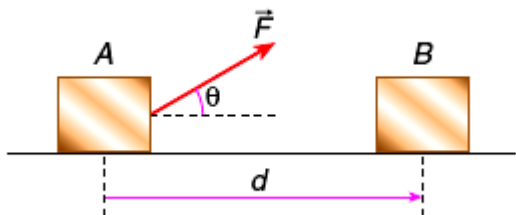


**TRABALHO E POTÊNCIA**

**1- TRABALHO DE UMA FORÇA CONSTANTE.**

O trabalho de uma força é a medida da energia que a força transfere num deslocamento. Considerando uma situação prática na qual uma pessoa puxa uma caixa ao longo de um piso horizontal, considerando a força aplicada constante, o trabalho realizado é dado por:

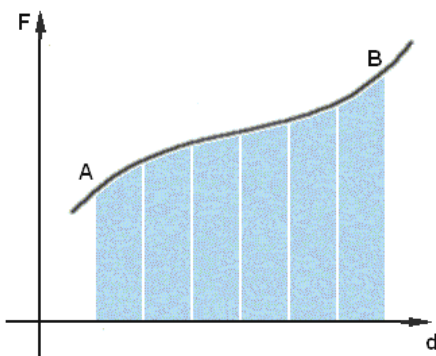


$$W = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

- forças perpendiculares ao deslocamento não realizam trabalho ( $\theta = 90^\circ$ ).
- forças que realizam trabalho apresentam uma componente na direção do deslocamento.
- Trabalho motor  $\rightarrow W > 0 \rightarrow$  favorece o movimento.
- Trabalho resistente  $\rightarrow W < 0 \rightarrow$  dificulta o movimento.
- Unidade de trabalho no SI  $\rightarrow$  JOULE (J)

**2- MÉTODO GRÁFICO**

O cálculo do trabalho realizado por uma força paralela ao deslocamento, seja de intensidade variável ou constante, é dado, numericamente, pela área da figura determinada pela linha do gráfico e o eixo do deslocamento, dentro do intervalo considerado.



$$W = \overset{N}{\text{ÁREA}}$$

**3- FORÇAS CONSERVATIVAS E DISSIPATIVAS**

**Forças conservativas:** são forças que, entre dois pontos, realizam o mesmo trabalho por qualquer trajetória seguida.

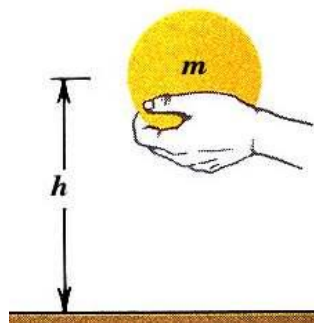
Exemplos: peso, força elástica, força elétrica, etc.

**Forças dissipativas:** são forças que, entre dois pontos, realizam trabalhos diferentes para trajetórias distintas.

Exemplos: força de atrito, força de resistência do ar, etc.

**4- TRABALHO DO PESO**

Consideremos um corpo de massa  $m$  lançado do solo, verticalmente para cima, atingindo uma altura  $h$ , ou abandonado dessa mesma altura em relação ao solo, num local onde a aceleração da gravidade é igual a  $g$ . Como o corpo fica sujeito à força  $P$ , ele realiza um trabalho resistente durante a subida e um trabalho motor durante a descida.

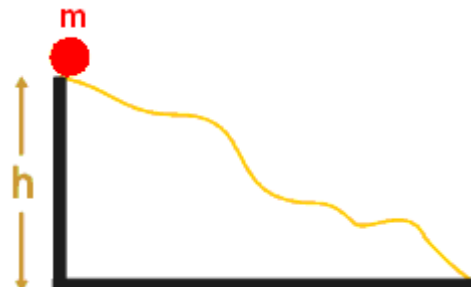


$$W_p = \pm m \cdot g \cdot h$$

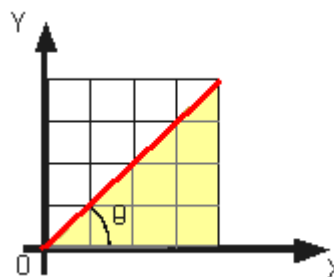
OBS.:

- $W_p (-) \rightarrow$  subida
- $W_p (+) \rightarrow$  descida
- $W_p = 0 \rightarrow$  corpo em movimento na horizontal
- O trabalho da força peso não depende da trajetória descrita, depende apenas do desnível sofrido pelo corpo.

O trabalho da força peso independe da trajetória percorrida, depende apenas do desnível entre as posições inicial e final do corpo. Forças com estas características são chamadas **forças conservativas**.



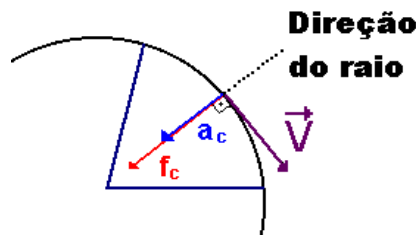
**5- TRABALHO DA FORÇA ELÁSTICA:** como a força elástica é uma força de intensidade variável, o seu trabalho é determinado pela área do diagrama.



$$W = \frac{K \cdot x^2}{2}$$

O trabalho da força elástica é independente da trajetória do seu ponto de aplicação.

**6- TRABALHO DA FORÇA CENTRÍPETA:** a força centrípeta, em todos os instantes e em qualquer ponto da trajetória, é perpendicular a direção do deslocamento ( $\alpha = 90^\circ$ ).



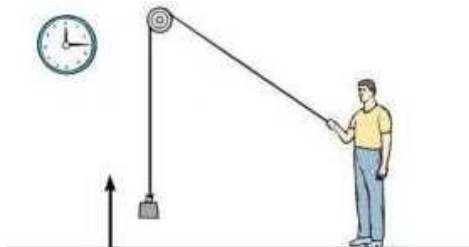
- O trabalho da força centrípeta é sempre nulo.

**7- TRABALHO DA FORÇA RESULTANTE:** quando varias forças atuam sobre um corpo que sofre um deslocamento, o trabalho da força resultante é dado pela soma algébrica realizados por cada uma das forças.

$$W_R = W_{F_1} + W_{F_2} + \dots + W_{F_n}$$

**8- POTÊNCIA DE UMA FORÇA**

A potência é uma grandeza escalar que mede a rapidez com que o trabalho é realizado.



**8.1- POTÊNCIA MÉDIA:** é o quociente entre o trabalho realizado no intervalo de tempo corresponde.

$$P_m = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{Unidade no S.I.} = W \text{ (Watt)}$$

$$P_m = \frac{F \cdot d \cdot \cos \alpha}{\Delta t}, \text{ onde } \frac{d}{\Delta t} = v_m$$

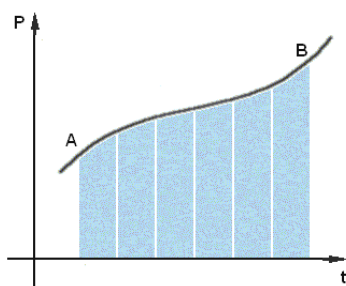
$$P_m = F \cdot v_m \cdot \cos \alpha$$

**8.2- POTÊNCIA INSTANTÂNEA:**

Quando se quer conhecer a potência desenvolvida num determinado instante, troca-se a velocidade média ( $v_m$ ) pela velocidade instantânea ( $v$ ).

$$P = F \cdot v \cdot \cos \alpha$$

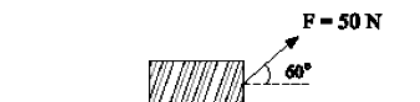
**8.3- MÉTODO GRÁFICO**



$$W = \overset{N}{\text{ÁREA}}$$

**EXERCÍCIOS DE AULA**

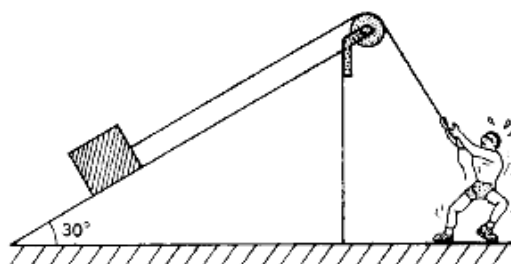
**1. (VUNESP)** Uma caixa de 10 kg, inicialmente em repouso sobre uma superfície áspera e plana, é deslocada por uma força de módulo 50 N que faz um ângulo de 60° com a horizontal. A força de atrito, entre a caixa e a superfície, tem módulo 10 N



a) Calcule o trabalho realizado pela força de 50 N para deslocar a caixa por uma distância de 3 m.

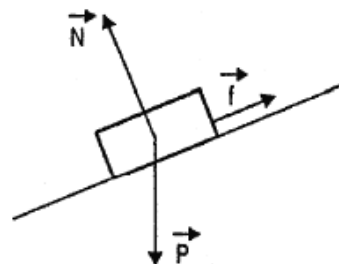
b) Determine a velocidade da caixa ao completar o deslocamento desses 3 m.

**2. (UFBA)** A figura abaixo representa um homem que puxa uma corda através de uma roldana, com uma força constante, arrastando, com deslocamento de 6,0 m e velocidade constante, uma caixa de  $6,0 \cdot 10^2$  N de peso ao longo do plano inclinado que forma 30° com a horizontal. Considera-se que as forças de atrito e a resistência do ar são desprezíveis, que a corda e a roldana são ideais e que



Determine, em  $10^2$  J, o trabalho da força exercida pelo homem.

**3. (UCSAL)** Um corpo desce por uma ladeira, submetido às forças:  $\vec{P}$  (peso),  $\vec{N}$  (normal) e  $\vec{f}$  (atrito).



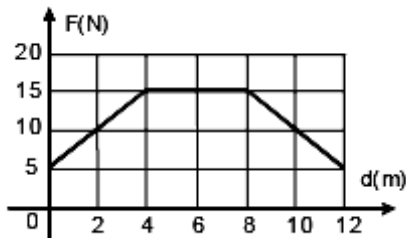
Acerca dos trabalhos realizados por essas forças, no deslocamento considerado, foram feitas as afirmativas:

- I - O trabalho do peso é motor.
- II - O trabalho da normal é resistente.
- III - O trabalho do atrito é negativo.

Pode-se afirmar que

- a) somente I é correta.
- b) somente I e II são corretas.
- c) somente I e III são corretas.
- d) somente II e III são corretas.
- e) I, II e III são corretas.

**4. (UEL)** Um corpo desloca-se em linha reta sob ação de uma única força paralela à sua trajetória. No gráfico representa-se a intensidade F da força em função da distância percorrida pelo corpo d.



Durante os doze metros de percurso, indicados no gráfico, qual foi o trabalho realizado pela força que atua sobre o corpo?

- a) 100 J
- b) 120 J
- c) 140 J
- d) 180 J
- e) 200 J

**5. (FUVEST)** Um elevador de 1.000 kg sobe uma altura de 60 m, em meio minuto. Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

a) Qual a velocidade média do elevador?

b) Qual a potência média desenvolvida pelo elevador?

**6. (FGV)** Um veículo de massa 1.500 kg gasta uma quantidade de combustível equivalente a  $7,5 \cdot 10^6 \text{ J}$  para subir um morro de 100 m e chegar até o topo. O rendimento do motor do veículo para essa subida será de

- a) 75%
- b) 40%
- c) 60%
- d) 50%
- e) 20%

**EXERCÍCIOS PROPOSTO**

**1. (FDC)** Considere as proposições abaixo sobre a grandeza física **trabalho**.

- I - Trabalho é realizado por uma força num deslocamento.
- II - Trabalho é uma grandeza vetorial.
- III - Trabalho não depende do referencial.

Pode-se afirmar que somente

- a) I é correta.
- b) II é correta.
- c) III é correta.
- d) I e II são corretas.
- e) II e III são corretas.

**2. (UFAL)** Considere um corpo sendo arrastado sobre uma superfície horizontal não-lisa, em movimento uniforme. Considere as afirmações I, II e III a seguir.

- I – O trabalho da força de atrito é nulo.
- II – O trabalho da força-peso é nulo.
- III – A força que arrasta o corpo é nula.

Dentre as afirmações I, II e III:

- a) é correta I, somente;
- b) é correta II, somente;
- c) é correta III, somente;
- d) são corretas I e II;
- e) são incorretas I, II e III.

**3. (FURG)** - Analise as afirmações sobre trabalho mecânico apresentadas abaixo.

I – O trabalho realizado pela força resultante que age sobre um corpo que se move com velocidade constante é nulo.

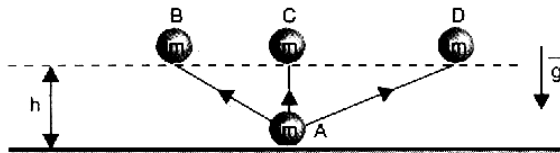
II – O trabalho realizado pela força de atrito que age sobre um corpo que se move com velocidade constante é nulo.

III – O trabalho realizado pela força peso que age sobre um corpo em movimento é sempre nulo.

Pode-se afirmar que:

- a) Apenas I está correta
- b) Apenas II está correta.
- c) Apenas I e III estão corretas.
- d) Apenas III está correta.
- e) Todas estão corretas.

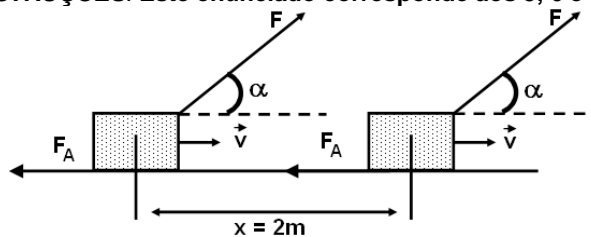
**4. (UFMS)**



Conforme a figura, um corpo de massa  $m$  é elevado contra o campo gravitacional  $g$  com velocidade constante, passando da posição A para as posições B ou C ou D. Desprezando qualquer tipo de atrito, o trabalho realizado é

- a) maior na trajetória AD.
- b) menor na trajetória AD.
- c) menor na trajetória AC.
- d) igual somente nas trajetórias AB e AD.
- e) igual em todas as trajetórias.

**INSTRUÇÕES:** Este enunciado corresponde aos 5, 6 e 7.



**5.** Na figura acima  $F = 100\text{N}$ ,  $\text{sen } \alpha = 0,6$ ,  $\text{cos } \alpha = 0,8$ ,  $F_A = 50\text{N}$  e  $x = 2\text{m}$ . O trabalho da força  $F$  é:

- a) 100J
- b) 200J
- c) 120J
- d) 160J
- e) 80J

**6.** O trabalho realizado pelo peso do corpo e o realizado pela componente vertical da força  $F$  valem, respectivamente:

- a) 100J e 100J
- b) nulo e nulo
- c) 100J e nulo
- d) 200J e nulo
- e) nulo e 100J

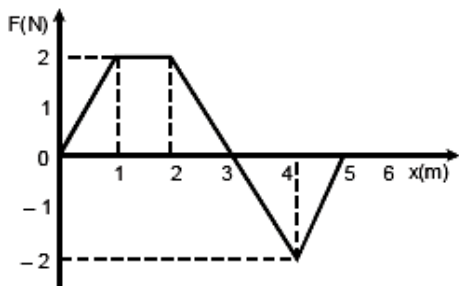
**7.** O trabalho da força de atrito é resistente e igual a:

- a) -50J
- b) -100J
- c) 200J

- d) 50J
- e) 100J

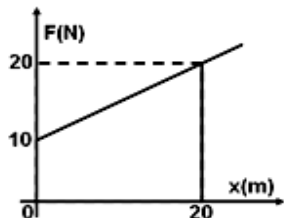
8. (UFSCAR) Um bloco de 10 kg se movimenta em linha reta sobre uma mesa lisa, em posição horizontal, sob a ação de uma força variável que atua na mesma direção do movimento, conforme mostra o gráfico abaixo. O trabalho realizado pela força quando o bloco se desloca da origem até o ponto  $x = 6m$ , é em joules, de:

- a) 1
- b) 6
- c) 4
- d) zero
- e) 2

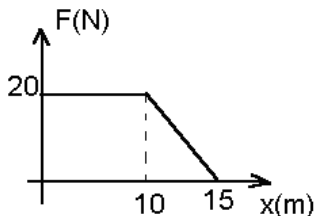


9. (SANTA CASA-SP) A resultante das forças que atuam em uma partícula de 0,1kg de massa inicialmente em repouso, é representada, em função do deslocamento, pelo gráfico figurado. O trabalho desenvolvido pela força para efetuar o deslocamento de 20m, foi igual a:

- a) 300J
- b) 600J
- c) 400J
- d) 800J
- e) 1000J



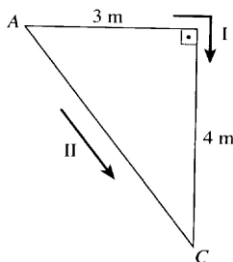
10. (UCS) A força resultante que age numa partícula de 2kg varia em função da posição, conforme gráfico abaixo. Pode-se afirmar que a partícula de



- a) 10 m a 15 m executa um movimento com aceleração negativa.
- b) 0 m a 10 m executa um movimento retilíneo uniforme (MRU).
- c) 0 m a 10 m recebe da força um trabalho de 200 J.
- d) 0 m a 10 m executa um movimento com aceleração nula.
- e) 10 m a 15 m recebe da força um trabalho de 100 J.

11. (Mackenzie-SP) Uma força conservativa realiza um determinado trabalho no deslocamento de um corpo do ponto A até o ponto C, quando este segue a trajetória I. Se o deslocamento do corpo tivesse ocorrido pela trajetória II, este trabalho seria:

- a) o mesmo.
- b) 5/7 do anterior.
- c) 7/5 do anterior.
- d) metade do anterior.
- e) 2 vezes do anterior.



12. (UFPEL) Uma partícula desloca-se em movimento circular uniforme num plano horizontal sem atrito. Podemos afirmar que:

- a) o trabalho realizado pela força resultante é nulo.
- b) o trabalho realizado pela força resultante depende da velocidade da partícula.
- c) o trabalho realizado pela força resultante depende do número de voltas realizado pela partícula.
- d) o trabalho realizado pela força resultante é igual à energia cinética da partícula.
- e) nenhuma das afirmações é verdadeira.

13. (UCSAL) Um carregamento de tijolos, de massa total 400 kg, deve ser elevado até altura de 30 m em 5,0 minutos. Os tijolos são colocados em uma caixa de massa 100 kg e um motor realiza esta tarefa. Adotando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a potência mínima do motor deve ser, em watts, de

- a)  $5,0 \cdot 10^2$
- b)  $5,0 \cdot 10^3$
- c)  $5,0 \cdot 10^4$
- d)  $5,0 \cdot 10^5$
- e)  $5,0 \cdot 10^6$

14. (MACK) Um motor de potência 375 W é utilizado para elevar verticalmente, com velocidade constante, a uma altura de 15 m, uma carga de peso 400 N, em 20 s. O rendimento desse motor é

- a) 50%
- b) 60%
- c) 70%
- d) 80%
- e) 90%

15. (UFCE) Num local onde a aceleração da gravidade vale  $10 \text{ m/s}^2$ , eleva-se, de 50 cm, uma esfera de massa igual a 100 g, em um intervalo de tempo de 5,0 s, com velocidade constante. O trabalho e a potência úteis desenvolvidos nesse processo são, respectivamente,

- a) 0,5 J e 0,1 W
- b) 0,5 J e 1,0 W
- c) 10 J e 1,0 W
- d) 10 J e 2,0 W
- e) 50 J e 2,0 W

**GABARITO**

**EXERCÍCIOS PROPOSTOS**

1) A	2) B	3) A	4) E	5) D
6) B	7) B	8) E	9) A	10) C
11) A	12) A	13) A	14) D	15) A

**ENERGIA MECÂNICA**

**1- ENERGIA**

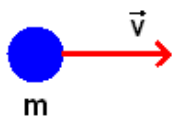
A energia (grandeza escalar) relaciona-se diretamente com o trabalho. Se um sistema físico possui energia, ele é capaz de realizar trabalho.

De acordo com sua fonte, a energia recebe uma denominação: ela pode ser energia mecânica, elétrica, luminosa, sonora, nuclear, etc. Essas diferentes formas de energia são intercambiáveis, isto é, podem ser transformadas de um tipo em outro, tanto por processos naturais como artificiais. **O princípio da conservação de energia diz: a energia não pode ser criada nem destruída, somente pode ser transformada de uma forma em outra.**

A unidade de energia no S.I. é o Joule (J).

## 2- ENERGIA CINÉTICA

É a energia associada ao estado de movimento do corpo. A energia cinética é uma grandeza relativa, pois é função da velocidade que depende do referencial. Assim, uma mesma partícula pode ter, ao mesmo tempo, energia cinética nula para um referencial e não nula para outro referencial.



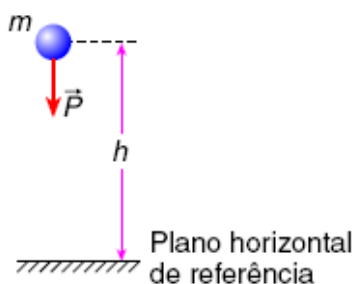
$$E_c = \frac{mV^2}{2}$$

## 3- ENERGIA POTENCIAL

A energia potencial é a energia armazenada num sistema físico e pode ser transformada em energia cinética.

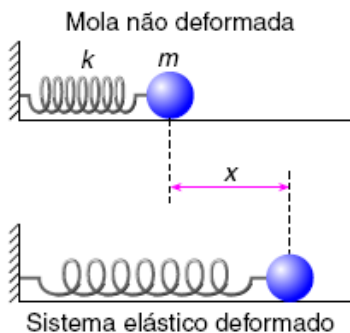
A energia potencial depende da posição do corpo, de um sistema de corpos ou da posição relativa entre as duas partes.

**a- E<sub>p</sub>. gravitacional:** está associada à posição de um corpo no campo gravitacional da terra.



$$E_p = m.g.h$$

**b- E<sub>p</sub>. Elástica:** está associada às deformações elásticas que os corpos apresentam quando sofrem a ação de forças da tração ou de compressão.



$$E_p = \frac{k.x^2}{2}$$

**4- ENERGIA MECÂNICA:** é a soma das energias cinéticas e potencial.

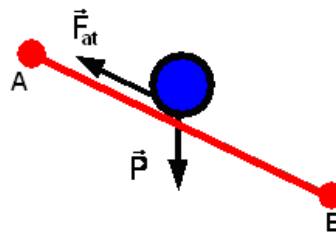
$$E_M = E_C + E_P$$

**5- PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA:** na ausência de forças dissipativas (força de atrito, resistência do ar, etc.) isto é, em um sistema conservativo, a energia mecânica permanece constante.

$$E_M = E_C + E_P = CTE$$

Nos sistemas conservativos, ocorrem, exclusivamente, transformações de energia cinética em potencial e vice-versa. O trabalho realizado por forças conservativas (força peso, força elástica) entre dois pontos não depende da trajetória entre os dois pontos.

**OBS:** No caso de haver força de atrito, a energia mecânica não permanecerá constante.



Neste caso,  $E_{MB} < E_{MA}$  pois, parte da energia é dissipada por atrito.

Trabalho da força de atrito:

$$W_{F_{a_{AB}}} = \Delta E_{M_{AB}}$$

**6- TEOREMA DA ENERGIA CINÉTICA:** o trabalho da força resultante que age num ponto material é igual a variação da energia cinética.

$$W = \Delta E_C = E_{CF} - E_{CI}$$

**OBS.:** é válido para qualquer tipo de sistema (conservativo ou dissipativo).

**7- VARIAÇÃO DA ENERGIA POTENCIAL:** associa-se o conceito de energia potencial sempre que no sistema atuarem somente forças conservativas.

$$W = -\Delta E_P = E_{PI} - E_{PF}$$

## EXERCÍCIOS DE AULA

**1. (VUNESP)** Um corpo de massa 3,0 kg desloca-se livremente, em movimento retilíneo uniforme, sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa, com velocidade de 4,0 m/s. A partir de certo momento, a superfície se torna áspera e, devido à força de atrito constante, o corpo pára.

a) Calcule a energia dissipada pela força de atrito que atuou no corpo.

b) Sabendo que a força de atrito atuou durante 2,0 segundos, calcule o módulo (intensidade) dessa força.

**2. (MACK)** Um corpo é lançado do solo, verticalmente para cima, com velocidade de 8 m/s. Nesse local a resistência do ar é desprezível e a aceleração da gravidade tem módulo 10 m/s<sup>2</sup>. No instante em que a energia cinética desse corpo é igual à metade da que possuía no lançamento, ele se encontra a uma altura de

- a) 3,2 m
- b) 2,4 m
- c) 2,0 m
- d) 1,6 m
- e) 1,2 m

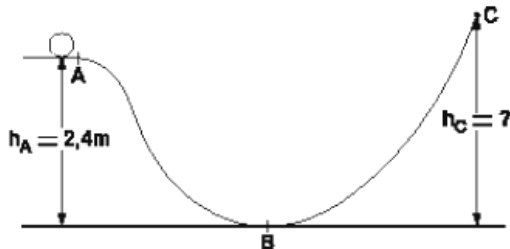
**3. (FATEC)** Uma caixa de cliques para prender papéis, de massa 50 g, caiu de uma mesa de 1,0 m de altura. Sabendo-se que ao atingir o piso a velocidade da caixa era de 4,0 m/s,

pode-se concluir que a energia mecânica perdida na queda, em joules, foi igual a

(Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- a) 0,010
- b) 0,040
- c) 0,050
- d) 0,10
- e) 0,50

4. (FATEC) A figura mostra um objeto de 4 kg que desliza por uma pista que para ele não apresenta atrito. O objeto passa pelo ponto B, que é o ponto mais baixo da pista, com velocidade de 8 m/s.

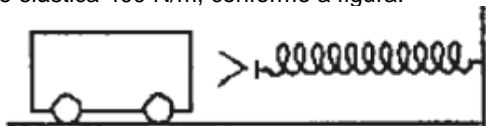


A velocidade com a qual esse objeto passou pelo ponto A e a altura do ponto C, que é o ponto mais alto atingido pelo objeto, são, respectivamente,

(Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- a) 8 m/s e 2,4 m
- b) 6,0 m/s e 2,8 m
- c) 6 m/s e 2,4 m
- d) 4 m/s e 6,0 m
- e) 4 m/s e 3,2 m

5. (FDC) Um carrinho, de massa 4,0 kg, desliza horizontalmente com velocidade de 5,0 m/s, quando colide com uma mola de constante elástica 400 N/m, conforme a figura.



Desprezando a ação de forças dissipativas, a máxima deformação produzida na mola vale, em cm,

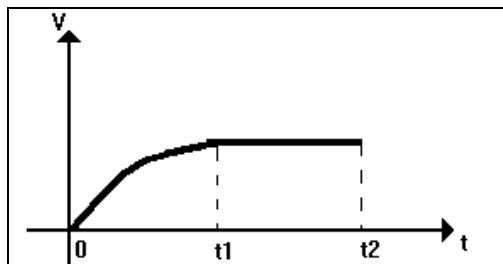
- a) 50
- b) 40
- c) 30
- d) 20
- e) 10

6. (MACK) Um corpo de 200 g é lançado do solo, verticalmente para cima, com energia cinética de 30 J. A aceleração gravitacional no local vale  $10 \text{ m/s}^2$  e, durante a subida, 20% da energia mecânica é perdida. A altura máxima atingida por esse corpo é de

- a) 6 m
- b) 8 m
- c) 10 m
- d) 12 m
- e) 15 m

**EXERCÍCIOS PROPOSTO**

1. (FURG) Uma gota de chuva, com velocidade nula, de uma grande altura e cai verticalmente. Sabe-se que sobre a gota atua uma força de resistência do ar, cuja intensidade aumenta com o aumento da velocidade da gota. O gráfico abaixo mostra o valor da velocidade da gota em função do tempo.



Analise as seguintes afirmativas.

I – No intervalo de 0 a  $t_1$ , o aumento de energia cinética da gota é igual ao decréscimo de sua energia potencial gravitacional.

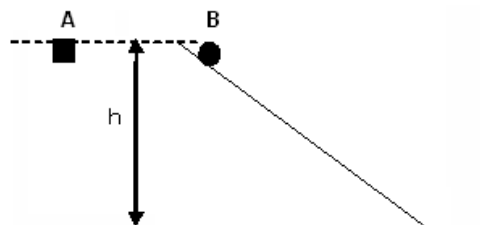
II – No intervalo de  $t_1$  a  $t_2$ , onde a energia cinética da gota não varia, sua energia potencial gravitacional também não varia.

III – No intervalo de 0 a  $t_2$  a energia mecânica da gota varia.

Estão corretas

- a) apenas a I
- b) apenas a II
- c) apenas a III
- d) apenas a I e II
- e) todas

2. (UFPEL) Dois móveis A e B são abandonados simultaneamente de uma altura  $h$  acima do solo. O móvel A cai em queda livre e o móvel B escorrega por um plano inclinado sem atrito. Podemos afirmar que:



- a) A atinge o solo ao mesmo tempo que B e com velocidade maior do que B;
- b) A atinge o solo ao mesmo tempo que B e com velocidade menor do que B;
- c) A atinge o solo ao mesmo tempo que B e com velocidade igual à de B;
- d) A atinge o solo antes do B e com velocidade maior do que B;
- e) A atinge o solo antes de B e com velocidade igual à de B.

3. (UFPEL) Três afirmações são apresentadas a seguir:

I – Sempre que a energia cinética de uma partícula cresce; a potencial decresce.

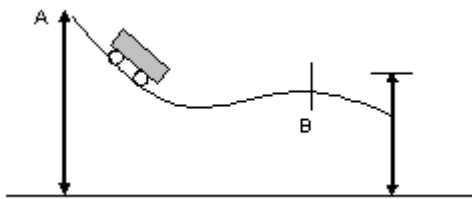
II – Se a energia cinética de uma partícula é constante, o trabalho total realizado sobre ela é nulo.

III – A força peso sempre realiza trabalho nulo.

Dessas afirmações, pode-se dizer que apenas

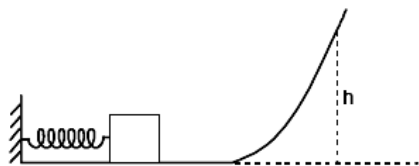
- a) a I está correta.
- b) a I e a II estão corretas.
- c) a II e a III estão corretas.
- d) a I e a III estão corretas.
- e) a II está correta.

**4. (PUCCAMP)** A figura mostra uma montanha-russa, onde o carrinho percorre o trilho ABC sem que ocorra dissipação (perda) de energia. Se o carrinho partir do ponto A, sem velocidade inicial, ele passará pelo ponto B com velocidade igual a: (Dados:  $h_A = 15,0\text{ m}$  ;  $h_B = 11,8\text{ m}$ ;  $g = 10\text{ m/s}^2$ .)



- a) 17,0 m/s
- b) 6,0 m/s
- c) 7,0 m/s
- d) 8,0 m/s
- e) 12,0 m/s

**5. (UFCE)** Um corpo de massa  $m = 1,6\text{ kg}$  é comprimido contra a mola, de constante elástica  $k = 4,0 \cdot 10^2\text{ N/m}$ . Ele é abandonado do repouso quando a deformação da mola é de 20 cm. (Dado:  $g = 10\text{ m/s}^2$ )



Pode-se afirmar que ele atingirá, no máximo, uma altura  $h$ , em metros, igual a

- a) 2,0
- b) 1,5
- c) 1,0
- d) 0,50
- e) 0,25

**6. (FURG)** Um objeto de massa 0,2 kg é lançado verticalmente para cima com uma energia cinética de 1000 J. Durante a subida, uma energia de 200 J é dissipada devido ao atrito com o ar. Considere  $g = 10\text{ m/s}^2$ . A altura máxima atingida pelo objeto é:

- a) 200 m
- b) 400 m
- c) 500 m
- d) 800 m
- e) 1000 m

**7. (Unisinos)** Uma bola de massa 200g é lançada do solo, verticalmente para cima, com velocidade inicial de 10 m/s. Desconsiderando o atrito com o ar, no ponto mais alto de sua trajetória, a energia cinética da bola será....., enquanto sua aceleração terá módulo.....

As lacunas são corretamente preenchidas, respectivamente, por

- a) 10 J;  $10\text{ m/s}^2$
- b) 20 J;  $5\text{ m/s}^2$
- c) 10 J; nulo
- d) nula;  $10\text{ m/s}^2$
- e) nula; nulo.

**8. (OSEC-SP)** Um corpo de 2 Kg é empurrado contra uma mola cuja constante elástica é de 500 N/m comprimindo-a de 20 cm. Ele é liberado e a mola o projeta ao longo de uma superfície lisa e horizontal, que termina numa rampa inclinada. Determine a altura (em cm) atingida pelo corpo

- a) 50 cm
- b) 60 cm
- c) 70cm
- d) 80 cm
- e) 100 cm

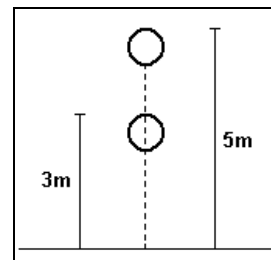
**9. (FUVEST)** Uma rampa forma um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal. Nessa rampa um homem percorre uma distância de 4 m levando um carrinho de mão onde se encontra um objeto de 60 kg. Qual a maior energia potencial que o objeto pode ganhar?

- a) 1200 J
- b) 600 J
- c) 100 J
- d) 150 J
- e) 300 J

**10. (UFSM)** Um ciclista desce uma ladeira com forte vento pela frente, deslocando-se com velocidade constante. Pode-se afirmar que as variações das energias cinética ( $\Delta E_c$ ) e potencial gravitacional ( $\Delta E_p$ ) são

- a) ( $\Delta E_c$ ) = 0 e ( $\Delta E_p$ ) = 0
- b) ( $\Delta E_c$ ) > 0 e ( $\Delta E_p$ ) < 0
- c) ( $\Delta E_c$ ) = 0 e ( $\Delta E_p$ ) > 0
- d) ( $\Delta E_c$ ) < 0 e ( $\Delta E_p$ ) < 0
- e) ( $\Delta E_c$ ) = 0 e ( $\Delta E_p$ ) < 0

**11. (PUC)** Uma bola de massa igual a 500 g cai em queda livre uma altura de 5 m, choca-se contra solo e retorna até uma altura de 3 m, como mostra a figura.



Se a aceleração da gravidade  $g = 10\text{ m/s}^2$ , a energia dissipada em atrito com o solo durante a colisão, em J, foi de:

- a) 10
- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50

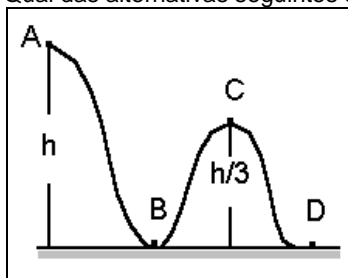
**12. (UEFS)** Um corpo de 500 g encontra-se a uma altura de 5 m e é lançado verticalmente para baixo com velocidade de 2 m/s. Desprezando-se a resistência do ar e considerando-se  $g = 10\text{ m/s}^2$ , a energia cinética, em J, com que o corpo atinge o solo é

- a) 26
- b) 25
- c) 24
- d) 23
- e) 20

**13. (UFSM)** Uma partícula de 2 kg de massa é abandonada de uma altura de 10 m. Depois de um certo intervalo tempo, logo após o início do movimento, a partícula atinge uma velocidade de módulo 3 m/s. Durante esse intervalo de tempo, o trabalho (em J) da força peso sobre a partícula, ignorando a resistência do ar, é :

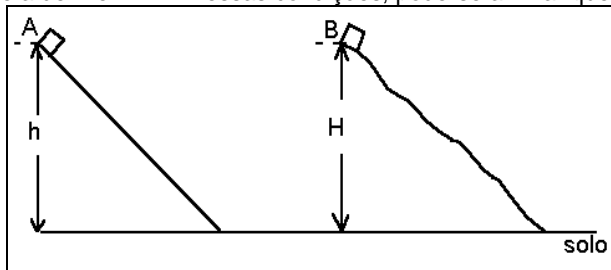
- a) 6
- b) 9
- c) 20
- d) 60
- e) 200

14. (FURG) Uma pequena esfera de massa igual a 1 kg desliza, sem atrito, ao longo de um trilho ABCD mostrado na figura abaixo. Em A, a energia cinética da esfera é 5J e sua energia potencial 27 J. Qual das alternativas seguintes está correta?



- a) A energia cinética em C é 8J e a energia potencial, 9J.
- b) A energia cinética em C é 23J e a energia potencial, 9J.
- c) A energia cinética em B é 27 J e a energia potencial, zero.
- d) A energia cinética permanece constante em todo o movimento.
- e) A energia potencial em A é igual a energia cinética em D.

15. (UFPEL) Dois corpos, A e B, partem do repouso no topo das guias perfeitamente lisas mostradas na figura abaixo. A resistência do ar é desprezível, a massa de A é maior do que a de B e  $H = h$ . Nessas condições, pode-se afirmar que:



- a) o corpo A chega ao solo com maior velocidade porque sua massa é maior do que a de B.
- b) o corpo B chega ao solo com maior velocidade porque percorre uma distância maior.
- c) o corpo A chega ao solo com maior velocidade porque sua trajetória é retilínea e há conservação de sua energia mecânica.
- d) os dois corpos chegam ao solo com a mesma velocidade porque o corpo de menor massa percorre maior distância.
- e) os dois corpos chegam ao solo com a mesma velocidade porque há conservação da energia mecânica de ambos.

**GABARITO**

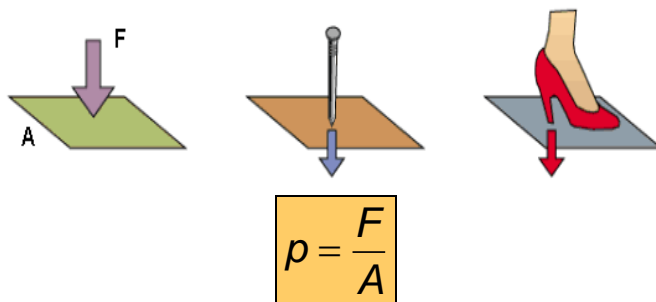
**EXERCÍCIOS PROPOSTOS**

1) C	2) E	3) E	4) D	5) D
6) B	7) D	8) A	9) A	10) E
11) A	12) A	13) B	14) B	15) E

**HIDROSTÁTICA**

**1- PRESSÃO**

É uma grandeza escalar cujo módulo é a razão entre a força aplicada (normal à superfície) e a área de contato (entre a força e a superfície).



No sistema internacional de medidas  $\Rightarrow$  Unidade (p) =  $\frac{N}{m^2}$

Exemplos:

- em países de inverno muito rigoroso é comum as pessoas atravessarem a superfície recentemente congelada dos lagos arrastando-se deitadas. Fazem isso, pois dessa forma a área de contato é maior e a pressão que exercem sobre o gelo é menor. Dessa forma diminuem o risco de quebrar o gelo ao atravessarem.

- cama de pregos



**2 - MASSA ESPECÍFICA (VOLUMÉTRICA) OU DENSIDADE ABSOLUTA**

A massa específica de uma substância que constitui um corpo homogêneo de massa  $m$  e volume  $V$  é definida por

$$\mu = d = \frac{m}{V}$$

Unidade no SI  $\Rightarrow$  ( $\mu$ ) =  $\frac{Kg}{m^3}$

**OBS:** CONVERSÃO DE UNIDADES:  $1 \frac{g}{cm^3} = 10^3 \frac{Kg}{m^3}$

**OBS:** SUBSTÂNCIA x CORPO

A densidade de um corpo pode não ter o mesmo valor da densidade absoluta da substância que constitui o corpo. Os valores são iguais somente quando o corpo for maciço e homogêneo.

**OBS:** PESO DE UM CORPO

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow m = d \cdot V$$

$$P = m \cdot g$$

$$P = d \cdot g \cdot V$$

**3- PESO ESPECÍFICO**

O peso específico  $\gamma$  da substância que constitui um corpo homogêneo de peso  $P$  e volume  $V$  é definido por

$$\gamma = \frac{P}{V}$$



$$\gamma = \frac{m \cdot g}{V} \Rightarrow \gamma = \mu \cdot g$$

#### 4- DENSIDADE RELATIVA

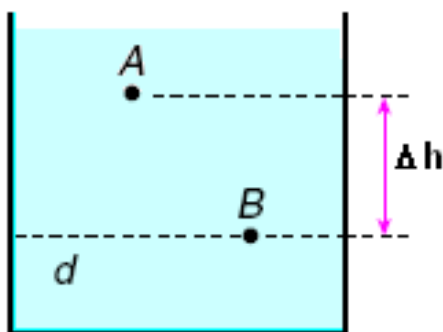
É a densidade  $d_{xy}$  da substância  $x$  em relação à substância  $y$ .

$$d_{xy} = \frac{\mu_x}{\mu_y}$$

Quando não se fala de densidade de uma substância, sem qualquer outra indicação, fica subentendido que se trata da densidade da substância considerada em relação à água a 4 °C ( $d=1\text{g/cm}^3$ ) e sob pressão normal.

#### 5- TEOREMA DE STEVIN

A diferença de pressão entre dois pontos no interior de um líquido em equilíbrio é igual ao produto de sua massa específica pela aceleração da gravidade e pela diferença de nível entre esses pontos considerados.



$$P_A - P_B = d \cdot g \cdot (h_A - h_B)$$

$$\Delta P = d \cdot g \cdot \Delta h$$

#### 6- PRESSÃO DE UMA COLUNA DE LÍQUIDO, PRESSÃO HIDROSTÁTICA, PRESSÃO EFETIVA OU PRESSÃO RELATIVA

O TEOREMA DE Stevin permite concluir que uma coluna de líquido exerce sobre a base uma pressão, devido ao seu peso, é definida por:

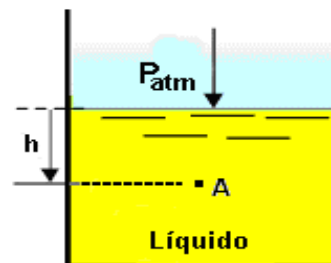
$$P = \mu \cdot d \cdot h$$



Onde  $d$  é a densidade do líquido,  $g$  é a aceleração da gravidade e  $h$  é a altura da coluna de líquido.

#### 7- PRESSÃO ABSOLUTA OU TOTAL

A pressão total da coluna líquida corresponderá à soma da pressão exercida pelo ar na superfície livre superior (pressão atmosférica) com a pressão exercida pela coluna de líquido.

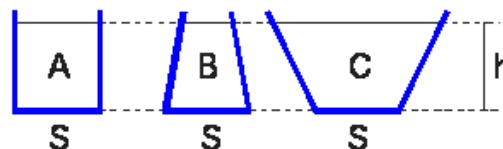


$$P_A = P_{atm} + d \cdot g \cdot h$$

OBS: Na água ( $d=1 \text{ g/cm}^3$ ), a cada 10m de profundidade a pressão aumenta 1 atm.

#### 8 - Conseqüências do Teorema de Stevin

- 1º) a pressão aumenta com a profundidade
- 2º) num mesmo nível as pressões são iguais
- 3º) a superfície livre de um líquido em equilíbrio é plana e horizontal
- 4º) Paradoxo Hidrostático: A força exercida pelo líquido no fundo de cada recipientes são iguais.



$$P_A = P_B = P_C$$

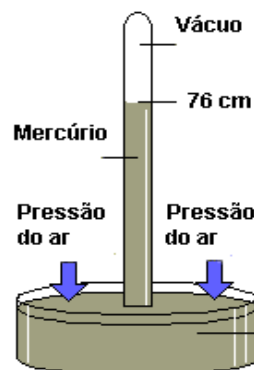
$$S_A = S_B = S_C \Rightarrow F_A = F_B = F_C$$

#### 9 - PRESSÃO ATMOSFÉRICA - EXPERIÊNCIA DE TORRICELLI

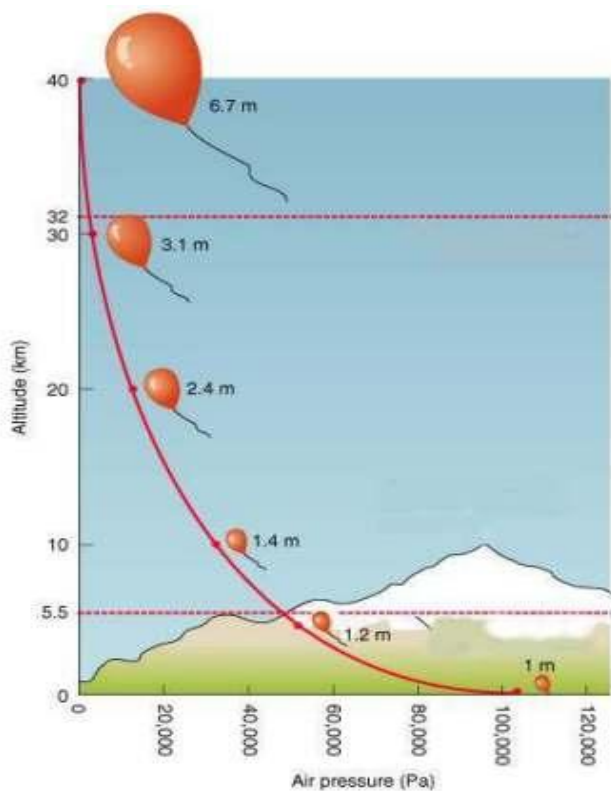
A pressão atmosférica é a pressão exercida pelo peso do ar atmosférico sobre qualquer superfície em contato com ele. A pressão atmosférica é tanto menor quanto maior for a altitude do local.

Para determinar o valor da pressão atmosférica, Torricelli utilizou um tubo de vidro de 1m de comprimento cheio de mercúrio e estando ao nível do mar, colocou a extremidade livre do tubo num recipiente contendo mercúrio e observou que o mercúrio desceu dentro do tubo até estabilizar-se numa altura de 76 cm acima da superfície livre do mercúrio do recipiente.

Torricelli concluiu que esta coluna de 76 cm do mercúrio equilibrava a coluna de ar considerada pressão atmosférica.

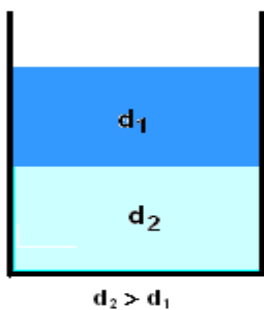


$$P_{atm} = 76 \text{ cm Hg} = 101.325 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ atm}$$



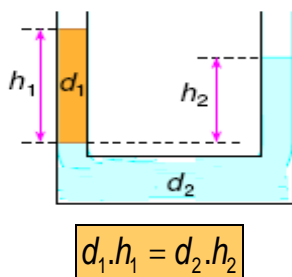
**10 - VASOS COMUNICANTES (TUBO EM U) COM LÍQUIDOS IMISCÍVEIS**

Quando dois líquidos que não se misturam (imiscíveis) são colocados num mesmo recipiente, eles se dispõem de modo que o líquido de maior densidade ocupe a parte de baixo e o de menor densidade a parte de cima. A superfície de separação entre eles é horizontal.



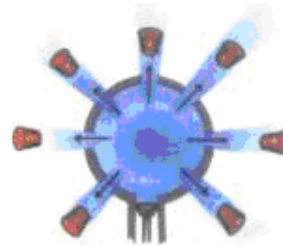
Por exemplo, se o óleo e a água forem colocados com cuidado num recipiente, o óleo fica na parte superior porque é menos denso que a água, que permanece na parte inferior.

Caso os líquidos imiscíveis sejam colocados num sistema constituídos por vasos comunicantes, como um tubo em U, eles se dispõem de modo que as alturas das colunas líquidas, medidas a partir da superfície de separação, sejam proporcionais às respectivas densidades

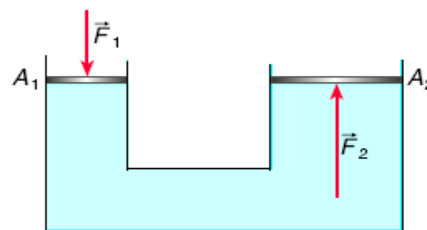


**11 - PRINCÍPIO DE PASCAL**

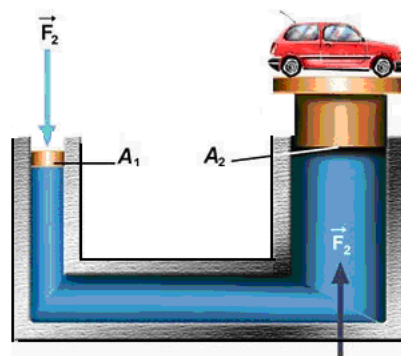
O acréscimo de pressão dado a um ponto de um líquido em equilíbrio transmite-se integralmente para todos os pontos do líquido.



Uma das aplicações do princípio de Pascal é a prensa hidráulica.



$$\Delta P_1 = \Delta P_2 \quad \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$



A prensa hidráulica é um multiplicador de forças.

Os trabalhos realizados nos êmbolos são iguais:

$$W_1 = W_2 \leftrightarrow F_1 \cdot x_1 = F_2 \cdot x_2$$

Em que:

$S_1$  → área do êmbolo menor

$S_2$  → área do êmbolo maior

$F_1$  → força aplicada no êmbolo menor

$F_2$  → força aplicada no êmbolo maior

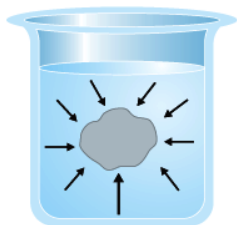
$x_1$  → deslocamento do êmbolo menor

$x_2$  → deslocamento do êmbolo maior

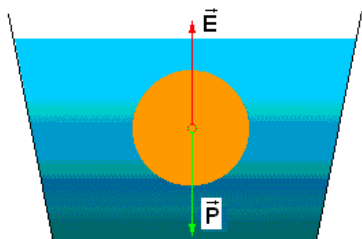
**12 - PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES**

Quando um corpo se encontra imerso num fluido (num líquido, por exemplo), fica sujeito a uma força vertical, dirigida de baixo para cima, de valor igual ao peso do volume de fluido que é deslocado pela presença do corpo. Esta lei, conhecida por Princípio de Arquimedes, já tem mais de dois mil anos!

A força deve-se à diferença de pressão exercida na parte de baixo e na parte de cima do objeto.



Quando um corpo está imerso num líquido este exerce sobre o corpo forças que, em cada ponto do corpo, são o produto da pressão pela área elementar em torno desse ponto. A direção da força é a da perpendicular à superfície do corpo nesse mesmo ponto.

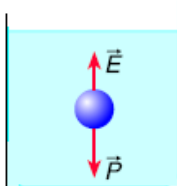


A intensidade da força é dada por

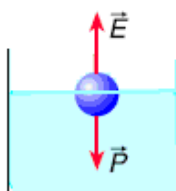
$$E = d_L \cdot V_L \cdot g$$

Quando um corpo é colocado totalmente submerso (imerso) em um líquido, distinguem-se três casos:

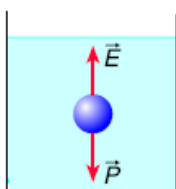
1º) peso do corpo maior que o empuxo ( $P > E$ ). O corpo desce com aceleração constante ( $d_c > d_L$ )



2º) peso do corpo menor que o empuxo ( $P < E$ ). O corpo sobe com aceleração constante até flutuar na superfície do líquido. Quando o corpo flutua o peso torna-se igual ao empuxo ( $P = E$  e  $d_c < d_L$ )

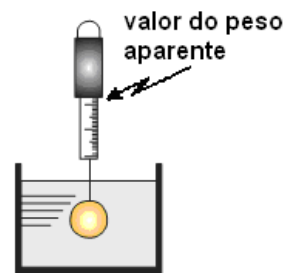


3º) o peso do corpo é igual ao empuxo ( $P = E$ ). O corpo fica em equilíbrio, qualquer que seja o ponto em que tenha sido colocado. ( $d_c = d_L$ )



### 13 - PESO APARENTE

Quando um corpo mais denso que um líquido é totalmente imerso nesse líquido, observa-se que o valor de seu peso, dentro desse líquido, é aparentemente menor do que no ar. A diferença entre o valor do peso no ar e o empuxo, corresponde ao peso aparente.



$$P_{ap} = P - E$$

No mar Morto, na Palestina, uma pessoa pode flutuar facilmente, com parte de seu corpo fora da água.



### EXERCÍCIOS DE AULA

1. (VUNESP) Uma jovem de 60 kg está em pé sobre o assoalho de uma sala, observando um quadro.

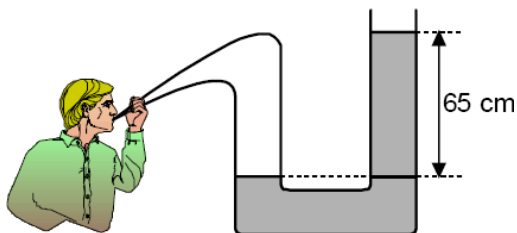
- Considerando a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , determine a força que ela exerce sobre o assoalho.
- A jovem está usando sapatos de saltos e a área da base de cada salto é igual a  $1,0 \text{ cm}^2$ . Supondo que um dos saltos suporte  $1/3$  do peso da jovem, determine a pressão  $p$ , em  $\text{N/m}^2$ , que este salto exerce sobre o assoalho.

2. (VUNESP) Uma pessoa num barco espera sua amiga mergulhadora que persegue um peixe a 10 m abaixo da superfície do mar. Considere a densidade da água como sendo  $1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ , a pressão atmosférica ao nível do mar igual a  $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  e  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- Qual a pressão exercida sobre a mergulhadora?
- Considerando a superfície da área da pessoa que ficou no barco  $1 \text{ m}^2$ , qual a força que essa pessoa, ao nível do mar, sofre devido à pressão atmosférica? Por que essa força não esmaga a pessoa?

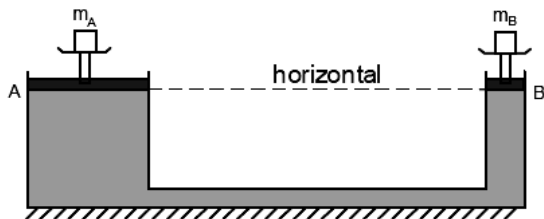
3. (MACK) Com um máximo de expiração, um estudante, soprando de um lado de um manômetro cujo líquido manométrico é a água, produz um desnível do líquido de aproximadamente 65 cm entre os dois ramos do tubo manométrico. Nessas condições, pode-se afirmar que a pressão efetiva exercida pelos pulmões do estudante é de

(Adotar  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $m_{\text{água}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$ )



- a) 6,5 Pa
- b)  $6,5 \cdot 10 \text{ Pa}$
- c)  $6,5 \cdot 10^2 \text{ Pa}$
- d)  $6,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
- e)  $6,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$

4. (FUVEST) Considere o arranjo da figura, onde um líquido está confinado na região delimitada pelos êmbolos A e B, de áreas  $a = 80 \text{ cm}^2$  e  $b = 20 \text{ cm}^2$ , respectivamente. O sistema está em equilíbrio.



Despreze os pesos dos êmbolos e os atritos. Se  $m_A = 4,0 \text{ kg}$ , qual o valor de  $m_B$ ?

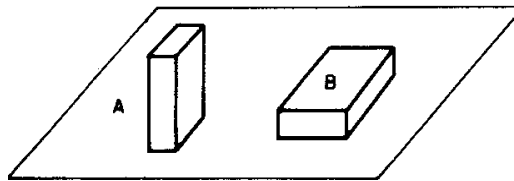
- a) 4 kg
- b) 16 kg
- c) 1 kg
- d) 8 kg
- e) 2 kg

5. (FUVEST) Um tijolo tem massa igual a 2 kg e volume de  $1.000 \text{ cm}^3$ .

- a) Calcule a densidade do tijolo.
- b) Calcule o peso aparente do tijolo quando totalmente imerso em água.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1. (FURG) Dois tijolos de mesma massa e mesmas dimensões A e B estão apoiados sobre uma superfície horizontal como na figura.



Pode-se afirmar que

- a) o tijolo A exerce maior pressão sobre a mesa do que o tijolo B.
- b) o tijolo B exerce maior pressão sobre a mesa do que o tijolo A.
- c) o tijolo A exerce sobre a mesa uma força maior do que a exercida por B.
- d) o tijolo B exerce sobre a mesa uma força maior do que a exercida por A.
- e) as forças e as pressões exercidas por A e B sobre a mesa são iguais.

2. (UEL) Quando um juiz de futebol aperta uma bola para testar se ela está com pressão adequada para ser utilizada num jogo, ele a pressiona com os dois polegares simultaneamente. Tal procedimento é uma avaliação subjetiva da pressão interna da bola. Com relação à pressão exercida pelos polegares do juiz, é correto afirmar:

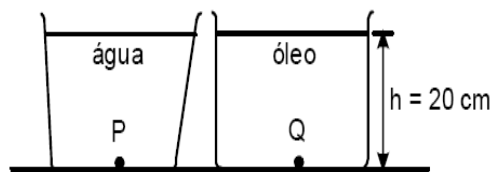
- a) É diretamente proporcional ao quadrado da área da bola.
- b) É inversamente proporcional à área dos polegares em contato com a bola.
- c) É inversamente proporcional à força aplicada.
- d) É diretamente proporcional à área dos polegares.
- e) Independe da área dos polegares.

3. (UDESC) A máxima pressão a que o corpo humano pode ser submetido, sem danos físicos, é de 4,0 atm. Sabendo-se que a água de um lago apresenta densidade ( $\rho$ ) igual a  $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , e que a pressão atmosférica na superfície é igual a 1,0 atm, calcule a profundidade máxima que um mergulhador deve atingir. Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $1,0 \text{ atm} = 1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

4. (FURG) Uma grande piscina e um pequeno tanque, um ao lado do outro, contêm água a uma mesma profundidade. Podemos afirmar que:

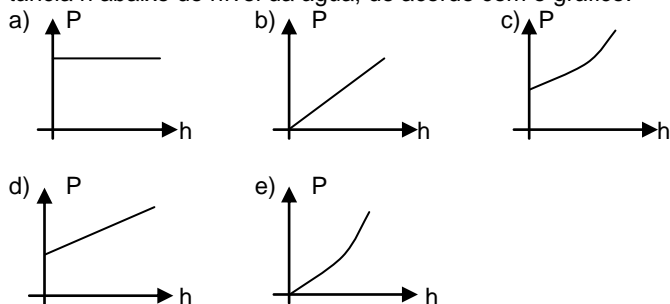
- a) a pressão e a força total exercida pela água, no fundo da piscina, são maiores que no fundo do tanque.
- b) a pressão, no fundo da piscina, é menor que no fundo do tanque e as forças totais exercidas pela água, nas duas situações, são iguais.
- c) a pressão, no fundo da piscina, é maior que no fundo do tanque e as forças totais, exercidas pela água, nas duas situações, são iguais.
- d) a força total exercida pela água, no fundo da piscina, é maior que no tanque, mas as pressões são iguais.
- e) a força total exercida pela água, no fundo da piscina, é menor que no tanque, mas as pressões são iguais.

5. (CESCEM) Considere os dois vasilhames a seguir, um contendo água e o outro óleo, com densidades  $1 \text{ g/cm}^3$  e  $0,8 \text{ g/cm}^3$ , respectivamente. Em relação às pressões hidrostáticas nos pontos P e Q, pode-se dizer:



- a) a pressão no ponto P é maior do que a pressão no ponto Q, porque os vasilhames têm formas diferentes.
- b) a pressão no ponto P é igual à pressão no ponto Q, porque os dois estão à mesma profundidade.
- c) a pressão no ponto P é maior do que no ponto Q, porque o óleo é menos denso do que a água.
- d) só se podem comparar pressões em vasos da mesma forma.
- e) é preciso conhecer o coeficiente de viscosidade do óleo e o volume dos líquidos para poder comparar as pressões hidrostáticas em P e Q.

6. (UFSC) Em um lago, a pressão p relaciona-se com a distância h abaixo do nível da água, de acordo com o gráfico:



7. (PUC) Sabe-se que a pressão hidrostática na água varia em aproximadamente uma atmosfera para cada 10 m de variação na profundidade. Portanto, num ponto a 50 m de profundidade, a pressão total vale

- a) 2 atm
- b) 3 atm
- c) 5 atm
- d) 6 atm
- e) 8 atm

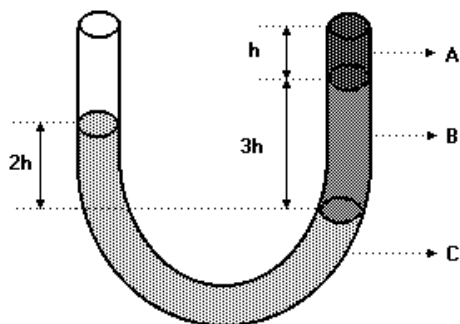
8. (UFRS) Selecione a alternativa que apresenta as palavras que preenchem corretamente as lacunas nas afirmações seguintes:

I – Na atmosfera terrestre, a pressão atmosférica ..... à medida que aumenta a altitude.

II – No mar, a pressão na superfície é ..... do que a pressão a dez metros de profundidade.

- a) aumenta – maior.
- b) permanece constante – menor.
- c) permanece constante – maior.
- d) diminui – maior.
- e) diminui – menor.

9. (MACK) Num tubo em U, de extremidades abertas, encontram-se em equilíbrio três líquidos não miscíveis, conforme a figura a seguir. Os líquidos A e B têm densidades respectivamente iguais a  $0,80\text{g/cm}^3$  e  $1,0\text{g/cm}^3$ . A densidade do líquido C é:



- a)  $0,2\text{ g/cm}^3$ .
- b)  $1,9\text{ g/cm}^3$ .
- c)  $2,7\text{ g/cm}^3$ .
- d)  $3,6\text{ g/cm}^3$ .
- e)  $5,4\text{ g/cm}^3$ .

10. (ACAFE) As afirmações abaixo referem-se à Mecânica dos Fluidos.

- I – Forças iguais produzem sempre pressões iguais.
- II – A pressão exercida por um líquido em repouso no fundo do recipiente que o contém, depende do volume do líquido.
- III – Os peixes que vivem nas profundezas dos oceanos não podem vir à superfície, pois explodirão.
- IV – O peso de um objeto que flutua livremente num líquido em repouso é sempre igual ao empuxo exercido sobre ele.

A alternativa, contendo todas as afirmações que são VERDADEIRAS, é:

- a) III – IV.
- b) I – II – III – IV.
- c) I – III.
- d) II – IV.
- e) II – III – IV.

11. (FURG) Dois blocos de  $10\text{ cm}^3$  cada, sendo um de madeira e o outro de ferro, são ambos totalmente mergulhados em água. Em relação a isso, pode-se afirmar que

- a) o empuxo exercido sobre o bloco de madeira é menor, porque a madeira é menos densa do que o ferro.
- b) o empuxo exercido sobre o bloco de ferro é menor, porque o ferro é mais denso do que a madeira.
- c) os empuxos são iguais em ambos, apesar das densidades da madeira e do ferro serem diferentes.
- d) não se pode afirmar em qual caso é maior o empuxo, pois não se sabe se os blocos são maciços.
- e) não haverá empuxo sobre a madeira, porque esta é menos densa do que a água.

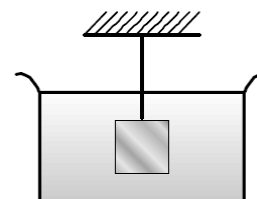
12. (PUCRS) Um objeto com  $10\text{ kg}$  de massa e  $5 \cdot 10^3\text{ cm}^3$  de volume é colocado dentro de um tanque contendo água cuja massa específica é  $1\text{ g/cm}^3$ . Sendo a aceleração da gravidade igual a  $10\text{ m/s}^2$ , o peso aparente desse objeto na água, em N, é:

- a) 70
- b) 50
- c) 30
- d) 25
- e) 10

13. (FATEC) Uma bola de borracha, cheia de ar, possui volume de  $6,0 \cdot 10^3\text{ cm}^3$  e massa de  $200\text{ g}$ . Adote  $g = 10\text{ m/s}^2$ . Para mantê-la totalmente imersa na água, cuja densidade é  $1,0\text{ g/cm}^3$ , devemos exercer uma força vertical de intensidade, em newtons, igual a

- a) 66
- b) 58
- c) 30
- d) 6,0
- e) 2,0

14. (UEL) Num béquer que contém  $800\text{ g}$  de água coloca-se um bloco metálico, de  $400\text{ g}$  e  $50\text{ cm}^3$  de volume, suspenso por um fio. A densidade da água é  $1,0 \cdot 10^3\text{ kg/m}^3$  e a aceleração da gravidade,  $10\text{ m/s}^2$ .

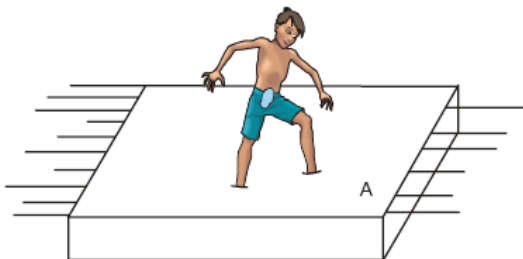


A tração no fio e a força exercida no fundo do béquer valem, respectivamente, em newtons,

- a) 0,5 e 8,0
- b) 0,5 e 8,5
- c) 3,5 e 8,0

- d) 3,5 e 8,5
- e) 4,0 e 8,0

15. (FATEC) Uma tábua, de área superficial A e de espessura 10 cm, colocada na água, sustenta um menino de massa 30 kg, de tal forma que a superfície livre da água tangencie a superfície superior da tábua.



Sendo dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $d_{\text{madeira}} = 0,70 \text{ g/cm}^3$  e  $d_{\text{água}} = 1,0 \text{ g/cm}^3$ , a área A vale, em  $\text{m}^2$ ,

- a) 1,0
- b) 1,5
- c) 3,0
- d) 4,5
- e) 6,0

**GABARITO**

**EXERCÍCIOS PROPOSTOS**

1) A	2) B	3) 30m	4) D	5) C	6) D
7) D	8) E	9) B	10) A	11) C	12) B
13) B	14) D	15) A			

**HIDRODINÂMICA**

**1 - REGIMES DE ESCOAMENTO**

**a) PERMANENTE, LAMELAR OU ESTACIONÁRIO:**

Um escoamento é dito permanente quando, escolhido qualquer ponto P da corrente, todas as partículas que ali passarem apresentar a mesma velocidade  $\vec{V}$ .

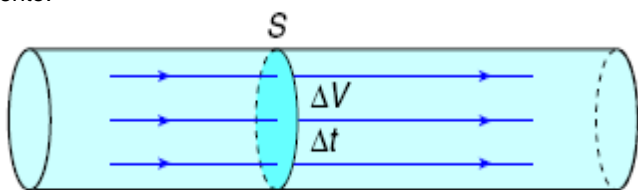
**b) VARIADO OU TURBILHONAR**

Um escoamento é dito variado quando as partículas apresentarem velocidades diferentes ao passarem pelo mesmo ponto P escolhido na corrente.

**OBS:** Os fluidos que serão estudados têm escoamento lamelar, irrotacional, incompressíveis e sem viscosidade.

**2. VASÃO OU DESCARGA**

É o quociente entre o volume do líquido que passa pela seção transversal de um conduto e o tempo de escoamento.



$$V_a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$V_a =$  vasão

$$V_a = A \cdot v$$

$\Delta t =$  intervalo de tempo

$\Delta V =$  volume  
 $v =$  velocidade

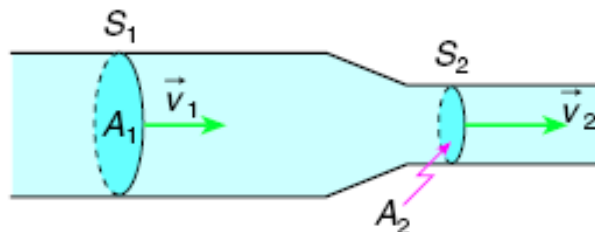
A = área  
 $SI = \text{m}^3/\text{s}$

**3. FLUXO DE MASSA ( $\phi$ )**

O fluxo de massa em um conduto é o quociente da massa de fluido que escoou através de uma seção transversal do conduto pelo tempo de escoamento.

$$\Phi = \frac{m}{\Delta t} \quad SI = \text{kg/s}$$

**4. EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE**



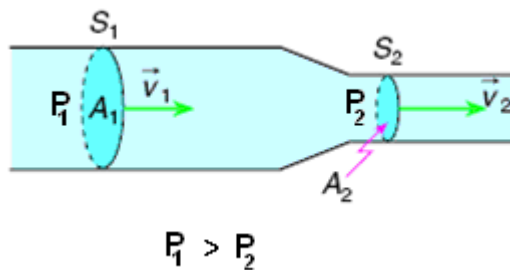
Num condutor de vazão constante, a velocidade de escoamento é inversamente proporcional à área da seção transversal do mesmo.

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \Rightarrow A \cdot v = CTE$$

$v =$  velocidade       $A =$  área

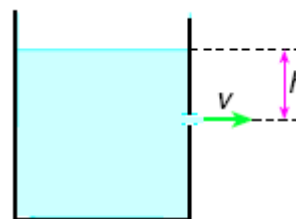
**5. EFEITO BERNOULLI**

No trecho em que a velocidade  $v$  é maior, a pressão  $p$  é menor.



**6. VELOCIDADE DE ESCOAMENTO - EQUAÇÃO DE TORRICELLI**

A velocidade de escoamento de um líquido através de um orifício existente numa parede de um recipiente é igual a de uma partícula que caísse livremente de um desnível igual ao que separa a superfície livre do ponto médio do orifício considerado.



$$v^2 = 2g\Delta h$$

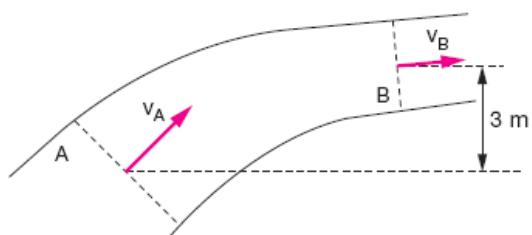
**EXERCÍCIOS DE AULA**

1. (UFPA) Em 5 minutos, um carro-tanque descarrega 5 000 L de gasolina, através de um mangote cuja seção transversal tem área igual a  $0,00267 \text{ m}^2$ . Pergunta-se:



- Qual a vazão volumétrica média desse escoamento, em litros por segundo?
- Considerando os dados indicados na figura e  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , qual a vazão volumétrica, em litros por segundo, no início do processo de descarga do combustível?
- O valor obtido no item b deve ser maior, menor ou igual ao do item a?

2. O tubo da figura tem 50 cm de diâmetro na seção A e 40 cm na seção B. A pressão em A é  $2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ .

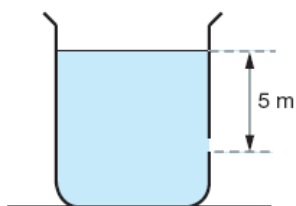


O óleo transmitido por este tubo tem massa específica igual a  $0,8 \text{ g/cm}^3$  e sua vazão é de  $70 \text{ L/s}$ . Considere  $\pi = 3$ .

- Calcule  $v_A$  e  $v_B$ .
- Calcule a pressão no ponto B.

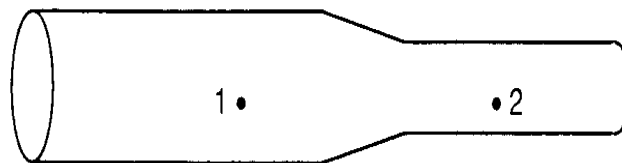
3. A figura mostra a água contida num reservatório de grande seção transversal. Cinco metros abaixo da superfície livre existe um pequeno orifício de área igual a  $3 \text{ cm}^2$ .

Admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , calcule a vazão através desse orifício, em litros por segundo.



EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1. (UFSM)



A figura representa uma tubulação horizontal em que escoo um fluido ideal.

A velocidade de escoamento do fluido no ponto 1 é \_\_\_\_\_ que a verificada no ponto 2, e a pressão no ponto 1, em relação à pressão no ponto 2, é \_\_\_\_\_.

Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas.

- maior – maior
- maior – menor
- menor – maior
- menor – menor
- maior – igual

2. (UFSM) Um fluido ideal percorre um cano cilíndrico em regime permanente. Em um estrangulamento onde o diâmetro do cano fica reduzido à metade, a velocidade do fluido fica

- reduzida a 1/4.
- reduzida à metade.
- a mesma.
- duplicada.
- quadruplicada.

3. (UFSM) A água flui com uma velocidade  $v$ , através de uma mangueira de área de seção reta A colocada na horizontal. Se, na extremidade da mangueira, for colocado um bocal de área A/6, a água fluirá através dele, com velocidade de



- $v/6$
- $v/3$
- $v$
- $3v$
- $6v$

4. (UFSM) Em um cano de  $5 \text{ cm}^2$  de seção reta ligado a um tanque, escoo água em regime permanente. Se, em 15 s, o cano despeja  $0,75 \text{ L}$  de água no recipiente, então a velocidade da água no cano é, em centímetros por segundo,

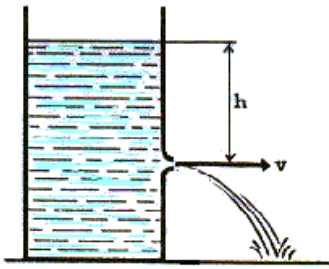
- 0,01
- 0,1
- 1,0
- 10,0
- 100,0

5. (UFSM) Um líquido ideal preenche um recipiente até certa altura. A 5 metros abaixo de sua superfície livre, esse recipiente apresenta um orifício com  $2 \text{ cm}^2$  de área, por onde o líquido escoo. Considerando o módulo da aceleração gravitacional  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e não alterando o nível da superfície livre, a vazão através do orifício, em  $\text{m}^3/\text{s}$ , vale:

- $1 \cdot 10^{-3}$
- $2 \cdot 10^{-3}$

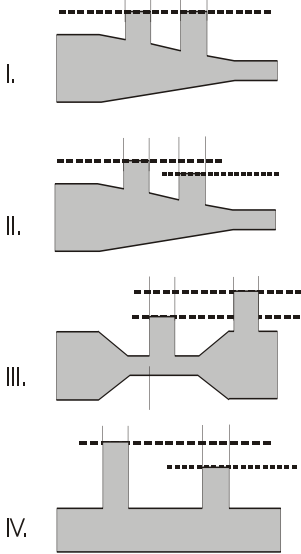
- c)  $3 \cdot 10^{-3}$
- d)  $4 \cdot 10^{-3}$
- e)  $5 \cdot 10^{-3}$

6. (MACK) A figura ilustra um reservatório contendo água. A 5 m abaixo da superfície livre existe um pequeno orifício de área igual a  $3 \text{ cm}^2$ . Admitindo  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , podemos afirmar que a vazão instantânea através desse orifício é:



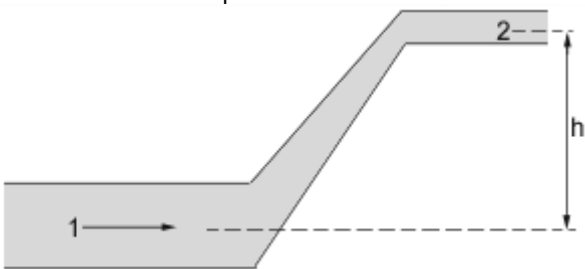
- a) 2 L/s
- b) 3 L/s
- c) 1 L/s
- d) 10 L/s
- e) 15 L/s

7. (UFMS) As figuras representam seções de canalizações por onde flui, da esquerda para a direita, sem atrito e em regime estacionário, um líquido incompressível. Além disso, cada seção apresenta duas saídas verticais para a atmosfera, ocupadas pelo líquido até as alturas indicadas. As figuras em acordo com a realidade física são :



- a) II e III.
- b) I e IV.
- c) II e IV.
- d) III e IV.
- e) I e III.

8. (UFMS) Água escoar em uma tubulação, onde a região 2 situa-se a uma altura  $h$  acima da região 1, conforme figura a seguir. É correto afirmar que:



- a) a pressão cinética é maior na região 1.
- b) a vazão é a mesma nas duas regiões.
- c) a pressão estática é maior na região 2.
- d) a velocidade de escoamento é maior na região 1.
- e) a pressão em 1 é menor do que a pressão em 2.

GABARITO

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1) C	2) E	3) E	4) D	5) B	6) B
7) A	8) B				