

FÍSICA FUNDAMENTAL

1º Semestre de 2011

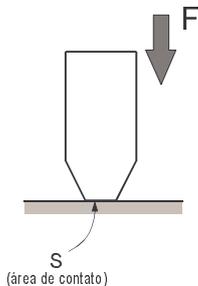
Prof. Maurício Fabbri

© 2006-11

3ª Série de Exercícios

Hidrostatica
Escoamento simples de fluidos

(I) PRESSÃO



$$P = \frac{F}{S} \quad \frac{\text{força}}{\text{área}}$$

UNIDADES:

Pascal : $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$

Ibar = 10^5 Pa

1 libra/pol² = 6895Pa

1 atm = $1,013 \times 10^5\text{ Pa} = 1,013\text{bar} = 14,7\text{ lb/pol}^2$

1mmHg = 1torr = 133,3 Pa

1 atm = 760mmHg

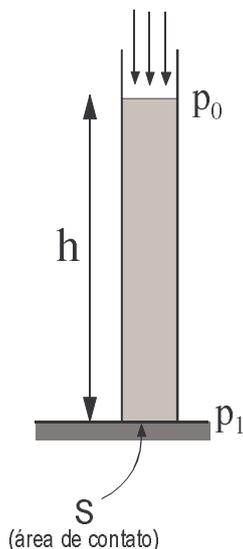
Exercício 1. Que força deve ser feita ao pressionar um alfinete sobre uma superfície rígida, de modo a exercer uma pressão de 30 lb/pol²? Suponha que a ponta do alfinete seja um círculo de raio 0,1mm. (resposta com dois significativos)

Resp.: 0,0065N (correspondente a $\approx 0,65$ gramas)

Exercício 2. A pressão atmosférica, ao nível do mar, é cerca de 10^5 Pa . Qual a força que a atmosfera exerce sobre a superfície de um ladrilho quadrado com 10cm de lado?

Resp.: 1000N (correspondente a $\approx 100\text{Kg}$)

(III) PRESSÃO EXERCIDA POR UMA COLUNA DE LÍQUIDO



p_0 = pressão sobre a superfície livre do líquido

p_1 = pressão exercida na base

h = altura da coluna de líquido

ρ = densidade do líquido

$$p_1 = p_0 + \rho gh \quad (\text{lei de Stevin})$$

g = aceleração da gravidade ($9,8\text{ m/s}^2$)

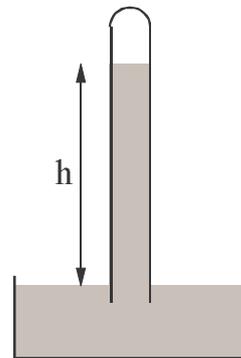
OBS.: $1\text{N} = 1\text{ kg.m/s}^2$

Exercício 3. Qual a pressão sobre a base exercida por uma coluna vertical de água com 2m de altura, aberta no topo? (use $g = 9,8\text{ m/s}^2$, e dê a resposta em atm com dois significativos)

Resp.: 1,2atm

Exercício 4. (TORRICELLI) Um tubo cheio de mercúrio é emborcado verticalmente sobre um reservatório. Evita-se a entrada de ar no tubo. Qual a altura de equilíbrio do mercúrio no tubo? (a densidade do mercúrio é $13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$). Use $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, e dê a resposta com três significativos.

Resp.: 760 mm



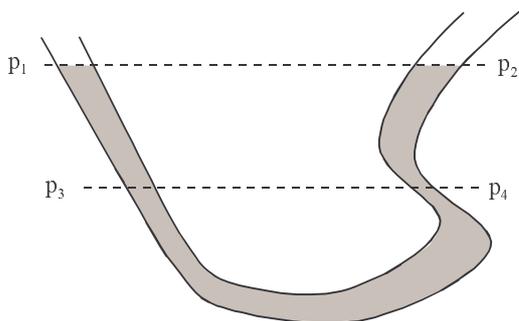
OBS.: Torricelli utilizou o mercúrio nesse experimento porque (1) a densidade do mercúrio é alta, e assim a altura de equilíbrio não é muito grande, e (2) a pressão de vapor do mercúrio é muito pequena; se fosse utilizado um líquido comum, o espaço vazio no topo do tubo seria preenchido com vapor. O inconveniente sério é que o mercúrio é altamente tóxico. Muitos cientistas antigos (inclusive Newton) sofreram consequências graves por intoxicação.

Exercício 5. A densidade média da água do mar é $1,03 \text{ g/cm}^3$. A que profundidade a pressão atinge 100 atmosferas?

Resp.: 994m

(III) O PRINCÍPIO DOS VASOS COMUNICANTES

A pressão exercida sobre os pontos de um fluido em repouso é constante sobre uma mesma horizontal.



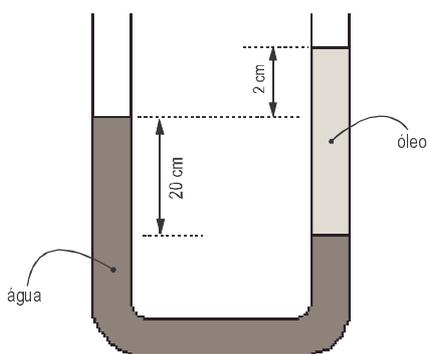
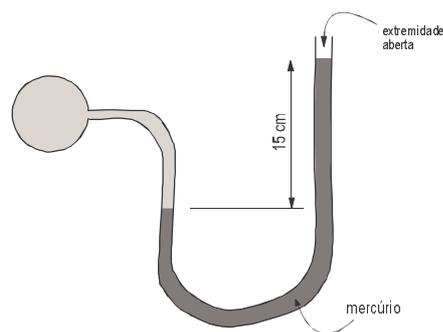
$$p_1 = p_2$$

$$p_3 = p_4$$

⋮
⋮
⋮

Exercício 6. (MANÔMETRO) Qual a pressão exercida pelo gás que está confinado no balão?

Resp.: 910mmHg ou 1,20 atm



Exercício 7. A diferença de nível é de 2cm. Qual a densidade do óleo utilizado?

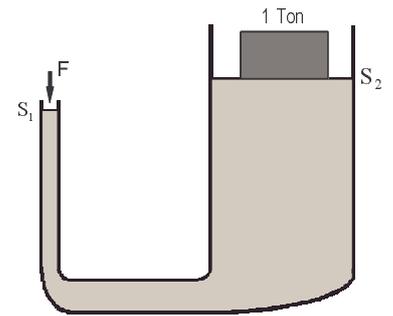
Resp.: $0,91 \text{ g/cm}^3$

(IV) O PRINCÍPIO DE PASCAL

Um líquido em equilíbrio transmite integralmente acréscimos de pressão a todos os seus pontos.

Exercício 8. (elevador hidráulico) Se a área do êmbolo S_1 é 5 cm^2 e da plataforma S_2 é 6 m^2 , qual a força mínima que deve ser exercida no êmbolo de modo a erguer o carro de 1 Ton ?

Resp.: 83g (correspondente a 0,82N)



(V) EMPUXO E O PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

Um corpo mergulhado em um líquido fica sujeito a uma força de baixo para cima (contrária à gravidade), chamada *empuxo*.

O empuxo é igual ao peso do líquido que foi deslocado pelo corpo.

Seja V o volume total do corpo
 V_s o volume do corpo que fica submerso
 ρ a densidade do corpo
 ρ_{liq} a densidade do líquido

A força de empuxo é dada por $E = \rho_{\text{liq}} g V_s$, onde g é a aceleração da gravidade.

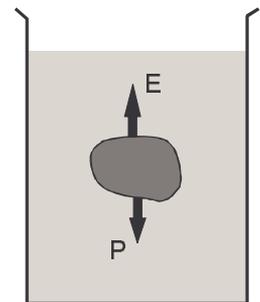
Um corpo maciço vai flutuar se $\rho < \rho_l$, e vai afundar se $\rho > \rho_l$

Se o corpo for oco, ele pode flutuar mesmo que a densidade do material de que é feito seja maior do que a densidade do líquido (por isso navios flutuam !).

OBS.: O peso de um corpo de massa m é dado por $P = mg$, onde g é a aceleração da gravidade. Próximo à superfície da Terra, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Em unidades SI, a massa é dada em quilogramas (kg) e o peso em Newtons (N).

Exercício 9. Um pino maciço de madeira (densidade 680 kg/m^3), de altura 6cm, flutua sobre a água na posição vertical. Qual o comprimento do pino que fica submerso?

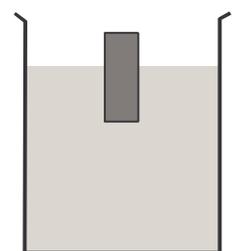
Resp.: 4,1 cm



P = peso do corpo
 E = empuxo

Exercício 10. Uma lata de altura externa 15cm e diâmetro externo 10cm é feita de latão (densidade $8,6 \text{ g/cm}^3$) com espessura de 2mm. Ela é posta a flutuar sobre a água. Qual a altura que fica submersa?

Resp.: 11,9cm



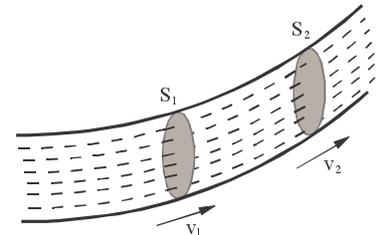
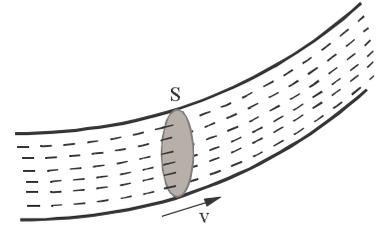
(VI) ESCOAMENTOS SIMPLES DE FLUIDOS

Vazão volumétrica

ϕ = volume de fluido por segundo que atravessa a área de secção transversal S

v = velocidade do fluido quando passa por S

$$\phi = S \cdot v$$



Continuidade

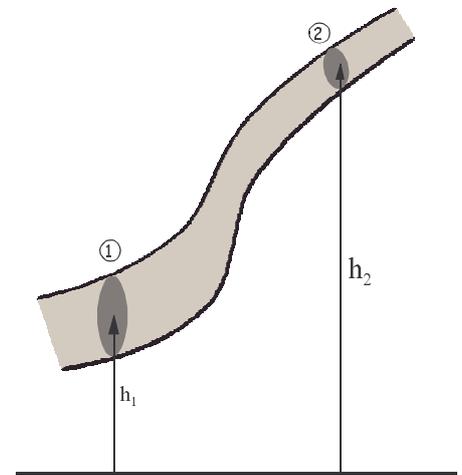
Se o fluido for incompressível, $S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$

Equação de Bernoulli

$$p_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

(válida para escoamento laminar estacionário de fluido não-viscoso e incompressível)

p = pressão local
v = velocidade local
h = altura local do centro de massa
g = aceleração da gravidade
 ρ = densidade do fluido



Exercício 11. Dois litros de água por segundo entram pelo cano maior, de diâmetro 15cm, com pressão de 10atm.



- Calcule a velocidade de entrada da água em metros por segundo
- Calcule com que velocidade e pressão a água passa pelo cano menor, de diâmetro 8cm
- Repita os cálculos para uma vazão de entrada de 40 litros por segundo a 1atmosfera

(respostas com três significativos)

Resp.: (a) 0,113 m/s (b) 0,398m/s e 10,0 atm (c) 2,26m/s 7,96m/s 0,713atm

Exercício 12. (Young & Freedman) A água entra em uma casa através de um cano com diâmetro interno de 2,0cm com uma pressão absoluta igual a $4,0 \times 10^5$ Pa (cerca de 4atm). Um cano com diâmetro interno de 1,0cm se liga ao banheiro do segundo andar a 5,0m de altura. Sabendo que no tubo de entrada a velocidade é igual a 1,5m/s, ache a velocidade de escoamento, a pressão e a vazão volumétrica no banheiro em litros por segundo. Respostas com dois significativos.

Resp.: 6m/s ; $3,3 \times 10^5$ Pa ; 0,47 litros/segundo

REFERÊNCIAS

1. Young, H.D. e Freedman, R.A. *Física II*, Addison Wesley, 2003
 2. Keller, J.K.; Gettys, W.E. e Skove, M.J. *Física*, Vol.1, Makron, 1997
 3. Ramalho Jr., F.; Ferraro, N.G. e Toledo Soares, P.A. *Física I*, Ed. Moderna, 1993
-

© 2006-11 Maurício Fabbri
MCT/INPE: <http://www.las.inpe.br/~fabbri>
Universidade São Francisco – USF
Itatiba/Campinas –
<http://www.saofrancisco.edu.br>
São Paulo - Brazil
Permitido uso livre para fins educacionais,
sem ônus, desde que seja citada a fonte.