



Física i Química

SÈRIE **INVESTIGA**

El llibre Física i química, per a 4t d'ESO, és una obra col·lectiva concebuda, dissenyada i creada al Departament d'Edicions Educatives de Grup Promotor / Santillana Educación, SL, dirigit per **Teresa Grence Ruiz** i **Pere Macià Arqué**.

En la realització han intervingut:

M. Carmen Vidal Fernández

David Sánchez Gómez

José Luis de Luis García

EDICIÓ

Bárbara Braña Borja

Signes, disseny i comunicació SL

EDICIÓ EXECUTIVA

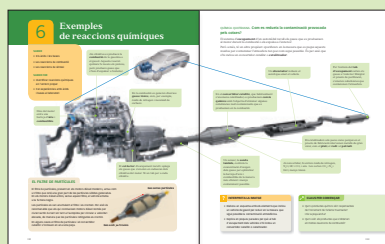
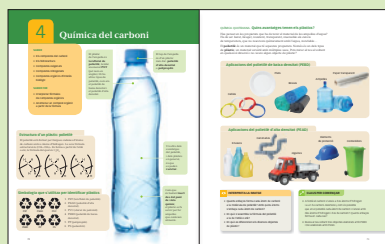
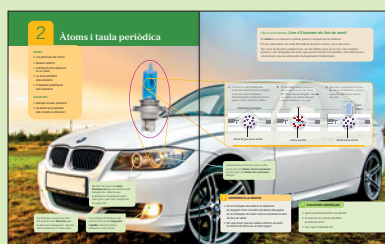
David Sánchez Gómez

DIRECCIÓ DEL PROJECTE

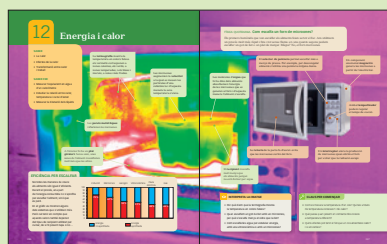
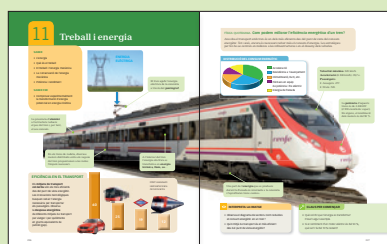
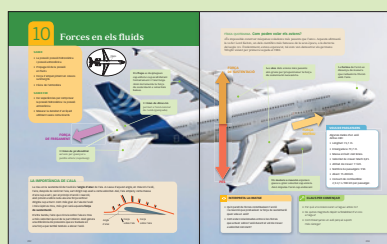
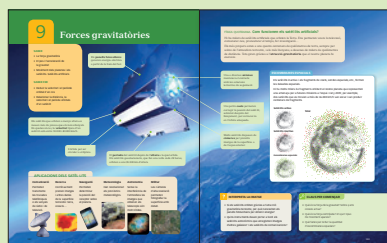
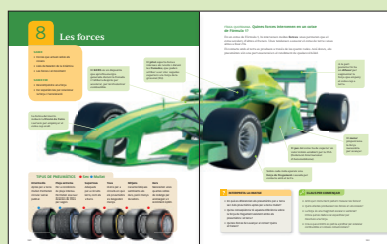
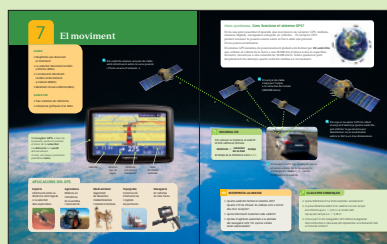
Antonio Brandi Fernández

Les activitats d'aquest llibre no s'han de fer mai al llibre mateix.

Les taules, els esquemes i altres recursos que s'hi inclouen són models perquè l'alumnat els traslladi a la llibreta.



1. Magnituds i unitats	6
1. La recerca científica	10
2. Les magnituds.....	13
3. La mesura. Errors de mesura	15
4. L'anàlisi de dades.....	17
INVESTIGA. Relació entre la concentració i la densitat d'una solució.....	24
2. Àtoms i taula periòdica	26
1. Les partícules de l'àtom	29
2. Models atòmics	31
3. Distribució dels electrons en un àtom	36
4. La taula periòdica dels elements.....	38
5. Propietats periòdiques dels elements.....	40
INVESTIGA. Propietats dels metalls	48
3. Enllaç químic	50
1. Enllaç químic a les substàncies.....	53
2. Tipus d'enllaç entre àtoms	54
3. Enllaç iònic.....	54
4. Enllaç covalent.....	56
5. Enllaç metàl·lic.....	58
6. Enllaços amb molècules.....	59
7. Propietats de les substàncies i enllaç.....	62
INVESTIGA. Propietats de les substàncies i enllaç	68
4. Química del carboni	70
1. Els compostos del carboni	73
2. Els hidrocarburs.....	76
3. Compostos oxigenats	80
4. Compostos nitrogenats	82
5. Compostos orgànics d'interès biològic.....	83
INVESTIGA. Fabricació d'un fàrmac	90
5. Reaccions químiques	92
1. Com es produeix la reacció química.....	95
2. L'energia de les reaccions químiques	97
3. La velocitat de les reaccions químiques	98
4. Mesura de la quantitat de substància. El mol.....	99
5. Càlculs a les reaccions químiques	102
INVESTIGA. Llei de la conservació de la massa.....	110
6. Exemples de reaccions químiques	112
1. Els àcids i les bases	116
2. Les reaccions de combustió.....	122
3. Les reaccions de síntesi	124
INVESTIGA. Valoració d'un antiàcid	132



7. El moviment	134
1. Magnituds que descriuen el moviment.....	137
2. La velocitat.....	139
3. Moviment rectilini uniforme (MRU)	140
4. L'acceleració	145
5. Moviment rectilini uniformement accelerat (MRUA)	146
6. Moviment circular uniforme (MCU)	148
INVESTIGA. Mesura de la velocitat instantània en un MRUA	156
8. Les forces	160
1. Forces que actuen sobre els cossos.....	164
2. Lleis de Newton de la dinàmica	168
3. Les forces i el moviment	172
INVESTIGA. El principi fonamental de la dinàmica	180
9. Forces gravitatòries	182
1. La força gravitatòria.....	186
2. El pes i l'acceleració de la gravetat.....	189
3. Moviment dels planetes i els satèl·lits	190
INVESTIGA. La força centrípeta.....	200
10. Forces en els fluids	202
1. La pressió.....	205
2. La pressió hidrostàtica	207
3. La pressió atmosfèrica	208
4. Propagació de la pressió en fluids.....	212
5. Força d'empenyiment en cossos submergits	213
6. Física de l'atmosfera	216
INVESTIGA. El principi d'Arquimedes	224
11. Treball i energia	226
1. L'energia.....	229
2. Què és el treball.....	230
3. El treball i l'energia mecànica	232
4. La conservació de l'energia mecànica	234
5. Potència i rendiment	236
INVESTIGA. La conservació de l'energia mecànica	244
12. Energia i calor	246
1. La calor	249
2. Efectes de la calor	250
3. Transformació entre calor i treball	256
INVESTIGA. Mesura de la calor específica d'un metall	264
Annexos	267
1. Formulació inorgànica	268
2. Formulació orgànica	278
3. Taula periòdica dels elements.....	284

Esquema de les unitats

Doble pàgina d'introducció a la unitat

Continguts de la unitat.

S'hi inclou teoria (SABER) i tècniques o procediments (SABER FER).

Il·lustració.

La doble pàgina presenta de manera gràfica una aplicació dels continguts de la unitat, que utilitzem molt sovint.



Física o química quotidiana.

La introducció a cada unitat es presenta a partir d'una pregunta.

Claus per començar.

Una o diverses activitats activen els conceptes previs dels alumnes relacionats amb la unitat.

Interpreta la imatge. Diverses activitats serveixen per consolidar els continguts que es presenten gràficament.

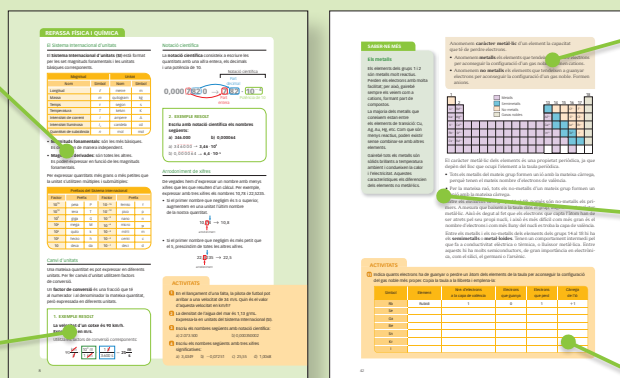
Pàgines de desenvolupament dels continguts

Repàs inicial.

Abans d'abordar els continguts de cada unitat s'inclou un repàs de continguts de matemàtiques, física o química, essencial per estudiar-la amb garanties.

Exemples resolts.

Al llarg de tota la unitat s'inclouen nombrosos exemples resolts, numèrics o no, que ajudaran a resoldre els problemes que es proposen.



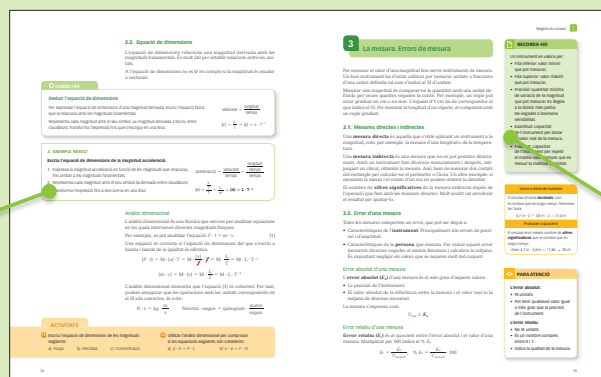
Recorda-ho.

Aquí s'hi inclouen continguts d'altres cursos o estudiats en unitats anteriors.

Destacats. Els continguts i definicions essencials apareixen destacats amb un fons de color.

Para atenció. Requadre amb continguts essencials per estudiar la unitat.

Saber-ne més. S'hi inclouen continguts especialment rellevants, que no són essencials per al desenvolupament de la unitat.



Saber fer. Mostra procediments senzills que cal dominar per assimilar els continguts de cada unitat.

Pàgines amb activitats finals

Repasa l'essencial. Recull activitats que consolidaran els continguts essencials de cada unitat.

Practica. S'hi inclouen qüestions teòriques i problemes numèrics dels diferents apartats de la unitat.

Nivell de dificultat. La dificultat de cada activitat es registra de manera gràfica:

● Fàcil ●● Mitjana ●●● Díficil

Amplia. Aquí s'ofereixen activitats que presenten un nivell més alt de dificultat o bé d'ampliació de la unitat.

Exemples resolts. A les activitats també s'inclouen exemples resolts just abans d'abordar alguns problemes.

Treball de les competències

Competència científica. Inclou treball específic de les competències i posa èmfasi en el coneixement i la interacció amb el món físic.

Després de presentar informació amb estructura diversa (text, taules, gràfics...), s'inclouen activitats sobre la informació presentada.

Un cas pràctic. Aquesta pàgina conté un o diversos documents i activitats de treball que fomenten la reflexió de l'alumne, que ha d'interrelacionar els continguts de la unitat amb les seves opinions pròpies.

INVESTIGA: Experiència de laboratori

Investiga. Pas a pas, amb il·lustracions, s'aplica el contingut après a la unitat.

Competències

Al llarg del llibre, diferents icones assenyalen i identifiquen la competència concreta que es treballa en cada activitat o apartat.

-  Competència comunicativa lingüística i audiovisual
-  Competència en el coneixement i la interacció amb el món físic
-  Competència social i ciutadana
-  Competència matemàtica
-  Competència digital
-  Competència d'aprendre a aprendre
-  Competència d'autonomia, iniciativa personal i emprenedoria

1

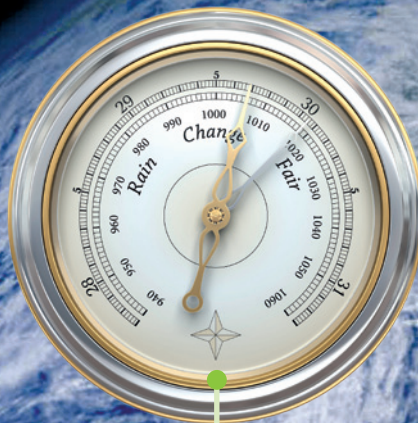
Magnituds i unitats

SABER

- La recerca científica
- Les magnituds
- La mesura. Errors de mesura
- L'anàlisi de dades

SABER FER

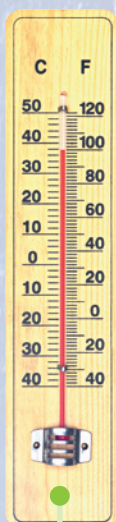
- Valorar fonts d'informació
- Interpretar taules i gràfiques
- Utilitzar fulls de càlcul



La **pressió atmosfèrica** es mesura amb un **baròmetre**.



La **humitat relativa** de l'aire es mesura amb un **higròmetre**.



La **temperatura** es mesura amb un **termòmetre**.



Les **precipitacions** es mesuren amb un **pluviòmetre**.



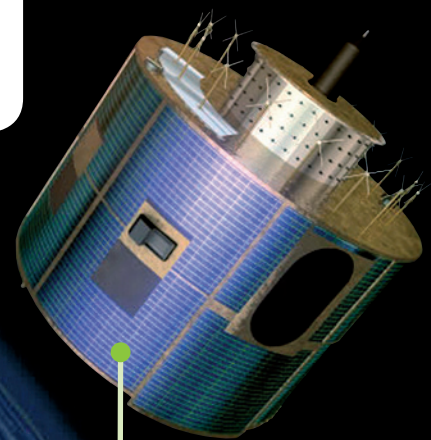
La **velocitat del vent** es determina amb un **anemòmetre**.

FÍSICA QUOTIDIANA. Com pronostiquem el temps?

Tothom ha vist alguna vegada a les notícies el pronòstic del temps per als propers dies. Hi ha moltes persones que, per experiència, poden vaticinar el comportament del cel amb un termini molt curt. Però un bon pronòstic per a uns quants dies requereix mesures nombroses i tan precises com sigui possible, així com potents ordinadors capaços de manejar les dades, per predir el comportament dels núvols, els vents, etc., per a les properes hores.



Conèixer el pronòstic del temps és essencial per a **pilots** d'avions i **controladors** d'aeroports.



Les **imatges preses per satèl·lits artificials** són essencials per conèixer l'evolució de les precipitacions, per exemple.



El pronòstic meteorològic permet **predir huracans, tempestes, temporals de neu o pluges fortes** amb l'objectiu d'avisar la població afectada.



INTERPRETA LA IMATGE

- Observa l'escala que hi ha marcada al pluviòmetre i explica-la. Et sembla gaire precisa?
- Per què el termòmetre té dues escales? Quina és la que utilitza el pronòstic del temps?
- Per què l'escala de l'higròmetre va del 0 al 100?



CLAUS PER COMENÇAR

- Mesuren la mateixa magnitud, un anemòmetre i un penell?
- Quins altres aparells de mesura coneixes? En tens algun a l'aula? Explica quina magnitud mesura cadascun i la unitat en què s'expressa habitualment.

El Sistema Internacional d'unitats

El **Sistema Internacional d'unitats (SI)** està format per les set magnituds fonamentals i les unitats bàsiques corresponents.

Magnitud		Unitat	
Nom	Símbol	Nom	Símbol
Longitud	ℓ	metre	m
Massa	m	quilogram	kg
Temps	t	segon	s
Temperatura	T	kelvin	K
Intensitat de corrent	I	ampere	A
Intensitat lluminosa	I_v	candela	cd
Quantitat de substància	n	mol	mol

- **Magnituds fonamentals:** són les més bàsiques. Es defineixen de manera independent.
- **Magnituds derivades:** són totes les altres. Es poden expressar en funció de les magnituds fonamentals.

Per expressar quantitats més grans o més petites que la unitat s'utilitzen múltiples i submúltiples:

Prefixos del Sistema Internacional					
Factor	Prefix		Factor	Prefix	
10^{15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^6	mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^3	quilo	k	10^{-3}	mil·li	m
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10	deca	da	10^{-1}	deci	d

Canvi d'unitats

Una mateixa quantitat es pot expressar en diferents unitats. Per fer canvis d'unitat utilitzem factors de conversió.

Un **factor de conversió** és una fracció que té al numerador i al denominador la mateixa quantitat, però expressada en diferents unitats.

1. EXEMPLE RESOLT

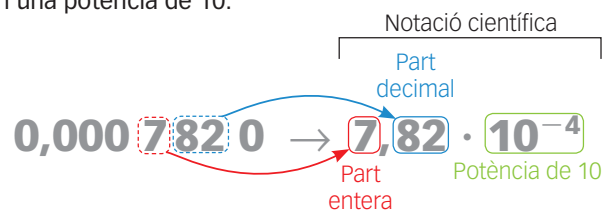
La velocitat d'un cotxe és 90 km/h.
Expressa-la en m/s.

Utilitza els factors de conversió corresponents:

$$90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Notació científica

La **notació científica** consisteix a escriure les quantitats amb una xifra entera, els decimals i una potència de 10.



2. EXEMPLE RESOLT

Escriu amb notació científica els nombres següents:

a) 346.000 b) 0,000064

a) $346.000 \rightarrow 3,46 \cdot 10^5$

b) $0,000064 \rightarrow 6,4 \cdot 10^{-5}$

Arrodoniment de xifres

De vegades hem d'expressar un nombre amb menys xifres que les que resulten d'un càlcul. Per exemple, expressar amb tres xifres els nombres 10,78 i 22,5235.

- Si el primer nombre que negligim és 5 o superior, augmentem en una unitat l'últim nombre de la nostra quantitat.

$$10,78 \rightarrow 10,8$$

arrodoniment

- Si el primer nombre que negligim és més petit que el 5, prescindim de totes les altres xifres.

$$22,5235 \rightarrow 22,5$$

arrodoniment

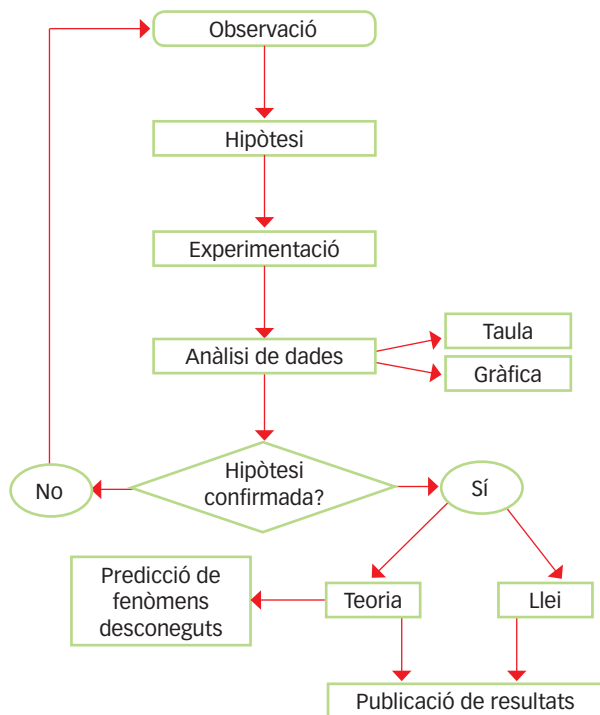
ACTIVITATS

- 1 En el llançament d'una falta, la pilota de futbol pot arribar a una velocitat de 34 m/s. Quin és el valor d'aquesta velocitat en km/h?
- 2 La densitat de l'aigua del mar és 1,13 g/mL. Expressa-la en unitats del Sistema Internacional (SI).
- 3 Escriu els nombres següents amb notació científica:
a) 2.073.500 b) 0,000350002
- 4 Escriu els nombres següents amb tres xifres significatives:
a) 3,4349 b) -0,07251 c) 25,55 d) 1,0068

El mètode científic

Anomenem **mètode científic** el procediment que segueixen les persones de ciència per estudiar els problemes i arribar a conclusions certes.

El mètode científic segueix una sèrie de passos:



1. **Observació:** analitzem el fenomen utilitzant els nostres sentits. Permet identificar el problema.
2. **Hipòtesi:** és una suposició sobre un fet real. Cal formular-la de forma concreta i s'ha de poder comprovar. És conseqüència de l'observació. Seguint el mètode científic demostrarem si és certa o no.
3. **Experimentació:** es repeteix el fenomen observat en condicions controlades, per saber quines variables hi influeixen i de quina manera. Les variables poden ser dependents, independents o de control.
4. **Anàlisi de dades:** es representen les dades en taules o en gràfics per conèixer la relació entre les variables.

Com a resultat de l'anàlisi, la hipòtesi pot ser:

- Falsa: cal formular una nova hipòtesi i repetir el procés.
- Certa: es pot enunciar una llei o una teoria.

Una **teoria científica** és una explicació per a una sèrie de fets demostrats mitjançant lleis científiques. Permet predir fenòmens desconeguts.

Tipus de gràfiques

Una gràfica representa la relació entre dues variables. Depenent de la forma que tingui, podem establir la relació matemàtica entre les variables.

Línia recta ascendent



Les magnituds són directament proporcionals. Els increments tenen el mateix signe ($k > 0$).

- Si passa pel punt $(0, 0)$: $y = k \cdot x$.
- Si talla un dels eixos: $y = k \cdot x + n$, on n és el valor de y quan x és igual a 0.

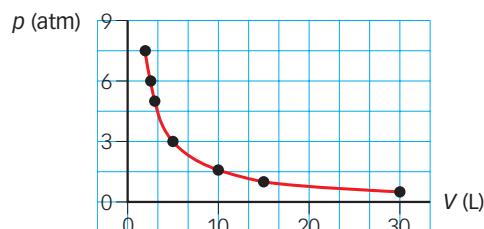
Línia recta descendent



Les magnituds són directament proporcionals. Els increments tenen signe oposat ($k < 0$).

- Si passa pel punt $(0, 0)$: $y = -k \cdot x$.
- Si talla un dels eixos: $y = -k \cdot x + n$, on n és el valor de y quan x és igual a 0.

Hipèrbola equilàtera



Magnituds inversament proporcionals:

- $y \cdot x = k$.

ACTIVITATS

5 Imagina't que recorres una pista amb bicicleta.

- a) Escribe algunes observacions i defineix un problema que pots estudiar relacionat amb el moviment.
- b) Enuncia una hipòtesi i dissenya un experiment.
- c) Quines dades prendràs? Com les pots analitzar?

La recerca científica és una activitat humana que té com a objectiu conèixer el món i els fenòmens que s'hi produeixen, saber per què passen aquests fenòmens i aplicar-ho a la resolució de problemes.

L'elecció del tema sobre el qual es duu a terme una recerca científica depèn de múltiples factors, entre els quals hi ha:

- **L'aparició d'una nova malaltia.** L'últim quart del segle XX es va detectar a l'Àfrica el que avui s'identifica com la malaltia de l'Ebola. Actualment s'investiga un tractament eficaç per curar-la.
- **Interessos polítics i econòmics.** La recerca aeroespacial va experimentar un gran impuls a mitjan segle XX, quan els EUA i l'antiga URSS van utilitzar les fites que aconseguien en aquest camp per expressar la seva supremacia.
- **L'interès científic mateix.** En els primers anys del segle XXI es va completar el mapa de les partícules elementals que formen la matèria. El descobriment de les diferents partícules es va dur a terme en grans laboratoris com el Fermilab, als EUA, o el CERN, a Europa.



1.1. Les fonts d'informació

Quan s'acaba un estudi, se'n publiquen els resultats amb la finalitat de donar-los a conèixer. Això es pot aprofitar per resoldre problemes relacionats amb l'estudi o com a base d'altres recerques. És per això que les publicacions s'anomenen fonts d'informació.

Actualment, els mitjans informàtics ens permeten consultar múltiples fonts d'informació en un breu espai de temps. Però no totes són igual de fiables. Són mitjans molt fiables:

- Les **revistes científiques** amb reconeixement internacional, com *Nature*, *Physics Today*, etc. Els treballs que s'hi publiquen inclouen les dades de la recerca realitzada, el centre de recerca i el nom dels participants. Abans de publicar una notícia, un comitè de científics n'estudia la qualitat.
- Les publicacions dels **grans centres de recerca i societats científiques**, com la NASA, el CERN, el CSIC, etc.

Són mitjans menys rellevants:

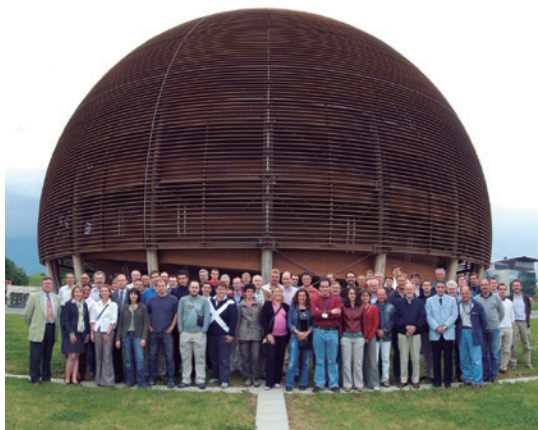
- Els mitjans de comunicació general, com ara diaris, revistes o emissores de ràdio i televisió, solen rebaixar el nivell científic perquè sigui comprensible per al públic en general, encara que alguns citen o enllacen amb la informació original perquè es pugui consultar si interessa.

Són mitjans poc fiables:

- Les revistes o pàgines sensacionalistes. Sovint només donen la informació que crida més l'atenció sense aclarir com s'ha obtingut.
- Les publicacions que tenen interessos econòmics. No és gaire fiable que una empresa alimentària publiqui que «el seu aliment» és molt beneficiós per a la salut.



A Internet ens hem de fiar, sobretot, de fonts d'informació relacionades amb **centres de recerca** o **revistes científiques especialitzades**.



L'any 2013, el descobriment del **bosó de Higgs** va completar el mapa de les partícules elementals de la matèria. Va ser un treball de molts anys en el qual van participar grups de recerca integrats per homes i dones de molts països diferents, com els científics del CERN de la fotografia.

ACTIVITATS

- 7 Explica per què no es poden acceptar les expressions següents com a hipòtesis:
 - Com es transmet el virus de l'Ebola?
 - Els forats negres estan formats per hidrogen i heli.
- 8 El 23 de març de 1989 Stanley Pons i Martin Fleischmann van anunciar que havien aconseguit una reacció de fusió nuclear a baixa temperatura. Investiga per què no es va acceptar aquest fet.

1.2. Des de la hipòtesi fins a la llei o la teoria científica

Un cop identificat el problema que pretenem investigar, el pas següent és establir la hipòtesi que volem comprovar.

Una **hipòtesi** és una suposició sobre un fet real. Cal formular-la de forma concreta i s'ha de poder comprovar.

Les expressions següents són exemples d'hipòtesis:

- El virus de l'Ebola es transmet per fluids corporals.
- L'aigua es dilata quan s'escalfa i es contreu quan es refreda.
- El Sol està format per hidrogen i heli.

Per comprovar la hipòtesi cal dissenyar un **experimento** que permeti afirmar amb claredat si és certa o no.

Per investigar un problema de salut humana es poden utilitzar animals d'experimentació, o dispositius de laboratori que simulin òrgans en funcionament. Només si hi ha resultats concloents i es pot treballar amb seguretat es realitzen assajos en humans.

Quan un experiment requereix mesurar magnituds, s'estudia la manera de reduir l'error de cada mesurament. Es desenvolupen sèries d'assajos per conèixer què passa en condicions diferents. D'un assaig al següent només ha de variar una magnitud. Així, per mesurar la dilatació de l'aigua se n'introdueix una quantitat fixa en un recipient que permeti mesurar-ne el volum, i s'escalfa o es refreda, mentre es va mesurant el volum en cada interval (per exemple, cada 3 °C).

Les dades dels experiments es recullen en taules o gràfiques. De la interpretació d'aquestes dades deduïm si la hipòtesi és certa o no.

Una **lleï científica** és una hipòtesi confirmada. Sovint estableix la relació que hi ha entre les variables estudiades.

Una llei científica s'expressa amb una frase o una fórmula matemàtica:

- Els planetes giren al voltant del Sol descrivint òrbites el·líptiques.
- Si un gas ideal experimenta transformacions a temperatura constant, el producte de la seva pressió pel seu volum és constant: $p \cdot V = \text{const.}$

De vegades es pot donar una explicació de per què es compleixen una o diverses lleis científiques. Aquesta explicació és una teoria científica. Per exemple, de les lleis dels gasos es va deduir la teoria cinètica.

Una **teoria** és una explicació raonable de diverses lleis relacionades.

Els treballs de recerca i els seus resultats s'han de publicar perquè la comunitat científica els conegui. Perquè s'acceptin, ha de ser possible reproduir les experiències i obtenir els mateixos resultats.

Les teories científiques s'accepten mentre no es produeixin descobriments que obliguin a modificar-les. Així, la teoria atòmica de Dalton, que afirmava que la matèria estava formada per àtoms indivisibles, va ser rebutjada quan es va descobrir l'electró.

2

Les magnituds

Una magnitud és qualsevol característica de la matèria, o dels canvis que experimenta la matèria, que podem mesurar.

Sovint, durant un treball de recerca científica cal mesurar el valor d'una o diverses magnituds. Per a algunes, només se n'indica el valor, però en altres casos cal especificar la direcció i el sentit en què actuen.

Per tant, distingim dos tipus de magnituds:

- **Magnituds escalars:** per expressar-ne el valor n'hi ha prou amb indicar un nombre i una unitat. Exemples: la massa, el temps, etc.
- **Magnituds vectorials:** per expressar-ne el valor, a més del nombre i la unitat, cal indicar la direcció i el sentit en què actuen. Exemples: la força, la velocitat, etc. S'escriu el símbol de la magnitud amb una fletxa al damunt: $\vec{F}$, $\vec{v}$, etc.

Magnituds escalars		Magnituds vectorials	
			
A. La massa de la poma és 167 g. B. El temps transcorregut és 6 segons i 30 centèsimes de segon.		A. Força de 20 N, horitzontal cap a l'esquerra. B. Força de 20 N, vertical cap amunt.	

2.1. El Sistema Internacional d'unitats

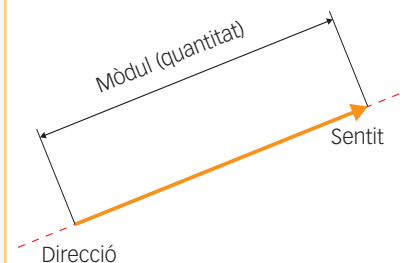
Per facilitar l'intercanvi d'informació científica, a la IX Conferència General de Pesos i Mesures es va acordar un Sistema Internacional d'unitats (SI). La conferència es va celebrar l'any 1960 i hi van participar 36 països, entre els quals l'Estat espanyol. Progressivament, el SI va ser adoptat com a norma legal per la majoria d'aquests països. A l'Estat espanyol es va aprovar l'any 1985.

El SI estableix:

- Set **magnituds fonamentals**. Són les més bàsiques. Les altres magnituds són derivades i es poden expressar en funció de les fonamentals.
- Les **unitats** bàsiques per expressar les magnituds fonamentals. A més a més, indica com s'han de calibrar els instruments de mesura.
- Els **múltiples** i **submúltiples** per expressar altres quantitats de les magnituds.
- **Normes d'escriptura** dels nombres i els símbols de les magnituds i les unitats.



PARA ATENCIÓ



Per expressar una magnitud vectorial cal especificar-ne:

- El mòdul: és la quantitat o valor numèric.
- La direcció: ve donada per la línia discontinua.
- El sentit: ve donat per la punta de la fletxa.

ACTIVITATS

- Classifica les magnituds següents com a escalars o vectorials:
 - Velocitat.
 - Desplaçament.
 - Volum.
 - Densitat.
- Raona si les afirmacions següents expressen la mesura amb exactitud.
 - El cotxe circula a 20 km/h.
 - La densitat del líquid és 1,3 g/mL.
 - S'ha desplaçat 5 m.
 - La longitud de la llibreta és 29 cm.

2.2. Equació de dimensions

L'equació de dimensions relaciona una magnitud derivada amb les magnituds fonamentals. És molt útil per establir relacions entre les unitats.

A l'equació de dimensions no es té en compte si la magnitud és escalar o vectorial.

→ SABER FER

Deduir l'equació de dimensions

Per expressar l'equació de dimensions d'una magnitud derivada, escriu l'equació física que la relaciona amb les magnituds fonamentals.

Representa cada magnitud amb el seu símbol. La magnitud derivada s'escriu entre claudàtors. Transforma l'expressió fins que s'escrigui en una línia:

$$\text{velocitat} = \frac{\text{longitud}}{\text{temps}}$$

$$[v] = \frac{L}{T} \rightarrow [v] = L \cdot T^{-1}$$

3. EXEMPLE RESOLT

Escriu l'equació de dimensions de la magnitud acceleració.

1. Expressa la magnitud acceleració en funció de les magnituds que relaciona, fins arribar a les magnituds fonamentals.
2. Representa cada magnitud amb el seu símbol (la derivada entre claudàtors).
3. Transforma l'expressió fins a escriure-la en una línia:

$$\text{acceleració} = \frac{\text{velocitat}}{\text{temps}} = \frac{\frac{\text{longitud}}{\text{temps}}}{\text{temps}}$$

$$[a] = \frac{\frac{L}{T}}{T} = \frac{L}{T^2} \rightarrow [a] = L \cdot T^{-2}$$

Anàlisi dimensional

L'anàlisi dimensional és una tècnica que serveix per analitzar equacions en les quals intervenen diverses magnituds físiques.

Per exemple, es pot analitzar l'equació: $F \cdot t = m \cdot v$. [1]

Una equació és correcta si l'equació de dimensions del que s'escriu a banda i banda de la igualtat és idèntica.

$$[F \cdot t] = M \cdot [a] \cdot T = M \cdot \frac{[v]}{T} \cdot \cancel{T} = M \cdot \frac{L}{T} = M \cdot L \cdot T^{-1}$$

$$[m \cdot v] = M \cdot [v] = M \cdot \frac{L}{T} = M \cdot L \cdot T^{-1}$$

L'anàlisi dimensional demostra que l'equació [1] és coherent. Per tant, podem assegurar que les operacions amb les unitats corresponents en el SI són correctes, és a dir:

$$N \cdot s = kg \cdot \frac{m}{s} \quad \text{Newton} \cdot \text{segon} = \text{quilogram} \cdot \frac{\text{metre}}{\text{segon}}$$

ACTIVITATS

- 11 Escriu l'equació de dimensions de les magnituds següents:

a) Força. b) Densitat. c) Concentració.

- 12 Utilitza l'anàlisi dimensional per comprovar si les equacions següents són coherents:

a) $p \cdot V = F \cdot L$ b) $v \cdot a = F \cdot m$

3

La mesura. Errors de mesura

Per mesurar el valor d'una magnitud fem servir instruments de mesura. Un bon instrument ha d'estar calibrat per mesurar unitats o fraccions d'una unitat definida tal com s'indica al SI d'unitats.

Mesurar una magnitud és comparar-ne la quantitat amb una unitat definida per veure quantes vegades la conté. Per exemple, un regle pot estar graduat en cm o en mm. L'espaiat d'1 cm ha de correspondre al que indica el SI. Per mesurar la longitud d'un objecte, el comparem amb un regle graduat.

3.1. Mesures directes i indirectes

Una **mesura directa** és aquella que s'obté aplicant un instrument a la magnitud, com, per exemple, la mesura d'una longitud o de la temperatura.

Una **mesura indirecta** és una mesura que no es pot prendre directament. Amb un instrument fem diversos mesuraments i després, mitjançant un càlcul, obtenim la mesura. Així, hem de mesurar dos costats del rectangle per calcular-ne el perímetre o l'àrea. Un altre exemple: si mesurem la massa i el volum d'un cos en podem obtenir la densitat.

El nombre de **xifres significatives** de la mesura indirecta depèn de l'operació que fem amb les mesures directes. Molt sovint cal arrodonir el resultat per ajustar-lo.

3.2. Error d'una mesura

Totes les mesures comporten un error, que pot ser degut a:

- Característiques de l'**instrument**. Principalment són errors de precisió i d'exactitud.
- Característiques de la **persona** que mesura. Per reduir aquest error mesurem diverses vegades el mateix fenomen i calculem la mitjana. És important negligir els valors que se separen molt del conjunt.

Error absolut d'una mesura

L'**error absolut** (E_a) d'una mesura és el més gran d'aquests valors:

- La precisió de l'instrument.
- El valor absolut de la diferència entre la mesura i el valor real (o la mitjana de diverses mesures).

La mesura s'expressa com:

$$V_{\text{real}} \pm E_a$$

Error relatiu d'una mesura

L'**error relatiu** (E_r) és el quocient entre l'error absolut i el valor d'una mesura. Multiplicat per 100 indica el % E_r .

$$E_r = \frac{E_a}{V_{\text{mesurat}}}; \quad \% E_r = \frac{E_a}{V_{\text{mesurat}}} \cdot 100$$



RECORDA-HO

Un instrument es valora per:

- Fita inferior: valor mínim que pot mesurar.
- Fita superior: valor màxim que pot mesurar.
- Precisió o sensibilitat. quantitat mínima de variació de la magnitud que pot mesurar. Es llegeix a la divisió més petita.
- Exactitud: capacitat de l'instrument per donar el valor real de la mesura.
- Fiabilitat: capacitat de l'instrument per repetir el mateix valor sempre que es mesuri la mateixa quantitat.

Suma o resta de nombres

El resultat té tants **decimals** com el nombre que en tingui menys. Per exemple, el perímetre d'una aula de 4,7 de llargada i 3,8 d'amplada és:

$$4,7 \text{ m} \cdot 2 + 3,8 \text{ m} \cdot 2 = 17,0 \text{ m}$$

Producte o quocient

El resultat té el mateix nombre de **xifres significatives** que el nombre que en tingui menys. Per exemple:

$$\text{Àrea: } 4,7 \text{ m} \cdot 3,8 \text{ m} = 17,86 \rightarrow 18 \text{ m}^2$$



PARA ATENCIÓ

L'error absolut:

- Té unitats.
- Pot tenir qualsevol valor igual o més gran que la precisió de l'instrument.

L'error relatiu:

- No té unitats.
- És un nombre comprès entre 0 i 1.
- Indica la qualitat de la mesura.

4. EXEMPLE RESOLT

Mesurem amb una cinta mètrica de precisió 1 mm l'amplada d'un llibre. A continuació, utilitzem la mateixa cinta mètrica per mesurar l'amplada de la pissarra de l'aula. Hem fet quatre mesuraments en cada cas i hem obtingut les dades de la taula. Calcula la mitjana aritmètica de cada grup de mesuraments i l'error absolut i l'error relatiu de la primera mesura de cadascun.

Mesuraments del llibre				Mesuraments de la pissarra			
1a mesura	2a mesura	3a mesura	4a mesura	1a mesura	2a mesura	3a mesura	4a mesura
21,9 cm	22,2 cm	21,9 cm	21,7 cm	283,6 cm	293,7 cm	283,1 cm	283,3 cm

Pren en cada cas com a valor real de la longitud les mitjanes aritmètiques de les mesures:

$$\ell_{\text{llibre}} = \frac{21,9 \text{ cm} + 22,2 \text{ cm} + 21,9 \text{ cm} + 21,7 \text{ cm}}{4} = 21,875 \sim \mathbf{21,9 \text{ cm}}$$

Per calcular la mitjana aritmètica de la pissarra descarta la 2a mesura perquè s'allunya molt de la resta de mesuraments:

$$\ell_{\text{pissarra}} = \frac{283,6 \text{ cm} + 283,1 \text{ cm} + 283,3 \text{ cm}}{3} = 283,333... \sim \mathbf{283,3 \text{ cm}}$$

Calcula l'error absolut de la primera mesura que hem fet del llibre i de la pissarra:

	L_{mesurat}	$ L_{\text{mesurat}} - L_{\text{real}} $	E_a	Mesura
1a mesura del llibre	21,9 cm	$ 21,9 \text{ cm} - 21,9 \text{ cm} = 0 \text{ cm}^*$	0,1 cm	$21,9 \pm 0,1 \text{ cm}$
1a mesura de la pissarra	283,6 cm	$ 283,6 \text{ cm} - 283,3 \text{ cm} = 0,3 \text{ cm}$	0,3 cm	$283,3 \pm 0,3 \text{ cm}$

* Tingues en compte que, en cas que la diferència sigui nul·la, l'error absolut mínim és la precisió de l'instrument de mesura, que en aquest cas és d'1 mm (0,1 cm).

Calcula l'error relatiu de les dues mesures:

	E_a	E_{relatiu}	Percentatge de E_{relatiu}
1a mesura del llibre	0,1 cm	$E_r = \frac{0,1 \text{ cm}}{21,9 \text{ cm}} = 4,57 \cdot 10^{-3}$	$\% E_r = 4,57 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = \mathbf{0,457\%}$
1a mesura de la pissarra	0,3 cm	$E_r = \frac{0,3 \text{ cm}}{283,6 \text{ cm}} = 1,06 \cdot 10^{-3}$	$\% E_r = 1,06 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = \mathbf{0,106\%}$

Fixa't que, tot i que l'error absolut de la mesura del llibre és més petit que el de la mesura de la pissarra, l'error relatiu és més petit en la mesura de la pissarra. Això ens indica que la qualitat de la mesura de la pissarra és millor que la del llibre.

ACTIVITATS

- 13** Cinc observadors mesuren el temps que fa una persona en una cursa de 100 m i obtenen:
12,05 s; 13,35 s; 10,80 s; 11,70 s; 11,50 s
- Quina és la precisió dels cronòmetres?
 - Quin ha estat el temps de la cursa?
 - Determina l'error absolut i l'error relatiu de l'última mesura.

- 14** Un cilindre metàl·lic té 1,5 cm de radi i 2,5 cm d'altura. La seva massa és 49,8 g.
- Utilitza aquestes dades per calcular, amb el nombre adequat de xifres significatives:
- El volum del cilindre.
 - La densitat.

4

L'anàlisi de dades

Després de recollir les dades d'una recerca, cal analitzar-les per tal d'extreure'n conclusions vàlides. Per facilitar l'anàlisi, les dades es presenten en taules o en gràfiques.

4.1. Taules de dades i gràfiques

En les taules es representen les dades ordenades en columnes i files. A la capçalera de cada columna s'indica la magnitud i la unitat en què s'expressen les dades. Per tant, en cada fila hi haurà els valors de les magnituds que corresponen a un mateix mesurament.

La forma de la gràfica permet obtenir la relació matemàtica entre les variables. Observa els exemples i les conclusions que se n'extreuen.



PARA ATENCIÓ

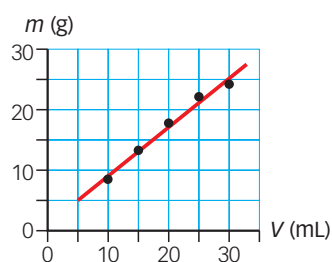
Les taules també poden tenir orientació horitzontal.

En aquest cas, en cada fila es col·loquen els valors d'una magnitud i en cada columna hi haurà els valors de les magnituds que corresponen a un mateix mesurament.

t (min)	0	2	4	6
T (°C)	20	25	30	35

Cas 1. Massa corresponent a un volum d'oli

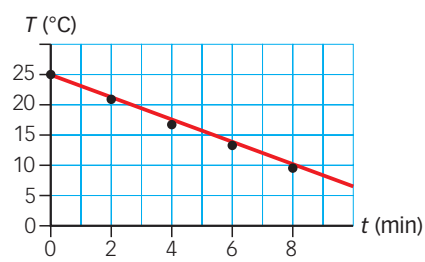
V (mL)	m (g)
10	9,2
15	13,8
20	18,4
25	23,0
30	27,6



- En augmentar el volum, la massa augmenta en la mateixa proporció.
- Són magnituds directament proporcionals.
- Gràfica: línia recta ascendent.
- Relació matemàtica: $y = k \cdot x + n$.

Cas 2. Temperatura de l'aigua quan la fiquem a la nevera

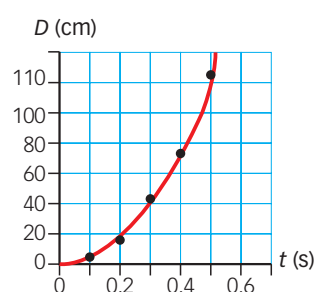
t (min)	T (°C)
0	25
2	21
4	17
6	13
8	9



- En augmentar el temps, la temperatura disminueix en la mateixa proporció (disminueix 4 °C cada dos minuts).
- Són magnituds directament proporcionals amb constant negativa.
- Gràfica: línia recta descendent.
- Relació matemàtica: $y = -k \cdot x + n$.

Cas 3. Distància que recorre una bola que cau

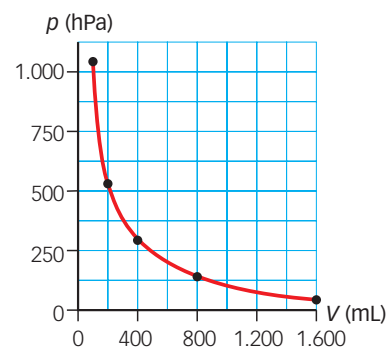
t (s)	D (cm)
0,1	4,9
0,2	19,6
0,3	44,1
0,4	78,4
0,5	112,5



- En augmentar el temps, augmenta la distància que la bola recorre. Els dos increments no són proporcionals: l'increment de la distància cada vegada és més gran.
- Magnituds amb una relació quadràtica.
- Gràfica: paràbola.
- Relació matemàtica: $y = k \cdot x^2 + n$.

Cas 4. Pressió que té un volum de gas

V (mL)	p (hPa)
100	1.040
200	520
400	260
800	130
1.600	65



- En augmentar la pressió, disminueix el volum, i a la inversa.
- Les magnituds són inversament proporcionals.
- Gràfica: hipèrbola equilàtera.
- Relació matemàtica: $y \cdot x = \text{const.}$, o bé, $y = \frac{k}{x}$.

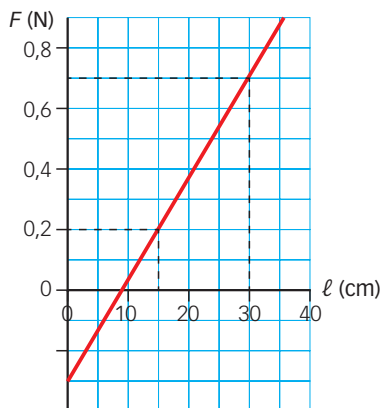
Obtenir l'equació matemàtica a partir de les dades d'una taula

De la gràfica que representa les dades d'una experiència, en podem obtenir la fórmula matemàtica que relaciona les variables.

A la taula següent es mostra la longitud d'una molla quan s'estira amb diferents forces. En cada columna es mostra el valor de la força que es correspon amb cada valor de longitud.

F (N)	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9
ℓ_{molla} (cm)	15	18	23,6	30	36,4

1. Fes la representació gràfica de les dades i traça la línia que s'ajusti més bé a tots els punts. En aquest cas és una recta.



2. Busca dos punts que coincideixin sobre la recta, dels quals resulti fàcil llegir-ne les coordenades. Aplica'ls l'equació de la recta:

$$y = k \cdot x + n$$

$$\bullet (15; 0,2): 0,2 = k \cdot 15 + n \quad [1]$$

$$\bullet (30; 0,7): 0,7 = k \cdot 30 + n \quad [2]$$

3. Resol el sistema d'equacions restant $[2] - [1]$:

$$[2] - [1]: 0,7 - 0,2 = k \cdot 30 + \cancel{n} - k \cdot 15 - \cancel{n} \rightarrow \\ \rightarrow 0,5 = k \cdot 15 \rightarrow k = \frac{0,5}{15} = \frac{0,1}{3}$$

4. Substitueix el valor de k que has obtingut en una de les equacions i troba el valor de n :

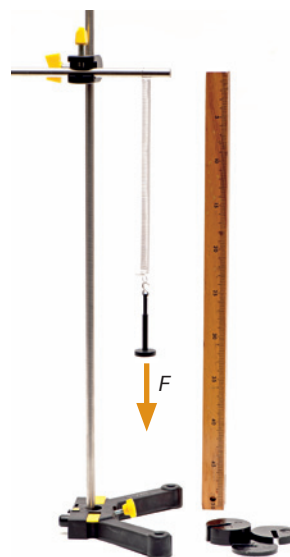
$$0,2 = \frac{0,1}{3} \cdot 15 + n \rightarrow 0,2 = 0,5 + n \rightarrow n = -0,3$$

5. Completa l'equació de la recta que relaciona matemàticament les dues magnituds:

$$F = \frac{0,1}{3} \cdot \ell - 0,3$$

Interpretació (llegeix-ho a la gràfica i comprova-ho amb l'equació):

- Quan la força és zero, la longitud de la molla és 9 cm.
- Una força de $-0,3$ N reduiria a zero la longitud de la molla. En aquest exemple, aquesta dada no té sentit real.



ACTIVITATS

- 15 La taula següent mostra la posició d'un mòbil en diferents moments. Fes-ne la representació gràfica i determina en quina posició estava el mòbil quan es va engegar el cronòmetre.

Temps (s)	Posició (cm)
3	14
5	19
7	27
10	35

REPASSA L'ESSENCIAL

- 16** Escriu en ordre a la llibreta els fragments que apareixen a continuació, de manera que es llegeixi una definició de recerca científica.

La recerca científica és conèixer el món saber per què passen i aplicar-ho a la resolució de problemes l'activitat humana que té per objectiu i els fenòmens que s'hi produeixen

- 17** Relaciona a la llibreta els temes de recerca de la llista amb el motiu que els ha originat.

1. Una malaltia.
2. Interessos polítics i econòmics.
3. Interès científic.

- a) Coneixement de l'àtom.
- b) Obtenció d'una vacuna contra la malària.
- c) Obtenció de plàstics biodegradables.
- d) El metabolisme dels greixos.
- e) Obtenció de materials superconductors.
- f) Comportament d'un gas en diferents condicions.

- 18** Respecte a les fonts d'informació, raona si les afirmacions següents són certes o no i escriu la resposta a la llibreta.

- a) Només són fonts d'informació fiables les revistes científiques.
- b) Alguns llocs web o blogs personals contenen informació científica de qualitat.
- c) La millor font d'informació són les pàgines dels grans centres de recerca i universitats.
- d) Els diaris i revistes d'informació general no ofereixen informació científica fiable.

- 19** Utilitza els conceptes d'hipòtesi, llei i teoria per justificar a la llibreta si són certes o no les afirmacions següents:

- a) Una hipòtesi és una veritat que es dedueix de l'observació d'un problema.
- b) Una llei científica sempre és certa.
- c) Quan una teoria és falsa, cal anul·lar totes les recerques en les quals es basa.

- 20** Explica per què la velocitat i el desplaçament d'un mòbil són magnituds vectorials, mentre que el temps que el mòbil inverteix en el moviment o la seva massa són magnituds escalars.

- 21** Escriu l'equació de dimensions de les magnituds velocitat i acceleració.

- 22** Utilitza l'anàlisi dimensional per justificar que es pot obtenir una velocitat multiplicant una acceleració per un temps.

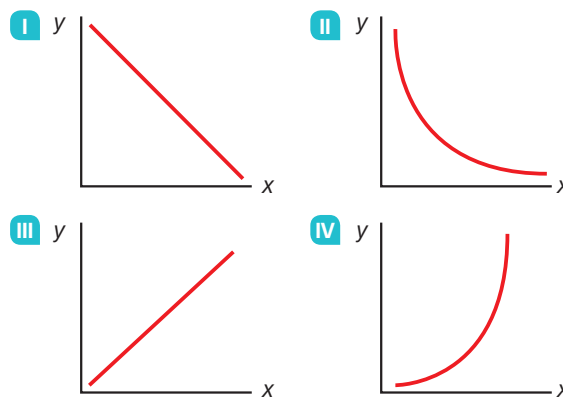
- 23** Indica a la llibreta quins dels mesuraments següents es poden fer directament i quins no. Indica, en cada cas, com el faries:

- a) El volum d'un sòlid.
- b) La temperatura.
- c) La velocitat d'un cos.
- d) La superfície d'un cos.
- e) El volum d'un líquid.
- f) La densitat d'un sòlid.

- 24** Explica a la llibreta quines de les característiques següents es poden aplicar a l'error absolut d'una mesura i quines a l'error relatiu. Has de tenir present que alguna es pot aplicar a tots dos i alguna altra a cap dels dos:

- a) Té unitats.
- b) Es pot expressar en percentatge.
- c) Indica la qualitat de la mesura.
- d) El seu valor pot ser un nombre negatiu.

- 25** Associa a la llibreta cada gràfica amb el rètol que indica la relació entre les seves variables i l'equació matemàtica que les relaciona:



1. Magnituds directament proporcionals amb $k > 0$.	A. $y = k \cdot x^2 + n$
2. Magnituds directament proporcionals amb $k < 0$.	B. $y = -k \cdot x + n$
3. Magnituds amb relació quadràtica.	C. $y \cdot x = \text{const.}$
4. Magnituds inversament proporcionals.	D. $y = k \cdot x + n$

PRACTICA

La recerca científica

- 26 El text següent mostra un fragment d'un article que va aparèixer en un mitjà d'informació general. Repassa'l i valora'n la qualitat científica.

«Recomanem absolutament als habitants beure aigua de l'aixeta. És d'una qualitat excel·lent, perfectament controlada i de molt bona mineralització. A més a més, és molt més barata i el seu consum és més respectuós amb el medi ambient»...

- 27 L'anàlisi següent mostra l'estat de l'aigua de l'aixeta d'una ciutat. Utilitza-la per elaborar una nota dirigida a la població general que informi, amb base científica, de l'estat de l'aigua que beu.

Paràmetre	Aigua aixeta	Límits	Unitats
Conductivitat	975	2.500	$\mu\text{S/cm}$ (20°)
pH	8,09	6,5-9,5	—
Clor lliure	1,3	1	mg/L
Nitrats	8,6	5	mg/L
Terbolesa	4	5	NTU **

* La conductivitat es mesura en siemens per metre.

** La terbolesa es mesura en unitats nefelomètriques de terbolesa.

- 28 Respecte a la qualitat de l'aigua, busca dos exemples de fonts d'informació de caràcter científic. Explica per què els has triat.
- 29 Imagina't que vols estudiar la qualitat de l'aigua que hi ha a la teva població. Raona quines de les hipòtesis següents són adequades i quines no. Reescriu aquestes últimes de manera que siguin hipòtesis de treball:
- L'aigua té clor.
 - Té microorganismes?
 - La concentració de plom és inferior a 0,01 mg/L.
 - El consum d'aigua produeix benestar.
- 30 Identifica, de manera raonada, quina de les frases següents és una hipòtesi, quina una llei i quina una teoria:
- Quan un cos es deixa lliure, cau.
 - Tot l'univers està format per les mateixes partícules de matèria.
 - La relació entre l'espai que recorre un cos que cau lliurement i el temps que fa que cau ve donada per l'expressió:

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

Les magnituds

- 31 Identifica les magnituds a les quals es refereixen aquestes expressions i discuteix si el seu valor està expressat correctament:
- Sobre un cos actua una força de 50 N.
 - La temperatura de l'aigua era de 25 °C.
 - Va sortir de casa seva i va caminar 300 m.
 - La pressió atmosfèrica era de 1.025 hPa.
 - La velocitat del vent era de 80 km/h.
 - L'aixeta rajava 5 L d'aigua per minut.
- 32 Qualifica cadascuna de les magnituds de l'exercici anterior com a escalar o vectorial. Expressa'n el valor en unitats del SI.
- 33 Tenint en compte les definicions, expressa la relació entre les magnituds derivades següents i les magnituds fonamentals corresponents:
- Pressió és força per unitat de superfície.
 - Treball és força per desplaçament.

5. EXEMPLE RESOLT

Utilitza l'anàlisi dimensional per justificar si l'expressió següent és correcta.

$$\text{Força} \cdot \text{desplaçament} = \text{massa} \cdot \text{velocitat}$$

1. Escribe l'equació matemàtica indicada.

$$F \cdot x = m \cdot v$$

2. Troba l'equació de dimensions de cada membre:

- Part esquerra:

$$[F] \cdot L = M \cdot [a] \cdot L = M \cdot \frac{[v]}{T} \cdot L = M \cdot \frac{\frac{L}{T}}{T} \cdot L$$

$$[F \cdot x] = M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$$

- Part dreta:

$$M \cdot [v] = M \cdot \frac{L}{T} = M \cdot L \cdot T^{-1}$$

3. Compara les equacions de dimensions de la part esquerra i la part dreta de l'expressió matemàtica:

$$M \cdot L^2 \cdot T^{-2} \neq M \cdot L \cdot T^{-1}$$

L'expressió no és homogènia dimensionalment.

Per tant, **no és una expressió correcta**.

Seria correcta si a la part dreta hi afegíssim les dimensions $L \cdot T^{-1}$, que es corresponen amb la magnitud velocitat. És a dir:

$$\text{Força} \cdot \text{desplaçament} = \text{massa} \cdot \text{velocitat}^2$$

$$F \cdot x = m \cdot v^2$$

- 34 Utilitza l'anàlisi dimensional per justificar si aquesta expressió és correcta:

$$\text{Força} \cdot \text{desplaçament} = \text{massa} \cdot \text{acceleració} \cdot \text{longitud}$$

La mesura. Errors de mesura

- 35 Determina, amb el nombre adequat de xifres significatives:

- La superfície d'una moneda de radi 2,3 cm.
- La circumferència d'una moneda de 2,3 cm de radi.
- La superfície i el perímetre d'un rectangle en què els costats mesuren 3,25 cm i 4 m.

- 36 Utilitzem una balança de precisió per mesurar la massa d'una gota d'aigua i obtenim els resultats:

- 298 mg • 325 mg • 290 mg
- 298 mg • 306 mg

- Quina precisió té la balança?
- Quina és la massa d'una gota d'aigua?
- Determina l'error absolut i l'error relatiu de la primera i la tercera mesures.

- 37 Hem utilitzat una balança de laboratori per mesurar la massa d'un gra d'arròs i el resultat ha estat 27 mg. Mesurem la massa d'una persona amb una bàscula de bany i el resultat ha estat 57,4 kg.

- Determina l'error absolut de cada mesura.
- Determina l'error relatiu de cada mesura.
- Quina de les dues mesures té més qualitat?

L'anàlisi de dades

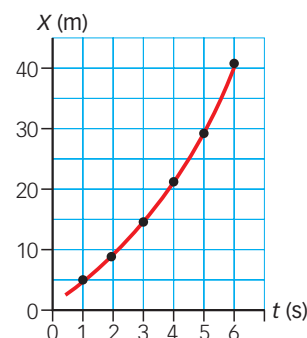
6. EXEMPLE RESOLT

Les dades de la taula mostren la posició, x , d'un mòbil respecte al temps.

Posició (m)	6	9	14	21	30	41
Temps (s)	1	2	3	4	5	6

Fes-ne la representació gràfica i indica com és la relació entre les variables; estableix la fórmula matemàtica que les relaciona.

- Dibuixa els eixos cartesianes. Estableix l'escala en cadascun en funció dels valors que tindrà cada magnitud.
- Representa-hi els parells de valors i uneix els punts resultants.



La línia d'ajust és una paràbola. Això indica que la relació entre les variables és quadràtica. L'equació matemàtica que relaciona les magnituds és:

$$x = 5 + t^2$$

- 38 La taula següent mostra la pressió d'un gas en relació amb el volum que ocupa:

Volum (mL)	1.600	800	400	200	100
Pressió (hPa)	130	260	520	1.040	2.080

- Elabora'n la representació gràfica i indica com és la relació entre les variables.
- Estableix la fórmula matemàtica que les relaciona.

AMPLIA

- 39 Probablement deus haver sentit que hi ha mars que tenen l'aigua més salada que altres, i deus saber que la quantitat de sal en determina la flotabilitat.

- Fes una recerca científica sobre aquests fets. Valora les fonts d'informació segons el rigor científic que ofereixen.
- Estableix una hipòtesi que relacioni la densitat de l'aigua amb la proporció de sal dissolta.
- Dissenya un experiment que et permeti comprovar la hipòtesi.
- Analitza les dades que hagi obtingut mitjançant taules i gràfiques.
- Estableix una conclusió sobre si la hipòtesi és certa o no.
- Valora si pots enunciar una llei que relacioni la densitat de l'aigua amb la seva proporció de sal.
- Valora si pots establir una teoria sobre la densitat de les solucions i la densitat dels dissolvents. Hauries d'ampliar el teu estudi?
- Prepara una publicació sobre la recerca que has fet, i si és possible, mostra-la a la classe mitjançant una presentació multimèdia.

TÈCNICA. Utilitzar un full de càlcul per representar les dades d'una taula

Històricament, una de les tasques més laborioses per als científics ha estat el tractament de les dades. Kepler, per exemple, va haver de fer molts càlculs matemàtics abans d'arribar a formular les lleis que regeixen el moviment dels planetes al voltant del Sol.

Afortunadament, l'aparició dels ordinadors i de programari senzill d'utilitzar ha facilitat molt aquesta tasca. Per exemple, podem fer servir un full de càlcul per representar les dades organitzades en una taula.

En aquest exemple hem treballat amb tres substàncies, A, B i C, que quan les escalfem amb un encenedor al laboratori, la seva temperatura augmenta de manera diferent. Les dades corresponents es representen a la taula:

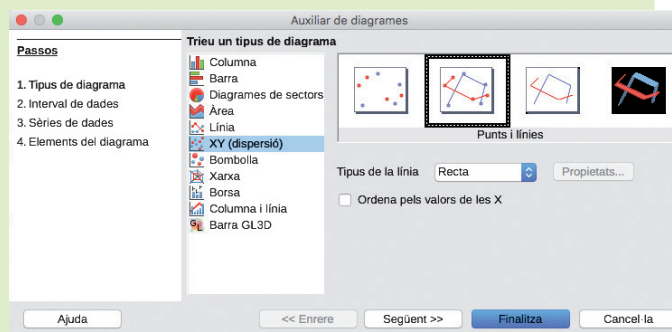
t (min)	T_A (°C)	T_B (°C)	T_C (°C)
0	10,0	10,0	10,0
5	13,0	14,8	17,8
10	16,1	20,2	26,1
15	18,9	24,9	34,0
20	22,1	30,3	41,9
25	25,2	35,2	50,3

Hi ha diferents opcions per representar les dades, però el més adequat és utilitzar algun full de càlcul, com LibreOffice Calc, Excel, Google Documents o Numbers. Hi ha alguns fulls de càlcul que permeten treballar en línia.

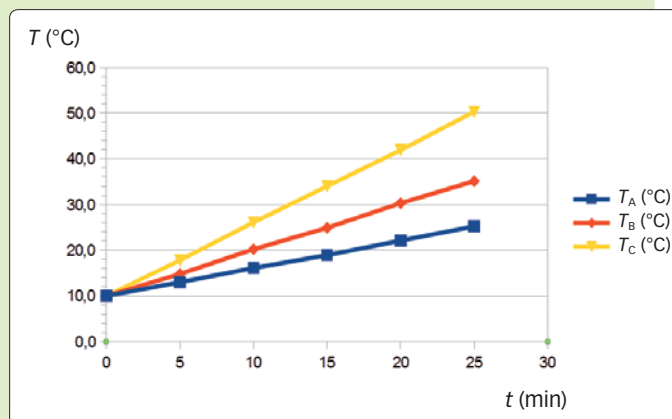
1. El primer que has de fer és emplenar la taula utilitzant diferents files i columnes. Per realçar l'encapçalament posa-hi algun color de fons. Comprova que no hi ha errors en les dades introduïdes.
2. Selecciona les dades que vols representar i tria

l'opció **Inserir diagrama** o similar.

En el tipus de diagrama selecciona **XY (dispersió)**, amb l'opció de punts i línies.



3. Escriu el nom dels eixos i altres opcions abans de finalitzar la generació del gràfic.
4. L'aplicació triarà una escala, nombre de decimals, etc., per a cada eix, de manera que les dades es mostrin totes ocupant la major part del gràfic. Però tu ho pots canviar. Selecciona l'eix, prem el botó dret del ratolí i tria l'opció **Format d'eixos...** o similar.
5. Pots canviar la ubicació i el text de cada eix o la llegenda.



40 Prova d'afegir a la taula anterior una altra substància en què la temperatura augmenti 10 °C cada 5 minuts i representa les dades amb un full de càlcul.

41 Canvia l'escala dels eixos de manera que l'eix horitzontal arribi fins a 40 min i l'eix vertical, fins a 80 °C.

42 Selecciona algun conjunt de dades (una línia), fes clic amb el botó dret del ratolí i intenta canviar el color i el gruix de la línia.

43 Mesura el diàmetre i el perímetre d'almenys cinc monedes i utilitza un full de càlcul per representar-ne el perímetre respecte del diàmetre.

44 Representa els nombres de l'1 al 10 respecte dels seus quadrats. Utilitza una funció al full de càlcul per fer les operacions.

45 Ara representa els nombres de l'1 al 10 respecte de les seves arrels quadrades. Utilitza una funció al full de càlcul per fer les operacions.

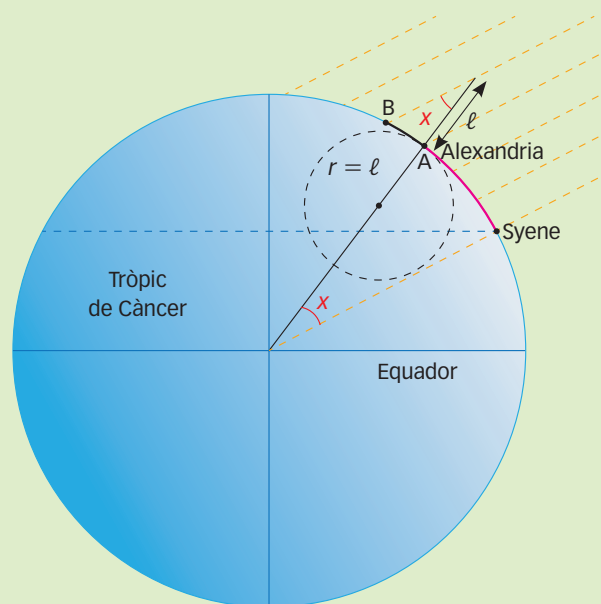
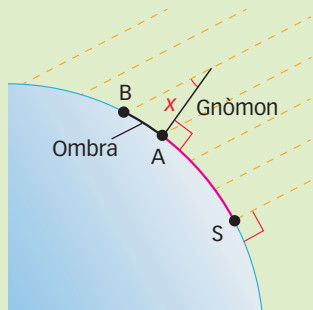
UN CAS PRÀCTIC. Anàlisi ètica. Un experiment pot ser bonic?

Al segle III aC, un acadèmic grec que es deia Eratòstenes (276-195 aC) va dur a terme el primer mesurament conegut de la mida de la Terra. [...]

Eratòstenes va partir de la suposició que la Terra era esfèrica. [...] Raonava que si la Terra era un cos petit i esfèric situat dins d'un univers immens, aleshores altres parts d'aquest, com el Sol, devien trobar-se molt lluny –tan lluny, de fet, que els seus rajos devien ser pràcticament paral·lels en tots els punts de la Terra–, i sabia, gràcies als relats de viatgers, que durant el solstici d'estiu, a la ciutat de Syene (l'actual Assuan) el Sol se situava just damunt del cap, de manera que les ombres desapareixien de qualsevol objecte vertical [...].

A més, Eratòstenes sabia que Alexandria es trobava al nord de Syene, i aproximadament sobre el mateix meridià. I [...] sabia que aquestes dues ciutats es trobaven a uns cinc mil estadis de distància [...].

Durant el solstici, quan el Sol es troba just per sobre del cap a Syene (S), les ombres desapareixen, i cauen seguint la vertical cap al centre de la Terra. Mentrestant, a Alexandria (A) les ombres cauen en la mateixa direcció perquè els rajos del Sol són paral·lels, però com que la Terra és corba, formen un petit angle que anomenarem x . Un angle petit o, dit d'una altra manera, una ombra curta (AB), indicarien una curvatura lleu, quasi plana, i una circumferència de la Terra molt gran; en canvi, un angle gran o una ombra llarga indicarien una curvatura pronunciada i una circumferència petita. [...]



El quocient entre la longitud de l'arc d'un gnòmon (la longitud de l'ombra del gnòmon) i la longitud de la circumferència al voltant del gnòmon és igual al quocient entre la distància de Syene a Alexandria (SA) i la circumferència de la Terra. Eratòstenes es va adonar que només havia de mesurar aquesta fracció per calcular la circumferència de la Terra.

Al migdia del solstici d'estiu va determinar que [l'angle format pel gnòmon i la seva ombra] corresponia a 1/50 part del cercle complet [...]. La distància entre Alexandria i Syene, per tant, era una cinquantena part de la distància total del meridià [la circumferència de la Terra]. Va multiplicar 5.000 estadis per 50 i va obtenir el valor de [40.200 km].

Font: *El prisma y el péndulo*, Robert P. Crease, Crítica

- 46 **COMPRESIÓ LECTORA.** Explica en unes quantes línies en què es va basar Eratòstenes per deduir la mida de la Terra. Quines suposicions va fer?
- 47 Fes una llista a la llibreta de totes les magnituds i unitats que apareixen al document.
- 48 Segons el text, quina influència té el fet que la curvatura de la Terra sigui més gran o més petita en les dades que es recullen a l'experiment?

- 49 El valor que s'admet per a la circumferència de la Terra actualment és de 40.000 km. Calcula:
- L'error absolut que va cometre Eratòstenes.
 - L'error relatiu de la seva mesura.
- 50 **OPINA.** Et sembla que és adequat, fer servir la paraula bonic per descriure un experiment com aquest?
- 51 Quins altres experiments coneixes que podrien merèixer el qualificatiu de *bonic*?

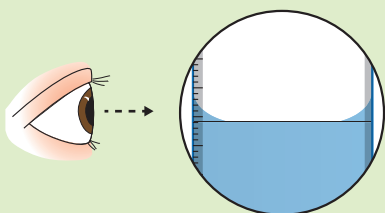


RELACIÓ ENTRE LA CONCENTRACIÓ I LA DENSITAT D'UNA SOLUCIÓ



RECORDA-HO

Observa la posició correcta per mesurar amb una proveta:

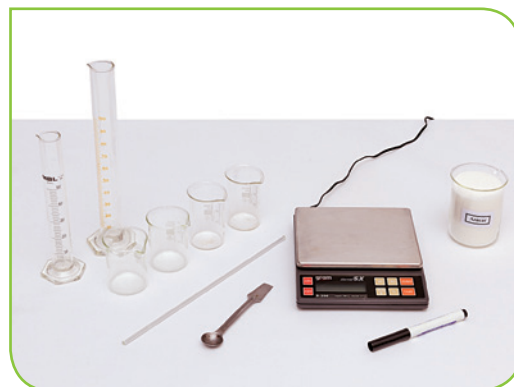


La proveta ha d'estar horitzontal, i els nostres ulls, a l'altura de la mesura.

Per estudiar la relació entre la concentració d'una solució i la seva densitat mesurarem la massa i el volum de diverses solucions amb diferents concentracions de sucre en aigua.

MATERIAL

- 4 vasos de precipitats (100 mL).
- Proveta de 100 mL.
- Proveta de 50 mL.
- Vareta agitadora.
- Espàtula.
- Balança electrònica.
- Sucre.



PROCEDIMENT

1. Marca cada vas de precipitats de 100 mL amb un número de l'1 al 4.
2. Posa un vas damunt de la balança i tara'l. Pesa dins del vas la quantitat de sucre que hi ha indicada a la taula de la pàgina següent.
3. Repeteix el pas anterior amb els altres vasos fins que en cadascun hi hagi la quantitat de sucre que li correspon.



4. Afegeix a cada vas 50 mL d'aigua mesurats amb la proveta. Remena-ho amb la vareta fins que el sucre que hi ha en cada vas quedi totalment dissolt.
5. Aboca el contingut d'un dels vasos a la proveta de 100 mL i mesura'n el volum. Escriu el resultat en el lloc adequat de la taula. Fes el mateix per a tots els vasos.

6. És possible que durant la manipulació es produeixin pèrdues de solució (per exemple, per esquitxades i altres manipulacions). Per evitar-ho, mesura directament la massa i el volum de cadascuna de les solucions que has preparat. Col·loca aquests resultats al lloc adequat de la taula i fes els càlculs necessaris per trobar les densitats de les solucions.



Resultats experimentals

Fes a la llibreta una taula similar a aquesta i anota-hi els resultats experimentals.

	Vas 1	Vas 2	Vas 3	Vas 4
Massa de sucre (g)	1	10	25	50
Massa d'aigua (g)	50	50	50	50
Massa de solució (g)				
Volum de solució (mL)				
Densitat de la solució (g/mL)				
Concentració de la solució (g/mL)				



RECORDA-HO

La densitat d'una substància és la relació entre la massa i el volum.

Per calcular-la:

$$\text{densitat} = \frac{\text{massa}}{\text{volum}}$$

La densitat de l'aigua és 1 g/mL. Per tant, els 50 mL d'aigua que hem mesurat amb la proveta equivalen a 50 g de massa:

$$1 \text{ g/mL} = \frac{\text{massa}}{50 \text{ mL}}$$

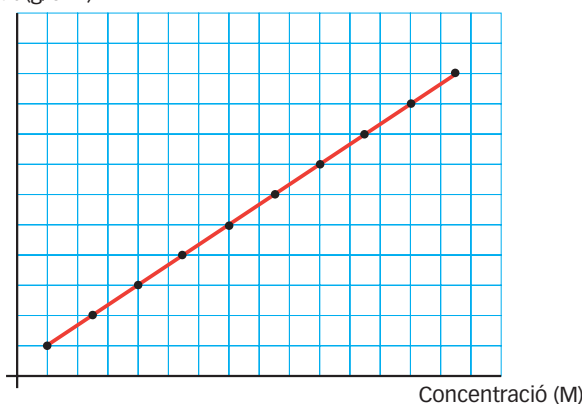
$$\text{massa} = 1 \text{ g/mL} \cdot 50 \text{ mL} = 50 \text{ g}$$

Anàlisi de les dades

Representa gràficament la densitat respecte de la concentració de la solució.

T'ha de quedar una gràfica semblant a la de la dreta.

Densitat (g/cm³)



ACTIVITATS

52 Analitza la taula de dades i la gràfica que en resulta i respon:

- Quina forma té la gràfica?
- Passa pel punt (0, 0)? Interpreta aquest fet.
- Es pot establir una relació matemàtica entre la concentració i la densitat?

53 D'aquesta experiència, en pots deduir alguna llei científica?

54 Pensa en altres variables que poden estar relacionades amb la densitat d'una solució, com la temperatura o el tipus de solut. Dissenya un experiment per analitzar cadascuna d'aquestes variables.