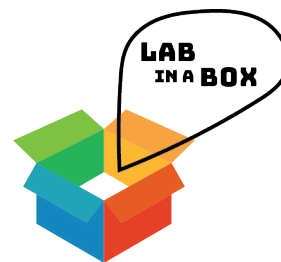


IMPULSÃO

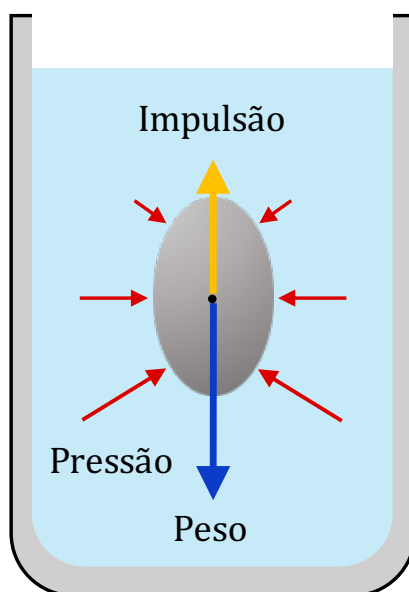


Nesta atividade iremos trabalhar o conceito de impulsão de um corpo em vários líquidos.

DISCIPLINA Física - 12º ano	PROGRAMA CURRICULAR Forças, Movimentos e Equilíbrio
---------------------------------------	---

Como medir a impulsão e aprender de que depende?

De acordo com o princípio de Arquimedes "Todo corpo mergulhado num fluido em repouso sofre, por parte do fluido, uma força vertical para cima, cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo".



Dentro de água (fluido) a pressão aumenta com a profundidade. Como à pressão corresponde uma força sobre o corpo imerso, este sofre uma força maior em baixo que em cima. A resultante dessas forças – a impulsão – empurra o corpo para cima.

Quantitativamente o valor da impulsão é igual ao peso do fluido que estaria no mesmo espaço que o corpo imerso (volume deslocado), isto é, $I = \rho_{\text{fluido}} \times V_{\text{corpo}} \times g$ sendo ρ_{fluido} a massa volúmica do fluido, V_{corpo} o volume do sólido e g a aceleração da gravidade.

Afundar, flutuar ou ficar em suspensão dentro de água depende apenas da relação entre o peso do corpo e a impulsão. Esta relação traduz o facto de corpos mais densos que a água se afundarem e corpos menos densos flutuarem.

Nas experiências propostas procede-se à medição da impulsão e à verificação do princípio de Arquimedes. Propõe-se também o uso de mais de um tipo de fluido para se verificar experimentalmente que um fluido mais denso criará uma maior impulsão (maior peso para um mesmo volume deslocado).

EXPERIÊNCIAS

4.1 - Medir a impulsão sofrida por um objeto imerso.

4.2 - Verificar que mudando a forma do objeto podemos aumentar a impulsão para um mesmo peso e fazê-lo flutuar.

4.3 - Verificar que a impulsão aumenta com a massa volúmica do fluido.

PRECEDÊNCIAS

4.1 - 1.1, 3.2, 3.4

4.2 - 4.1

4.3 - 4.1

MATERIAL

- Balança de régua; 🧩
- Plasticina; 🧩
- Clips (nº10); 🧩
- Fio de algodão; 🧩
- Copo transparente (quanto mais estreito maior precisão da medida); 🧩
- Seringa ou proveta; 🧩
- Massa calibrada (porca calibrada e clips); 🧩
- Água;
- Água salgada.

PROCEDIMENTO

EXPERIÊNCIA 4.1 – Determinar a impulsão num corpo

PARTE 4.1.1 - Medir a impulsão

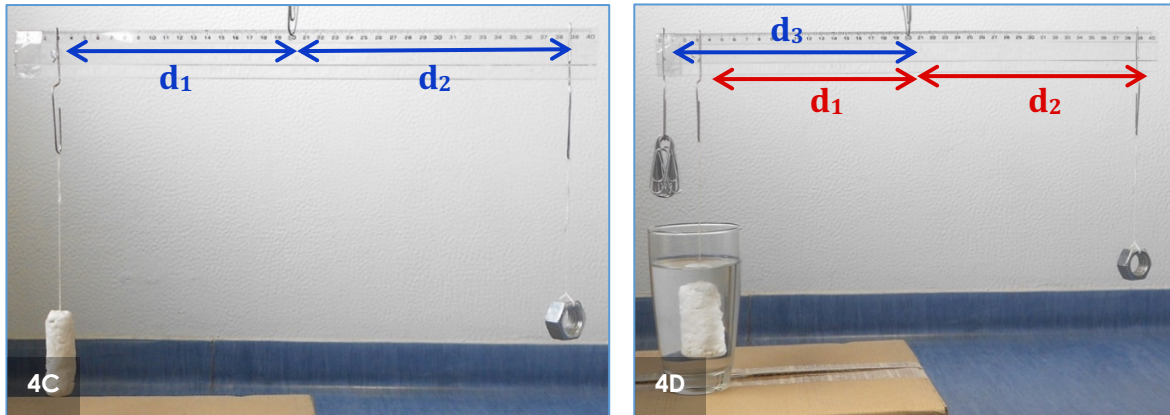
1. Nesta experiência é preciso montar a balança de régua por cima de uma mesa ou banco onde se vai colocar um copo; os fios de algodão a serem utilizados devem ter um comprimento que permita que os corpos suspensos da balança estejam submersos no copo, mas sem lhe tocar.

2. Faz-se um pequeno cilindro de plasticina à volta de um clip ao qual se amarrou previamente um fio de algodão (Fig. 4A e 4B).



3. Suspende-se a balança e equilibra-se o cilindro de plasticina com uma massa calibrada de peso não muito diferente (Fig. 4C).

4. Repete-se a experiência, agora com a plasticina completamente submersa no copo de água, e usam-se clips suspensos de um terceiro gancho para reequilibrar a balança (Fig. 4D).



No início temos

$$(m_{clip} + m_{corpo}) \times g \times d_1 = (m_{clip} + m_{calibrada}) \times g \times d_2$$

E no final temos

$$(m_{clip} + m_{corpo}) \times g \times d_1 - I \times d_1 + N \times m_{clip} \times g \times d_3 = (m_{clip} + m_{calibrada}) \times g \times d_2$$

pelo que

$$I = N \times m_{clip} \times g \times \frac{d_3}{d_1}$$

PARTE 4.1.2 - Medir o peso da água deslocada

5. Utiliza-se o procedimento idêntico ao utilizado na experiência 3.4 para se determinar o volume do corpo (V_{corpo}).

6. Utiliza-se o procedimento 3.2 para determinar a massa volúmica do fluido (ρ_{fluido}).

7. Calcula-se o peso do volume deslocado, $P_{deslocado} = \rho_{fluido} \times V_{corpo} \times g$ sendo g a aceleração da gravidade e compara-se com a impulsão medida diretamente em 4.1.1.

8. Pode repetir-se a experiência com mais cilindros de plasticina de dimensões diferentes de modo a ter uma validação do princípio de Arquimedes com mais valores experimentais.

EXPERIÊNCIA 4.2 – Mudar a forma do objeto altera a impulsão

1. Faz-se “um barco” que flutue com um dos cilindros de plasticina utilizados em 4.1 (colocando o clip central como passageiro); discute-se o motivo para a plasticina agora flutuar (Fig. 4E).



EXPERIÊNCIA 4.3 – Mudar a massa volúmica do líquido altera a impulsão

1. Repete-se o procedimento 4.1.1 com água salgada.
2. Verifica-se que a impulsão medida é maior e discute-se.
3. Se houver oportunidade de repetir o procedimento 4.1.2 pode verificar-se também o princípio de Arquimedes com este novo fluido.

RESULTADOS ESPERADOS e CONCLUSÕES

EXPERIÊNCIA 4.1

PARTE 4.1.1

Com a plasticina a uma distância $d_1 = 17,0 \text{ cm}$, encontra-se o equilíbrio colocando a massa calibrada, $m_{porca} = 28,4 \text{ g}$, a uma distância $d_2 = 9,7 \text{ cm}$. Com a plasticina submersa em água e mantendo as distâncias $d_1 = 17,0 \text{ cm}$ e $d_2 = 9,7 \text{ cm}$, volta a equilibrar-se a balança com $N = 8$ clips de massa $m_{clip} = 1,95 \text{ g}$ a uma distância $d_3 = 8,0 \text{ cm}$.

Com os valores $d_1 = 17,0 \text{ cm}$, $d_2 = 9,7 \text{ cm}$ e $d_3 = 8,0 \text{ cm}$, obtém-se a impulsão:

$$I = N \times m_{clip} \times g \times \frac{d_3}{d_1} = 72 \times 10^{-3} \text{ N}$$

PARTE 4.1.2

Utilizando o método da imersão descrito na experiência 3.4, obtém-se $V_{plasticina} = 7,0 \text{ mL} = 7,0 \text{ cm}^3$. Com este valor podemos calcular o peso do volume deslocado, sabendo $\rho_{agua} = 1,0 \text{ g cm}^{-3}$ e $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$:

$$P_{deslocado} = \rho_{agua} \times V_{corpo} \times g = 69 \times 10^{-3} \text{ N}$$

Este valor é bastante próximo da impulsão calculada anteriormente, $I = 72 \times 10^{-3} \text{ N}$, o que está de acordo com o princípio de Arquimedes.

EXPERIÊNCIA 4.2

Ao deformar a plasticina em forma de uma concha que flutue, consegue-se obter um maior volume deslocado e por isso um aumento da impulsão. Como o peso não se altera nesta deformação (manter o clip como passageiro garante essa condição) o equilíbrio dá-se quando o barco submerge um volume apenas suficiente para que a impulsão equilibre o seu peso. Podemos calcular este volume:

$$I = P_{deslocado} = P$$

$$\rho_{agua} \times V_{deslocado} \times g = m_{plasticina} \times g$$

$$V_{deslocado} = \frac{m_{plasticina}}{\rho_{agua}} = \frac{12,9}{1,0} = 12,9 \text{ cm}^3$$

Usamos aqui o valor de $m_{plasticina} = 12,9 \text{ g}$ obtido em 3.4, lembrando que é na realidade a massa do conjunto *plasticina + clip*, que é o mesmo corpo que usamos aqui. Podemos usar o procedimento 3.3 para determinar o volume deslocado pela concha flutuante e comparar com o calculado acima.

EXPERIÊNCIA 4.3

Repetindo a experiência 4.1, agora com água salgada, obtém-se $d_1 = 17,0$ cm, $d_2 = 9,1$ cm e com $N = 7$ clips de massa $m_{clip} = 1,95$ g a uma distância $d_3 = 9,5$ cm, pelo que a impulsão:

$$I_{\text{agua salgada}} = N \times m_{clip} \times g \times \frac{d_3}{d_1} = 75 \times 10^{-3} \text{ N}$$

Verificamos que $I_{\text{agua salgada}} > I_{\text{agua}} = 72 \times 10^{-3}$ N, como seria de esperar. Uma vez que a água salgada é mais densa que a água, o valor da impulsão é maior. Utilizando o princípio de Arquimedes e $V = 7,0$ cm³, podemos determinar a massa volúmica da água salgada:

$$\rho_{\text{agua salgada}} \times V_{\text{deslocado}} \times g = I_{\text{agua salgada}} \Rightarrow \rho_{\text{agua salgada}} = \frac{I_{\text{agua salgada}}}{V_{\text{deslocado}} \times g} = 1,1 \text{ g/cm}^3$$

Como esperávamos, $\rho_{\text{agua salgada}} > \rho_{\text{agua}}$.

NOTAS PEDAGÓGICAS

Experiência 4.2

Uma medição interessante será colocar o barco a boiar num copo cheio de água (a transbordar) para depois medir o volume de água deslocada pelo procedimento 3.3. Compara-se o peso do volume desta água deslocada, isto é, a impulsão com o valor do peso do barco (plasticina + clip) medido diretamente na balança de régua. Verifica-se que num barco a flutuar a impulsão é igual ao peso do barco.