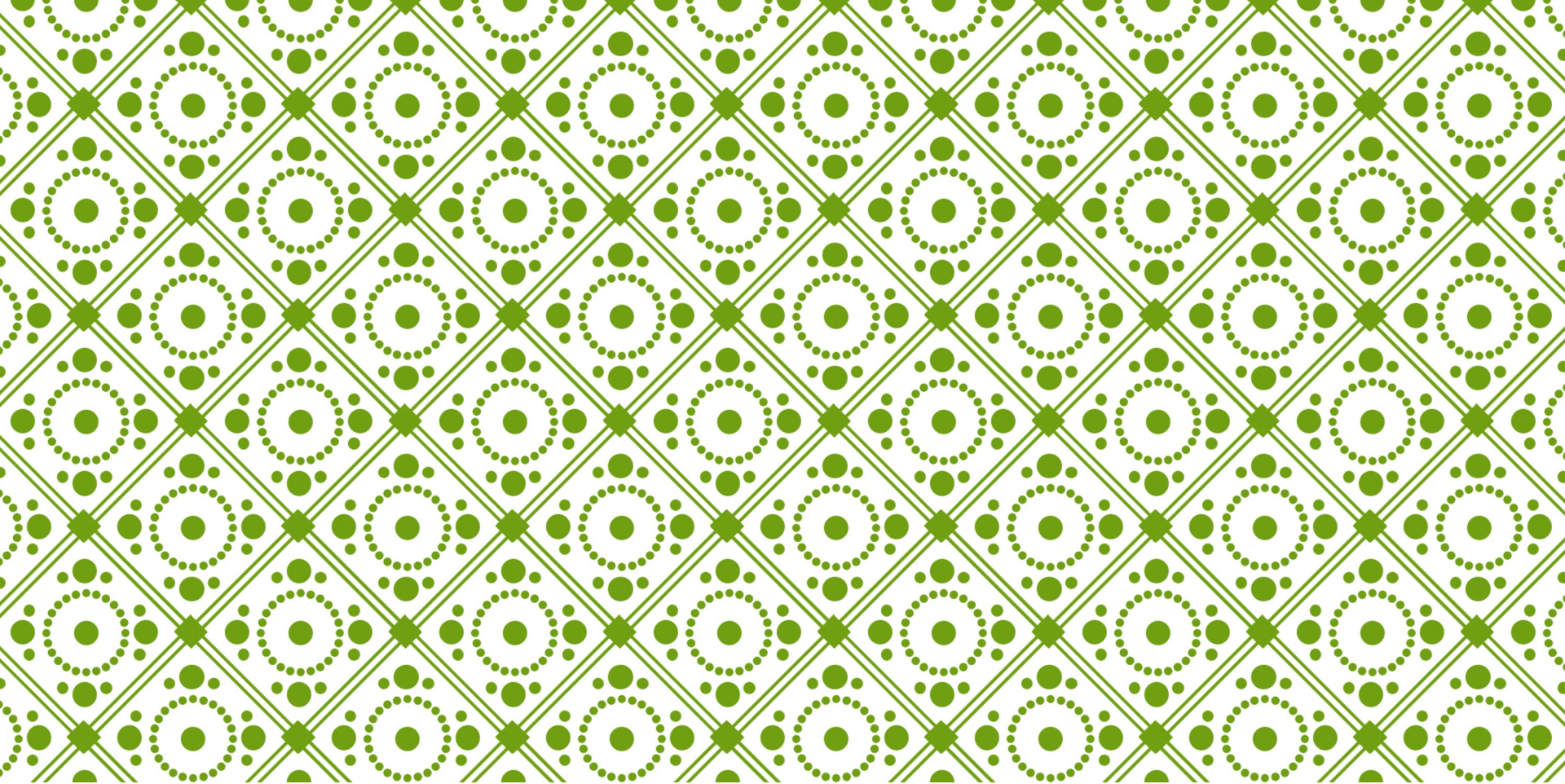




UNITAT 5. EL MOVIMENT

Física i Química 4t ESO

ÍNDEX

- 1. El moviment**
- 2. La velocitat**
- 3. El moviment rectilini uniforme (MRU)**
- 4. L'acceleració**
- 5. El moviment rectilini uniformement accelerat (MRUA)**
- 6. Moviment de caiguda lliure**
- 7. Moviment circular uniforme**

MAGNITUDS

ESCALARS I VECTORIALS

Una **magnitud** és tot allò que es pot mesurar. Distingim dos tipus:

- **Escalars:** es determinen amb un valor numèric i una unitat de mesura. Exemple:



50 kg (massa)



0,5 L (volum)

- **Vectorials:** es determinen amb un valor numèric, la unitat de mesura i la seva direcció i sentit. Exemple: forces i velocitat.



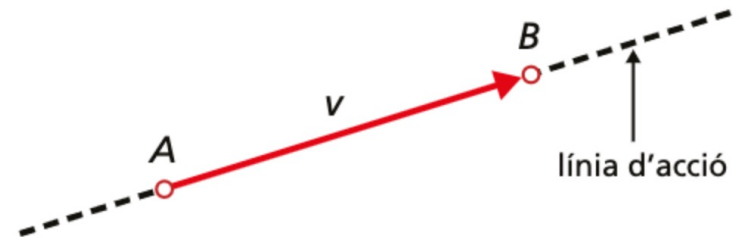
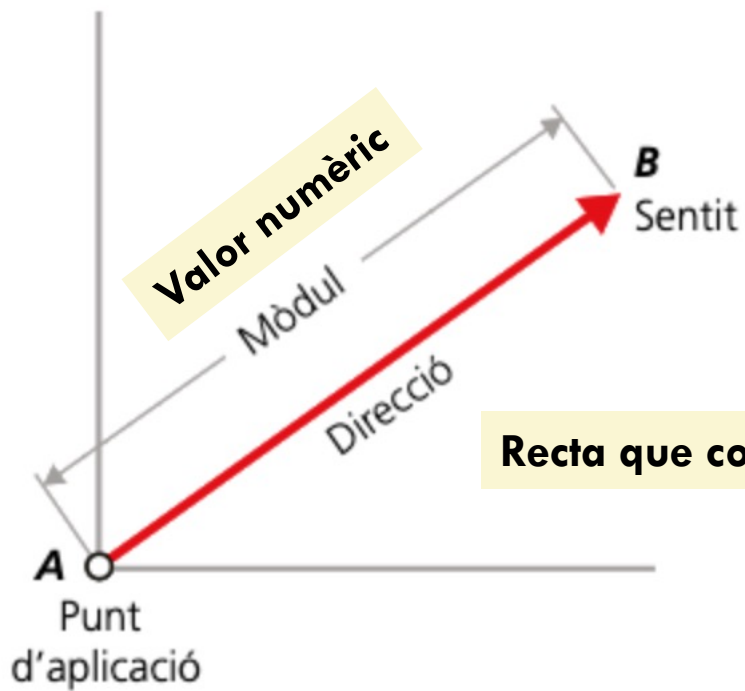
50 N (força)



200 km/h (velocitat)

MAGNITUDS

VECTORS



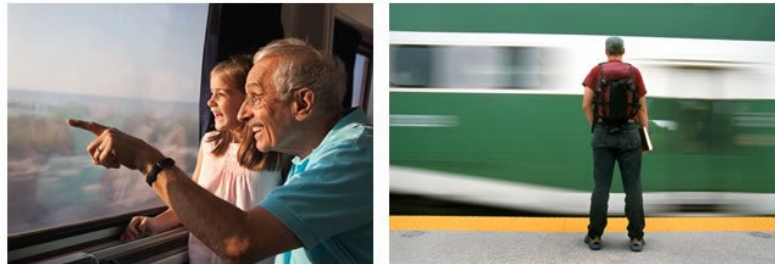
1. EL MOVIMENT

CINEMÀTICA

És la part de la física que estudia el moviment dels cossos. Al cossos se'ls anomena **mòbils** ja que en el seu estudi canvien de posició en transcórrer el temps.

SISTEMA DE REFERÈNCIA

Cal determinar la posició d'un mòbil sempre respecte qualsevol objecte per descriure el moviment que fa.



El moviment és **relatiu**, ja que sempre es verifica amb relació a un altre cos o cossos i la seva posició varia amb el temps respecte aquest punt.

Normalment, quan es desplacen el cossos s'entén com a sistema de referència la Terra.
Tot i no ser una referència fixa perquè està en constant moviment.

1. EL MOVIMENT

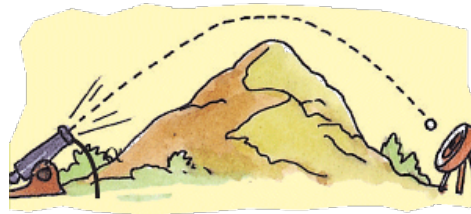
MAGNITUDS QUE DESCRIUEN EL MOVIMENT

TRAJECTÒRIA

És la línia que formen els diferents punts per on passa el mòbil. Permet classificar el moviment en **rectilini** (trajectòria recta) o **curvilini** (trajectòria corba) en moviments circular, parabòlic o el·líptic.



Rectilini

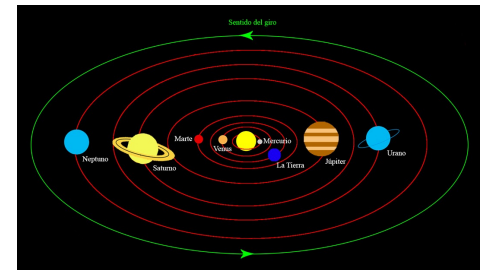


Parabòlic



Circular

El·líptic



1. EL MOVIMENT

MAGNITUDS QUE DESCRIUEN EL MOVIMENT

TEMPS

El canvi de posició d'un cos comporta el transcurs del temps. L'**interval de temps** entre els dos instants **final** (t) i **inicial** (t_0) representa la durada del moviment.

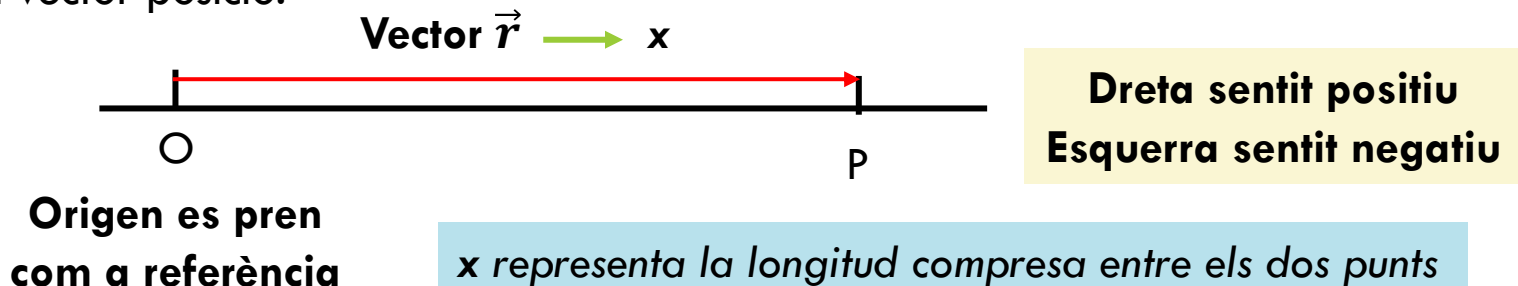
$$\Delta t = t - t_0 = \text{temps final} - \text{temps inicial}$$

Increment de temps

Sempre serà positiu!

POSICIÓ

Per indicar la posició d'un mòbil respecte a un sistema de referència (**punt d'origen, O**) s'utilitza el vector posició.

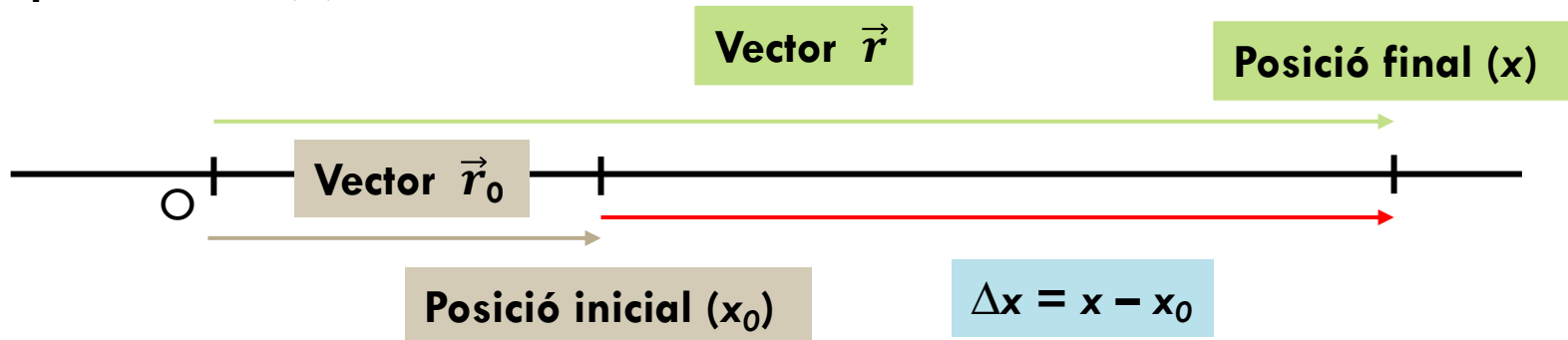


1. EL MOVIMENT

MAGNITUDS QUE DESCRIUEN EL MOVIMENT

DESPLAÇAMENT

Quan un mòbil passa d'un punt O a un punt P el seu vector posició canvia i, per tant hi ha hagut un desplaçament. És el vector que l'origen a la **posició inicial** (x_0) i l'extrem a la **posició final** (x)



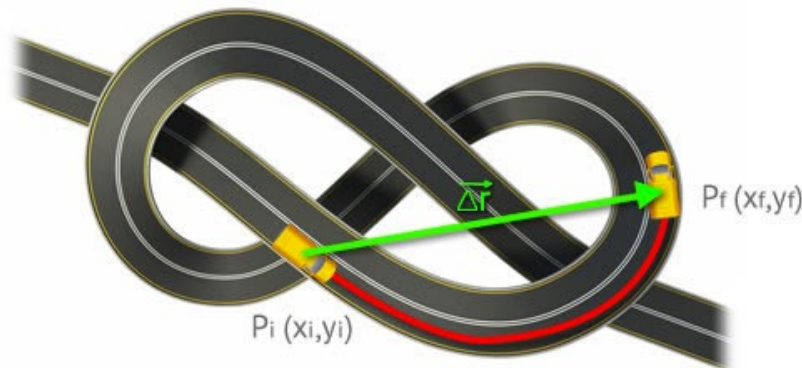
Moviments en línia recta (x)

1. EL MOVIMENT

MAGNITUDS QUE DESCRIUEN EL MOVIMENT

DESPLAÇAMENT

- El desplaçament només coincideix amb l'espai que el mòbil recorre quan la trajectòria és recta i no hi ha canvi de sentit.
- Quan el mòbil recorre un camí tancat, de manera que torna al punt de partida, el desplaçament és nul, tot i que l'**espai recorregut** no ho és!



2. LA VELOCITAT

VELOCITAT MITJANA

Es defineix com el desplaçament que fa un mòbil per unitat de temps en un interval.

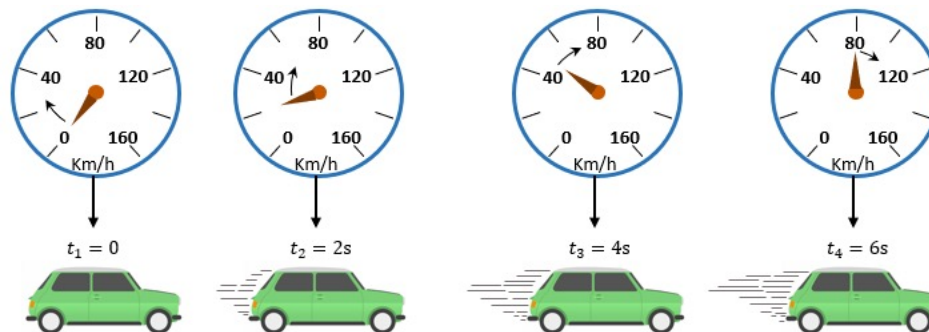
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

Unitats del SI

- Longitud **metre**
- Temps **segons**
- Velocitat **m/s**

VELOCITAT INSTANTÀNIA

És la velocitat que porta el mòbil a cada instant del seu recorregut.



2. LA VELOCITAT

RAPIDESA

La velocitat pot ser **positiva** o **negativa** depenent de si el mòbil es desplaça en sentit positiu o negatiu.

$$v = -15 \text{ m/s}$$



$$v = 15 \text{ m/s}$$



No es mouen amb la mateixa velocitat,
però sí amb la mateixa rapidesa

La **rapidesa** és el valor absolut de la velocitat, és a dir, el valor sense considerar el seu signe i fa referència a l'**espai recorregut** per unitat de temps.

3. EL MOVIMENT RECTILINI UNIFORME (MRU)

Quan un mòbil es mou a velocitat constant

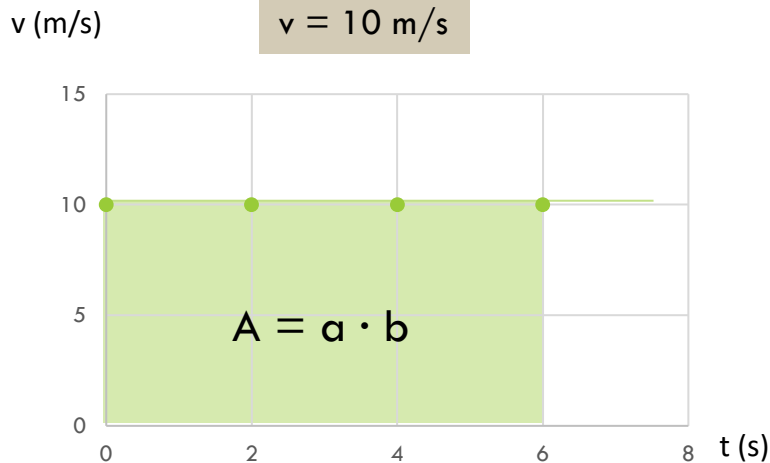
El cos es mouen formant una trajectòria que es una línia recta i no varia el vector velocitat, ni el seu valor, ni direcció i sentit.

La velocitat mitjana entre dos posicions sempre és la mateixa $\longrightarrow$ **velocitat constant**

EQUACIONS DEL MRU

Permeten determinar la posició i la velocitat en cada instant.

Gràfica velocitat – temps



Recta paral·lela sobre l'eix d'abscisses

L'àrea del gràfic de la velocitat determina la posició

Posició = velocitat · temps

$$\text{Posició} = v \cdot (t - t_0)$$

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

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

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

Suposant
temps
inicial 0 s

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

3. EL MOVIMENT RECTILINI UNIFORME (MRU)

Exemples resolts pàg. 141

Exemple 2. En un entrenament de la cursa de 100 m posem el cronòmetre en marxa quan l'atleta passa per la marca de 20 m, i 4 s després és a la marca de 60 m.

- a. Quina velocitat té?
- b. Escriu l'equació del moviment.
- c. Si continua corrent al mateix ritme, en quina marca serà quan el cronòmetre indiqui 7 s?

Exemple 3. En un entrenament de la cursa de 100 m posem el cronòmetre en marxa quan l'atleta passa per la marca de 100 m, i al cap de 5 s és a la marca de 70 m.

- a. Quina velocitat té?
- b. Escriu l'equació del moviment.
- c. Si continua corrent al mateix ritme, en quina marca serà quan el cronòmetre indiqui 7 s?

3. EL MOVIMENT RECTILINI UNIFORME (MRU)

REPRESENTACIÓ GRÀFICA DEL MRU – exemple 4 pàg. 142

Un atleta corre a una velocitat constant de 10 m/s. Posem el cronòmetre en marxa quan passa per la marca de 20 m. Escriu l'equació del moviment i representa la **gràfica posició – temps (x–t)** i la **gràfica velocitat – temps (v–t)**

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

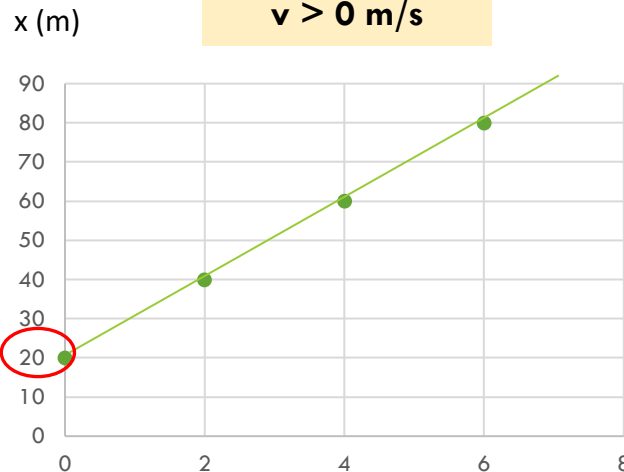
→
Substituïm
dades

$$x = 20 + 10 t$$

Gràfica posició – temps

t (s)	x (m)
0	20
2	40
4	60
6	80

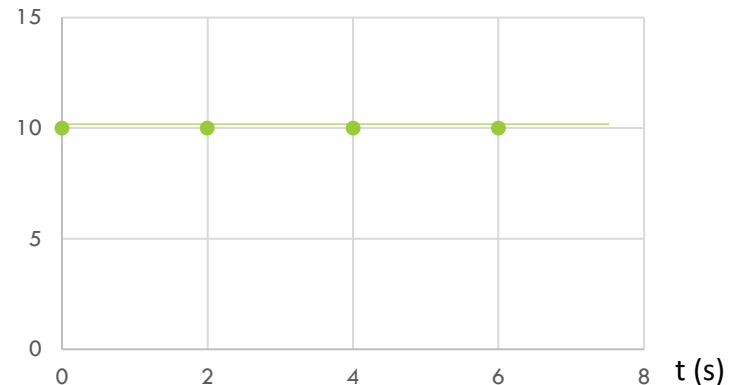
Donem valors al temps



Gràfica velocitat – temps

v (m/s)

$$v = 10 \text{ m/s}$$



Recta paral·lela sobre l'eix d'abscisses

3. EL MOVIMENT RECTILINI UNIFORME (MRU)

REPRESENTACIÓ GRÀFICA DEL MRU – exemple 5 pàg. 142

Un atleta es dirigeix cap a la línia de sortida a 6 m/s. Quan passa per la marca dels 100 m, posem el cronòmetre en marxa. Escriu l'equació del moviment i representa la **gràfica posició – temps (x–t)** i la **gràfica velocitat – temps (v–t)**

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

→
Substituïm
dades

$$x = 100 - 6t$$

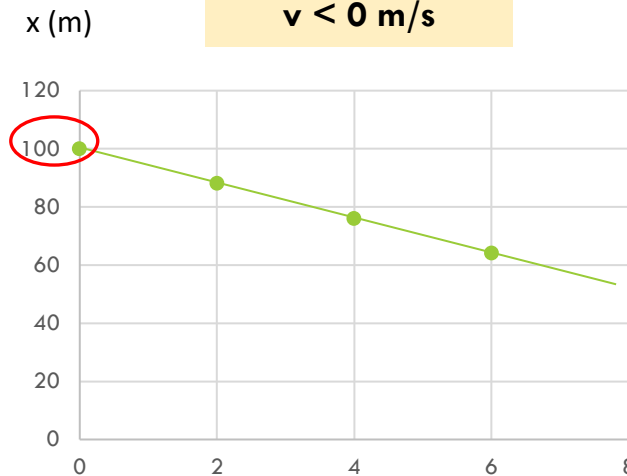
Velocitat negativa perquè
avança cap a l'origen

Recta descendent
 $v < 0$ m/s

Gràfica posició – temps

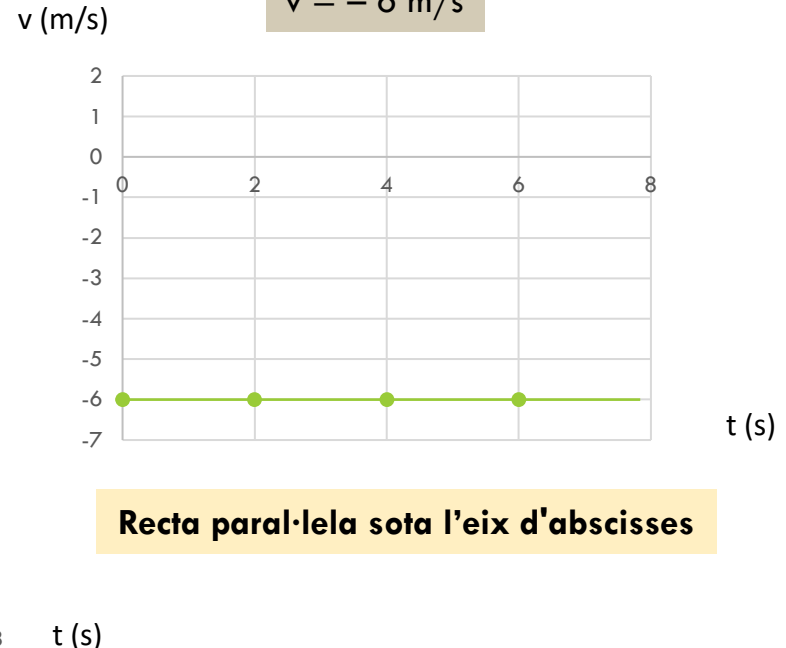
t (s)	x (m)
0	100
2	88
4	76
6	64

Donem valors al temps



Gràfica velocitat – temps

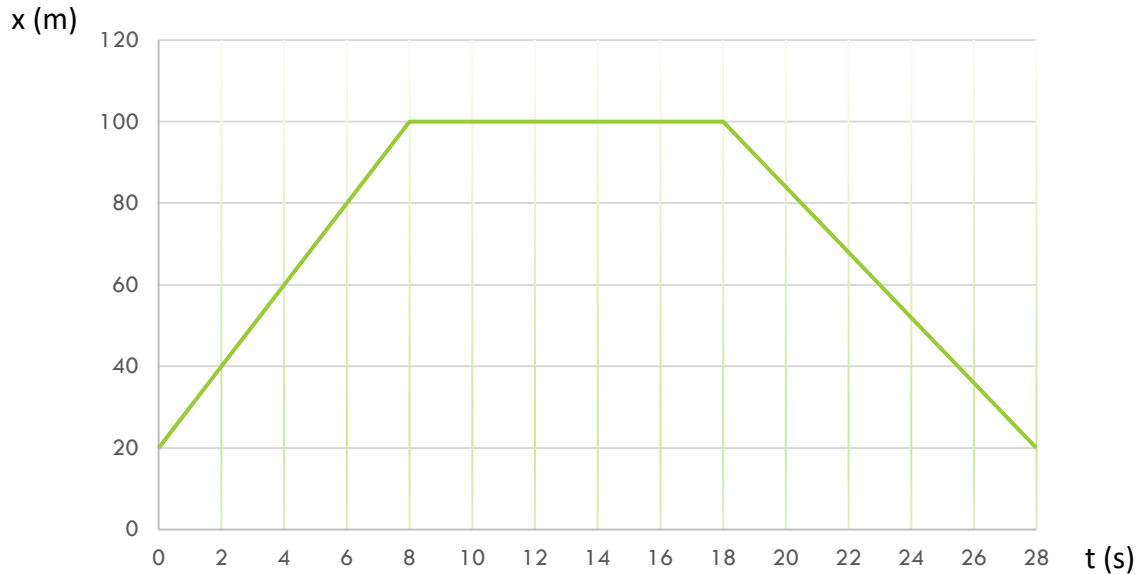
$$v = -6 \text{ m/s}$$



3. EL MOVIMENT RECTILINI UNIFORME (MRU)

ESTUDI D'UN MOVIMENT A PARTIR D'UNA GRÀFICA – pàg. 143

Observa la gràfica i calcula la velocitat de cada tram, escriu l'equació del moviment de cada tram i la velocitat mitjana total.



3. EL MOVIMENT RECTILINI UNIFORME (MRU)

DOS MÒBILS AMB MRU RELACIONAT – exemple diferent pàg. 144

Les cases de la Clara i en Pol estan a la mateixa carretera, separades 5 km. Decideixen trobar-se per jugar a un parc al voltant de mig camí, cadascú agafarà la seva bicicleta. Com que el Pol pedaleja més lent (6 m/s) que la Clara (10 m/s), decideix ella sortir 5 minuts més tard. On i quan es trobaran? Fes la gràfica.



$$x_0 = 0 \text{ m}$$

$$v = 10 \text{ m/s}$$

$$t_0 = 300 \text{ s}$$

$$x_0 = 5000 \text{ m}$$

$$v = -6 \text{ m/s}$$

$$t_0 = 0 \text{ s}$$

4. L'ACCELERACIÓ

La majoria dels mòbils no es mouen a velocitat constant.

Acceleració mitjana

És la variació de la velocitat d'un mòbil que experimenta per unitat de temps i és una magnitud vectorial.

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

Unitats del SI

- Velocitat **m/s**
- Temps **segons**
- Acceleració **m/s²**

Pot ser **positiva** o **negativa**:

– Si un mòbil té una acceleració de 2 m/s^2 , vol dir que la velocitat augmenta 2 m/s cada segon.  **Acceleració positiva**

– Si un mòbil té una acceleració de -2 m/s^2 , vol dir que la velocitat disminueix 2 m/s cada segon.  **Acceleració negativa (sentit cap a l'origen), quan parlem de transport “frena”**

5. EL MOVIMENT RECTILINI UNIFORMEMENT ACCELERAT (MRUA)

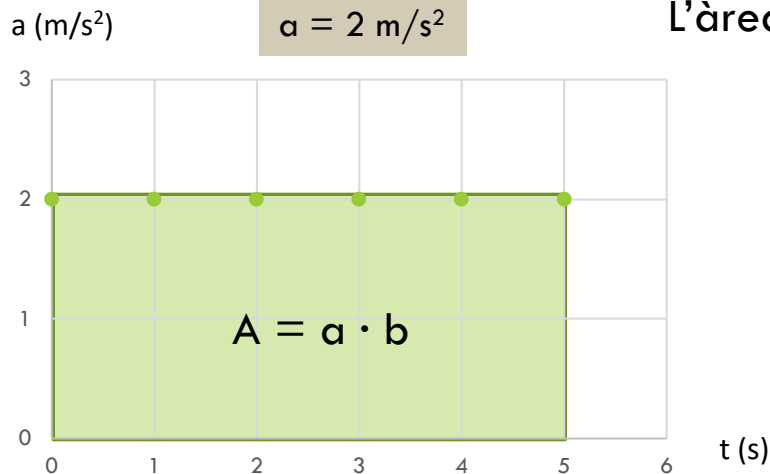
Quan un mòbil es mou amb acceleració constant en una trajectòria rectilínia

Són exemples d'aquest moviment quan un cotxe arrenca i frena o un cos cau lliurement.

EQUACIONS DEL MRUA

Permeten determinar l'acceleració, la velocitat i la posició (ambdues varien en funció del temps) i deriven de l'acceleració i velocitat, respectivament.

Gràfica acceleració – temps



Recta paral·lela sobre l'eix d'abscisses

L'àrea del gràfic de l'acceleració determina la velocitat

Velocitat = acceleració · temps

$$\text{Velocitat} = a \cdot (t - t_0)$$

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

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

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

Suposant
temps inicial
0 s

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

t (s)	v (m/s)
0	3
1	5
2	7
3	9
4	11
5	13

5. EL MOVIMENT RECTILINI UNIFORMEMENT ACCELERAT

EQUACIONS DEL MRUA

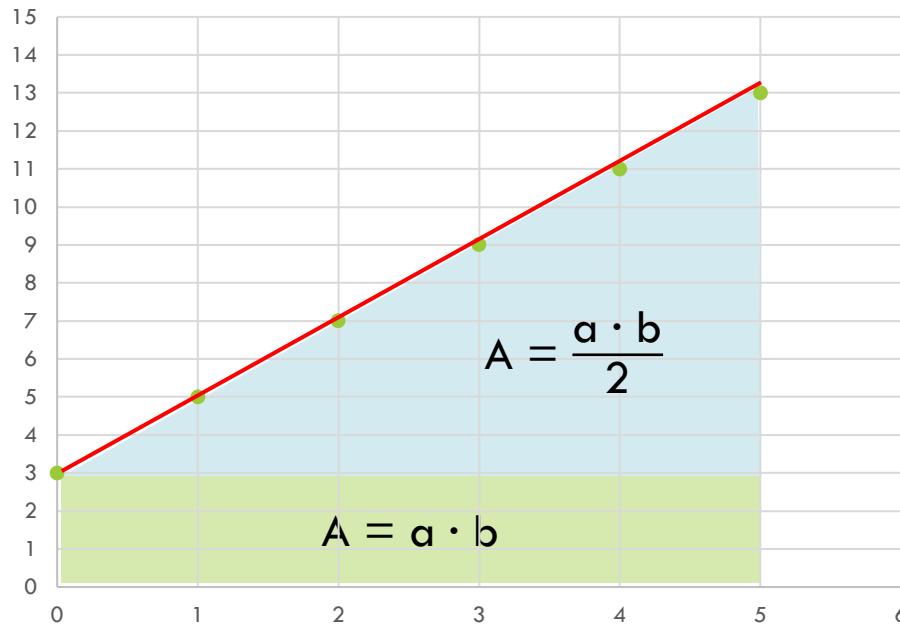
Gràfica velocitat – temps

Si tenim una velocitat inicial $v_0 = 3 \text{ m/s}$

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

v (m/s)

L'àrea del gràfic de la velocitat determina la posició



$$\text{Posició} = \text{velocitat} \cdot \text{temps} + \frac{\text{velocitat} \cdot \text{temps}}{2}$$

$$\text{Posició} = v_0 \cdot (t - t_0) + \frac{a \cdot (t - t_0) \cdot (t - t_0)}{2}$$

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

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

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

$$x = x_0 + v_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} a \cdot \Delta t^2$$

5. EL MOVIMENT RECTILINI UNIFORMEMENT ACCELERAT (MRUA)

EQUACIONS DEL MRUA

Si no es coneix el temps en el problema podem utilitzar una expressió que deriva de:

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

$$x = x_0 + v_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} a \cdot \Delta t^2$$

Aïllem el temps a les dues expressions i igualem

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta x$$

**Útil quan no tenim el temps
a l'exercici**

5. EL MOVIMENT RECTILINI UNIFORMEMENT ACCELERAT (MRUA)

REPRESENTACIÓ GRÀFICA DEL MRUA

Un mòbil situat a 4 m de l'origen es desplaça en línia recta allunyant-se amb una acceleració de 2 m/s^2 , i una velocitat inicial de 3 m/s . Escriu l'equació del moviment i la velocitat representa la **gràfica posició – temps (x–t)** i la **gràfica velocitat – temps (v–t)**.

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

Substituïm
dades

$$v = 3 + 2 t$$

Gràfica velocitat – temps

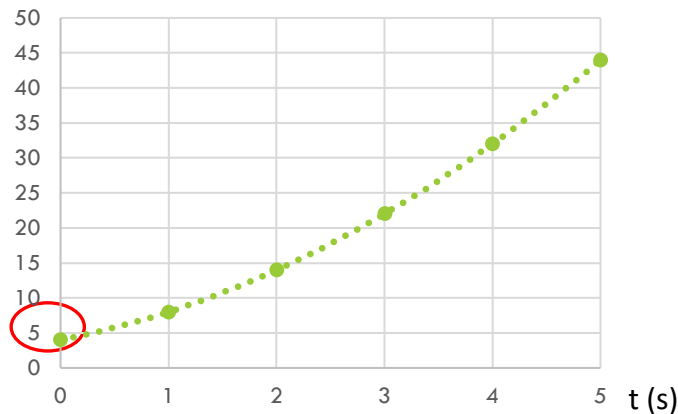
$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$x = 4 + 3 t + t^2$$

Gràfica posició – temps

t (s)	x (m)
0	4
1	8
2	14
3	22
4	32
5	44

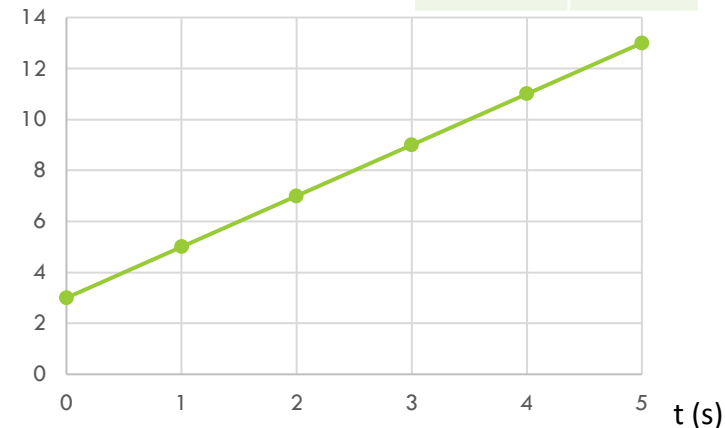
x (m)



Paràbola creixent
 $v > 0 \text{ m/s}$

Recta creixent

v (m/s)



t (s)	v (m/s)
0	3
1	5
2	7
3	9
4	11
5	13

5. EL MOVIMENT RECTILINI UNIFORMEMENT ACCELERAT (MRUA)

REPRESENTACIÓ GRÀFICA DEL MRUA

Un mòbil situat a 4 m de l'origen es desplaça en línia recta allunyant-se amb una acceleració de -2 m/s^2 , i una velocitat inicial de 3 m/s . Escriu l'equació del moviment i la velocitat representa la **gràfica posició – temps ($x-t$)** i la **gràfica velocitat – temps ($v-t$)**.

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

Substituïm
dades

$$v = 3 - 2 t$$

Gràfica velocitat – temps

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

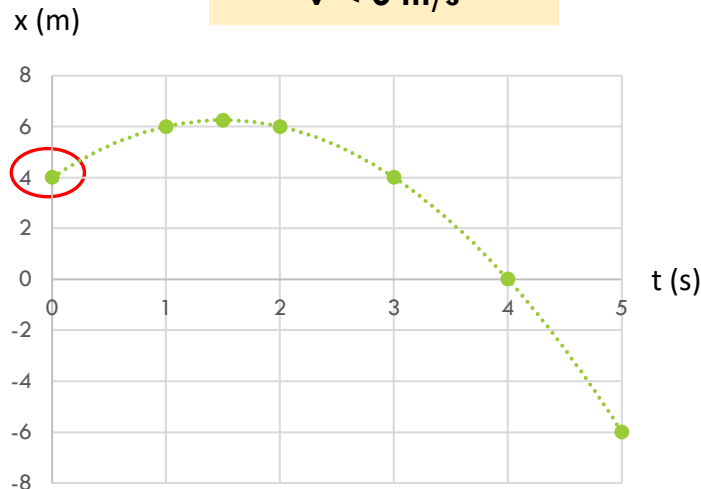
$$x = 4 + 3 t - t^2$$

Acceleració negativa!

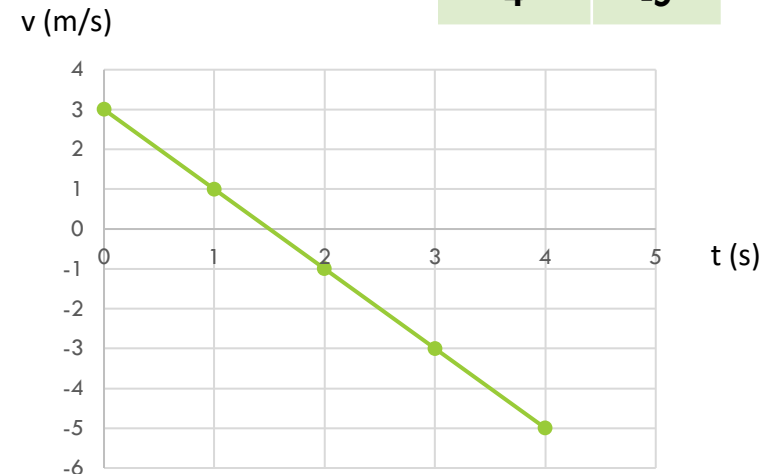
Paràbola decreixent
 $v < 0 \text{ m/s}$

Gràfica posició – temps

t (s)	x (m)
0	4
1	6
1,5	6,25
2	6
3	4
4	0
5	-6



Recta decreixent



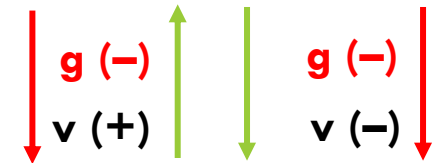
t (s)	v (m/s)
0	3
1	1
2	-1
3	-3
4	-5

6. MOVIMENT DE CAIGUDA LLIURE

És el moviment a causa de l'acció de la gravetat.

És un MRUA en el qual l'acceleració té direcció vertical i sentit cap al centre de la Terra.

Gravetat $g = -9,81 \text{ m/s}^2$

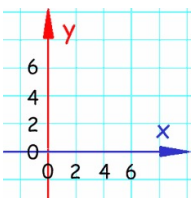


La **velocitat** pot prendre valor **positiu** o **negatiu**:

– **Negativa.** Si el mòbil es deixa caure cap avall. La velocitat és negativa també quan arriba al terra.

– **Positiva.** Si el mòbil és llançat verticalment cap amunt. La velocitat és positiva.

EQUACIONS MRUA



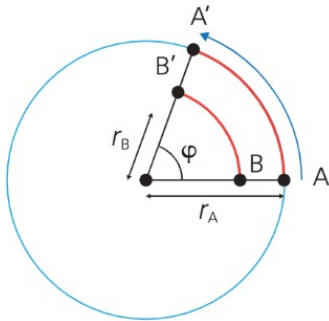
$$v = v_0 - 9,8 \cdot \Delta t$$

$$y = y_0 + v_0 \cdot \Delta t - \frac{1}{2} 9,8 \cdot \Delta t^2$$

7. MOVIMENT CIRCULAR UNIFORME (MCU)

És el moviment on la trajectòria és una circumferència i **velocitat** constant.

ESPAI LINEAL I ANGULAR



Distància A a A' > B a B'
directament proporcionals

Igual angle recorregut (φ)

Espai lineal $s = \varphi \cdot r$
(m) = (rad) · (m)

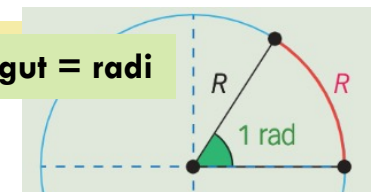
Espai angular igual (φ)
Unitat **radians (rad)**

Simulació MCU

VELOCITAT LINEAL I ANGULAR

Segons la posició i l'angle a la circumferència canviarà, però no el **temps**!

Arc recorregut = radi



Tota la circumferència $L = 2\pi \cdot R$

Velocitat lineal (m/s) $v = \frac{s}{t}$

Velocitat angular (rad/s) $\omega = \frac{\varphi}{t}$

$$\omega = \frac{v}{r}$$

Sí $\varphi = s/r$

$$\varphi = \frac{s}{R} = \frac{2\pi \cdot R}{R} = 2\pi$$

1 gir complet = 1 revolució = 2π rad

7. MOVIMENT CIRCULAR UNIFORME (MCU)

És el moviment on la trajectòria és una circumferència i **|velocitat|** constant.

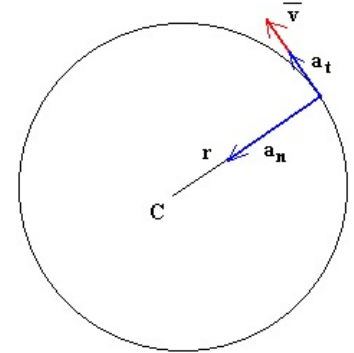
ACCELERACIÓ EN EL MCU

Mòdul **|velocitat|** constant, però diferent direcció sempre **tangent** a la trajectòria.

Acceleració tangencial $a_t = 0 \text{ m/s}^2$

[Simulació MCU](#)

$$\text{Acceleració normal } a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{(\omega \cdot R)^2}{R} = \omega^2 \cdot r \text{ (rad/s}^2\text{)}$$



MOVIMENT PERIÒDIC

Perquè es repeteix en el temps

Període (T). Temps (s) que triga el moviment en repetir-se

1 gir complet

Freqüència (f). Nombre de vegades que es repeteix el moviment.
Unitats: (s⁻¹) o hertz (Hz)

Girs per segon

$$T = \frac{1}{f}$$

inversament proporcionals

$$f = \frac{1}{T}$$