

## MAGNITUDS I UNITATS

## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** A continuació, s'anomenen alguns passos del mètode científic. Ordena'ls de manera correcta:

Ilei – experimentació – observació  
publicació de resultats – anàlisi de dades

- 2** Les publicacions de les investigacions científiques són una important font d'informació. Actualment, la tecnologia ens permet consultar múltiples fonts d'informació, però no totes són iguals de fiables. Valora d'1 a 3 (1 valor màxim) la fiabilitat de les fonts d'informació següents:

- Diari nacional.
- Web de la societat astronòmica del barri.
- Revista *Nature*.
- Blog personal.
- Web del CSIC.
- Documental de televisió.
- Fullet informatiu d'un producte d'una determinada empresa.

- 3** Explica quina de les expressions següents es pot acceptar com a hipòtesi. Per a les que no es poden acceptar, explica'n el motiu i, si es pot, reformula-les de manera correcta:

- Les persones que moren es reencarnen en animals.
- Pesa el mateix un cos en l'aire que en l'aigua?
- L'element químic més abundant en el Sol és l'heli.
- Els nens són més feliços que els adults.

- 4** Completa la taula. Has de col·locar en el lloc correcte les informacions següents:

- És l'enunciat d'una hipòtesi confirmada.
- Permet predir fenòmens desconeguts.
- S'ha de poder comprovar.
- És conseqüència de l'observació.
- Es pot expressar mitjançant una frase o mitjançant una fórmula matemàtica.
- És una suposició sobre un fet real.
- En aplicar el mètode científic demostrarem si és o no certa.
- És una explicació a una sèrie de fets demostrats mitjançant lleis científiques.

Hipòtesi	Llei	Teoria

- 5** Identifica cada una de les frases següents com a hipòtesi, llei o teoria:

- Tots els gasos estan formats per partícules que es mouen amb total llibertat.
- Com més petit és el volum que ocupa un gas, més gran és la pressió que exerceix.
- Per a un determinat gas, el producte de la pressió que exerceix pel volum que ocupa és constant.

- 6** Tenint en compte la hipòtesi, llei i teoria de l'activitat anterior, dissenya un experiment que et permeti arribar de la hipòtesi a la llei. A continuació, assenyalats quins altres experiments caldria fer per arribar a l'establiment de la teoria.

- 7** Les lleis del moviment de caiguda lliure determinen que la relació entre l'espai que recorre un mòbil que cau lliurement i el temps que porta caient ve determinat per l'expressió:

$$s = 4,9 \cdot t^2$$

Imagina que fas aquest estudi seguint el mètode científic:

- Enuncia la hipòtesi.
- Dissenya l'experiència. Quines dades prendries?
- Indica com faries el tractament de les dades.

- 8** Pel que fa a la caiguda lliure, Aristòtil pensava que el temps que trigaven els cossos a caure des d'una determinada altura era més petit com més gran fos el seu pes. Galileu va demostrar que això no era cert i el 1971, David Scott, astronauta de l'Apol·lo XV, va mostrar que a la Lluna un martell i una ploma que es deixen caure des de la mateixa altura arribem a terra alhora.

- Descrueu els passos del mètode científic per a l'estudi que va fer Aristòtil.
- A partir de l'experiència de Scott, reformula la hipòtesi de l'estudi perquè arribi a la conclusió de Galileu.

## MAGNITUDS I UNITATS

## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** Assenyala en cada cas quines són magnituds, i quines, unitats:
- |            |              |
|------------|--------------|
| a) hora    | f) pascal    |
| b) pressió | g) velocitat |
| c) newton  | h) densitat  |
| d) massa   | i) atmosfera |
| e) joule   | j) força     |
- 2** Classifica les magnituds següents com a escalars o vectorials:
- |                 |                          |
|-----------------|--------------------------|
| a) energia      | f) acceleració           |
| b) concentració | g) resistència elèctrica |
| c) pes          | h) volum                 |
| d) treball      | i) potència              |
| e) temps        | j) desplaçament          |
- 3** Cada una de les expressions següents conté un error. Detecta'l i corregeix-lo.
- En el cim de l'Everest hi ha una pressió atmosfèrica de 30 kPa, dirigida cap amunt.
  - Per aixecar un cotxe s'ha d'exercir una força de 20.000 N.
  - La temperatura d'un cos varia 2 °C per minut.
  - Un cos té una massa de 2 kg en direcció vertical i cap avall.
- 4** Assenyala quina de les magnituds següents són fonamentals, i quines, són derivades:
- |             |                         |
|-------------|-------------------------|
| a) massa    | f) acceleració          |
| b) densitat | g) intensitat elèctrica |
| c) pes      | h) temperatura          |
| d) treball  | i) potència             |
| e) temps    | j) desplaçament         |
- 5** Indica en cada cas quines són unitats del Sistema Internacional, i quines, no.
- |                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| a) $\text{kg/m}^3$           | f) ampere          |
| b) hora                      | g) gram            |
| c) km/s                      | h) pascal          |
| d) $\text{N} \cdot \text{m}$ | i) litre           |
| e) atmosfera                 | j) cavall de vapor |
- 6** Expressa les quantitats següents en unitats del Sistema Internacional:
- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| a) 108 km/h           | e) 5 mA               |
| b) 0,7 mg/mL          | f) 3,3 kWh            |
| c) $5 \text{ N/cm}^2$ | g) $25 \text{ L/m}^2$ |
| d) 700 mm de Hg       | h) 0,5 kJ/h           |
- 7** Tenim un cilindre d'alumini de 2 cm de diàmetre i 3 cm d'altura. Amb la balança determinem que la seva massa és 25,4 g.
- Calcula el volum del cilindre i expressa'l en unitats del Sistema Internacional.
  - Calcula la densitat de l'alumini i expressa-la en unitats del Sistema Internacional.
  - Un objecte irregular d'alumini té una massa de 15 kg. Si és massís, quin volum ocuparà?
- 8** En un cilindre d'èmbol mòbil tenim tancat un gas que exerceix una pressió de 700 hPa quan la superfície inferior de l'èmbol és a 50 cm de la cara interior de la base del cilindre. Si la tapa del cilindre és un cercle de 20 cm de diàmetre:
- Calcula la força que exerceix el gas sobre la cara interior de l'èmbol. Expressa-la en unitats del Sistema Internacional.
  - Calcula el producte de la pressió pel volum del gas. Demuestra, treballant en el Sistema Internacional, que el resultat del producte s'expressa en joules.
- 9** Sabem que 1 mol d'aigua són 18 g i que conté  $6,022 \cdot 10^{23}$  molècules. Calcula la massa d'una molècula d'aigua i expressa-la en unitats del Sistema Internacional.
- 10** La meva tieta m'acaba d'avisar que és a 40 km de casa meva i que va a una velocitat de 80 km/h. Aquestes dades són suficients per assegurar que la meva tieta picarà a la porta de casa d'aquí a mitja hora? Raona la resposta.

## MAGNITUDS I UNITATS

## ACTIVITATS DE REFORÇ

**1** Indica en cada cas quina és una mesura directa i quina una mesura indirecta:

- El volum d'una esfera mesurant-ne el diàmetre.
- El volum d'una esfera submergint-la en una proveta amb aigua.
- El volum d'una esfera d'alumini mesurant-ne la massa i fent servir la dada de la densitat.
- La velocitat instantània d'un vehicle.
- La velocitat mitjana d'un vehicle.
- El desplaçament d'un vehicle.
- El pes d'un cos amb un dinamòmetre.
- L'empenyiment d'un cos submergit amb un dinamòmetre.
- La pluviositat en un lloc determinat.

**2** Determina amb el nombre adequat de xifres significatives:

- La superfície d'un cercle de 2,3 cm de diàmetre.
- El costat d'un quadrat la superfície del qual és de 6,25 cm<sup>2</sup>.
- El perímetre i la superfície d'una pista de joc de 5,6 m de llargada i 4,4 m d'amplada.
- La massa de 5 mL d'alcohol si la seva densitat és 789 kg/m<sup>3</sup>.

**3** Amb un regle que aprecii mil·límetres mesurem la longitud d'una goma i obtenim els resultats següents:

1a mesura	2a mesura	3a mesura
2,9 cm	3,1 cm	2,8 cm

- Quan fa la goma?
- Calcula l'error absolut de cada una de les mesures.

**4** Raona si és possible fer un mesurament sense cap error. Com podríem reduir al mínim l'error d'un mesurament?

**5** Indica si les afirmacions següents informen sobre la precisió, l'exactitud o la fiabilitat de l'instrument de mesura.

- Capacitat de l'instrument per donar valor real del mesurament.
- La quantitat de variació de la magnitud més petita que l'instrument pot mesurar. Es llegeix en la divisió més petita.
- Capacitat de l'instrument per repetir el mateix valor sempre que es mesuri la mateixa quantitat.

**6** Per avaluar la qualitat d'un instrument de mesura es tenen en compte característiques com ara l'exactitud, la fiabilitat o la precisió. Per avaluar la qualitat de tres rellotges, anem la seva indicació del temps quan el rellotge de referència marca les dotze del migdia durant tres dies seguits. Els resultats dels tres rellotges són els següents:

	1a mesura	2a mesura	3a mesura
<b>Rellotge A</b>	12:00	12:02	11:59
<b>Rellotge B</b>	12:05	12:05	12:04
<b>Rellotge C</b>	11:56:39	11:59:03	12:00:05

**7** Hem mesurat la longitud de la taula i és de 67,5 cm. No hem estat gaire curosos quan hem anotat el resultat del càlcul d'errors i analitzem cada un dels valors que tenim en el mateix paper. Raona si és possible que:

- L'error absolut sigui  $-2,5$  cm.
- L'error relatiu sigui 1,25.
- L'error absolut sigui 0,25.
- L'error relatiu sigui 0,25 cm.
- L'error absolut sigui 1,25 cm.
- L'error relatiu sigui 2,5 %.

**8** De vegades, per facilitar els càlculs, arrodonim el valor de la mitjana obtinguda mitjançant una operació matemàtica. Calcula l'error que comentem en fer els arrodoniments següents:

- 2,3 cm  $\rightarrow$  2 cm
- 58,3 cm  $\rightarrow$  58 cm

**9** Imagina que estàs fent una experiència en què mesures el que varia la temperatura d'un cos quan es posa en contacte amb un altre cos. Per fer-ho, utilitzes un termòmetre la precisió del qual és 1 °C. La temperatura inicial del cos era de 19 °C i després d'estar en contacte amb el segon cos va arribar a 20 °C. Respon:

- Quan s'ha incrementat la temperatura?
- Quin és l'error absolut i l'error relatiu d'aquesta mesura?
- És fiable el resultat de la teva experiència?
- Què hauries de fer per què el resultat fos més fiable?

## MAGNITUDS I UNITATS

## ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ

**1** Escriu l'equació de dimensions de les magnituds següents:

- Superfície.
- Volum.
- Densitat.
- Velocitat.

**2** A continuació, es mostra la definició d'una sèrie de magnituds. A partir d'ella, escriu l'equació de dimensions de cada una:

Magnitud	Definició
Acceleració	Mesura el que varia la velocitat per unitat de temps.
Força	La força que actua sobre un cos és igual al producte de la seva massa per l'acceleració que li provoca.
Treball	El treball físic sobre un cos s'obté multiplicant la força que actua sobre ell pel desplaçament que li provoca.
Potència	Mesura el treball per unitat de temps.
Pressió	Mesura la força per unitat de superfície.

**3** Es diu que una expressió matemàtica és coherent si les magnituds i les operacions que s'indiquen en tots dos costats de la igualtat tenen la mateixa equació de dimensions. Comprova si són coherents les expressions matemàtiques següents:

- potència = força  $\times$  velocitat
- $\frac{\text{força}}{\text{massa}} = \text{velocitat} \times \text{temps}$
- treball = pressió  $\times$  volum
- $\frac{\text{treball}}{\text{temps}} = \text{massa} \times \text{velocitat}^2$
- densitat  $\times$  acceleració =  $\frac{\text{pressió}}{\text{longitud}}$

**4** Conèixer l'equació de dimensions d'una magnitud ens permet interpretar les unitats en què es mesura. Demuestra que la pluviositat (litres d'aigua caiguda per metre quadrat) es mesura en unitats de longitud.

**5** El pluviòmetre és un aparell que es fa servir per mesurar la precipitació d'aigua de pluja que cau en un determinat lloc. En essència consta d'una proveta graduada.

- Demostra que quan el nivell d'aigua en la proveta puja 1 mm, podem dir que ha caigut 1 L/m<sup>2</sup>.
- Al jardí tenim testos rodons de 30 cm de diàmetre. Si l'aigua de la pluja assoleix una altura de 28 mm en el pluviòmetre, quina quantitat d'aigua haurà caigut en cada test?

**6** Algunes fórmules inclouen una constant el valor de la qual depèn de les unitats en què s'expressi. Per exemple, la força d'atracció gravitatòria entre dos cossos de massa  $M$  i  $m$ , separats una distància  $d$ , ve determinada per l'expressió:

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

$G$  és la constant de gravitació universal el valor de la qual en unitats del SI és  $6,67 \cdot 10^{-11}$ .

Determina quines són les unitats de  $G$ .

**7** Quan un cos s'escalfa, augmenta de mida. L'augment depèn de la mida inicial, de l'increment de temperatura i del tipus de substància. L'expressió matemàtica que permet conèixer l'augment del volum d'un cos és:

$$\Delta V = V_0 \cdot \Delta t \cdot \gamma$$

Demostra que el coeficient de dilatació,  $\gamma$ , es mesura en  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

**8** En l'àtom hi ha tres tipus de partícules, protons, neutrons i electrons. Un àtom de carboni està format per sis protons, sis electrons i vuit neutrons. A partir de les dades que mostren la massa (kg) de cada una d'aquestes partícules:

Protó	Neutró	Electró
$1,673 \cdot 10^{-27}$	$1,675 \cdot 10^{-27}$	$9,11 \cdot 10^{-31}$

- Calcula la massa de l'àtom de carboni considerant totes les partícules.
- Calcula la massa de l'àtom de carboni considerant només la massa dels seus protons i neutrons.
- Calcula l'error relatiu i l'error absolut del segon mesurament respecte del primer.
- Justifica per què es diu, moltes vegades, que la massa d'un àtom coincideix amb la massa dels seus protons i dels seus neutrons.

## MAGNITUDS I UNITATS

## PROBLEMA RESOLT 1

Quan hem de fer una mesura molt petita recorrem a realitzar un mesurament del fenomen ampliat i obtenir finalment la mesura que busquem mitjançant el càlcul matemàtic. Per exemple, per mesurar el període d'un pèndol, en comptes de mesurar el temps que tarda a fer una única oscil·lació, podem mesurar el temps que tarda a fer 10 oscil·lacions i dividir el resultat entre 10. Mitjançant aquest procediment reduïm l'error de la mesura.

La taula següent mostra el temps que tarda un pèndol a fer una sèrie d'oscil·lacions. En cada cas, determina el valor del període especificant l'error absolut i l'error relatiu de cada mesura:

Nre. d'oscil·lacions	2	5	10	20
Temps (s)	3,55	9,05	21,15	40,08

## Plantejament i resolució

Determinem l'error absolut de cada mesura.

Ja que només s'ha fet una mesura, l'error coincideix amb la precisió del cronòmetre:  $E_a = \pm 0,01$  s.

Calculem en cada cas l'error relatiu:

Nre. d'oscil·lacions	2	5	10	20
Temps (s)	3,55	9,05	21,16	40,08
$E_a$ (s)	0,01	0,01	0,01	0,01
$E_r = \frac{E_a}{V_{\text{mesura}}}$	$2,82 \cdot 10^{-3}$	$1,11 \cdot 10^{-3}$	$4,73 \cdot 10^{-4}$	$2,50 \cdot 10^{-4}$

Calculem el període, dividint el temps mesurat entre el nombre d'oscil·lacions.

En cada cas, l'error absolut que es comet en mesurar el nombre d'oscil·lacions es divideix entre el nombre d'oscil·lacions. Així tenim l'error absolut del període.

Nre. d'oscil·lacions	2	5	10	20
Temps (s)	3,55	9,05	21,16	40,08
Període (s)	1,78	1,81	2,12	2,00
$E_a$ (s)	$5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$
$E_r = \frac{E_a}{T}$	$2,81 \cdot 10^{-3}$	$1,11 \cdot 10^{-3}$	$4,72 \cdot 10^{-4}$	$2,50 \cdot 10^{-4}$

Podem observar que en augmentar el nombre d'oscil·lacions es redueix l'error absolut de la mesura del període del pèndol.

## ACTIVITATS

- Fem servir un regle que apreciï mil·límetres per mesurar la longitud d'un mòbil i resulta ser 11,8 cm. A continuació, fem servir un metrònom que aprecia centímetres per mesurar l'amplada de la classe i resulta ser de 4,65 m. Quina de les dues mesures té la qualitat més alta?
- El passadís de casa fa 6,85 m de llargada.
  - Quina precisió ha de tenir la cinta amb què el mesuro si vull cometre un error inferior al 0,5 %?
  - Quin serà l'interval de confiança de la mesura?

Solució: la segona

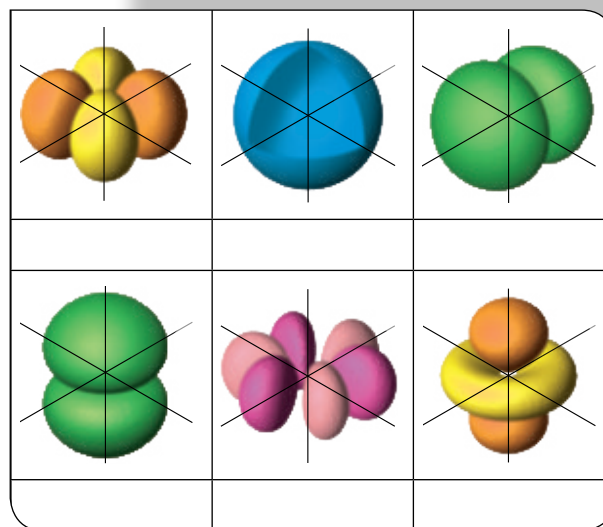
## ÀTOMS I TAULA PERIÒDICA

## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** Associa cada una de les frases següents amb el o els models atòmics a què es refereix:
1. Model de Thomson.
  2. Model de Rutherford.
  3. Model de Bohr.
  4. Model atòmic actual.
- a) Un àtom té tants electrons com protons.
  - b) Els àtoms tenen nucli i escorça.
  - c) Els electrons giren al voltant del nucli.
  - d) Els electrons es mouen en l'escorça de l'àtom ocupant regions anomenades orbitals.
  - e) Els electrons giren només en determinades òrbites.
  - f) La major part de l'àtom l'ocupa una massa de càrrega positiva.
- 2** En una de les experiències més famoses de la història de l'àtom es va comprovar que, en bombardejar partícules alfa (càrrega positiva) contra una làmina d'or, la major part de les partícules alfa travessaven la làmina sense desviar-se i només una de cada deu mil retrocedia en xocar-hi. Raona si d'això es dedueix:
- a) Es desvien tan poques partícules perquè els protons són molt petits.
  - b) Es desvien tan poques partícules alfa perquè els protons estan tots junts en un nucli molt petit.
  - c) La major part de les partícules alfa no es desvia perquè els àtoms són neutres.
  - d) La major part de les partícules alfa no es desvia perquè els àtoms estan pràcticament buits.
- 3** L'espectre atòmic és el conjunt de les radiacions emeses pels àtoms que tenen molta energia. Pel que fa als espectres, indica quina de les afirmacions següents és falsa:
- a) Els espectres es deuen al fet que els electrons dels àtoms es disposen en capes.
  - b) Els espectres serveixen per identificar a quin element químic pertanyen els àtoms.
  - c) Els espectres atòmics van ser descoberts per Bohr.
  - d) L'espectre recull la radiació que emet un electró quan passa d'una òrbita a una altra.
- 4** El model atòmic actual va demostrar que l'escorça d'un àtom s'organitza en capes i que en cada capa pot haver-hi diversos tipus d'orbitals, anomenats s, p, d i f.
- a) Indica quin tipus d'orbitals hi ha en cada una de les cinc primeres capes de l'escorça d'un àtom.
  - b) Completa la taula indicant-hi el nombre d'orbitals diferents que pot haver-hi de cada tipus:

Típus	s	p	d	f
Nombre				

- 5** Observa els orbitals següents i indica'n el tipus:



- 6** Indica quins dels orbitals següents tenen la mateixa forma i es diferencien només per la mida:
- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| a) 2s | c) 4s | e) 3d | g) 4f |
| b) 3p | d) 5f | f) 5s | h) 2p |
- 7** Indica quins dels orbitals següents tenen una mida semblant:
- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| a) 2s | c) 4s | e) 3d | g) 4f |
| b) 3p | d) 5f | f) 5s | h) 2p |
- 8** Indica quins dels orbitals següents no poden existir en un àtom:
- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| a) 6s | b) 1p | c) 2d | d) 6f |
|-------|-------|-------|-------|
- 9** Un àtom té electrons en les dues primeres capes. Raona quina d'aquestes frases és correcta:
- a) Tots els electrons són en la segona capa.
  - b) Els electrons poden ocupar un màxim de dos orbitals.
  - c) Els electrons poden ocupar un màxim de quatre orbitals.
  - d) Els electrons poden ocupar un màxim de cinc orbitals.
- 10** Els electrons se situen en els orbitals que són en l'escorça d'un àtom. Imagina un àtom que té completament plens els orbitals p de la seva segona capa. Podem assegurar que, en aquests orbitals, l'àtom té:
- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| a) Dos electrons.  | c) Quatre electrons. |
| b) Tres electrons. | d) Sis electrons.    |

## ÀTOMS I TAULA PERIÒDICA

## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** Construeix el diagrama de Moeller i col·loca els tipus d'orbitals següents en ordre d'energia creixent:
- a) 2s      c) 4s      e) 3d<sub>xy</sub>      g) 4f<sub>xyz</sub>  
 b) 3p<sub>x</sub>      d) 5f<sub>xyz</sub>      f) 5s      h) 3p<sub>z</sub>
- 2** Un àtom de C té 6 electrons. Indica quina de les opcions següents representa la configuració electrònica de C:
- a) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>2</sup>      c) 1s<sup>2</sup>2s<sup>1</sup>2p<sup>1</sup>2p<sup>1</sup>2p<sup>1</sup>  
 b) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>1</sup>2p<sup>1</sup>      d) 1s<sup>1</sup>2s<sup>1</sup>2p<sup>1</sup>2p<sup>1</sup>2p<sup>2</sup>
- 3** L'àtom de sodi té 11 electrons. Escriu la seva configuració electrònica i justifica quina de les opcions següents és certa:
- a) L'àtom de sodi té 2 electrons en la primera capa, 8 electrons en la segona i 1 electró en la tercera.  
 b) L'àtom de sodi té 2 electrons en la primera capa, 4 electrons en la segona i 5 electrons en la tercera.  
 c) L'àtom de sodi té 1 electró en la primera capa, 4 electrons en la segona i 6 electrons en la tercera.  
 d) L'àtom de sodi té 2 electrons en la primera capa, 2 electrons en la segona, 6 electrons en la tercera i 1 electró en la quarta.
- 4** S'anomena configuració de valència la configuració electrònica de l'última capa d'un àtom. Tots els elements que tenen idèntica configuració de valència es troben en el mateix grup de la taula periòdica. Associa la configuració de valència amb el grup a què pertanyen els elements següents:

Configuració de valència	Grup
ns <sup>1</sup>	14
ns <sup>2</sup> np <sup>1</sup>	2
ns <sup>2</sup> np <sup>6</sup>	17
ns <sup>2</sup> np <sup>3</sup>	18
ns <sup>2</sup>	16
ns <sup>2</sup> np <sup>4</sup>	13
ns <sup>2</sup> np <sup>5</sup>	15
ns <sup>2</sup> np <sup>2</sup>	1

- 5** Explica per què l'element heli (1s<sup>2</sup>) és en el grup 18, la configuració de valència del qual és ns<sup>2</sup> np<sup>6</sup>.

- 6** En la taula següent es mostra la configuració de valència d'una sèrie d'elements. Indica quin és el grup i el període de cada un d'aquests:

Configuració de valència	Grup	Període
2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>		
5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>		
1s <sup>1</sup>		
3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>		
4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup>		
7s <sup>2</sup>		
6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup>		

- 7** Els elements que són entre els grups 3 i 12 s'anomenen de transició. La seva configuració de valència és ns<sup>2</sup> (n-1)d<sup>x</sup> (des de d<sup>1</sup> fins a d<sup>10</sup>). Respon a les preguntes següents relatives a aquests elements:
- a) La configuració de valència del primer element de transició és 4s<sup>2</sup> 3d<sup>1</sup>. Per què no hi ha elements de transició anteriors a aquest?  
 b) A quin grup pertany l'element la configuració de valència del qual és 4s<sup>2</sup> 3d<sup>1</sup>?  
 c) A quin grup pertany l'element de configuració 4s<sup>2</sup> 3d<sup>10</sup>?  
 d) Per què hi ha 10 elements de transició en cada període?
- 8** A partir de la informació sobre el grup i el període dels elements següents, indica'n la configuració de valència:

Grup	Període	Configuració de valència
2	6	
5	4	
3	5	
15	2	
18	1	
14	3	
10	4	

- 9** Explica per què no poden existir elements químics el grup i el període dels quals siguin els que s'indiquen:

	a)	b)	c)	d)	e)
Grup	8	15	6	2	10
Període	2	1	3	1	2

## ÀTOMS I TAULA PERIÒDICA

## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** Localitza els elements següents en la taula periòdica. Completa la informació relativa al grup, període i configuració de valència:

Element	Grup	Període	Configuració de valència
Rb			
Cl			
Sn			
Fe			
I			
Na			
Ca			
P			

- 2** A partir de la informació de l'activitat anterior, indica quins dels elements de cada parella té la mida més gran:
- a) Rb i Na    b) Rb i Sn    c) Cl i P    d) Fe i Ca
- 3** Indica quin és l'ordre correcte dels elements següents segons la seva mida:  
Rb, Cl, P, Na, Ca
- a)  $Cl > Na > Ca > P > Rb$     c)  $Ca > Na > Rb > P > Cl$   
b)  $Rb > Ca > Na > P > Cl$     d)  $P > Na > Ca > Cl > Rb$
- 4** Indica quin és l'ordre correcte dels elements següents segons la seva mida:  
O, Ag, Sn, Br, Ba
- a)  $Ag > Br > O > Sn > Ba$     c)  $Sn > Ag > Ba > Br > O$   
b)  $Br > Ba > Sn > Ag > O$     d)  $Ba > Ag > Sn > Br > O$

- 5** Localitza els elements següents en la taula periòdica. Completa la informació relativa al grup, període i classifica'ls com a metalls o no-metalls:

Element	Grup	Període	Metal	No-metal
Br				
Cu				
Ni				
Al				
K				
Mg				
N				
S				

- 6** Els àtoms dels gasos nobles són els més estables. Per això, els altres àtoms tendeixen a guanyar o a perdre electrons per tenir la mateixa configuració de valència d'un gas noble. Això els converteix en un ió amb càrrega negativa o positiva igual al nombre d'electrons que cada àtom guanya o perd. Localitza els elements següents en la taula periòdica i completa la informació de cada un:

Element	Grup	Electrons de valència	Càrrega de l'ió
Li			
S			
Al			
P			
N			
Mg			
Se			
Cl			

- 7** L'hidrogen és un element peculiar, ja que pot formar ions amb càrrega  $1+$  i  $1-$ . A continuació, es mostren algunes possibles raons d'aquest fet. Explica quina és falsa:
- a) L'hidrogen només té 1 electró en la seva capa de valència.  
b) A l'hidrogen li falta 1 electró per ser com l'heli.  
c) L'ió hidrogen amb càrrega  $1-$  té configuració de gas noble.  
d) L'hidrogen amb càrrega  $1+$  té configuració de gas noble.
- 8** El caràcter metàl·lic d'un element es refereix a la seva capacitat per formar ions positius. Raona quina de les frases següents és falsa:
- a) El cesi té més caràcter metàl·lic que el liti perquè li resulta més fàcil perdre l'electró.  
b) El sodi té més caràcter metàl·lic que l'alumini perquè en té prou de perdre un electró per ser com un gas noble.  
c) El calci té el mateix caràcter metàl·lic que el bari perquè té la mateixa configuració de valència.
- 9** Ordena els elements següents segons el seu caràcter metàl·lic:  
Mg, Al, Ba, K





## ÀTOMS I TAULA PERIÒDICA

Nom: \_\_\_\_\_

Curs: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

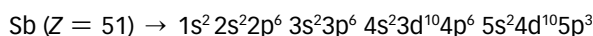
## Configuració electrònica abreujada

## Recorda que...

De vegades és molt feixuc i laboriós haver d'escriure la configuració electrònica d'elements que tenen un gran nombre d'electrons. Per facilitar aquesta descripció s'utilitza la **configuració electrònica abreujada**, que ens permet de manera senzilla escriure una configuració molt més manejable.

## PROBLEMA RESOLT

Observa quina és la configuració electrònica de l'antimoni:



Ara veurem com es construeix la configuració electrònica abreujada pas a pas:

## SOLUCIÓ

Pas 1: Localitzem on hi ha l'antimoni

Pas 2: Escrivim el gas noble del període anterior

GRUP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
PERÍODE																			
1	1 H* Hidrogen																	2 He Heli	
2	3 Li Liti	4 Be Beril·li												5 B Bor	6 C Carboni	7 N Nitrogen	8 O Oxigen	9 F Fluor	10 Ne Neó
3	11 Na Sodi	12 Mg Magnesi												13 Al Alumini	14 Si Silici	15 P Fòsfor	16 S Sofre	17 Cl Clor	18 Ar Argó
4	19 K Potassi	20 Ca Calci	21 Sc Escandi	22 Ti Titani	23 V Vanadi	24 Cr Crom	25 Mn Manganès	26 Fe Ferro	27 Co Cobalt	28 Ni Niquel	29 Cu Coure	30 Zn Zinc	31 Ga Gal·li	32 Ge Germani	33 As Arsenic	34 Se Seleni	35 Br Brom	36 Kr Cripton	
5	37 Rb Rubidi	38 Sr Estronci	39 Y Itri	40 Zr Zirconi	41 Nb Niobi	42 Mo Molibden	43 Tc Tecneci	44 Ru Rubi	45 Rh Rodi	46 Pd Pal·ladi	47 Ag Plata	48 Cd Cadmí	49 In Indi	50 Sn Estany	51 Sb Antimoni	52 Te Tel·luri	53 I Iode	54 Xe Xenó	
6	55 Cs Cesi	56 Ba Bari	57-71 Lantànids	72 Hf Hafni	73 Ta Tantal	74 W Tungstè	75 Re Reni	76 Os Osmi	77 Ir Iridi	78 Pt Plati	79 Au Or	80 Hg Mercuri	81 Tl Talli	82 Pb Plom	83 Bi Bismut	84 Po Poloni	85 At Astat	86 Rn Radó	
7	87 Fr Franci	88 Ra Radi	89-103 Actínids	104 Rf Rutherfordi	105 Db Dubni	106 Sg Seaborgi	107 Bh Bohri	108 Hs Hassi	109 Mt Meitneri	110 Ds Darmstadtí	111 Rg Roentgeni	112 Cn Copernici	113 Nh Ununtrí	114 Fl Flerovi	115 Uup Ununpentí	116 Lv Livermori	117 Uus Ununseptí	118 Uuo Ununoctí	

Pas 3: Completem la configuració electrònica

Lantànids →	57 La Lantani	58 Ce Ceri	59 Pr Praseodimi	60 Nd Neodimi	61 (145) Pm Prometi	62 Sm Samarí	63 Eu Europi	64 Gd Gadolini	65 Tb Terbi	66 Dy Disprosi	67 Ho Holmi	68 Er Erbí	69 Tm Tulli	70 Yb Iterbi	71 Lu Luteci
Actínids →	89 Ac Actini	90 Th Tori	91 Pa Protactini	92 U Urani	93 (237) Np Neptuni	94 (244) Pu Plutoni	95 (243) Am Americi	96 (247) Cm Curi	97 (247) Bk Berkeli	98 (251) Cf Californi	99 (252) Es Einsteini	100 Fm Fermi	101 (258) Md Mendelevi	102 (259) No Nobelí	103 (262) Lr Laurenci

- El primer pas consisteix a identificar i situar l'element en qüestió dins la taula periòdica. En el cas de l'element que hem esmentat abans, l'antimoni (Sb), el trobem en el grup 5 (15) i en el període 5, com s'indica en la imatge.
- Escrivim entre claudàtors [ ] el símbol del gas noble situat en el període anterior de la taula.

Per al Sb, pugem al període anterior, que és el període 4, i identifiquem el gas noble que li correspon: és el cripton. Aquest element té 36 electrons. Per tant, per descriure els 36 primers electrons de l'àtom d'antimoni, escrivim:



continua →

## ÀTOMS I TAULA PERIÒDICA

Nom: Curs: Data: 

## Estructura electrònica i periodicitat

## Recorda que...

La **periodicitat** és una propietat dels elements químics. Ens indica que els elements que pertanyen a un mateix grup (columnes verticals) de la taula periòdica tenen propietats molt semblants.

La causa d'aquesta periodicitat dels elements s'explica en termes de la teoria de Bohr (1913) sobre l'estructura electrònica de l'àtom: àtoms que tenen estructures electròniques semblants en les seves capes externes tenen propietats químiques semblants.

Gràcies a aquesta periodicitat i coneixent la posició que un determinat element ocupa dins de la taula, som capaços de predir algunes de les propietats químiques.

**1** Tria la resposta correcta a les qüestions següents:

**Qüestió 1:** Els elements d'un grup de la taula periòdica:

- a) Tenen propietats químiques semblants.
- b) Tenen nombres atòmics consecutius.
- c) S'anomenen isòtops.
- d) Constitueixen un període d'elements.
- e) Són tots gasos nobles.

**Qüestió 2:** Quin dels elements següents es troba en el període 3 de la taula periòdica?

- |       |        |
|-------|--------|
| a) Al | d) Sc  |
| b) Ga | e) O   |
| c) B  | f) Cap |

**Qüestió 3:** La configuració electrònica d'un element que conté 15 protons és:

- |                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ | c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ |
| b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 4p^3$ | d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$      |

**Qüestió 4:** Quin és el nombre màxim d'electrons que pot haver-hi en un orbital 4f?

- |      |       |
|------|-------|
| a) 2 | c) 10 |
| b) 6 | d) 14 |

**Qüestió 5:** Quants electrons desaparellats es troben en el cobalt ( $Z = 27$ )?

- |      |       |
|------|-------|
| a) 2 | c) 7  |
| b) 3 | d) 10 |

**Qüestió 6:** Quins dels elements següents tenen una configuració electrònica que acaba en  $4d^6$ ?

- |       |             |
|-------|-------------|
| a) Fe | c) Os       |
| b) Ru | d) Els tres |

## ÀTOMS I TAULA PERIÒDICA

## PROBLEMA RESOLT 1

Escriu la configuració electrònica del níquel (Ni,  $Z = 28$ ). Quan l'hagis obtingut, respon:

- En quantes capes té electrons i quants electrons té en cada capa.
- Quants electrons té amb spin desaparellat i quins orbitals ocupen.
- En quin grup i en quin període de la taula periòdica es localitza.
- Localitza el gas noble anterior al níquel i fes-ne la configuració electrònica.
- Escriu la configuració electrònica abreujada del níquel (a partir de la configuració del gas noble anterior).

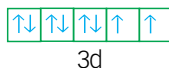
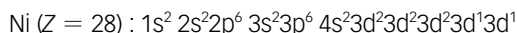
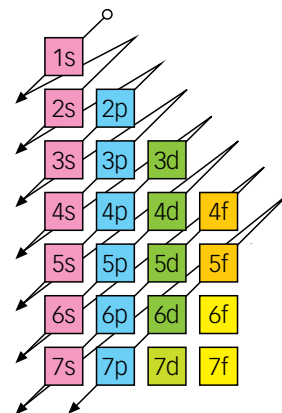
## Plantejament i resolució

Per obtenir la configuració electrònica d'un àtom cal seguir aquests principis:

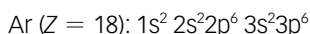
- En cada orbital només hi pot haver, com a màxim, dos electrons, que tenen spins oposats.
- Els electrons es van col·locant a l'àtom de manera que s'ocupi l'orbital de mínima energia que estigui vacant.
- Quan s'emplenen orbitals de la mateixa energia (3 orbitals p, 5 orbitals d o 7 orbitals f que són en el mateix nivell), els electrons es col·loquen de manera que hi hagi el màxim nombre d'electrons amb el mateix spin (desaparellats). Per fer-ho, primer es col·loca un electró en cada orbital i, quan tots en tenen un, es col·loca l'altre.

Per recordar l'ordre d'energia dels orbitals s'utilitza el diagrama de Moeller.

Tots els orbitals del mateix tipus que estan en un nivell tenen la mateixa energia.



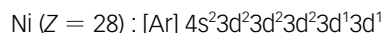
- Capa 1: 2:  $1s^2$
  - Capa 2: 8:  $2s^2 2p^6$
  - Capa 3: 16:  $3s^2 3p^6 3d^2 3d^2 3d^2 3d^1 3d^1$
  - Capa 4: 2:  $4s^2$
- Té 2 electrons amb spin desaparellats cada un en un orbital 3d:  $3d^1 3d^1$ .
- Període 4: l'última capa amb electrons és la 4. Grup 10: tenen 10 electrons en orbitals a partir del 4 s.
- El gas noble anterior és l'argó:



- Per fer la configuració electrònica abreujada trobem la diferència entre el nombre d'electrons del níquel (28) i del gas noble anterior (18):

$$28 - 18 = 10$$

- El Ar està en el tercer període, la qual cosa indica que la seva configuració de valència és  $3s^2 3p^6$ .
- Busquem en el diagrama de Moeller l'orbital que segueix el 3p, que és el 4s.
- La configuració abreujada del Ni és la del gas noble anterior (Ar) més 10 electrons, que es col·loquen a partir del 4s:



## ACTIVITATS

- Escriu la configuració electrònica de l'arsènic ( $Z = 33$ ). Indica en quantes capes hi ha electrons i quants electrons té cada capa. Analitza si té electrons amb spin desaparellat, quants i en quin orbital. Després, escriu-ne la configuració electrònica abreujada i indica, basant-te en això, en quin grup i en quin període de la taula periòdica es troba.

Sol.: As (2, 8, 18, 5); As:  $[\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^1 4p^1 4p^1$

- A continuació, es mostra la configuració electrònica abreujada d'una sèrie d'elements. Per a cada un d'aquests indica'n el nombre atòmic, els electrons de l'última capa, el grup i el període on es troba:



Sol.: a) Sr; b) V; c) O; d) Nd; e) Na

## ÀTOMS I TAULA PERIÒDICA

## PROBLEMA RESOLT 2

La configuració electrònica d'un element és  $1s^22s^22p^3$ .

- Quin nombre atòmic té?
- Quina posició ocupa en el sistema periòdic?
- És un metall o un no-metall?
- De quin element es tracta?
- Digues altres elements que pertanyin al mateix grup.
- Suposa que guanya un electró. Completa la taula següent:

Nre. protons	Nre. electrons	Configuració electrònica

## Plantejament i resolució

- El seu nombre atòmic és **7**. En ser un àtom neutre, té el mateix nombre d'electrons que de protons.
- Li «falten» 3 electrons per completar el segon nivell d'energia, per la qual cosa pertany al **grup 15**.
- Si l'element pertany al grup 15, és un **no-metall**.
- És el **N**.

- Altres elements que pertanyen al seu grup són:

**P, As, Sb i Bi**

Nre. protons	Nre. electrons	Configuració electrònica
7	8	$1s^22s^22p^4$

## ACTIVITATS

- El silici és un element que es troba situat en el període 3 i grup 14 del sistema periòdic.

- Escriu el símbol del silici.
- Escriu-ne la configuració electrònica.
- Determina'n el nombre atòmic.
- Anomena algun altre element que pertanyi al mateix grup que el silici.

Solució: a) Si;

b)  $1s^22s^22p^63s^23p^2$ ;

c)  $Z = 14$ ;

d) Carboni, C

- Un element X està situat en el període 3 i grup 17 del sistema periòdic.

- Quina configuració electrònica té?
- Quin nombre atòmic té?
- Quin element és?

Solució: a)  $1s^22s^22p^63s^23p^5$ ;

b)  $Z = 17$ ;

c) Clor, Cl

- Escriu els noms i símbols de tots els elements del període 2.

- Quins dels elements següents pertanyen al mateix grup i tenen dos electrons de valència?

a) Na i Ca

b) Be i Sr

c) Li i K

d) F i Cl

Solució: b) El beril·li, Be i l'estronci, Sr

- Quants electrons de valència tenen els elements del grup 1 del sistema periòdic?

Solució: 1

- Dels elements següents:

F, K, C, Mg

Quin és el que té màxim nombre d'electrons de valència?

Solució: El fluor, F



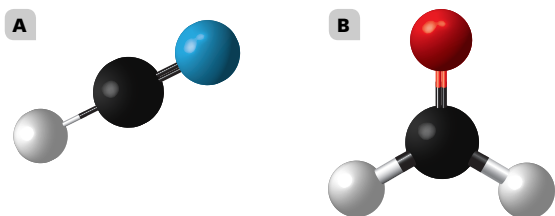
## ENLLAÇ QUÍMIC

## ACTIVITATS DE REFORÇ

**1** Indica si les molècules següents són polars o apolars:

- a)  $\text{Cl}_2$                       c)  $\text{SO}$                       e)  $\text{N}_2$   
 b)  $\text{HCl}$                         d)  $\text{HF}$                       f)  $\text{BrF}$

**2** Els models moleculars A i B mostren l'estructura espacial de dues molècules. Per a cada una escriu-ne la fórmula i l'estructura de Lewis. A partir de la seva geometria, explica'n la polaritat.



Codi:



	A	B
Fórmula		
E. Lewis		
Polaritat		

**3** Raona en quines de les molècules següents es pot donar enllaç d'hidrogen:

- a)  $\text{H}_2\text{O}$                       b)  $\text{OCl}_2$                       c)  $\text{CH}_4$                       d)  $\text{HCl}$

**4** Indica en cada una de les molècules següents el tipus d'enllaç que es pot establir entre elles.

- a)  $\text{NH}_3$   
 b)  $\text{I}_2$   
 c)  $\text{CO}_2$   
 d)  $\text{H}_2\text{S}$   
 e)  $\text{H}_2\text{O}_2$

Enllaç polar – polar

Enllaç apolar – apolar

Enllaç d'hidrogen

**5** Assenyala l'opció correcta. El clorur de sodi és una substància molt soluble en aigua perquè...

- a) ... és un compost iònic.  
 b) ... les molècules d'aigua estan unides per enllaços d'hidrogen.  
 c) ... s'estableix un enllaç entre els ions i el dipol de la molècula d'aigua.  
 d) ... s'estableix un enllaç d'hidrogen entre els ions i la molècula d'aigua.

**6** El clorur de sodi no es dissol en oli. Indica quina de les expressions següents és falsa i explica per què:

- a) L'oli és una substància apolar.  
 b) No es poden formar enllaços entre els ions i les molècules d'oli.  
 c) El clorur de sodi és un compost iònic.  
 d) Les molècules d'oli estan unides per enllaç d'hidrogen.

**7** En el laboratori podem comprovar els fets següents:

- a. L'alcohol es dissol en l'aigua.  
 b. La gasolina es dissol en oli.  
 c. L'oli no es dissol en aigua.

Explica què passarà si pretenem:

- a) Barrejar alcohol i oli.  
 b) Barrejar aigua i gasolina.

**8** Perquè una substància es dissolgui en una altra, entre les seves molècules s'han de formar enllaços semblants. A partir dels fets que es descriuen en l'activitat anterior, relaciona les molècules de les substàncies amb el tipus d'enllaç que es pot establir entre elles:

- a) Alcohol.  
 b) Aigua.  
 c) Gasolina.  
 d) Oli.

Enllaç polar – polar  
 Enllaç d'hidrogen  
 Enllaç apolar – apolar

**9** A temperatura ambient el iode és un sòlid, però si s'escalfa suaument sublima i forma uns vapors de color fúcsia. Representa el diagrama de Lewis de la molècula de iode i explica per què succeeix aquest fenomen.

## ENLLAÇ QUÍMIC

## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** Indica quina de les característiques següents no és pròpia d'una substància iònica:
- Les seves molècules estan formades per anions i cations.
  - Són sòlids a temperatura ambient.
  - No es dissolen en oli.
  - Les seves dissolucions aquoses condueixen l'electricitat.
- 2** Indica quina de les característiques següents no és pròpia de les substàncies covalents:
- Poden ser substàncies simples o compostes.
  - Totes formen molècules.
  - Les unes es dissolen en aigua, les altres, en oli.
  - En general, no condueixen l'electricitat.
- 3** Indica quina de les característiques següents no és pròpia de les substàncies metàl·liques:
- Internament són cristalls que es poden ratllar.
  - Condueixen l'electricitat però no la calor.
  - No es dissolen en dissolvents polars ni apolars.
  - La majoria són substàncies simples.
- 4** Relaciona en una taula les característiques següents amb el tipus de substància (iònica, covalent o metàl·lica). Has de tenir present que una característica pot ser compartida per diversos tipus de substàncies.
- Forma molècules – Només forma compostos – Sempre està en estat sòlid – Pot formar gasos – Sempre forma cristalls – Mai condueix l'electricitat en estat sòlid – Sempre condueix l'electricitat, tant en estat sòlid com líquid – Els seus cristalls són durs – Es poden estirar en làmines – Es pot dissoldre en aigua, però no en gasolina – Forma substàncies simples – És un bon conductor de la calor.
- 5** L'oxigen forma compostos amb la majoria dels elements químics. Tria el compost que millor s'ajusta a cada una de les propietats següents:

Característica	Compost
a) Sòlid que es dissol en aigua	CO <sub>2</sub>
b) Líquid per l'enllaç d'hidrogen	SiO <sub>2</sub>
c) Sòlid molt dur i insoluble	Na <sub>2</sub> O
d) Gas a temperatura ambient	H <sub>2</sub> O

- 6** Si es té en compte el tipus d'enllaç químic, associa la temperatura de fusió més adequada a cada una de les substàncies següents:

Substància	a) Al	b) H <sub>2</sub> S	c) CaO	d) H <sub>2</sub> O	e) Ne
T. de fusió (°C)	-248	0	2.572	660	-82

- 7** Les quatre substàncies són gasos a temperatura ambient. No obstant això, tenen diferents propietats com a conseqüència del tipus d'enllaç que s'hi dona. Associa cada substància amb la característica que li és més pròpia i explica per què:

Característica	Substància
a) És un gas molt difícil de líquid	Cl <sub>2</sub> O
b) És un gas que es dissol en aigua	He
c) S'utilitza per fer una atmosfera inerta	F <sub>2</sub>
d) El seu punt d'ebullició és 2 °C	NH <sub>3</sub>

- 8** Algunes substàncies condueixen l'electricitat en estat sòlid, d'altres en estat líquid, d'altres quan estan dissoltes en aigua i d'altres no la condueixen en cap circumstància. Relaciona les substàncies següents amb les seves possibilitats conductores:

Condueixen l'electricitat	Substància
a) En estat sòlid	1. KCl
b) En estat líquid	2. Fe
c) Dissoltes en aigua	3. CO <sub>2</sub>
d) No la condueixen en cap circumstància	4. Ag
	5. CH <sub>3</sub> OH (metanol)
	6. Hg
	7. Ar
	8. CaO

- 9** Moltes substàncies sòlides tenen una estructura interna cristal·lina, però les seves característiques canvien segons el tipus d'enllaç entre els seus àtoms. Relaciona les substàncies següents amb la característica o característiques corresponents.

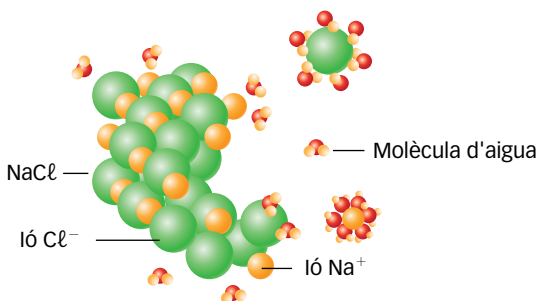
Característica	Substància
a) Es pot colpejar sense que es trenqui	1. KCl
b) És dur	2. Au
c) És transparent	3. C (diamant)
d) És fràgil	4. Mg
e) Es pot estirar en fils	5. BeO
	6. CaCl <sub>2</sub>



## ENLLAÇ QUÍMIC

## ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ

- 1** Selecciona entre les substàncies següents les que formen molècules i les que formen cristalls. Especifica, a més a més, el tipus d'enllaç que es dona entre els seus àtoms:  
 $\text{SiO}_2$  ;  $\text{CO}_2$  ;  $\text{PtO}_2$  ;  $\text{O}_2$  ; Pt
- 2** Seguint amb la sèrie de substàncies anteriors, selecciona:
- Una substància que condueix l'electricitat en estat sòlid i en estat líquid.
  - Una substància que no condueix l'electricitat en estat sòlid però sí en estat líquid.
  - Una substància que habitualment és sòlida però no condueix l'electricitat ni en estat sòlid ni en estat líquid.
  - Una substància sòlida que condueix l'electricitat quan es dissol en aigua.
  - Una substància sòlida que no es dissol en aigua.
- 3** El bor és un semimetall. Quan es combina amb el fluor, forma una molècula covalent.
- Fes la representació de Lewis de l'àtom de bor i de l'àtom de fluor.
  - Dedueix la fórmula de la molècula que es forma quan es combina el bor i el fluor.
  - Fes la representació de Lewis de la molècula que forma el bor i el fluor.
  - Explica si l'àtom de bor i l'àtom de fluor compleixen la regla de l'octet.
- 4** Un dels compostos que es formen quan es combinen el sofre amb el fluor té com a fórmula  $\text{SF}_6$ .
- Explica si és un compost iònic o covalent.
  - Fes la representació de Lewis de la molècula  $\text{SF}_6$ .
  - Explica si tots els àtoms d'aquesta molècula compleixen la regla de l'octet.
- 5** L'esquema següent mostra el que succeeix quan el clorur de sodi es dissol en aigua. Basant-te en aquest esquema, explica per què la sal no es dissol en oli.



- 6** Alguns compostos iònics són molt poc solubles en aigua, com ara el  $\text{CuS}$ . Explica quina en pot ser la causa:
- Que les molècules d'aigua no es poden col·locar al voltant dels ions de coure.
  - Que les molècules d'aigua no es poden col·locar al voltant dels ions de sofre.
  - Que la unió entre els ions de coure i sofre és molt forta.
  - Que l'aigua no és un dissolvent adequat. S'hauria de fer servir oli.
- 7** Raona quins dels enllaços químics següents estan presents en aigua destil·lada.
- Enllaç entre molècules polars.
  - Enllaç entre molècules apolars.
  - Enllaç covalent polar.
  - Enllaç covalent apolar.
  - Enllaç iònic.
  - Enllaç d'hidrogen.
- 8** El bronze és un aliatge de coure i estany. Indica el tipus d'enllaç químic que hi ha entre els àtoms d'aquests dos elements en un fragment de bronze:
- Enllaç iònic.
  - Enllaç covalent.
  - Enllaç metàl·lic.
  - No es forma cap enllaç.
- 9** El metanol és l'alcohol de la fusta, la fórmula del qual és  $\text{CH}_3\text{OH}$ .
- Escriu l'estructura de Lewis del metanol.
  - Quin tipus d'enllaç s'estableix entre les seves molècules?
  - Raona per què el metanol es dissol en aigua però no en oli.
- 10** El formol és un líquid que s'utilitza per conservar teixits d'animals. La seva fórmula és  $\text{HCOH}$ .
- Fes la representació de Lewis de la molècula de formol.
  - Explica si forma enllaços covalents senzills, dobles o triples.
  - Raona si les molècules de formol es poden unir entre elles per enllaços d'hidrogen.
- 11** El  $\text{BF}_3$  és una molècula apolar, mentre que el  $\text{NF}_3$  és una molècula polar.
- Fes la representació de Lewis de les dues molècules.
  - Analitza els enllaços que es formen en cada una, són polars o apolars?
  - Raona com ha de ser la seva geometria perquè el  $\text{BF}_3$  sigui apolar i el  $\text{NF}_3$  sigui polar.

## PROBLEMA RESOLT 1

Considera els elements químics següents: H, O, Cl, C, Al i Na.

- Construeix una taula en la qual especifiques el grup de la taula periòdica en què es troba cada element i la configuració electrònica de la capa de valència.
- Escriu la fórmula de les substàncies simples que es poden formar amb aquests elements, i diferencia quins són moleculars i quins són cristal·lins. Quin tipus d'enllaç s'estableix entre els àtoms de les substàncies moleculars? I de les cristal·lines?
- Amb els elements O, C i Cl, construeix la fórmula de dos compostos covalents. Fes-ne la representació de Lewis i analitza com són els enllaços entre els àtoms.
- A partir de l'element H, formula un compost iònic i un compost covalent amb la combinació del H amb els elements inicials que et semblin adequats.
- Amb el conjunt d'elements inicial, formula quatre compostos iònics diferents, que també siguin diferents dels vistos en els apartats anteriors.

## Plantejament i resolució

a)

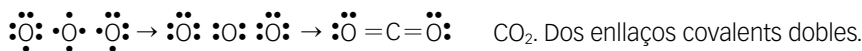
	H	O	Cl	C	Al	Na
<b>Grup</b>	1	16	17	14	13	1
<b>Configuració de valència</b>	1s <sup>1</sup>	2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>	2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>	3s <sup>1</sup>

b) Les substàncies simples resulten de la combinació d'àtoms del mateix element.

- Si l'element és un no-metall, s'unirà a altres àtoms idèntics mitjançant enllaç covalent. És el cas del H, O, Cl, i C.
  - En el H i el Cl s'uneixen dos àtoms, que comparteixen un parell d'electrons.
  - En el O, els dos àtoms han de compartir dos electrons. Tots formen molècules diatòmiques: H<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub> i O<sub>2</sub>.
  - Cada àtom de C necessita formar quatre enllaços covalents, per això cada àtom s'uneix a quatre àtoms més que, al seu torn, s'uneixen a quatre més i formen una xarxa cristal·lina d'àtoms units mitjançant enllaços covalents.
- Si l'element és un metall, s'uneix a altres àtoms idèntics mitjançant un enllaç metàl·lic. S'uneixen molts àtoms que formen una xarxa cristal·lina en què els ions dels elements estan immersos en un mar d'electrons. És el cas del Al i el Na.

	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	C	Al	Na
<b>Estructura</b>	Molècula	Molècula	Molècula	Cristall	Cristall	Cristall
<b>Enllaç</b>	Covalent	Covalent	Covalent	Covalent	Metàl·lic	Metàl·lic

c) Escrivim la representació de Lewis dels àtoms i establim els enllaços necessaris perquè cada element adquireixi configuració de gas noble:



d) El H és un no-metall.

- Forma un compost iònic quan es combina amb un metall, com el Na. Exemple: NaH
- Forma un compost covalent quan es combina amb un no-metall, com el Cl. Exemple: HCl

e) Els compostos iònics resulten de la combinació d'un metall i un no-metall. Cada ió adquireix una càrrega positiva o negativa igual als electrons que perd o guanya per assolir la configuració de gas noble. La fórmula del compost és tal que el resultat sigui neutre. Per exemple: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AlCl<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, NaCl.

## ENLLAÇ QUÍMIC

## PROBLEMA RESOLT 2

Per tal de determinar el tipus d'enllaç que uneix els àtoms en tres substàncies desconegudes A, B i C, s'han dut a terme diferents assajos, els resultats dels quals apareixen en la taula següent:

Substància	PF (°C)	Solubilitat	Conductivitat
A	850	Soluble en aigua	Solament en dissolució
B	1.100	No soluble	Sí
C	10	Soluble en benzè	No

Justifica el tipus d'enllaç que s'espera en les substàncies A, B i C.

## Plantejament i resolució

La substància A és un sòlid a temperatura ambient, amb un punt de fusió alt, soluble en aigua i conductora en dissolució. Aquestes són propietats característiques d'un compost **iònic**.

La substància B és una substància sòlida a temperatura ambient, amb un punt de fusió molt alt i conductora de l'electricitat. Aquestes són propietats característiques d'un **metall**.

La substància C és una substància líquida a temperatura ambient, amb un punt de fusió baix, no soluble en aigua ni conductora del corrent elèctric. Aquestes són propietats característiques d'un compost **covalent**.

## ACTIVITATS

- Donats els àtoms  ${}^7_3\text{Li}$ ,  ${}^{16}_8\text{O}$ ,  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ .
  - Explica el tipus d'enllaç que apareix quan es combinen el liti i l'oxigen.
  - Explica el tipus d'enllaç que apareix quan es combinen el clor amb l'oxigen.

Solució: a) iònic; b) covalent
- Classifica les substàncies següents per l'enllaç químic que presenten:
 

$\text{NaCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{SO}_2$

Solució: iònic, covalent, covalent, metàl·lic, covalent
- Indica, de manera raonada, el tipus d'enllaç que existeix en les substàncies següents:
 

$\text{Cl}_2$ ,  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Mg}$  i  $\text{C}$

Solució: Covalent, iònic, iònic, covalent, metàl·lic i covalent
- Ordena les substàncies següents en ordre creixent dels seus punts de fusió (cal tenir en compte l'enllaç que presenten):
 

$\text{N}_2$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$

Solució:  $\text{N}_2 < \text{CO}_2 < \text{H}_2\text{O} < \text{Cu}$
- Un sòlid de punt de fusió elevat, dur, soluble en aigua i conductor quan està dissolt està format per la unió d'àtoms mitjançant un enllaç del tipus:
  - Covalent.
  - Iònic.
  - Metàl·lic.

Solució: b)
- Quina de les substàncies següents es dissoldrà millor en aigua?
 

$\text{N}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{Na}$

Solució:  $\text{NaCl}$
- El magnesi s'uneix al brom per formar bromur de magnesi.
 

Contesta les qüestions següents:

  - Amb quin tipus d'enllaç s'uneix?
  - Quines propietats s'esperen per al compost bromur de magnesi?

Solució: a) iònic; b) propietats dels compostos iònics

## QUÍMICA DEL CARBONI

## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** Quines de les substàncies següents són orgàniques?
  - a) Àcid sulfúric.
  - b) Òxid de calci.
  - c) Sucre.
  - d) Diòxid de carboni.
- 2** Anomena quatre compostos orgànics que coneguis.
- 3** Quina de les afirmacions següents és falsa?
  - a) L'àtom de carboni té sis protons i sis electrons.
  - b) Els àtoms de carboni s'uneixen mitjançant enllaç iònic.
  - c) El carboni pertany al grup 14 del sistema periòdic.
- 4** Escriu una cadena lineal i una cadena ramificada d'un compost orgànic amb sis àtoms de carboni.
- 5** Quina diferència hi ha entre una fórmula molecular, una fórmula semidesenvolupada i una fórmula desenvolupada?
- 6** Quin grup funcional està present en l'etanol?
- 7** Formula els hidrocarburs següents:
  - a) Butà.
  - b) Etí o acetilè
- 8** Anomena els hidrocarburs següents:
  - a)  $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$ .
  - b)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ .
- 9** Formula els alcohols següents:
  - a) Metanol.
  - b) Propan-2-ol.
- 10** Anomena els alcohols següents:
  - a)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$ .
  - b)  $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2\text{OH}$ .
- 11** Formula els àcids següents:
  - a) Àcid propanoic.
  - b) Àcid etanoic o àcid acètic.
- 12** Anomena els àcids següents:
  - a)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ .
  - b)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$ .
- 13** Formula els aldehids següents:
  - a) Propanal.
  - b) Pentanal.
- 14** Anomena els aldehids següents:
  - a)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CHO}$ .
  - b)  $\text{H} - \text{CHO}$ .
- 15** Formula les cetones següents:
  - a) Butanona.
  - b) Propanona o acetona.
- 16** Anomena les cetones següents:
  - a)  $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ .
  - b)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ .
- 17** Formula les amines següents:
  - a) Etilamina.
  - b) Butilamina.
- 18** Anomena les amines següents:
  - a)  $\text{CH}_3 - \text{NH}_2$ .
  - b)  $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$ .
- 19** Anomena tres combustibles derivats del carboni.

## QUÍMICA DEL CARBONI

## ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ

- 1** Per què el carboni és l'element bàsic per a la vida?
- 2** Calcula les masses moleculars dels compostos orgànics següents:
- Etilenglicol ( $C_2H_6O_2$ ).
  - Propanona o acetona ( $C_3H_6O$ ).
- 3** Escriu les fórmules semidesenvolupades de tots els alcohols de fórmula molecular:
- $$C_3H_8O$$
- 4** Escriu la fórmula semidesenvolupada de l'aldehid i de la cetona que tenen com a fórmula:
- $$C_3H_6O$$
- 5** Dels grups funcionals següents, quin està present al butanal?
- Alcohol ( $-OH$ ).
  - Cetona ( $-CO-$ ).
  - Àcid ( $-COOH$ ).
  - Aldehid ( $-CHO$ ).
- 6** La substància vulgarment coneguda com a glicerina respon al nom d'1,2,3-propanotriol. A quina classe de compost pertany?
- Àcid.
  - Amina.
  - Alcohol.
  - Cetona.
- 7** Escriu les fórmules semidesenvolupades dels alcohols amb fórmula molecular:
- $$C_4H_{10}O$$

- 8** Completa la taula següent:

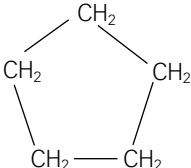
	Metanol	Etanol	Propanol	Butanol
Massa molecular (u)				

Què observes?

- 9** Escriu la fórmula semidesenvolupada dels compostos següents:
- Pentan-1-ol.
  - Àcid butanoic.
  - Propilamina.
  - Etanal.
- 10** Indica quins dels hidrocarburs següents tenen la mateixa composició química:
- $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
  - $CH_3-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_2-CH_3$
  - $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$
  - $CH\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$
- 11** Quina quantitat de substància hi ha en 116 grams de butà ( $C_4H_{10}$ )?
- 12** Escriu les reaccions de combustió ajustades dels hidrocarburs següents:
- $C_3H_8$
  - $C_2H_4$
- 13** Anomena tres aliments que siguin rics en glúcids (hidrats de carboni).
- 14** Anomena tres aliments que siguin rics en lípids (greixos).

## PROBLEMA RESOLT 1

Formula (escriu la fórmula semidesenvolupada) els compostos següents:

- a) 2,2-dimetilpentà: 
$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$$
- b) Hexan-3-ol: 
$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$$
- c) Àcid 3-metilbutanoic: 
$$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{COOH}$$
- d) Etilmetilamina: 
$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CH}_3$$
- e) 2,3-dimetilbut-1-è: 
$$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$$
- f) Pent-2-í: 
$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$$
- g) Hexan-2-ona: 
$$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$$
- h) 3-metilbutanal: 
$$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CHO}$$
- i) Àcid 2-metilpropanoic: 
$$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{COOH}$$
- j) Trimetilamina: 
$$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{N}}-\text{CH}_3$$
- k) Ciclopentà: 

## ACTIVITATS

**1** Formula els compostos següents:

- 2,3,4-trimetilpentanal.
- Hexan-2,3-diona.
- Hexa-1,3,5-triè.
- 2,4-dimetilpentà.
- Àcid buten-2-oic.
- 2,3-dimetilpentan-2-ol.
- 2,3-dimetilbut-2-è.
- Propilbutilamina.
- Àcid metanoic.
- Buta-1,3-diè.

**2** Anomena les fórmules següents:

- $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ .
- $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$ .
- $\text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ .
- $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ .
- $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{COOH}$ .
- $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ .
- $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ .
- $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ .

## PROBLEMA RESOLT 2

Què és la isomeria? Escriu i anomena la fórmula semidesenvolupada dels isòmers del pentà ( $C_5H_{12}$ ).

## Plantejament i resolució

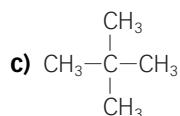
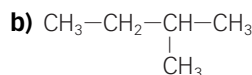
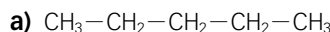
La isomeria és un fenomen que presenten molts compostos orgànics.

Segons aquest fenomen, compostos amb la mateixa fórmula molecular tenen estructures diferents i, lògicament, propietats diferents.

Amb la fórmula molecular  $C_5H_{12}$  podem escriure tres estructures diferents.

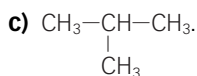
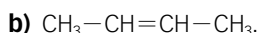
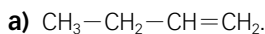
Això vol dir que tres isòmers tenen aquesta mateixa fórmula.

Les estructures serien les següents:



## ACTIVITATS

1 Quins dels compostos següents són isòmers?



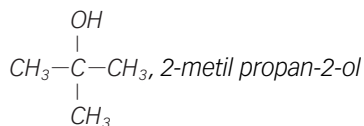
Solució: a) i b)

2 Són isòmers l'hexanal i l'hexan-2-ona?  
Raona la teva resposta.

Solució: Sí, són isòmers, ja que tenen la mateixa fórmula molecular i diferent estructura.

3 Escriu dos isòmers del butan-2-ol.

Solució:  $CH_2OH-CH_2-CH_2-CH_3$ , butan-1-ol



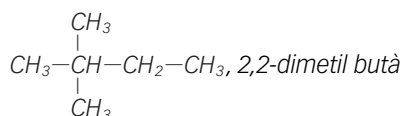
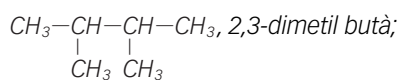
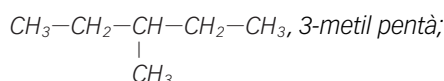
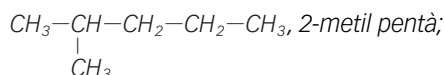
4 Presentaran propietats químiques i físiques diferents dos isòmers com el but-1-è i el but-2-è?

Raona la resposta.

5 Investiga com és la fórmula del benzè i sobre la història que va conduir a l'establiment de la seva estructura.

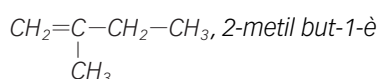
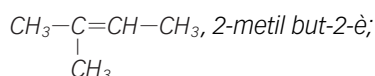
6 Escriu tots els isòmers possibles dels hidrocarburs amb fórmula molecular  $C_6H_{14}$ .

Solució:  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ , hexà;



7 Escriu tots els isòmers possibles dels compostos amb fórmula molecular  $C_5H_{10}$ .

Solució:  $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$ , pent-1-è;



## REACCIONS QUÍMIQUES

## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** Explica quina és la diferència entre una transformació física i una transformació química. Posa dos exemples de cadascuna.
- 2** Indica si els processos següents són transformacions físiques o químiques:
- Escalfar un líquid fins a elevar-ne la temperatura de 21 a 42 °C.
  - Fondre una peça de bronze.
  - Creuar fusta en una xemeneia.
- 3** Donada la reacció:
- $$\text{nitrogen (gas)} + \text{hidrogen (gas)} \rightarrow \text{amoníac (gas)}$$
- Escriu l'equació química ajustada corresponent.
  - Explica per què és necessari ajustar les equacions químiques.
- 4** Assenyala quina de les equacions químiques següents no està ben ajustada:
- $\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
  - $\text{Hg} + \text{S} \rightarrow \text{Hg}_2\text{S}$
  - $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu} + \text{SO}_2$
  - $\text{Cl}_2 + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{NaCl}$
- 5** Ajusta les equacions químiques següents:
- $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
  - $\text{HCl} + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 6** Calcula el nombre de mols que hi ha en 315 grams de  $\text{HNO}_3$ . Masses atòmiques: H = 1 u; N = 14 u; O = 16 u.
- 7** Calcula els grams que tenim en 1,5 mols de  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Masses atòmiques: H = 1 u; P = 31 u; O = 16 u.
- 8** Calcula el nombre de mols i molècules que hi ha en 308 grams de  $\text{CCl}_4$ . Masses atòmiques: C = 12 u; Cl = 35,5 u.
- 9** A partir de l'equació química:
- $$\text{CaCO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{CaO} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g})$$
- quants mols de  $\text{CaCO}_3$  són necessaris per obtenir 20 litres de  $\text{CO}_2$  mesurats en condicions normals de pressió i temperatura?
- Dada: un mol de qualsevol gas en condicions normals de pressió i temperatura ocupa 22,4 L.
- 10** En la reacció química representada per:
- $$\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$$
- quina és la massa del clorur de magnesi que es produeix quan reaccionen 0,154 mols de magnesi amb excés d'àcid?
- Masses atòmiques: Mg = 24 u; Cl = 35,5 u.
- 11** El propà ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) es crema amb oxigen i se n'obté diòxid de carboni i aigua:
- Escriu l'equació química ajustada.
  - Calcula la massa d'oxigen necessària per cremar 100 litres de propà mesurats en condicions normals de pressió i de temperatura.
- 12** En la reacció:  $\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ , quants grams de clorur d'hidrogen es necessiten per reaccionar totalment amb 56 grams d'òxid de calci?
- Masses atòmiques: Ca = 40 u; O = 16 u; H = 1 u; Cl = 35,5 u.
- 13** Una bombona de propà ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) conté 21 kg de gas. Calcula la calor que es desprèn en la combustió completa del gas, si la calor de combustió del propà és de 2.217,9 kJ/mol.
- 14** Donada l'equació química:
- $$\text{I}_2 (\text{s}) + \text{H}_2 (\text{g}) \rightarrow 2\text{HI} (\text{g}) - 52\text{ kJ}$$
- es pot assegurar que aquesta reacció és:
- Exotèrmica.
  - Endotèrmica.
  - Esponània.
  - Eficaç.
- 15** Quan es crema un mol de carboni segons la reacció:  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  s'obtenen 393 kJ. Quina quantitat de calor s'alliberarà si cremem 54 g de carboni?



## REACCIONS QUÍMIQUES

## ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ

- 1** El carbonat de calci és un sòlid de color blanc. Quan s'escalfa s'observen els canvis següents: se'n desprèn un gas incolor, queda un residu sòlid i s'hi aprecia una pèrdua de massa quan es pesa el recipient. Quina mena de transformació s'ha produït? Raona la resposta.
- 2** Assenyala quina de les observacions següents poden mostrar la presència d'una reacció química en un laboratori:
- S'afegeix un sòlid a un líquid i es dissol.
  - S'afegeix un sòlid a un líquid i apareix un precipitat de diferent color.
  - S'afegeix un sòlid a un líquid i es produeix un gas.
  - Es mesclen dos líquids i apareixen dues fases.
- 3** Escriu i ajusta les equacions químiques següents:
- Sulfur de zinc + oxigen  $\rightarrow$  òxid de zinc + diòxid de sofre.
  - Metà + oxigen  $\rightarrow$  diòxid de carboni + aigua.
  - Sulfur de plom(II) + oxigen  $\rightarrow$  òxid de plom(II) + diòxid de sofre.
- 4** Donat el procés químic següent:
- $$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$$
- $$320 \text{ g} + 12 \text{ g} \rightarrow 224 \text{ g} + \dots$$
- Escriu l'equació química ajustada.
  - Calcula la quantitat d'aigua que hi apareix.
  - Calcula la quantitat d'hidrogen que reacciona amb 400 g d'òxid de ferro(III).
  - Enuncia la llei que has aplicat a l'apartat b).
- Masses atòmiques: Fe = 56 u; H = 1 u; O = 16 u.
- 5** Donada la reacció:
- $$\text{Òxid de ferro(II)} + \text{hidrogen} \rightarrow \text{ferro} + \text{aigua}$$
- Escriu l'equació química ajustada.
  - Calcula la massa de ferro que s'obtindrà a partir de 50 g d'òxid de ferro(II).
  - Calcula el volum d'hidrogen, mesurat en condicions normals, que es consumeix en la reacció.
- Masses atòmiques: Fe = 56 u; O = 16 u; H = 1 u.
- 6** a) Escriu i ajusta la reacció de formació d'aigua a partir d'oxigen i hidrogen.  
b) Si l'energia alliberada en formar-se un mol d'aigua és 285 kJ, quanta energia s'allibera en produir-se 100 g d'aigua?  
Masses atòmiques: H = 1 u; O = 16 u.
- 7** Escriu i ajusta les reaccions químiques següents:
- Nitrogen + hidrogen  $\rightarrow$  amoníac.
  - Metà + oxigen  $\rightarrow$  diòxid de carboni + aigua.
  - Clorur d'hidrogen + hidròxid de potassi  $\rightarrow$  clorur de potassi + aigua.
- 8** Quina de les afirmacions següents és falsa?
- Si l'energia d'activació d'una reacció química és elevada, la seva velocitat serà més baixa.
  - Una reacció química és, des del punt de vista atòmic, una reorganització d'àtoms.
  - Una reacció és exotèrmica perquè desprèn energia quan es produeix.
  - Perquè es realitzi una reacció química és necessari subministrar prèviament energia als reactius.
- 9** Donades les reaccions:
- $$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HI}(\text{g})$$
- $$\text{Cu}(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CuCl}_2(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$$
- Justifica, amb la teoria de les col·lisions, quina d'elles tindrà una velocitat de reacció més gran?

## REACCIONS QUÍMIQUES

Nom: Curs: Data: 

## Dissolucions

## Recorda que...

Veurem com fabricar una dissolució més diluïda a partir d'una altra de més concentrada.

## PROBLEMA RESOLT

Tenim una dissolució 8 M d'una sal en aigua i volem obtenir mig litre d'una dissolució amb el mateix solut i dissolvent, però menys concentrada, per exemple 5 M. Disposem de l'aigua que necessitem. Com ens ho podem fer?

## SOLUCIÓ

El que farem és diluir, i potser has pensat que el més senzill és afegir-hi dissolvent (aigua), i és cert. Però la pregunta és: Quanta aigua necessito per obtenir mig litre d'aquesta nova dissolució 5 M?

Passos:

1. T'has de fer aquesta pregunta: Quina quantitat de substància en mols de solut hi ha d'haver en el nou litre de dissolució que fabricarem perquè sigui 5 M?

$$0,5 \text{ L de dissolució} \cdot \frac{5 \text{ mol de solut}}{1 \text{ L de dissolució}} = 2,5 \text{ mol de solut}$$

2. Aquests 2,5 mols de solut els hem de treure de la dissolució 8 M en què hi són barrejats amb dissolvent.

T'has de fer aquesta pregunta: Quin volum de la dissolució 8 M hem de treure perquè al seu interior hi hagi els 2,5 mols que necessitem?

$$2,5 \text{ mol} \cdot \frac{1 \text{ L de dissolució}}{8 \text{ mol}} = 0,313 \text{ L de dissolució 8 M que hem de treure perquè al seu interior hi hagi 2,5 mol de solut.}$$

3. Un cop sapiguem que en aquests 0,313 L hi ha els 2,5 mols de solut que necessitem, només faltaria afegir-hi dissolvent (aigua) fins a completar el mig litre i remenar.

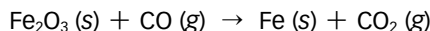
Així hauríem fabricat mig litre de dissolució en la qual hi ha 2,5 mols de solut, de manera que en cada litre hi hauria 5 mols, és a dir, és 5 M.

- 1 Seguint els tres passos anteriors, explica com fabricaries tres litres d'una dissolució 2 M a partir d'una altra amb el mateix solut i dissolvent, però 7 M.

## REACCIONS QUÍMIQUES

## PROBLEMA RESOLT 1

Ajusta i interpreta l'equació química següent:



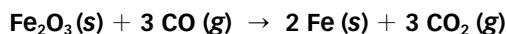
## Plantejament i resolució

En primer lloc, per ajustar l'equació, hem d'aconseguir que hi hagi el mateix nombre d'àtoms de cada element a cadascun dels dos membres de l'equació.

Com que hi ha dos àtoms de Fe al primer membre, el coeficient del Fe al segon membre ha de ser dos.

Per aconseguir d'igualar l'oxigen, el coeficient del monòxid de carboni (CO) i del diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>) ha de ser tres.

Així l'equació química ajustada seria:



Aquesta equació ens informa sobre:

1. Les fórmules de les substàncies que participen en la reacció i el seu estat físic.
2. El nombre d'àtoms que intervenen en la reacció.
3. La relació en mols entre les substàncies que intervenen en la reacció.

## ACTIVITATS

**1** Ajusta les reaccions químiques següents:

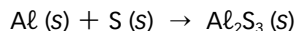
- a)  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- b)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- c)  $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- d)  $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

**2** Escriu i ajusta les reaccions químiques següents:

- a) Plata + sulfur d'hidrogen → sulfur de plata + hidrogen
- b) Pentaòxid de dinitrogen + aigua → àcid nítric
- c) Zinc + àcid clorhídric → Clorur de zinc + hidrogen

Solució: a)  $2 \text{Ag} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{H}_2$   
 b)  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HNO}_3$   
 c)  $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

**3** Ajusta l'equació química següent i indica la informació que conté:



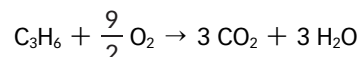
Solució:  $2 \text{Al} (\text{s}) + 3 \text{S} (\text{s}) \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3 (\text{s})$   
 Dos mols d'alumini reaccionen amb tres mols de sofre, i en resulta un mol de sulfur d'alumini.

**4** Escriu l'equació química ajustada corresponent a les transformacions següents:

- a) Sulfur de coure(II) + oxigen → òxid de coure(II) + diòxid de sofre
- b) Plom + Nitrat de plata → Nitrat de plom(II) + plata

Solució: a)  $2 \text{CuS} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CuO} + 2 \text{SO}_2$   
 b)  $\text{Pb} + 2 \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{Ag}$

**5** A l'equació química:



Podem interpretar que:

- a) 1 molècula de C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> reacciona amb 4,5 molècules de O<sub>2</sub>
- b) 1 gram de C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> reacciona amb 4,5 g de O<sub>2</sub>
- c) 1 mol de C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> reacciona amb 4,5 mol de O<sub>2</sub>
- d) 1 mol de C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> reacciona amb 9 mol de O<sub>2</sub>

Solució: La c)

## PROBLEMA RESOLT 2

Tenim una mostra de 34 grams de  $\text{NH}_3$ .

Calcula:

- La quantitat de substància que conté la mostra.
- El nombre de molècules que conté la mostra.
- El nombre d'àtoms de N i de H que conté la mostra.

Masses atòmiques: N = 14 u; H = 1 u.

## Plantejament i resolució

- a) En primer lloc calculem la massa molar:

$$M(\text{NH}_3) = 1 \cdot 14 + 3 \cdot 1 = 17 \text{ g/mol}$$

La quantitat de substància la calculem dividint la massa en grams entre la massa molar:

$$n = \frac{34 \text{ g}}{17 \text{ g/mol}} = 2 \text{ mol de NH}_3$$

- b) Com que cada mol té un nombre de molècules igual al nombre d'Avogadro, als dos mols tindrem:

$$\begin{aligned} \text{nre. molècules} &= 2 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = \\ &= 1,204 \cdot 10^{24} \text{ molècules de NH}_3 \end{aligned}$$

- c) Per calcular el nombre d'àtoms de cada element és suficient veure la relació dels elements amb la molècula.

Així, a cada molècula hi ha un àtom de N i tres àtoms de H, de manera que el nombre d'àtoms és:

nre. d'àtoms de nitrogen:

$$\begin{aligned} \text{nre. d'àtoms N} &= 1 \cdot 1,204 \cdot 10^{24} = \\ &= 1,204 \cdot 10^{24} \text{ àtoms de N} \end{aligned}$$

nre. d'àtoms d'hidrogen:

$$\begin{aligned} \text{nre. d'àtoms H} &= 3 \cdot 1,204 \cdot 10^{24} = \\ &= 3,612 \cdot 10^{24} \text{ àtoms de H} \end{aligned}$$

## ACTIVITATS

- 1 Quina quantitat de  $\text{SO}_2$  en grams hi ha en 0,5 mols d'aquesta substància?

Solució: 32 g

- 2 Calcula el nombre de mols i molècules que hi ha en 72 g de  $\text{H}_2\text{O}$ .

Solució: 4 mols i  $2,4 \cdot 10^{24}$  molècules

- 3 En quina de les mostres següents hi ha un nombre més gran de molècules?

- 34 g de  $\text{H}_2\text{S}$
- 40 g de  $\text{SO}_3$
- 36 g de  $\text{H}_2\text{O}$
- 66 g de  $\text{CO}_2$

Solució: La c)

- 4 Tenim 2 mols de  $\text{CO}_2$ .

- Quants grams són?
- Quantes molècules són?

Solució: a) 88 g; b)  $1,2 \cdot 10^{24}$  molècules

- 5 Si tenim 1,5 mol de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , la massa en grams és:

- 98 g
- 147 g
- 196 g
- 49 g

Solució: La b)

- 6 En 72 grams d'aigua tinc un nombre de molècules de:

- $6,02 \cdot 10^{23}$
- $3,01 \cdot 10^{23}$
- $9,03 \cdot 10^{23}$
- $2,41 \cdot 10^{24}$

Solució: La d)

Nota: En cada problema fes servir les dades de les masses atòmiques que siguin necessàries.

Masses atòmiques: S = 32 u; O = 16 u; H = 1 u; C = 12 u.

## PROBLEMA RESOLT 3

Calcula la molaritat d'una dissolució si sabem que conté 80 grams de NaOH en 500 mL de dissolució.

Massa molar de NaOH = 40 g/mol.

## Plantejament i resolució

La molaritat és una forma d'expressar la concentració d'una dissolució i es defineix com el nombre de mols que hi ha a cada litre de dissolució.

Així:

$$M = \frac{\text{nre. de mols}}{\text{litres de dissolució}}$$

Calculem prèviament el nombre de mols que corresponen a 80 grams de NaOH.

$$\begin{aligned} \text{nre. mols} &= \frac{\text{grams de NaOH}}{\text{massa molar}} = \\ \text{nre. mols} &= \frac{80 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = \mathbf{2 \text{ mol}} \end{aligned}$$

Substituïm a l'equació de la molaritat, i tenim la precaució de posar els 500 mL de dissolució expressats en litres:

$$500 \text{ mL} = 0,5 \text{ L}$$

Per tant:

$$M = \frac{2}{0,5} \text{ mol/L}$$

$$M = \mathbf{4 \text{ mol/L}}$$

## ACTIVITATS

**1** En 1 litre de dissolució 0,5 M de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  tinc una massa d'àcid de:

- a) 196 g
- b) 147 g
- c) 49 g
- d) 98 g

Solució: La c)

**2** Calcula la molaritat d'una dissolució preparada dissolvent 28 g de CaO en mig litre de dissolució.

Solució: 1 M

**3** Quants grams d'una dissolució al 8% de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  necessito si desitjo una quantitat de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  de 2 g?

Solució: 25 g

**4** Quina seria la concentració expressada en g/L d'una dissolució que conté 25 g de solut en 250 mL de dissolució?

Solució: 100 g/L

**5** La concentració expressada en % en massa d'una dissolució que conté 10 g de solut i 90 g de dissolvent és:

- a) 11 %
- b) 10 %
- c) 20 %
- d) 15 %

Solució: La b)

**6** La concentració en g/L d'una dissolució que conté 5 g en 100 mL de dissolució és:

- a) 500 g/L
- b) 50 g/L
- c) 5 g/L
- d) 0,05 g/L

Solució: La b)

Nota: Utilitza en cada problema les dades de masses atòmiques que siguin necessàries.

Masses atòmiques: H = 1 u; S = 32 u; O = 16 u; Ca = 40 u; Na = 23 u.

## EXEMPLES DE REACCIONS QUÍMIQUES

## ACTIVITATS DE REFORÇ

**1** Indica quines de les característiques següents són pròpies d'una substància àcida i quines d'una substància bàsica. Tingues present que algunes poden ser-ho de totes dues i d'altres de cap d'elles.

- a) Es dissolen en aigua.      d) Dissolen els greixos.  
 b) Tenen sabor agre.      e) Tenen sabor amarg.  
 c) Dissolen alguns metalls.      f) Tenen un color fúcia.  
 g) Tenen un color blau.

**2** Identifica quines de les substàncies següents són àcides i quines bàsiques quan es dissolen en aigua:

Substància	Àcida	Bàsica
HCl		
NH <sub>3</sub>		
H <sub>2</sub> O		
NaOH		
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		
CH <sub>3</sub> OH		

**3** Per saber si una substància és àcida o bàsica fem servir indicadors. Un d'ells és l'aigua de cocció de la col llombarda, un líquid de color blau fosc que quan se li aboca un àcid es torna de color rosa i quan se li aboca una base vira a color verd.

Posem aigua de cocció de la col llombarda en una sèrie de tubs d'assaig i li afegim les substàncies següents. Indica quin color adquireix l'aigua.

Substància	Color que adquireix l'aigua de cocció de la col llombarda
Vinagre	
Suc	
Sabó	
Alcohol	
Bicarbonat de sodi	
Suc gàstric	
Cafè	

**4** Molts productes de neteja porten una indicació segons la qual no han de barrejar-se amb d'altres. Assenyala quin pot ser el motiu:

- a) No es poden barrejar dos productes amb pH àcid.  
 b) Un producte de pH àcid anul·la l'efecte d'un de pH bàsic.  
 c) Cada producte és específic per netejar una classe determinada de taques.  
 d) Només es poden fer servir productes de pH bàsic.

**5** Quina de les reaccions següents és una reacció àcid-base?

- a)  $\text{ZnO} + \text{CO} \rightarrow \text{Zn} + \text{CO}_2$   
 b)  $\text{O}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$   
 c)  $\text{HCl} + \text{Cu} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2$   
 d)  $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

**6** Assenyala quina de les següents no és una reacció de combustió:

- a)  $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$   
 b)  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 c)  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 d)  $\text{HCl}(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$

**7** El propà (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) és un combustible que s'utilitza per obtenir energia en algunes cases:

- a) Escriu el procés de combustió del propà.  
 b) Quants mols d'oxigen es necessiten per cremar un mol de propà?  
 c) Quants mols de diòxid de carboni s'aboquen a l'atmosfera quan es crema un mol de propà?

**8** El bioetanol és un combustible que conté etanol obtingut a partir de plantes conreades. La fórmula de l'etanol és C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O.

- a) Escriu el procés de combustió de l'etanol.  
 b) Quants mols d'oxigen es necessiten per cremar un mol d'etanol?  
 c) Quants mols de diòxid de carboni s'aboquen a l'atmosfera quan es crema un mol d'etanol?  
 d) Quants mols d'aigua es formen quan es crema un mol d'etanol?

**9** De vegades hem vist imatges d'astronautes a la Lluna. Els hem vist caminant i jugant al golf, però mai no els hem vist fent una foguera. Per què?

- a) És perillós de fer foc a la Lluna.  
 b) La falta de gravetat a la Lluna impedeix que s'hi mantingui una flama.  
 c) La falta de combustibles a la Lluna impedeix que s'hi pugui fer una foguera.  
 d) A la Lluna no hi ha oxigen i no s'hi pot produir una combustió.

## EXEMPLES DE REACCIONS QUÍMIQUES

## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** Classifica les reaccions en un dels tipus següents. Has de tenir present que una reacció pot ser de més d'un tipus.
- Àcid-base.
  - Combustió.
  - Síntesi.
  - Condensació.
- $C + O_2 \rightarrow CO_2$
  - $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$
  - $NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$
  - $CH_3OH + CH_3COOH \rightarrow CH_3OCOCH_3 + H_2O$
- 2** Completa les reaccions químiques següents i identifica de quin tipus són (àcid-base, combustió, síntesi o condensació):
- $Ca(OH)_2 + \dots \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O$
  - $CH_3OH + CH_3OH \rightarrow CH_3OCH_3 + \dots$
  - $CH_4 + O_2 \rightarrow \dots + H_2O$
  - $PCl_3 + \dots \rightarrow PCl_5$
- 3** L'amoníac s'obté industrialment fent reaccionar el gas nitrogen amb el gas hidrogen:
- Escriu la reacció ajustada.
  - Indica si és una reacció de síntesi, àcid-base, condensació o combustió.
  - Calcula els mols que han de reaccionar per obtenir 12 mols d'amoníac.
  - Si tinguéssim una dissolució aquosa d'amoníac, quin seria el pH més probable: 2, 7 o 10? Explica-ho.
- 4** Algunes de les reaccions químiques més freqüents provoquen l'emissió de gasos a l'atmosfera. Alguns d'aquest gasos es relacionen amb importants problemes mediambientals. Estableix la relació entre les emissions gasoses i el principal problema que generen:
- | Problema                           |  |
|------------------------------------|--|
| Increment de l'efecte d'hivernacle |  |
| Pluja àcida                        |  |
- | Gas | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | SO <sub>3</sub> | CO |
|-----|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----|
|     |                 |                |                 |                 |                 |    |
- 5** Indica quins efectes contaminants podríem esperar d'una fàbrica d'amoníac:
- Augment de la temperatura local.
  - Augment de l'acidesa dels rius i llacs propers a la zona.
  - Disminució de la temperatura local.
  - Disminució de l'acidesa dels rius o llacs propers a la zona.
- 6** Indica quin dels fets següents no és conseqüència de l'increment de l'efecte d'hivernacle:
- Augment del forat de la capa d'ozó.
  - Augment de la temperatura mitjana del planeta.
  - Augment del nivell de l'aigua del mar.
  - Augment de la desertificació.
- 7** Indica quin dels fets següents és conseqüència de la pluja àcida:
- Augment de la radiació ultraviolada que arriba a la Terra.
  - Augment de la corrosió provocada per l'aigua de pluja.
  - Desaparició de glaciers.
  - Augment del nombre de tempestes.
- 8** A les centrals tèrmiques es genera electricitat cremant un combustible. La calor produïda converteix aigua en vapor, i aquest mou la turbina que produeix l'electricitat. Assenyala quina és la principal acció contaminant d'una central elèctrica d'aquest tipus:
- Destruïx la vegetació de l'indret on s'instal·la.
  - Incrementa l'efecte d'hivernacle.
  - Augmenta el pH dels rius o pantans de l'indret on s'instal·la.
  - Provoca un augment de la nuvolositat de l'indret on s'instal·la.
- 9** D'una manera o altra, la gran part de les activitats generen emissió de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera. Indica quina de les instal·lacions o activitats següents no provoca l'emissió d'aquest gas:
- Un parc eòlic.
  - Utilització d'avions.
  - Utilització de cotxes elèctrics.
  - Calefacció amb gas natural.
- 10** Indica quines activitats d'entre les següents està directament relacionada amb l'aparició de pluja àcida:
- Fabricació d'amoníac.
  - Fabricació d'àcid sulfúric.
  - Combustió de gas natural.
  - Emissions radioactives.

## EXEMPLES DE REACCIONS QUÍMIQUES

## ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ

- 1** En un matràs d'Erlenmeyer col·loquem 25 mL de dissolució de HCl 1 M. Indica com serà la dissolució resultant (àcida, bàsica o neutra) després d'afegir-hi:
- 20 mL de dissolució d'hidròxid de sodi 0,5 M.
  - 20 mL de dissolució d'hidròxid de magnesi 0,5 M.
  - 20 mL de dissolució d'hidròxid d'alumini 0,5 M.
- 2** Per neutralitzar 100 mL d'una dissolució d'àcid clorhídric 1 M podem fer servir hidròxid de sodi, hidròxid de magnesi o hidròxid d'alumini. Si disposem de dissolucions 0,5 M de cadascun d'aquests hidròxids, determina quina quantitat de cadascuna necessitem per tal de neutralitzar la dissolució d'àcid clorhídric.
- 3** L'escala de pH és una escala logarítmica, és a dir, cada cop que l'escala varia en una unitat, l'acidesa varia deu vegades. D'aquesta manera, una dissolució de pH = 1 és 10 vegades més àcida que una dissolució de pH = 2. Tenim una dissolució 1 M d'un àcid el pH de la qual és 2. Quina serà la concentració d'una dissolució d'aquest mateix àcid si el seu pH és 5?
- 0,001 M.
  - 3 M.
  - 30 M.
  - 3.000 M.
- 4** Respecte de la basicitat, l'escala logarítmica del pH indica que quan el pH de la dissolució augmenta en una unitat, la seva basicitat es multiplica per 10. Tenim una dissolució 1 M d'una base el pH de la qual és 12. Quina serà la concentració d'una dissolució d'aquesta mateixa base si el seu pH és 14?
- 2 M.
  - 100 M.
  - 0,01 M.
  - 0,002 M.
- 5** L'acidesa o cremor d'estómac es combat prenent bicarbonat, nom amb què es coneix la substància hidrogenocarbonat de sodi:
- Explica si el bicarbonat és una substància àcida o bàsica.
  - Completa l'equació química de la reacció i ajusta-la:  

$$\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \dots + \text{CO}_2 + \dots$$
- 6** Un dels problemes ocasionats per la pluja àcida és que dissol la roca calcària. Si la pluja àcida és deguda a l'àcid sulfúric, la reacció amb la roca calcària pot expressar-se:
- $$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- Identifica la fórmula de la substància que forma la roca calcària.
  - Explica per què es diu que la pluja àcida provoca l'erosió de la roca calcària.
- 7** Imagina que una indústria aboca aigua amb hidròxid de sodi. Raona quina de les opcions següents és la més recomanable:
- Abans no arribi a un riu s'ha de neutralitzar amb àcid clorhídric.
  - Abans no arribi a un riu se li ha d'afegir aigua.
  - No s'ha de fer res, ja que l'hidròxid de sodi no contamina.
  - Abans no arribi al riu s'ha de neutralitzar amb bicarbonat.
- 8** Durant el procés de respiració cel·lular, a les mitocondries de les nostres cèl·lules es produeix la reacció següent amb la glucosa:
- $$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- Ajusta aquest procés.
  - Explica per què es considera que és una combustió.
  - D'on procedeix el O<sub>2</sub> de la reacció?
  - Per a què s'utilitza l'energia despresada?
- 9** De vegades en cremar carbó es forma monòxid de carboni en lloc de diòxid de carboni.
- Escriu l'equació química de cadascun d'aquests processos.
  - Calcula quants mols d'oxigen reaccionen amb cada mol de carbó quan es produeix diòxid de carboni.
  - Calcula quants mols d'oxigen reaccionen amb cada mol de carbó quan es produeix monòxid de carboni.
  - Explica si és més fàcil que es formi monòxid de carboni en una estufa de carbó que funciona dins d'una casa o en una foguera al camp.
- 10** La composició de l'atmosfera de Venus és un 96,5 % de diòxid de carboni i un 3,5 % de nitrogen. Raona quina conclusió se'n pot treure, d'aquestes dades.
- L'atmosfera de Venus és àcida.
  - A Venus no hi ha pluja àcida.
  - A Venus no es pot cremar carbó.
  - La combustió de carbó a Venus proporcionaria sempre monòxid de carboni.
- 11** Durant els viatges espacials es fan servir combustibles diferents als usats en els transports convencionals. D'aquesta manera, al mòdul d'allunatge de la missió *Apol·lo 11* es va fer servir hidrazina (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) que, en contacte amb el tetròxid de dinitrogen (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) es converteix en nitrogen i aigua amb un gran despreniment d'energia. Escriu l'equació química ajustada del procés.



## EXEMPLES DE REACCIONS QUÍMIQUES

Nom: Curs: Data: 

## Dissolucions en reaccions químiques

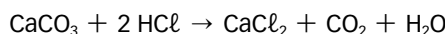
## Recorda que...

Sovint els reactius estan en dissolució, és a dir, barrejats amb dissolvent. Quan les dissolucions de cada reactiu entren en contacte, els soluts reaccionen entre ells, mentre que els dissolvents només fan «d'espectadors».

Per saber quines quantitats de solut (reactius) reaccionen hem de saber manejar les dades relacionades amb les dissolucions. El fet de tenir els reactius en dissolució és força útil, ja que d'aquesta manera podem emprar qualsevol quantitat de solut, per petita que sigui, i tot això amb dissolucions molt diluïdes.

## PROBLEMA RESOLT

Donada la reacció química següent ja ajustada:



Calcula els grams d'una dissolució de carbonat de calci ( $\text{CaCO}_3$ ) al 80 % en massa (riquesa del 80 %) que són necessaris perquè reaccionin amb  $150 \text{ cm}^3$  d'una dissolució de  $\text{HCl}$  2 M.

## SOLUCIÓ

Passos:

1. Vegem la quantitat de reactiu  $\text{HCl}$  que ha de reaccionar, expressada en mols:

$$\text{Tenim una dissolució de HCl 2 M} \rightarrow \frac{2 \text{ mol de solut HCl}}{1 \text{ litre de dissolució de HCl}}$$

Com que en tenim  $150 \text{ cm}^3 = 0,15 \text{ L}$ , fem una proporció:

$$0,15 \text{ L de dissolució de HCl} \cdot \frac{2 \text{ mol de solut HCl}}{1 \text{ L de dissolució de HCl}} = 0,3 \text{ mol de solut HCl hi ha als } 150 \text{ cm}^3 \text{ de dissolució de HCl}$$

2. Calculem la quantitat de substància (mols de  $\text{CaCO}_3$ ) necessària perquè reaccionin amb els 0,3 mols de  $\text{HCl}$  fent servir els coeficients estequiomètrics de l'equació ajustada:

$$0,3 \text{ mol de HCl} \cdot \frac{1 \text{ mol de CaCO}_3}{2 \text{ mol de HCl}} = 0,15 \text{ mol de CaCO}_3$$

3. Els passem a grams:

$$m_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{CaCO}_3} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = 0,15 \text{ mol} \cdot (40 + 12 + 16 \cdot 3) \text{ g/mol} = 15 \text{ g de reactiu CaCO}_3$$

són necessaris perquè reaccionin amb  $150 \text{ cm}^3$  d'una dissolució de  $\text{HCl}$  2 M.

4. Com que el  $\text{CaCO}_3$  és en la dissolució, trobem la massa de dissolució de  $\text{CaCO}_3$  on hi ha aquests 15 g de solut  $\text{CaCO}_3$ .

$$\text{La dissolució de CaCO}_3 \text{ està al } 80\% \rightarrow \frac{80 \text{ g de solut CaCO}_3}{100 \text{ g de dissolució de CaCO}_3}$$

Com que necessitem 15 grams de solut  $\text{CaCO}_3$ , fem una proporció:

$$15 \text{ g de solut CaCO}_3 \cdot \frac{100 \text{ g de dissolució de CaCO}_3}{80 \text{ g de solut CaCO}_3} = 18,75 \text{ g de dissolució de CaCO}_3 \text{ reaccionen amb } 150 \text{ cm}^3 \text{ d'una dissolució de HCl 2 M.}$$

(Comprovació:  $80\% \text{ de } 18,75 \text{ g} = 15 \text{ g}$ ).

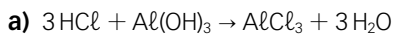
## EXEMPLES DE REACCIONS QUÍMIQUES

## PROBLEMA RESOLT 1

L'acidesa d'estómac és una sensació irritant que es produeix quan hi ha un excés d'àcid clorhídric en els sucus gàstrics. Per evitar aquesta sensació molesta (coneguda també com a cremor), prenem un antiàcid que pot estar format per hidròxid d'alumini:

- Escriu la reacció de neutralització entre l'àcid clorhídric i l'hidròxid d'alumini.
- Una dosi d'antiàcid sol contenir uns 2 g d'hidròxid d'alumini. A quants mols equival?
- Si suposem que el HCl dels sucus gàstrics arriba a una concentració 1 M, quin volum es pot neutralitzar amb cada dosi d'antiàcid?

## Plantejament i resolució



b) Calculem la massa molar del  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

Si consultem la taula periòdica, obtenim:

$$M(\text{Al}) = 26,98 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}) = 16,00 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}) = 1,008 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Al}(\text{OH})_3) = 26,98 + 3 \cdot (16,00 + 1,008) = 78,00 \text{ g/mol}$$

$$2 \text{ g } \text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{Al}(\text{OH})_3}{78,00 \text{ g } \text{Al}(\text{OH})_3} = 2,56 \cdot 10^{-2} \text{ mol } \text{Al}(\text{OH})_3$$

c) L'estequiometria de la reacció permet calcular els mols de HCl que reaccionen amb cada dosi d'antiàcid:

$$2,56 \cdot 10^{-2} \text{ mol } \text{Al}(\text{OH})_3 \cdot \frac{3 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol } \text{Al}(\text{OH})_3} = 7,69 \cdot 10^{-2} \text{ mol HCl}$$

Si relacionem els mols de HCl amb la seva concentració als sucus gàstrics, obtenim el volum:

$$M = \frac{\text{nombre mols de solut}}{V \text{ dissolució (L)}} \rightarrow$$

$$\rightarrow V = \frac{n_{\text{HCl}}}{M_{\text{HCl}}} = \frac{7,29 \cdot 10^{-2}}{1} = 7,29 \cdot 10^{-2} \text{ L} = 72,9 \text{ mL}$$

## ACTIVITATS

1 Si una persona té acidesa o cremor d'estómac, quina de les substàncies següents pot alleujar-la?

- Vinagre.
- Bicarbonat de sodi.
- Suc de limona.
- Refresc amb gas.

Solució: b)

2 Per neutralitzar 10 mL d'àcid sulfúric 2 M hem necessitat 16 mL d'una dissolució de KOH. Quina era la seva concentració?

Solució: 2,5 M

3 Al laboratori tenim 50 mL d'una dissolució d'àcid nítric 1 M. Abans de desfer-nos-en hem de neutralitzar-lo, i per això fem servir una dissolució 2 M de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Quina quantitat d'aquesta dissolució necessitem per neutralitzar-lo completament?

Solució: 12,5 mL

4 L'amoniac és un producte industrial que, entre d'altres utilitats, serveix per fer adobs. Un d'ells és el sulfat d'amoni, que s'obté fent reaccionar l'amoniac amb àcid sulfúric.

- Escriu la reacció d'obtenció del sulfat d'amoni.
- Calcula la massa d'amoniac necessària per reaccionar amb 5 L d'àcid sulfúric de concentració 2 M.
- Calcula la massa d'adob que s'obindrà en aquest cas.

Solució: b) 340 g; c) 1.320 g

5 Un altre adob d'ús freqüent per la seva gran proporció de nitrogen és el nitrat d'amoni. Volem preparar 1 kg d'adob fent reaccionar àcid nítric de concentració 10 M amb amoniac.

Calcula:

- El volum d'àcid nítric que requerim.
- La massa d'amoniac necessària.

Solució: a) 1,25 L; b) 212,5 g

## EXEMPLES DE REACCIONS QUÍMIQUES

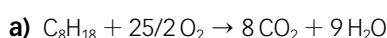
## PROBLEMA RESOLT 2

La gasolina és un combustible molt comú als vehicles de motor. Tot i que és una mescla d'hidrocarburs, podem considerar que es comporta com l'octà ( $C_8H_{18}$ ). Quan es crema al motor d'un cotxe produeix l'energia que en permet el funcionament. Cada cop que es crema 1 mol d'octà s'alliberen 5.450 kJ:

- Escriu la reacció de combustió de l'octà.
- Calcula la quantitat d'energia que s'obté quan es crema 1 L de gasolina (suposem un rendiment del 100 %).
- Calcula la massa de diòxid de carboni que s'allibera a l'atmosfera cada cop que es crema 1 L d'octà.
- Calcula la massa d'aire que es consumeix per cremar 1 L d'octà. (Podem suposar que el 23 % de la massa és oxigen.)

Dada: densitat de l'octà = 0,7 g/mL.

## Plantejament i resolució



- b) Hem de calcular la massa de 1 L d'octà i expressar-la en mols:

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow m = d \cdot V = 0,7 \frac{g}{mL} \cdot 10^3 mL = 700 g$$

$$M_{C_8H_{18}} = 8 \cdot 12,01 + 18 \cdot 1,008 = 114,22 g/mol$$

$$700 g \cdot \frac{1 mol C_8H_{18}}{114,22 g} = 6,13 mol C_8H_{18}$$

Calculem l'energia que s'obté quan es crema 1 L d'octà:

$$6,13 mol C_8H_{18} \cdot \frac{5.450 kJ}{1 mol C_8H_{18}} = 33.409 kJ$$

- c) Trobem els mols de  $CO_2$  que s'alliberen a l'atmosfera. Després, amb la massa molar, calculem l'equivalent en g:

$$6,13 mol C_8H_{18} \cdot \frac{8 mol CO_2}{1 mol C_8H_{18}} = 49,04 mol CO_2$$

$$M_{CO_2} = 12,01 + 2 \cdot 16,00 = 44,01 g/mol$$

$$49,04 mol CO_2 \cdot \frac{44,01 g CO_2}{1 mol CO_2} = 2.158,3 g CO_2$$

- d) L'estequiometria de la reacció permet calcular els mols de  $O_2$  necessaris per a la combustió:

$$6,13 mol C_8H_{18} \cdot \frac{25/2 mol O_2}{1 mol C_8H_{18}} = 76,625 mol O_2$$

$$M_{O_2} = 2 \cdot 16,00 = 32 g/mol$$

$$76,625 mol O_2 \cdot \frac{32 g O_2}{1 mol O_2} = 2.452 g O_2$$

$$2.452 g O_2 \cdot \frac{100 g aire}{23 g O_2} = 10.661 g aire$$

## ACTIVITATS

- El metanol és l'alcohol de la fusta, de fórmula  $CH_4O$ . Algunes vegades s'ha pensat a fer-lo servir com a combustible alternatiu, ja que quan es crema 1 mol de metanol es desprenen 726 kJ.
  - Escriu la reacció de combustió del metanol.
  - Calcula la quantitat d'energia que s'obté quan es crema 1 L de metanol.
  - Calcula la massa de diòxid de carboni que s'allibera a l'atmosfera cada cop que es crema 1 L de metanol.
  - Calcula la massa d'aire que es consumeix per cremar 1 L de metanol. (Suposem que el 23 % de la massa d'aire és oxigen.)

Dada: densitat del metanol = 0,8 g/mL.

Solució: b) 18.150 kJ; c) 1.100 g; d) 5.217 g aire

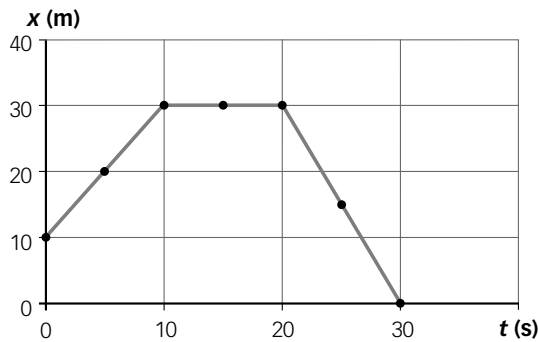
- Per escalfar mig litre d'aigua necessitem 125 kJ. Ho farem en una cuina de butà ( $C_4H_{10}$ ), un combustible que desprèn 2.878 kJ cada cop que es crema un mol. Si suposem que la cuina només aprofita el 40 % de l'energia resultant de la combustió del butà:
  - Calcula la quantitat d'energia que hem d'obtenir per escalfar l'aigua.
  - Escriu l'equació química ajustada de la combustió del butà.
  - Calcula la quantitat de butà que s'ha de cremar per escalfar l'aigua.
  - Calcula la quantitat de diòxid de carboni que s'aboca a l'atmosfera en el procés.

Solució: a) 312,5 kJ; c) 6,3 g; d) 19,11 g

## EL MOVIMENT

## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** El moviment d'una partícula, que segueix una trajectòria rectilínia, ve determinat per la gràfica següent:



Dedueix a partir de la gràfica:

- a)** La posició inicial de la partícula.
- b)** La posició, el desplaçament i l'espai recorregut quan  $t = 10$  s.
- c)** La posició, el desplaçament i l'espai recorregut quan  $t = 30$  s.
- d)** La velocitat a cada tram de la gràfica.
- e)** La velocitat mitjana al llarg de tot el recorregut.
- 2** Classifica els moviments següents en funció de la forma de la trajectòria: una pilota en el llançament d'un penal, un ascensor, el vol d'una mosca, la caiguda d'un cos, una cursa de 100 m llisos, un satèl·lit en òrbita al voltant de la Terra. En quins d'ells coincideixen el desplaçament i l'espai recorregut?
- 3** Un cotxe circula a una velocitat de 60 km/h durant 1 hora i 15 minuts. Després s'atura durant 5 minuts i després torna al punt de partida a una velocitat de 10 m/s durant 45 minuts. Troba:
- a)** La posició final.
- b)** L'espai total recorregut.
- c)** La velocitat mitjana.
- 4** Respon a les qüestions següents:
- a)** Podries definir «desplaçament»?
- b)** Com definiries la trajectòria d'un mòbil?
- c)** És el mateix velocitat mitjana que velocitat instantània?
- d)** Què mesura l'acceleració?
- 5** Què significa físicament que l'acceleració d'un mòbil sigui de  $2 \text{ m/s}^2$ ? I que sigui de  $-2 \text{ m/s}^2$ ?
- 6** Completa la taula següent:
- | Tipus de moviment | Equació              | Velocitat inicial | Acceleració |
|-------------------|----------------------|-------------------|-------------|
| MRUA              | $v = 5 \cdot t$      |                   |             |
| MRUA              | $v = 10 + 2 \cdot t$ |                   |             |
| MRUA              | $v = 30 - 2 \cdot t$ |                   |             |
- 7** Quant de temps tardarà un mòbil a arribar a la velocitat de 80 km/h si parteix del repòs i té una acceleració de  $0,5 \text{ m/s}^2$ ? Realitza el càlcul i escriu totes les equacions corresponents al moviment del mòbil esmentat.
- 8** Identifica les mesures següents amb les magnituds a què corresponen i expressa-les en unitats del Sistema Internacional.
- a)** 30 km/h.
- b)** 1.200 ms.
- c)**  $600 \text{ cm/min}^2$ .
- d)**  $2,53 \cdot 10^4 \text{ m/h}$ .
- 9** Un cotxe que circula a una velocitat de 108 km/h frena uniformement i s'atura en 10 s.
- a)** Troba l'acceleració i l'espai que recorre fins que s'atura.
- b)** Representa les gràfiques  $v-t$  i  $x-t$  per a aquest moviment.

## EL MOVIMENT

## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** Posa en ordre, de més grans a més petites, les velocitats següents:

72 km/h; 120 m/min; 15 m/s;  $5,4 \cdot 10^3$  cm/s

- 2** En quin dels casos següents posaran una multa a un cotxe que circula per una autopista:

- a) Si circula a 40 m/s.  
b) Si circula a 1.200 cm/min.

(La velocitat màxima permesa en una autopista és de 120 km/h.)

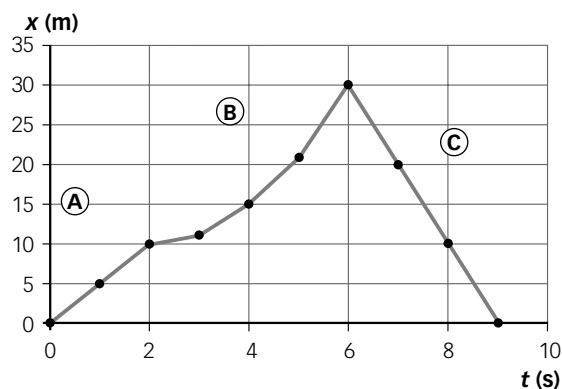
- 3** Ordena de més grans a més petites les acceleracions següents:

4 km/h<sup>2</sup>; 40 m/s<sup>2</sup>; 4.000 cm/min<sup>2</sup>

- 4** Un mòbil parteix del repòs i al cap de 5 s arriba a una velocitat de 5 m/s; a continuació es manté en aquesta velocitat durant 4 s, i en aquest moment frena uniformement i s'atura en 3 s.

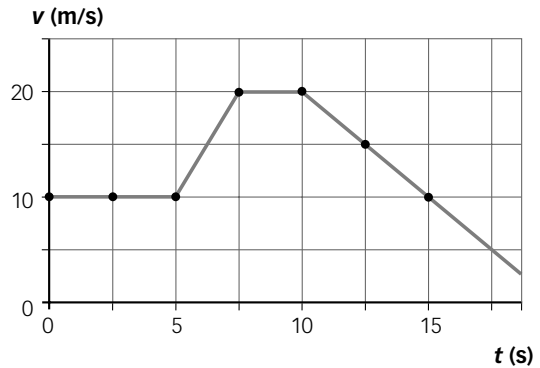
- a) Representa la gràfica  $v$ - $t$  corresponent a l'esmentat moviment.  
b) Calcula l'acceleració que porta el mòbil a cada tram.  
c) Calcula l'espai total recorregut al llarg de tot el moviment.

- 5** En la gràfica  $x$ - $t$  següent,  $x$  està expressada en m, i  $t$ , en s. Interpreta el moviment realitzat pel mòbil a cada tram i determina:



- a) La velocitat als trams A i C.  
b) El tipus de moviment al tram B.  
c) L'espai total recorregut.

- 6** En la gràfica  $v$ - $t$  següent,  $v$  està expressada en m/s, i  $t$ , en s. Determina a cada tram:



- a) El tipus de moviment.  
b) La velocitat.  
c) L'acceleració.

- 7** Un ciclista comença a desplaçar-se per una carretera recta i en 10 s arriba a una velocitat de 25 m/s. Suposem que l'acceleració és constant:

- a) Completa la taula:

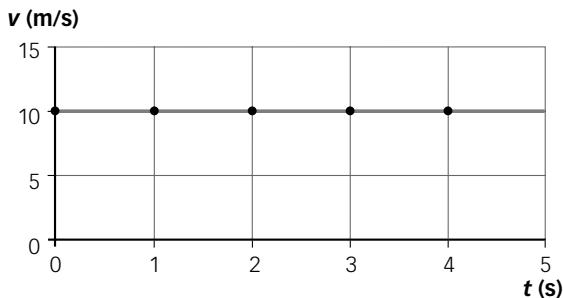
$t$ (s)	0	2	6	8	10
$v$ (m/s)					
$s$ (m)					
$a$ (m/s <sup>2</sup> )					

- b) Dibuixa les gràfiques  $v$ - $t$ ,  $x$ - $t$  i  $a$ - $t$ .

## EL MOVIMENT

## ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ

- 1** L'equació del moviment d'una partícula és:  $x(t) = 2 + 10t$ , on  $t$  es mesura en segons i  $x$  en metres. Determina:
- La posició inicial del mòbil.
  - La posició i el desplaçament del mòbil al cap de 3 s d'iniciar-se el moviment.
  - La forma de la trajectòria seguida pel mòbil.
  - Creus que coincidiran el desplaçament i l'espai recorregut en aquest interval de temps?
- 2** Observa la gràfica i escull quina de les frases següents correspon al moviment que representa:



- Un cotxe que arrenca accelerant i continua a velocitat constant.
  - Un cotxe que es troba en repòs.
  - Un cotxe que circula en acceleració nul·la.
  - Un cotxe que circula a velocitat constant i frena.
- 3** Un passatger va assegut a l'interior d'un tren que es mou a velocitat constant. Escull la resposta correcta que expressi l'estat cinemàtic del passatger:
- Està en repòs independentment del sistema de referència que escollim.
  - Està en repòs només si considerem un sistema de referència situat dins del tren.
  - Està en moviment respecte d'un sistema de referència situat a l'interior del tren, que està en moviment.
  - Està en moviment, independentment del sistema de referència que escollim.
- 4** Representa en un pla cartesià de forma esquemàtica, utilitzant vectors, la velocitat i l'acceleració de cadascun dels mòbils següents:
- Un cotxe que accelera en una carretera recta.
  - Un cotxe que frena en una carretera recta.
  - Una pilota que es llança cap a dalt.
  - La pilota quan cau.

- 5** Si el mòdul de la velocitat és constant, hi ha acceleració?
- Només si el moviment és rectilini.
  - Només si el moviment no és rectilini.
  - Només si la velocitat és negativa.
  - En cap cas.

- 6** Dedueix una expressió que relacioni la distància recorreguda i la velocitat final en un MRUA.

- 7** Un tramvia parteix del repòs i adquireix, després de recórrer 25 m amb MRUA, una velocitat de 36 km/h. Continua a aquesta velocitat durant 1 minut, passat el qual frena i disminueix la velocitat, fins a parar exactament a 650 m del punt de partida. Calcula:

- L'acceleració i el temps transcorregut durant el primer tram del moviment.
- L'espai recorregut durant el segon tram.
- L'acceleració al tercer tram.

- 8** L'equació del moviment d'una partícula és:  $x = 4 + 5t$ , on  $t$  està expressat en hores i  $x$  en quilòmetres.

- a) Completa la taula següent:

Posició (km)			14	24	
Temps (h)	0	1			6

- Representa la gràfica  $x-t$ .
- De quin tipus de moviment es tracta? Quin significat tenen els paràmetres 4 i 5 de l'equació.

- 9** La llum es propaga a una velocitat de  $3 \cdot 10^8$  m/s. La distància entre la Terra i el Sol és de 8 minuts llum. Expressa aquesta distància en quilòmetres.

- 10** Una partícula que es desplaça amb MRU porta una velocitat constant de 10 m/s. La posició inicial de la partícula és  $x_0 = 10$  m. Completa la taula següent i realitza les gràfiques  $x-t$  i  $v-t$  corresponents al moviment de la partícula esmentada.

$t$ (s)	0	2	4	6
$x$ (m)				
$v$ (m/s)				

## PROBLEMA RESOLT 1

A les 8 h 30 min l'AVE Madrid-Barcelona es troba a 216 km de Saragossa, movent-se a una velocitat de 50 m/s. Determina:

- La distància que recorrerà en els 15 minuts següents.
- L'hora d'arribada a Saragossa.

## Plantejament i resolució

Tot i que convé expressar totes les magnituds en unitats del SI, en problemes com l'anterior es pot resoldre en km i km/h per tal que els números siguin més manejables.

$$v = 50 \frac{\cancel{m}}{\cancel{s}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1.000 \cancel{m}} \cdot \frac{3.600 \cancel{s}}{1 \text{ h}} = 180 \text{ km/h}$$

$$t = 15 \text{ min} \cdot t = 15 \frac{\cancel{\text{min}}}{60 \cancel{\text{min}}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \cancel{\text{min}}} = 0,25 \text{ h}$$

El moviment del tren és uniforme, ja que la seva velocitat és constant. L'equació del moviment seria per tant:

$$s = v \cdot t.$$

- Quan hauran transcorregut 15 minuts, el tren es trobarà a una distància del punt de partida de:

$$s = 180 \text{ km/h} \cdot 0,25 \text{ h} = \mathbf{45 \text{ km}}$$

- El temps que tardarà a arribar a Saragossa l'aïllem de l'equació del moviment:

$$t = \frac{s}{v} = \frac{216 \text{ km}}{180 \text{ km/h}} = 1,2 \text{ h} = 1 \text{ h } 12 \text{ min}$$

Per tant, el tren arribarà a Saragossa a les:

$$8 \text{ h } 30 \text{ min} + 1 \text{ h } 12 \text{ min} = \mathbf{9 \text{ h } 42 \text{ min}}$$

## ACTIVITATS

- Una persona fa un crit quan es troba a 200 metres d'una muntanya. Si sabem que la velocitat del so en l'aire és de 340 m/s, determina:

- El temps que tarda a escoltar l'eco.
- Si quan crida s'acosta a la muntanya a una velocitat de 3 m/s, quant tardarà a escoltar l'eco?

Solució: a) 1,176 s; b) 1,171 s

- Un cotxe, a 100 m d'un semàfor, circula recte cap a ell a 34 km/h. Determina:

- La posició respecte del semàfor després de 0,5 min.
- El temps que tarda en arribar al semàfor següent, a una distància de 500 m del primer.

Solució: a) Se situarà a 200 m passat el semàfor; b) 60 s

- Un cotxe inicia un trajecte a les 10 h amb una velocitat constant de 80 km/h.

- A quina distància es troba a les 12 h 15 min?
- Quant de temps inverteix a recórrer els primers 800 m?

Solució: a) 180 km; b) 0,01 h = 36 s

- En Joan es troba a 200 m de casa seva i se n'allunya a una velocitat de 4 km/h. Si prenem com a punt de referència casa seva, determina:

- La seva posició inicial.
- La seva posició després de 2 minuts.
- El temps que tarda a arribar a la posició 500 m.

Solució: a) 200 m;

b) Estarà a  $200 + 133,33 = 333,33 \text{ m}$  de casa seva;

c)  $270 \text{ s} = 4,5 \text{ min}$

- Determina la velocitat d'una formiga, expressada en m/s, que recorre en 180 min la mateixa distància que una persona caminant a 5 km/h durant 6 min.

Solució: 0,046 m/s

- Un automobilista circula a una velocitat constant de 108 km/h en passar per un punt quilomètric d'una autopista. A quina distància d'aquest punt es trobarà 30 minuts després?

Solució:  $54.000 \text{ m} = 54 \text{ km}$

## PROBLEMA RESOLT 2

En Jaume i la Maria es posen d'acord per sortir en bicicleta a les nou del matí, cadascun des d'un poble diferent, A i B, a 120 km de distància l'un de l'altre, amb la intenció de trobar-se pel camí. Si les velocitats de tots dos són 25 km/h i 35 km/h, respectivament, calcula:

- A quina hora es trobaran els dos ciclistes?
- A quina distància del poble A es produeix la trobada?

## Plantejament i resolució

Escollim com a referència el poble A, del qual surt en Jaume, i considerem positiva la seva velocitat i negativa la de la Maria, ja que circula en sentit contrari. Com que tots dos es mouen a velocitat constant, l'equació aplicable serà la del moviment rectilini i uniforme:

$$x = v \cdot t.$$

Escrivim l'equació del moviment per a tots dos ciclistes:

$$x_{\text{Jaume}} = 25 \cdot t \text{ i } x_{\text{Maria}} = 120 - 35 \cdot t$$

- Perquè els dos ciclistes es trobin, han d'estar en la mateixa posició en el mateix instant.

És a dir,  $x_{\text{Jaume}} = x_{\text{Maria}}$ .

Per tant:

$$25 \cdot t = 120 - 35 \cdot t$$

Si resollem l'equació obtenim:

$$t = 2 \text{ h}$$

De manera que es trobaran a les **11 del matí**.

- Si substituïm  $t$  a qualsevol de les dues equacions anteriors obtindrem la posició en la qual es produeix la trobada, respecte del poble A, i en resulta:

$$x = 50 \text{ km}$$

## ACTIVITATS

- El teu pare ha sortit de casa i s'ha deixat la cartera. Quan te n'adones és a 250 m i surts per portar-li-la amb la bicicleta. Si el teu pare camina a 5 km/h i tu vas a 18 km/h, a quina distància de casa arribaràs al seu costat? Quant de temps tardaràs a atrapar-lo?  
*Solució: A 346 m i 69,2 s*
- En un moment determinat el cotxe d'uns lladres passa per un punt a 90 km/h. Deu minuts després passa perseguint-lo un cotxe de la policia a una velocitat de 120 km/h. A quina distància del punt esmentat l'atraparà? Quant de temps haurà transcorregut des del moment del pas del primer cotxe?  
*Solució: A 60 km i 30 min*
- Dos ciclistes circularan per la mateixa carretera recta a velocitats constants de 15 km/h i 25 km/h.
  - Quin ha de sortir primer perquè es trobin?
  - Si el segon ciclista surt una hora després del primer, quant de temps tardaran a trobar-se? A quina distància del punt de partida?  
*Solució: a) Primer ha de sortir el que va a velocitat menor, el de 15 km/h; b) 1,5 h i 37,5 km*
- Quan passa per la recta de meta, un cotxe de Fórmula 1 que circula a 300 km/h n'atrapa un altre que circula a 280 km/h. Si suposem que mantenen una velocitat constant, calcula quina distància els separarà mig minut després.  
*Solució: 166,7 m*
- Dos cotxes circulen a les velocitats respectives de 36 km/h i 108 km/h per una carretera. Si inicialment tots dos circulen en el mateix sentit i estan separats per 1 km, en quin instant i en quina posició el cotxe més ràpid atraparà el més lent?  
*Solució: 50 s i 1.500 m*



## PROBLEMA RESOLT 3

Una moto, amb una acceleració de  $2 \text{ m/s}^2$ , arrenca des d'un semàfor. Calcula el temps que requereix per arribar a una velocitat de  $72 \text{ km/h}$ . Si aleshores comença a frenar amb una acceleració d' $1,5 \text{ m/s}^2$  fins que s'atura, calcula la distància que ha recorregut.

## Plantejament i resolució

En primer lloc expressem la velocitat en unitats del SI:

$$v = \frac{72 \text{ km}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ m/s}$$

Com que existeix acceleració, hem d'aplicar les equacions del moviment rectilini uniformement accelerat:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

La velocitat inicial,  $v_0$ , és zero, de manera que podem aïllar el temps de la primera equació:

$$t = \frac{v}{a} = \frac{20 \text{ m/s}}{2 \text{ m/s}^2} = 10 \text{ s}$$

A partir de la segona equació podem calcular l'espai recorregut en aquest temps:

$$s = \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ m/s}^2 \cdot 10^2 \text{ s}^2 = 100 \text{ m}$$

Si en aquell moment comença a frenar, la velocitat començarà a minvar fins a aturar-se. Fem servir les mateixes equacions, però ara l'acceleració serà negativa:

$$t = \frac{v}{a} = \frac{20 \text{ m/s}}{1,5 \text{ m/s}^2} = 13,3 \text{ s}$$

I la distància recorreguda durant la frenada serà:

$$s = 20 \text{ m/s} \cdot 13,3 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot (-1,5) \text{ m/s}^2 \cdot 13,3^2 \text{ s}^2 = 133,3 \text{ m}$$

En total ha recorregut:

$$100 + 133,3 = \mathbf{233,3 \text{ m}}$$

## ACTIVITATS

- Un cotxe que circula a  $90 \text{ km/h}$  frena i al cap de mig minut ha reduït la velocitat a  $18 \text{ km/h}$ . Calcula:
  - Quina és l'acceleració del vehicle?
  - Quin espai ha recorregut en aquest temps?
  - Quant de temps tardaria a aturar-se completament?

Solució: a)  $-0,66 \text{ m/s}^2$ ; b)  $453 \text{ m}$ ; c)  $37,9 \text{ s}$
- A quina velocitat màxima podria circular un cotxe que no xoca amb un obstacle que li apareix de sobte a  $100 \text{ m}$ ? Suposem que el conductor reacciona immediatament i que la seva acceleració de frenada és de  $-4 \text{ m/s}^2$ .
 

Solució: a)  $28,28 \text{ m/s} = 101,8 \text{ km/h}$
- A partir d'una posició de repòs, un cotxe de Fórmula 1 pot arribar a una velocitat de  $180 \text{ km/h}$  en  $10 \text{ s}$ . Calcula l'acceleració del bòlid i l'espai que recorre en aquest temps.
 

Solució: a)  $5 \text{ m/s}^2$ ; s)  $250 \text{ m}$
- Una moto que parteix del repòs assoleix una velocitat de  $72 \text{ km/h}$  en  $7 \text{ s}$ . Determina:
  - L'acceleració.
  - L'espai recorregut en aquest temps.
  - La velocitat que assolirà als  $15 \text{ s}$ .

Solució: a)  $2,85 \text{ m/s}^2$ ; b)  $69,8 \text{ m}$ ; c)  $42,7 \text{ m/s}$
- Un cotxe que circula a  $36 \text{ km/h}$  accelera uniformement fins a  $72 \text{ km/h}$  en  $5 \text{ s}$ . Calcula:
  - L'acceleració.
  - L'espai recorregut en aquest temps.

Solució: a)  $2 \text{ m/s}^2$ ; b)  $75 \text{ m}$
- Un camió que circula a una velocitat de  $90 \text{ km/h}$  s'atura en  $10 \text{ s}$  gràcies a l'acció dels frens. Calcula:
  - L'acceleració de la frenada.
  - L'espai recorregut durant aquest temps.

Solució: a)  $-2,5 \text{ m/s}^2$ ; b)  $125 \text{ m}$

## PROBLEMA RESOLT 4

Llançem una pedra verticalment cap a dalt, amb una velocitat de 5 m/s. Calcula:

- L'altura màxima que ateny.
- La velocitat a la meitat del recorregut.
- La velocitat quan arribar a terra.

## Plantejament i resolució

Com que es tracta d'un llançament vertical cap a dalt són d'aplicació les equacions del moviment rectilini uniformement accelerat.

**El valor de l'acceleració de la gravetat és 9,8 m/s<sup>2</sup>**

i tindrem en compte el seu caràcter vectorial, perquè aquesta sempre va dirigida cap a l'interior de la Terra.

Al punt d'altura màxima, la velocitat de la pedra és zero. D'altra banda, podem calcular el temps que tarda a pujar amb l'expressió:

$$v = v_0 + g \cdot t$$

Si substituïm i prenem el valor de  $g$  com  $-9,8$  per tenir en compte la direcció i el sentit, tenim:

$$0 = 5 + (-9,8) \cdot t$$

I d'aquí:  $t = 0,51$  s.

- Si ara apliquem l'equació de l'espai recorregut per la pedra, i per coincidir aquest amb l'altura màxima assolida, obtenim:

$$s = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

En substituir, obtenim:  $s = 1,28$  m.

- Ara, per calcular l'apartat b) primer hauríem de conèixer el temps que ha tardat la pedra en recórrer 0,64 m i després substituir el temps obtingut a l'equació de la velocitat.  
Si resollem les equacions que en resultarien obtenim una velocitat:  $v = 3,5$  m/s.
- Com que no es considera la resistència de l'aire, la velocitat amb la qual tornaria a arribar a terra seria la mateixa que aquella amb la qual havia estat llançada, **5 m/s**.

## ACTIVITATS

- Des d'un balcó que es troba a 15 m sobre el terra d'un carrer, llançem un cos verticalment cap amunt amb una velocitat de 15 m/s. Calcula el temps que tarda a arribar a terra.  
( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).  
*Solució: 3,8 s*
- Es deixa caure lliurement un cos i tarda 15 segons a arribar a terra. Calcula des de quina altura cau.  
*Solució: 1.102,5 m*
- Es llança cap amunt un cos amb una velocitat inicial de 20 m/s i puja fins una altura de 20 m. La velocitat al punt més alt és:
 

a) 20 m/s.	c) 10 m/s.
b) 40 m/s.	d) 0 m/s.

*Solució: d)*
- Perquè un cos arribi a terra a una velocitat de 72 km/h, des de quina altura ha de caure lliurement?  
( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).  
*Solució: 20 m*
- Des d'una altura de 10 m es deixen caure tres cossos de 3, 5 i 6 kg, respectivament. Quin arribarà abans a terra si no es té en compte el fregament amb l'aire?
 

a) El de 3 kg.	c) El de 6 kg.
b) El de 5 kg.	d) Tots arribaran alhora.

*Solució: d)*
- A fi de mesurar l'altura d'un edifici, es deixa anar un cos des de l'altura màxima i es mesura el temps que tarda en arribar a terra: 3 segons. Quant mesura l'edifici? A quina velocitat el cos arriba a terra?  
( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).  
*Solució: h = 45 m; v = 30 m/s*

## PROBLEMA RESOLT 5

La roda gegant d'un parc d'atraccions tarda 15 segons a fer una volta. Si la velocitat angular és constant, calcula:

- La velocitat angular en radians/segon.
- El període i la freqüència.
- L'angle girat en 5 segons.
- La velocitat lineal d'un usuari situat a 10 metres de l'eix de gir.

## Plantejament i resolució

La roda es mou amb un moviment circular uniforme, de manera que s'hauran d'aplicar les seves equacions.

a)  $\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi \text{ rad}}{15 \text{ s}} = \mathbf{0,13 \pi \text{ rad/s}}$ .

- b) El període és el temps que tarda a fer una volta, de manera que  $T = \mathbf{15 \text{ s}}$ .

La freqüència és la inversa del període, de manera que serà:  $f = 1/15 = \mathbf{0,06 \text{ Hz}}$ .

- c) L'angle girat en 5 segons serà:

$$\varphi = \omega \cdot t = 0,13 \pi \text{ rad/s} \cdot 5 \text{ s} = \mathbf{0,67 \pi \text{ rad}}$$

- d) La velocitat lineal d'un usuari la calculem a partir de la relació entre aquesta i la velocitat angular:

$$v = \omega \cdot R$$

Llavors:

$$v = 0,13 \text{ rad/s} \cdot 10 \text{ m} = \mathbf{1,3 \pi \text{ m/s}}$$

## ACTIVITATS

- 1** Uns cavallets de fira giren a raó de 10 voltes cada 3 minuts. Calcula la velocitat angular (en rad/s) i la velocitat lineal d'un nen que va muntat en un cotxet a 10 m de l'eix de gir.

*Solució:  $0,11 \pi \text{ rad/s}$  i  $1,1 \pi \text{ m/s}$*

- 2** Una roda gira a raó de 20 voltes/minut. Determina:

- El període.
- La velocitat angular.
- La velocitat lineal en un punt de la perifèria sabent que el diàmetre de la roda és de 100 cm.

*Solució: a) 3 s; b)  $0,66 \pi \text{ rad/s}$ ; c)  $0,33 \pi \text{ m/s}$*

- 3** Calcula la velocitat angular de l'agulla horària i de la minutera del rellotge.

*Solució:  $0,000\ 046 \cdot \pi \text{ rad/s} = 0,46 \cdot 10^{-4} \cdot \pi \text{ rad/s}$   
i  $0,0005 \cdot \pi = 5 \cdot 10^{-4} \pi \text{ rad/s}$*

- 4** Un satèl·lit tarda dos dies a fer la volta a la Terra. La seva velocitat angular serà:

- a)  $0,5 \pi \text{ voltes/minut}$ .

- b)  $\pi \text{ rad/s}$ .

- c)  $\pi \text{ rad/dia}$ .

- d)  $0,5 \text{ r rad/dia}$ .

*Solució: c)  $\pi \text{ rad/dia}$*

- 5** El moviment circular uniforme, té acceleració?

*Solució: Té una acceleració normal, deguda al canvi de direcció de la velocitat.*

- 6** La velocitat angular d'un tocadiscs de la dècada de 1970 és de 45 rpm. Calcula:

- a) La velocitat angular en rad/s.

- b) El període i la freqüència.

- c) El nombre de voltes que farà en 5 minuts.

*Solució: a)  $1,5 \pi \text{ rad/s}$ ; b)  $1,33 \text{ s}$  i  $0,75 \text{ Hz}$ ;  
c) 225 voltes*

- 7** Una bicicleta es mou a 10 m/s. Si sabem que les rodes tenen un radi de 50 cm, calcula la velocitat angular de la roda.

*Solució:  $20 \text{ rad/s}$*

## LES FORCES

## ACTIVITATS DE REFORÇ

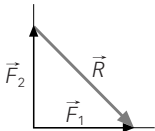
- 1** Arrosseguem pel terra una caixa tot estirant la corda que hi té lligada i que mantenim paral·lela a terra. Identifica les forces que hi intervenen, descriu-les i representa-les mitjançant un esquema.
- 2** Identifica les forces que actuen sobre els cossos següents:
  - a) Un cotxe que accelera per una carretera horitzontal.
  - b) Un cos que penja del sostre mitjançant un cable.
- 3** Quina força actua en un cotxe quan frena? Descriu les característiques d'aquesta força.
- 4** Escull la resposta correcta. Quan tens un llibre a la mà:
  - a) No s'hi exerceix cap força, perquè no es mou.
  - b) Les forces que s'hi exerceixen tenen l'únic efecte de deformar-lo.
  - c) Les forces que s'hi exerceixen tenen una resultant nul·la, i per això no es mou.
  - d) Cap de les respostes és correcta.
- 5** Dos nens estiren de dues cordes lligades a una caixa, cadascuna amb una força de 8 N. Si per arrossegar una caixa es necessita exercir una força de 10 N, determina si seran capaços d'arrossegar-la quan:
  - a) Estirin de les cordes en la mateixa direcció i sentit.
  - b) Estirin de les cordes en direccions perpendiculars.
- 6** Realitza un esquema on quedin representades, mitjançant vectors, les forces que actuen sobre un cos que descendeix per un pla inclinat. Considera que existeix fregament entre el cos i el pla.
- 7** Dues forces:  $F_1 = 6 \text{ N}$  i  $F_2 = 8 \text{ N}$ , són aplicades sobre un cos. Calcula'n la resultant, gràficament i numèricament, en els casos següents:
  - a) Si les dues forces actuen en la mateixa direcció i sentit.
  - b) Si les dues forces actuen en la mateixa direcció i en sentits oposats.
- 8** El motor d'un cotxe genera una força motriu de 4.500 N; la força de fregament entre les rodes i la carretera és de 1.300 N. Si la massa del cotxe és de 860 kg, determina:
  - a) La velocitat que assolirà després de 10 s si parteix del repòs. Expressa-la en km/h.
  - b) Si en aquest instant la força del motor cessa, quant de temps tardarà a aturar-se?
- 9** Sobre un cos de 700 g de massa recolzat en una taula horitzontal s'aplica una força de 5 N en la direcció del pla. Calcula la força de fregament si:
  - a) El cos adquireix una acceleració igual a  $1,5 \text{ m/s}^2$ .
  - b) El cos es mou a una velocitat constant.
- 10** Si un tren es mou per la via a una velocitat de 60 km/h, indica quina de les afirmacions següents és correcta:
  - a) Sobre el tren no actua cap força perquè no hi ha acceleració.
  - b) Sobre el tren només actua una força, en la mateixa direcció que la velocitat.
  - c) Sobre el tren actuen diverses forces, la resultant de les quals és nul·la.
  - d) Sobre el tren actuen diverses forces la resultant de les quals proporciona la velocitat del tren.

## LES FORCES

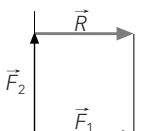
## ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ

- 1 Explica, en funció de les forces que actuen, per què quan ens desplaçem en un monopati i deixem d'impulsar-lo, s'atura.
- 2 Quina és la diferència entre portar una motxilla a l'esquena o portar-la agafada amb una mà?
- 3 Escribe les interaccions fonamentals implicades en els fenòmens següents:
  - a) La Terra gira al voltant del Sol.
  - b) Les brúixoles s'orienten apuntant al nord.
  - c) Es produeixen les marees.
  - d) Es produeixen les reaccions de fissió nuclear.
- 4 Identifica i dibuixa les forces que actuen sobre el sistema format per un paracaigudista que cau amb el paracaigudes obert. Si el paracaigudista baixa a velocitat constant, com són aquestes forces?
- 5 Es deixa caure lliurement un cos de 100 g de massa. Si suposem que l'aire no oposa cap resistència i que quan la seva velocitat és de 20 m/s se li oposa una força que atura la seva caiguda en 4 s, quant val aquesta força?
- 6 Pot ser corba la trajectòria d'un cos si cap força no actua sobre ell?
- 7 Segons el principi d'acció i reacció, «a tota acció li correspon una reacció igual i de sentit oposat». Com és possible aleshores que els cossos es moguin?
- 8 La resultant de compondre dues forces perpendiculars és:
 

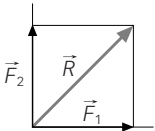
a)



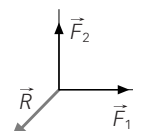
b)



c)



d)


- 9 Determina la intensitat, direcció i sentit d'una força les components rectangulars de la qual són:  $F_x = 3 \text{ N}$  i  $F_y = 4 \text{ N}$ .
- 10 Dues nenes intenten moure una pedra estirant de dues cordes. Una estira cap al nord amb una força de 3 N i l'altra cap a l'est amb una força de 4 N. Amb quina força hauria d'estirar una única nena per aconseguir el mateix efecte?
- 11 Un dinamòmetre es fa servir per:
  - a) Mesurar masses.
  - b) Mesurar volums.
  - c) Mesurar pesos.
  - d) Mesurar forces o pesos.
- 12 Una grua suporta el pes d'un sac de 250 kg. Calcula la tensió que suporta el cable en els casos següents:
  - a) Si el puja amb una acceleració de  $2 \text{ m/s}^2$ .
  - b) Si el puja a velocitat constant.
  - c) Si el manté en repòs.
  - d) Si el baixa amb una acceleració de  $2 \text{ m/s}^2$ . ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).
- 13 Un camió de 28 t de massa movent-se per una carretera horitzontal passa d'una velocitat de 45 km/h a 90 km/h en 130 s. Calcula la força exercida pel motor, si suposem que és constant.
- 14 Un cotxe de 1.000 kg de massa pren un revolt de 75 m de radi a una velocitat de 72 km/h. Determina la força centrípeta que actua sobre el cotxe.
- 15 Sobre un cos de massa  $m$  actua una força  $F$ . Si es duplica la força i la massa es redueix a  $1/3$  de  $m$ , com varia l'acceleració?

## LES FORCES

Nom: Curs: Data: 

## Segona llei de Newton i aplicació a la cinemàtica

**1** Un vagó de 1.100 kg de massa s'ha desenganxat d'un tren i avança a 5 m/s cap a un gatet que dorm plàcidament a la via. De cop i volta apareix Superman i intenta aturar el vagó estirant-lo cap enrere amb una cadena que té una resistència de 450 N. No hi ha fregament.

a) Dibuixa la força o forces que actuen en la direcció del moviment i el vector acceleració.



b) Aplica la 2a llei de Newton per calcular l'acceleració màxima amb la qual Superman pot frenar el vagó.

Pistes:

- Considera positives les forces en el sentit del moviment i negatives les forces en sentit contrari al moviment.
- Per aconseguir l'acceleració màxima de frenada Superman haurà d'estirar amb la força més gran possible (sense arribar a trencar la cadena).

I ara, respon fent servir els teus coneixements de cinemàtica:

c) Durant quant de temps Superman haurà d'estirar la cadena fins que el vagó s'aturi?

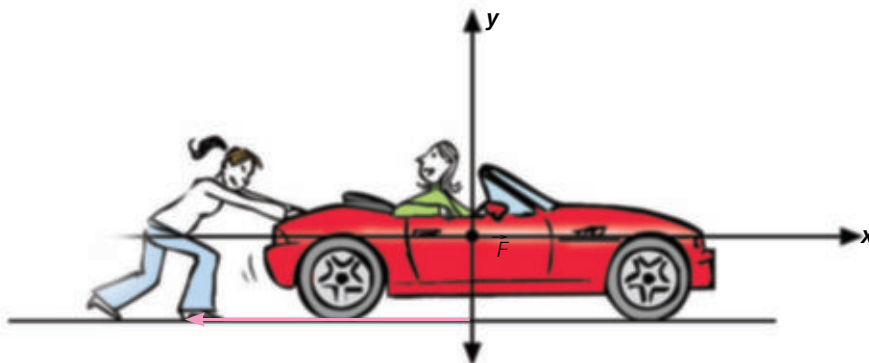
d) A quina distància mínima hauria d'haver-se col·locat el gatet a fer la migdiada si no vol ser atropellat?

## LES FORCES

Nom: Curs: Data: 

- 2** Dues amigues van en un cotxe i de cop i volta el motor s'atura. Una de les dues baixa per empènyer amb una força de 300 N fins que aconseguen que el motor torni a arrencar amb una força de 6.000 N. Sabem que la massa del cotxe amb la conductora és de 1.200 kg i que el coeficient de fregament de les rodes amb l'asfalt és de  $\mu = 0,3$ .

- a) Dibuixa les forces existents en la direcció del moviment (eix X) i en la direcció perpendicular al moviment (eix Y) just en el moment en què el cotxe arrenca.



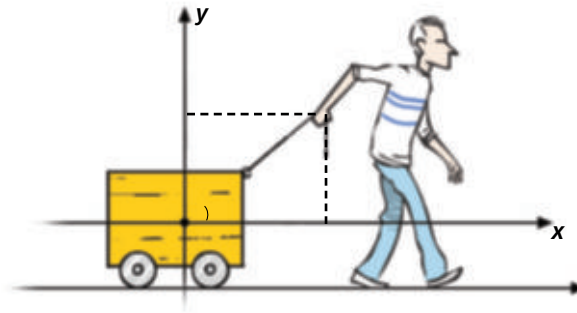
- b) Aplica la segona llei de Newton a l'eix Y per calcular el valor de la normal.
- c) Calcula el valor de la força de fregament del cotxe amb l'asfalt.
- d) Aplica la segona llei de Newton a l'eix X per calcular l'acceleració amb què arrenca el cotxe.
- e) Si el motor del cotxe mantingués una força de 6.000 N després que l'amiga deixés d'empènyer, amb quina acceleració es mouria?
- f) Si quan l'amiga deixa d'empènyer el cotxe aquest es mou a una velocitat de 2 m/s i manté l'anterior acceleració durant 5 s, quin espai recorre el cotxe en aquest temps?

## LES FORCES

Nom: Curs: Data: 

- 3 Una persona arrossega un carret de 12 kg de massa per una superfície horitzontal estirant d'una corda que forma un angle de  $\alpha = 40^\circ$  amb el carret i amb una força de 50 N. Sabem que el carret és arrossegat a velocitat constant i que existeix fregament.

- a) Dibuixa les forces existents i descompon la força  $\vec{F}$  amb què la persona estira de la corda com una suma d'una força  $\vec{F}_x$  a l'eix X i d'una altra  $\vec{F}_y$  a l'eix Y:



- b) Troba els mòduls de  $\vec{F}_x$  i de  $\vec{F}_y$  amb els teus coneixements sobre sinus i cosinus d'un angle.

- c) Aplica la segona llei de Newton a l'eix Y i aïlla el valor de la normal.

Pista: No t'oblidis de considerar la  $\vec{F}_y$ !

- d) Aplica la segona llei de Newton a l'eix X i aïlla el valor de la força de fregament.

- e) Amb els resultats dels apartats c i d, troba el coeficient de fregament  $\mu$ .

- f) Amb quanta força horitzontal hauria d'estirar perquè el carret es mogués a velocitat constant? Compara-la amb la  $\vec{F}_x$  anterior i arriba a alguna conclusió.



## PROBLEMA RESOLT 1

Dues forces  $F_1 = 6 \text{ N}$  i  $F_2 = 8 \text{ N}$  s'apliquen sobre un cos. Calcula'n la resultant, gràficament i numèricament, en els casos següents:

- Les dues forces actuen en la mateixa direcció i en el mateix sentit.
- Les dues forces actuen en la mateixa direcció i en sentits oposats.
- Les dues forces actuen en direccions perpendiculars.

## Plantejament i resolució

- a) La resultant de dues forces que actuen en la mateixa direcció i sentit és una altra força que té com a mòdul la suma dels mòduls i com a direcció i sentit el de les forces components.

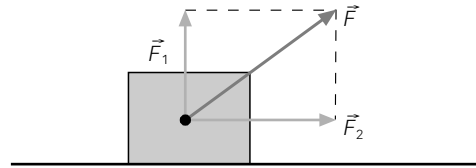
En aquest cas seria:  $F = 8 \text{ N} + 6 \text{ N} = 14 \text{ N}$ .

- b) Si les dues forces tenen la mateixa direcció i sentits contraris, aleshores la resultant tindrà com a mòdul la diferència dels mòduls; direcció, la de les dues forces components, i sentit, el de la més gran.

En aquest cas seria:  $F = 8 \text{ N} - 6 \text{ N} = 2 \text{ N}$ , amb la direcció i el sentit de  $\vec{F}_2$ .

- c) En aquest cas, el mòdul de la resultant es trobaria mitjançant l'expressió:  $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ . Al nostre problema resultaria:  $F = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ N}$  i un angle de  $37^\circ$  amb la força  $\vec{F}_2$ , ja que

$$\alpha = \arctg\left(\frac{6}{8}\right) = 37^\circ. \text{ Gràficament seria:}$$



## ACTIVITATS

- La resultant de dues forces aplicades a un mateix punt que formen entre elles un angle de  $90^\circ$  té un mòdul de  $25 \text{ N}$ . Si una d'elles té un mòdul de  $7 \text{ N}$ , quin és el mòdul de l'altra força?  
*Solució: 24 N*
- Sobre un cos s'apliquen les forces següents:  $F_1 = 3 \text{ N}$  dirigida segons l'eix X positiu,  $F_2 = 3 \text{ N}$  segons l'eix Y negatiu. Calcula la tercera força necessària per tal que el sistema estigui en equilibri.  
*Solució:  $F_3 = \sqrt{18} \text{ N}$  vector contingut en el 2n quadrant, que formarà un angle de  $45^\circ$  amb l'eix X negatiu*
- Calcula el valor de les components rectangulars d'una força de  $50 \text{ N}$  que forma un angle de  $60^\circ$  amb l'eix horitzontal. Com seria la força que s'hauria d'aplicar perquè el sistema es trobés en equilibri?  
*Solució:  $F_x = 50 \cdot \cos 60^\circ = 25 \text{ N}$  i  $F_y = 50 \cdot \sin 60^\circ = 43,30 \text{ N}$ ; perquè el sistema es trobés en equilibri s'hauria d'aplicar una força igual i de sentit oposat*
- Calcula el valor de la resultant de quatre forces perpendiculars entre elles:
  - $F_1 = 9 \text{ N}$  nord
  - $F_2 = 8 \text{ N}$  est
  - $F_3 = 6 \text{ N}$  sud
  - $F_4 = 2 \text{ N}$  oest*Solució: 6,7 N, direcció nord-est, formant un angle de  $63,4^\circ$*
- Un cavall estira d'un carro amb una força de  $1.500 \text{ N}$ . La força de fregament amb el camí és de  $100 \text{ N}$  i un home ajuda el cavall estirant-lo amb una força de  $200 \text{ N}$ . Calcula'n la resultant.  
*Solució: 1.600 N*
- Dues persones estiren d'un sac amb una força de  $200 \text{ N}$  i en direccions perpendiculars. La força resultant que exerceixen és:
  - 400 N.
  - 200 N.
  - 283 N.
  - 483 N.*Solució: 283 N*

## PROBLEMA RESOLT 2

Sobre un cos de 5 kg de massa s'aplica una força de 50 N paral·lela al pla horitzontal de lliscament. Si el coeficient de lliscament entre el cos i el pla és 0,1, calcula:

- L'acceleració que el cos haurà adquirit.
- La velocitat al cap de 5 s.
- L'espai que recorre en aquests 5 s.

## Plantejament i resolució

- a) La força de fregament la calculem com el producte del coeficient de fregament pel pes del cos, pel fet d'estar dirigida en un pla horitzontal.

$$F_{\text{resultant}} = F - F_f = F - \mu \cdot m \cdot g = \\ = 50 \text{ N} - 0,1 \cdot 5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 45,1 \text{ N}$$

Aplicuem la 2a llei i aïllem l'acceleració:

$$a = \frac{F_{\text{resultant}}}{m} = \frac{45,1 \text{ N}}{5 \text{ kg}} = 9 \text{ m/s}^2$$

Un cop coneguda l'acceleració i amb les equacions del MRUA, calculem els apartats b i c.

$$\text{b) } v = v_0 + a \cdot t \rightarrow v = 0 + 9 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ s} = 45 \text{ m/s.}$$

$$\text{c) } s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2.$$

En substituir obtenim:

$$s = \frac{1}{2} \cdot 9 \text{ m/s}^2 \cdot 5^2 \text{ s}^2 = 112,5 \text{ m}$$

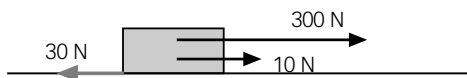
## ACTIVITATS

- 1 Determina el valor de totes les forces que actuen sobre un cos de massa 20 kg que es mou a una velocitat constant en una superfície horitzontal, si sabem que el coeficient de fregament entre el cos i el terra és 0,4. Si aleshores se l'empeny amb una força horitzontal de 100 N, quina distància recorre en 2 segons partint del repòs? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

Solució:  $P = 200 \text{ N}$ ;  $N = 200 \text{ N}$ ;  $F_f = 80 \text{ N}$ ;  
 $s = 2 \text{ m}$  (si prescindim de la velocitat constant inicial)

- 2 Sobre el bloc, de 40 kg de massa, s'exerceixen les forces que apareixen a la figura. A més, la força de fregament entre el bloc i el terra és de 30 N. Dibuixa la resultant de les forces i calcula:

- L'acceleració que adquireix el bloc.
- La velocitat que porta després d'haver recorregut 10 m.



Solució: a)  $7 \text{ m/s}^2$ ; b)  $11,8 \text{ m/s}$

- 3 Un vehicle de 1.000 kg de massa passa de 0 a 90 km/h en 10 s. La força que origina aquesta acceleració és:

- 9.000 N.
- 4.500 N.
- 2.500 N.
- 100 N.

Solució: c) 2.500 N

- 4 Un mòbil de 3 kg de massa es desplaça seguint una trajectòria rectilínia. Sobre ell es realitza una força de 20 N. La força de fregament entre el mòbil i la superfície per la qual es desplaça és de 5 N. L'acceleració que adquireix és:

- $5,0 \text{ m/s}^2$ .
- $8,3 \text{ m/s}^2$ .
- $6,6 \text{ m/s}^2$ .
- $1,6 \text{ m/s}^2$ .

Solució: a)  $5,0 \text{ m/s}^2$

- 5 Dues masses de 1 i 2 kg pengen d'una corda que passa per una politja (sense massa).

- Representa en un dibuix les forces que hi actuen.
- Calcula l'acceleració que adquireix el conjunt.

Solució: b)  $3,26 \text{ m/s}^2$

## PROBLEMA RESOLT 3

Un automòbil de 1.200 kg de massa pren un revolt de 10 m de radi a una velocitat de 90 km/h. Calcula el valor de la força centrípeta.

## Plantejament i resolució

Qualsevol cos que segueixi una trajectòria circular, com la que segueix l'automòbil al revolt, està sotmès a una força, denominada «centrípeta», que pot calcular-se mitjançant l'expressió:

$$F = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

on  $m$  és la massa del cos,  $v$  la velocitat i  $r$  el radi de la circumferència. Si apliquem aquesta expressió al nostre problema i substituint les dades en unitats del SI, obtenim:

$$F = 1.200 \text{ kg} \cdot \frac{25^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{10 \text{ m}} = \mathbf{75.000 \text{ N}}$$

## ACTIVITATS

**1** Un vehicle de 1.000 kg de massa pren un revolt de 15 m de radi a 72 km/h. La força centrípeta és:

- a)  $1,33 \cdot 10^6 \text{ N}$ .                      c) 345.600 N.  
b) 26.666 N.                            d) 200 N.

Solució: b) 26.666 N

**2** Coincideixen sempre la força aplicada a un cos i la direcció en què aquest es mou?

Solució: No, i la força centrípeta n'és un exemple

**3** Quina força centrípeta serà necessari aplicar a un cos de 2 kg subjecte per una corda de 2 m de llargària perquè giri en un pla horitzontal a una velocitat de 18 km/h?

Solució: 25 N

**4** La força centrípeta d'un automòbil en prendre un revolt de 20 m de ràdio a una velocitat de 72 km/h és de 20.000 N. Quina és la massa de l'automòbil?

Solució: 1.000 kg

**5** Un vaixell de vela de 1.200 kg és empès per l'aire amb una força de 2.500 N; al mateix temps l'aigua exerceix sobre ells una força de fregament de 1.000 N.

- a) Calcula el valor de l'acceleració que porta el vaixell.  
b) Calcula la velocitat (expressada en km/h) que tindrà al cap de 10 s, si parteix del repòs.

Solució: a)  $1,25 \text{ m/s}^2$ ; b) 45 km/h

**6** Quan un automòbil circula amb els pneumàtics desgastats, quin efecte es produeix?

Solució: El fregament dels pneumàtics amb el terra disminueix

**7** Quines forces intervenen en el moviment d'una persona quan camina?

Solució: La força muscular de la persona i el fregament dels seus peus contra el terra

**8** Pot ser nul·la la resultant de les forces que actuen sobre un cos quan aquest es troba en moviment?

Solució: Sí, pot moure's a velocitat constant, segons el 2n principi de la dinàmica

**9** Una grua sosté en equilibri un cos de 6 t.

Determina:

- a) La força que ha de fer el cable per aguantar-lo en repòs.  
b) La força que ha de fer per pujar-lo amb una acceleració de  $1,5 \text{ m/s}^2$ .  
c) La velocitat que adquireix si el puja amb l'acceleració de l'apartat anterior durant 30 s.  
d) La força que hauria de fer per pujar-lo a la velocitat adquirida.

Solució: a)  $6 \cdot 10^4 \text{ N}$ ; b)  $6,9 \cdot 10^4 \text{ N}$ ; c) 45 m/s; d)  $6 \cdot 10^4 \text{ N}$

# FORCES GRAVITATÒRIES

## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** Quin nom rep el model cosmològic proposat per Ptolemeu? En què consisteix?
- 2** Assenyala, entre les opcions següents, qui va ser el científic que va proposar la llei que apareix a continuació: «Els planetes es mouen descrivint òrbites el·líptiques amb el Sol situat en un dels focus.»
  - a) Newton.
  - b) Kepler.
  - c) Einstein.
  - d) Galileu.
- 3** La teoria de la gravitació universal la va desenvolupar Newton en el segle:
  - a) XVII.
  - b) XVI.
  - c) XX.
  - d) XIX.
- 4** Contesta a les preguntes següents:
  - a) Per què es diu que l'atracció gravitatòria és una força d'atracció a distància?
  - b) Explica com varia l'atracció gravitatòria entre dos cossos de la mateixa massa si es duplica la distància que els separa.
- 5** La força d'atracció gravitatòria entre dos planetes és:
  - a) Directament proporcional a la distància que hi ha entre ells.
  - b) Directament proporcional a les seves masses.
  - c) Inversament proporcional a la distància que hi ha entre ells.
  - d) Inversament proporcional a les seves masses.
- 6** Escriu l'enunciat de la llei de la gravitació universal i la seva equació matemàtica; indica el significat de cadascun dels seus termes.
- 7** Explica la raó per la qual quan deixem anar un cos, aquest cau a terra. Quina classe de moviment adquireix?
- 8** Calcula la força amb què s'atreuen dos cossos de 20 i 50 kg, respectivament, si estan separats a una distància de 200 cm ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ).
- 9** La força d'atracció entre dues masses de 3 kg cadascuna que estan separades a 3 m de distància és:
  - a)  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ .
  - b)  $20,01 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ .
  - c)  $2,22 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ .
  - d)  $4,44 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ .

- 10** Calcula l'acceleració de la gravetat a la superfície de la Terra (al nivell del mar) i al cim del Kilimanjaro (5.830 m d'altura).  
(Dades:  $R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ ;  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ).
- 11** Un cos de 450 g de massa pesa a la Lluna 0,72 N. Calcula:
  - a) Quant val l'acceleració de la gravetat a la Lluna?
  - b) A la superfície de la Lluna, amb quina velocitat arriba a terra un cos que cau lliurement des d'una altura de 20 m?
- 12** Escull l'afirmació correcta:
  - a) Dos cossos amb la mateixa massa cauen amb la mateixa acceleració a qualsevol punt.
  - b) L'acceleració de la gravetat depèn de l'altura i de la latitud del punt on es mesuri.
  - c) L'acceleració de la gravetat depèn de la massa del cos que cau.
  - d) L'acceleració de la gravetat és una magnitud escalar.
- 13** Un cos té una massa de 60 kg a la superfície de la Terra. Calcula:
  - a) El pes del cos a la superfície de la Terra ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ).
  - b) La massa i el pes del cos a la superfície d'un planeta on la gravetat sigui de la quarta part que a la Terra.
- 14** Completa la taula següent, expressant les diferències entre la massa i el pes:

	Massa	Pes
Definició		
Unitat (SI)		
És una propietat característica d'un cos?		
Amb quin aparell es mesura?		
És una magnitud escalar o vectorial?		

- 15** A la superfície de la Terra, on  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , el pes d'un cos de 200 g és:
  - a) 196 kg.
  - b) 1,96 N.
  - c) 1960 N.
  - d) 19,6 kg.

## FORCES GRAVITATÒRIES

## ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ

- 1** Esmenta les aportacions principals realitzades pels científics Galileu i Isaac Newton.
- 2** Les lleis de Kepler descriuen:
  - a) El moviment dels cossos quan cauen.
  - b) El moviment dels planetes.
  - c) Les fases de la Lluna.
  - d) El model heliocèntric.
- 3** Què serà més gran, la força amb què la Terra atreu la Lluna o la força amb què la Lluna atreu la Terra? Escull la resposta correcta.
  - a) La força amb què la Terra atreu la Lluna, ja que la massa de la Terra és més gran.
  - b) La força amb què la Lluna atreu la Terra, perquè el radi de la Lluna és més petit.
  - c) Les dues forces seran iguals.
  - d) Depèn de la fase en què es trobi la Lluna, perquè la massa és diferent.
- 4** Quina de les magnituds següents no influeix en l'atracció gravitatòria que s'estableix entre un planeta i un dels seus satèl·lits?
  - a) La massa del planeta.
  - b) La massa del satèl·lit.
  - c) La massa del Sol.
  - d) La distància entre el planeta i el satèl·lit.
- 5** Calcula a quina distància hauran de col·locar-se dos cossos de 350 g cadascun perquè la força d'atracció gravitatòria sigui:  $F = 1,4 \cdot 10^{-8}$  N.  
( $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N · m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>).
- 6** Dos cossos de massa igual s'atreuen amb una força de  $2,1 \cdot 10^{-6}$  N quan es troben a una distància de 50 cm. Calcula:
  - a) El valor de la massa dels cossos.
  - b) La força amb què s'atraurien si la distància que els separa és de 2 m.
 ( $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N · m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>).
- 7** Explica per què els cossos cauen amb una acceleració més petita a la Lluna que no pas a la Terra. Raona com serà l'acceleració amb què cauen els cossos a Júpiter.
- 8** Calcula el pes d'un noi de 60 kg de massa que es troba en una altura on la intensitat de la gravetat és 9,7 N/kg. Quant valdrà la intensitat de la gravetat en un lloc on el noi pesa 640 N?
- 9** Un astronauta pesa 112 N a la Lluna. Si sabem que a la Lluna els cossos cauen amb una acceleració de 1,6 m/s<sup>2</sup>, calcula el pes de l'astronauta a la Terra, on els cossos cauen amb una acceleració de 9 m/s<sup>2</sup>. Tindrà la mateixa massa a la Lluna i a la Terra?
- 10** Si sabem que la gravetat lunar és sis vegades més petita que la terrestre, el pes d'un cos a la Lluna serà:
  - a) Tres vegades més petit.
  - b) Tres vegades més gran.
  - c) Sis vegades més petit.
  - d) Sis vegades més gran.
- 11** Des de dalt d'un penya-segat de 40 m sobre el mar es llança una pedra verticalment cap a dalt amb una velocitat de 20 m/s. Calcula:
  - a) L'altura màxima a la qual arriba (mesurada sobre el nivell del mar).
  - b) El temps que tarda en arribar a l'aigua.
  - c) La velocitat amb què arriba a l'aigua.  
( $g = 10$  m/s<sup>2</sup>).
- 12** Es llança un cos verticalment cap a baix des d'una altura de 100 m amb una velocitat inicial de 10 m/s. Calcula:
  - a) El temps que tarda a caure
  - b) La velocitat en arribar a terra.  
( $g = 10$  m/s<sup>2</sup>).

## FORCES GRAVITATÒRIES

Nom: Curs: Data: 

## Força centrípeta

## Recorda que...

En qualsevol mena de moviment, quan la velocitat canvia apareix una nova magnitud física que és l'acceleració, que ens indica amb quina rapidesa varia la velocitat. Però, com saps, la velocitat és un vector i n'hi ha prou que canviï qualsevol de les seves característiques (mòdul, direcció i sentit) perquè aquesta velocitat variï i, per tant, existeixi acceleració.

En el cas particular d'un cos de massa  $m$  amb moviment circular (la trajectòria és una circumferència de radi  $r$ ), com que la velocitat és sempre tangent a la trajectòria, la direcció de la velocitat canvia contínuament, de manera que hi haurà sempre una acceleració responsable d'aquest canvi de la direcció de la velocitat.

A aquesta acceleració, que és un vector, se l'anomena **acceleració normal** o **centrípeta**:  $\vec{a}_c$ .

Les característiques de  $\vec{a}_c$  són:

$$\vec{a}_c \rightarrow \begin{cases} \bullet \text{ Direcció: línia que uneix el cos amb el centre de la circumferència.} \\ \bullet \text{ Sentit: cap al centre de la circumferència.} \\ \bullet \text{ Mòdul: } |\vec{a}_c| = \frac{v^2}{r}. \end{cases}$$

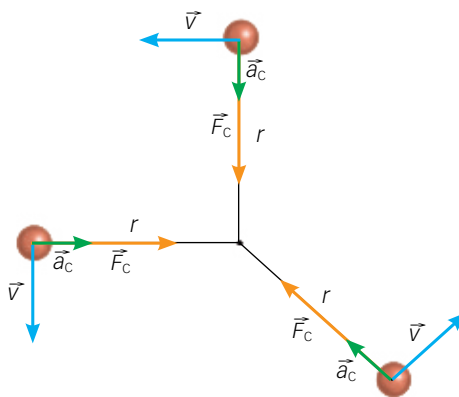
$v$  = velocitat del cos;  $r$  = radi de la circumferència.

Aquesta acceleració, segons la segona llei de Newton, estarà provocada per una força, denominada **força normal** o **centrípeta**  $\vec{F}_c$ , amb  $\vec{F}_c = m \cdot a_c$ .

Llavors:

$$\vec{a}_c \rightarrow \begin{cases} \bullet \text{ Direcció: línia que uneix el cos amb el centre de la circumferència.} \\ \bullet \text{ Sentit: cap al centre de la circumferència.} \\ \bullet \text{ Mòdul: } |\vec{F}_c| = m \cdot |\vec{a}_c| = m \cdot \frac{v^2}{r}. \end{cases}$$

$v$  = velocitat del cos;  $r$  = radi de la circumferència.



Si aquesta  $\vec{F}_c$  desaparegués per qualsevol motiu, ja no canviaria la direcció del vector velocitat i ja no hi hauria moviment circular, de manera que el cos seguiria movent-se en la direcció que tingues la velocitat en aquest moment (tangent a la trajectòria). D'això també se'n diu «**fugir per la tangent**».

**PROBLEMA RESOLT 1**

Calcula la força d'atracció que exerceix la Terra sobre una poma de 230 g. Quina és la força que exerceix la poma sobre la Terra? Per què la poma cau i la Terra no es mou?

Dades:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ;  $M_T = 5,9 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

**Plantejament i resolució**

Per resoldre aquest tipus de problemes aplicarem la llei de la gravitació universal:

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

En substituir els valors corresponents obtenim:

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{5,9 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 0,23 \text{ kg}}{(6,4 \cdot 10^6)^2 \text{ m}^2}$$

Per tant:  $F = 2,2 \text{ N}$ .

La força que exerciria la poma sobre la Terra seria, d'acord amb el tercer principi de la dinàmica, igual i de sentit contrari a la calculada anteriorment.

El fet que veiem caure la poma i no notem moure's la Terra és degut a la gran diferència que hi ha entre les seves masses. Si calculéssim l'acceleració amb què es mouria la Terra ( $a = F/m$ ) el nombre resultant seria insignificant.

**ACTIVITATS**

- 1** Un satèl·lit de 600 kg de massa gira al voltant de la Terra i descriu una òrbita circular de  $8 \cdot 10^4 \text{ m}$  d'altura. Calcula la força gravitatòria que el manté en òrbita.

Dades:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ;  $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

Solució: 5.718,4 N

- 2** Tenim dos cossos de la mateixa massa separats un de l'altre un metre de distància. Si els allunyem fins que els separi el doble de distància, la força d'atracció serà:

- a) El doble.
- b) Una quarta part.
- c) La meitat.
- d) El triple.

Solució: b)

- 3** Calcula la força d'atracció gravitatòria entre un cotxe de 1.500 kg de massa i un camió de 15.000 kg que es troben a una distància de 100 m.

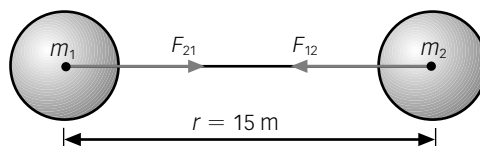
Solució:  $1,5 \cdot 10^{-7} \text{ N}$

- 4 a)** Què significa que la força d'atracció gravitatòria és universal?
- b)** De quines magnituds depèn la força d'atracció gravitatòria?
- c)** Per què a la carretera els cotxes no senten l'atracció gravitatòria dels altres cotxes que tenen a prop?

- 5** A partir de l'equació matemàtica de la llei de la gravitació universal, expressa el significat físic de la constant G i dedueix les seves unitats en el Sistema Internacional.

Solució: G representa la força amb què s'atreuen dues masses d'1 kg separades a una distància d'1 m.

- 6** A partir de les dades següents:



Completa la taula següent:

	Massa (g)	$F_{12}$ (N)	$F_{21}$ (N)	$a_1$ (m/s)	$a_2$ (m/s)
<b>Cos 1</b>	200				
<b>Cos 2</b>	1.500				

Solució:

	Massa (g)	$F_{12}$ (N)	$F_{21}$ (N)
<b>Cos 1</b>	200	$8,9 \cdot 10^{-14}$	—
<b>Cos 2</b>	1.500	—	$8,9 \cdot 10^{-14}$

	$a_1$ (m/s)	$a_2$ (m/s)
<b>Cos 1</b>	$44,5 \cdot 10^{-14}$	—
<b>Cos 2</b>	—	$5,9 \cdot 10^{-14}$

## FORCES GRAVITATÒRIES

## PROBLEMA RESOLT 2

El pes d'un cos a la superfície terrestre és de 833 N. Calcula:

- Quant val la massa?
- Aquesta serà la mateixa que a Júpiter?
- Si el pes del cos a Júpiter és de 2.125 N, quant valdrà  $g$  a Júpiter?

## Plantejament i resolució

a) De l'expressió:

$$P = m \cdot g$$

deduïm la massa del cos a la superfície terrestre, de manera que resulta:

$$m = \frac{P}{g} = \frac{833 \text{ N}}{9,8 \text{ N/kg}} = \mathbf{85 \text{ kg}}$$

b) La massa del cos no varia i seria la mateixa a Júpiter, a diferència del pes, que varia amb el valor de la intensitat gravitatòria del lloc en què ens trobem.

c) Aïllem  $g$ :

$$g = \frac{P}{m}$$

Si substituïm els valors de la massa i del pes del cos a Júpiter obtenim:

$$g = \frac{2.125 \text{ N}}{85 \text{ kg}}$$

Per tant:

$$g = \mathbf{25 \text{ N/kg}} = \mathbf{25 \text{ m/s}^2}$$

## ACTIVITATS

1 Quin dels aparells de mesura següents no marcarà el mateix a la Terra que a la Lluna?

- La balança.
- La cinta mètrica.
- El cronòmetre.
- El dinamòmetre.

Solució: d)

2 Raona si són certes (C) o falses (F) les afirmacions següents:

- Un cos pesa més als pols que a l'equador.
- Un cos pesa més a l'equador que en un punt la latitud del qual és 45°.
- El pes d'un cos no varia d'un lloc a un altre.
- Un cos pesa menys als pols que a l'equador.
- El pes d'un cos sí que varia d'un pol a l'altre.

Solució: a) C; b) F; c) F; d) F; e) F

3 Calcula el pes d'una persona de 90 kg de massa:

- Quan és al nivell del mar.
- Quan puja a un avió i vola a 5.800 m d'altura.

Dades:  $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$ ;  $R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

Solució: a) 882 N; b) 880 N

4 Si la massa d'un cos és 45 kg, realitza els càlculs necessaris i completa la taula següent:

	Massa (g)	Radi (km)	$g$ (m/s <sup>2</sup> )	Pes del cos (N)
Terra	$5,98 \cdot 10^{24}$	6.370		
Mercuri	$3,86 \cdot 10^{23}$	2.439		
Sol	$1,99 \cdot 10^{30}$	696.000		12.330

Dada:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ .

Solució:

	Massa (g)	Radi (km)	$g$ (m/s <sup>2</sup> )	Pes del cos (N)
Terra	$5,98 \cdot 10^{24}$	6.370	<b>9,8</b>	<b>442</b>
Mercuri	$3,86 \cdot 10^{23}$	2.439	<b>4,33</b>	<b>195</b>
Sol	$1,99 \cdot 10^{30}$	696.000	<b>274</b>	12.330



## FORCES GRAVITATÒRIES

## PROBLEMA RESOLT 3

Troba l'acceleració de la gravetat a la Lluna a partir de les dades següents:

- $M_L = 7,35 \cdot 10^{22}$  kg
- $R_L = 1750$  km
- $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N · m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>

Quant pesaria a la Lluna una persona de 56 kg?

## Plantejament i resolució

A partir de l'expressió de  $g$ :

$$g = G \cdot \frac{M}{R^2}$$

calculem la primera part del problema.

Aquesta expressió de  $g$  ens serveix per calcular-ne el valor tant a qualsevol part de la Terra com a qualsevol altre astre.

Substituïm les dades del problema i aleshores obtenim:

$$g = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}}{(1,75 \cdot 10^6)^2 \text{ m}^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow g = \mathbf{1,6 \text{ m/s}^2}$$

El pes a la Lluna el trobem amb l'expressió:

$$P_L = m \cdot g_L = 56 \text{ kg} \cdot 1,6 \text{ m/s}^2 = \mathbf{89,6 \text{ N}}$$

## ACTIVITATS

**1** Un cos de 45 kg està situat a la superfície terrestre i pesa 441,45 N. Si el radi de la Terra és  $6,37 \cdot 10^6$  m, calcula:

a) L'acceleració de la gravetat a la superfície de la Terra.

b) La massa de la Terra.

Dada:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N · m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.

Solució: a)  $9,81 \text{ m/s}^2$ ; b)  $5,96 \cdot 10^{24}$  kg

**2** Pensa i escull l'opció correcta: Quina de les unitats següents correspon a la intensitat de la gravetat al Sistema Internacional?

- a) N/g.
- b) N/kg.
- c) N/s.
- d) N.

Solució: b)

**3** Completa la taula següent:

	$g$ (N/kg)	$R_T$ (m)
<b>Pols</b>	9,832	
<b>Equador</b>		$6,375 \cdot 10^6$

Dades:  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;

$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N · m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>

Solució:

	$g$ (N/kg)	$R_T$ (m)
<b>Pols</b>	9,832	$6,358 \cdot 10^6$
<b>Equador</b>	<b>9,78</b>	$6,375 \cdot 10^6$

**4** La intensitat de la gravetat a la Lluna és:

- a) 9,8 N/kg
- b) 7,6 N/kg
- c) 1,6 N/kg
- d) 10 N/kg

Solució: c)

**5** Fins al segle XVII l'única manera d'observar l'univers era a través de l'ull nu. Explica quin fou el primer científic que va modificar aquests mètodes i què va suposar aquest fet per al coneixement de l'univers.

Solució: Galileu va ser qui va començar a fer servir el telescopi. Amb aquest instrument es van fer visibles milers d'estrelles febles. Els científics podien investigar zones més allunyades de l'espai. Els seus descobriments van ajudar a superar la teoria geocèntrica.

**6** Per què és més fàcil batre un rècord de salt de llargada en una olimpíada en una ciutat que tingui una altitud més gran que una altra?

Solució: Pel valor de  $g$ , que és més petit

## TREBALL I ENERGIA

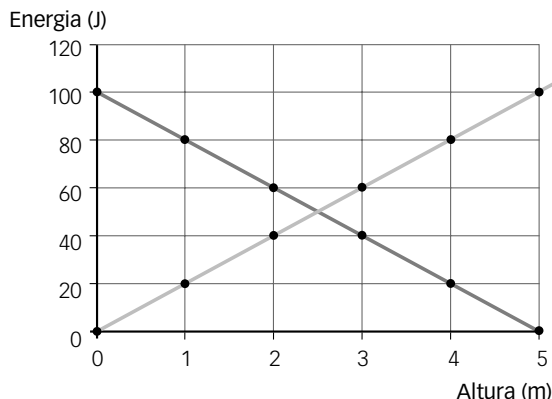
## ACTIVITATS DE REFORÇ

- 1** Els cossos intercanvien energia de dues maneres possibles: de forma mecànica i de forma tèrmica.
  - a) En quina d'elles es realitza durant l'intercanvi?
  - b) Fins a quin moment els dos cossos intercanviaran energia en forma de calor?
- 2** A les centrals hidroelèctriques l'aigua d'un embassament es deixa caure des d'una certa altura. Quan arriba a baix mou les aspes d'una turbina.
  - a) Quin tipus d'energia té l'aigua que està embassada?
  - b) Quin tipus d'energia té l'aigua que mou les aspes de la turbina?
- 3** Explica les transformacions energètiques que es produeixen en els fenòmens següents:
  - a) Una pedra cau, xoca contra el terra i s'atura.
  - b) Una bombeta llueix.
- 4** Quan una persona puja un sac per unes escales fins al segon pis d'un edifici, l'energia química emmagatzemada als músculs es transforma en:
  - a) Energia calorífica.
  - b) Energia potencial.
  - c) Energia cinètica.
  - d) Energia elèctrica.
- 5** Un avió és a la pista disposat a prendre el vol. Després s'eleva i assoleix una velocitat determinada. La transformació energètica que s'ha produït és:
  - a) Energia potencial → Energia cinètica.
  - b) Energia química → Energia cinètica.
  - c) Energia química → Energia potencial + energia cinètica.
  - d) Energia calorífica → Energia cinètica.
 Escull la resposta correcta.
- 6** Si sostenim un cos de 10 kg durant 30 s, quin treball realitzem? Justifica la resposta.
- 7** Indica en quina de les situacions següents una força realitza un treball:
  - a) Un home a l'andana del metro que subjecta una bossa.
  - b) Un miner que empeny una vagoneta.
  - c) Un llibre sobre una taula.
  - d) Una làmpada que penja del sostre.
- 8** Dos ciclistes de masses iguals participen en una etapa de muntanya contrarellotge i en la pujada a un port fan uns temps de 30 i 31 minuts, respectivament. Quin dels dos ha realitzat un treball més gran? I quin una potència més gran? Raona les respostes.
- 9** Estableix a quines magnituds corresponen les unitats de mesura següents:
  - a) Quilowatt hora.
  - b) Joule.
  - c) Watt.
  - d) Caloria.
- 10** En els casos següents, estableix si existeix energia potencial, cinètica o totes dues:
  - a) Un home dret que treu el cap per una finestra.
  - b) Una persona que corre pel carrer.
  - c) Un arc de fletxes tensat i a punt per disparar.
  - d) La fletxa que s'ha disparat i vola.
- 11** Un cos es mou per un pla inclinat sol i sota l'acció de la seva força pes. Si existeixen forces de fregament:
  - a) Per què no es conserva l'energia mecànica en aquest moviment?
  - b) En què es converteix la part de l'energia que es degrada?
  - c) Es conserva l'energia total del sistema?
- 12** Un obrer empeny una vagoneta de 500 kg per una via horitzontal sense fregament amb una força horitzontal de 200 N al llarg de 10 m. Calcula:
  - a) El treball realitzat.
  - b) L'energia cinètica que ha adquirit la vagoneta.
  - c) La velocitat al final del seu recorregut.
- 13** La cabina d'un ascensor té una massa de 400 kg i transporta 4 persones de 75 kg cadascuna. Si puja fins a una altura de 25 m en 2,5 minuts, calcula:
  - a) El treball que realitza l'ascensor.
  - b) La potència mitjana desenvolupada, expressada en quilowatts i cavalls de vapor.

## TREBALL I ENERGIA

## ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ

- 1** Descriu les transformacions energètiques que es produeixen durant el moviment d'un cotxe:
- En la bateria.
  - En el motor.
  - En els pneumàtics.
- 2** Analitza les transformacions energètiques que es produeixen en els processos següents:
- Es crema gas en una caldera.
  - Una planta realitza la funció clorofil·lica.
  - Un cotxe frena fins que s'atura en una carretera horitzontal.
- 3** Pugen a un camió una bóta de 50 litres; indica en quin dels casos següents es realitza més treball:
- Quan la hi pugen directament.
  - Quan la hi pugen per una rampa.
- 4** Per afliurar la roda d'un cotxe es fa servir una clau amb un braç molt llarg. Què s'aconsegueix amb ella? Justifica la resposta.
- Realitzar menys força.
  - Gastar menys energia.
- 5** Determina les característiques del treball realitzat per la força  $F$  en els casos següents:
- La força  $F$  té la mateixa direcció i sentit que el desplaçament  $s$ .
  - La força  $F$  té la mateixa direcció i sentit contrari que el desplaçament  $s$ .
  - La força  $F$  és perpendicular al desplaçament  $s$ .
  - La força  $F$  forma un angle de  $30^\circ$  amb el desplaçament  $s$ .
- 6** Un cos cau per una muntanya russa des d'un punt A situat a 50 m d'altura a una velocitat de 5 m/s. Posteriorment passa per un altre punt B situat a 20 m d'altura. Quina velocitat tindrà quan passi per B?
- 7** Un cos cau lliurement des d'una altura de 20 m. A quina velocitat anirà quan arribi a terra?
- 20 m/s.
  - 0 m/s.
  - 15 m/s.
  - No ho podem determinar perquè no coneixem la massa del cos.
- 8** La gràfica següent mostra la variació de les energies cinètica i potencial d'un cos de 2 kg de massa al llarg del seu moviment. Respon a les qüestions següents:



- Quina mena de moviment representa?
  - Quina és la velocitat inicial?
  - Fins a quina altura puja?
  - Quins són els valors màxims i mínims de les energies cinètica i potencial?
  - Què passa en el punt on es creuen les dues gràfiques?
  - Com justifiques les variacions d'energies que apareixen a la gràfica? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)
- 9** Analitza la frase següent i justifica si és certa o falsa: «Quan un cotxe circula per una carretera horitzontal a velocitat constant, d'acord amb la segona llei de Newton, la força resultant que actua sobre ell és nul·la. Per tant, el motor del cotxe no realitza treball. És a dir, no consumeix gasolina.»
- 10** Calcula la potència que ha de desenvolupar el motor d'un cotxe de 1.500 kg de massa per passar d'una velocitat de 36 km/h a 108 km/h en 20 s. Expressa el resultat en quilowatts i en cavalls de vapor.
- 11** Un cos de 20 kg descansa sobre una superfície horitzontal. Calcula:
- El treball realitzat quan se l'aixeca 5 m.
  - L'energia potencial guanyada.
  - El treball necessari per arrossegar-lo per terra a una velocitat constant al llarg de 5 m, si el coeficient de fregament és 0,25.
  - L'energia cinètica adquirida. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ .)

## TREBALL I ENERGIA

Nom: Curs: Data: 

## Principi de conservació de l'energia mecànica

## Recorda que...

Quan sobre un cos que canvia de posició i de velocitat només actua la força gravitatòria, no hi actua cap altra força, l'energia mecànica del cos es manté constant, és a dir, té el mateix valor durant tot el procés. A aquest principi de conservació se l'anomena principi de conservació de l'energia mecànica. Recordem que l'energia mecànica és la suma de l'energia cinètica i potencial:

$$E_M = E_C + E_P$$

## PROBLEMA RESOLT

Una persona mira el carrer des de dalt d'un terrat situat en un edifici de 30 m d'altura quan li cauen les ulleres.

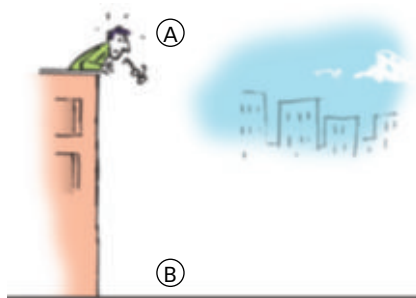
## SOLUCIÓ

a) Quina velocitat tindran les ulleres en arribar al terra?

Segur que podries resoldre aquest problema si fessis servir els coneixements que ja tens de cinemàtica, però en física també podem resoldre qualsevol problema des d'un punt de vista energètic.

En aquest problema, com que només actua la força gravitatòria (que accelera les ulleres), es compleix el principi de conservació de l'energia mecànica. L'energia mecànica és constant en el procés de caiguda, així que la quantitat d'energia potencial que perden les ulleres en caure la guanyen en energia cinètica, amb la suma de totes dues que roman constant. Seguim aquests passos:

1. Com que l'energia mecànica és constant durant la caiguda, la igulem en dos punts: allà on tenim dades (a dalt, posició A) i allà on volem saber alguna cosa (a baix, posició B):



$$E_M = \text{constant} \rightarrow E_{MA} = E_{MB} \rightarrow E_{CA} + E_{PA} = E_{CB} + E_{PB} \rightarrow \\ \rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$$

2. D'entre els quatre termes veiem si algun s'anul·la. Fixa't que s'anul·larà l'energia cinètica allà on la velocitat sigui zero, i l'energia potencial on l'altura sigui zero:

En aquest cas  $v_A = 0$ , ja que «li cauen les ulleres» i  $h_B = 0$ . Per tant, s'anul·len dos termes:

$$\cancel{\frac{1}{2}mv_A^2} + mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + \cancel{mgh_B} \rightarrow \cancel{mgh_A} = \frac{1}{2}mv_B^2$$

3. Dividim per  $m$  i la massa desapareix de l'equació. Com ja sabem (Galileu), la velocitat a què arribaran les ulleres al terra serà independent de la massa:

$$\cancel{m}gh_A = \frac{1}{2}\cancel{m}v_B^2 \rightarrow gh_A = \frac{1}{2}v_B^2$$

4. Aillem el que ens demanen ( $v_B$ ) i substituïm les dades:

$$v_B^2 = 2gh_A \rightarrow v_B = \sqrt{2gh_A} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 30 \text{ m}} = 24,25 \text{ m/s}$$

continua →

## TREBALL I ENERGIA

Nom: \_\_\_\_\_

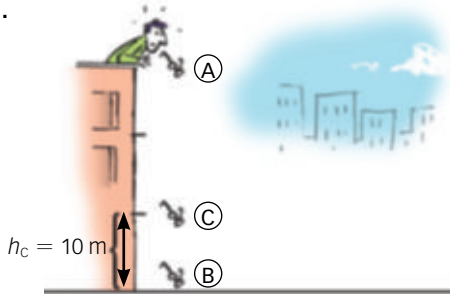
Curs: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

b) Quina velocitat tindran les ulleres quan estiguin a 10 m del terra?

Per resoldre qualsevol pregunta sobre  $h$  o  $v$  seguim els quatre passos anteriors:

1.



Com que l'energia mecànica és constant durant la caiguda, la igualem en dos punts: en algun del qual ja tinguem dades (posició A o bé posició B, perquè ja sabem que  $h_B = 0$  i  $v_B = 24,25$  m/s) i en aquell del qual volem saber alguna cosa (nova posició C):

$$E_M = \text{constant} \rightarrow E_{MA} = E_{MC} \rightarrow E_{CA} + E_{PA} = E_{CC} + E_{PC} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_C$$

2. D'entre els quatre termes veiem si algun s'anul·la: en aquest cas només s'anul·la  $v_A = 0$ .

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_C \rightarrow mgh_A = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_C$$

3. Dividim per  $m$  i desapareix la massa de l'equació:

$$gh_A = \frac{1}{2}v_C^2 + gh_C$$

4. Aillem la variable que ens demanen ( $v_C$ ) i substituïm les dades:

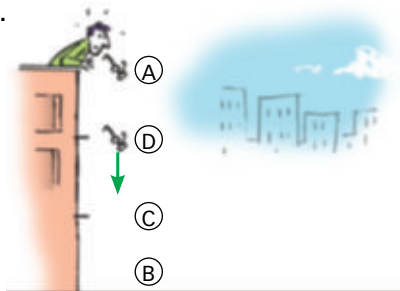
$$\frac{1}{2}v_C^2 = gh_A - gh_C \rightarrow v_C^2 = 2g \cdot (h_A - h_C) \rightarrow$$

$$\rightarrow v_C = \sqrt{2g \cdot (h_A - h_C)} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot (30 - 10) \text{ m}} = 19,8 \text{ m/s}$$

c) A quina altura sobre el terra eren les ulleres quan anaven a una velocitat de 10 m/s?

Tornem a aplicar els passos anteriors:

1.



Com que l'energia mecànica és constant durant la caiguda, la igualem en dos punts: en algun del qual tinguem dades (posicions A, B o C: ens interessen A o B, perquè s'anul·la un terme) i en aquell del qual volem saber alguna cosa (nova posició D):

$$E_M = \text{constant} \rightarrow E_{MA} = E_{MD} \rightarrow E_{CA} + E_{PA} = E_{CD} + E_{PD} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_D^2 + mgh_D$$

2. Dels quatre termes veiem si algun s'anul·la: torna a anul·lar-se només  $v_A = 0$ . Per tant:

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_D^2 + mgh_D \rightarrow mgh_A = mgh_D + \frac{1}{2}mv_D^2$$

3. Dividim per  $m$  i desapareix la massa de l'equació:

$$gh_A = gh_D + \frac{1}{2}v_D^2$$

4. Aillem el que ens demanen ( $h_D$ ) i substituïm les dades:

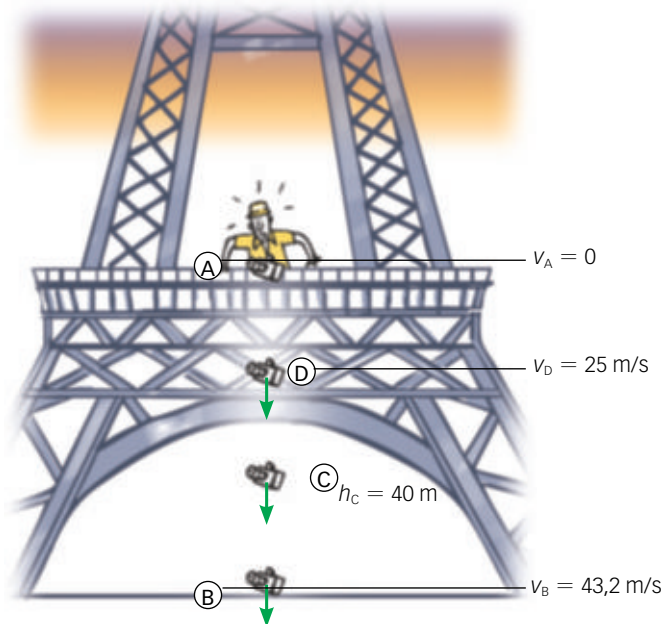
$$gh_D = gh_A - \frac{1}{2}v_D^2 \rightarrow h_D = \frac{gh_A - \frac{1}{2}v_D^2}{g} = \frac{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 30 \text{ m} - \frac{1}{2} \cdot 10^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{9,8 \text{ m/s}^2} = 24,9 \text{ m}$$

## TREBALL I ENERGIA

Nom: Curs: Data: 

**1** Segueix els passos de l'exemple i resol l'exercici següent. A un turista li cau la càmera de fotos quan es trobava a la primera planta de la torre Eiffel, situada a 95 m sobre el terra.

a) Enuncia el principi de conservació de l'energia mecànica i explica què passa amb l'energia cinètica, potencial i mecànica mentre la càmera cau. Fes un dibuix del problema amb les dades, i ves-lo completant amb els apartats següents.



b) Quina velocitat haurà adquirit la càmera en arribar al terra? Segueix aquests passos:

1. Iguals l'energia mecànica en les dues posicions que t'interessin, dibuixa-les a l'apartat a) i escriu sobre el dibuix les dades que coneguis.
2. Explica si algun terme s'anul·la i elimina'l.
3. Divideix per  $m$ .
4. Aïlla la variable que et demanen i substitueix les dades.

## TREBALL I ENERGIA

Nombre: Curs: Data: 

c) Quina velocitat haurà adquirit la càmera quan estigui a 40 m del terra?

1. Iguala l'energia mecànica en les dues posicions que t'interessin, dibuixa-les a l'apartat a) i escriu sobre el dibuix les dades que coneguis.
2. Explica si algun terme s'anul·la i elimina'l.  
 $v_A = 0$ . Per tant:
3. Divideix per  $m$ .
4. Aïlla la variable que et demanen i substitueix les dades.

d) A quina altura sobre el terra estarà la càmera quan hagi adquirit una velocitat de 25 m/s?

1. Iguala l'energia mecànica en les dues posicions que t'interessin, dibuixa-les a l'apartat a) i escriu sobre el dibuix les dades que coneguis.
2. Explica si algun terme s'anul·la i elimina'l.
3. Divideix per  $m$ .
4. Aïlla la variable que et demanen i substitueix les dades.

e) La càmera té energia potencial i cinètica iguals a meitat de camí abans d'arribar a terra?  
Fes un raonament sense operar amb nombres.

I si el turista hagués llançat la càmera cap avall amb una velocitat inicial?  
Fes un raonament sense operar amb nombres.

## TREBALL I ENERGIA

Nom: Curs: Data: 

## PROBLEMA RESOLT

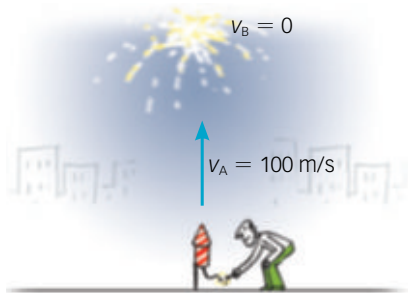
Un coet de focs artificials surt propulsat cap a dalt a una velocitat de 100 m/s. Aplica el principi de conservació de l'energia per calcular:

## SOLUCIÓ

a) Quina altura màxima assolirà?

En aquest problema, com que només actua la força gravitatòria (que frena el coet) es compleix el principi de conservació de l'energia mecànica. L'energia mecànica és constant en el procés de pujada, de manera que la quantitat d'energia cinètica que perd el coet mentre puja la guanya en energia potencial, i la suma de totes dues roman constant. Seguim aquests passos:

1.



Com que l'energia mecànica és constant durant la pujada, la igulem en dos punts: en aquell del qual tenim dades (a baix, posició A) i en aquell del qual volem saber alguna cosa (a dalt, posició B).

$$E_M = \text{constant} \rightarrow E_{MA} = E_{MB} \rightarrow E_{CA} + E_{PA} = E_{CB} + E_{PB} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B$$

2. Dels quatre termes, veiem que algun s'anul·la. Fixa't que l'energia cinètica s'anul·larà on la velocitat sigui zero, i l'energia potencial on l'altura sigui zero.

En aquest cas  $h_A = 0$  i  $v_B = 0$  (ja que quan el coet s'atura és quan assoleix l'altura màxima; si no es parés continuaria pujant).

Per tant, s'anul·len dos termes:

$$h_A = 0; v_B = 0.$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + \cancel{mgh_A} = \frac{1}{2}\cancel{mv_B^2} + mgh_B \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 = mgh_B$$

3. Dividim per  $m$  i la massa desapareix de l'equació. Com ja sabem (Galileu), l'altura màxima que assolirà serà independent de la seva massa:

$$\frac{1}{2}\cancel{m}v_A^2 = \cancel{m}gh_B \rightarrow \frac{1}{2}v_A^2 = gh_B$$

4. Aïllem la variable que ens demanen ( $h_B$ ) i substituïm les dades:

$$h_B = \frac{v_A^2}{2g} = \frac{100^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 510,2 \text{ m}$$

Aquesta és l'altura màxima. (Hem suposat que el coet només rep impuls a l'inici del recorregut, i això no és del tot cert.)

b) Quina velocitat tindrà el coet quan estigui a 150 m sobre el terra?

Per resoldre qualsevol pregunta sobre  $h$  o  $v$  seguim els quatre passos anteriors.

continua →



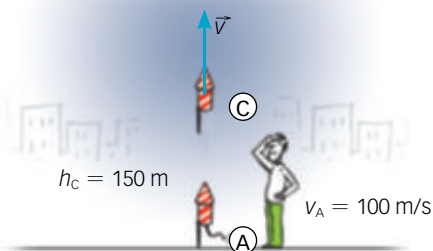
## TREBALL I ENERGIA

Nom: \_\_\_\_\_

Curs: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

1.



Com que l'energia mecànica és constant durant la pujada, la igualem en dos punts: en algun del qual tinguem dades (posició A o bé posició B, perquè ja sabem que  $h_B = 510,2 \text{ m}$  i  $v_B = 0 \text{ m/s}$ ) i en aquell del que volem saber alguna cosa (nova posició C):

$$E_M = \text{constant} \rightarrow E_{MA} = E_{MC} \rightarrow E_{CA} + E_{PA} = E_{CC} + E_{PC} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_C$$

2. D'entre els quatre termes veiem si algun s'anul·la: en aquest cas només s'anul·la  $h_A = 0$ . Per tant:

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + \cancel{mgh_A} = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_C \rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_C$$

3. Dividim per  $m$  i la massa desapareix de l'equació:

$$\frac{1}{2}v_A^2 = \frac{1}{2}v_C^2 + gh_C$$

4. Aïllem la variable que ens demanen ( $v_C$ ) i substituïm les dades:

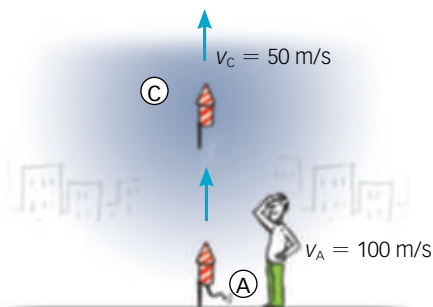
$$\frac{1}{2}v_C^2 = \frac{1}{2}v_A^2 - gh_C \rightarrow v_C^2 = 2 \cdot \left( \frac{1}{2}v_A^2 - gh_C \right) \rightarrow$$

$$\rightarrow v_C = \sqrt{v_A^2 - 2gh_C} = \sqrt{100^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 - 2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 150 \text{ m}} = 84 \text{ m/s}$$

c) A quina altura sobre el terra era el coet quan havia adquirit una velocitat de 50 m/s?

Tornem a aplicar els passos anteriors:

1.



Com que l'energia mecànica és constant durant la caiguda, la igualem en dos punts: en algun del qual tinguem dades (posicions A, B o C: ens interessen A o B, perquè s'anul·la un terme) i en aquell del qual volem saber alguna cosa (nova posició D):

$$E_M = \text{constant} \rightarrow E_{MA} = E_{MD} \rightarrow E_{CA} + E_{PA} = E_{CD} + E_{PD} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_D^2 + mgh_D$$

2. Dels quatre termes veiem si algun s'anul·la: torna a anul·lar-se només  $v_A = 0$ . Per tant:

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + \cancel{mgh_A} = \frac{1}{2}mv_D^2 + mgh_D \rightarrow \frac{1}{2}v_A^2 = \frac{1}{2}v_D^2 + gh_D$$

3. Dividim per  $m$  i la massa desapareix de l'equació:

$$\frac{1}{2}v_A^2 = \frac{1}{2}v_D^2 + gh_D$$

4. Aïllem la variable que ens demanen ( $h_D$ ) i substituïm les dades:

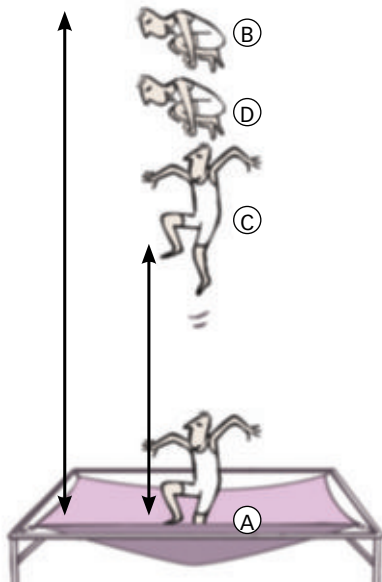
$$gh_D = \frac{1}{2}v_A^2 - \frac{1}{2}v_D^2 \rightarrow h_D = \frac{\frac{1}{2} \cdot (v_A^2 - v_D^2)}{g} = \frac{\frac{1}{2} \cdot (100^2 - 50^2) \text{ m}^2/\text{s}^2}{9,8 \text{ m/s}^2} = 382,7 \text{ m}$$

## TREBALL I ENERGIA

Nom: Curs: Data: 

**2** Segueix els passos de l'exemple i resol l'exercici següent. Un acròbata d'un circ salta sobre un trampolí elàstic en un impuls ascendent a una velocitat de 15 m/s.

a) Enuncia el principi de conservació de l'energia mecànica i explica què passa amb l'energia cinètica, potencial i mecànica de l'acròbata quan puja. Fes un dibuix del problema amb les dades i completa'l amb els apartats següents.



b) Quina altura màxima sobre el trampolí assoleix l'acròbata?

Segueix aquests passos:

1. Iguala l'energia mecànica en les dues posicions que t'interessin, dibuixa-les en l'apartat a) i escriu sobre el dibuix les dades que coneguis.
2. Explica si algun terme s'anul·la i elimina'l.
3. Divideix per  $m$ .
4. Aïlla la variable que et demanen i substitueix les dades.

## TREBALL I ENERGIA

Nom:

Curs:

Data:

c) Quina velocitat haurà adquirit l'acròbata quan estigui 8 m per sobre del trampolí elàstic?

1. Iguala l'energia mecànica en les dues posicions que t'interessin, dibuixa-les en l'apartat a) i escriu les dades que coneguis.
2. Explica si algun terme s'anul·la i elimina'l.
3. Divideix per  $m$ .
4. Aïlla la variable que et demanen i substitueix les dades.

d) A quina altura sobre el trampolí elàstic estarà l'acròbata quan hagi adquirit una velocitat de 5 m/s?

1. Iguala l'energia mecànica en les dues posicions que t'interessin, dibuixa-les en l'apartat a) i escriu sobre el dibuix les dades que coneguis.
2. Explica si algun terme s'anul·la i elimina'l.  
 $h_A = 0$ . Per tant:
3. Divideix per  $m$ .
4. Aïlla la variable que et demanen i substitueix les dades.

e) En quina posició l'energia potencial de l'acròbata serà més gran que l'energia cinètica que té quan s'impulsa?

Raona-ho sense operar amb nombres.

## PROBLEMA RESOLT 1

Un cos de 2 kg de massa es desplaça 2 metres per una superfície horitzontal sota l'acció d'una força de 10 N paral·lela al pla de lliscament. Si el coeficient de fregament entre el terra i el cos és 0,2, calcula:

- Quin treball realitzaria la força d'arrossegament?
- Quin treball realitzaria la força de fregament?
- Realitzarien treball la força normal i la força pes?
- Quin seria el treball total?
- Si aquest treball s'ha desenvolupat en 5 segons, quina seria la potència?

## Plantejament i resolució

- a) Amb la definició de treball calculem el treball de la força d'arrossegament:

$$W_{F_a} = F \cdot s = 10 \cdot 2 = \mathbf{20 \text{ J}}$$

- b) Per calcular el treball realitzat per la força de fregament hem de trobar primer el seu valor.

$$F_{\text{arrossegament}} = \mu \cdot m \cdot g = 0,2 \cdot 2 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = \mathbf{3,92 \text{ N}}$$

Ara:

$$W_{F_a} = -F_f \cdot s$$

$$W_{F_a} = -3,92 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = \mathbf{-7,84 \text{ J}}$$

El treball té signe menys perquè la força de fregament té sentit contrari al desplaçament.

- c) Tant la força normal com la força pes no realitzen treball, perquè són perpendiculars al desplaçament.
- d) El treball total seria la suma dels treballs anteriorment calculats:

$$W_{\text{total}} = 20 \text{ J} + (-7,84) \text{ J} = \mathbf{12,16 \text{ J}}$$

- e) De la definició de potència:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{12,16 \text{ J}}{5 \text{ s}} = \mathbf{2,43 \text{ W}}$$

## ACTIVITATS

- 1 Un cos es desplaça 5 m quan actua sobre ell una força de 50 N. Calcula el treball realitzat en els casos següents:

- Força i desplaçament tenen la mateixa direcció i sentit.
- Força i desplaçament tenen la mateixa direcció i sentit contrari.
- Força i desplaçament són perpendiculars.

Solució: a) 250 J; b) -250 J; c) 0 J

- 2 Volem arrossegar un armari de 100 kg de massa pel terra d'una habitació fins a situar-lo a 3 m de distància. El coeficient de fregament és 0,2.

- Quines forces realitzen treball positiu?
- Quines forces realitzen treball negatiu?

- Quines forces realitzen treball nul?
- Quin és el treball realitzat per la força d'arrossegament si l'armari es desplaça a velocitat constant?

Solució: a) Força d'arrossegament; b) Força de fregament; c) Força normal i força pes; d) 600 J

- 3 Calcula quin treball pot realitzar en dues hores un motor que té una potència de 10.000 W.

Solució:  $7,2 \cdot 10^7 \text{ J}$

- 4 Una grua eleva un pes de 200 N des del terra fins a una altura de 10 m en 10 s. Troba la potència desenvolupada en kW.

Solució: 0,2 kW

## PROBLEMA RESOLT 2

A quina altura hem d'eleva un cos de 10 kg perquè tingui una energia potencial que sigui igual a l'energia cinètica que té un altre cos de 5 kg que es mou a una velocitat de 10 m/s?

## Plantejament i resolució

Primer calculem l'energia cinètica que té el segon cos.

Per fer-ho, substituïm les dades que ens proporciona l'enunciat del problema en l'expressió següent:

$$E_{\text{cinètica}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Obtenim:

$$E_{\text{cinètica}} = \frac{1}{2} \cdot 5 \text{ kg} \cdot 10^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 \rightarrow E_{\text{cinètica}} = 250 \text{ J}$$

El primer cos haurà de tenir, per tant, una energia potencial de 250 J.

L'energia potencial és una energia que té relació amb la posició i que es pot expressar així:

$$E_{\text{potencial}} = m \cdot g \cdot h$$

En substituir les dades conegudes resulta que l'altura ha de ser igual a:

$$250 \text{ J} = 10 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} \cdot h \rightarrow h = 2,55 \text{ m}$$

## ACTIVITATS

- 1 Calcula l'energia cinètica que tenen els cossos següents:

  - a) Una pilota de futbol de 500 g de massa que es mou a una velocitat de 8 m/s.
  - b) Una pilota de tennis de 50 g de massa que es mou a una velocitat de 8 m/s.

Solució: a) 16 J; b) 22,5 J
- 2 Calcula l'energia potencial que tenen els cossos següents:

  - a) Una pedra de 100 g quan és a una altura de 4 m.
  - b) Una pilota de 250 g quan és a una altura de 2 m.

Solució: a) 3,92 J; b) 4,9 J
- 3 Posa tres exemples de sistemes que posseïxin energia cinètica i d'altres tres sistemes amb energia potencial.
- 4 Un vehicle de 1.000 kg de massa va a una velocitat de 72 km/h per una carretera horitzontal. En aquest instant es queda sense benzina. Realitza els càlculs matemàtics necessaris i contesta: quina energia perd des d'aquest instant fins que s'atura?

Solució: 200.000 J
- 5 L'energia cinètica d'un cos, pot ser negativa? Justifica la resposta.

Solució: No, ja que tant la massa com el quadrat de la velocitat són sempre valors positius.
- 6 Una persona de 60 kg puja per una escala mecànica fins a una altura de 10 m. Quina energia potencial ha guanyat?

Solució: 5.880 J
- 7 Calcula l'energia cinètica d'un automòbil de 1.200 kg que es mou a una velocitat de 180 km/h.

Solució:  $1,5 \cdot 10^6 \text{ J}$
- 8 Es llança verticalment cap amunt una pedra de 100 g de massa a una velocitat de 72 km/h. Calcula:

  - a) Les energies cinètica i potencial de la pedra un segon després del seu llançament.
  - b) Les energies cinètica i potencial quan la pedra es trobi a 20 m d'altura.

Solució: a)  $E_c = 5 \text{ J}; E_p = 15 \text{ J}$ ; b)  $E_c = 0 \text{ i } E_p = 20 \text{ J}$

## PROBLEMA RESOLT 3

Es dispara verticalment i cap amunt un projectil de 10 g a una velocitat de 200 m/s.  
Calcula:

- L'energia cinètica que té quan se'l dispara.
- L'altura màxima assolida.
- L'energia mecànica que posseeix al punt més alt.

Nota: Aplica el principi de conservació d'energia per resoldre el problema.

## Plantejament i resolució

- a) Quan se'l dispara, l'energia cinètica que té és:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \rightarrow E_c = \frac{1}{2} \cdot 10^{-2} \text{ kg} \cdot 200^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 \rightarrow \\ \rightarrow E_c = \mathbf{200 \text{ J}}$$

En aquest moment l'energia mecànica que té el projectil és la cinètica, ja que l'energia potencial en aquest instant és zero.

- b) En el punt d'altura màxima, i per la conservació de l'energia, l'energia mecànica ha de ser de 200 J. En aquest instant l'energia mecànica coincideix

amb la potencial, ja que la velocitat en el punt d'altura màxima és zero i, conseqüentment, l'energia cinètica també és zero.

Així,  $E_p = 200 \text{ J}$ , i si aïllem resulta:

$$E_p = m \cdot g \cdot h \rightarrow \\ \rightarrow 200 \text{ J} = 10^{-2} \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} \cdot h \rightarrow h = \mathbf{2.040,8 \text{ m}}$$

- c) Tal com hem dit a l'apartat anterior, l'energia mecànica, que és la suma de la cinètica i la potencial, seria 200 J al llarg de tots els instants, perquè l'energia es conserva.

## ACTIVITATS

- 1 Des d'una altura de 200 m es deixa caure un objecte de 10 kg. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- Quant en valdrà l'energia potencial en el punt més alt?
- Quant en valdrà l'energia cinètica quan arribi al terra?
- Amb quina velocitat arribarà al terra?
- Quina velocitat tindrà en el punt mig del recorregut?

Solució: a) 20.000 J; b) 20.000 J; c) 63,25 m/s;  
d) 44,7 m/s

- 2 Un mateix cos es deixa caure des de la mateixa altura, de dues formes diferents: per un costat, cau lliurement seguint la vertical; per un altre, cau lliscant per un pla inclinat que forma un angle de  $45^\circ$  amb l'horitzontal. Aplica el principi de conservació de l'energia mecànica i en absència de fregaments, determina en quin dels dos casos arriba el cos al terra amb més velocitat.

Solució: Si no hi ha fregaments, la velocitat a què arribaria al terra serà la mateixa

- 3 Es llança un cos d'1 kg de massa cap amunt verticalment a una velocitat inicial de 15 m/s.

Calcula:

- L'altura màxima assolida.
- La velocitat en arribar al terra.

Solució: a) 11,48 m; b) 15 m/s

- 4 Un automòbil de 1.200 kg de massa amb una velocitat de 72 km/h puja per una carretera fins que arriba a un punt a 150 m d'altura vertical sobre l'inicial, de manera que en aquell moment va a una velocitat de 36 km/h. Calcula la variació d'energia mecànica que ha experimentat l'automòbil.

Solució:  $\Delta E = +1.620.000 \text{ J}$

- 5 Completa la taula següent:

Energia cinètica (J)	Energia potencial (J)	Energia mecànica (J)
100		500
	200	600
350	175	

## PROBLEMA RESOLT 4

Una bomba de 1.400 W de potència extreu aigua d'un pou de 25 m de profunditat a raó de 200 litres per minut. Calcula:

- El treball realitzat cada minut.
- La potència desenvolupada per la bomba.
- El rendiment de la bomba.

## Plantejament i resolució

- a) El treball realitzat cada minut el calculem segons:

$$W = F \cdot s$$

si la força realitzada és igual al pes de l'aigua extreta.

El pes de l'aigua extreta cada minut ha de ser:

$$P = 200 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 1960 \text{ N}$$

I el treball ha de ser:

$$W = 1.960 \text{ N} \cdot 25 \text{ m} = \mathbf{49.000 \text{ J}}$$

- b) La potència desenvolupada la calculem segons:

$$\mathcal{P} = \frac{W}{t}$$

Si substituïm valors obtenim:

$$\mathcal{P} = \frac{49.000 \text{ J}}{60 \text{ s}} \rightarrow \mathcal{P} = \mathbf{816,67 \text{ W}}$$

- c) Per calcular el rendiment de la bomba tindrem en compte que el rendiment de la màquina es pot posar com a:

$$\text{Rendiment} = \frac{\mathcal{P}_{\text{desenvolupada}}}{\mathcal{P}_{\text{teòrica}}} \cdot 100$$

$$\text{Rendiment} = \frac{816,67 \text{ W}}{1.400 \text{ W}} \cdot 100 = \mathbf{58,3\%}$$

## ACTIVITATS

- 1 Un motor que porta la indicació 1,5 kW eleva un pes de 150 kg a una altura de 5 metres en 10 segons. Quin ha estat el rendiment del motor?

Solució: 49 %

- 2 Si la potència utilitzada per un motor és de 15.000 W i el seu rendiment és del 65 %, quina en serà la potència teòrica?

Solució: 23.077 W

- 3 Volem instal·lar una bomba per elevar el cabal de 300 litres per minut a un dipòsit de 20 metres d'altura. Calcula la potència del motor, si aquest té un rendiment del 70 %.

Solució: 1.400 W

- 4 Calcula l'energia consumida en kWh per una motobomba per pujar 100 m<sup>3</sup> d'aigua a un dipòsit situat a 50 m d'altura.

Solució: 13,6 kWh

- 5 Per elevar un cos es necessita un motor de potència 0,2 CV. Si amb aquesta potència el cos puja a raó de 3 m/s, quin és el pes del cos?

Solució: 49 N

- 6 El rendiment d'una màquina pot ser del 100 %?

Raona la resposta.

Solució: No, ja que sempre hi ha pèrdues per fregaments

- 7 La taula següent mostra l'energia consumida i el temps utilitzat per dues màquines.

Màquina	Energia consumida (kJ)	Temps emprat (min)
A	20	2,0
B	60	4,0

Quina màquina és més potent?

Solució: La B