

## Experiência 1: Fluidos

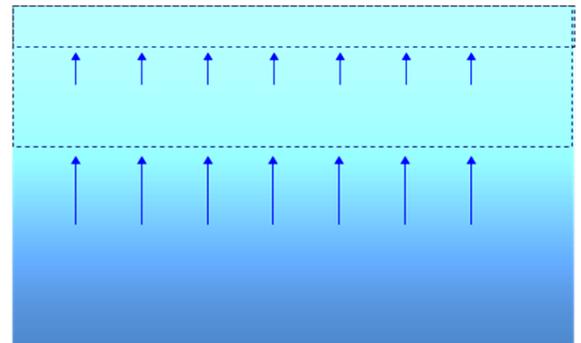
### Objetivo:

Caracterização dos fluidos em compressíveis e incompressíveis. Variação da pressão com a profundidade num fluido em equilíbrio. Verificação do princípio de Arquimedes.

### Introdução:

Quando uma substância muda do estado sólido para o estado líquido e deste para o estado gasoso, varia a relação entre a energia de interação entre as moléculas e a energia cinética que lhes está associada. Se as interações dominam, as posições relativas das moléculas podem ser consideradas fixas e o material é sólido. No caso de um gás a energia das moléculas é essencialmente energia cinética e as interações intermoleculares são fracas (num gás ideal as moléculas são mesmo consideradas independentes).

Um líquido corresponde a uma situação intermédia entre o sólido e o gás. Tanto num gás como num líquido, materiais que designaremos por fluidos, a forma e o volume de uma determinada massa não se mantêm em geral e a massa pode ser dividida facilmente. Para caracterizar um fluido utiliza-se a



massa por unidade de volume, densidade,  $\rho$ . Qualquer corpo imerso dentro de um fluido sente uma força, explicada microscopicamente como sendo o resultado das colisões das moléculas do fluido com as suas superfícies. A força exercida por unidade de superfície designa-se pressão  $p=F/S$ . Também as paredes do recipiente que contém o fluido sentem essa pressão. No interior de um fluido em equilíbrio estático, em que não se observa movimento de translação das suas moléculas, estas deslocam-se igualmente em todas as direções, o que significa que a pressão se exerce igualmente em todas as direções.

Num gás, um número fixo de moléculas ocupa um volume que depende da pressão e temperatura. No caso de um gás ideal a relação entre estas variáveis traduz-se na equação de estado:

$$pV = nRT$$

onde  $p$ ,  $V$ ,  $n$ ,  $T$  representam respetivamente a pressão, volume, número de moles de moléculas e temperatura do gás, e  $R=8.314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$  é a constante dos gases ideais. Fixando a temperatura, o volume que varia na razão inversa da pressão exercida. Define-se o coeficiente de compressibilidade isotérmico,  $\chi$ , como a variação relativa de volume com a pressão a uma temperatura constante:

$$\chi = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$$

Como um aumento de pressão resulta na diminuição de volume do gás, este designa-se um fluido compressível. No caso dos líquidos a variação de volume quando a pressão aumenta é muito pequena, considerando-se, em geral, que se comportam como fluidos incompressíveis ( $\chi \approx 0$ ).

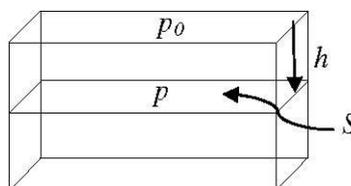
Num fluido (gás ou líquido) em equilíbrio estático, as forças de pressão de volumes adjacentes equilibram-se entre si, e, em particular, as camadas inferiores suportam o peso das camadas de fluido acima. Como o peso da camada suportada aumenta com a profundidade, a pressão  $p$  num fluido aumenta também com a profundidade  $h$ .

Supondo o fluido incompressível, a densidade não varia com a profundidade:

$$P_{\text{camada de altura } h} = mg = \rho Vg$$

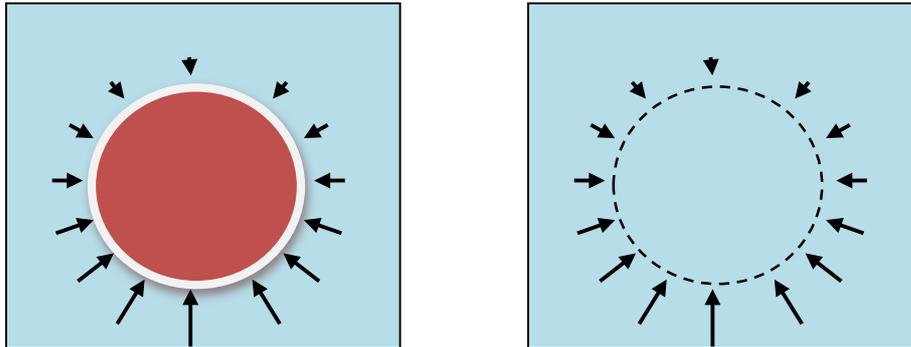
$$\Delta p = p - p_0 = P/S = \rho Vg/S$$

$$\Delta p = \rho gh$$



Um corpo imerso num fluido sente a pressão do fluido sobre a superfície que o limita. Se a sua altura não é desprezável, a força na superfície inferior será sempre superior à força na face superior, sendo a resultante das forças de pressão dirigida de baixo para cima.

Pode considerar-se que a diferença relativamente à situação em que o corpo não está mergulhado é o desaparecimento de um volume de fluido que ocupava o seu lugar e que estava em equilíbrio, o que significa que as forças resultantes da pressão correspondem a



uma força total igual em módulo e direção, mas sentido oposto, ao peso do volume de fluido que “desapareceu”. Então a força resultante sobre o corpo é o seu peso adicionado à força do fluido, a *impulsão*  $I$ .

*Princípio de Arquimedes:* Todo o corpo mergulhado num fluido é atuado por uma força de baixo para cima igual ao peso do volume de fluido deslocado.

Assim a impulsão não só depende do volume mergulhado como da densidade do fluido onde está imerso. O peso de um corpo medido no ar é assim diferente do seu peso quando imerso em água ou noutro fluido, valor que se designa frequentemente por *peso aparente*.