

## 1. Les forces, la pressió i els fluids

### 1.1 Les forces i la pressió

La **pressió** mesura l'efecte deformatador d'una força. La pressió (P) exercida per una força (F) sobre una superfície (S) és igual al quocient entre la intensitat de la força i la superfície.

$$P = \frac{F}{S}$$

Observa que la pressió és directament proporcional a la força aplicada i inversament proporcional a la superfície sobre la qual s'aplica. Això vol dir que:

- Si augmenta o disminueix la força, augmenta o disminueix la pressió.
- Si augmenta la superfície, disminueix la pressió, i si disminueix la superfície, augmenta la pressió.

En el sistema internacional, la unitat de pressió és el **pascal (Pa)**. **1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>**.

### 1.2 Els fluids

Els fluids són sistemes materials formats per partícules que es mouen lliurement les unes respecte de les altres. Els líquids i els gasos són fluids.

Segons la teoria cineticomolecular, totes les substàncies estan formades per partícules.

- En els **sòlids**, les partícules no es mouen, només vibren. Per això, els sòlids no canvien de forma ni de volum: no es poden comprimir.
- En els **líquids**, les partícules tenen la capacitat de fluir sense separar-se, de manera que canvien de forma i el seu volum disminueix tan poc que diem que són incompressibles.
- En els **gasos**, les partícules tenen la capacitat de moure's lliurement a l'atzar i d'ocupar tot l'espai disponible. Els gasos es poden comprimir i expandir.

## 2. Els fluids pesen: la pressió en els fluids

Els fluids no tenen forma pròpia, sinó que s'adapten a la forma del recipient que els conté. Com a conseqüència, els fluids exerceixen una pressió sobre les parets i el fons del recipient.

## 2.1 La pressió en els fluids

La pressió hidrostàtica és la pressió exercida per un fluid a causa del seu pes.

## 2.2. Càlcul de la pressió hidrostàtica

La **pressió hidrostàtica (P)** en l'interior d'un líquid és igual al producte de la densitat (d) del líquid per la profunditat (h) del punt considerat i pel valor de la gravetat (g). Aquesta equació constitueix el principi fonamental de la hidrostàtica.

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

Observa que la pressió hidrostàtica en l'interior d'un líquid en repòs només depèn de la densitat del líquid, de l'altura i del valor de la gravetat. No depèn de la forma del recipient ni del pes total de líquid que conté.

## 2.3. Vasos comunicants

Els **vasos comunicants** són un conjunt format per dos o més recipients que contenen líquids i que estan comunicats entre ells per les seves bases, que formen així un espai comú a cada un dels vasos.

Si poséssim líquid en un dels vasos, l'augment de pressió en aquesta columna de líquid es transmetria a tot el líquid del sistema i faria que el nivell en els altres vasos pugés fins a igualar-se en tots ells. Això es dona només quan s'omplen els vasos comunicants amb un mateix tipus de líquid.

Si s'omplen amb líquids immiscibles i de densitats diferents, el nivell de líquid no serà el mateix en cada branca: els líquids més densos assoliran menys altura que els altres.

El principi de vasos comunicants s'utilitza per transvasar líquids, per conèixer el seu nivell a l'interior de dipòsits, per saber el nivell d'aigua dels embassaments, per fer arribar l'aigua dels dipòsits d'abastiment a les poblacions o per a l'obtenció d'aigua dels pous artesianes.

### 3. El principi d'Arquimedes

#### 3.1 La força d'empenyiment. El principi d'Arquimedes

Arquimedes (287-212 aC) va descobrir que la força d'empenyiment vertical i cap amunt que experimenta un cos submergit en un fluid és igual al pes del fluid desallotjat.

#### 3.2 Càlcul de la força d'empenyiment

A partir de les expressions de la densitat i del pes, es pot deduir que el valor de la força d'empenyiment (E) que actua sobre un sòlid dins d'un fluid es pot calcular amb l'expressió:

$$E = mL \cdot g = V_s \cdot d_L \cdot g$$

En què mL és la massa del fluid, g és el valor de la gravetat, Vs és el volum del sòlid i dL és la densitat del fluid.

#### 3.3 Flotabilitat dels cossos

Un cos submergit totalment o parcialment en un fluid està sotmès a dues forces: el pes (P) i la força d'empenyiment (E).

- Si el pes és més gran que la força d'empenyiment, el cos **s'enfonsa: P > E**.
- Si el pes és igual que la força d'empenyiment, el cos es manté en **equilibri: P = E**.
- Si el pes és més petit que la força d'empenyiment, **el cos puja: P < E**.

El pes aparent d'un cos submergit dins un fluid és la diferència entre el pes del cos fora del fluid i la força d'empenyiment.

#### Relació entre les densitats del fluid i el cos submergit

- Si **dcos > dfluid**, el cos **s'enfonsa**, ja que el pes és més gran que la força d'empenyiment.
- Si **dcos = dfluid**, el cos es manté **en equilibri**, ja que el pes és igual a la força d'empenyiment.
- Si **dcos < dfluid**, el cos **sura**, ja que el pes és més petit que la força d'empenyiment.

#### Aplicacions del principi d'Arquimedes

- Un **vaixell** sura perquè l'empenyiment a causa de l'aigua que desallotja la part submergida n'equilibra el pes. Si la càrrega supera la força d'empenyiment, el vaixell s'enfonsarà.
- L'aire calent dels **globus aerostàtics** és menys dens que l'aire atmosfèric. Per tant, el seu pes és més petit que la força d'empenyiment de l'aire i, per això, el globus puja.
- Els **submarins** poden augmentar o disminuir el seu pes omplint o buidant, respectivament, aigua o aire als tancs de last. Com a conseqüència el submarí s'enfonsa o ascendeix.

## 4. La pressió es transmet. El principi de Pascal

### 4.1 Els fluids transmeten les pressions.

La pressió exercida en un punt d'un fluid incompressible, es transmet íntegrament a tots els punts del fluid.

### 4.2 Aplicacions pràctiques dels sistemes hidràulics

Una de les aplicacions més conegudes del principi de Pascal és la **premsa hidràulica**, que s'utilitza per elevar grans pesos. Es tracta d'un sistema de vasos comunicants format per dos cilindres de diferent secció. Cada cilindre és tancat per un pistó mòbil. Si sobre la superfície del cilindre petit ( $S_1$ ) s'aplica una força ( $F_1$ ), es genera una pressió que es transmet íntegrament a través del líquid a la superfície de l'altre cilindre ( $S_2$ ) sobre el qual s'exercirà una força ( $F_2$ ) més gran.

Així doncs, aplicant una força  $F_1$ , obtenim una força  $F_2$ . Observa que  $F_2 > F_1$ .

En conseqüència, amb una força petita ( $F_1$ ) sobre el pistó del cilindre petit, podem obtenir una força gran ( $F_2$ ) sobre el pistó del cilindre gran.

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{S_2}{S_1}$$

## 5. L'aire pesa. La pressió atmosfèrica

### 5.1 Comprovació de l'existència de la pressió atmosfèrica. Els hemisferis de Magdeburg

La pressió exercida per l'atmosfera s'anomena **pressió atmosfèrica**. La pressió atmosfèrica es defineix com la força per unitat de superfície exercida per l'atmosfera sobre els cossos amb els quals està en contacte.

L'any 1654 Otto Von Guericke, en un experiment espectacular, va necessitar setze cavalls per separar dues semiesferes juxtaposades, a l'interior de les quals havia fet el buit.

## 5.2 La mesura de la pressió atmosfèrica

No és possible fer servir directament l'equació fonamental de la hidrostàtica per mesurar la pressió de l'atmosfera, atès que no té una alçària definida, que la seva composició i la seva densitat no són uniformes i que el valor de l'acceleració de la gravetat no es pot considerar constant.

El físic italià Evangelista Torricelli (1608-1647) va ser el primer a mesurar el valor de la pressió atmosfèrica al nivell del mar. Va omplir de mercuri un tub de vidre tancat per un extrem i el va introduir cap per avall en una cubeta també amb mercuri. El mercuri del tub va començar a baixar fins que va quedar a una altura de 760 mm.

Va concloure que la pressió atmosfèrica impedia que el mercuri del tub es buidés a la cubeta. Per verificar-ho, va repetir l'experiment a dalt d'una muntanya i va comprovar que la columna de mercuri ara era més baixa.

Aquest experiment mostra que la pressió atmosfèrica al nivell del mar és la mateixa que la pressió exercida per la columna de mercuri de 760 mm d'altura.

El valor mitjà de la pressió atmosfèrica al nivell del mar s'ha utilitzat com a unitat per a la pressió, i s'anomena **atmosfera (atm)**.

## 5.3 Altres unitats de pressió

Hi ha diferents unitats de pressió que es fan servir de manera habitual. Les més emprades, a més a més del Pa, són l'atmosfera, l'atmosfera tècnica (kp/cm<sup>2</sup>), el mm de Hg, el cm de Hg i el bar.

**1 atm = 760 mm Hg = 76 cm Hg = 101.300 Pa**

**1 bar = 105 Pa**

## 5.4 Pressió atmosfèrica i meteorologia

Per mesurar la pressió dels gasos tancats en recipients, s'utilitzen uns aparells anomenats manòmetres. Un tipus de manòmetre són els baròmetres, que serveixen per mesurar la pressió atmosfèrica.

El valor de la pressió atmosfèrica experimenta canvis que depenen de diversos factors, principalment de:

- **L'altitud.** A més altura, menys pressió i a menys altura, més pressió.
- **La temperatura.** La pressió atmosfèrica augmenta a mesura que disminueix la temperatura i disminueix a mesura que la temperatura augmenta.