

Lei de Arquimedes

Teorema de Arquimedes



“Um corpo total ou parcialmente mergulhado em um fluido em equilíbrio recebe dele uma força (chamada empuxo) vertical, de baixo para cima, de módulo igual ao módulo do peso da quantidade de fluido deslocado pelo corpo.”

O que é empuxo?

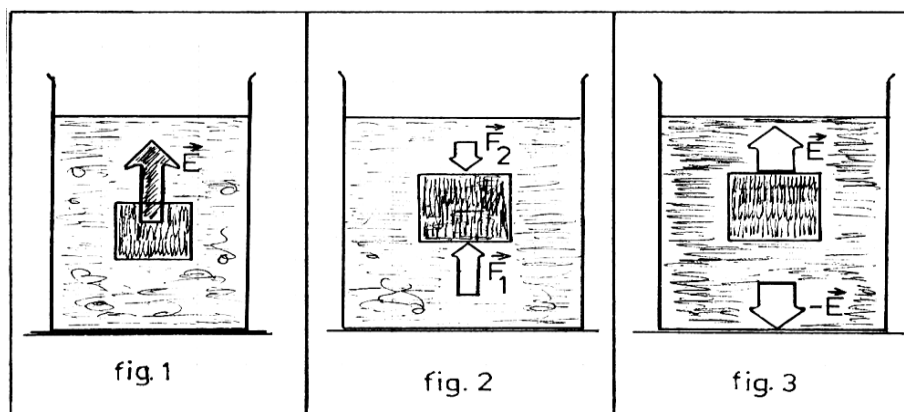
Empuxo (\vec{E}) é uma força vertical, de baixo para cima, exercida por um fluido sobre um corpo total ou parcialmente nele mergulhado (fig 1).

→ A força de empuxo é igual à diferença entre as forças hidrostáticas que atuam na direção vertical, \vec{F}_1 de baixo para cima, na base inferior, e \vec{F}_2 , de cima para baixo, na base superior do corpo (fig 2).

→ A força de reação à força de empuxo está aplicada no seio do fluido (fig 3):

Ação: fluido sobre o corpo (\vec{E}).

Reação: corpo sobre fluido ($-\vec{E}$).



O que afirma o Princípio de Arquimedes?

A intensidade do empuxo que age sobre um corpo mergulhado total ou parcialmente num fluido em equilíbrio é igual ao peso do volume de fluido deslocado pelo corpo.

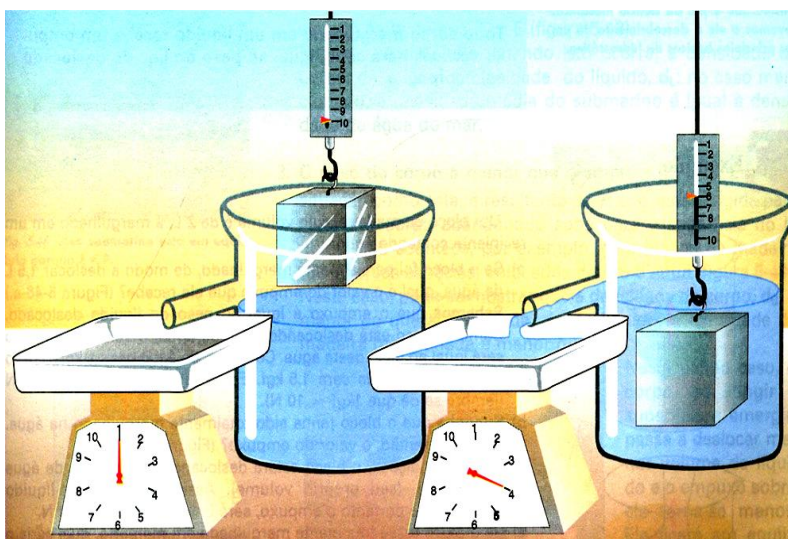
$$E = d_F \cdot g \cdot V_{\text{subm}}$$



empuxo = peso do fluido deslocado

d_F = densidade do fluido.

V_{subm} = volume fluido deslocado pela porção submersa.



OBSERVAÇÕES:

1. O empuxo é diretamente proporcional à densidade do fluido e diretamente proporcional à porção de volume submerso.

2. O empuxo *independe* da densidade do corpo, da massa do corpo, do peso do corpo, do fato do corpo ser oco ou maciço ou da profundidade em que se encontra o corpo.

3. O *peso do corpo*, força vertical, de cima para baixo, exercida pela atração gravitacional da Terra, é dado por:

$$P_C = d_C \cdot g \cdot V_C$$

d_C = densidade do corpo.

V_C = volume do corpo.

Quais comportamentos pode assumir um objeto totalmente imerso no interior do fluido?

Se o corpo estiver totalmente mergulhado no fluido, o volume do fluido deslocado será igual ao volume do corpo:

$$V_{\text{subm}} = V_{\text{fluido deslocado}} = V_{\text{corpo}}$$

Teremos, então, três possibilidades:

→ Primeira possibilidade: $P > E$

$$\mu_{\text{corpo}} > \mu_{\text{fluido}}$$

A força resultante que atua no corpo é denominada *peso aparente* e sua intensidade é dada por:

$$P_{\text{aparente}} = P_A = P - E$$

Sob ação dessa força resultante, o corpo desloca-se para baixo, até entrar em equilíbrio ao encontrar o fundo do recipiente (fig. 1)

→ Segunda possibilidade: $P = E$

$$d_{\text{corpo}} = d_{\text{fluido}}$$

Como o peso do corpo e o empuxo têm mesma intensidade, o peso aparente é nulo e em qualquer posição que se abandone o corpo no interior do fluido, ele estará em equilíbrio. (fig. 2).

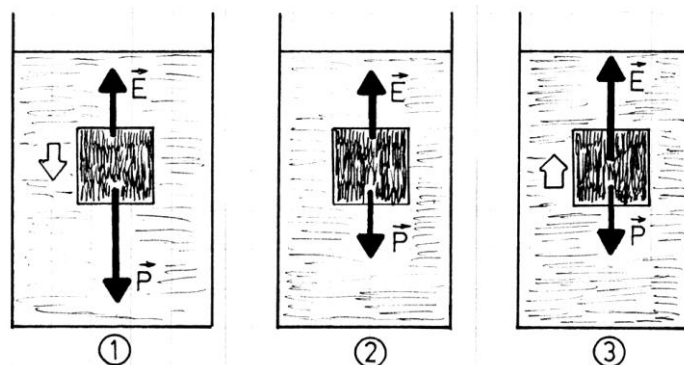
→ Terceira possibilidade: $P < E$

$$d_{\text{corpo}} < d_{\text{fluido}}$$

A força resultante que atua sobre o corpo, nessa situação, é denominada força ascensional, cuja intensidade é dada por:

$$F_{\text{ascensional}} = F_A = E - P$$

Sob ação dessa força F_A , o corpo irá subir acelerando no interior do fluido, até atingir a superfície, onde irá emergir parcialmente até o equilíbrio (fig 3).

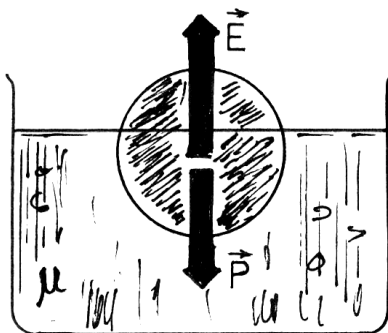


O que é um corpo flutuante num fluido?

Um objeto é um *corpo flutuante* em equilíbrio num fluido quando são verificadas as seguintes características:

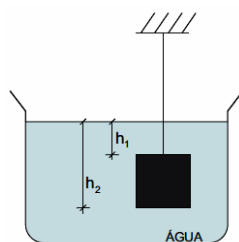
- O volume submerso é menor do que o volume do corpo ($V_{subm} < V_{corpo}$);
- A densidade do fluido é maior do que a densidade do corpo ($d_{fluido} > d_{corpo}$);
- Obedece ao princípio da flutuação: “o empuxo do fluido tem intensidade igual ao peso do corpo e a força resultante é nula”.

$$\Sigma \vec{F} = \vec{0} \rightarrow \boxed{E = P}$$



TREINANDO PARA O ENEM

01. Um cubo de ferro está mergulhado na água, suspenso por um fio, conforme a figura. No referencial fixo no recipiente, a água e o bloco estão em repouso.



Sobre essa situação, é possível afirmar:

I. A força de empuxo sobre o cubo de ferro é igual, em módulo, direção e sentido, à força peso da quantidade de água deslocada.

II. A força de empuxo sobre o cubo tem direção vertical, sentido de baixo para cima e módulo dado por $A(P_2 - P_1)$, em que P_1 e P_2 são as pressões nas profundidades h_1 e h_2 , respectivamente, e A é a área de qualquer face do cubo.

III - Se o cubo de ferro fosse substituído por um cubo de alumínio com as mesmas dimensões, o módulo do empuxo ficaria menor.

Está(ão) correta(s)

a) apenas I.

b) apenas II.

c) apenas III.

d) apenas I e II.

e) I, II e III.

02. Considere as afirmações abaixo, referentes a um líquido incompressível em repouso.

I - Se a superfície do líquido, cuja densidade é d , está submetida a uma pressão P_a , a pressão P no interior desse líquido, a uma profundidade h , é tal que $P = P_a + dgh$, onde g é a aceleração da gravidade local.

II - A pressão aplicada em um ponto do líquido, confinado a um recipiente, transmite-se integralmente a todos os pontos do líquido.

III - O módulo do empuxo sobre um objeto mergulhado no líquido é igual ao módulo do peso do volume de líquido deslocado.

Quais estão corretas?

a) Apenas I.

b) Apenas II.

c) Apenas III.

d) Apenas I e III.

e) I, II e III.

03. Uma esfera maciça de aço está suspensa em um dinamômetro, por meio de um fio de massa desprezível, e todo este aparato está imerso no ar. A esfera, ainda suspensa ao dinamômetro, é então mergulhada completamente num líquido de densidade desconhecida. Nesta situação, a leitura do dinamômetro sofre uma diminuição de 30% em relação à situação inicial. Considerando a densidade do aço igual a 8 g/cm^3 , a densidade do líquido, em g/cm^3 , é aproximadamente:

a) 1,0.

b) 1,1.

c) 2,4.

d) 3,0.

e) 5,6.

04. O mergulho profundo pode causar problemas de saúde ao mergulhador devido a alta pressão. Num mar de águas calmas,

I - a pressão sobre o mergulhador aumenta aproximadamente 1atm a cada 10m de profundidade

II - o módulo da força de empuxo que atua sobre o mergulhador cresce linearmente com a profundidade

III - a diferença de pressão entre os pés e a cabeça do mergulhador, num mergulho vertical, é praticamente independente da profundidade.

Está(ao) correta(s)

a) apenas I.

b) apenas II.

c) apenas I e III.

d) apenas II e III.

e) I, II e III.

05. Peixes que possuem bexiga natatória podem controlar a profundidade regulando a quantidade de gás contida nesse órgão. Para o peixe flutuar, é necessário _____ a bexiga natatória com gases para _____ seu volume, de modo a _____ o empuxo.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

a) encher - aumentar - aumentar

b) esvaziar - diminuir - aumentar

c) encher - diminuir - aumentar

d) esvaziar - diminuir - diminuir

e) encher - aumentar - diminuir

06. Duas esferas maciças, X e Y, de massas iguais, flutuam em equilíbrio na água. Sabendo-se que o volume de X é maior do que o volume de Y, é correto afirmar que:

a) X desloca mais líquido do que Y.

b) X desloca menos líquido do que Y.

c) X e Y possuem pesos diferentes.

d) X e Y possuem massas específicas iguais.

e) X e Y sofrem forças de empuxos iguais.

07. Considere dois balões de mesmo peso, mas de volumes diferentes, tal que $V_2 = 2V_1$, flutuando em recipientes separados, com a mesma quantidade de água. Chamando E_2 o empuxo sofrido pelo balão de menor volume, então:

a) $E_1 > 2E_2$

b) $2E_1 < E_2$

c) $E_1 = E_2$

d) $2E_1 > E_2$

e) $E_1 = 2E_2$

08. Um paralelepípedo homogêneo de volume V e massa específica μ_p flutua em equilíbrio na água, cuja massa específica é μ_A , com $2/3$ do seu volume submerso. Então, aplicando o princípio de Arquimedes, pode-se expressar o peso do corpo como

a) $1/3 \mu_p g V$

b) $2/3 \mu_p g V$

c) $\mu_A V g$

d) $1/3 \mu_A g V$

e) $2/3 \mu_A g V$

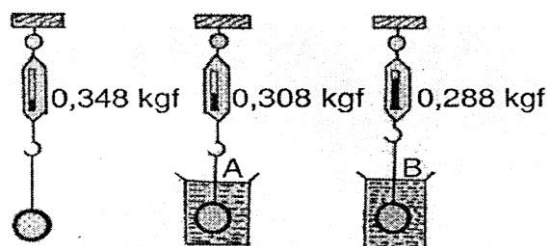
09. O empuxo sobre um corpo totalmente submerso em um fluido em equilíbrio:
I) surge, porque a pressão na base do corpo é maior que a pressão no topo.
II) independe do volume do corpo.
III) é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo, em módulo.
Está(ão) correta(s):

- a) apenas II. b) apenas I e II.
c) apenas III. d) apenas I e III. e) I, II e III.

10. Um objeto, cujo peso é 90 N, aparenta ter somente 60 N, quando submerso em água cuja densidade é 10^3 kg/m^3 . Considerando a aceleração da gravidade 10 m/s^2 , o volume do objeto é, em m^3 , aproximadamente:

- a) 3×10^{-3}
b) 3×10^{-2}
c) 3×10^2
d) 3×10^4
e) 3×10^5

11. Um corpo tem seu peso registrado em um dinamômetro quando imerso no ar, na água (recipiente A) e em um líquido B (recipiente B), conforme indicam as figuras abaixo, respectivamente. De acordo com os textos e seus conhecimentos sobre hidrostática, é correto afirmar que:



- a) o líquido B tem densidade maior do a da água.
b) a água tem densidade igual ao do líquido B.
c) o líquido B tem densidade menor que a da água.
d) a densidade do líquido B não pode ser determinada por falta de dados.
e) o empuxo sobre o corpo, quando mergulhado na água, é maior do que quando mergulhado no líquido B.

12. Duas esferas de ferro de mesmo volume, uma maciça e outra oca, estão mergulhadas completamente num líquido.

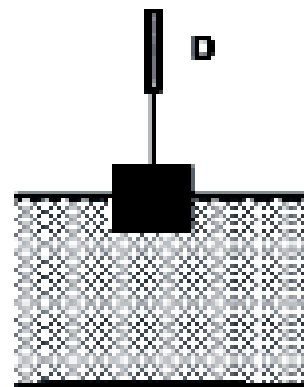
Baseado em seus conhecimentos sobre hidrostática, com relação à situação descrita acima, é correto afirmar que

- a) os empuxos sofridos pelas esferas serão diferentes, porém as pressões a que estarão submetidas serão iguais.
b) tanto os empuxos como as pressões serão iguais, mesmo para profundidades diferentes, já que possuem o mesmo volume.
c) as duas esferas sofrerão o mesmo empuxo e estará submetida a uma maior pressão aquela que estiver a uma profundidade maior.
d) sofrerá o maior empuxo a esfera oca, e as pressões a que estarão submetidas serão iguais, visto que ambas são de ferro.
e) sofrerá o maior empuxo a esfera maciça, e as pressões a que estarão submetidas dependerão das massas específicas das esferas.
f) I.R.

13. Em um experimento realizado para determinar a densidade da água de um lago, foram utilizados alguns materiais conforme ilustrado: um dinamômetro D com graduação de 0 N a 50 N e um cubo maciço e homogêneo de 10 cm de aresta e 3 kg de massa. Inicialmente, foi conferida a calibração do dinamômetro, constatando-se a leitura de 30 N quando o cubo era preso ao dinamômetro e suspenso no ar. Ao mergulhar o cubo na água do lago, até que metade do seu volume ficasse submersa, foi registrada a leitura de 24 N no dinamômetro.

Considerando que a aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 , a densidade da água do lago, em g/cm^3 , é

- a) 0,6.
- b) 1,2.
- c) 1,5
- d) 2,4
- e) 4,8.



14. Durante uma obra em um clube, um grupo de trabalhadores teve de remover uma escultura de ferro maciço colocada no fundo de uma piscina vazia. Cinco trabalhadores amarraram cordas à escultura e tentaram puxá-la para cima, sem sucesso.

Se a piscina for preenchida com água, ficará mais fácil para os trabalhadores removerem a escultura, pois a

- a) Escultura flutuará. Dessa forma, os homens não precisarão fazer força para remover a escultura do fundo.
- b) Escultura ficará com peso menor. Dessa forma a intensidade da força necessária para elevar a escultura será menor.
- c) Água exercerá uma força na escultura proporcional a sua massa, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem para anular a ação da força peso da escultura.
- d) Água exercerá uma força na escultura para baixo, e esta passará a receber uma força ascendente do piso da piscina. Esta força ajudará a anular a ação da força peso da escultura.
- e) Água exercerá uma força na escultura proporcional ao volume, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que o peso da escultura.

Gabarito

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