.4
30	4258.8	4283.3	4308.0	4332.7	4357.6	4382.7	4407.8	4433.1	4458.5	4484.0
31	4509.7	4535.5	4561.4	4587.4	4613.6	4639.9	4666.3	4692.9	4719.5	4746.4
32	4773.3	4800.4	4827.6	4855.0	4882.5	4910.1	4937.9	4965.7	4993.8	5022.0
33	5050.3	5078.7	5107.3	5136.0	5164.9	5193.9	5223.0	5252.3	5281.8	5311.3
34	5341.0	5370.9	5400.9	5431.1	5461.4	5491.8	5522.4	5553.1	5584.0	5615.1
35	5646.3	5677.6	5709.1	5740.7	5772.5	5804.4	5836.5	5868.8	5901.2	5933.8
36	5966.5	5999.3	6032.4	6065.6	6098.9	6132.4	6166.1	6199.9	6233.9	6268.0
37	6302.3	6336.8	6371.4	6406.2	6441.2	6476.3	6511.6	6547.0	6582.7	6618.5
38	6654.4	6690.6	6726.9	6763.3	6800.0	6836.8	6873.8	6910.9	6948.2	6985.8
39	7023.4	7061.3	7099.3	7137.5	7175.9	7214.5	7253.2	7292.2	7331.3	7370.6
40	7410.0	7449.7	7489.5	7529.5	7569.7	7610.1	7650.7	7691.5	7732.4	7773.6
41	7814.9	7856.4	7898.1	7940.0	7982.1	8024.4	8066.9	8109.5	8152.4	8195.5
42	8238.7	8282.2	8325.8	8369.7	8413.7	8458.0	8502.4	8547.1	8592.0	8637.0
43	8682.3	8727.7	8773.4	8819.3	8865.4	8911.7	8958.2	9004.9	9051.8	9099.0
44	9146.3	9193.9	9241.6	9289.6	9337.8	9386.2	9434.9	9483.7	9532.8	9582.1
45	9631.6	9681.3	9731.2	9781.4	9831.8	9882.4	9933.3	9984.3	10035.6	10087.1
46	10138.9	10190.9	10243.1	10295.5	10348.2	10401.1	10454.2	10507.6	10561.2	10615.0
47	10669.1	10723.4	10777.9	10832.7	10887.7	10943.0	10998.5	11054.3	11110.2	11166.5
48	11223.0	11279.7	11336.7	11393.9	11451.4	11509.1	11567.0	11625.3	11683.7	11742.5
49	11801.4	11860.7	11920.2	11979.9	12039.9	12100.2	12160.7	12221.5	12282.5	12343.8
50	12405.4	12467.2	12529.3	12591.7	12654.3	12717.2	12780.4	12843.8	12907.5	12971.5

Quadro 1

VARIÁVEIS	CASO A Processo isobárico	CASO B Processo isovolumétrico	CASO C Processo isotérmico
P _i	1 x 10 ⁵ Pa	1 x 10 ⁵ Pa	1 x 10 ⁵ Pa
V _i	0,048 m ³ (0,2)	0,048 m ³ (0,1)	0,048 m ³ (0,2)
T _i	300 K	300 K	300 K
P _f	1 x 10 ⁵ Pa	1,33 x 10 ⁵ Pa (0,1)	1,2 x 10 ⁵ Pa
V _f	0,064 m ³ (0,2)	0,048 m ³ (0,2)	0,04 m ³ (0,2)
T _f	400 K	400 K	300 K
ΔU	5600 J (0,2)	5600 J (0,2)	0 (0,2)
Q	7200 J (0,2)	5600 J (0,2)	-875 J (0,2)
W	-1600 J (0,2)	0 (0,2)	875 J (0,2)

Quadro 2

e _a	e _s	UR%
1149,95 Pa 0,8	2651,54 Pa 0,8	43,4 0A

T_{atm}: 1148,9 Pa
 com 10: 1146 Pa
 t_s = 22°C

T_{atm}: 2651,5 Pa
 2644,7 Pa

43,3

t_g = 150°C
 P_{atm} = 10⁵ Pa

UR = ?

$$UR = \frac{e_g}{e_s} = \frac{e_s(t_u) - \alpha P_{atm} (t_s - t_u)}{611 P_g \exp \frac{17,3 t}{237,3 + t}} = \frac{611 P_g \exp \frac{17,3 \times 15}{237,3 + 15} - 8 \times 10^{-4} K^{-1} \times 10^5 Pa \times 7 K}{611 P_g \exp \frac{17,3 \times 22}{237,3 + 22}}$$

Utilizando base 10:

$$UR = \frac{611 P_g \times 10^{\frac{7,5 \times 15}{237,3 + 15}} - 8 \times 10^{-4} K^{-1} \times 10^5 Pa \times 7 K}{611 P_g \times 10^{\frac{7,5 \times 22}{237,3 + 22}}} =$$

$$3) A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0,075)^2}{4} = 4,4178 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$V = 4,4178 \times 0,275 = 3,313 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \checkmark$$

$$U = \frac{m - m_s}{m_s}$$

$$0,18 = \frac{0,56 - m_s}{m_s}$$

$$0,18 m_s = 0,56 - m_s$$

$$1,18 m_s = 0,56$$

$$m_s = 0,474 \text{ kg} \checkmark$$

$$\rho = \frac{m_s}{V} = \frac{0,474}{3,313 \times 10^{-4}} = 1430,72 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \checkmark$$

$$\theta = \frac{\rho \cdot U}{\rho_a}$$

$$\theta = \frac{1430,72}{1000} \times 0,18$$

$$\theta = 1,43 \times 0,18$$

$$\theta = 0,2574 \text{ m}^{-3} \cdot \text{m}^{-3} \checkmark$$

$$h = \theta \cdot z = 0,2574 \times 0,075$$

$$h = 0,0193 \text{ m} = 19,305 \text{ mm} \checkmark$$

Segunda
06/12 4)

$$h = \frac{2F \cos \alpha}{\rho g r}$$

$$r = 10^{-4} \text{ m}$$

$$h = 0,147 \text{ m}$$

$$0,147 = \frac{2F}{1000 \cdot 9,8 \times 10^{-4}}$$

$$0,147 = \frac{2F}{0,98}$$

$$0,14406 = 2F$$

$$F = 0,07203 =$$

$$72,03 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

terça

07/12 4)

$$h = \frac{2F}{\rho g r}$$

$$0,6 = \frac{2 \times 71,97 \times 10^{-3}}{1000 \times 9,8 \times r}$$

$$0,6 = \frac{0,14394}{9800r}$$

$$5880r = 0,14394$$

$$r = 2,447 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$1,2 = \frac{0,14394}{9800r}$$

$$11760r = 0,14394$$

$$r = 1,223 \times 10^{-5} \text{ m}$$

5) Coluna Vertical

Ponto C	Ponto B
$\varnothing_P = 0,2 \text{ m}$	$\varnothing_P = 0,45 \text{ m}$
$\varnothing_q = 0,5 \text{ m}$	$\varnothing_q = 0 \text{ m}$
$\varnothing_r = 0,7 \text{ m}$	$\varnothing_r = 0,45 \text{ m}$

$$q = -k_0 \left(\frac{\varnothing_{rc} - \varnothing_P}{L} \right)$$

$$-5 = k_0 \left(\frac{0,7 \text{ m} - 0,45 \text{ m}}{0,5} \right)$$

$$-5 = -k_0 \times 0,5$$

$$k_0 = +10 \text{ m.m.h}^{-1}$$

Coluna Em c Lin, PDP

Ponto C	Ponto B
$\varnothing_P = x$	$\varnothing_P = 0,45 \text{ m}$
$\varnothing_q = 0,25 \text{ m}$	$\varnothing_q = 0 \text{ m}$
$\varnothing_r = 0,25 + x$	$\varnothing_r = 0,45 \text{ m}$

$$0,2 = -10 \left(\frac{A - 0,45}{0,5} \right)$$

$$0,01 = -A + 0,45$$

$$0,44 = A$$

$$A = 0,25 + x$$

$$x = 0,19 \text{ m}$$