3. Força i pressió en els fluids

Solucionari

Preparació de la unitat (pàg. 65)

- $1\,900\ dm^2 = 1\,900\ \cancel{dm^2} \cdot \dfrac{1\ m^2}{100\ \cancel{dm^2}} = 19\ m^2$

  $0{,}25\ dam^2 = 0{,}25\ \cancel{dam^2} \cdot \dfrac{100\ m^2}{1\ \cancel{dam^2}} = 25\ m^2$

  $85\,000\ cm^2 = 85\,000\ \cancel{cm^2} \cdot \dfrac{1\ m^2}{10\,000\ \cancel{cm^2}} = 8{,}5\ m^2$

  $3{,}452\ hm^2 = 3{,}452\ \cancel{hm^2} \cdot \dfrac{10\,000\ m^2}{1\ \cancel{hm^2}} = 34\,520\ m^2$

  $3{,}94 \cdot 10^7\ mm^2 = 3{,}94 \cdot 10^7\ \cancel{mm^2} \cdot \dfrac{1\ m^2}{10^6\ \cancel{mm^2}} = 39{,}4\ m^2$

  $6 \cdot 10^{-5}\ km^2 = 6 \cdot 10^{-5}\ \cancel{km^2} \cdot \dfrac{10^6\ m^2}{1\ \cancel{km^2}} = 60\ m^2$

- El pes d'un cos és la força amb què atreu la Terra o qualsevol altre cos celeste aquest cos.

  Utilitzem la 2a llei de Newton per a trobar el pes:

  $$P = m \cdot g$$

  $$P = 3{,}2\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 31{,}36\ N$$

- Segons aquest model de matèria, tot el que veiem està format per unes partícules molt petites, que estan en continu moviment. Entre elles existeixen forces atractives, que s'anomenen *forces de cohesió*. Les partícules, en estar en moviment, es troben a una certa distància les unes de les altres. Entre les partícules hi ha espai buit.

  En l'estat sòlid les partícules estan molt juntes i es mouen oscil·lant al voltant d'unes posicions fixes; les forces de cohesió són molt grans. En l'estat líquid les partícules estan més separades i es mouen de manera que poden canviar les seves posicions, però les forces de cohesió, encara que són menys intenses que en l'estat sòlid, impedeixen que les partícules puguin independitzar-se. En l'estat gasós, les partícules estan totalment separades les unes de les altres i es mouen lliurement; no hi ha forces de cohesió.

  Per aquesta raó, els sòlids tenen forma fixa i volum constant, i no són fàcilment miscibles. Els líquids i els gasos no tenen forma fixa i són fàcilment miscibles. Els líquids tenen volum constant, però els gasos no. També a causa de la intensitat de les forces de cohesió, en general, la densitat dels sòlids és més elevada que la dels líquids, la qual és, al seu torn, molt més elevada que la dels gasos.

- La pedra s'enfonsa en l'aigua perquè la seva densitat és més gran que la d'aquesta, i la taula de natació sura perquè la seva densitat és més petita. A causa de la densitat, la força d'empenyiment que experimenta la pedra és inferior al seu pes, per tant, s'enfonsa; en canvi, en la taula de natació, la força d'empenyiment deguda a la seva part submergida és igual al seu pes i això li permet surar.

- La pressió atmosfèrica és la pressió que exerceix l'aire de l'atmosfera sobre la Terra. La pressió atmosfèrica en una vall és més gran que la que hi ha al cim d'una muntanya.

Activitats (pàg. 67)

1. a) Els vehicles molt pesants, com les excavadores, estan proveïts de cadenes perquè tinguin una superfície de contacte més gran amb el sòl. Així, la pressió exercida és més petita, per la qual cosa no s'enfonsen tant.

   b) Els ganivets s'esmolen per a disminuir-ne la superfície de contacte. D'aquesta manera, la fulla del ganivet exerceix més pressió i talla més bé.

2. Dades: $F = 50\ N$

   $$S = 0{,}01\ mm^2 = 0{,}00000001\ m^2 = 10^{-8}\ m^2$$

   Utilitzem la fórmula de la pressió: $P = F / S$

   $$P = \frac{50\ N}{10^{-8}\ m^2} = 5 \cdot 10^9\ Pa$$

   Convertim la unitat a atmosferes:

   $$5 \cdot 10^9\ Pa = 5 \cdot 10^9\ \cancel{Pa} \cdot \frac{1\ atm}{1{,}013 \cdot 10^5\ \cancel{Pa}} = 49\,358{,}34\ atm$$

   La pressió exercida és de 49 358,34 atm.

3. Dades: $P = 40\,000\ Pa$

   $$S = 1\ \cancel{mm^2} \cdot \frac{1\ m^2}{10^6\ \cancel{mm^2}} = 10^{-6}\ m^2$$

   Calculem la força exercida sobre el clau.

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

   $$F = 40\,000\ Pa \cdot 10^{-6}\ m^2 = 4 \cdot 10^{-2}\ N$$

   La força exercida és de 0,04 N.

4. Dades: $m = 9\,500\ kg$ $\quad P = 1\,662{,}5\ kPa$

   Utilitzem la 2a llei de Newton per a calcular el pes:

   $$F = p = m \cdot g$$

   $$p = 9\,500\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 93\,100\ N = 9{,}31 \cdot 10^4\ N$$

   Utilitzem la fórmula de la pressió per a trobar-ne la superfície:

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

   $$S = \frac{9{,}31 \cdot 10^4\ N}{1\,662\,500\ Pa} = 0{,}056\ m^2$$

   La superfície en la qual recolzen els pneumàtics és de $0{,}056\ m^2$.

Activitats (pàg. 69)

5. Segons la cohesió entre les seves partícules:

$$\text{sòlid} > \text{líquid} > \text{gasós}$$

— Segons la mobilitat de les partícules:

$$\text{gasós} > \text{líquid} > \text{sòlid}$$

6. — Sòlids
   — Sòlids
   — Gasos
   — Líquids i gasos
   — Líquids i gasos
   — Gasos

7. Dades: $m = 157$ kg $\quad V = 0{,}02\ m^3 = 2 \cdot 10^{-2}\ m^3$

Utilitzem la fórmula de la densitat en els fluids:

$$d = m / V$$

$$d = \frac{157\ kg}{2 \cdot 10^{-2}\ m^3} = 7850\ \frac{kg}{m^3}$$

La densitat serà de $7850\ \frac{kg}{m^3}$.

8. Dades: $d = 2{,}7 \cdot 10^3\ kg/m^3$

El volum de l'encofrat que cal omplir és:

$$V = 12{,}5\ m \cdot 2\ m \cdot 0{,}5\ m = 12{,}5\ m^3$$

Calculem la quantitat de ciment que necessitarem.

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d \cdot V = 2{,}7 \cdot 10^3\ \frac{kg}{\cancel{m^3}} \cdot 12{,}5\ \cancel{m^3} =$$

$$= 3{,}375 \cdot 10^4\ kg$$

Necessitarem 33 750 kg de ciment.

Activitats (pàg. 71)

9. La pressió hidrostàtica és la pressió que exerceixen els líquids en qualsevol punt del seu interior. Depèn de la densitat, de l'acceleració de la gravetat i de la profunditat.

10. L'aigua exerceix forces iguals sobre ambdues superfícies, ja que totes dues tenen les mateixes dimensions i suporten la mateixa pressió hidrostàtica. La pressió és igual en les dues superfícies perquè depèn de la profunditat, però no de si la superfície es col·loca vertical o horitzontal, i les dues superfícies se situen a la mateixa profunditat mitjana.

11. Dades: $h = 150$ m $\quad d = 1030\ kg/m^3$

Utilitzem la fórmula de la pressió hidrostàtica:

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

$$P = 1030\ kg/m^{\cancel{3}} \cdot 9{,}8\ \cancel{m}/s^2 \cdot 150\ \cancel{m} = 1{,}51 \cdot 10^6\ Pa$$

La pressió hidrostàtica exercida sobre el submarí serà d'$1{,}51 \cdot 10^6$ Pa.

12. Dades: $h = 300$ m $\quad a = 20$ cm

$d = 1030\ kg/m^3 \quad base = 35 \times 25$ cm

Utilitzem la fórmula de la força hidrostàtica:

$$F = d \cdot g \cdot h \cdot S$$

Suposem que sobre totes les cares del cofre actua la mateixa pressió, ja que les variacions de pressió degudes a l'altura del cofre (20 cm) són insignificants respecte al valor de la profunditat (300 m).

Força sobre la cara de $0{,}25 \times 0{,}35$ m:

$$F = 1030\ kg/\cancel{m^3} \cdot 9{,}8\ m/s^2 \cdot 300\ \cancel{m} \cdot 0{,}25\ \cancel{m} \cdot 0{,}35\ \cancel{m} =$$
$$= 264\,967{,}5\ N$$

Força sobre la cara de $0{,}2 \times 0{,}25$ m:

$$F = 1030\ kg/\cancel{m^3} \cdot 9{,}8\ m/s^2 \cdot 300\ \cancel{m} \cdot 0{,}2\ \cancel{m} \cdot 0{,}25\ \cancel{m} =$$
$$= 151\,410\ N$$

Força sobre la cara de $0{,}2 \times 0{,}35$ m:

$$F = 1030\ kg/\cancel{m^3} \cdot 9{,}8\ m/s^2 \cdot 300\ \cancel{m} \cdot 0{,}2\ \cancel{m} \cdot 0{,}35\ \cancel{m} =$$
$$= 211\,974\ N$$

Activitats (pàg. 73)

13. Principi de Pascal: «La pressió aplicada en un punt d'un líquid es transmet amb la mateixa intensitat en totes les direccions a l'interior del líquid».

Les principals aplicacions d'aquest principi són:

— Premsa hidràulica: permet comprimir un objecte realitzant una força menor.

— Elevador hidràulic: permet elevar un cos de gran pes, sense haver d'exercir la força que seria necessària si s'elevés directament.

— Frens hidràulics: frens de diversos vehicles amb què s'aconsegueix accionar els mecanismes que aturen les rodes només pressionant el pedal.

14. Segons la teoria cineticomolecular de la matèria, els líquids són incompresibles perquè la distància entre les molècules és petita per comparació a la mesura de les partícules i aquesta no pot reduir-se. En conseqüència, en aplicar pressió en un punt es transmet a totes les partícules, ja que la força exercida no pot modificar la distància entre elles i, per tant, la pressió es transmet a través de tot el líquid.

15. Dades: $S_A = 7{,}84\ m^2 \quad S_B = 1200\ cm^2$

$m = 1800$ kg

Passem la superfície més petita al SI.

$$S_B = 1200\ \cancel{cm^2} \cdot \frac{1\ m^2}{10000\ \cancel{cm^2}} = 0{,}12\ m^2$$

Calculem el pes del monovolum:

$$F = p = m \cdot g = 1800\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 17\,640\ N$$

Apliquem el principi de Pascal, que afirma que la pressió és la mateixa en tots els punts del líquid.

$$P_A = P_B \Rightarrow \frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B} \Rightarrow F_B = \frac{F_A \cdot S_B}{S_A}$$

$$F_B = \frac{17640\ \text{N} \cdot 0{,}12\ \cancel{\text{m}^2}}{7{,}84\ \cancel{\text{m}^2}} = 270\ \text{N}$$

En l'èmbol petit cal aplicar una força de 270 N.

16. Dades: $r_A = 26\ \text{cm} = 0{,}26\ \text{m}$ $r_B = 5\ \text{cm} = 0{,}05\ \text{m}$

$F_A = 1650\ \text{kp}$

Calculem la superfície de cada extrem del tub.

$$S_A = \pi \cdot r_A^2 = \pi \cdot (0{,}26\ \text{m})^2 = 6{,}76 \cdot 10^{-2} \cdot \pi\ \text{m}^2$$

$$S_B = \pi \cdot r_B^2 = \pi \cdot (0{,}05\ \text{m})^2 = 2{,}50 \cdot 10^{-3} \cdot \pi\ \text{m}^2$$

Apliquem el principi de Pascal, que afirma que la pressió és la mateixa en tots els punts del líquid.

$$P_A = P_B \Rightarrow \frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B} \Rightarrow F_B = \frac{F_A \cdot S_B}{S_A}$$

$$F_B = \frac{1650\ \text{kp} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot \cancel{\pi\ \text{m}^2}}{6{,}76 \cdot 10^{-2} \cdot \cancel{\pi\ \text{m}^2}} = 61\ \text{kp}$$

Hauríem d'haver aplicat una força de 61 kp.

Activitats (pàg. 76)

17. Dades: $a = 15\ \text{cm} = 0{,}15\ \text{m}$

$$p = 60\ \text{N} \qquad d = 1000\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Calculem el volum del cos.

$$V = a^3 = (0{,}15\ \text{m})^3 = 3{,}375 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3$$

— Trobem el valor de la força d'empenyiment.

$$E = d_L \cdot V \cdot g$$

$$E = 1000\,\frac{\text{kg}}{\cancel{\text{m}^3}} \cdot 3{,}375\ \ 10^{-3}\ \cancel{\text{m}^3} \cdot 9{,}8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 33\ \text{N}$$

Calculem el pes que marcarà el dinamòmetre, és a dir, el pes aparent.

$$p = p' - E = 60\ \text{N} - 33\ \text{N} = 27\ \text{N}$$

18. Al mar és més fàcil fer el mort perquè la seva densitat és més alta que la de l'aigua dolça, a causa de la sal que conté l'aigua.

19. Dades: $d = 1500\ \text{kg/m}^3$

Si la força d'empenyiment és més gran que el pes real del cos, aquest flota; si, per contra, la força d'empenyiment és inferior al pes real, el cos s'enfonsa. En cas que la força d'empenyiment i el pes real siguin iguals, el cos estarà en equilibri a l'interior del líquid.

Respecte de les densitats, podem deduir:

$d < d_L$ el cos surarà

$d > d_L$ el cos s'enfonsarà

a) La densitat de l'alcohol ($d_L = 792\ \text{kg/m}^3$) és inferior a la densitat del cos; així doncs, el cos s'enfonsa.

b) La densitat de l'aigua ($d_L = 1000\ \text{kg/m}^3$) és més petita que la densitat del cos; per tant, el cos s'enfonsa.

c) La densitat del mercuri ($d_L = 13600\ \text{kg/m}^3$) és més gran que la densitat del cos; per tant, el cos sura.

20. En una embarcació hi ha molts espais buits, plens només d'aire; per això, tot i que el seu buc tingui la densitat de l'acer, la densitat global de l'embarcació és molt més petita ja que conté altres materials i aire, i així pot surar a l'aigua. Per contra, la densitat d'una esfera d'acer és molt més elevada que la de l'aigua; per tant, no hi sura.

21. Dades: $m = 7000\ \text{tones} = 7 \cdot 10^6\ \text{kg}$

$$d_L = 1{,}026\ \text{g/cm}^3 = 1026\ \text{kg/m}^3$$

Sabem, pel principi d'Arquimedes, que el volum submergit del buc és igual al volum del líquid desallotjat, i l'empenyiment de la part submergida és igual al pes de tot el buc. Així:

$$E = d_L \cdot V \cdot g$$

$$V = \frac{E}{d_L \cdot g} = \frac{m \cdot \cancel{g}}{d_L \cdot \cancel{g}} = \frac{m}{d_L}$$

$$V = \frac{7 \cdot 10^6\ \cancel{\text{kg}}}{1026\ \cancel{\text{kg}}/\text{m}^3} = 6822{,}6\ \text{m}^3$$

El volum de la part submergida del buc és de $6822{,}6\ \text{m}^3$.

Activitats (pàg. 78)

22. Les forces degudes a la pressió atmosfèrica actuen sobre l'objecte a l'aire lliure en direcció perpendicular a la superfície del cos. És a dir, la direcció de les forces degudes a la pressió varia segons el punt de la superfície del cos, tal com passa amb un cos a l'interior d'un líquid.

23. El mercuri a l'interior del tub no baixa completament perquè la pressió que exerceix l'aire sobre la superfície lliure del mercuri de la cubeta ho impedeix, ja que es transmet en totes les direccions dins del mercuri. Deixa de baixar quan aquesta pressió és igual a la que exerceix la columna de mercuri de l'interior del tub, ja que totes dues estan en equilibri.

— La pressió atmosfèrica es pot mesurar amb el baròmetre, un instrument el funcionament del qual es basa en l'experiment de Torricelli.

24. Utilitzem la fórmula de la pressió atmosfèrica per a trobar l'altura de la columna:

$$P = d \cdot g \cdot h\ ;\ h = \frac{P}{d \cdot g}$$

Se sap que la densitat de l'aigua és de $1000\ \text{kg/m}^3$ i que la pressió atmosfèrica normal és d'$1{,}013 \cdot 10^5$ Pa.

$$h = \frac{1{,}013 \cdot 10^5\ \text{Pa}}{1000\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2} = 10{,}34\ \text{m}$$

Si fem l'experiment de Torricelli amb aigua, la columna haurà de mesurar 10,34 m.

25. Dades: $h = 5\,895$ m P al nivell del mar = 1 atm

$d = 1{,}293$ kg/m^3

Utilitzem la fórmula de la variació de la pressió amb l'altura: $\Delta P = d \cdot g \cdot \Delta h$

$$\Delta P = 1{,}293\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9{,}8\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5\,895\ \text{m} = 7{,}4698 \cdot 10^4\ \text{Pa}$$

Per tant, la pressió atmosfèrica al cim del Kilimanjaro val:

$$P = P_0 - \Delta P = 101\,300\ \text{Pa} - 74\,698\ \text{Pa} = 26\,602\ \text{Pa}$$

Convertim les unitats a atm:

$$\Delta P = 7{,}4698 \cdot 10^4\ \cancel{\text{Pa}} = \frac{1\ \text{atm}}{1{,}013 \cdot 10^5\ \cancel{\text{Pa}}} = 0{,}74\ \text{atm}$$

En atmosferes, la pressió atmosfèrica a la muntanya del Kilimanjaro val $P = P_0 - \Delta P = 1 - 0{,}74 = 0{,}26$ atm.

26. Dades: $V = 805$ m^3 $d = 0{,}98$ kg/m^3

$d_{aire} = 1{,}2$ kg/m^3 $m = 300$ kg

Utilitzem el principi d'Arquimedes per a trobar l'empenyiment: $E = d \cdot V \cdot g$

$$E = 1{,}2\ \frac{\text{kg}}{\cancel{\text{m}^3}} \cdot 805\ \cancel{\text{m}^3} \cdot 9{,}8\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9{,}47 \cdot 10^3\ \text{N}$$

Utilitzem la segona llei de Newton per a trobar el pes:

$$F = m\,g$$

$$F = p = 300\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 = 2{,}94 \cdot 10^3\ \text{N}$$

L'empenyiment és de $9{,}47 \cdot 10^3$ N i el pes és de $2{,}94 \cdot 10^3$ N.

Activitats (pàg. 80)

27. La brisa de mar es deu al fet que, durant el dia, la terra propera al mar aconsegueix una temperatura més alta que la de l'aigua del mar. L'aire proper a la terra s'escalfa i, per tant, ascendeix des de la terra i es dirigeix cap al mar, on es refreda i baixa. A continuació, des del mar i a poca altura, l'aire es dirigeix cap a la terra, on substitueix l'aire calent.

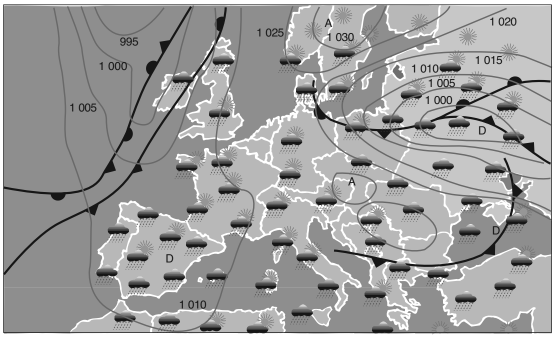
28. Les depressions són zones on l'aire calent ascendeix, de manera que la pressió atmosfèrica disminueix. Els vents giren en sentit contrari a les agulles del rellotge, vistos des de dalt, i produeixen inestabilitat, amb núvols i precipitacions.

Els anticiclons són zones on l'aire fred descendeix, de manera que la pressió atmosfèrica augmenta. Els vents giren en el sentit de les agulles del rellotge, vistos des de dalt, i van associats amb un temps estable, sense núvols ni precipitacions.

Un front fred consisteix en una massa d'aire fred que avança, a poca altura, desplaçant l'aire de les capes baixes. En un front càlid és una massa d'aire càlid la que avança reemplaçant l'aire fred. El primer està associat amb baixes temperatures, vent i tempestes. El segon, amb altes temperatures, humitat i, ocasionalment, amb pluja.

29. Resposta suggerida:

Interpretació dels mapes meteorològics.

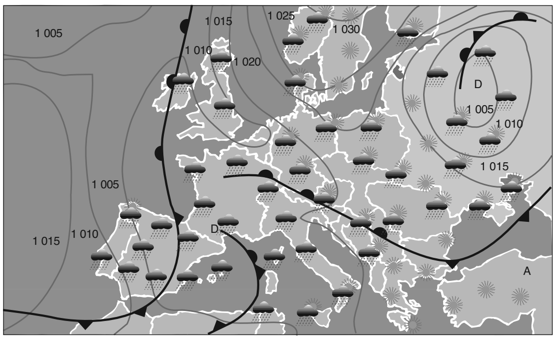
a) 

Dia 1.

Apareixen tres zones de baixes pressions, dues a l'est del continent europeu i una altra sobre la península Ibèrica.

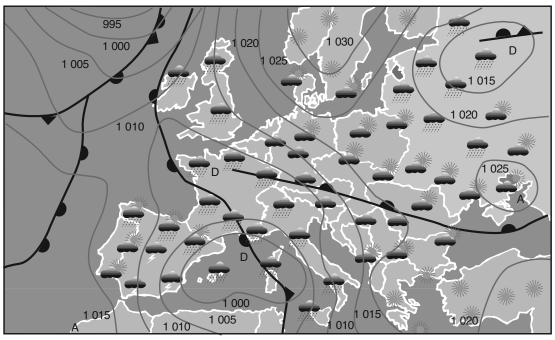
El centre d'Europa es troba en una zona anticiclònica.

La península Ibèrica es troba dins de la zona d'influència de la baixa pressió i se li apropa pel nord-oest un front fred; possibilitat d'aparició de núvols i de precipitacions.

b) 

Dia 2.

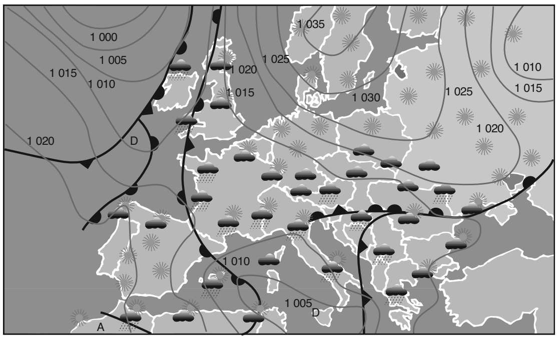
La península Ibèrica queda completament situada a la zona de baixes pressions. El pas, a més, del front fred origina la formació de núvols i precipitacions. L'anticicló s'ha desplaçat cap al sud-est d'Europa.

c) 

Dia 3.

Les dues depressions s'han desplaçat cap a l'est lleugerament, i ha aparegut una zona d'altes pressions entre Bulgària i Turquia.

Comença a desaparèixer la nuvolositat pel nord de la península Ibèrica, encara que el litoral segueix afectat per precipitacions, a causa del desplaçament cap a la dreta de la baixa pressió.

d) 

Dia 4.

La depressió que estava situada sobre Rússia s'ha desplaçat i ja no apareix. La que afectava la costa de la península Ibèrica també s'ha desplaçat i ara se situa sobre Sicília.

Això deixa la península Ibèrica en una zona d'altes pressions i situada entre dos fronts càlids, de manera que es es preveuen dies assolellats i estabilitat en el temps.

Experiència (pàg. 81)

Qüestions

a) La força cap amunt és la força que exerceix la molla sobre el cos que en penja. El seu valor ve donat per la llei de Hooke.

b) Són diferents. Quan el cos està submergit, la força de la molla compensa la força cap avall, el mòdul de la qual és igual al pes aparent (diferència entre el pes del cos i l'empenyiment). En canvi, quan el cos no està submergit, la força de la molla compensa el pes del cos i, per tant, la lectura del dinamòmetre és més alta que en el cas anterior.

c) 

d) L'empenyiment es calcula segons $E = p - p'$. Dins del marge d'error experimental, el valor d'E obtingut del càlcul anterior coincideix amb el pes de l'aigua desallotjada, és a dir, amb el pes de l'aigua vessada. Per tant, sí que es compleix el principi d'Arquimedes.

e) Un cos de menys densitat que l'aigua hi sura. El seu pes coincideix amb l'empenyiment a causa de la part submergida. Per tant, la lectura del dinamòmetre quan en penja aquest cos és zero. És a dir, el pes aparent del cos que sura és zero.

f) Per a determinar la densitat de cadascun dels cossos, n'hi ha prou de mesurar amb una proveta el volum d'aigua, V, que desallotja cadascun d'ells. Aquest valor coincideix amb el volum del cos submergit en l'aigua. A més, la massa del cos pot determinar-se a partir del valor del pes p mesurat amb el dinamòmetre. Per tant, la densitat, d, del cos val:

$d = \dfrac{p}{g \cdot V}$, on g és l'acceleració de la gravetat.

Resolució d'exercicis i problemes (pàg. 82)

30. Dades: $d = 1{,}026 \cdot 10^3\ \text{kg/m}^3$ $\quad h = 100\ \text{m}$

a) Utilitzem la fórmula de la pressió hidrostàtica per a trobar la pressió:

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

$$P = 1{,}026 \cdot 10^3\ \text{kg/m}^{\cancel{3}} \cdot 9{,}8\ \cancel{\text{m}}/\text{s}^2 \cdot 100\ \cancel{\text{m}} = 1{,}01 \cdot 10^6\ \text{Pa}$$

La pressió hidrostàtica sobre les parets del batiscaf és d'$1{,}01 \cdot 10^6$ Pa.

b) Utilitzem la fórmula de la pressió hidrostàtica per a trobar la profunditat:

$$P = d \cdot g \cdot h \ ; \ h = \frac{P}{d \cdot g}$$

on $P = 1{,}01 \cdot 10^6\ \text{Pa} + 5 \cdot 10^5\ \text{Pa} = 1{,}51 \cdot 10^6\ \text{Pa}$

$$h = \frac{1{,}51 \cdot 10^6\ \text{Pa}}{1{,}026 \cdot 10^3\ \text{kg/m}^3 \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2} = 150\ \text{m}$$

La profunditat a la qual ha d'arribar el batiscaf perquè la pressió hidrostàtica augmenti en $5 \cdot 10^5$ Pa és de 150 m.

31. Dades: $P = 254\,800\ \text{Pa}$ $\quad d = 1\,000\ \text{kg/m}^3$

Utilitzem la fórmula de la pressió hidrostàtica per a trobar l'altura del recipient: $P = d \cdot g \cdot h \ ; \ h = \dfrac{P}{d \cdot g}$

$$h = \frac{254\,800\ \text{Pa}}{1\,000\ \dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9{,}8\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 26\ \text{m}$$

L'altura del recipient serà de 26 m.

32. Sabem que el volum submergit de l'aneguet és un 75 % del total. Per tant, es dedueix que:

$$\frac{V_s}{V} = \frac{0{,}75}{1}$$

Igualem les fórmules del pes i l'empenyiment per a trobar la densitat del material:

$$d \cdot V \cdot g = d_L \cdot V_S \cdot g$$

$$d = \frac{d_L \cdot V_s}{V} = \frac{1\,000\ \dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0{,}75}{1} = 750\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

La densitat del material és de 750 kg/m³.

33. Dades: $m = 1\,500$ kg $\quad V = 10$ m^3

$d_L = 1{,}028 \cdot 10^3$ kg/m^3

Designem per V i V_s el volum del iot i el volum de la seva part submergida, respectivament. El percentatge del volum que emergeix ve donat per:

$$\frac{V - V_s}{V} \cdot 100\,\% = \left(1 - \frac{V_s}{V}\right) \cdot 100\,\%$$

El quocient V_s / V es calcula a partir de la igualtat entre pes i empenyiment:

$$d \cdot V \cdot g = d_L \cdot V_s \cdot g$$

$$\frac{V_s}{V} = \frac{d}{d_L} = \frac{m/V}{d_L} = \frac{m}{V \cdot d_L} =$$

$$= \frac{1\,500\ \cancel{kg}}{10\ \cancel{m^3} \cdot 1{,}028 \cdot 10^3\ \cancel{kg \cdot m^{-3}}} = 0{,}146$$

Això té com a resultat:

$$\left(1 - \frac{V_s}{V}\right) \cdot 100\,\% = (1 - 0{,}146) \cdot 100\,\% = 85{,}4\,\%$$

Emergeix un 85,4 % del volum total del iot.

Activitats (pàg. 83 i 84)

La pressió

34. Deixarà unes petjades més profundes la que calça el número 37.

Les dues persones pesen igual; per tant, ambdues exerceixen la mateixa força sobre la neu. Però com que la superfície de la sola de la sabata del número 37 és inferior a la de la sabata del número 40, la pressió que exercirà la primera serà més gran, i, per tant, s'enfonsarà més en la neu.

35. Dades: $F = 40$ N $\quad S = 10^{-2}$ mm$^2 = 10^{-8}$ m^2

Utilitzem la fórmula de la pressió: $P = \dfrac{F}{S}$

$$P = \frac{40\ \text{N}}{10^{-8}\ \text{m}^2} = 4 \cdot 10^9\ \text{Pa}$$

La pressió exercida és de $4 \cdot 10^9$ Pa.

36. Dades: $m = 10$ kg $\quad P = 1{,}96 \cdot 10^4$ Pa

Utilitzem la 2a llei de Newton per a trobar el pes (la força) de la cadira i de l'home quan s'assegui a la cadira: $F = P = m \cdot g$

$$F_1 = 10\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 = 98\ \text{N}$$

$$F_2 = 75\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 = 735\ \text{N}$$

Utilitzem la fórmula de la pressió per a trobar primer la superfície de la base de cada pota i després la pressió exercida quan s'assegui la persona:

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

$$S = \frac{98\ \text{N}}{1{,}96 \cdot 10^4\ \text{Pa}} = 5 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^2$$

$$P = \frac{735\ \text{N}}{5 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^2} = 1{,}47 \cdot 10^5\ \text{Pa}$$

Dividim la superfície trobada entre les 4 potes que té la cadira:

$$\frac{5 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^2}{4} = 1{,}25 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^2 = 12{,}5\ \text{cm}^2$$

La superfície de la base de cada pota és de 12,5 cm^2 i la pressió exercida per la cadira sobre el terra en asseure's una persona de 65 kg a la cadira és d'$1{,}47 \cdot 10^5$ Pa.

37. **R** La punta de l'espasa té una espècie de botó perquè així la pressió exercida sobre el cos del rival sigui insuficient per a travessar-lo. Ho podem comprovar en la fórmula de la pressió, ja que superfície i pressió són inversament proporcionals.

38. **R** Dades: $m = 3$ kg $\quad l_1 = 26$ cm $= 0{,}26$ m

$l_2 = 14$ cm $= 0{,}14$ m $\quad l_3 = 7$ cm $= 0{,}07$ m

Calculem el pes del maó i, per tant, la força que exerceix sobre el sòl.

$$F = p = m \cdot g = 3\ \text{kg} \cdot 9{,}8\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 29{,}4\ \text{N}$$

Calculem la superfície de cada cara.

$$S_1 = l_1 \cdot l_2 = 0{,}26\ \text{m} \cdot 0{,}14\ \text{m} = 0{,}0364\ \text{m}^2$$

$$S_2 = l_1 \cdot l_3 = 0{,}26\ \text{m} \cdot 0{,}07\ \text{m} = 0{,}0182\ \text{m}^2$$

$$S_3 = l_2 \cdot l_3 = 0{,}14\ \text{m} \cdot 0{,}07\ \text{m} = 0{,}0098\ \text{m}^2$$

Calculem la pressió sobre cada cara.

$$P_1 = \frac{F}{S_1} = \frac{29{,}4\ \text{N}}{0{,}0364\ \text{m}^2} = 807{,}7\ \text{Pa}$$

$$P_2 = \frac{F}{S_2} = \frac{29{,}4\ \text{N}}{0{,}0182\ \text{m}^2} = 1615{,}4\ \text{Pa}$$

$$P_3 = \frac{F}{S_3} = \frac{29{,}4\ \text{N}}{0{,}00984\ \text{m}^2} = 3000\ \text{Pa}$$

Els fluids i les seves propietats

39. Els estats de la matèria que s'agrupen sota el nom genèric de *fluids* són l'estat líquid i l'estat gasós. La propietat que caracteritza aquestes substàncies és que les seves partícules no estan unides rígidament, a diferència dels sòlids. Així, en els fluids, les partícules poden lliscar les unes sobre unes altres i, en conseqüència, els fluids no tenen forma pròpia.

40. Dades: $V = 50$ cm$^3 = 5 \cdot 10^{-5}$ m^3

$m = 34$ g $= 0{,}034$ kg

Utilitzem la fórmula de la densitat per a trobar la densitat:

$$d = \frac{m}{V}$$

$$d = \frac{0{,}034\ \text{kg}}{5 \cdot 10^{-5}\ \text{m}^3} = 680\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

La densitat d'aquest producte és de $680\ \dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

41. Dades: $m = 400 \text{ g} = 0{,}4 \text{ kg}$ $d = 806 \text{ kg/m}^3$

R Utilitzem la fórmula de la densitat per a trobar el volum:

$$d = \frac{m}{V}\ ;\ V = \frac{m}{d}$$

$$V = \frac{0{,}4\ \cancel{kg}}{806\ \cancel{kg}/m^3} = 0{,}000496\ m^3 = 4{,}96 \cdot 10^{-4}\ m^3$$

El volum que ocupa una massa de 400 g és de $4{,}96 \cdot 10^{-4}$ m³.

Forces a l'interior dels líquids

42. Anomenem *pressió hidrostàtica* la pressió que exerceixen els líquids en qualsevol punt del seu interior. La pressió hidrostàtica en un punt d'un líquid és directament proporcional a la densitat del líquid i a la profunditat a la qual es troba el punt.

43. Dades: $h = 2$ m $r = 0{,}25$ m $d = 1\,000$ kg/m³

Utilitzem la fórmula de la superfície d'un cercle per a trobar la superfície del fons del recipient: $S = \pi r^2$

$$S = \pi \cdot (0{,}25\ m)^2 = 0{,}1963\ m^2$$

Usem la fórmula de la força a l'interior dels líquids per a trobar la força que exerceix l'aigua sobre el fons del recipient: $F = d \cdot g \cdot h \cdot S$

$$F = 1\,000\ kg/\cancel{m^3} \cdot 9{,}8\ m/s^2 \cdot 2\ \cancel{m} \cdot 0{,}1963\ \cancel{m^2} = 3\,847{,}5\ N$$

44. Dades: $m = 20$ g $= 0{,}02$ kg

$r = 2$ cm $= 0{,}02$ m $h = 30$ cm $= 0{,}3$ m

La força que exerceix l'aigua sobre el tap és:

$$P = \frac{F_a}{S} \Rightarrow F_a = P \cdot S$$

La pressió és la pressió hidrostàtica a 30 cm de profunditat, i la superfície és la superfície del tap.

$$P = d \cdot g \cdot h = 1000 \frac{kg}{\cancel{m^3}} \cdot 9{,}8 \frac{\cancel{m}}{s^2} \cdot 0{,}3\ \cancel{m} = 2940\ Pa$$

$$S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (0{,}02\ m)^2 = 1{,}26 \cdot 10^{-3}\ m^2$$

Per tant:

$$F_a = 2940\ Pa \cdot 1{,}26 \cdot 10^{-3}\ m^2 = 3{,}70\ N$$

El pes del tap és:

$$p = m \cdot g = 0{,}02\ kg \cdot 9{,}8 \frac{m}{s^2} = 0{,}20\ N$$

La força que hem d'aplicar sobre el tap serà la suma de la força exercida per l'aigua i el pes del tap.

$$F = F_a + p = 3{,}70\ N + 0{,}20\ N = 3{,}90\ N$$

Hem d'aplicar sobre el tap una força de 3,90 N.

45. Dades: $P = 14\,700$ N $S_{inferior} = 10\ cm^2 = 10^{-3}\ m^2$

$S_{superior} = 0{,}25\ m^2$

Fem servir el principi de Pascal per a trobar la força que s'ha d'aplicar:

$$\frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B}$$

$$F_B = \frac{F_A \cdot S_B}{S_A} = \frac{14\,700\ N \cdot 10^{-3}\ \cancel{m^2}}{0{,}25\ \cancel{m^2}} = 58{,}8\ N$$

Haurà d'aplicar-se una força de 58,8 N.

46. **R** En una presa, el gruix del mur ha de ser més alt al fons, ja que la pressió hidrostàtica augmenta amb la profunditat. Per tant, la pressió hidrostàtica a la qual estarà sotmès el mur de la part del fons de la presa serà més alta que la de la superfície.

47. **R** La pressió al fons serà la suma de la pressió en la superfície més la pressió hidrostàtica de l'aigua i, al seu torn, ha de ser el doble que la pressió en la superfície.

$$P_1 = P_0 + d \cdot g \cdot h$$

$$P_1 = 2 \cdot P_0$$

Igualem les dues expressions i aïllem h.

$$2 \cdot P_0 = P_0 + d \cdot g \cdot h \Rightarrow h = \frac{P_0}{d \cdot g}$$

Substituïm les dades tenint en compte que la pressió en la superfície és $P_0 = 1{,}013 \cdot 10^5$ Pa, la densitat de l'aigua és $d = 10^3$ kg/m³ i la gravetat és $g = 9{,}8$ m/s².

$$h = \frac{1{,}013 \cdot 10^5\ Pa}{10^3 \frac{kg}{m^3} \cdot 9{,}8 \frac{m}{s^2}} = 10{,}3\ m$$

La profunditat ha de ser de 10,3 m.

48. **A** Pascal va aconseguir trencar un barril ple de líquid afegint-hi només un litre d'aigua. Per a això, va fer un orifici en la part superior del tonel i hi va introduir un tub buit d'1 cm² de secció i d'una longitud d'uns 10 m. Va segellar la unió i va anar abocant l'aigua al tub. El barril es trenca a causa de la pressió afegida, que es transmet en totes direccions. Aquest augment de pressió correspon al pes de la columna d'aigua.

La força d'empenyiment en els líquids

49. La força d'empenyiment és la força que exerceixen els líquids sobre els cossos submergits. És una força dirigida cap amunt, i és igual al pes del líquid desallotjat.

Aquesta força actua sobre qualsevol cos submergit en un líquid.

50. Dades: $d = 2\,700$ kg/m³ $r = 4$ cm $= 0{,}04$ m

a) Calculem el volum de l'esfera.

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (0{,}04\ m)^3 = 2{,}68 \cdot 10^{-4}\ m^3$$

b) Calculem el pes de l'esfera en l'aire.

$$p = m \cdot g = V \cdot d \cdot g$$

$$p = 2{,}68 \cdot 10^{-4}\ \cancel{m^3} \cdot 2700 \frac{kg}{\cancel{m^3}} \cdot 9{,}8 \frac{m}{s^2} = 7{,}1\ N$$

c) Calculem la força d'empenyiment.

$$E = d_L \cdot V \cdot g = 1\,000\ \frac{kg}{\cancel{m^3}} \cdot 2{,}68 \cdot 10^{-4}\ \cancel{m^3} \cdot 9{,}8\ \frac{m}{s^2}$$

$$E = 2{,}6\ N$$

d) Calculem el pes una vegada submergida.

$$p' = p - E = 7{,}1\ N - 2{,}6\ N = 4{,}5\ N$$

c') Si se submergeix en oli, l'empenyiment val:

$$E = 800\ kg \cdot \cancel{m^{-3}} \cdot 2{,}68 \cdot 10^{-4}\ \cancel{m^3} \cdot 9{,}8\ m \cdot s^{-2} = 2{,}1\ N$$

d') El pes aparent val:

$$p' = p - E = 7{,}1 - 2{,}1 = 5\ N$$

51. Dades: $m = 10^6$ kg $d_L = 1\,026$ kg/m^3

$V_S = V/3$

Apliquem la condició de flotabilitat: $p = E$

$$d_L \cdot V_S \cdot g = p$$

$$V_S = \frac{m \cdot g}{d_L \cdot g} = \frac{m}{d_L} = \frac{10^6\ \cancel{kg}}{1\,026\ \cancel{kg}/m^3} = 974{,}7\ m^3$$

Per tant, el volum del vaixell val:

$$V_S = \frac{V}{3}\ ;\ V = 3 \cdot V_S$$

$$V = 3 \cdot 974{,}7\ m^3 = 2\,924{,}1\ m^3$$

52. Dades: $m = 480$ kg $V = 0{,}14$ m^3

R

a) La força d'empenyiment és igual al pes del líquid desallotjat.

$$E = d_L \cdot V \cdot g$$

$$E = 1\,000 \frac{kg}{\cancel{m^3}} \cdot 0{,}14\ \cancel{m^3} \cdot 9{,}8 \frac{m}{s^2} = 1\,372\ N$$

b) El pes del dofí és:

$$p = m \cdot g = 480\ kg \cdot 9{,}8 \frac{m}{s^2} = 4\,704\ N$$

Calculem el pes aparent.

$$p' = p - E = 4\,704\ N - 1\,372\ N = 3\,332\ N$$

La força d'empenyiment de l'aigua sobre el dofí és de 1 372 N, i el pes aparent d'aquest és de 3 332 N.

53. Dades: $p = 50$ N $p_S = 30$ N

A

Restem el pes en l'aire del pes en l'aigua per a trobar l'empenyiment:

$$50\ N - 30\ N = 20\ N$$

Utilitzem el principi d'Arquimedes per a trobar el volum del cos:

$$E = d_L \cdot V \cdot g\ ;\ V = \frac{E}{d_L \cdot g}$$

$$V = \frac{20\ N}{1\,000\ \frac{kg}{m^3} \cdot 9{,}8\ \frac{m}{s^2}} = 2{,}04 \cdot 10^{-3}\ m^3$$

A partir del pes del cos en podem trobar la densitat:

$$p = d \cdot V \cdot g\ ;\ d = \frac{p}{V \cdot g}$$

$$d = \frac{50\ N}{2{,}04 \cdot 10^{-3}\ m^3 \cdot 9{,}8\ \frac{m}{s^2}} = 2\,500\ \frac{kg}{m^3}$$

El volum del cos és de $2{,}04 \cdot 10^{-3}$ m^3 i la seva densitat és de 2 500 kg/m^3.

54. Dades: $d = 0{,}92$ g/cm$^3 = 920$ kg/m^3

A

Del principi d'Arquimedes, i després d'igualar les fórmules del pes i de l'empenyiment, deduïm que:

$$\frac{V_S}{V_T} = \frac{d}{d_L}$$

$$\frac{V_s}{V_T} = \frac{920\ \frac{\cancel{kg}}{\cancel{m^3}}}{1\,000\ \frac{\cancel{kg}}{\cancel{m^3}}} = \frac{0{,}92}{1} = 92\,\%$$

El percentatge del volum submergit de l'iceberg és del 92 %.

L'atmosfera i la pressió atmosfèrica

55. Les molèsties a les orelles són degudes als canvis de pressió. L'orella és un òrgan molt sensible a la pressió, i la diferència entre la pressió ambiental i la pressió de l'interior de l'orella provoca certes molèsties, que no desapareixeran fins que la pressió del seu interior s'iguali amb l'ambiental.

56. La pressió atmosfèrica normal és de 760 mmHg, perquè Torricelli va utilitzar un experiment amb mercuri per a trobar la pressió atmosfèrica normal; aquest experiment consistia a posar un tub amb 1 m de mercuri de cap per avall sobre una cubeta que contenia mercuri. En acabar l'experiment, s'observa que, a causa de la pressió que exerceix l'aire, queden 760 mmHg a l'interior del tub. El pes d'aquesta columna de mercuri per unitat de superfície és igual a la pressió atmosfèrica.

57. Dades: $\Delta h = 4\,000$ m

$P_1 = 101\,293$ Pa

$d = 1{,}293$ kg/m^3

La diferència de pressions entre els dos punts serà:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = d \cdot g \cdot h_1 - d \cdot g \cdot h_2 = d \cdot g \cdot \Delta h$$

Buidem P_2 i substituïm les dades.

$$P_2 = P_1 - d \cdot g \cdot \Delta h$$

$$P_2 = 101293\ Pa - 1{,}293 \frac{kg}{m^{\cancel{3}}} \cdot 9{,}8 \frac{\cancel{m}}{s^2} \cdot 4000\ \cancel{m} = 50\,607{,}4\ Pa$$

A 4 000 m d'altura, la pressió serà de 50 607, 4 Pa.

58. Dades: $P_1 = 750$ mmHg

$P_2 = 744$ mmHg

$d = 1{,}293$ kg/m^3

Calculem les pressions en Pa.

$$750\ \cancel{\text{mmHg}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{atm}}}{760\ \cancel{\text{mmHg}}} \cdot \frac{1{,}013 \cdot 10^5\ \text{Pa}}{1\ \cancel{\text{atm}}} =$$
$$= 9{,}997 \cdot 10^4\ \text{Pa}$$

$$744\ \cancel{\text{mmHg}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{atm}}}{760\ \cancel{\text{mmHg}}} \cdot \frac{1{,}013 \cdot 10^5\ \text{Pa}}{1\ \cancel{\text{atm}}} =$$
$$= 9{,}917 \cdot 10^4\ \text{Pa}$$

Calculem els metres de desnivell entre els dos punts.

$$\Delta P = P_1 - P_2 = d \cdot g \cdot h_1 - d \cdot g \cdot h_2 = d \cdot g \cdot \Delta h$$

$$\Delta h = \frac{P_1 - P_2}{d \cdot g} = \frac{9{,}997 \cdot 10^4\ \text{Pa} - 9{,}917 \cdot 10^4\ \text{Pa}}{1{,}293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9{,}8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} =$$
$$= 63{,}1\ \text{m}$$

El desnivell entre els dos punts és de 63,1 m.

59. a) El sentit de gir dels núvols és el sentit contrari a les agulles del rellotge.

b) Com que és a l'hemisferi nord, aquest tipus de moviment està associat amb una depressió.

60. Es formen núvols que donen lloc a abundants precipitacions, ja que el vapor d'aigua que transporta l'aire marítim travessa una zona més freda, com són les serres.

61. Indiquen un anticicló, ja que la pressió és superior a la normal, que és de 1 013 mb.

62. Dades: $P = 1\,030\ \text{mb} = 1{,}030 \cdot 10^5\ \text{Pa}$

R

Utilitzem la fórmula de la pressió atmosfèrica per a trobar l'altura:

$$P = d \cdot g \cdot h \ ; \ h = \frac{P}{d \cdot g}$$

$$h = \frac{1{,}030 \cdot 10^5\ \text{Pa}}{13\,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9{,}8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0{,}773\ \text{m} = 773\ \text{mm}$$

L'altura de la columna serà de 773 mm.

63. Segons els partidaris de la doctrina de l'horror *al buit,*

A

l'adherència d'una ventosa es deu al fet que, en col·locar-la sobre la pell o una superfície, l'aire del seu interior s'escalfa i es comprimeix i, per a evitar el buit, la pell o la superfície és atreta cap a la ventosa. I la dificultat a separar una manxa si no s'hi permet l'entrada d'aire s'interpretava afirmant que la naturalesa avorreix el buit; per aquesta raó, no es poden separar les parts d'una manxa sense deixar entrar aire ja que, si no, obria buit dins, fet impossible.

Aquests fets es poden interpretar fàcilment per l'existència de l'atmosfera que exerceix una pressió sobre tots els cossos: tant en el cas de la ventosa com en el de les manxes, la diferència de pressió entre l'interior i l'exterior origina una força neta cap a l'interior que dificulta separar una ventosa de la superfície on està adherida i també separar les parts d'una manxa, tret que es deixi penetrar aire en el seu interior. Aquesta és la interpretació correcta.

64. La llauna s'arruga com si fos un tros de paper.

A

En baixar la temperatura de l'interior de la llauna, la pressió del vapor de l'interior disminueix considerablement, amb la qual cosa es crea un semibuit. Aquesta pressió és inferior a la pressió atmosfèrica i, per tant, no la podrà contrarestar. Així, la pressió atmosfèrica exercirà una força sobre tota la superfície de la llauna que, en no ser contrarestada, provocarà que aquesta es comprimeixi.

@ Connecta't

65. En aquesta activitat l'alumne podrà comprovar que es compleix el principi de Pascal en la premsa hidràulica i el fre hidràulic.

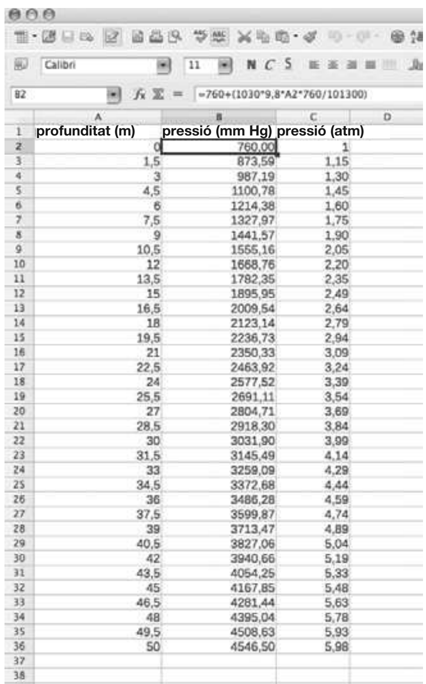
66. En aquesta activitat l'alumne haurà d'utilitzar les prediccions meteorològiques obtingudes en el Meteosat per a elaborar la predicció del temps a la seva comunitat per a les properes hores.

67. — El terme *atmosfera zero* fa referència a una atmosfera la pressió de la qual és gairebé negligible (propera a 0).

— Cal un vestit pressuritzat per a sortir a l'espai exterior, perquè pressions properes a 0 són mortals per a un organisme viu.

Si un astronauta surt de la nau sense aquest vestit, l'aigua que compon les cèl·lules del seu cos passa a l'estat de vapor, començant per les cèl·lules que es troben a la superfície de la pell. El cos es refreda. Aleshores es perd calor per l'efecte de transició entre les fases líquida i gasosa de l'aigua (es necessita alliberar calor per a evaporar l'aigua, la qual s'extreu de l'organisme). Al cap d'uns pocs segons, l'efecte de col·lapse de les cèl·lules causa una interrupció en la circulació de la sang, anorèxia aguda i convulsions. En menys d'un minut es perd la consciència i, finalment, si la pressió no es restaura, es produeix la mort.

68.



	A	B	C	D
1	profunditat (m)	pressió (mm Hg)	pressió (atm)	
2	0	760,00	1	
3	1,5	873,59	1,15	
4	3	987,19	1,30	
5	4,5	1100,78	1,45	
6	6	1214,38	1,60	
7	7,5	1327,97	1,75	
8	9	1441,57	1,90	
9	10,5	1555,16	2,05	
10	12	1668,76	2,20	
11	13,5	1782,35	2,35	
12	15	1895,95	2,49	
13	16,5	2009,54	2,64	
14	18	2123,14	2,79	
15	19,5	2236,73	2,94	
16	21	2350,33	3,09	
17	22,5	2463,92	3,24	
18	24	2577,52	3,39	
19	25,5	2691,11	3,54	
20	27	2804,71	3,69	
21	28,5	2918,30	3,84	
22	30	3031,90	3,99	
23	31,5	3145,49	4,14	
24	33	3259,09	4,29	
25	34,5	3372,68	4,44	
26	36	3486,28	4,59	
27	37,5	3599,87	4,74	
28	39	3713,47	4,89	
29	40,5	3827,06	5,04	
30	42	3940,66	5,19	
31	43,5	4054,25	5,33	
32	45	4167,85	5,48	
33	46,5	4281,44	5,63	
34	48	4395,04	5,78	
35	49,5	4508,63	5,93	
36	50	4546,50	5,98	
37				
38				

Treball de les competències bàsiques (pàg. 85 i 86)

Campament a les Llacunes

1. a) A mesura que pugen per la muntanya els costa més respirar perquè la quantitat d'oxigen inhalada és inferior, ja que la densitat de l'atmosfera disminueix a mesura que s'ascendeix sobre el nivell del mar. Això s'explica perquè la pressió disminueix amb l'altura i, com que l'aire és un fluid compressible, la seva densitat disminueix en disminuir la pressió que s'hi aplica.

   b) L'altímetre és un instrument que determina l'altitud, pel que fa a un punt de referència, a partir de la mesura de la pressió atmosfèrica.

   c) Prenem com a densitat de l'aire el valor mitjà de $d = 1{,}293\ \text{kg/m}^3$. La variació de pressió amb l'altura val:

$$\Delta P = d \cdot g \cdot \Delta h = 1{,}293\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^{\cancel{3}}} \cdot 9{,}8\ \frac{\cancel{\text{m}}}{\text{s}^2} \cdot 1620\ \cancel{\text{m}} =$$

$$= 20\,528\ \text{Pa}$$

$$P(h = 1620\ \text{m}) = (1{,}013 \cdot 10^5 - 20\,528)\ \text{Pa} =$$

$$= 80\,772\ \text{Pa}$$

$$P = 80\,772\ \cancel{\text{Pa}} \cdot \frac{1013\ \text{mb}}{1013 \cdot 10^2\ \cancel{\text{Pa}}} = 807{,}7\ \text{mb}$$

$$P = 80\,772\ \cancel{\text{Pa}} \cdot \frac{1\ \text{atm}}{1{,}013 \cdot 10^5\ \cancel{\text{Pa}}} = 0{,}80\ \text{atm}$$

2. a) Sí, hauran d'ajustar la pressió de les rodes per la càrrega que transporten. En variar la massa del vehicle, varia la pressió que cada pneumàtic suporta per part del vehicle. Per a contrarestar aquest fet, se n'ha d'ajustar la pressió interna.

   b) La pressió recomanada per a inflar els pneumàtics d'un cotxe augmenta en augmentar el pes del vehicle. Això es deu al fet que, en augmentar la càrrega, el cotxe exerceix més pressió sobre els pneumàtics. Per a restablir la duresa dels pneumàtics i la seva capacitat d'adherència al terra, cal augmentar la pressió de l'aire a l'interior. Si se circula amb els pneumàtics inflats amb una pressió inferior a la recomanada, n'augmenta el desgast, l'escalfament i també el risc que rebentin.

3. Dades: $P = 5 \cdot 10^5\ \text{Pa}$

   Dimensions de la paret: 20 m × 8 m

   La força és igual a la pressió per la superfície:

$$F = P \cdot S = 5 \cdot 10^5\ \text{Pa} \cdot (20\ \text{m} \cdot 8\ \text{m}) = 8 \cdot 10^7\ \text{N}$$

4. a) Com a conseqüència del principi fonamental de la hidrostàtica ($p = d \cdot g \cdot h$), les preses aguanten pressions molt més elevades com més altura d'aigua contenen. La pressió sobre les parets augmenta cap avall i, per tant, també ho fa la força que hi recau. Per aquesta raó es construeixen amb els murs més gruixuts en la part inferior.

   b) La pressió hidrostàtica a 10 m de profunditat és:

$$P = d \cdot g \cdot h = 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^{\cancel{3}}} \cdot 9{,}8\ \frac{\cancel{\text{m}}}{\text{s}^2} \cdot 10\ \cancel{\text{m}} =$$
$$= 9{,}8 \cdot 10^4\ \text{Pa}$$

   La pressió hidrostàtica a 25 m de profunditat és:

$$P = d \cdot g \cdot h = 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^{\cancel{3}}} \cdot 9{,}8\ \frac{\cancel{\text{m}}}{\text{s}^2} \cdot 25\ \cancel{\text{m}} =$$
$$= 2{,}45 \cdot 10^5\ \text{Pa}$$

5. En primer lloc, calcularem el pes del cos:

$$p = m \cdot g = 63\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 617{,}4\ \text{N}$$

   A aquest valor caldria afegir el pes de la canoa. L'enunciat no n'especifica el valor, per la qual cosa considerem que el valor de 63 kg correspon a la massa del conjunt canoa-Joan.

   Ara, calculem l'empenyiment:

$$E = d_L \cdot V \cdot g = 1000\ \frac{\text{kg}}{\cancel{\text{m}^3}} \cdot 0{,}4\ \cancel{\text{m}^3} \cdot 9{,}8\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3920\ \text{N}$$

   Com a $p < E$, la canoa surarà.

6. a) La primera ascensió va tenir lloc a París (França) el 1783. S'atribueix la invenció del globus aerostàtic tripulat als germans Montgolfier.

   b) L'heli és un gas menys dens que l'aire; d'aquesta manera, s'aconsegueix que l'empenyiment sigui més gran que el pes total del globus i, en conseqüència, que es pugui elevar. A més, és un gas no inflamable, amb la qual cosa es pot escalfar si cal per a disminuir-ne encara més la densitat.

   c) L'ascensió d'un globus es produeix perquè la densitat interior és inferior a la de l'aire. És a dir, el pes de l'aire de l'atmosfera desallotjat pel globus és més gran que la suma del pes del gas interior, la cistella, els seus ocupants, el llast i les cordes. Per tant, si es redueix el pes del contingut de la cistella, caldrà menys volum de gas heli perquè el globus ascendeixi, o bé no caldrà escalfar-ne tant el gas interior.

7. La zona on se situa el campament està sota la influència d'una depressió i està previst que hi arribi un front fred. Per tant, s'espera que hi hagi un descens de la temperatura, forts vents i precipitacions que poden ser en forma de tempesta; per aquesta raó, és desaconsellable realitzar l'activitat.

Avaluació (pàg. 88)

1. Dades: $V = 1{,}5\ \text{L}$ $\quad r = 4\ \text{cm}$

   Expressem el volum en unitats del SI.

$$V = 1{,}5\ \cancel{\text{L}} \cdot \frac{1\ \cancel{\text{dm}^3}}{1\ \cancel{\text{L}}} \cdot \frac{1\ \text{m}^3}{10^3\ \cancel{\text{dm}^3}} = 1{,}5 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3$$

   Calculem la massa d'aigua que representa aquest volum utilitzant la definició de densitat.

$$d_L = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d_L \cdot V = 1000\ \frac{\text{kg}}{\cancel{\text{m}^3}} \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-3}\ \cancel{\text{m}^3} =$$
$$= 1{,}5\ \text{kg}$$

La força que exerceix l'aigua és equivalent al seu pes.

$$F = p = m \cdot g = 1{,}5\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 14{,}7\ \text{N}$$

Trobem la pressió que l'aigua exerceix sobre la base.

$$P = \frac{F}{S} = \frac{p}{\pi \cdot r^2} = \frac{14{,}7\ \text{N}}{\pi \cdot (0{,}04\ \text{m})^2} = 2924{,}5\ \text{Pa}$$

La pressió que exerceix l'ampolla d'aigua és de 2924,5 Pa.

2. $1{,}42\ \cancel{\text{atm}} \cdot \dfrac{1{,}013 \cdot 10^5\ \text{Pa}}{1\ \cancel{\text{atm}}} = 143846\ \text{Pa}$

$720\ \cancel{\text{mm}}\text{Hg} \cdot \dfrac{1{,}013 \cdot 10^5\ \text{Pa}}{760\ \cancel{\text{mm}}\text{Hg}} = 95968\ \text{Pa}$

$984\ \cancel{\text{mb}} \cdot \dfrac{1{,}013 \cdot 10^5\ \text{Pa}}{1013\ \cancel{\text{mb}}} = 98400\ \text{Pa}$

3. Dades: $m = 28{,}95$ g $\quad d = 19{,}3$ g/cm^3

Apliquem la fórmula de la densitat per a conèixer el volum de l'anell.

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d}$$

$$V = \frac{m}{d} = \frac{28{,}95\ \cancel{\text{g}}}{19{,}3\ \dfrac{\cancel{\text{g}}}{\text{cm}^3}} = 1{,}5\ \text{cm}^3$$

El volum de l'anell és d'1,5 cm^3.

4. Dades: $r = 120$ cm $= 1{,}2$ m

$h = 300$ m

$d = 1030$ kg/m^3

Calculem la superfície de l'escotilla.

$$S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (1{,}2\ \text{m})^2 = 4{,}5\ \text{m}^2$$

Trobem la pressió que exerceix l'aigua sobre l'escotilla:

$$P = d \cdot g \cdot h = 1030\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^{\cancel{3}}} \cdot 9{,}8\ \frac{\cancel{\text{m}}}{\text{s}^2} \cdot 300\ \cancel{\text{m}}$$

$$P = 3{,}03 \cdot 10^6\ \text{Pa}$$

La força exercida per aquesta pressió sobre la superfície serà:

$$F = P \cdot S = 3{,}03 \cdot 10^6\ \text{Pa} \cdot 4{,}5\ \text{m}^2 = 1{,}36 \cdot 10^7\ \text{N}$$

La força que exerceix l'aigua sobre l'escotilla és de $1{,}36 \cdot 10^7$ N.

5. Dades: $S_1 = 250$ cm^2 $\quad S_2 = 2375$ cm^2

$m = 1740$ kg

Utilitzem unitats del SI.

$$S_1 = 0{,}025\ \text{m}^2$$

$$S_2 = 0{,}2375\ \text{m}^2$$

La força que exerceix la màquina sobre l'èmbol és equivalent al seu pes.

$$F_2 = p = m \cdot g$$

$$F_2 = 1740\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 17052\ \text{N}$$

Apliquem el principi de Pascal posant la màquina en l'èmbol gran.

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

$$F_2 = \frac{17052\ \text{N} \cdot 0{,}025\ \text{m}^2}{0{,}2375\ \text{m}^2} = 1795\ \text{N}$$

L'operari haurà d'exercir una força de 1795 N i la màquina haurà de posar-se damunt de l'èmbol que tingui la superfície més gran.

6. Dades: $m = 5000\ \text{t} = 5 \cdot 10^6$ kg

$V = 2{,}5 \cdot 10^4$ m^3

Trobem la densitat del buc.

$$d = \frac{m}{V} = \frac{5 \cdot 10^6\ \text{kg}}{2{,}5 \cdot 10^4\ \text{m}^3} = 2 \cdot 10^2\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Per als cossos en flotació es compleix que el pes del cos és igual a l'empenyiment a causa de la part submergida.

Expressem el pes p i l'empenyiment, E_s, en funció de les densitats del buc i l'aigua, respectivament.

$p = m \cdot g = d \cdot V \cdot g \qquad V =$ volum buc

$E = d_L \cdot V_S \cdot g \qquad V_s =$ volum submergit

Igualem les dues forces.

$$p = E$$

$$d \cdot V \cdot g = d_L \cdot V_s \cdot g$$

d'on es dedueix:

$$\frac{V_s}{V} = \frac{d}{d_L} = \frac{200\ \dfrac{\cancel{\text{kg}}}{\cancel{\text{m}^3}}}{1000\ \dfrac{\cancel{\text{kg}}}{\cancel{\text{m}^3}}} = 0{,}2$$

El percentatge de volum submergit és del 20 % respecte del volum total.

7. La condició perquè un cos suri en un líquid és que la densitat del cos ha de ser inferior a la del líquid.

8. A mesura que augmenta l'altitud, la pressió atmosfèrica disminueix, ja que l'altura de la columna d'aire que tenim per damunt disminueix.

9. Considerant que estem en l'hemisferi nord, si el gir de les isòbares és antihorari, es tracta d'una depressió.