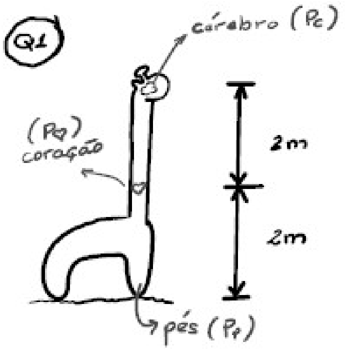
PROCESSO SELETIVO – 03/2021

Área de Conhecimento: Física

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 1: *Girafa bebendo água.* Em uma girafa, com a cabeça 2,0 m acima do coração e o coração 2,0 m acima do solo, a pressão manométrica (hidrostática) do sangue na altura do coração é de 250 torr. Suponha que a girafa está de pé e a massa específica do sangue é $1{,}06 \times 10^3$ kg/m^3. Determine a pressão arterial (manométrica) em torr (a) no cérebro (a pressão deve ser suficiente para abastecer o cérebro com sangue) e (b) nos pés (a pressão deve ser compensada por uma pele esticada, que se comporta como uma meia elástica). (c) Se a girafa baixasse a cabeça bruscamente para beber água, sem afastar as pernas, qual seria o aumento da pressão arterial no cérebro? (Este aumento provavelmente causaria a morte da girafa.)

Q1



Dados:
- $P_\heartsuit = 250$ torr
- $\rho = 1{,}06 \times 10^3$ Kg/m^3

a) $P_c = ?$ (Resposta em Torr)

Sabemos que

$$P_\heartsuit = P_c + \rho g h$$

logo

$$P_c = P_\heartsuit - \rho g h$$

Incluir no Formulário:

$1\,Pa = 7{,}5 \times 10^{-3}$ torr

$g = 9{,}8$ m/s^2

$P = P_0 + \rho g h$, onde

$P_0 = 1$ atm (Pressão atmosférica)

$P =$ Pressão na profundidade h

Observe que

$$\rho g h = (1{,}06 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3)(9{,}8 \text{ m/s}^2)(2\text{ m})$$

$$= 2{,}07 \times 10^4 \text{ Pa}$$

Convertendo p/ torr

$$\rho g h = (2{,}07 \times 10^4 \cancel{\text{Pa}}) \times \frac{7{,}5 \times 10^{-3}\text{ torr}}{\cancel{\text{Pa}}}$$

$$\rho g h = 155{,}25 \text{ torr}$$

Assim

$$P_c = P_\heartsuit - \rho g h = (250 \text{ torr}) - (155{,}2 \text{ torr})$$

$$\boxed{P_c = 94{,}75 \text{ torr}}$$

Continuação da Questão 1:

b) $P_p = ?$ (em torr)

Há duas formas de calcular: (Lembrando de transformar $\rho g h$ p/ torr c/ na letra (a))

Modo I

$$P_p = P_v + \rho g (2m)$$

$$P_p = 250 + (1{,}06\times10^3)(9{,}8)(2)\times 7{,}5\times10^{-3}$$

$$\boxed{P_p = 405{,}82 \text{ torr} \approx 406 \text{ torr}}$$

Modo II

$$P_p = P_c + \rho g (4m)$$

$$P_p = 94{,}75 + (1{,}06\times10^3)(9{,}8)(4)\times 7{,}5\times10^{-3}$$

$$\boxed{P_p = 406{,}39 \approx 406 \text{ torr}}$$

OBS: pode haver pequenas diferenças de arredondamento

c) $\Delta p = P_p - P_c \approx 311$ torr

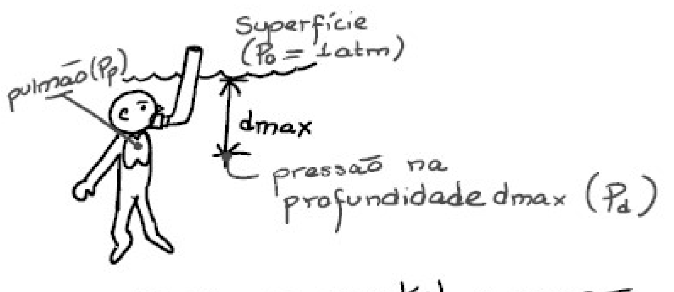
QUESTÃO 2: A profundidade máxima $d_{máx}$ a que um mergulhador pode descer com um *snorkel* (tubo de respiração) é determinada pela massa específica da água e pelo fato de que os pulmões humanos não funcionam com uma diferença de pressão (entre o interior e o exterior da cavidade torácica) maior que 0,050 atm. Qual é a diferença entre o $d_{máx}$ da água doce e o da água do Mar Morto (a água natural mais salgada no mundo, com uma massa específica de $1{,}5 \times 10^3$ kg/m^3)?

Q2

Dados
$\Delta p < 0{,}05$ atm (p/ que o pulmão funcione)

Incluir no Formulário:
$1 \text{ atm} = 1{,}01\times10^5$ Pa

Derivando uma equação p/ dmax:



Devido ao snorkel, a pressão no interior dos pulmões (P_p) é igual à da superfície

Continuação da Questão 2:

3

Logo

$$P_p = P_o = 1\,atm = 1{,}01\times10^5\,Pa$$

A pressão na profundidade dmax é:

$$P_d = P_o + \rho g\, d_{max}$$

então a diferença de pressão entre o exterior e o pulmão é

$$\Delta P = P_d - P_p = P_o + \rho g\, d_{max} - P_o$$

$$\boxed{\Delta P = \rho g\, d_{max}}$$

A diferença de pressão máxima suportada pelos pulmões é 0,05 atm ou

$$0{,}05\times 1{,}01\times10^5 = 5{,}05\times10^3\,Pa$$

então

$$d_{max} = \frac{5{,}05\times10^3}{\rho\times(9{,}8)} = \frac{515{,}3}{\rho}$$

$$\boxed{d_{max} = \left(\frac{515{,}3}{\rho}\right)\text{metros}}$$

Formulário
densidade da água doce
$\rho = 10^3\,Kg/m^3$

Então em água doce

$$d_{max} = \left(\frac{515{,}3}{10^3}\right)m$$

$$\boxed{d_{max} = 515{,}3\times10^{-3}\,m = 515{,}3\,mm \cong 51{,}5\,cm}$$

E no Mar Morto

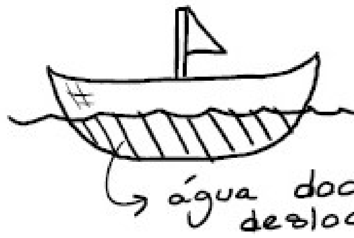
$$\boxed{d_{max} = \left(\frac{515{,}3}{1{,}5\times10^3}\right) = 348{,}5\times10^{-3}\,m \cong 34{,}3\,cm}$$

Resposta: $51{,}3 - 34{,}3 = 17{,}2\,cm$

UDESC UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

QUESTÃO 3: Um barco que flutua em água doce desloca um volume de água que pesa 35,6 kN. (a) Qual é o peso da água que este barco desloca quando flutua em água salgada de massa específica 1,10 x 10^3 kg/m^3? (b) Qual é a diferença entre o volume de água doce e o volume de água salgada deslocados?

Q3



$\rho_d = 10^3 \, kg/m^3$

$(P_d = 35,6 \times 10^3 \, N)$

água doce deslocada

Pergunta: Qual o peso da água deslocada quando o barco flutua em água salgada? $(\rho_s = 1,1 \times 10^3 \, kg/m^3)$

Como o barco está em equilíbrio, a força de empuxa (F_E) é igual ao peso do barco (P_b). Pelo princípio da Arquimedes o empuxa é igual ao peso de fluido (P_d) deslocado.

Logo, o peso do barco é:

$$P_b = F_E = P_d$$

$$\boxed{P_b = 35,6 \times 10^3 \, N}$$

Em água salgada, novamente as forças se equilibram. E agora o empuxo é dado pela água salgada deslocada $(F_E = P_s)$

$$F_E = P_b$$

$$\boxed{P_s = P_b}$$

Logo o peso é exatamente o mesmo de antes:

a) $P_s = 35,6 \times 10^3 \, N$

Continuação da Questão 3:

5

b) Volume na água doce

$$P_d = P_b$$

$$\rho_d \cdot V_d \cdot g = P_b$$

$$\boxed{V_d = \frac{P_b}{\rho_d \cdot g}} = \frac{35{,}6 \times 10^3}{(10^3)(9{,}8)} = 3{,}63\ m^3$$

Volume na água salgada

$$\boxed{V_s = \frac{P_b}{\rho_s \cdot g}} = \frac{35{,}6 \times 10^3}{(1{,}1 \times 10^3)(9{,}8)} = 3{,}3\ m^3$$

Então a diferença é $\boxed{0{,}33\ m^3}$

ou se o candito preferir

$$V_d - V_s = \frac{P_b}{g}\left(\frac{1}{\rho_d} - \frac{1}{\rho_s}\right) = \frac{35{,}6 \times \cancel{10^3}}{9{,}8}\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{1{,}1}\right) \cdot \frac{1}{\cancel{10^3}}$$

$$\boxed{V_d - V_s = 0{,}33\ m^3}$$

UDESC
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

QUESTÃO 4: Uma amostra de gás passa pelo ciclo *abca* mostrado no diagrama *p-V* da Fig. 01. O trabalho líquido realizado é +1,2 J. Ao longo da trajetória *ab* a variação da energia interna é de +3,0 J, e o valor absoluto do trabalho realizado é 5,0 J. Ao longo da trajetória *ca* a energia transferida para o gás na forma de calor é +2,5 J. Qual é a energia transferida na forma de calor ao longo (a) da trajetória *ab* e (b) da trajetória *bc*?

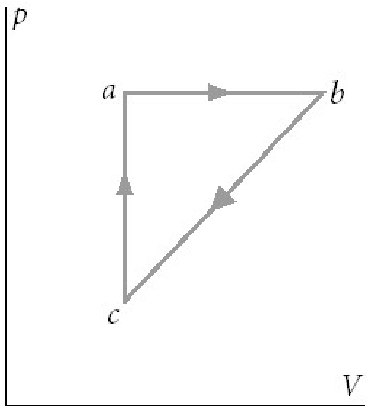


Fig. 01 - Questão 4.

Q4

6

Formulário
Primeira Lei da Termodinâmica

$$\Delta E = Q - W$$

Dados:

$$\begin{cases} W_{ab} + W_{bc} = 1{,}2\,J \text{ (Trabalho Líquido)} \\ \Delta E_{ab} = 3\,J \\ W_{ab} = 5\,J \\ Q_{ca} = 2{,}5\,J \end{cases}$$

$W_{bc} = 1{,}2 - 5 = -3{,}8\,J$

a) $Q_{ab} = ?$

$\Delta E_{ab} = Q_{ab} - W_{ab} \rightarrow Q_{ab} = \Delta E_{ab} + W_{ab}$

$Q_{ab} = 3 + 5$

$\boxed{Q_{ab} = 8\,J}$

b) $Q_{bc} = ?$

A variação da energia interna no ciclo é zero

$\Delta E_{abca} = 0$

$\underbrace{\Delta E_{ab}}_{3J} + \Delta E_{bc} + \Delta E_{ca} = 0$

$\Delta E_{bc} + \Delta E_{ca} = -3$

usando a 1ª Lei

$Q_{bc} - W_{bc} + Q_{ca} - W_{ca} = -3$

$Q_{bc} = -3 + W_{bc} - Q_{ca} + \underbrace{\cancel{W_{ca}}}_{0 \text{ (pois } \Delta V = 0)}$

$Q_{bc} = -3 + W_{bc} - Q_{ca}$

7

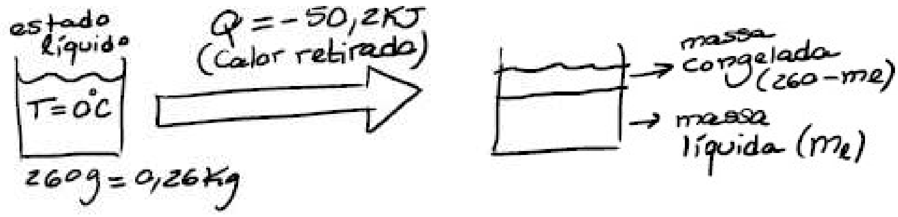
então

$Q_{bc} = -3 - 3{,}8 - 2{,}5$

$\boxed{Q_{bc} = -9{,}3\,J}$

QUESTÃO 5: Que massa de água permanece no estado líquido depois que 50,2kJ são transferidos na forma de calor a partir de 260 g de água inicialmente no ponto de congelamento?

Q5



Massa de água que é passível congelar retirando Q = 50,2kJ:

$$Q = m \cdot L_F$$

$$m = \frac{Q}{L_F} = \frac{50{,}2\,kJ}{333\,kJ/kg} = 0{,}1508\,kg$$

Formulario

$Q = m \cdot L_F$

$L_F = 333\,kJ/kg$

ou

$\boxed{m = 150{,}8\,g}$

logo, a quantidade que permanece líquida é

$$260 - 150{,}8 = 109{,}2\,g$$

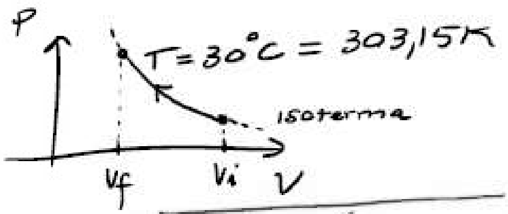
QUESTÃO 6: Supondo que 1,80 mol de um gás ideal é levado de um volume de 3,00 m^3 para um volume de 1,50 m^3 através de uma compressão isométrica a 30°C. (a) Qual é o calor transferido durante a compressão e (b) o calor é absorvido ou cedido pelo gás?

Q6

$n = 1{,}8\,mol$

$V_i = 3\,m^3$

$V_f = 1{,}5\,m^3$



Formulário

$$W = \int_{V_i}^{V_f} P\,dV$$

$$\Delta E = Q - W$$

$$T_K = T_C + 273{,}15$$

Gás Ideal:

$$PV = nRT$$

$$R = 8{,}31 \frac{J}{mol.K}$$

$$\Delta E_{int} = n C_V \Delta T$$

$$Q = nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

a) $Q = ?$

$\Delta T = 0$

logo

$\Delta E_{int} = 0$

então

$$Q = W$$

$$Q = \int_{V_i}^{V_f} P\,dV$$

$$Q = \int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V}\,dV$$

$$Q = nRT \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

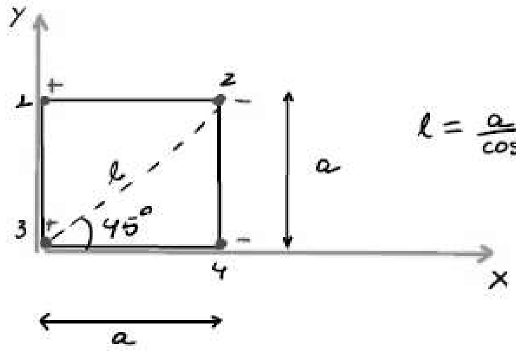
$$Q = (1{,}8)(8{,}31)(303{,}15) \ln\left(\frac{1{,}5}{3}\right)$$

a) $\boxed{Q = -3143\,J = -3{,}14\,kJ}$

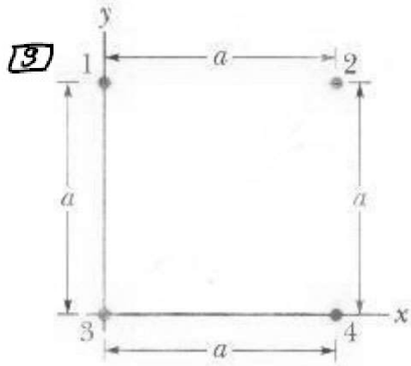
b) O calor é cedido.

QUESTÃO 7: Na Fig. 02, as cargas das partículas são $q_1 = -q_2 = 100$ nC e $q_3 = -q_4 = 200$ nC. O lado do quadrado é $a = 5{,}0$ cm. Determine (a) a componente x e (b) a componente y da força eletrostática a que está submetida a partícula 3.

Q7



$$\ell = \frac{a}{\cos 45°} = a\sqrt{2}$$



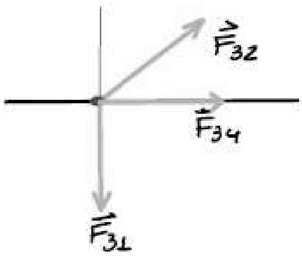
Dados

$q_1 = -q_2 = 100\,nC = 100 \times 10^{-9}\,C$

$q_3 = -q_4 = 200\,nC = 200 \times 10^{-9}\,C$

$a = 5\,cm = 5 \times 10^{-2}\,m$

As forças atuando sobre q_3 são



c/ módulos

$$\begin{cases} F_{31} = K\dfrac{q_3 q_1}{a^2} \\[2ex] F_{32} = K\dfrac{q_3 q_2}{(a\sqrt{2})^2} = K\dfrac{q_3 q_2}{2a^2} \\[2ex] F_{34} = \dfrac{K q_3 q_4}{a^2} \end{cases}$$

Então

a) $F_x = F_{34} + F_{32} \cdot \cos 45°$

$$F_x = \frac{K|q_3||q_4|}{a^2} + \frac{K|q_3||q_2|}{2a^2}\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$= \frac{K|q_3|}{a^2}\left(|q_4| + |q_2|\frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

Formulário:

$$\vec{F} = \frac{K q_1 q_2}{r^2}\hat{r}$$

$$K = 8{,}98 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

$$F_x = \frac{8{,}98 \times \cancel{10^9} \times 200 \times \cancel{10^{-9}}}{(5 \times 10^{-2})^2}\left[+\underbrace{200 \times 10^{-9}}_{2 \times 10^{-7}} + \underbrace{100 \times 10^{-9}}_{10^{-7}}\frac{\sqrt{2}}{4}\right]$$

$$F_x = \frac{1796 \times \cancel{10^{-7}}^{\,-3}}{25 \times \cancel{10^{-4}}}\left[2 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right]$$

$$F_x = \frac{1796 \times 10^{-3}}{25} \times 2{,}35$$

$$\boxed{F_x = 0{,}1688\ N \approx 0{,}17\ N}$$

b) $F_y = F_{32}\cos 45^\circ - F_{31}$

$$F_y = \frac{Kq_3q_2}{2a^2}\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{Kq_3q_1}{a^2}$$

$$= \frac{Kq_3}{a^2}\left[\frac{q_2\sqrt{2}}{4} - q_1\right]$$

$$= \frac{(8{,}98\times10^{9})(2\times10^{-7})}{(5\times10^{-2})^2}\left[10^{-7}\frac{\sqrt{2}}{4} - 10^{-7}\right]$$

$$= \frac{17{,}96\times10^{-5}}{25\times10^{-4}}\left[\frac{\sqrt{2}}{4} - 1\right]$$

$$= 0{,}7184\times10^{-1}\times(-0{,}64)$$

$$= -0{,}0464\ N$$

$$\boxed{F_y = -0{,}0464\ N}$$

QUESTÃO 8: A Fig. 03 mostra uma seção de um tubo longo de metal, de paredes finas, com um raio R = 3,00 cm e uma carga por unidade de comprimento λ = 2,00 x 10^{-8} C/m. Determine o módulo E do campo elétrico a uma distância radial (a) $r = R/2{,}00$; (b) $r = 2{,}00R$.

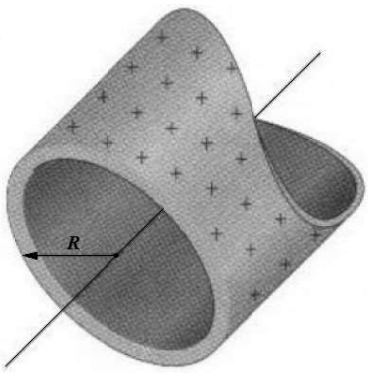


Fig. 03 - Questão 8.

UDESC
UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE
SANTA CATARINA

Q8

Dados

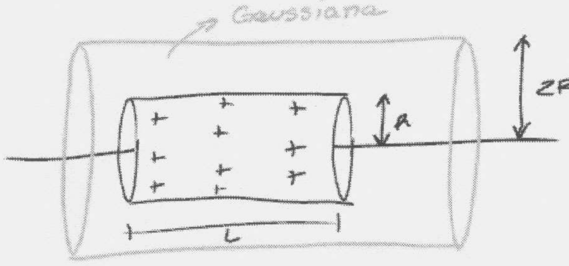
$\lambda = 2\times10^{-8}$ C/m

$R = 3\text{cm} = 3\times10^{-2}$m

(a) P/ $r = \frac{R}{2}$, a gaussiana não tem cargas no interior, logo

$$E = 0$$

(b) P/ $r = 2R$



$$\oint \vec{E}\cdot d\vec{S} = \frac{q_{env}}{\epsilon_0}$$

$$E \cdot 2\pi(2R)\cancel{L} = \frac{\lambda \cdot \cancel{L}}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$E = \frac{2\times10^{-8}}{4\pi(8{,}85\times10^{-12})\times 3\times10^{-2}}$$

$$\boxed{E = 5{,}99\times10^{3}\ N/C}$$

Formulário

$$\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S} = \frac{q_{env}}{\epsilon_0}$$

q_{env} = carga envolvidada pela Gaussiana S

$\epsilon_0 = 8{,}85\times10^{-12}\ \frac{C^2}{m^2 N}$

*Questões, gabaritos e resoluções baseados em:
"Fundamentos da Física 2 - Gravitação, Ondas e Termodinâmica" - Halliday e Resnick, 8 ed, LTC (2009);
"Fundamentos da Física 3 - Eletromagnetismo" - Halliday e Resnick, 8 ed, LTC (2009).

Membros da Banca:

Prof. Dr. Rafael Camargo Rodrigues de Lima

Prof Dra. Jeane de Almeida do Rosário

Prof. Msc. Carlos Tasior Leão
Presidente da Banca