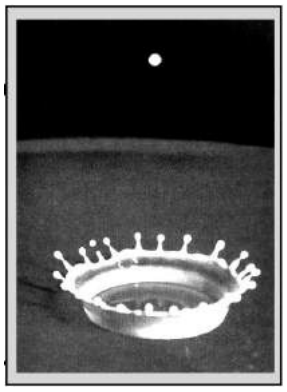
mundo física

Hidrostática 1 e 2



Dos estados físicos em que a matéria se apresenta – sólido, líquido e gasoso - apenas o sólido serviu até aqui como objeto de nosso estudo. Forças aplicadas em sólidos têm efeitos mais facilmente previsíveis do que forças aplicadas em líquidos ou gases. Líquidos e gases são fluidos, substâncias que escoam, de forma sempre variável, o que torna mais difícil o seu estudo. A coroa formada pelo choque de uma gota de leite com o solo mostra de forma eloquente a maior complexidade dos estudos dos fluidos em relação ao dos sólidos.

Conceitos Iniciais

O que é um fluido?

Fluido é denominação genérica dada a qualquer substância que flui – isto é, escoa – e não apresenta forma própria, pois adquire a forma do recipiente que o contém. A **hidrostática** é o ramo da mecânica em que se estudam as condições de equilíbrio dos líquidos, dos gases e dos vapores. Um **líquido ideal** é *incompressível* e tem *viscosidade* desprezível.

Densidade

Densidade (**D**) de um corpo é definida pela relação entre sua massa e seu volume. Se o corpo for homogêneo, sua densidade coincide com a massa específica da substância que o constitui; se o corpo tiver "espaços vazios" no seu interior, a densidade será menor do que a massa específica.

- *corpo homogêneo* $\Rightarrow$ $D = \mu$
- *corpo oco* $\Rightarrow$ $D < \mu$

Para **líquidos**, considerados sistemas homogêneos, a massa específica coincide sempre com a densidade.

Unidades de densidade:

- no SI $\Rightarrow$ *quilograma por metro cúbico* (kg/m^3)
- na prática $\Rightarrow$ *grama por centímetro cúbico* (g/cm^3) e *quilograma por litro* (kg/ℓ)
- conversões $\Rightarrow$ para converter g/cm^3 ou kg/ℓ em kg/m^3, multiplique o número por 10^{-3}

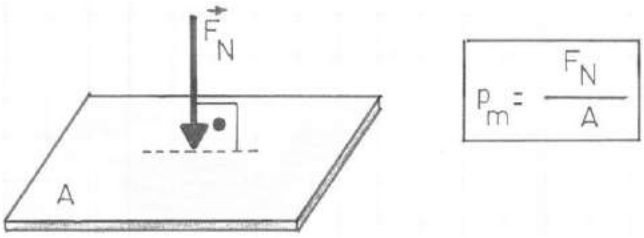
Viscosidade

A viscosidade dos fluidos vem do atrito interno.

Nos líquidos, isto significa que a viscosidade vem das forças de atração entre moléculas relativamente juntas. Por outro lado, com o aumento da temperatura, maior se torna a energia cinética média das moléculas e em consequência, menores se torna o intervalo de tempo médio durante o qual as moléculas passam umas nas proximidades das outras.

Pressão

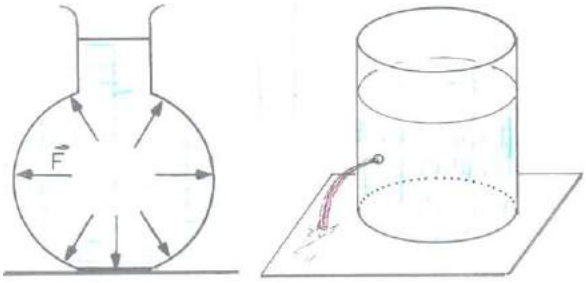
Define-se **pressão média** como a grandeza ***escalar*** dada pela relação entre a intensidade da força normal $\mathbf{F_N}$ à superfície e a área **A** da superfície:



Da definição, conclui-se que a força de pressão exercida sobre uma superfície é sempre perpendicular à superfície e dada por

$$F_N = p \, . \, A$$

→ As **forças de pressão** exercidas por um fluido contra as paredes do recipiente são sempre **perpendiculares** à superfície.



Observa-se que um jato de água que jorra pelo orifício aberto na parede do recipiente sai perpendicularmente à parede.

→ A unidade SI de pressão é o ***pascal***, sendo **1Pa = 1N/m^2**. Na prática, usa-se ainda *atmosfera*, *mm de Hg*, etc.

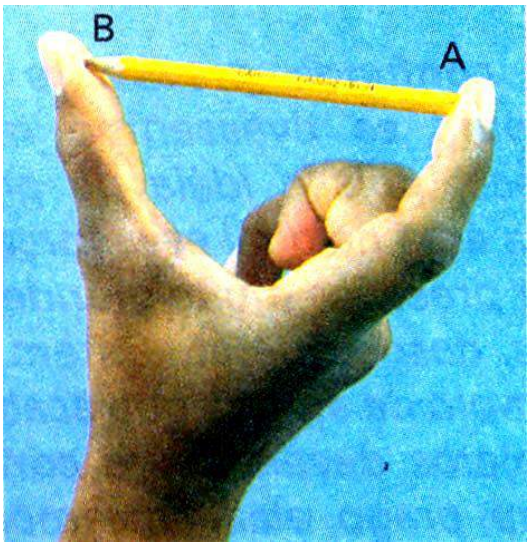


FIG. (1)

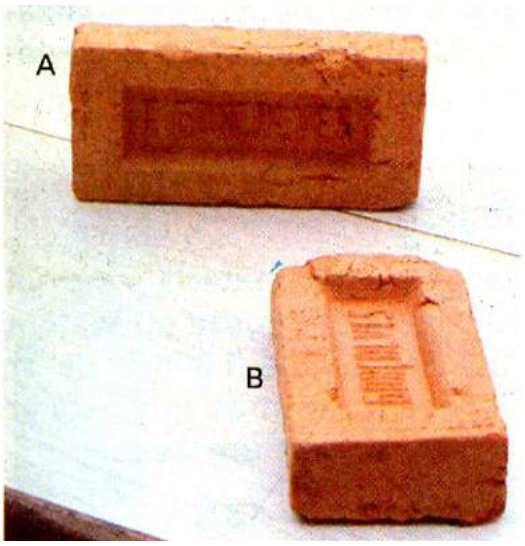


FIG. (2)

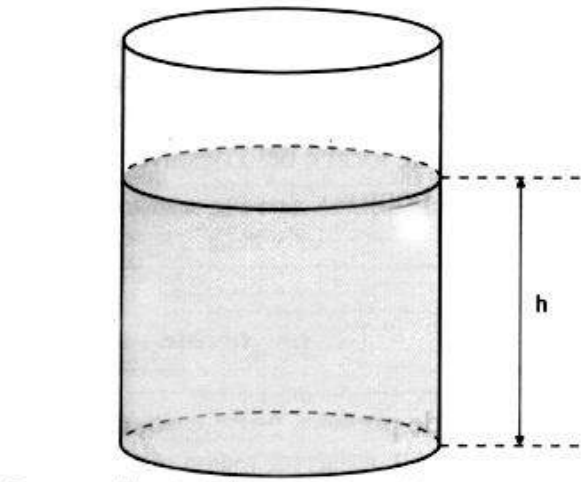
FIG. (1) – A intensidade da **força** trocada na interação entre o lápis e cada um dos dedos é de mesma intensidade em ambas as extremidades: $F_A = F_B$. A **pressão**, porém, é maior na ponta do lápis, pois a área de distribuição da força é menor $p_B > p_A$, pois $A_B < A_A$.

FIG. (2) – Embora o peso de ambos os tijolos seja o mesmo ($P_A = P_B$), a pressão exercida sobre o piso é maior no caso **A**, pois a área de distribuição do peso é menor ($p_A > p_B$).

Pressão Hidrostática

O teorema fundamental da Hidrostática estabelece que a pressão em um fluido em equilíbrio, com densidade constante, varia linearmente com a profundidade.

Para demonstrar esse teorema, vamos considerar uma porção imaginária de fluido em forma de cilindro circular reto.



Pressão exercida pelo líquido na base do recipiente.

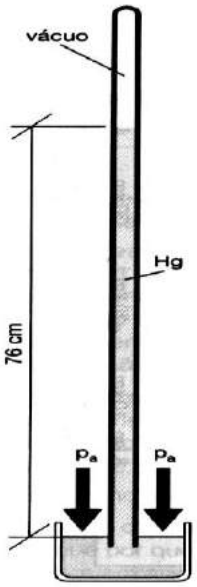
P = d.g.h

Pressão Atmosférica

Vivemos mergulhados em uma imensa massa de ar, que é a nossa atmosfera, constituída de gases: oxigênio, nitrogênio, gás carbônico, vapor de água, etc... Esse conjunto de substâncias próximas à Terra são atraídas por ela, o que acaba dando origem á pressão atmosférica.

A Experiência de Torricelli

A medida da pressão atmosférica foi realizada pela primeira vez em 1643 pelo físico italiano Evangelista Torricelli. Para isso, Torricelli encheu com mercúrio um tubo de vidro de pouco mais de 1 m de comprimento, tampou a extremidade aberta e a emborcou numa cuba também com mercúrio. Destampando o tubo, verificou que o mercúrio havia descido até atingir o equilíbrio na altura h = 76cm.



Torricelli concluiu corretamente que essa coluna de mercúrio era equilibrada pela pressão atmosférica que atuava na superfície livre da cuba, ao nível do mar, onde realizou o experimento.

Esse conjunto experimental, chamado barômetro, tornou-se instrumento da medida da pressão atmosférica.

$p_{atm} = 10^5\ N/m^2 = 76\ mm\ de\ Hg = 1\ atmosfera$

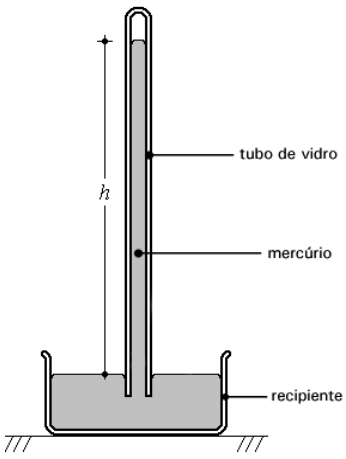
TREINANDO PARA O ENEM (1)

01. (UFSM-2011/Dez) Dentro de uma mina de carvão, existe acúmulo de água. Para retirar essa água, uma bomba de sucção é instalada na boca da mina, ao nível do solo. Assim,

a) quanto maior a profundidade da água, maior deve ser a potência do motor que aciona a bomba.
b) se a profundidade da água é maior do que 11 m, a bomba não retira água da mina.
c) se a profundidade da água é grande, duas ou mais bombas devem ser instaladas em série ao nível do solo.
d) a mesma bomba pode retirar a água em qualquer profundidade, mas, com profundidades maiores, diminui a vazão nas tubulações.
e) a bomba de sucção não pode retirar água da mina, porque só funciona no vácuo.

02. (UFSM-09) Pode-se medir a pressão atmosférica através de um experimento conhecido como "Experiência de Torricelli", em que um tubo de vidro com 1 m de comprimento, fechado em uma extremidade, é preenchido totalmente com mercúrio e emborcado em um recipiente que também contém mercúrio, conforme é mostrado na figura. Ao nível do mar, o mercúrio, no tubo de vidro, _____ até uma altura de 760 mm, sendo sustentado pela _____ da atmosfera na superfície livre do mercúrio no _____, independentemente da profundidade do tubo. Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas.

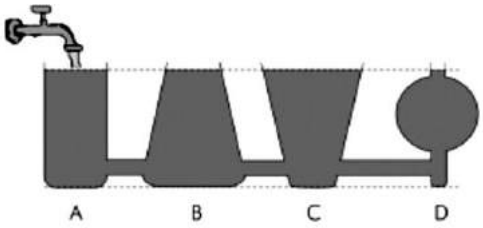
a) sobe - força - tubo
b) desce - força - tubo
c) sobe - pressão - recipiente
d) desce - pressão - recipiente
e) sobe - reação – tubo



03. (UFSM-05) Referindo-se à estrutura física, uma das causas importantes da degradação do solo na agricultura é a sua compactação por efeito das máquinas e da chuva. Um trator tem rodas de grande diâmetro e largura para que exerça, contra o solo, pequeno(a)

a) pressão
b) força
c) peso
d) energia
e) atrito

04. (UCPEL-2012) Um artista plástico, querendo chamar atenção para o problema da água, constrói o sistema de vasos comunicantes representado abaixo. Quando a água atingir o nível indicado, podemos afirmar que a pressão no fundo dos vasos é:

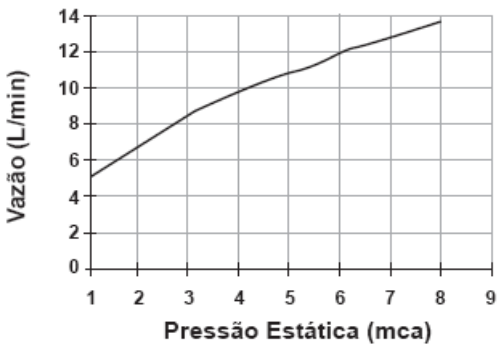


a) maior no vaso B.
b) igual nos vasos A e C.
c) igual em todos os vasos.
d) maior no vaso C.
e) maior no vaso D.

05. (UPF) No interior de um recipiente cúbico, cujas faces possuem, cada uma, área de 3 m^2, um gás exerce uma pressão de $6 \cdot 10^4$ N/m^2. O módulo da força média exercida sobre cada face do recipiente é, em N, de:
a) $1{,}5 \cdot 10^4$
b) $1{,}4 \cdot 10^5$
c) $1{,}8 \cdot 10^4$
d) $1{,}8 \cdot 10^5$
e) $2 \cdot 10^4$

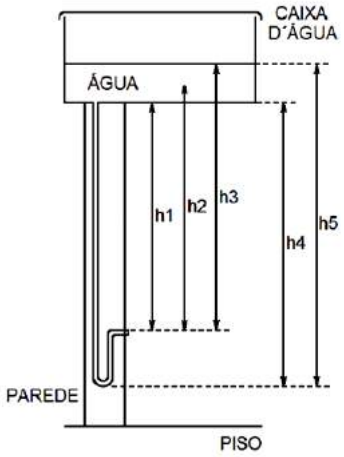
06. A torneira de uma cozinha é alimentada pela água vinda de um reservatório instalado no último pavimento de um edifício. A superfície livre da água no reservatório encontra-se 15 m acima do nível da torneira. Considerando que a torneira esteja fechada, que a aceleração da gravidade seja de 10 m/s^2 e que a massa específica da água seja igual a 1,0 g/cm^3, a pressão que a água exerce sobre a torneira é:
a) 1,5 atm
b) 2,0 atm
c) 2,5 atm
d) 3,0 atm
e) 3,5 atm

07. (ENEM-2014) Uma pessoa, lendo o manual de uma ducha que acabou de adquirir para sua casa, observa o gráfico que relaciona a vazão na ducha com a pressão, medida em metros de coluna de água (mca).



Nessa casa residem quatro pessoas. Cada uma delas toma um banho por dia, com duração média de 8 minutos, permanecendo o registro aberto com vazão máxima durante esse tempo. A ducha é instalada em um ponto seis metros abaixo do nível da lâmina de água, que se mantém constante dentro do reservatório.
Ao final de 30 dias, esses banhos consumirão um volume de água, em litros, igual a
a) 69 120. b) 17 280.
c) 11 520. d) 8 640.
e) 2 880.

08. (ENEM 2012) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.

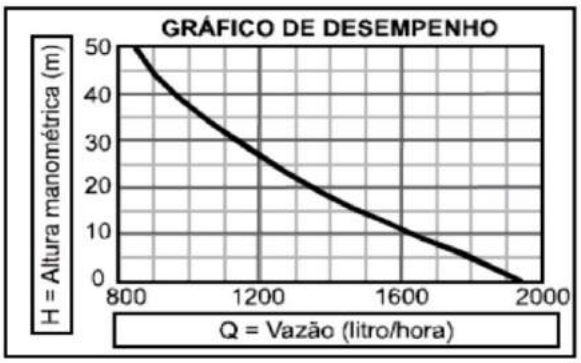


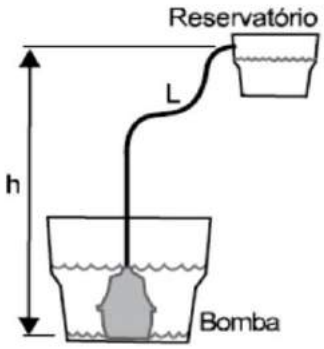
O valor da pressão da água na ducha está associado à altura
a) h1.
b) h2.
c) h3.
d) h4.
e) h5.

09. (ENEM 2012) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas.
Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores-por pneus mais
a) largos, reduzindo a pressão sobre o solo.
b) estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
c) largos, aumentando a pressão sobre o solo.
d) estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.
e) altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

10. (ENEM VAZADO 2009) O uso da água do subsolo requer o bombeamento para um reservatório elevado. A capacidade de bombeamento (litros/hora) de uma bomba hidráulica depende da pressão máxima de bombeio, conhecida como altura mano métrica H (em metros), do comprimento L da tubulação que se estende da bomba até o reservatório (em metros), da altura de bombeio h (em metros) e do desempenho da bomba (exemplificado no gráfico). De acordo com os dados a seguir, obtidos de um fabricante de bombas, para se determinar a quantidade de litros bombeados por hora para o reservatório com uma determinada bomba, deve-se:
1 - Escolher a linha apropriada na tabela correspondente à altura (h), em metros, da entrada de água na bomba até o reservatório.
2 - Escolher a coluna apropriada, correspondente ao comprimento total da tubulação (L), em metros, da bomba até o reservatório.
3 - Ler a altura manométrica (H) correspondente ao cruzamento das respectivas linha e coluna na tabela.
4 - Usar a altura manométrica no gráfico de desempenho para ler a vazão correspondente.

h=Altura (em metro) da entrada da água na bomba até o reservatório.	L = Comprimento total da tubulação (em metro), da bomba até o reservatório												
	10	20	40	60	80	100	125	150	175	200	225	250	300
	H = Altura manométrica total, em metro												
5	6	7	8	10	11	13	14	16	18	20	22	24	28
10	11	12	13	15	16	18	19	21	23	25	27	29	33
15		17	18	20	21	23	24	26	28	30	32	34	38
20		22	23	25	26	28	29	31	33	35	37	39	43
25			28	30	31	33	34	36	38	40	42	44	48
30			33	35	36	38	39	41	43	45	47	50	50
35			38	40	41	43	44	46	48	50	50		
40			43	45	46	50	50	50	50				
50				50	50								





Disponível em: http://www.anauger.com.br.
Acesso em: 19 mai. 2009 (adaptado).

Considere que se deseja usar uma bomba, cujo desempenho é descrito pelos dados acima, para encher um reservatório de 1.200 L que se encontra 30 m acima da entrada da bomba. Para fazer a tubulação entre a bomba e o reservatório seriam usados 200 m de cano. Nessa situação, é de se esperar que a bomba consiga encher o reservatório

a) entre 30 e 40 minutos.
b) em menos de 30 minutos.
c) em mais de 1 h e 40 minutos.
d) entre 40 minutos e 1 h e 10 minutos.
e) entre 1 h e 10 minutos e 1 h e 40 minutos.

Gabarito									
1B	2D	3A	4C	5D	6A	7C	8C	9A	10E

TREINANDO PARA O ENEM (2)

01. (Cesgranrio) Você está em pé sobre o chão de uma sala. Seja P a pressão média sobre o chão debaixo das solas dos seus sapatos. Se você suspende um pé, equilibrando-se numa perna só, essa pressão média passa a ser:
a) P
b) 1/2P
c) p2
d) 2P
e) $1/P^2$

02. (Acafe-SC) Um prego é colocado entre dois dedos que produzem a mesma força, de modo que a ponta do prego é pressionada por um dedo e a cabeça do prego pelo outro. O dedo que pressiona o lado da ponta sente dor em função de:
a) a pressão ser inversamente proporcional à área para uma mesma força.
b) a força ser diretamente proporcional à aceleração e inversamente proporcional à pressão.
c) a pressão ser diretamente proporcional à força para uma mesma área.
d) a sua área de contato ser menor e, em conseqüência, a pressão também.
e) o prego sofrer uma pressão igual em ambos os lados, mas em sentidos opostos.

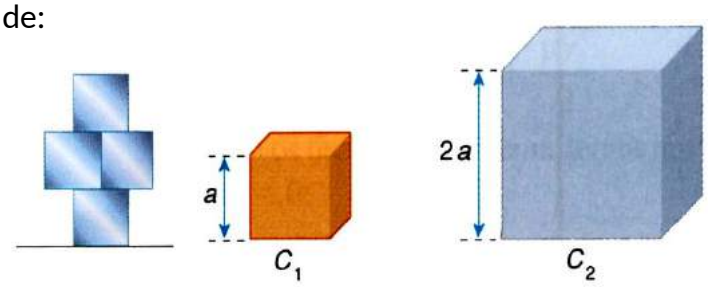
03. (Unifor-CE) Um recipiente cúbico, fechado, de aresta 20cm, contém um líquido de densidade $13,6g/cm^3$. A pressão vale no fundo do recipiente, exercida pelo líquido, vale $2,04.10^4$ N/m^2. Nessas condições, o volume do líquido contido no recipiente, em cm^3, vale (dado: g= $10m/s^2$):
a) $8,0.10^3$
b) $6,0.10^3$
c) $5,0.10^3$
d) $2,0.10^3$
e) $1,0.10^3$

04. (U. Católica de Salvador-BA) Um recipiente, de paredes rígidas e forma cúbica, contém gás à pressão de $150N/m^2$. Sabendo-se que cada aresta do recipiente é igual a 10 cm, a força resultante sobre cada uma das faces do recipiente, em newtons, tem intensidade:
a) $1,5 . 10^{-1}$
b) 1,5
c) 1,5 . 10
d) $1,5 . 10^2$
e) $1,5 . 10^3$

05. (Fesp-SP) Um cubo oco de alumínio apresenta 100 g de massa e volume de 50 cm^3. O volume da parte vazia é 10 cm^3. A densidade do cubo e a massa específica do alumínio são respectivamente:
a) 0,5 g/cm^3 e 0,4 g/cm^3
b) 2,5 g/cm^3 e 2,0 g/cm^3
c) 0,4 g/cm^3 e 0,5 g/cm^3
d) 2,0 g/cm^3 e 2,5 g/cm^3
e) 2,0 g/cm^3 e 10,0 g/cm^3

06. (ITA-SP) Um anel, que parece ser de ouro maciço, tem massa de 28,5 g. O anel desloca 3 cm^3 de água quando submerso. Considere as seguintes afirmações:
I. O anel é de ouro maciço.
II. O anel é oco e o volume da cavidade é 1,5 cm^3.
III. O anel é oco e o volume da cavidade é 3,0 cm^3.
IV. O anel é feito de material cuja massa específica é a metade da do ouro.
Dado: massa específica do ouro = 19,0 g/cm^3
Das afirmativas mencionadas:
a) Apenas I é falsa.
b) Apenas III é falsa.
c) I e III são falsas.
d) II e IV são falsas.
e) Qualquer uma pode ser correta.

07. (UFPR) Quatro cubos metálicos homogêneos e iguais, de aresta 10^{-1}, acham-se dispostos sobre um plano. Sabe-se que a pressão aplicada pelo conjunto sobre o plano é 10^4 N/m^2. Adotando g = 10 m/s^2, podemos afirmar que a densidade dos cubos será aproximadamente de:
a) 4 . 10^3kg/m^3
b) 2,5 . 10^3kg/m^3
c) 10^3kg/m^3
d) 0,4 .10^3kg/m^3
e) 0,25.10^3 kg/m^3



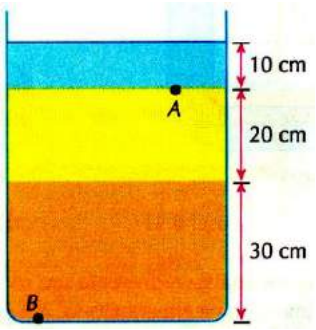
08. (Cesgranrio-RJ) Uma chapa de metal homogenia e fina (de espessura constante), é cortada para formar as faces de dois cubos ocos C_1 e C_2, sendo que a aresta de C_2 é o dobro da aresta de C_1.
A densidade do cubo menor é d. Logo, a densidade do cubo maior é:
a) 2d
b) d
c) d/2
d) d/4
e) d/8

09. (ITA-SP) Têm-se duas soluções de um mesmo sal. A massa específica da primeira é 1,7 g. cm^{-3}) e a da segunda, 1,2 g. cm^{-3}). Deseja-se fazer 1,0 litro de solução de massa específica 1,4 g. cm^{-3}).
Devemos tomar de cada uma das soluções originais:
a) 0,50 ℓ e 0,50 ℓ
b) 0,52 ℓ da primeira e 0,48 ℓ e da segunda
c) 0,48 ℓ da primeira e 0,52 ℓ da segunda
d) 0,40 ℓ da primeira e 0,60 ℓ da segunda
e) 0,60 ℓ da primeira e 0,40 ℓ da segunda

10. (Fatec-SP) Submerso em um lago, um mergulhador constata que a pressão absoluta no medidor que se encontra no seu pulso corresponde a 1,6 . 10^5 N/m^2. Um barômetro indica ser a pressão atmosférica local 1.10^5 N/m^2. Considere a massa específica da água sendo 10^3 kg/m^3 e a aceleração da gravidade, 10 m/s^2.
Em relação à superfície, o mergulhador encontra-se a uma profundidade de:
a) 1,6 m
b) 6,0 m
c) 16 m
d) 5,0 m
e) 10 m

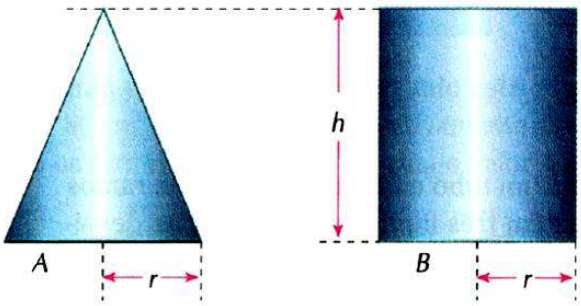
11. (UFES) As paredes externas de um submarino podem suportar uma diferença de pressão máxima de 10 atm. Considerando que um atm equivale a 10^5 N/m^2, que a densidade da água do mar é 10^3 kg/m^3 e que o interior do submarino se mantém à pressão de uma atm, a profundidade máxima que pode ser alcançada por esse submarino é, em metros:
a) 10
b) 50
c) 100
d) 400
e) 1.000

12. (Unifor-CE) Um recipiente cilíndrico contém 3 líquidos imiscíveis de densidades d, 2d e 3d, respectivamente, como mostra a figura abaixo. A pressão no ponto A indicado na figura vale 1, 1 . P_0 onde P_0 é a pressão atmosférica do lugar. Assim, no ponto B da figura a pressão vale:



a) 1,3 . P_0
b) 1,5 . P_0
c) 1,6 . P_0
d) 1,9 . P_0
e) 2,4 . P_0

13. (UFRS) Dois recipientes A e B têm bases circulares com mesmo raio r, sendo A um cone reto e B um cilindro reto. Ambos contêm água e estão cheios até à mesma altura h, conforme representa a figura.



Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo.
O peso da água contida em A _____ é peso da água contida em B, e a pressão exercida pela água sobre a base de A é _____ pressão exercida pela água sobre a base de B.
a) o dobro do - a metade da
b) um terço do - igual à
c) a metade do - a metade da
d) um terço do - o dobro da
e) igual ao - igual à

Gabarito									
1D	2A	3D	4B	5D	6C	7C	8C	9D	10B
11C	12E	13B							