

**4t ESO**

Ciències de la naturalesa

# Física i química

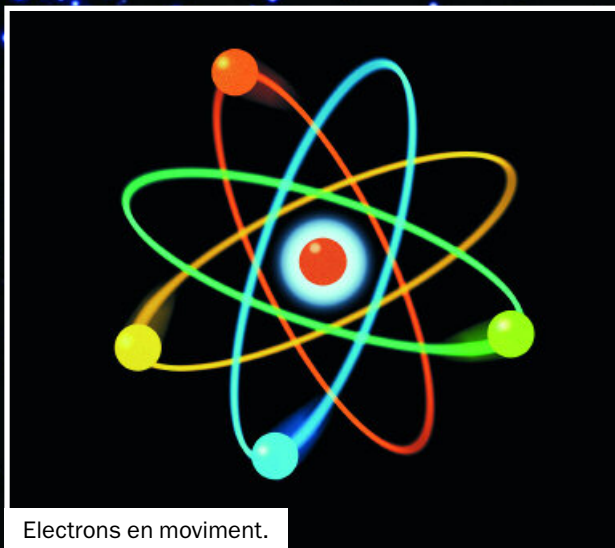
*Imma Ros  
Mariona Bassedas  
Sònia Conesa  
Marta Segura*

# Unitat 1

## Tot està en moviment!

«Doneu-me matèria i moviment i construiré l'Univers», va dir el filòsof francès del segle XVII René Descartes.

Una de les característiques més visibles del nostre Univers és el moviment. L'Univers observable conté milers de milions de galàxies, que es mouen les unes respecte de les altres. Cadascuna de les galàxies està formada per uns cent mil milions d'estrelles també en moviment continu, com els seus planetes. A una altra escala, percebem el moviment en tots els aspectes de la nostra vida quotidiana, des de l'avió que sobrevola l'aeroport fins als cotxes que circulen per l'autopista. A més profunditat, també trobem l'incansable moviment de les molècules, els àtoms i els electrons. Hi ha moviments de tot tipus: ràpids, lents, amb velocitat constant o amb acceleració, moviments rectilinis i circulars, i d'altres més complexos. En aquesta unitat estudiarem els diversos tipus de moviments i aprendrem com representar-los i interpretar-los mitjançant equacions i gràfics. A partir d'ara ens endinsem en l'estudi d'un món sorprenent, on tot està en moviment!

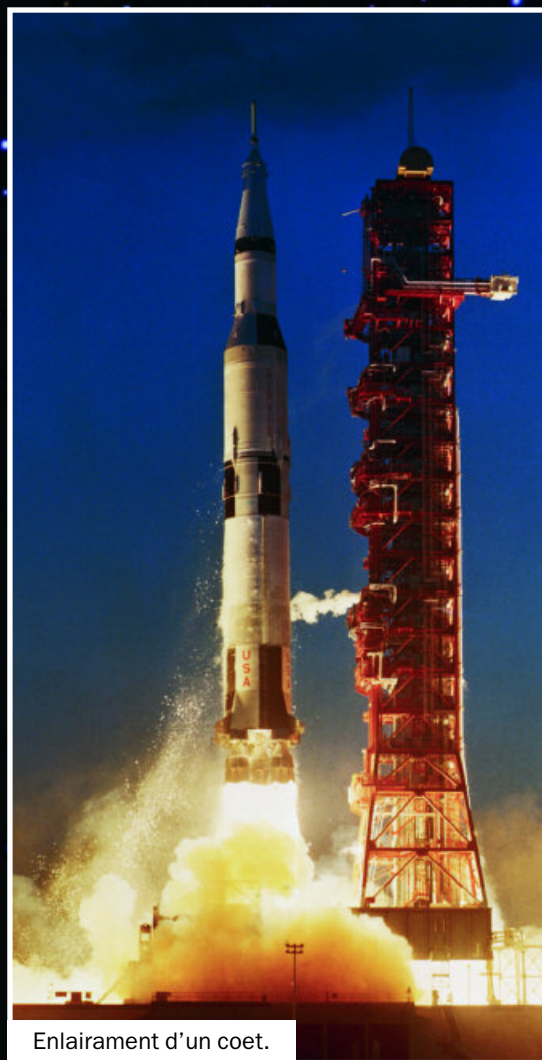


Electrons en moviment.

8

### PARAULES CLAU

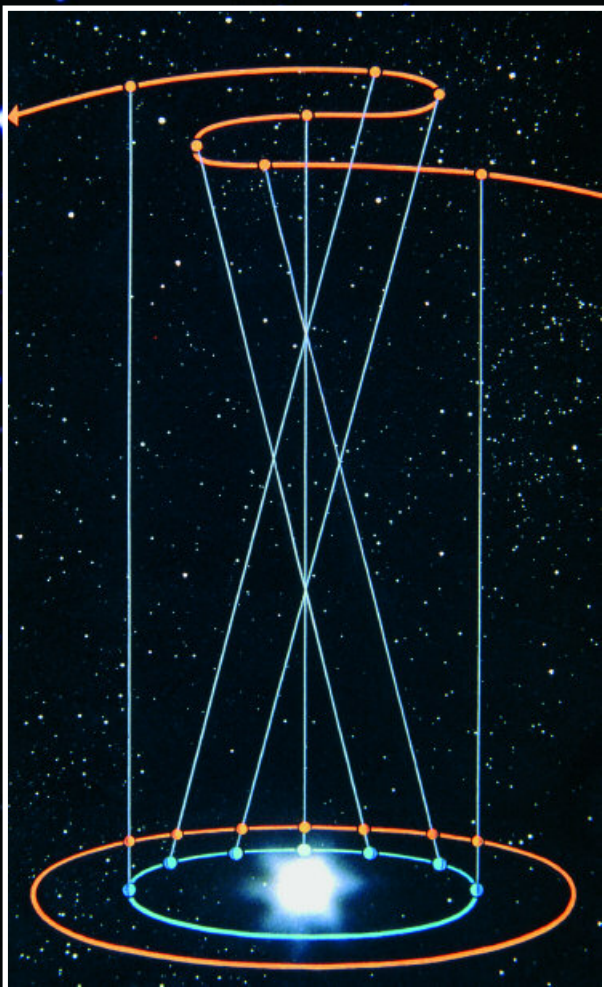
moviment  
trajectòria  
desplaçament  
espai recorregut  
velocitat  
acceleració  
moviment rectilini



Enlairament d'un coet.



Tren d'alta velocitat.



Moviment retrògrad del planeta Mart, representat, en la imatge, per l'òrbita de color vermell (la de la Terra està representada pel color blau).

**OBJECTIUS DIDÀCTICS:**

1. Raonar la importància de l'existència d'un sistema de referència quan estudiem qualsevol moviment.
2. Definir una sèrie de noves magnituds: trajectòria, desplaçament, espai recorregut, velocitat i acceleració.
3. Estudiar el moviment rectilini uniforme (MRU) i el moviment rectilini uniformement accelerat (MRUA), així com un cas particular de l'MRUA: la caiguda lliure.
4. Valorar les representacions gràfiques com una eina necessària per a l'estudi dels moviments.

# Unitat 1

## 1. El moviment

Per entendre el món que ens envolta ens cal conèixer el concepte de *moviment*. La **cinemàtica** és la part de la física que s'encarrega d'estudiar i descriure el moviment.

### 1.1. Es mou o no es mou?

No és fàcil definir què és el moviment. Què podem respondre a la pregunta «Es mou o no es mou el llibre que estem llegint ara mateix?». És evident que per a nosaltres no es mou, però des del punt de vista d'un observador situat en un planeta des d'on es pugui veure la Terra en moviment, direm que sí que es mou.

Si ens hi fixem, les dues respostes depenen d'un punt que hem escollit com a fix. Si establim la nostra classe com a punt fix, diem que el llibre no es mou; si el punt fix és el planeta des d'on es veu la Terra, direm que el llibre sí que es mou.

De tot això, en podem concloure que un objecte es mou o no es mou segons el punt des d'on l'estiguem observant.

10



*Si considerem com a punt fix la Lluna i observem des d'allà el llibre situat al planeta Terra, direm que el llibre es troba en moviment, ja que la Terra també es mou.*

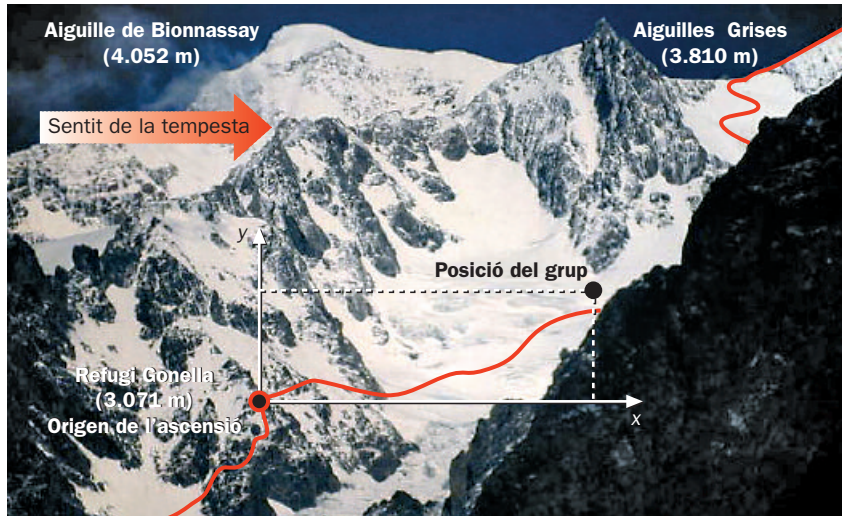
### 1.2. Un element imprescindible: el sistema de referència

Quan estudiem un moviment hem de tenir clar respecte a quin cos o quin conjunt de cossos en repòs estudiem el moviment del cos mòbil.

Imaginem-nos la situació següent: un grup d'excursionistes han organitzat una ascensió al Mont Blanc. El mateix dia que els alpinistes inicien l'ascens del pic més alt de l'Europa occidental, un amic del cap de l'expedició, encarregat d'informar-los dels canvis climàtics des de Barcelona, s'assabenta que hi haurà tempestes de neu molt fortes en certs punts del massís. L'amic es posa en contacte amb el cap de l'expedició per avisar de les noves previsions del temps, però aleshores sorgeix un greu problema!

Quan l'amic comunica les coordenades dels punts negres de la muntanya respecte al punt de partida dels alpinistes, al cap de l'expedició no li resulta de gran ajuda, ja que no sap quina és la seva posició a la muntanya.

De segur que si el cap d'expedició sabés la seva posició respecte al refugi des d'on han començat a caminar, podria constatar si realment es troba en un punt crític de la muntanya i, per tant, reular, o bé si pot seguir endavant sense córrer cap risc.



*Base del Mont Blanc, amb el refugi des d'on els excursionistes han iniciat l'ascens. El grup d'excursionistes realment es troba en un punt crític de la muntanya!*

En tot problema de física necessitem un punt fix, que anomenem **origen de referència**, per poder definir la posició d'un cos. En la situació anterior, un possible punt d'origen de referència podria ser el punt des d'on els excursionistes han començat a caminar.

La posició d'un cos només té significat si es defineix en relació amb un altre cos o amb altres cossos, que constitueixen el que anomenem **sistema de referència**.

Cal fer notar que l'elecció del punt d'origen de referència no és arbitrària, sinó que habitualment s'agafa algun punt que permeti descriure els moviments fàcilment.

Així, doncs, podem descriure el **moviment** com la variació de la posició d'un cos respecte a un origen de referència.

**PARAULES CLAU**

moviment

**A C T I V I T A T S**

**1.1.** Digues com donaries la posició:

- a) D'un futbolista en possessió de la pilota.
- b) D'un avió que sobrevola París.
- c) Del tren d'alta velocitat que fa el trajecte Madrid-Sevilla.

**1.2.** Explica quin sistema de referència és l'adequat per estudiar el moviment que fa el guix quan algú escriu a la pissarra.

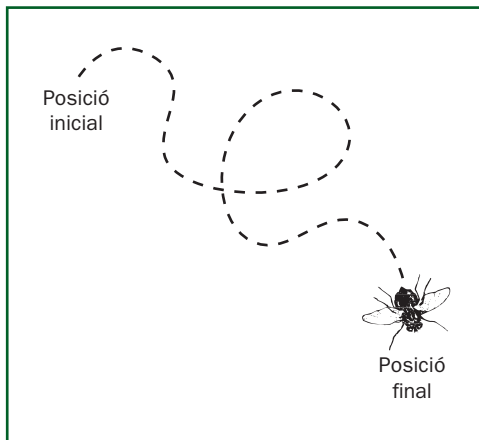
## 2. La trajectòria

Observa el dibuix: la línia negra correspon al camí que segueix una mosca des que comença a moure's fins que s'atura. En física, aquesta línia que descriu un cos mòbil en l'espai s'anomena **trajectòria**.

En aquest exemple la trajectòria és molt irregular, però hi ha altres casos més simples, com el de la trajectòria que segueix un cotxe al llarg d'una línia recta; aleshores diríem que la **trajectòria és rectilínia**. O els compartiments d'una roda d'un parc d'atraccions, que segueixen una circumferència; en aquests cas es tractaria d'una **trajectòria circular**.

### PARAULES CLAU

trajectòria



Trajectòria que segueix una mosca.



Un avió en moviment que aterra a l'aeroport segueix al llarg de tot el procés d'aterratge una trajectòria rectilínia.

12



Els compartiments de la famosa Millennium Wheel de Londres (Regne Unit) segueixen una trajectòria curvilínia.

Quan la trajectòria que segueix un cos mòbil és rectilínia, parlem de **moviment rectilini**, mentre que quan la trajectòria és circular, parlem de **moviment circular**.

### ACTIVITATS

**1.3.** Digues un cas real de moviment amb trajectòria rectilínia, un altre amb trajectòria circular i un altre amb trajectòria parabòlica.

**1.4.** Dibuixa la trajectòria que has de fer per anar de la teva classe al pati de l'escola.

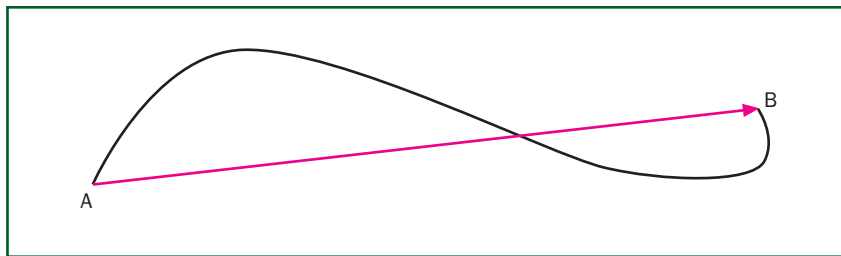
### 3. Magnituds bàsiques per descriure el moviment

Qüestions com «Quina marca ha fet?», «Quina acceleració ha assolit en el minut quatre?», «Quina distància ha recorregut des que ha començat la cursa?» o «A quina velocitat va?» són molt habituals en el món de l'esport. La resposta a aquestes preguntes ens facilita informació sobre l'activitat esportiva que s'està portant a terme: la velocitat, el temps, la longitud, etc.

Per descriure el moviment necessitem una sèrie de magnituds, que són el desplaçament i l'espai recorregut, la velocitat i l'acceleració.

#### 3.1. Desplaçament

El **desplaçament** és la distància que hi ha entre la posició inicial i la posició final d'un mòbil. La representació d'aquesta magnitud correspon a la línia recta que uneix les posicions inicial i final.



L'expressió matemàtica que es fa servir per calcular el desplaçament és:

$$\Delta s = s_{\text{final}} - s_{\text{inicial}}$$

Habitualment, per representar la posició inicial farem servir la notació  $s_0$  i per representar la posició final,  $s$ .

#### Activitat resolta

Considerem un motorista que es mou sobre una recta partint de l'origen de coordenades. Al cap d'un cert temps es trobarà a la posició  $x = 1.000 \text{ m}$ . Calcula el desplaçament del motorista:

- Si es mou des de l'origen cap a la dreta.
- Si es mou des de l'origen cap a l'esquerra.

a) En aquest cas el desplaçament és  $\Delta x = x - x_0 = 1.000 \text{ m} - 0 \text{ m} = 1.000 \text{ m}$

b) En aquest cas el desplaçament és  $\Delta x = x - x_0 = -1.000 \text{ m} - 0 \text{ m} = -1.000 \text{ m}$

Si el motorista es desplaça des de l'origen cap a l'esquerra fins a una posició de  $1.000 \text{ m}$ , aquesta l'hauriem de considerar negativa.

El desplaçament pot ser **positiu** o **negatiu**. El signe indica únicament el **sentit** del moviment.

#### PER SABER-NE MÉS

És costum emprar la lletra grega  $\Delta$  (delta majúscula) per indicar la variació o increment d'una magnitud.

#### PARAULES CLAU

desplaçament

*El traç de color lila que uneix les posicions inicial i final correspon al desplaçament.*

#### RECORDA

Si el moviment té lloc al llarg d'una recta, la posició del mòbil la podem representar mitjançant la coordenada  $x$ . Per tant, l'expressió del desplaçament es redueix a l'expressió  $\Delta x = x - x_0$ .

## 3.2. Espai recorregut

L'espai recorregut és la distància que ha recorregut un mòbil sobre la seva trajectòria. El representem per la lletra  $e$ , però per al moviment rectilini substituïm la lletra  $e$  per la coordenada  $x$ , ja que treballarem sobre l'eix de les abscisses.

### PARAULES CLAU

espai recorregut  
velocitat

### Activitat resolta

Calcula el desplaçament i l'espai recorregut en els casos següents:

- Un mòbil que gira al voltant del centre d'una circumferència de radi 20 m i hi fa una volta completa.
- Un ciclista que parteix de l'origen de referència i es desplaça cap a la dreta fins a una distància de 300 m.

*a) Si el desplaçament correspon a la distància final menys la distància inicial, per a aquest cas particular serà zero perquè el mòbil parteix i arriba al mateix punt en completar una volta.*

*L'espai recorregut correspon a la distància que ha recorregut el mòbil sobre la seva trajectòria. Com que, en aquest cas, la trajectòria correspon a una circumferència, l'espai recorregut serà la longitud de la circumferència, és a dir,  $e = 2\pi \cdot r$ . Substituint els valors numèrics tenim que l'espai recorregut val  $e = 2 \cdot 3,14 \cdot 20 \text{ m} = 125,60 \text{ m}$ .*

*b) El desplaçament serà  $\Delta s = s - s_0 = 300 \text{ m} - 0 \text{ m} = 300 \text{ m}$ . L'espai recorregut serà el mateix, ja que el ciclista ha recorregut al llarg d'una trajectòria rectilínia una distància de 300 m.*



14

## 3.3. Velocitat

Si observem una cursa d'atletes, una cursa de cotxes, una cursa de motos o, simplement, la gent que passeja per la rambla d'un poble o ciutat, veurem que hi ha mòbils o vianants que es mouen d'una manera més ràpida que d'altres, és a dir, que triquen menys temps a recórrer una mateixa distància. La magnitud que relaciona la distància amb el temps i que mesura el grau de rapidesa és la **velocitat**.

### RECORDA

Les unitats en què expressem la velocitat o el temps són diverses. Sovint la velocitat ve expressada en km/h, tal com ens indica, per exemple, el velocímetre d'un cotxe. Recordem que en física els resultats s'expressen mitjançant les unitats del Sistema Internacional. Cal emprar els factors de conversió per dur a terme un canvi d'unitats. Per exemple:

a)  $72 \text{ km/h} \rightarrow \text{m/s}$

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

b)  $120 \text{ h} \rightarrow \text{s}$

$$120 \text{ h} \cdot \frac{3.600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 432.000 \text{ s}$$





## Velocitat mitjana

La **velocitat mitjana** es defineix com el quocient entre el desplaçament  $\Delta s$  d'un mòbil i el temps que ha transcorregut. L'expressió matemàtica que ens permet calcular-la és:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

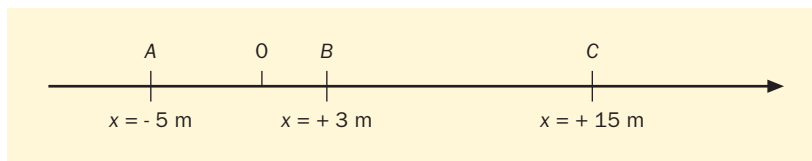
Les unitats en el Sistema Internacional són els m/s.

Quan treballem amb moviments rectilinis l'expressió anterior la podem escriure així:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

### Activitat resolta

Al gràfic següent hi ha indicades les diferents posicions del recorregut d'un cotxe que surt del punt A ( $t = 0$  s), passa pel punt B ( $t = 8$  s), pel C ( $t = 9,5$  s) i després torna enrere. Calcula les velocitats mitjanes corresponents als desplaçaments: a) entre el punt A i B; b) entre A i C; c) entre C i B.



a) El desplaçament de A - B és  $\Delta s = s_B - s_A = 3 \text{ m} - (-5 \text{ m}) = 8 \text{ m}$  i es fa en 8 s. Per tant, la velocitat mitjana ve donada per

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{8 \text{ m}}{8 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$$

b) El desplaçament de A - C és  $\Delta s = s_C - s_A = 15 \text{ m} - (-5 \text{ m}) = 20 \text{ m}$  i es fa en 9,5 s. Per tant, la velocitat mitjana ve donada per

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{20 \text{ m}}{9,5 \text{ s}} = 2,1 \text{ m/s}$$

c) El desplaçament de C - B és  $\Delta s = s_B - s_C = 3 \text{ m} - (15 \text{ m}) = -12 \text{ m}$  i es fa en 1,5 s. Per tant, la velocitat mitjana ve donada per

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{-12 \text{ m}}{1,5 \text{ s}} = -8 \text{ m/s}$$

La velocitat pot ser positiva o negativa, però aquest signe només ens indica el sentit del moviment. Quan el desplaçament té lloc a la dreta de l'origen (sentit positiu), la velocitat mitjana resulta positiva, i quan el moviment es produeix cap a l'esquerra de l'origen del sistema (sentit negatiu), la velocitat resulta negativa. El signe que pren la velocitat ve determinat pel sistema de referència escollit.

### PER SABER-NE MÉS

L'animal corredor més ràpid del món és el lleopard, que pot assolir velocitats superiors als 100 km/h.



# Unitat 1

## Velocitat instantània

Imaginem la situació següent: un ciclista va d'Àreu a Andorra, passant per la vall de Tor, a una velocitat mitjana de 42 km/h. Segur que al llarg del recorregut s'ha trobat trams de pujada i de baixada. És evident que en trams de pujada el ciclista no va a la mateixa velocitat que en trams de baixada, i és clar que el ciclista té una velocitat determinada en cada instant de temps, és a dir, en cada punt de la trajectòria. Aquesta velocitat s'anomena **velocitat instantània** d'un mòbil. La velocitat instantània es representa mitjançant la lletra  $v$ , i les seves unitats en el Sistema Internacional són els m/s.

Sempre que ens donin la velocitat d'un cos sense especificar-ne el tipus, es tracta de la velocitat instantània, que és amb la qual treballarem en la majoria dels problemes d'aquest curs.

## PER SABER-NE MÉS

La velocitat que ens indica el velocímetre d'un cotxe, una moto o una bicicleta correspon a la velocitat instantània.

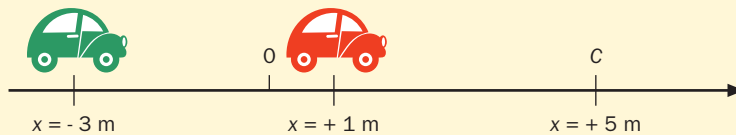


16

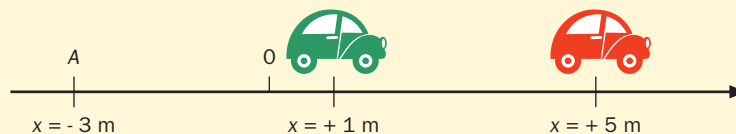
## Activitat resolta

Fixa't en el dibuix: quin dels dos cotxes circula a una velocitat més alta?

En l'instant  $t = 0$  s



En l'instant  $t = 5$  s



Calculem la velocitat mitjana per a cadascun dels cotxes:

Per al cotxe de color verd,

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{+1 \text{ m} - (-3 \text{ m})}{5 \text{ s}} = 0,8 \text{ m/s}$$

Per al cotxe de color vermell,

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{+5 \text{ m} - (1 \text{ m})}{5 \text{ s}} = 0,8 \text{ m/s}$$

A primera vista ens pot semblar que el cotxe vermell va més ràpid que el cotxe verd, però gràcies a la informació que ens aporta la velocitat mitjana podem deduir que els dos cotxes circulen a la mateixa velocitat.

## ACTIVITATS

**1.5.** Entre els instants 4 i 8 segons un mòbil passa de la posició 50 m a la de 150 m. Calcula'n la velocitat mitjana.

**1.6.** A quina velocitat va un mòbil en l'instant 30 s, si ha recorregut una distància de 1.200 m?

### 3.4. Acceleració

Imaginem que un cotxe està aturat davant d'un semàfor en vermell. Si ens fixem en el velocímetre, indica 0 km/h. En l'instant d'arrencar, l'agulla del velocímetre comença a moure's, indicant que la velocitat va augmentant. Aquest ritme de variació de la velocitat, tant si augmenta com si disminueix, en cada instant de temps, és l'**acceleració**.

#### Acceleració mitjana

L'**acceleració mitjana** és el quocient entre l'increment que ha experimentat la velocitat  $\Delta v$  i l'interval de temps que s'hi ha invertit  $\Delta t$ . L'expressió matemàtica que ens permet calcular-la és:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Les unitats en el Sistema Internacional per a l'acceleració són els  $m/s^2$ .

#### PARAULES CLAU

acceleració

#### Activitat resolta

Calcula l'acceleració mitjana d'un cotxe que circula a 120 km/h i que redueix la seva velocitat a 60 km/h en 10 segons per la proximitat d'un tram d'obres.



La variació de la velocitat és  $\Delta v = 60 \text{ km/h} - 120 \text{ km/h} = -60 \text{ km/h}$

Recordem que en el Sistema Internacional d'unitats treballem amb m/s, per tant,

$$60 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}} \cdot \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 16,67 \text{ m/s}$$

L'acceleració mitjana la podem calcular mitjançant l'expressió

$$a_m = \frac{-16,67 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = -1,67 \text{ m/s}^2$$

El signe negatiu ens indica que el cotxe està desaccelerant.

#### Acceleració instantània

L'**acceleració instantània** es defineix com l'acceleració d'un mòbil en cada instant de temps. Es representa amb la lletra  $a$ , i les seves unitats en el Sistema Internacional són els  $m/s^2$ .

#### ACTIVITATS

**1.7.** Entre els instants 5 i 10 segons un mòbil passa de tenir una velocitat de 30 km/h a una velocitat de 50 km/h. Calcula'n l'acceleració mitjana i dona el resultat en unitats del Sistema Internacional.

**1.8.** Calcula l'acceleració que té una motocicleta que circula a una velocitat de 20 km/h en l'instant 5 segons.

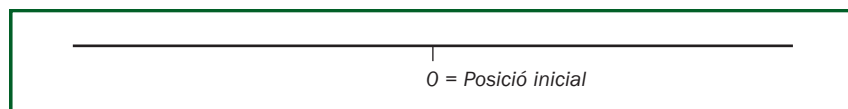
## 4. Moviments rectilinis

Els moviments que tenen com a trajectòria una línia recta s'anomenen **moviments rectilinis**. A partir d'ara, per descriure qualsevol moviment, primer de tot ens caldrà un sistema de referència.

Però, quin sistema de referència és el més adequat? Si el moviment és al llarg d'una línia recta, el sistema de referència més adequat serà una recta, ja que podrem descriure més fàcilment els punts de l'espai pels quals ha passat. L'origen de referència, el punt del qual ha partit el mòbil, es representa per la lletra  $O$ .

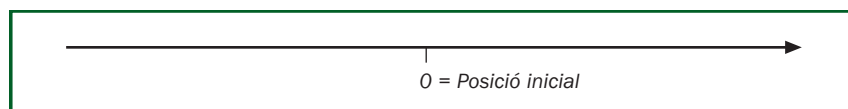
### PARAULES CLAU

moviment rectilini



Si el mòbil parteix de l'origen, pot desplaçar-se cap a la dreta o bé cap a l'esquerra. Les posicions que queden a la dreta de l'origen tenen un valor numèric positiu i les que queden a l'esquerra tenen un valor numèric negatiu. El sistema de referència que emprarem en la majoria dels problemes serà:

18



*La fletxa indica que cap a la dreta de l'origen les posicions tenen un valor positiu.*

Si la **velocitat** del mòbil que descriu una trajectòria rectilínia es manté **constant**, és a dir, pren el mateix valor per a cada instant de temps, aleshores parlarem de **moviment rectilini uniforme (MRU)**.

Si el que es manté **constant** al llarg del moviment rectilini és l'**acceleració**, és a dir, si el valor numèric de la velocitat varia al llarg del temps, aleshores parlem de **moviment rectilini uniformement accelerat (MRUA)**.

### PER SABER-NE MÉS

Fins fa relativament poc temps, cada país podia tenir el seu propi sistema d'unitats, és a dir, les seves pròpies maneres de mesurar les magnituds físiques. Per exemple, encara avui dia els anglesos fan servir la lliura per mesurar pesos i els peus per mesurar distàncies.

L'any 1960 la comunitat internacional va decidir unificar els sistemes de mesures en l'anomenat Sistema Internacional (SI), basat en el metre (m) com a unitat de longitud, el quilogram (kg) com a unitat de massa i el segon (s) com a unitat de temps. A partir d'aquestes unitats se'n poden construir d'altres per les mateixes magnituds, com el quilòmetre (km), o es poden combinar per expressar diferents magnituds físiques, com la velocitat (m/s). Altres unitats del SI són l'ampere (A) com a unitat d'intensitat elèctrica, el kelvin (K) com a unitat de temperatura i el mol (mol) com a unitat de quantitat de substància.

## 4.1. Moviment rectilini uniforme (MRU)

Observa la taula de dades numèriques de la dreta amb les posicions que pren un mòbil i els corresponents instants de temps. Recorda que hem de treballar amb les unitats del Sistema Internacional.

Quina regularitat podem deduir a partir de la taula? Podem veure que cada 2 segons el mòbil avança 10 metres; per tant, hi ha una relació entre el temps transcorregut i la posició del mòbil.

Per estudiar el moviment d'aquest mòbil mitjançant les dades numèriques que tenim, podem emprar una eina matemàtica molt efectiva: la representació gràfica. Podem representar el moviment en un sistema d'eixos de coordenades que tingui el temps com a abscissa i l'espai com a ordenada.

Calculem la velocitat mitjana per a uns quants intervals de temps:

a) Entre  $t = 2 \text{ s}$  i  $t = 4 \text{ s}$ ,

$$v = \frac{20 \text{ m} - 10 \text{ m}}{4 \text{ s} - 2 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$$

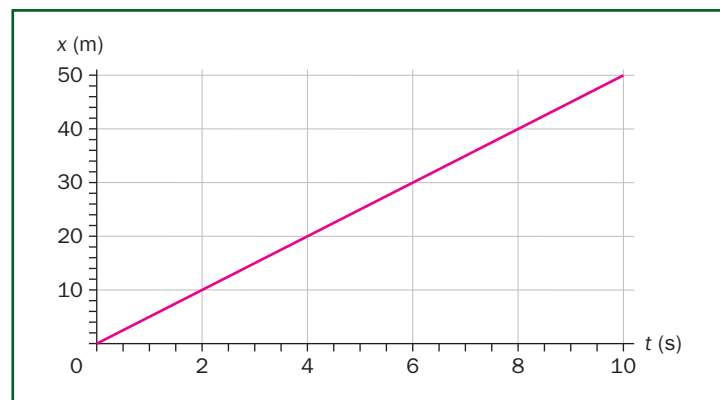
b) Entre  $t = 4 \text{ s}$  i  $t = 6 \text{ s}$ ,

$$v = \frac{30 \text{ m} - 20 \text{ m}}{6 \text{ s} - 4 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$$

c) Entre  $t = 6 \text{ s}$  i  $t = 8 \text{ s}$ ,

$$v = \frac{40 \text{ m} - 30 \text{ m}}{8 \text{ s} - 6 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$$

t (s)	x (m)
0	0
2	10
4	20
6	30
8	40
10	50



La velocitat instantània és la mateixa al llarg del moviment, és a dir, es manté constant. En aquest cas direm que es tracta d'un moviment uniforme. Si, a més a més, aquest moviment es fa en línia recta, parlarem de moviment rectilini uniforme (MRU).

### Equació de l'MRU

L'equació que ens relaciona les tres magnituds –espai, velocitat i temps– que ens permeten descriure aquest moviment la podem extreure de la definició de la velocitat mitjana:

$$v_m = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

Habitualment l'escrivim

$$x = x_0 + v \cdot (t - t_0)$$

on hem aïllat  $v$  de l'expressió de la velocitat mitjana.

Aquesta és l'equació que descriu l'MRU. Com que la velocitat es manté constant, la representarem amb la lletra  $v$ , en comptes d'escriure cada vegada  $v_m$ .

## Activitat resolta

Quina distància recorre un mòbil en 6 min si la seva velocitat mitjana és de 90 km/h?

Primer de tot passem totes les dades numèriques de l'enunciat al Sistema Internacional:

$$6 \text{ min} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 360 \text{ s}$$
$$90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}} = 25 \text{ m/s}$$

Identifiquem que es tracta d'un moviment rectilini uniforme, ja que el mòbil té una velocitat constant de 25 m/s.

Per trobar la distància que recorre el mòbil només ens cal substituir les dades numèriques de l'enunciat a l'equació del moviment corresponent al moviment rectilini uniforme (MRU):

$$x = x_0 + v \cdot (t - t_0)$$
$$x = 0 \text{ m} + 25 \text{ m/s} \cdot 360 \text{ s} = 9.000 \text{ m}$$

El mòbil recorre 9.000 m en 360 s a una velocitat constant de 25 m/s.

## 4.2. Moviment rectilini uniformement accelerat (MRUA)

Si el moviment té lloc al llarg d'una línia recta i l'acceleració del mòbil és la mateixa durant tot el moviment, parlem de moviment rectilini uniformement accelerat (MRUA).

### Equacions de l'MRUA

Com hem fet en l'apartat anterior, necessitem les equacions del moviment per descriure'l. Una de les equacions que descriuen aquest moviment és la de l'acceleració mitjana:

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

Habitualment l'escrivim d'aquesta manera:

$$v = v_0 + a \cdot (t - t_0)$$

És clar que només amb aquesta equació no tenim tot el moviment descrit. Ens cal una altra equació que ens permeti calcular l'espai recorregut:

$$x = x_0 + v_0 \cdot (t - t_0) + \frac{1}{2} \cdot a \cdot (t - t_0)^2$$

## PER SABER-NE MÉS

El cotxe supersònic *Thrust* va ser el primer vehicle terrestre a superar la velocitat del so. El 15 d'octubre de 1997, al desert de Black Rock (Estats Units), els seus motors de reacció, procedents d'avions de combat, el van accelerar fins a una velocitat màxima de 1.228 quilòmetres per hora. Per frenar va fer servir un paraigua que va sortir del darrere de l'aparell.



### Activitat resolta

Una moto accelera des del repòs amb una acceleració constant de  $10 \text{ m/s}^2$ .

Calcula:

- La velocitat de la moto al cap de 6 s.
- La distància que recorre en aquests 6 s.

*Identifiquem el tipus de moviment: correspon a un MRUA, ja que el motorista porta, al llarg del seu recorregut, una acceleració constant de  $10 \text{ m/s}^2$ .*

*a) Podem calcular la velocitat mitjançant l'equació*

$$v = v_0 + a \cdot (t - t_0)$$

*fent que  $v_0 = 0 \text{ m/s}$  perquè parteix del repòs,*

$$v = 0 \text{ m/s} + 10 \text{ m/s}^2 \cdot 6 \text{ s} = 60 \text{ m/s}$$

*b) La distància recorreguda al cap de 6 s la podem calcular a partir de l'equació*

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot (t - t_0)^2$$

$$x = 0 \text{ m} + 0 \text{ m/s} \cdot 6 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot (6 \text{ s})^2 = 180 \text{ m}$$

En resum, les equacions que ens descriuen els moviments rectilinis són les següents:

Per a l'MRU, en el qual la velocitat és constant al llarg de tot el moviment:

$$x = x_0 + v \cdot (t - t_0)$$

Per a l'MRUA, en el qual l'acceleració és constant al llarg de tot el moviment:

$$x = x_0 + v \cdot (t - t_0) + \frac{1}{2} \cdot a \cdot (t - t_0)^2$$

$$v = v_0 + a \cdot (t - t_0)$$

Podem pensar: «Quantes equacions són necessàries per descriure els diferents moviments?».

Haurem de plantejar tantes equacions com magnituds variïn al llarg del moviment. Per exemple, per a l'MRU la velocitat pren el mateix valor al llarg de tot el moviment i, per tant, no necessitem cap equació que ens descrigui la forma en què varia la velocitat en funció del temps: en tenim prou amb una equació que ens permeti calcular les posicions.

Per a l'MRUA les magnituds que prenen valors diferents al llarg del moviment són l'espai i la velocitat i, per tant, necessitarem dues equacions: una que ens permeti calcular les posicions i l'altra, les velocitats.

### RECORDA

**Equacions per a l'MRU (velocitat constant):**

$$x = x_0 + v \cdot (t - t_0)$$

**Equacions per a l'MRUA (acceleració constant):**

$$x = x_0 + v \cdot (t - t_0) + \frac{1}{2} \cdot a \cdot (t - t_0)^2$$

$$v = v_0 + a \cdot (t - t_0)$$

## 4.3. Exemple de MRUA: la caiguda lliure

La **caiguda lliure** correspon a un MRUA al llarg de l'eix de les ordenades. L'estudi d'aquest moviment és similar al de l'MRUA, amb l'única particularitat que l'acceleració, en el cas de la caiguda lliure, correspon a l'acceleració de la gravetat:  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

Les equacions que descriuen aquest moviment són:

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot (t - t_0)^2$$

$$v = v_0 + g \cdot (t - t_0)$$

Són les mateixes equacions que hem fet servir fins ara, on descriurem la posició mitjançant la  $y$ , ja que el moviment té lloc al llarg de l'eix de les ordenades.

### Activitat resolta

Una pilota cau d'un terrat des d'una alçària de 50 m. Calcula el temps que trigarà a caure i la velocitat amb què arribarà a terra.

a) Calculem el temps que trigarà la pilota a arribar a terra:

$$y = y_0 + v_0 \cdot (t - t_0) + \frac{1}{2} \cdot g \cdot (t - t_0)^2$$

Si és possible, s'elegeix l'instant inicial  $t_0 = 0 \text{ s}$ .

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

on les dades numèriques són:  $y = 0$ ;  $y_0 = 50 \text{ m}$ ;  $v_0 = 0 \text{ m/s}$ ;  $g = -9,8 \text{ m/s}^2$ . És important fixar-se en el signe de l'acceleració de la gravetat, que és negatiu, perquè nosaltres hem escollit un sistema de referència en què el sentit en el qual ens allunyem de la terra és positiu i el sentit en què ens hi apropem és negatiu. Substituïm les dades:

$$0 = 50 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot (-9,8 \text{ m/s}^2) \cdot t^2$$

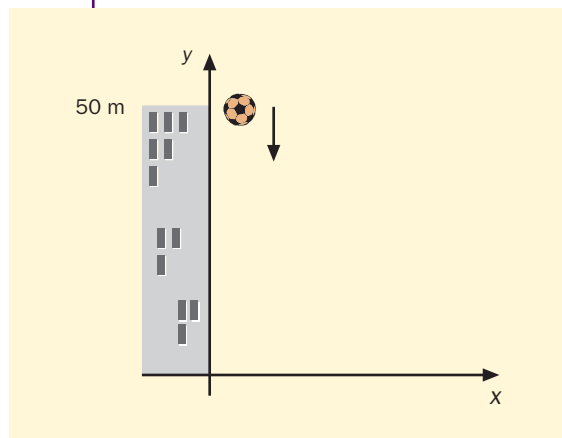
$$t = \sqrt{\frac{100}{9,8}} = 3,2 \text{ s}$$

b) Per calcular la velocitat de la pilota quan arribi a terra emprarem l'equació que ens descriu com evoluciona la velocitat al llarg del temps:

$$v = v_0 + g \cdot (t - t_0)$$

Substituïm les dades:

$$v = -9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 3,2 \text{ s} = -31,4 \text{ m/s}$$





### Activitat resolta

Des d'una finestra d'un col·legi, a 25 m d'altura respecte al terra, es deixa caure un quadern. Al mateix temps, des de terra, es llança verticalment cap amunt un bolígraf amb una velocitat inicial de 20 m/s. Calcula:

- La posició dels dos objectes quan es troben.
- El temps que trigaran a trobar-se.

*Tant el moviment del quadern com el moviment del bolígraf corresponen a un MRUA d'acceleració  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Les equacions que descriuen el moviment de cadascun dels objectes són:*

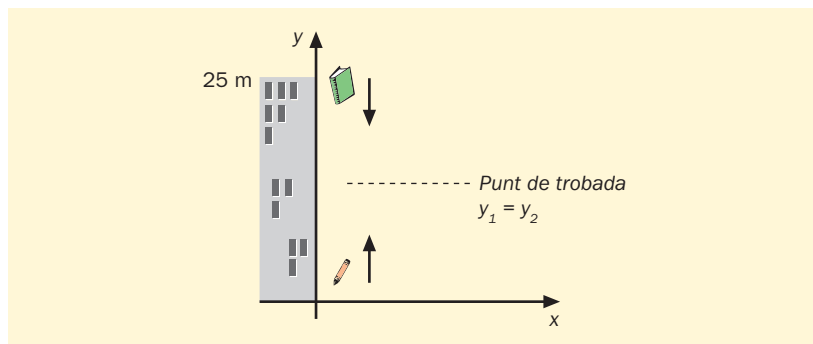
*Per al quadern,*

$$y_1 = y_{01} + v_{01} \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \rightarrow y_1 = 25 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot (-9,8 \text{ m/s}^2) \cdot t^2$$

*Per al bolígraf,*

$$y_2 = y_{02} + v_{02} \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \rightarrow y_2 = 20 \text{ m/s} \cdot t + \frac{1}{2} \cdot (-9,8 \text{ m/s}^2) \cdot t^2$$

*Hem emprat subíndexs per distingir les variables de cada objecte. Fixa't en el dibuix:*



*Quan els dos objectes es troben es verifica la condició  $y_1 = y_2$ , és a dir, les posicions finals coincideixen. Si igualem les dues equacions tenim,*

$$y_1 = y_2 \rightarrow 25 - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot t^2 = 20 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot t^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow 25 = 20 \cdot t \rightarrow t = \frac{25}{20} = 1,25 \text{ s}$$

*Substituïm l'instant de trobada en una de les dues equacions, per exemple la del quadern:*

$$y_1 = y_2 \rightarrow y_1 = 25 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot (-9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (1,25)^2 = 17,34 \text{ m}$$

*Si haguéssim substituït el temps en l'equació del bolígraf ens hauria donat el mateix, ja que hem imposat des del principi la condició  $y_1 = y_2$ .*

## 5. Representació gràfica del moviment

Tal com veurem en algun dels exemples que descriurem a continuació, utilitzarem els gràfics com un element més del llenguatge científic per descriure i estudiar un moviment.

Un dels exercicis més habituals en el laboratori és la construcció de gràfics a partir d'un conjunt de dades experimentals obtingudes de l'observació del moviment. A partir de la representació gràfica d'aquestes dades podem extreure conclusions sobre les mateixes dades i identificar el tipus de moviment que estem estudiant.

### 5.1. Gràfics de l'MRU

Per representar el gràfic posició-temps, posarem les posicions en l'eix de les ordenades (l'eix  $y$ ) i els temps en l'eix de les abscisses (l'eix  $x$ ).

#### Gràfic posició-temps

L'equació del moviment que ens interessa representar és:

$$x = x_0 + v \cdot t$$

24

Recordant algunes nocions de matemàtiques, podem extreure la informació següent: correspon a l'equació d'una recta de pendent, la velocitat del mòbil és  $v$  i, d'ordenada a l'origen, la posició inicial és  $x_0$ .

Suposem que l'expressió de l'equació del moviment d'un mòbil és  $x = 5 + 2 \cdot t$  i la volem representar gràficament.

Primer de tot hem de construir una taula de dades, en la qual expressarem la relació existent entre el temps i la posició d'un mòbil.

Mitjançant l'equació del moviment, calcularem els diferents valors de la posició. Per exemple, per a  $t = 0$  s la posició pren el valor numèric  $x(t = 0 \text{ s}) = 5 + 2 \cdot 0 = 5$  m; per a  $t = 5$  s tenim  $x(t = 5 \text{ s}) = 5 + 2 \cdot 5 = 15$  m; i així fins que tinguem un conjunt de dades numèriques suficients per elaborar el gràfic.

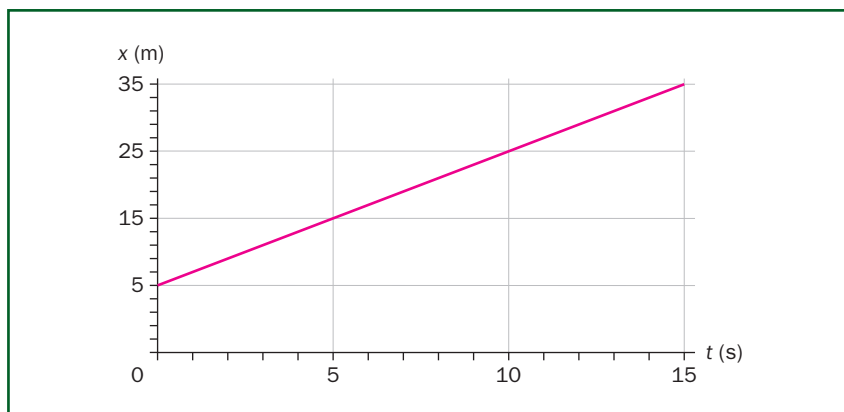
El conjunt de dades cal escriure-les en una taula com aquesta:

Temps (s)	Posició (m)
0	5
5	15
10	25
15	35

Finalment, només ens cal representar aquestes dades en els eixos cartesianes: les posicions, en l'eix de les ordenades (l'eix  $y$ ), i els temps, en el de les abscisses (l'eix  $x$ ).

#### RECORDA

L'equació de l'MRU  $x = x_0 + v \cdot t$  correspon a l'equació d'una recta, que en matemàtiques expressem així:  $y = a + b \cdot x$ . La variable  $y$  és la variable dependent i la variable  $x$ , la variable independent.



Informació que podem extreure del gràfic:

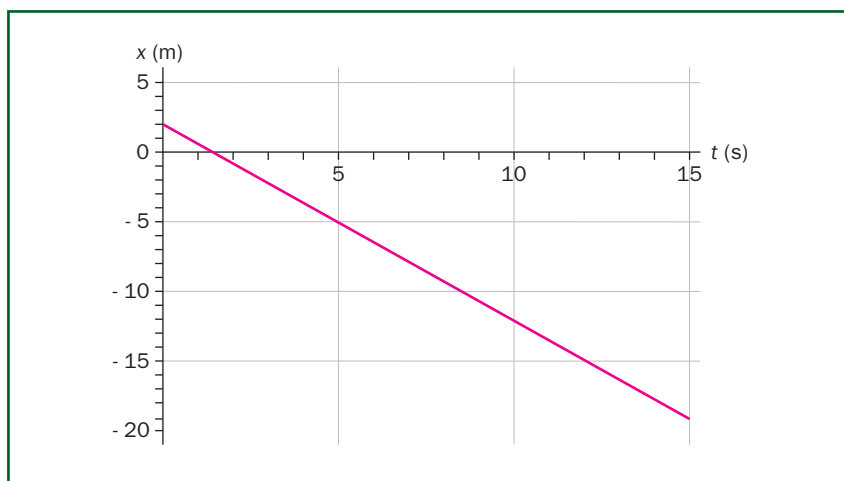
a) Podem trobar posicions per les quals passa el mòbil en diferents instants de temps sense haver de fer càlculs numèrics.

b) La inclinació de la recta posició-temps d'un MRU és la velocitat del mòbil. Per tant, com més inclinada sigui, més ràpid va el mòbil.

De la mateixa manera que hem fet en l'exemple anterior, suposem ara que l'equació del moviment que ens interessa representar és  $x = 2 - 7 \cdot t$ .

Temps (s)	Posició (m)
0	2
5	-5
10	-12
15	-19

Elaborem el gràfic:



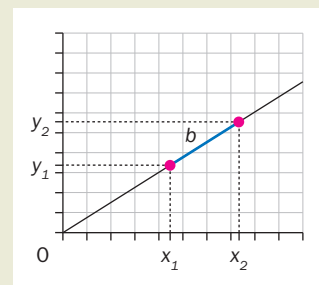
Observacions:

a) El pendent de la recta és descendent, això vol dir que el mòbil es desplaça en el sentit de les posicions negatives.

### PER SABER-NE MÉS

Matemàticament, el pendent d'una recta es defineix com:

$$b = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$



### ACTIVITATS

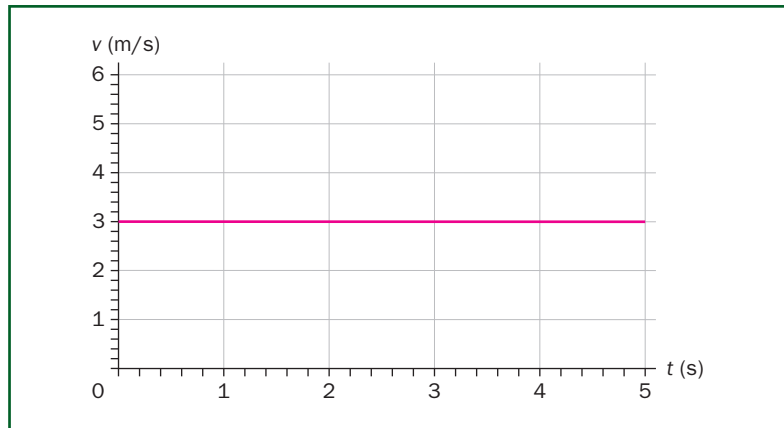
**1.9.** Què podem dir respecte a la velocitat d'un mòbil l'equació del moviment del qual és  $x = 8$ ? Raona la teva resposta.

**1.10.** Representa gràficament l'equació del moviment  $x = 4 + 9 \cdot t$ . Comprova mitjançant la definició matemàtica de pendent que la velocitat del mòbil és de  $v = 9$  m/s.

# Unitat 1

## Gràfic velocitat-temps

Recordem que per a l'MRU la velocitat es manté sempre constant. El gràfic de la velocitat en funció del temps per a qual-sevol moviment rectilini uniforme correspon a una recta paral·lela a l'eix de les abscisses (l'eix del temps). Observa, per exemple, el gràfic corresponent a una bicicleta que circula per un camí rectilini a una velocitat constant de 3 m/s.



## 5.2. Gràfics de l'MRUA

### Gràfic posició-temps

L'equació matemàtica que ens descriu el moviment ve donada per

$$x = x_0 + v_0 \cdot (t - t_0) + \frac{1}{2} \cdot a \cdot (t - t_0)^2$$

El gràfic d'aquesta funció es una paràbola. Per dibuixar una paràbola no emprarem el mateix mètode que per representar rectes, ja que la figura que obtindríem no seria fidel a la del moviment que li correspon. Per esbossar aquesta funció només ens cal recordar dos conceptes matemàtics:

a) El **vèrtex** de la paràbola es troba en el punt de coordenades

$$\left( -\frac{v}{a}, x \right)$$

b) Els **punts d'intersecció** de la corba amb l'eix de les abscisses (temps) són el resultat d'igualar a zero l'equació del moviment. Això correspon a la resolució d'una equació de segon grau que té dues solucions, encara que potser només una correspon a la realitat física.

L'equació del moviment d'un mòbil és  $x = 4 \cdot t + 2 \cdot t^2$  en unitats del SI. Identifiquem que l'equació del moviment correspon a una paràbola; per dibuixar-la, només ens cal el vèrtex i els punts d'intersecció amb els eixos d'abscisses:

a) El vèrtex de la paràbola es troba en  $\left( -\frac{v}{a}, x \right) = \left( -\frac{4}{2}, x \right) = (-2x)$

El valor  $-\frac{v}{a}$  correspon a un instant de temps, és a dir,  $t = \frac{v}{a} = -2$  s.

Les unitats de la velocitat són m/s i les de l'acceleració, m/s<sup>2</sup>; per tant, la unitat que resulta del seu quocient és el segon (s).

Aquest valor és el que farem servir per substituir l'equació del moviment  $x = 4 \cdot t + 2 \cdot t^2$  i trobar la coordenada x corresponent:  $x(-2) = 4 \cdot (-2) + 2 \cdot (-2)^2 = 0$ .

El vèrtex de la paràbola es troba en el punt (-2, 0).

b) Els punts d'intersecció són:

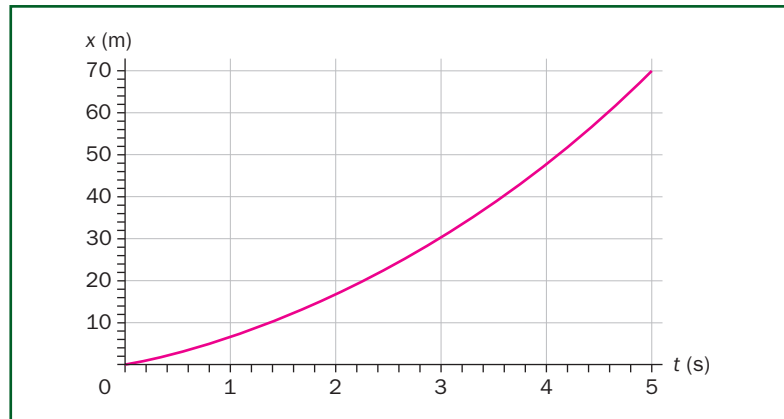
$$2 \cdot t^2 + 4 \cdot t = 0$$

$$t \cdot (2 \cdot t + 4) = 0$$

$$t_1 = 0 \text{ s}$$

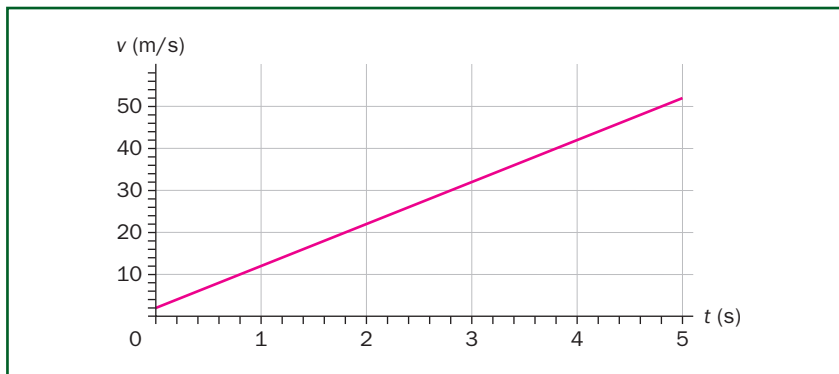
$$t_2 = -2 \text{ s}$$

Els temps negatius en física no tenen sentit; per aquesta raó, no els representem.



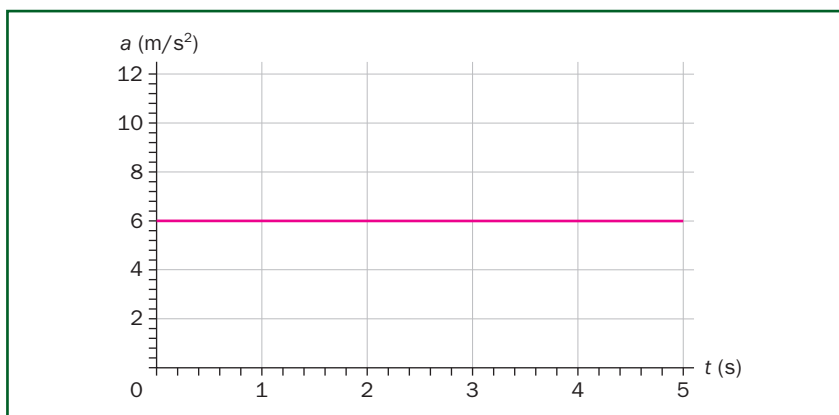
### Gràfic velocitat-temps

La representació gràfica de la funció velocitat-temps, és a dir,  $v = v_0 + a \cdot (t - t_0)$ , correspon a una recta de pendent  $a$  i d'ordenada a l'origen la velocitat inicial  $v_0$ . Per exemple, si l'equació de la velocitat per a un mòbil ve donada per  $v = 2 + 10 \cdot t$ , el gràfic corresponent és:



### Gràfic acceleració-temps

El gràfic de l'acceleració en funció del temps correspon a una recta paral·lela a l'eix de les abscisses (l'eix del temps), ja que aquesta es manté constant, és a dir, té el mateix valor en qualsevol instant. Per exemple, per a un mòbil que es mou a una acceleració constant de  $6 \text{ m/s}^2$ , el gràfic d'aquesta en funció del temps és:



## INTRODUCCIÓ

Després de la batalla de l'Abisme de Helm a *Les dues torres*, el segon llibre de la famosa trilogia de John R. R. Tolkien *El senyor dels anells*, el mag Gàndalf i el hòbbit Pippin han de partir immediatament cap a la ciutat de Mines Tirith, la capital de Góndor, per avisar de la imminent amenaça d'un atac de Sàuron. Seguint la cronologia del llibre, sabem que gràcies a la velocitat del cavall màgic que els porta aconseguiran anar d'Ísengard a Mines Tirith en només dos dies i mig. Per altra banda, si superposem el mapa de la Terra Mitjana sobre el d'Europa, Ísengard correspon aproximadament a Hamburg (Alemanya) i Mines Tirith a Florència (Itàlia).

## TASCA

Utilitzaràs els coneixements que has après en aquesta unitat per estudiar fenòmens físics que apareixen en la trilogia *El senyor dels anells*.

## PROCÉS

- Consulta les adreces d'Internet de l'apartat de recursos ([enllaç 1](#)) i esbrina la distància que van recórrer Gàndalf i Pippin, prenent com a equivalent la distància que hi ha entre Hamburg i Florència.
- El cavall que els transporta no para en cap moment i es desplaça a velocitat constant. Calcula, partint de les dades de què disposes, quina és aquesta velocitat (en unitats del Sistema Internacional).
- Esbrina, amb l'ajuda de llibres o d'Internet ([enllaç 2](#)), quina és la velocitat màxima que pot arribar a agafar un cavall i quant de temps la pot mantenir. El cavall màgic de Gàndalf, era màgic perquè corria molt més que un cavall normal o perquè tenia molta més resistència?

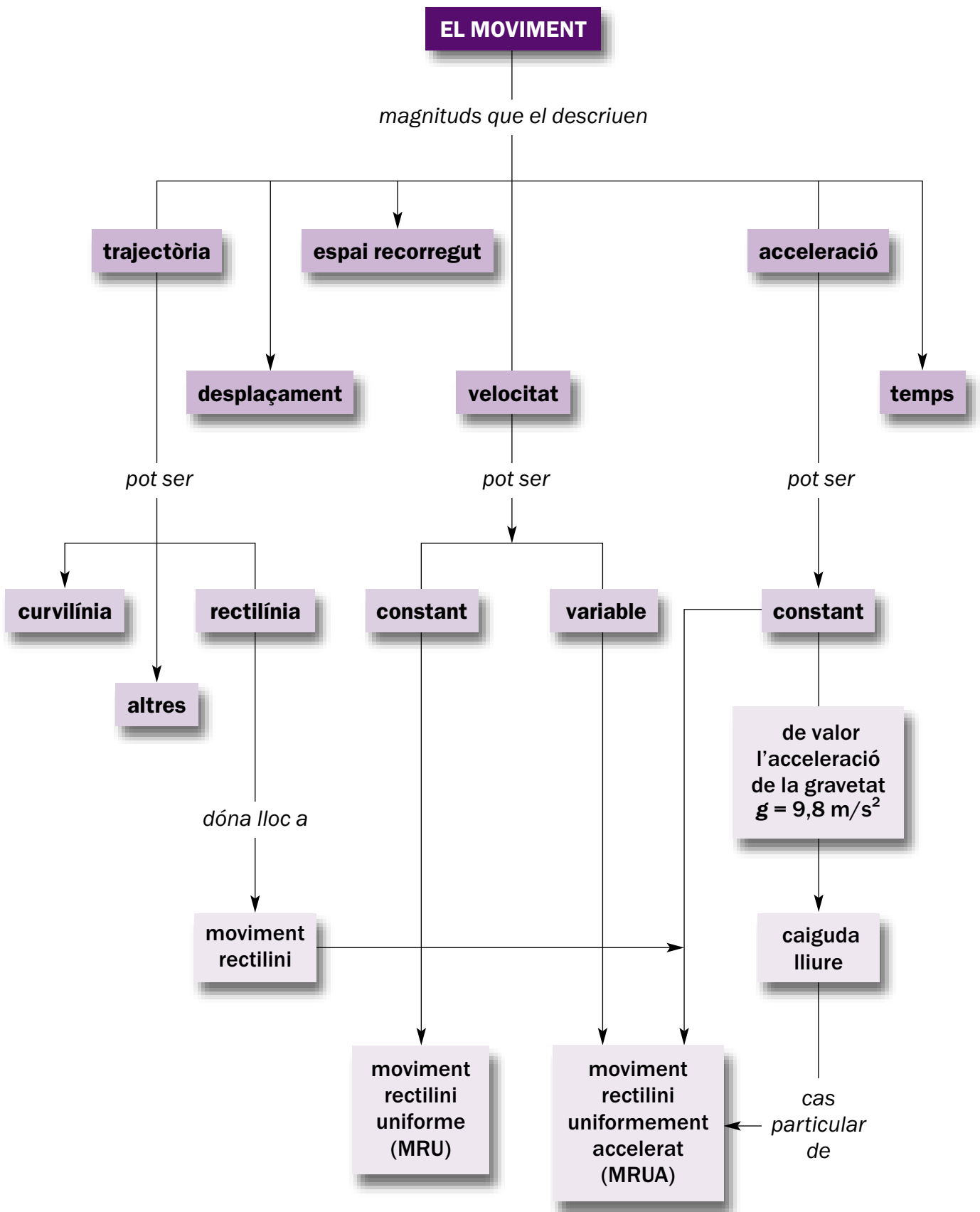
## RECURSOS

Per poder fer aquest treball, cal que entris al web [www.espaibarcanova.cat](http://www.espaibarcanova.cat).



Fotograma de la pel·lícula *El retorn del rei* (Peter Jackson, 2003).

# Esquema de la unitat

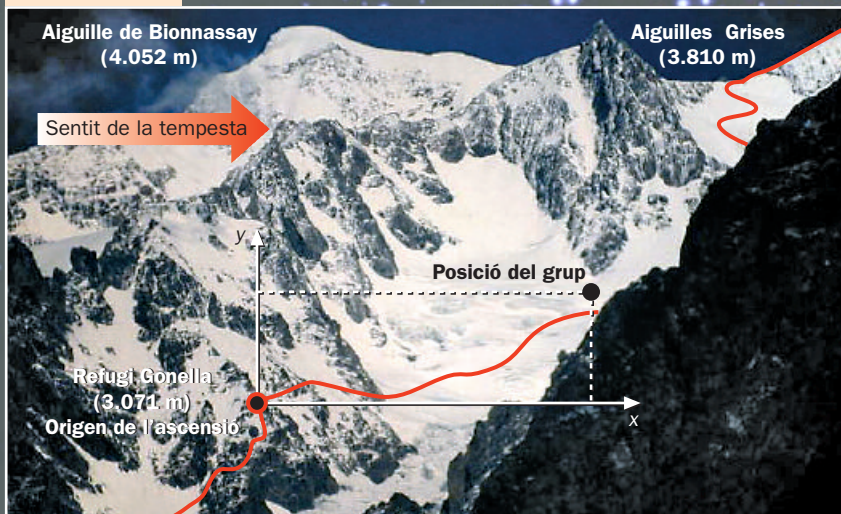


# Unitat 1

## Resum gràfic

Tot està en moviment!

moviment 1.2



Variació de la posició d'un cos respecte a un origen de referència.



Distància que ha recorregut un mòbil sobre la seva trajectòria.

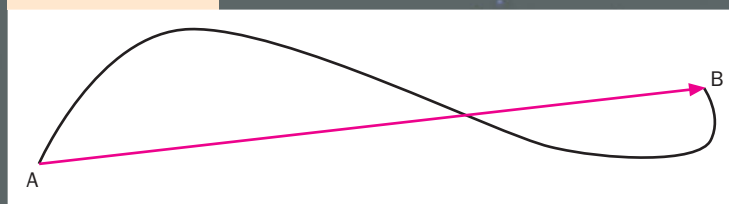
30

trajectòria 2



Línia que descriu en l'espai un cos mòbil.

desplaçament 3.1



Distància que hi ha entre la posició inicial i la posició final d'un mòbil.



espai recorregut **3.2**



velocitat **3.3**



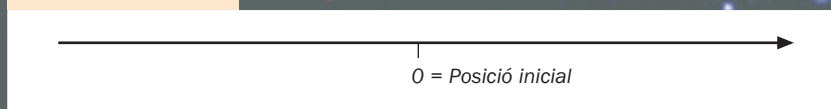
*Magnitud que relaciona la distància amb el temps i que mesura el grau de rapidesa d'un moviment.*

acceleració **3.4**



*Ritme de variació de la velocitat, tant si augmenta com si disminueix, en cada instant de temps.*

moviment rectilini **4**



*Moviment que té com a trajectòria una línia recta.*

## 1.11. El moviment sobre un pla horitzontal

### Objectiu:

Estudiar experimentalment el moviment d'una bola metàl·lica sobre un pla horitzontal a diferents velocitats i fer una anàlisi quantitativa dels resultats, tot emprant els coneixements adquirits al llarg d'aquesta unitat.

### Material:

- Un cronòmetre digital.
- Dos rails d'alumini, un de 3 metres i l'altre de 0,5 metres.
- Diverses plaques de ferro de diferents gruixos.
- Una bola metàl·lica.

### Procediment experimental:

1. Prenem el rail d'alumini de mig metre i li donem una determinada inclinació amb l'ajuda de les plaques metàl·liques.
2. Col·loquem l'extrem inferior d'aquest rail sobre un dels extrems de l'altre rail més llarg, que posarem en posició horitzontal, a sobre d'una taula llarga, per exemple.
3. En aquest rail llarg marquem la distància a intervals de 50 centímetres (0,5 m, 1 m, 1,5 m...) des del començament, de manera que sapiguem en cada instant la posició de la bola metàl·lica.
4. Comencem l'experiència deixant anar la bola metàl·lica en repòs des de l'extrem superior del rail que està inclinat.
5. Anotem en una taula en quin instant de temps la bola metàl·lica passa per cada una de les posicions marcades en el rail llarg.
6. Repetim l'experiència deu cops sense variar l'alçària del rail inclinat, perquè és possible que a vegades no aconseguim anotar correctament els temps de pas de la bola metàl·lica. Repetir el mateix experiment diverses vegades permet reduir els possibles errors de mesura que puguem cometre.
7. Seguidament, fent servir les plaques metàl·liques, augmentem la inclinació del rail curt, la qual cosa farà que la bola metàl·lica es desplaci més ràpidament, i repetim les mateixes mesures que en el cas anterior.
8. Una vegada tinguem totes les mesures, calculem per a cada inclinació el valor mitjà del temps de pas de la bola metàl·lica per cada marca del rail.

### Qüestions:

1. Representa amb dos gràfics espai-temps el moviment de la bola metàl·lica per als dos casos diferents que hem mesurat. Fes servir els valors mitjans.
2. A partir dels gràfics que acabes de dibuixar, calcula l'espai que ha recorregut la bola en cada cas entre els intervals de temps següents: (0 s, 5 s), (2 s, 3 s), (1 s, 7 s).
3. Calcula la velocitat mitjana de la bola en cadascun dels intervals de temps de la qüestió anterior.
4. Els gràfics espai-temps, si has realitzat l'experiment correctament, haurien de ser línies rectes. Comprova que això succeeix amb les teves mesures. Segons el que hem estudiat en aquesta unitat, raona quin tipus de moviment descriu la bola metàl·lica fent servir l'equació matemàtica adequada. És el mateix tipus de moviment per a les dues inclinacions del rail? Justifica la resposta.
5. A partir dels gràfics, calcula el pendent de les rectes que hi apareixen. A quina magnitud física corresponen? Raona per què quan la inclinació del rail és més pronunciada el pendent de la recta que dibuixem també ho és.

## El moviment

**1.12.** ▲▲ Expressa en m/s aquestes velocitats:

- a) 36 km/h
- b) 120 km/h
- c) 70 km/h

**1.13.** ▲▲ Ordena de més gran a més petita les velocitats següents. Recorda que cal expressar-les totes en les mateixes unitats (m/s).

- a) 20 km/h      c) 400 m/min
- b) 10 m/s      d) 2 km/min

**1.14.** ▲▲ Quina funció té el sistema de referència?

**1.15.** ▲▲ Dibuixa el sistema de referència més adequat per descriure el moviment d'una moto que circula per una carretera recta. Explica quantes coordenades ens calen per descriure el moviment.

## La trajectòria

**1.16.** ▲▲ Indica si els moviments següents són rectilinis o curvilinis:

- a) El de la Terra al voltant del Sol.
- b) El d'un cotxe de carreres que circula pel circuit de Montmeló.
- c) El d'una pilota xutada a porteria per un futbolista.

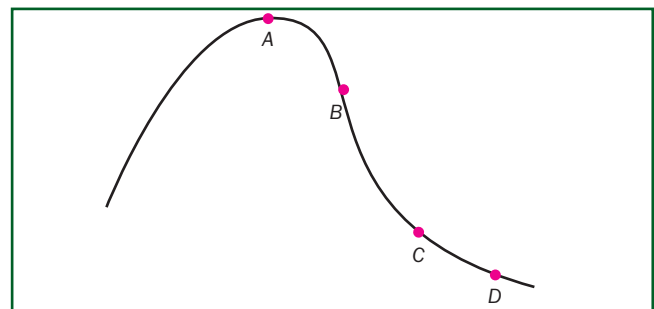
**1.17.** ▲▲ Esmenta un exemple de moviment amb trajectòria parabòlica i un exemple de moviment amb trajectòria el·líptica.

**1.18.** ▲▲ Esbrina dues trajectòries possibles per anar de casa teva a l'Ajuntament del poble o ciutat on vius, i dibuixa-les.

**1.19.** ▲▲ Consulta el web [www.espaibarcanova.cat](http://www.espaibarcanova.cat) (enllaç 1) i busca dues trajectòries possible per anar de Barcelona a Madrid. Després, busca el plànol del poble o ciutat on vius, fotocopia'l o imprimeix-lo i marca-hi tres possibles trajectòries per anar de casa teva a l'escola.

**1.20.** ▲▲ El gràfic de la dreta representa la trajectòria d'un motorista que circula per una carretera secundària. La distància entre els senyals és d'un metre i el temps que triga a passar d'un senyal a un altre és de 0,5 s.

- a) Indica les posicions en què es troba el motorista als punts A, B, C i D.
- b) Quin és el desplaçament del motorista entre els punts B i D?



### Magnituds bàsiques per descriure els moviments

**1.21.** ▲▲ El rastre que deixa un banyista passejant per la sorra de la platja és el següent: entre pas i pas el banyista necessita 0,25 s i hi ha una distància de 0,5 m. Calcula el desplaçament entre  $t = 1$  i  $t = 2$  s.

**1.22.** ▲▲ Un noi va de casa seva al forn de pa, que es troba a 500 m. Quan ha caminat 200 m s'adona que s'ha deixat el moneder a casa seva. Aleshores el noi torna a casa, agafa el moneder i se'n va cap al forn de pa. Quin ha estat el seu desplaçament?

**1.23.** ▲▲ Un tren recorre 1 km en 40 s. Quina és la seva velocitat mitjana en m/s?

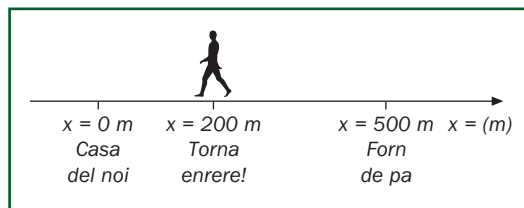
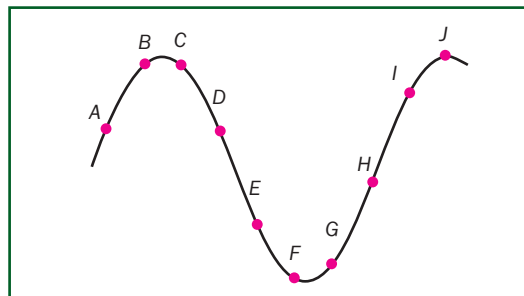
**1.24.** ▲▲ Un grup d'amics de Barcelona decideixen anar amb la caravana de vacances a un càmping de Vilanova, que es troba a 40 km. Surten de la plaça de Catalunya a dos quarts de cinc de la tarda i arriben al càmping a les cinc. Calcula'n la velocitat mitjana.

**1.25.** ▲▲ En un parc d'atraccions, una de les atraccions més espectaculars passa de 0 km/h a 135 km/h en 3 s. Calcula l'acceleració que desenvolupa aquesta atracció. Expressa-la en  $m/s^2$ .

**1.26.** ▲▲ Un vianant es troba en l'instant  $t = 0$  s en la posició  $x = 5$  m. Després de 10 segons, es troba en la posició  $x = 8$  m. Calcula'n la velocitat mitjana.

**1.27.** ▲▲ Un automòbil és capaç de passar de 0 km/h a 120 km/h en 12 s. Calcula'n l'acceleració. Expressa-la en  $m/s^2$ .

**1.28.** ▲▲ Un camioner canvia la seva velocitat de 8 m/s a 108 km/h en mig minut. Calcula l'acceleració, que suposarem constant, i l'espai recorregut en aquest temps.



### Moviments rectilinis

**1.29.** ▲▲ L'equació del moviment d'una llebre és  $x = 5 + 3 \cdot t$ :

- Quin tipus de moviment té?
- En quina posició es troba la llebre en l'instant inicial del moviment?
- En quina posició es troba en l'instant 5 s?
- Quina és la velocitat de la llebre en l'instant 40 s?

**1.30.** ▲▲ Dos motoristes circulen a 72 km/h i 30 m/s, respectivament. Quin dels dos haurà recorregut més espai al cap de 15 s?

**1.31.** ▲▲ Un cotxe en repòs es posa a 40 m/s en 16 s, amb una acceleració uniforme. Calcula:

- a) L'acceleració del cotxe.
- b) L'espai recorregut en 16 s i en 40 s.

**1.32.** ▲▲ Un cotxe que circula a 70 km/h frena i s'atura després de recórrer 50 m. Quina ha estat l'acceleració de frenada i quant de temps ha trigat a aturar-se?

**Representació gràfica del moviment**

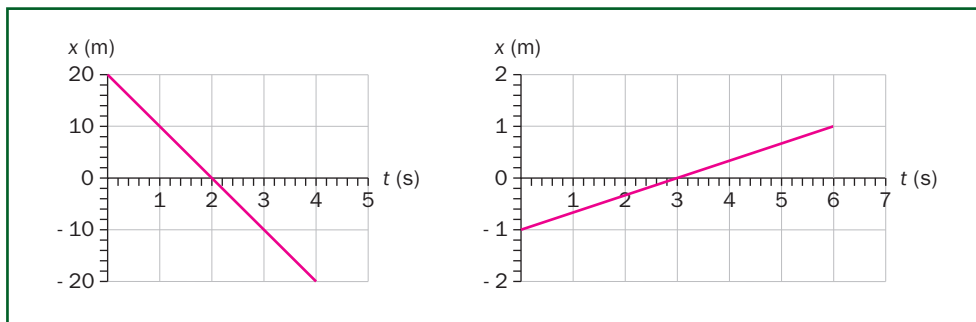
**1.33.** ▲▲ Un tren circula a una velocitat constant de 72 km/h.

- a) Construeix el gràfic espai-temps d'aquest moviment en metres i segons, respectivament.
- b) Calcula l'espai que recorre el tren en mig minut.
- c) Calcula quant de temps triga a recórrer 20 km.

**1.34.** ▲▲ Un automòbil, partint del repòs, adquireix una acceleració constant de  $0,2 \text{ m/s}^2$ :

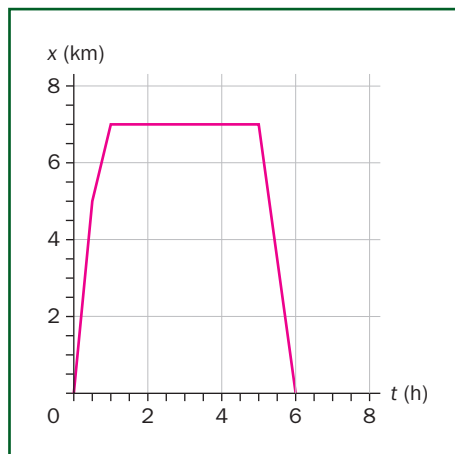
- a) Construeix els gràfics velocitat-temps i posició-temps.
- b) Calcula quina és la velocitat de l'automòbil i l'espai recorregut al cap d'1 minut.

**1.35.** ▲▲ Escriu les equacions dels moviments representats en els gràfics següents:

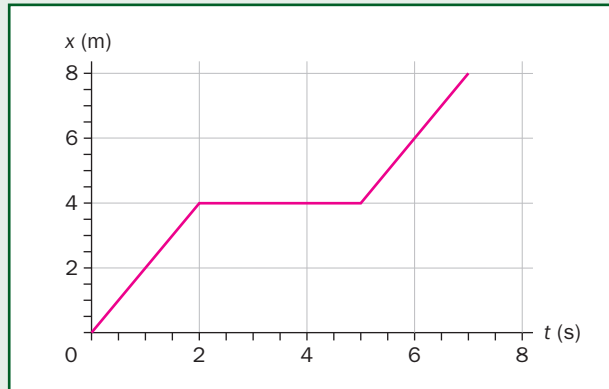


**1.36.** ▲▲ El gràfic de la dreta representa les diferents posicions en què es troba en Jaume quan va amb bicicleta cap a l'escola i quan torna cap a casa seva. Suposarem les velocitats constants en cada un dels trams. A partir del gràfic:

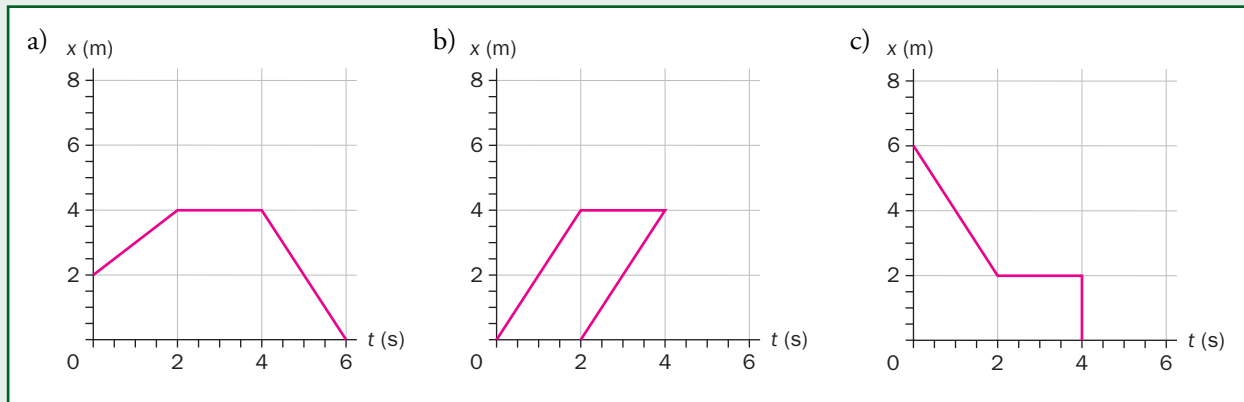
- a) Calcula la velocitat d'en Jaume en el seu recorregut cap a l'escola i cap a casa seva.
- b) Construeix el gràfic velocitat-temps.



1. El gràfic de la dreta representa el moviment d'un automòbil. Interpreta'l.



2. Indica quins dels gràfics següents són incorrectes. Raona la teva resposta.

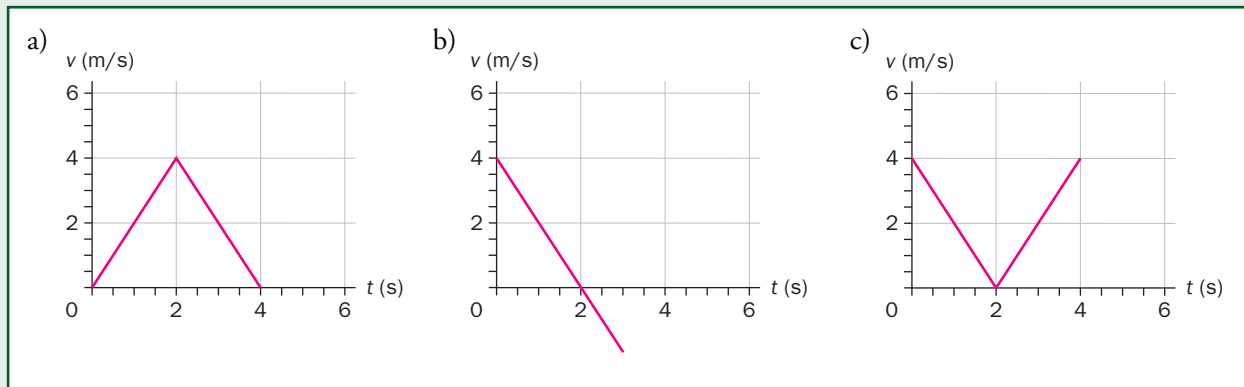


3. Un cotxe que parteix del repòs assoleix una acceleració constant de  $0,2 \text{ m/s}^2$ .

- Representa els gràfics velocitat-temps i espai-temps.
- Quina velocitat té el cotxe després de 60 segons?
- Quin espai ha recorregut en l'instant 2 minuts?

4. Un noi llança verticalment una pilota cap enlaire i la recull novament al cap d'1,3 s. Calcula la velocitat inicial, és a dir, la velocitat a la qual l'ha llançada, i l'alçària màxima assolida per la pilota.

5. Quin dels gràfics següents representa el moviment d'un projectil llançat verticalment cap enlaire?



# Mitjans de transport, contaminació i escalfament global

**A**vui en dia vivim en un món completament globalitzat, on podem accedir a qualsevol lloc a una velocitat que només cent anys enrere semblava de ciència-ficció, tant físicament (amb els mitjans de transport moderns) com virtualment (fent servir Internet). Els mitjans de transport com l'avió, amb velocitats de centenars de metres per segon, permeten anar en poques hores d'una banda a l'altra del món.

El fet que puguem anar a tot arreu amb cotxe o amb avió té grans avantatges, però també pot tenir conseqüències molt negatives per al medi ambient. És una realitat que, en bona part a causa de la gran quantitat de cotxes en circulació, l'aire de moltes ciutats està molt contaminat. A més, les emissions de diòxid de carboni dels vehicles que funcionen amb derivats del petroli són una de les principals contribucions a l'escalfament global del planeta. És per això que els darrers anys s'estan dissenyant vehicles basats en combustibles alternatius menys contaminants, com els cotxes elèctrics o els que funcionen amb biodièsel.

Encara que la seva aportació sigui més desconeguda, també els avions contribueixen considerablement a les emissions de gasos contaminants. A causa de l'augment de vols nacionals i internacionals dels darrers anys, el problema ja s'ha estudiat amb detall i s'estan fent propostes per modificar les rutes dels avions amb l'objectiu de minimitzar les emissions de gasos contaminants.



*La capital del Japó, Tòquio, és una de les ciutats més contaminades del món.*



*Contaminació produïda pel tub d'escapament d'un vehicle.*



*Contaminació produïda per un avió.*