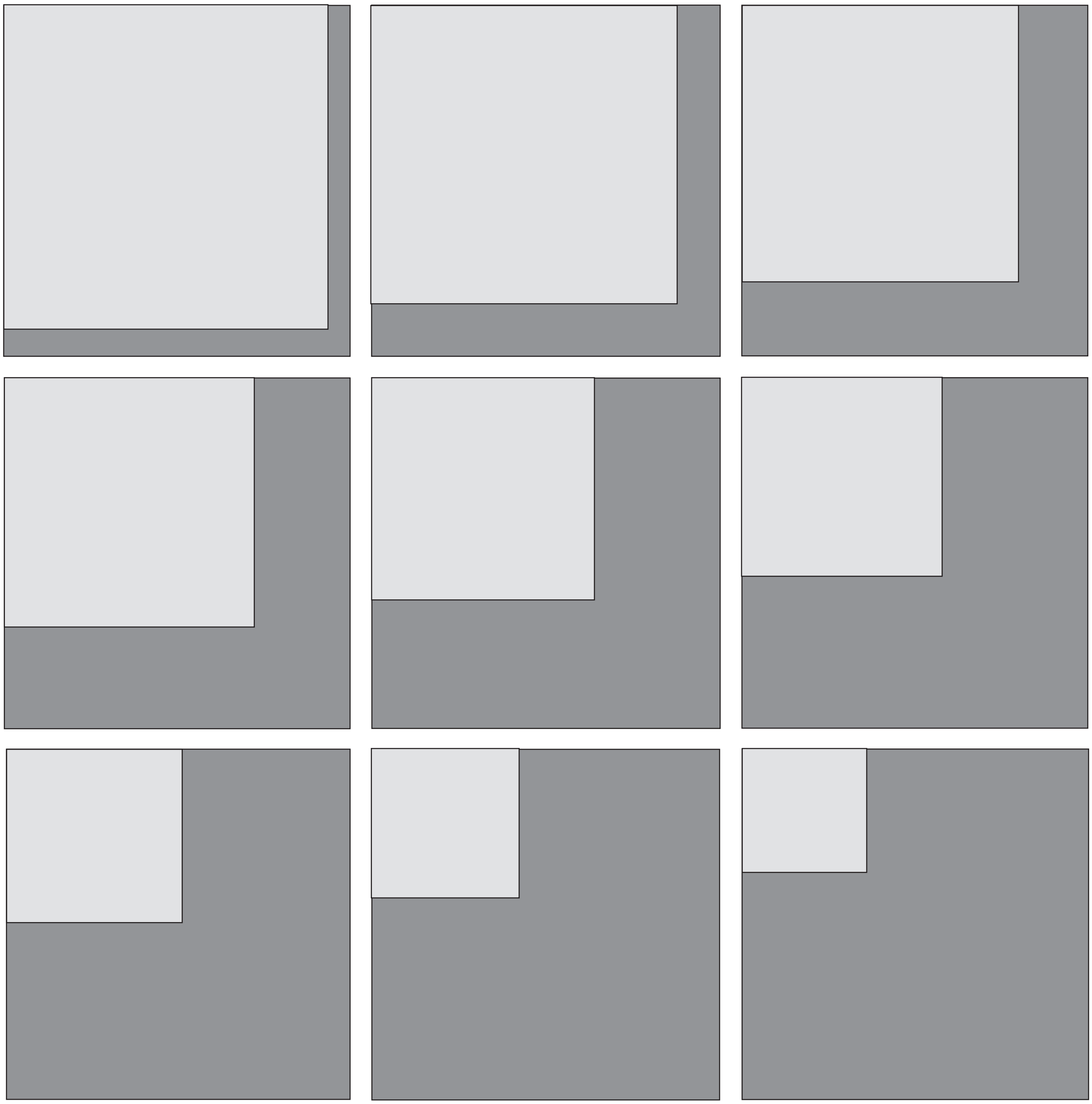
Colégio Bandeirantes



Física

Fascículo 06

Eliana S. de Souza Braga

Índice

Estática e hidrostática

Estática e hidrostática

Resumo Teórico

Estática do ponto material:

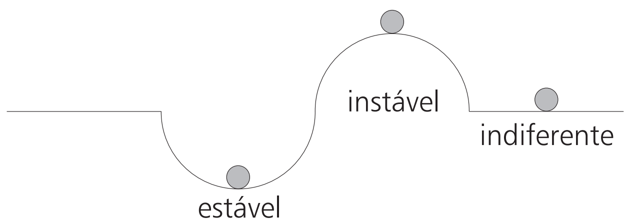
Equilíbrio de ponto material: Um ponto material está em equilíbrio quando sua aceleração vetorial é nula.

Conseqüência: A força resultante sobre o ponto material é nula.

Tipos de equilíbrio: Dinâmico: O ponto material está em M.R.U.

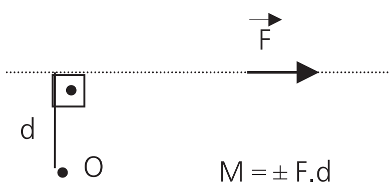
Estático: O ponto material está em repouso

Tipos de equilíbrio estático:

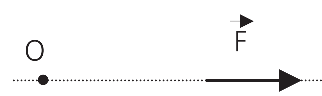


Estática do corpo extenso:

Momento da Força F em relação ao ponto O:



$M = \pm F.d$



$M = 0$ pois
$d = 0$

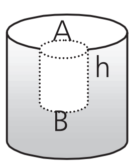
$+$ = sentido anti-horário
$-$ = sentido horário

Condição de equilíbrio do corpo extenso: $F_{res} = 0$ e $M_{res} = 0$

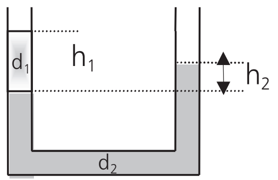
Hidrostática:

Pressão : $p = \dfrac{F}{A}$ Densidade : $d = \dfrac{m}{V}$

Teorema de Stevin: $p_B = p_A + d \cdot g \cdot h$

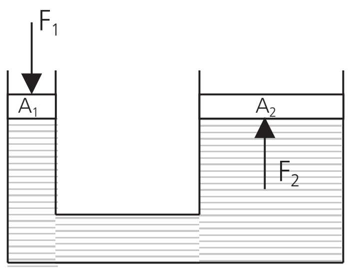


Vasos Comunicantes: $d_1 \cdot h_1 = d_2 \cdot h_2$



Princípio de Pascal: Um aumento de pressão sofrido por um ponto de um líquido é transmitido integralmente a todos os pontos do líquido e das paredes do recipiente onde está contido.

Prensa Hidráulica: $\dfrac{F_1}{A_1} = \dfrac{F_2}{A_2}$

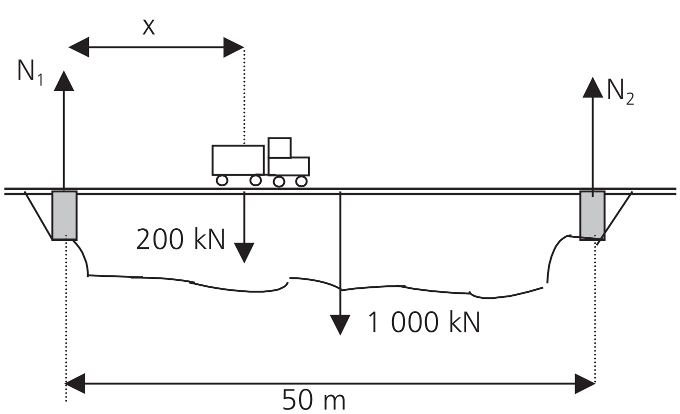


Teorema de Arquimedes: Todo corpo sólido imerso num fluido recebe uma força de empuxo, vertical e para cima, de intensidade igual ao peso do volume de fluido deslocado.

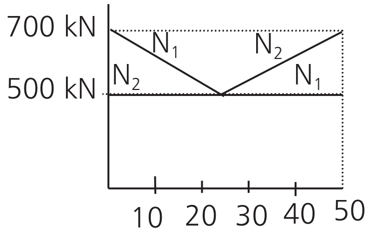
$E = d_{líquido} . V_{submerso} . g$

Exercícios

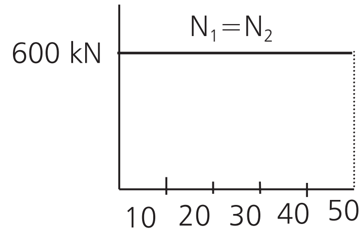
01. (FUVEST-98 – 1.a Fase) Um caminhão pesando 200 kN atravessa com velocidade constante uma ponte que pesa 1000 kN e é suportada por dois pilares distantes 50 m entre si. O gráfico que melhor representa as forças de reação N_1 e N_2 nos dois pilares em função da distância x do centro de massa do caminhão ao centro do primeiro pilar é:



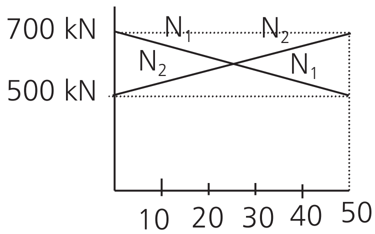
a.



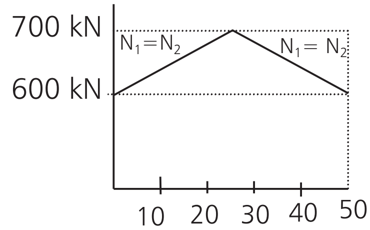
b.



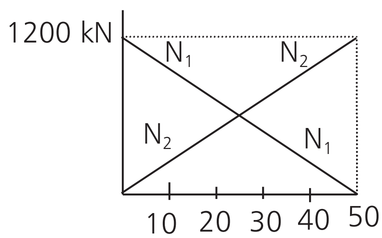
c.



d.

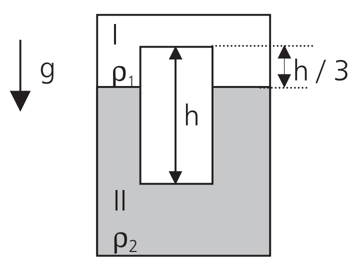


e.



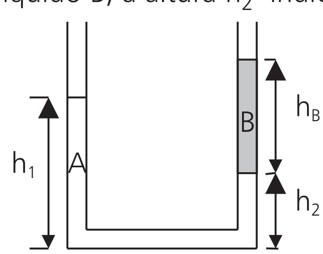
02. (FUVEST-98 – 1.a Fase) Um recipiente contém dois líquidos I e II de massas específicas (densidades) ρ_1 e ρ_2 respectivamente. Um cilindro maciço de altura h se encontra em equilíbrio na região da interface entre os líquidos, como mostra a figura. Podemos afirmar que a massa específica do material do cilindro vale:

a. $(\rho_1 + 2\rho_2)/2$
b. $(\rho_1 + \rho_2)/2$
c. $(2\rho_1 + \rho_2)/3$
d. $(\rho_1 + 2\rho_2)/3$
e. $2(\rho_1 + \rho_2)/3$



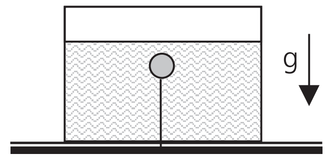
03. (VUNESP-2000) A figura mostra dois líquidos, A e B, incompressíveis e não miscíveis, em equilíbrio num tubo em forma de U, de seção constante, aberto nas extremidades. Se a densidade do líquido A for duas vezes maior que a do líquido B, a altura h_2 indicada na figura, será:

a. $h_1 - \frac{h_B}{2}$
b. $h_1 - h_B$
c. $h_1 - 2h_B$
d. $2h_1 - h_B$
e. $\frac{h_1}{2} - h_B$

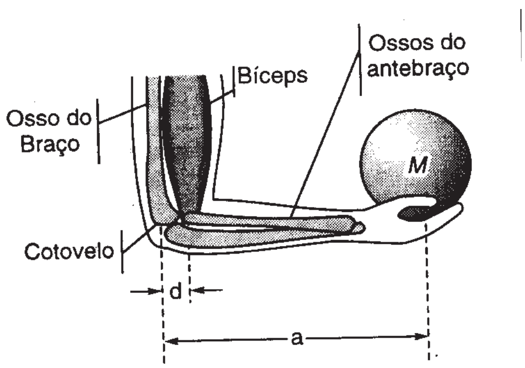


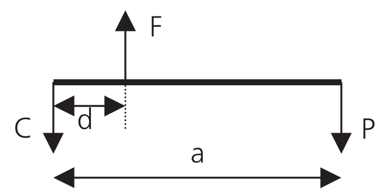
04. (FUVEST-2000) Um objeto menos denso que a água está preso por um fio fino, fixado no fundo de um aquário cheio de água, conforme a figura. Sobre esse objeto atuam as forças peso, empuxo e tensão no fio. Imagine que tal aquário seja transportado para a superfície de Marte, onde a aceleração gravitacional é de aproximadamente g /3 , sendo g a aceleração da gravidade na Terra. Em relação aos valores das forças observadas na Terra, pode-se concluir que, em Marte,

a. o empuxo é igual e a tensão é igual.
b. o empuxo é igual e a tensão aumenta.
c. o empuxo diminui e a tensão é igual.
d. o empuxo diminui e a tensão diminui.
e. o empuxo diminui e a tensão aumenta.



05. (Unicamp-99) O bíceps é um dos músculos envolvidos no processo de dobrar nossos braços. Esse músculo funciona num sistema de alavanca como é mostrado na figura abaixo. O simples ato de equilibrarmos um objeto na palma da mão, estando o braço em posição vertical e o antebraço em posição horizontal, é o resultado de um equilíbrio das seguintes forças: o peso **P** do objeto, a força **F** que o bíceps exerce sobre um dos ossos do antebraço e a força **C** que o osso do braço exerce sobre o cotovelo. A distância do cotovelo até a palma da mão é $a = 0{,}30$ m e a distância do cotovelo ao ponto em que o bíceps está ligado a um dos ossos do antebraço é de $d = 0{,}04$ m. O objeto que a pessoa está segurando tem massa $M = 2{,}0$ kg. Despreze o peso do antebraço e da mão. (Dado $g = 10$ m/s^2).





a. Determine a força **F** que o bíceps deve exercer no antebraço.
b. Determine a força **C** que o osso do braço exerce nos ossos do antebraço.

06. (VUNESP-2000) A figura 1 mostra um corpo sólido, suspenso ao ar, em equilíbrio com uma quantidade de areia numa balança de braços iguais. Na figura 2, o mesmo corpo está imerso num líquido e 36 g da areia foram retirados para restabelecer o equilíbrio.

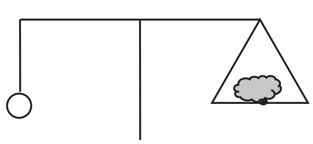


figura 1

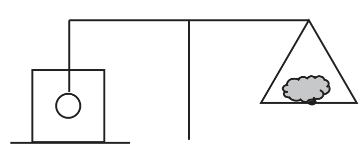


figura 2

Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2, determine:

a. o empuxo E exercido pelo líquido sobre o sólido;
b. a massa específica (densidade) r do líquido, em kg/m^3, sabendo que o volume de líquido deslocado é 30 cm^3.

Gabarito

01. Alternativa c

O peso da ponte é distribuído igualmente pelos dois pilares dando 500 kN para cada um. O caminhão, como está se movendo, tem de início todo o seu peso apoiado na coluna 1, de onde, no início, temos $N_1 = 700$ kN e $N_2 = 500$ kN. Conforme o caminhão vai andando,o seu peso vai sendo distribuído pelos dois pilares, fazendo N_1 diminuir até os 500 kN e N_2 aumentar até os 700 kN.

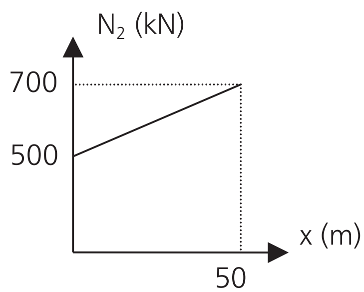
As condições de equilíbrio da ponte (corpo extenso) são duas:

- $F_{res} = 0 \qquad N_1 + N_2 - 1000 - 200 = 0 \qquad N_1 + N_2 = 1200$
- $M_{res} = 0$ Tomando-se o momento em relação ao primeiro pilar (N_1) e adotando-se o sentido anti-horário como positivo, temos:

$N_1.0 - 200.\ x - 1000.\ 25 + N_2\ .50 = 0$ (dividindo a equação por 50)

$-4.\ x - 20.\ 25 + N_2 = 0$

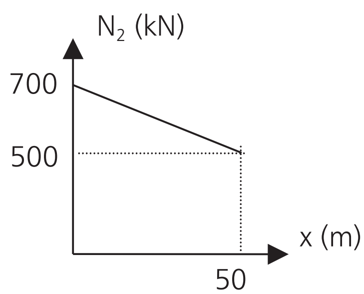
$N_2 = 500 + 4x$ (variando x de 0 até 50 m, obtemos o seguinte gráfico)



$N_1 + N_2 = 1200$

$N_1 + 500 + 4x = 1200$

$N_1 = 700 - 4x$ (variando x de 0 até 50 m, temos)



Dica:

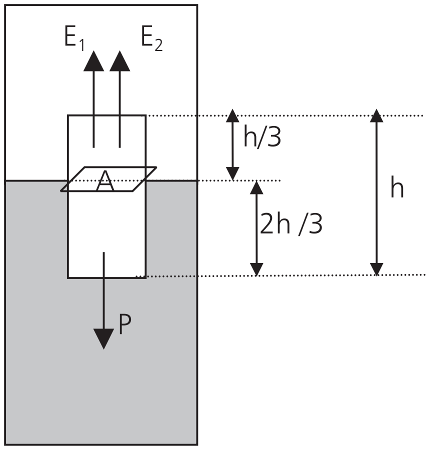
O peso da ponte é distribuído igualmente pelos dois pilares dando 500 kN para cada um. O caminhão, como está se movendo, tem de início todo o seu peso apoiado na coluna 1 , de onde, no início, temos $N_1 = 700$ kN e $N_2 = 500$ kN. Conforme o caminhão vai andando,o seu peso vai sendo distribuído pelos dois pilares, fazendo N_1 diminuir até os 500 kN e N_2 aumentar até os 700 kN, que é o valor de N_2 quando o caminhão passa exatamente por cima dele.

Lembre-se que as condições de equilíbrio da ponte, que é um corpo extenso, são duas:

- $F_{res} = 0$
- $M_{res} = 0$

Ache N_1 ou N_2 em função de x e varie x de 0 m até 50 m.

02. Alternativa d



Lembrando que o volume é a área da base pela altura temos :

do corpo: $V_{corpo} = V = A.h$

submerso no líquido I: $V_I = A.\ h/3 = V/3$

submerso no líquido II: $V_{II} = A.\ 2h/3 = 2.V/3$

Como os empuxos são dados por: $E = \rho_{líquido}.V_{submerso}.g$ temos:

$E_1 = \rho_1.(V/3)\ .g$

$E_2 = \rho_2.\ (2V/3).g$

$P = m.g = \rho_{Cilindro}.V.g$

E como o cilindro está em equilíbrio: $F_{res} = 0$

$E_1 + E_2 = P$

$$\rho_1 \cdot \frac{V}{3} \cdot g + \rho_2 \cdot \frac{2V}{3} \cdot g = \rho_c \cdot V \cdot g$$

$$\frac{1}{3}\rho_1 + \frac{2}{3}\rho_2 = \rho_c \qquad \rho_c = (\rho_1 + 2\rho_2)/3$$

Dica:

Lembrando que o volume é o produto da área da base pela altura temos:

do corpo: $V_{corpo} = V = A.h$

submerso no líquido I: $V_I = A.\ h/3 = V/3$

submerso no líquido II $V_{II} = A.\ 2h/3 = 2.V/3$

E os empuxos são dados por: $E = \rho_{líquido}.V_{submerso}.g$

O cilindro está em equilíbrio: $F_{res} = 0 \ \therefore\ E_1 + E_2 = P$

03. Alternativa a

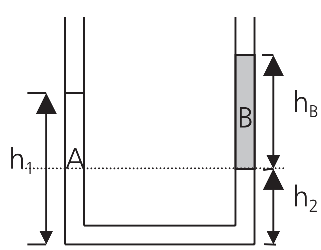
As pressões no nível de separação dos líquidos são iguais, e $d_A = 2\ d_B$, portanto :

$d_A.g.(h_1 - h_2) = d_B.g.h_B$

$d_A.(h_1 - h_2) = d_B.h_B$

$2d_B.(h_1 - h_2) = d_B.h_B$

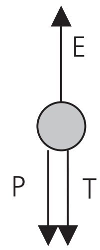
$$h_2 = h_1 - \frac{h_B}{2}$$



04. Alternativa d

Como o objeto está em equilíbrio, temos:

$E = P + T \qquad T = E - P$



Na Terra:

$P = m.g$

$E = d.V.g$

$T = d.V.g - m.g$

Em Marte:

$$P' = m \cdot \frac{g}{3}$$

$$E' = d \cdot V \cdot \frac{g}{3}$$

$$T' = d \cdot V \cdot \frac{g}{3} - m \cdot \frac{g}{3}$$

Conclusão:

$$E' = \frac{E}{3}$$

$$T' = \frac{T}{3}$$

05.

a. No equilíbrio de um corpo extenso temos:

$Mres(C) = 0 \qquad F.d – P.a = 0$

$F.0,04 = 2,0.10 .0,30$

$F = 6/0,04$

$F = 150$ N

b. A outra condição de equilíbrio é $Fres = 0$.

$C + P – F = 0$

$C + 20 – 150 = 0$

$C = 130$ N

06.

a. Quando o corpo está totalmente imerso no líquido, o módulo do empuxo é igual ao peso dos 36 gramas de areia retirados. Portanto temos:

$E = m.g$

$E = 36.10^{-3}.10$

$E = 36.10^{-2}$ N $= 0,36$ N (vertical e para cima)

b. Pelo princípio de Arquimedes, temos, lembrando que:

$30\ cm^3 = 30.(10^{-2}\ m)^3 = 30.10^{-6}\ m^3$

$E = d_{líquido}.\ V_{deslocado}.g$

$0{,}36 = r\ .\ 30.10^{-6}.10$

$$r = \frac{36 \cdot 10^{-2}}{30 \cdot 10^{-5}} = 1{,}2 \cdot 10^3\ \frac{kg}{m^3}$$