

Solucionari del llibre de l'alumne

c)

Tram	Δx (m)	Δs (m)	Δt (s)	v (m/s)
0 a 5 s	100 m	100 m	5 s	20 m/s
5 a 10 s	200 m	200 m	5 s	40 m/s
10 a 15 s	0	0	5 s	0
15 a 25 s	200 m	200 m	10 s	20 m/s
25 a 35 s	500 m	500 m	10 s	50 m/s

d) Si comparem els pendents de la gràfica en els segons 2 i 17, podem observar que són idèntics; per tant, es pot concloure que les dues velocitats instantànies són iguals.

e) Resposta suggerida.

Qualsevol moviment quotidià en què es comenci i s'acabi en el mateix lloc, i que tardi mig minut aproximadament. Per exemple, anar a passejar el gos o anar a comprar alguna cosa.

Reflexiona

Resposta oberta.

9. Moviments rectilini i circular

1. Moviment rectilini uniforme (MRU) (pàg. 194 i 195)

@: variació del pendent de la gràfica posició-temps

Com a conclusió, podem dir que com més velocitat de la motocicleta, més pendent de la gràfica.

Activitats

1. En el cas d'un moviment vertical, substituïm la x per una y en l'expressió de la velocitat:

$$v = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{y - y_0}{t - t_0}$$

A partir d'aquesta expressió, aïllem la y :

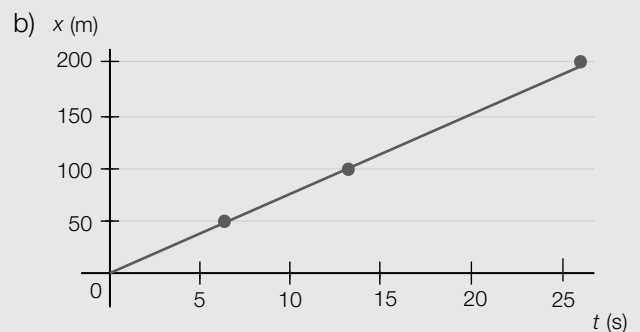
$$y = y_0 + v \cdot (t - t_0)$$

Si considerem que t_0 és 0, trobem l'equació d'un moviment vertical rectilini uniforme:

$$y = y_0 + v \cdot t$$

2. a)

x (m)	0	50	100	200
t (s)	0	6,94	13,8	27,7



- c) Dos punts són suficients per a representar la gràfica o qualsevol línia recta. Per un punt poden passar infinites línies rectes.

- d) La velocitat és constant durant tot el trajecte, amb independència del moment del temps. Per tant, la gràfica serà una línia recta horitzontal.

- e) Dades: $x_0 = 0$; $v = 7,2$ m/s

L'equació d'aquest moviment és $x = 7,2 \cdot t$. Per tant, si $x = 5,7$ km, tenim que:

$$5,7 \text{ km} = 7,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t$$

$$t = \frac{5,7 \text{ km} \cdot \text{s}}{7,2 \text{ m}} = 0,7916 \cdot \frac{1000 \cancel{\text{m}} \cdot \text{s}}{\cancel{\text{m}}} = 791,6 \text{ s}$$

Solucionari del llibre de l'alumne

$$t = 791,6 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 13,2 \text{ min}$$

En Martí tardarà aproximadament 13,2 min.

2. Moviment rectilini uniformement accelerat (MRUA) (pàg. 196 a 199)

@: **acceleració**

Resposta suggerida.

La motocicleta comença el seu moviment a una velocitat moderada, però a mesura que avança el temps circula més de pressa.

Àgora

Resposta suggerida.

Si com assenyalava l'enunciat, en augmentar la velocitat dels cotxes s'incrementa la contaminació que produeixen, es poden prendre diverses mesures. Per exemple:

- Es pot limitar la velocitat màxima de circulació a la rodalia de les ciutats.
- Es pot fomentar la reducció d'emissions en els cotxes nous mitjançant subvencions a la recerca.
- En dies de contaminació elevada a les ciutats, es pot prohibir la circulació de la meitat dels cotxes; per exemple, aquells la matrícula dels quals acabi en nombre parell o en nombre senar.

Activitats

3. Resposta suggerida.

Una fruita que cau d'un arbre o l'home bala de l'espectacle d'un circ quan el canó el dispara.

4. Dades: $v_0 = 40 \text{ km/h}$; $\Delta t = 3,5 \text{ s}$

El cotxe s'atura, per la qual cosa la velocitat final és 0. Hi apliquem la fórmula de l'acceleració:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{3,5 \text{ s}} = \frac{(0 - 40) \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}}}{3,5 \text{ s}} = 3,17 \text{ m/s}^2$$

El valor de l'acceleració és $-3,17 \text{ m/s}^2$.

— El signe negatiu indica que a mesura que el cotxe avança la seva velocitat disminueix.

5. Dades: $v_0 = 0$; $v = 50 \text{ km/h}$; $\Delta t = 5 \text{ s}$

Utilitzem la fórmula de l'acceleració:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{5 \text{ s}} = \frac{(50 - 0) \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}}}{5 \text{ s}} = 2,7 \text{ m/s}^2$$

El valor de l'acceleració és $2,7 \text{ m/s}^2$.

6. Resposta suggerida.

Amb una acceleració elevada, el guepard pot passar molt de pressa d'estar aturat a posar-se a córrer; novament, parar-se i tornar-se a posar ràpidament a córrer. Aquesta acceleració dota el guepard d'una agilitat superior a la de les seves preses, agilitat que és determinant per a caçar.

7. Dades: $v_0 = 70,2 \text{ km/h}$; $a = -3 \text{ m/s}^2$

Ens indiquen que la velocitat disminueix a raó de 3 m/s . Això significa que l'acceleració, a , és negativa. Concretament, $a = -3 \text{ m/s}^2$.

Abans d'aplicar la fórmula de la posició en funció del temps, hem d'utilitzar les mateixes unitats en la velocitat i en l'acceleració; en aquest cas: metres i segons:

$$v_0 = 70,2 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 19,5 \text{ m/s}$$

Emprem l'equació de la velocitat, considerant que la velocitat final és 0, $v = 0$:

$$0 = 19,5 - 3 \cdot t \rightarrow t = 6,5 \text{ s}$$

Hi apliquem l'equació de la posició, considerant que la posició inicial és 0, $x_0 = 0$:

$$x = 0 + 19,5 \cdot 6,5 - \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot (6,5)^2 \rightarrow x = 63,38 \text{ m}$$

El tren recorrerà 63,38 m fins que s'aturi.

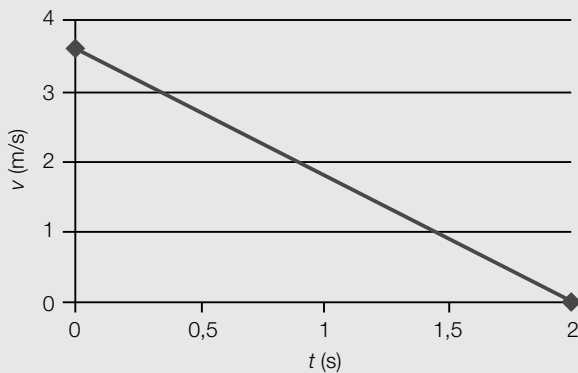
8. Dades: $v_0 = 3,6 \text{ m/s}$; $t = 2 \text{ s}$

a) Utilitzem la fórmula de la velocitat per a $v = 0$:

$$0 = 3,6 + a \cdot 2 \rightarrow a = -1,8 \text{ m/s}^2$$

b) Considerem una acceleració constant. En aquest cas, la gràfica $v-t$ és rectilínia i, per tant, n'hi ha prou amb dos punts per a traçar-la: $(0, 3,6)$ i $(2, 0)$.

Solucionari del llibre de l'alumne



La gràfica x-t és curvilínia i, per tant, hem de trobar diversos punts per a traçar-la. Per exemple:

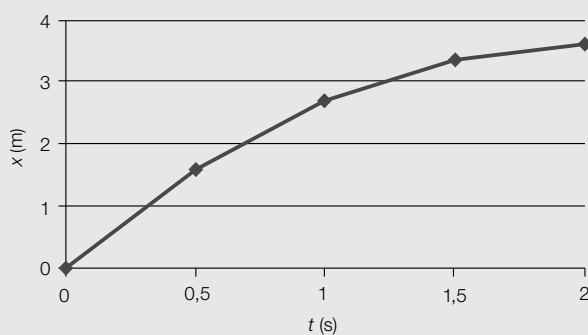
$$t = 0 \rightarrow x = 0 \rightarrow (0, 0)$$

$$t = 0,5 \rightarrow x = 0 + 3,6 \cdot 0,5 - \frac{1}{2} \cdot 1,8 \cdot 0,5^2 \rightarrow x = 1,575 \text{ m} \rightarrow (0,5 \text{ s}, 1,575 \text{ m})$$

$$t = 1 \rightarrow x = 0 + 3,6 \cdot 1 - \frac{1}{2} \cdot 1,8 \cdot 1^2 \rightarrow x = 2,7 \text{ m} \rightarrow (1 \text{ s}, 2,7 \text{ m})$$

$$t = 1,5 \rightarrow x = 0 + 3,6 \cdot 1,5 - \frac{1}{2} \cdot 1,8 \cdot 1,5^2 \rightarrow x = 3,375 \text{ m} \rightarrow (1,5 \text{ s}, 3,375 \text{ m})$$

$$t = 2 \rightarrow x = 0 + 3,6 \cdot 2 - \frac{1}{2} \cdot 1,8 \cdot 2^2 \rightarrow x = 3,6 \text{ m} \rightarrow (2 \text{ s}, 3,6 \text{ m})$$



9. Dades: $t = 2,3 \text{ s}$; $v_0 = 0$; $y = 0$

— Partim de l'equació de la posició en cas d'un moviment vertical:

$$0 = y_0 + 0 \cdot 2,3 - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 2,3^2 \rightarrow y_0 = 25,92 \text{ m}$$

La finestra es troba a gairebé 26 m d'altura. (En els càlculs, hem considerat que no hi ha fregament amb l'aire.)

3. Moviment circular uniforme (MCU) (pàg. 200 i 201)

@: **velocitat angular**

Resposta suggerida.

En prémer «break», la corda es trenca i la bola surt disparada en la direcció tangent al punt de trencament. A partir d'aquest moment, la bola es mou amb una velocitat única i lineal.

Activitats

10. Dades: $\omega = 8,5 \cdot 10^{-4} \text{ rad/s}$; $R = 2,8 \cdot 10^4 \text{ km}$

— Calculem les voltes que fa el satèl·lit en un dia:

$$8,5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ volta}}{2\pi \text{ rad}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ dia}} = 11,7 \text{ voltes/dia}$$

Aproximadament, 12 voltes al dia.

— Calculem la velocitat lineal:

$$V = 11,7 \frac{\text{voltes}}{\text{dia}} \cdot \frac{2\pi \cdot 2,8 \cdot 10^4 \text{ km}}{1 \text{ volta}} \cdot \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 23,8 \text{ km/s}$$

En unitats del Sistema Internacional (SI), $v_T = 23823,74 \text{ m/s}$ o bé $v_T = 85765,48 \text{ km/h}$.

— Calculem la velocitat lineal a la superfície terrestre. Busquem la informació del radi terrestre: $R_T = 6375 \text{ km}$.

$$V_T = 1 \frac{\text{volta}}{\text{dia}} \cdot \frac{2\pi \cdot 6375 \text{ km}}{1 \text{ volta}} \cdot \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0,46 \text{ km/s}$$

En unitats de l'SI, $v_T = 463,6 \text{ m/s}$ o bé $v_T = 1668,97 \text{ km/h}$.

Visió 360° (pàg. 202 i 203)

Seguretat viària: la importància de la distància de seguretat

Activitats

11. a) Distància de reacció: és la distància recorreguda en el temps que tardem a percebre el perill.

Distància de frenada: és la distància recorreguda des que pitgem el fre fins que s'atura el vehicle.

Solucionari del llibre de l'alumne

b) En cas de paviment sec, a partir de les figures tenim que:

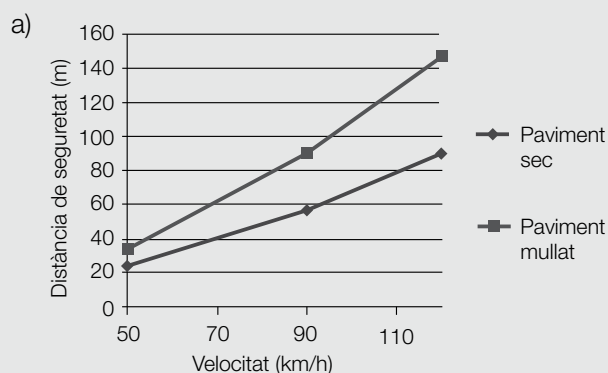
- A una velocitat de 50 km/h, hem de mantenir 24 m de distància.
- A una velocitat de 90 km/h, hem de mantenir 57 m de distància.
- A una velocitat de 120 km/h, hem de mantenir 90 m de distància.

c) En una carretera mullada la distància de frenada augmenta, ja que la fricció de les rodes amb el terra és inferior i el cotxe pot recórrer més distància quan es pitja el fre.

d) El temps de reacció depèn dels nostres reflexos. La distància de frenada depèn de l'estat de la carretera, de l'estat del cotxe i de la velocitat a la qual circulem.

12.

	Paviment sec			Paviment mullat		
Distància de seguretat (m)	24	57	90	34	89	146
Velocitat (km/h)	50	90	120	50	90	120



b) No sembla que hi hagi una relació lineal entre la velocitat i la distància de frenada, ja que els tres punts no cauen dins la mateixa línia. Potser la conclusió seria més clara si tinguéssim una gràfica amb més punts.

c) Es corre el risc de tenir un accident de trànsit.

d) La DGT proposa deixar 2 s de distància amb el cotxe del davant. Vegem quina distància, x , representa aquest interval de temps en funció de la velocitat, i la comparem amb les distàncies recomanades en l'esquema:

$$x_{50} = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot 2 \text{ s} = 27,7 \text{ m}$$

$$x_{90} = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot 2 \text{ s} = 50 \text{ m}$$

$$x_{120} = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot 2 \text{ s} = 66,6 \text{ m}$$

Aquest mètode de càlcul sembla útil en el cas d'anar a una velocitat de 50 km/h per un paviment sec. En general, no és un mètode útil.

13. Resposta oberta.

En el debat, poden sorgir temes com ara:

- La tecnologia actual, de la qual els cotxes ja disposen per a prevenir els accidents o per a minimitzar-ne les conseqüències: GPS (ja que ajuda a circular menys despistats), coixí de seguretat, etc.
- La tecnologia que ve pot ser molt útil: per exemple, detectors que desperten un conductor que s'està adormint.
- Pot ser que un excés de tecnologia, contradictòriament, faci que el conductor se senti més indefens. Per exemple, la por al fet que l'ordinador del cotxe es pugui espantjar.
- Es pot parlar alhora de la seguretat en altres mitjans de transport. És el cotxe el mitjà de transport més insegur?

Cre@tividat: mostrem dades de sinistralitat a la carretera

Resposta oberta.

- Amb dades del 2014, la major part d'accidents de trànsit són per col·lisió lateral o frontolateral, o per col·lisió posterior i múltiple.
- Amb dades del 2014, es produeixen més accidents de trànsit en les vies urbanes (62 %) respecte a les interurbanes (38 %). Però, contradictòriament, moren més persones en accidents en les vies interurbanes (74 %) respecte a les urbanes (26 %).
- Amb dades del 2014, es produeixen lleugerament més accidents en els mesos d'estiu.

Solucionari del llibre de l'alumne

Ciència al teu abast (pàg. 204 i 205)

PBL: Investiguem la tecnologia dels cotxes d'última generació

— Resposta suggerida.

Nou sistema o nova aplicació	Objectiu	Funcionament	Utilitat (valoració de l'1 al 5)
Parabrisa - HUD	Convertir el remolc en transparent en el retrovisor.	Combinació d'imatges de càmeres diferents.	4
Sistemes de predicció de comportament dels semàfors	Reduir el consum de combustible.	Sabent l'estat dels semàfors a la xarxa, es calculen les velocitats adequades perquè els cotxes no s'hagin d'aturar als semàfors.	2
Fars intel·ligents	Millorar la il·luminació, per exemple, en els girs: per il·luminar allà on es dirigeix el cotxe i no el que té al davant.	A partir de la informació del GPS i de càmeres infraroges.	3
Aparcaments autònoms	Que el conductor s'oblidi d'haver d'aparcar quan arriba a un aparcament.	Mitjançant la tecnologia de conducció autònoma el cotxe realitza la tasca d'aparcar.	1
Piles d'hidrogen	Reduir l'emissió de CO ₂ . Tenir cotxes ecològics.	La fusió d'oxigen i hidrogen produeix energia i aigua.	3
myOpel: aplicació d'Opel	Recordar el lloc d'aparcament. Generar informes d'accidents.	—	1

— Resposta suggerida.

Sistema o aplicació	Prevenció d'accidents x / ✓	Comoditat del conductor x / ✓	Comoditat dels passatgers x / ✓	Consum de combustible x / ✓	Estètica del vehicle x / ✓	D'altres x / ✓
Parabrisa - HUD	✓					
Sistemes de predicció de comportament dels semàfors				✓		
Fars intel·ligents	✓					
Aparcaments autònoms		✓				
Piles d'hidrogen				✓		
myOpel: aplicació d'Opel						✓

— Resposta oberta.

Solucionari del llibre de l'alumne

Síntesi (pàg. 206)

Recorda el que has après

14.	MRU	MRUA
	El mòbil no està sotmès a cap tipus d'acceleració.	El mòbil està sotmès a una acceleració constant diferent de zero.
	La velocitat del mòbil és constant.	La velocitat del mòbil és variable.
	La gràfica $v-t$ és una línia horitzontal.	La gràfica $v-t$ és una línia recta amb pendent.
	La gràfica $x-t$ és una línia recta amb pendent.	La gràfica $x-t$ és una línia corba.

15. La gràfica $x-t$ és una línia recta amb pendent. La gràfica $v-t$ és una línia horitzontal.

16. Si coneixem Δx , v_0 i t , podem calcular l'acceleració a d'un MRU mitjançant la fórmula de la posició del mòbil en funció del temps:

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

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

17. La diferència és que, mentre que la velocitat lineal és la distància recorreguda en funció del temps, la velocitat angular és l'angle girat en funció del temps. Les unitats en l'SI són m/s i rad/s, respectivament.

Activitats finals (pàg. 207 a 209)

1. Moviment rectilini uniforme (MRU)

18. a) Vertadera, per definició.
 b) Falsa. En un moviment rectilini uniforme la velocitat és constant i, per tant, l'acceleració és 0 (tret que considerem que el mòdul de l'acceleració és constant i igual a 0).
 c) Vertadera. Encara que la gràfica velocitat-temps és simplement una línia recta horitzontal.
 d) Falsa. Com que la velocitat és constant, es recorre la mateixa distància en el mateix interval de temps.
19. Un fotó de llum. Un tren que viatgi a velocitat constant en un tram absolutament recte.

20. Dades: $x = 250$ m; $t = 3,6$ min

Tenim que la velocitat és espai partit per temps:

$$v = \frac{x - x_0}{t - t_0} = \frac{250 \text{ m} - 0}{3,6 \text{ min} - 0} = 69,4 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$v = 69,4 \frac{\text{m}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 1,16 \text{ m/s}$$

21. a) Un moviment rectilini uniforme.
 b) En l'eix de les ordenades tenim la posició, x , i en el de les abscisses, el temps, t . Les dues magnituds es relacionen mitjançant l'equació de la velocitat:

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

c) Prenem qualsevol tram de la gràfica:

$$v = \frac{x - x_0}{t - t_0} = \frac{(40 - 60) \text{ m}}{(4 - 2) \text{ s}} =$$

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

d) Una velocitat negativa indica que el mòbil es dirigeix cap al punt de referència des d'on es mesura la distància.

22. Dades: $v = 848$ km/h; $t = 3,5$ h; $x = 7589$ km

Prenem l'equació del moviment rectilini uniforme:

$$x = x_0 + v \cdot t = 0 + 848 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 3,5 \text{ h} = 2968 \text{ km}$$

En 3,5 h un avió recorre 2968 km.

Considerem novament l'equació del moviment rectilini uniforme i aïllem el temps:

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

$$\rightarrow 7589 \text{ km} = 0 + 848 \text{ km/h} \cdot t \rightarrow$$

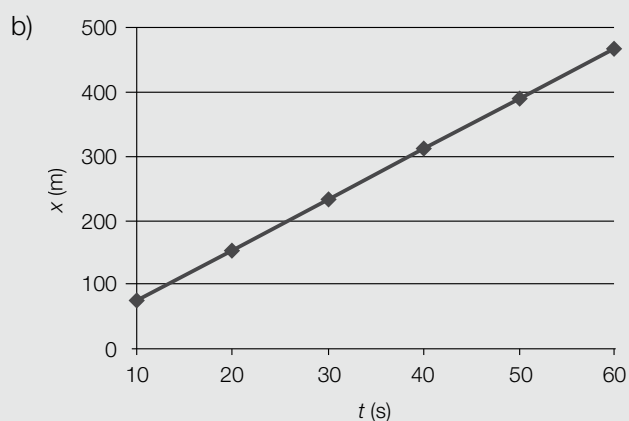
$$\rightarrow t = \frac{7589 \text{ km}}{848 \text{ km/h}} = 8,95 \text{ h}$$

Tardarà gairebé 9 hores a arribar.

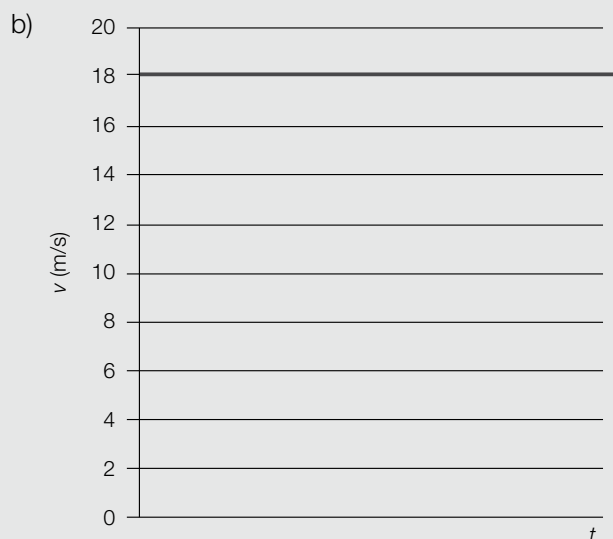
Solucionari del llibre de l'alumne

23. a)

t	x
10 s	78 m
20 s	156 m
30 s	234 m
40 s	312 m
50 s	390 m
60 s	468 m



24. a) El cavall corre a 18 m/s, és a dir, a 64,8 km/h.



25. Dades: $x_{A0} = 0$; $x_{B0} = 200$ km
 $v_A = 40$ km/h; $v_B = -20$ km/h

a) Considerem que els dos ciclistes circulen a una velocitat constant. Representem les equacions del moviment de cada ciclista:

$$x_A = 0 + 40 \cdot t$$

$$x_B = 200 - 20 \cdot t$$

Tinguem en compte que les unitats no són les de l'SI. Hem de resoldre aquest sistema d'equacions per $x_A = x_B = x$.

$$x = 0 + 40 \cdot t$$

$$x = 200 - 20 \cdot t$$

Aïllem i resollem:

$$x = 0 + 40 \cdot t \rightarrow t = \frac{x}{40}$$

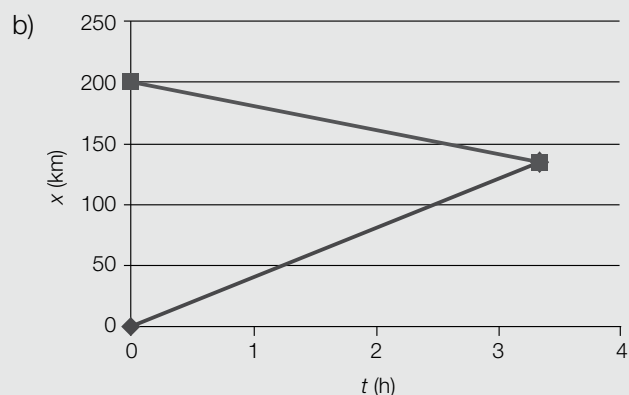
$$x = 200 - 20 \cdot t \rightarrow x = 200 - 20 \cdot \frac{x}{40} \rightarrow$$

$$\rightarrow x = 133,3 \text{ km}$$

Substituïm la solució del punt de trobada en l'equació del temps aïllat:

$$t = \frac{x}{40} = \frac{133,3 \text{ km}}{40 \text{ km/h}} = 3,3 \text{ h}$$

Els dos ciclistes es troben a 133 km de la ciutat A, i a 67 km de la ciutat B ($200 - 133 = 67$), al cap d'unes 3,3 hores; és a dir, uns 200 minuts.



— Els dos ciclistes es troben a 133 km de la ciutat A, i a 67 km de la ciutat B; al cap d'unes 3,3 h.

2. Moviment rectilini uniformement accelerat (MRUA)

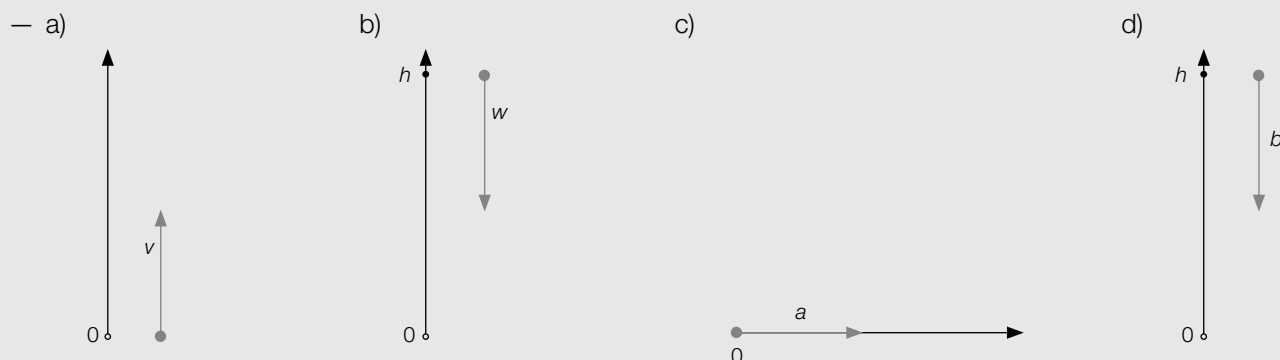
26.

Constant o variable?

Velocitat en el mòdul	Variable
Direcció de la velocitat	Constant
Acceleració en el mòdul	Constant
Direcció de l'acceleració	Constant

Solucionari del llibre de l'alumne

27. a) Mentre la pilota pugi, la velocitat tindrà signe positiu; i quan comenci a caure, tindrà signe negatiu.
 b) Tindrà signe negatiu.
 c) Tindrà signe positiu.
 d) Tindrà signe negatiu.

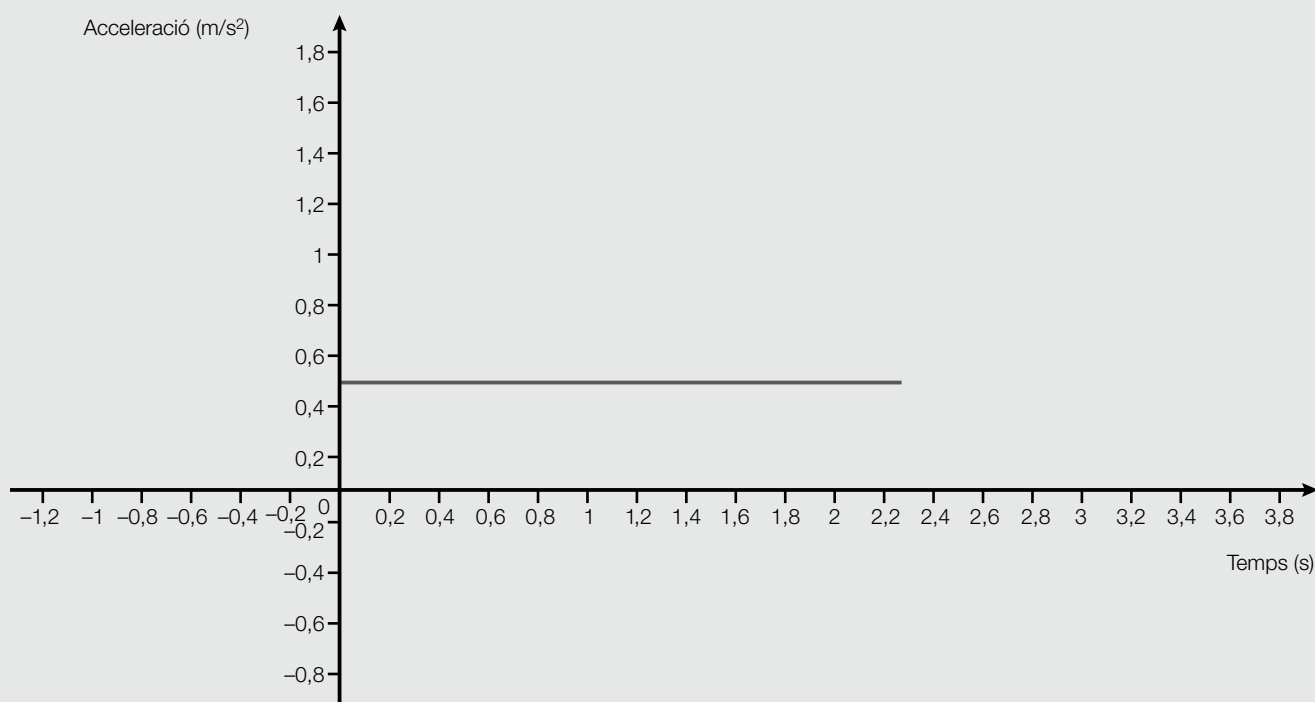


28. — La primera gràfica representa la posició d'un mòbil que té un moviment rectilini uniformement accelerat. Parteix des de la posició 0. La segona gràfica representa la velocitat a la qual es mou aquest mòbil. La seva velocitat inicial és $v_0 = 0,4 \text{ m/s}$.

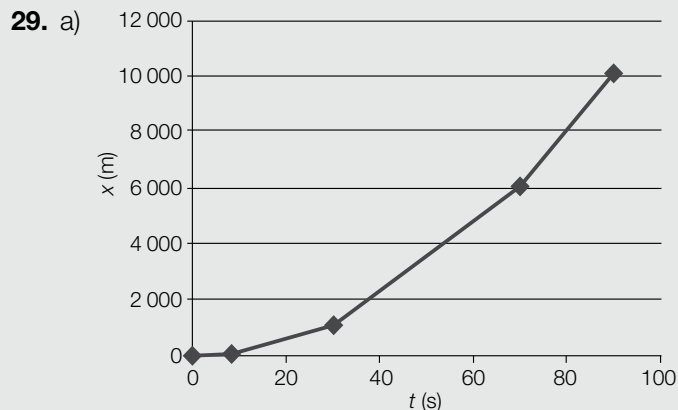
En la gràfica velocitat-temps podem comprovar que l'acceleració és constant i positiva, ja que la gràfica de la velocitat és una línia recta amb pendent positiu. És a dir, per a cada interval de temps la velocitat augmenta en la mateixa quantitat. Si ens hi fixem, podem dir que cada 0,2 s la velocitat augmenta 0,1 m/s. Per tant, l'acceleració és:

$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{(0,5 - 0,4) \text{ m/s}}{(0,2 - 0) \text{ s}} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

Representem la gràfica:



Solucionari del llibre de l'alumne



b) Es mou mitjançant un moviment accelerat, ja que en els mateixos intervals de temps avança distàncies diferents. Per tant, la velocitat a la qual es mou no és constant, per la qual cosa existeix acceleració.

c) Dades: $v_0 = 0$; $x_0 = 0$

Per a assegurar que es tracta d'un moviment uniformement accelerat (MRUA), calculem l'acceleració per a cada registre, amb la finalitat de comprovar que coincideix.

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

$$\rightarrow x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$80 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (8 \text{ s})^2 \rightarrow a = 2,5 \text{ m/s}^2$$

$$1125 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (30 \text{ s})^2 \rightarrow a = 2,5 \text{ m/s}^2$$

$$6125 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (70 \text{ s})^2 \rightarrow a = 2,5 \text{ m/s}^2$$

$$10125 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (90 \text{ s})^2 \rightarrow a = 2,5 \text{ m/s}^2$$

Com que per a cada registre obtenim la mateixa acceleració, es tracta d'un moviment uniformement accelerat (MRUA), les equacions del qual són les següents:

$$x = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot t^2$$

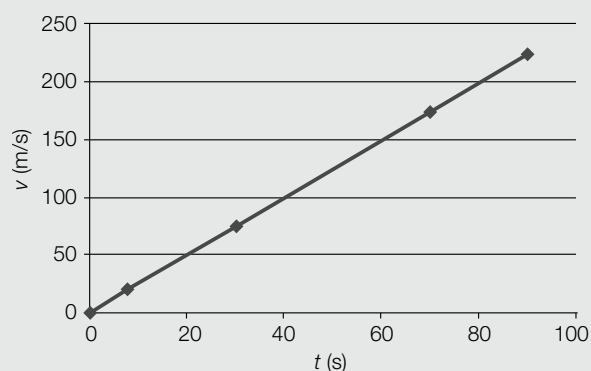
$$v = 2,5 \cdot t$$

d) L'acceleració ja l'hem calculat per a escriure les equacions del moviment. És de $2,5 \text{ m/s}^2$.

e) Primerament, plantejem la taula de velocitat-temps:

t (s)	v (m/s)
0	0
8	$v = 2,5 \cdot t = 2,5 \cdot 8 = 20 \text{ m/s}$
30	$v = 2,5 \cdot t = 2,5 \cdot 30 = 75 \text{ m/s}$
70	$v = 2,5 \cdot t = 2,5 \cdot 70 = 175 \text{ m/s}$
90	$v = 2,5 \cdot t = 2,5 \cdot 90 = 225 \text{ m/s}$

Després, dibuixem la gràfica:



Calculem la velocitat instantània al cap de 15 s:

$$v = 2,5 \cdot t = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 15 \text{ s} = 37,5 \text{ m/s}$$

30. Dades: $v_0 = -2,6 \text{ m/s}$; $y_0 = 1265 \text{ m}$

a) L'acceleració és la gravetat, $a = -9,8 \text{ m/s}^2$. Hi apliquem l'equació de la velocitat:

$$v = -2,6 - 9,8 \cdot t$$

Aleshores, quan $t = 4,5 \text{ s}$, tenim que:

$$v_{4,5 \text{ s}} = -2,6 - 9,8 \cdot 4,5 = -46,7 \text{ m/s}$$

b) Utilitzem l'equació del moviment:

$$y = 1265 - 2,6 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot t^2$$

Resolem l'equació en el cas de $y = 0$:

$$0 = 1265 - 2,6 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot t^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow t_1 = -16,3 \text{ s}; t_2 = 15,8 \text{ s}$$

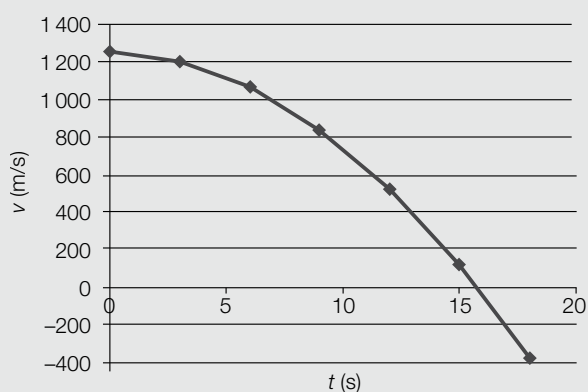
Un temps negatiu no té sentit en aquest exercici. Per tant, la pedra tarda $15,8 \text{ s}$ a arribar al terra.

Solucionari del llibre de l'alumne

c) Resposta suggerida.

Per a realitzar la gràfica, hem de partir de l'equació del moviment i crear una taula, com, per exemple, aquesta:

t (s)	y (m)
0	1265
3	1213,1
6	1073
9	844,7
12	528,2
15	123,5
18	-369,4



31. a) El mòbil s'engega segons els paràmetres i, a mesura que es mou, se'ns mostra en quina posició de la gràfica es troba.

La gràfica $x-t$ és una línia corba. La gràfica $v-t$ és una línia recta amb pendent. La gràfica $a-t$ és una línia horitzontal.

b) Que el mòbil es mou cap a l'esquerra. Que la posició inicial és a l'esquerra del zero.

c) Que si els valors de v_0 i x_0 no són gaire elevats, al principi, el mòbil es mou cap a la dreta, però va reduint de velocitat fins que s'atura, i aleshores es mou cap a l'esquerra.

32. L'alumnat respon les activitats interactives de la pàgina web sobre el moviment rectilini.

Els valors de la posició inicial, velocitat inicial i acceleració en l'equació de posició presentada, són: $x_0 = -10$ m, $v_0 = 5$ m/s i $a = 2$ m/s², respectivament.

33. a) Un mòbil que es tira per una tirolina està subjecte a un moviment rectilini uniformement accelerat.

b) Si no hi hagués inclinació, no hi hauria moviment. Si la inclinació fos de 90°, el moviment seria com una caiguda lliure.

3. Moviment circular uniforme (MCU)

34. Resposta suggerida.

Per exemple, el moviment de la punta de la busca dels segons d'un rellotge de paret, el moviment del focus d'un far o el moviment d'una baldufa que gira a la perfecció al voltant del seu eix.

35. a) Velocitat angular, ja que les unitats són radians per segon.

b) Velocitat lineal, ja que les unitats són metres per segon.

c) Velocitat angular, ja que les unitats són voltes per hora.

d) Velocitat lineal, ja que les unitats són quilòmetres per hora.

36. Dada: $w = 3,5$ voltes/min

a) Dada: $t = 30$ min

Com que ens donen el temps en minuts, passem la velocitat angular a radians per minut:

$$\omega = 3,5 \frac{\cancel{\text{voltes}}}{\text{min}} \cdot \frac{2\pi \cdot \text{rad}}{1 \cancel{\text{volta}}} = 7\pi \text{ rad/min}$$

Ara hi apliquem l'equació de l'MCU:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t \rightarrow$$

$$\rightarrow \varphi = 0 + 7\pi \frac{\text{rad}}{\text{min}} \cdot 30 \text{ min} \rightarrow$$

$$\rightarrow \varphi = 210\pi \text{ rad}$$

Expressem l'angle recorregut en mitja hora en voltes:

$$210 \cancel{\pi \text{ rad}} \cdot \frac{1 \text{ volta}}{2\pi \text{ rad}} = 105 \text{ voltes}$$

b) Passem el resultat anterior a radians, tal com ens demana l'enunciat:

$$\varphi = 210\pi \text{ rad} = 659,7 \text{ rad}$$

Solucionari del llibre de l'alumne

37. Dades: $R = 3,8 \text{ cm}$; $\omega = 180 \text{ rev/min}$

— Passem la velocitat angular i el radi a unitats de l'SI:

$$\omega = 180 \frac{\cancel{\text{rev}}}{\cancel{\text{min}}} \cdot \frac{2\pi \cdot \text{rad}}{1 \cancel{\text{rev}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{min}}}{60 \text{ s}} = 18,8 \text{ rad/s}$$

$$R = 3,8 \text{ cm} = 0,038 \text{ m}$$

Utilitzem la fórmula que relaciona la velocitat angular amb la lineal:

$$v = \omega \cdot R = 18,8 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 0,038 \text{ m} = 0,72 \text{ m/s}$$

38. Dades: $R_1 = 3,2 \text{ m}$; $R_2 = 5,4 \text{ m}$; $\Delta t = 5 \text{ min}$

$$\Delta \varphi = 12 \text{ voltes}$$

a) No es mouen a la mateixa velocitat lineal, ja que el nen que està més lluny de l'eix de rotació (el de radi més gran) recorrerà més distància i, per tant, tindrà una velocitat lineal més alta.

Es mouen a la mateixa velocitat angular, ja que les voltes (i l'angle) que recorren per la mateixa unitat de temps són les mateixes, que són les voltes per unitat de temps que fan els cavallets.

b) Calculem la velocitat angular a la qual es mouen els cavallets, que coincideix amb la velocitat angular dels dos nens:

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{12 \text{ voltes}}{5 \text{ min}} \cdot \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ volta}} = \\ &= 15,1 \text{ rad/min} \end{aligned}$$

Emprem la fórmula que relaciona la velocitat angular amb la lineal per a calcular les velocitats lineals dels dos nens:

$$v_1 = \omega \cdot R_1 = 15,1 \frac{\text{rad}}{\text{min}} \cdot 3,2 \text{ m} =$$

$$= 48,3 \text{ m/min} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 0,81 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \omega \cdot R_2 = 15,1 \frac{\text{rad}}{\text{min}} \cdot 5,4 \text{ m} =$$

$$= 81,5 \text{ m/min} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 1,4 \text{ m/s}$$

39. Dades: $v = 12 \text{ m/s}$; $d = 76 \text{ cm}$

a) Trobem el radi i el passem a unitats de l'SI; és a dir, $0,38 \text{ m}$.

Hi apliquem la fórmula que relaciona la velocitat angular amb la lineal i aïllem la velocitat angular:

$$v = \omega \cdot R \rightarrow \omega = \frac{v}{R} = \frac{12 \text{ m/s}}{0,38 \text{ m}} = 32 \text{ rad/s}$$

b) Dada: $t = 10 \text{ min}$

Passem el temps a segons; és a dir, 600 s .

Utilitzem l'equació de l'MCU:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t = 32 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 600 \text{ s} = 19\,000 \text{ rad}$$

Ara, passem els radians a voltes completes:

$$19\,000 \text{ rad} \cdot \frac{1 \text{ volta}}{2\pi \text{ rad}} = 3\,000 \text{ voltes}$$

Les rodes fan aproximadament $3\,000$ voltes.

c) Les equacions que expressen el moviment de les rodes del vehicle tot terreny són:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t \rightarrow \varphi = 32 \cdot t$$

40. Resposta suggerida.

El període és el temps que tarda el mòbil a fer una volta. La freqüència és la inversa del període, és a dir, el nombre de voltes que es fan per unitat de temps.

41. a) En el cas d'un MCU, el mòdul de la velocitat no varia, però la direcció, sí. Per tant, tenint en compte les fórmules, no existeix acceleració tangencial però sí centrípeta. El valor de l'acceleració centrípeta es calcula mitjançant aquesta fórmula:

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

b) — D'aquesta manera, es dedueix:

$$\left. \begin{aligned} a_n &= \frac{2\pi v}{T} \\ \omega &= \frac{2\pi}{T} \end{aligned} \right\} \rightarrow a_n = \omega \cdot v$$

$$\left. \begin{aligned} v &= \omega \cdot R \rightarrow \omega = \frac{v}{R} \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$\rightarrow a_n = \frac{v}{R} \cdot v \rightarrow a_n = \frac{v^2}{R}$$

— L'acceleració centrípeta té la mateixa direcció que el vector radi, però sentit oposat.

Solucionari del llibre de l'alumne

Posa a prova les teves competències (pàg. 210 i 211)

42. a) De 0 a 3 s: moviment rectilini uniformement accelerat.

De 3 a 5 s: moviment rectilini uniforme.

De 5 a 11 s: moviment rectilini uniformement accelerat (o desaccelerat, podríem dir).

b) Emprem les equacions del moviment rectilini uniforme per a quan el temps inicial és diferent de 0:

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

i les del moviment rectilini uniformement accelerat:

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

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

Primer tram: tenim que:

$$v_0 = 0; a = \frac{(30 - 0) \text{ m/s}}{(3 - 0) \text{ s}} = 10 \text{ m/s}^2; t_0 = 0$$

Considerem $x_0 = 0$. Aleshores:

$$v = 10 \cdot t \quad x = 5 \cdot t^2$$

Segon tram: tenim que $v = 30$ m/s. El paràmetre x_0 del segon tram és el paràmetre x final del primer tram (quan $t = 3$). En el nostre cas, $x_0 = 5 \cdot 3^2 = 45$ m. Cal tenir en compte que $t_0 = 3$.

$$x = 45 + 50 \cdot (t - 3)$$

Tercer tram: tenim que:

$$v_0 = 30 \text{ m/s}; a = \frac{(0 - 30) \text{ m/s}}{(11 - 5) \text{ s}} = -5 \text{ m/s}^2$$

El paràmetre x_0 del tercer tram és el paràmetre x final del segon tram (quan $t = 5$). En el nostre cas, $x_0 = 45 + 30 \cdot (5 - 3) = 105$ m. Cal tenir en compte que $t_0 = 5$.

$$v = 30 - 5 \cdot (t - 5)$$

$$x = 105 + 30 \cdot (t - 5) - 2,5 \cdot (t - 5)^2$$

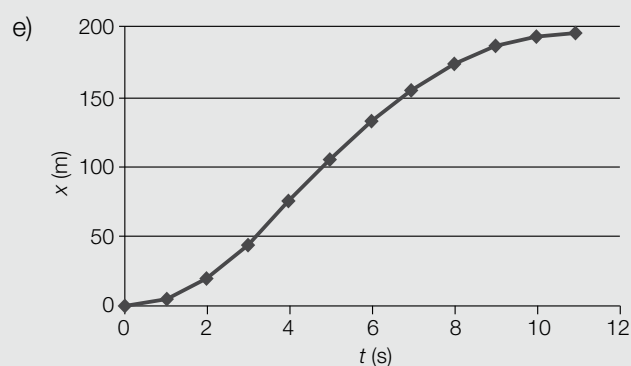
c) Primer tram: $a = \frac{(30 - 0) \text{ m/s}}{(3 - 0) \text{ s}} = 10 \text{ m/s}^2$

Segon tram: $a = \frac{(30 - 30) \text{ m/s}}{(5 - 3) \text{ s}} = 0 \text{ m/s}^2$

Tercer tram: $a = \frac{(0 - 30) \text{ m/s}}{(11 - 5) \text{ s}} = -5 \text{ m/s}^2$

d)

x (m)	t (s)
0	0
5	1
20	2
45	3
75	4
105	5
132,5	6
155	7
172,5	8
185	9
192,5	10
195	11



f) Resposta suggerida.

Es pot tractar del recorregut d'un cotxe per la ciutat.

43. a) Resposta suggerida.

La pedra es veu afectada per la força de la gravetat de la Terra, és a dir, per l'acceleració cap al centre de la Terra, que és de $-9,8 \text{ m/s}^2$. Per tant, es tracta d'un moviment uniformement accelerat.

b) Dades: $v_0 = 5 \text{ m/s}$; $a = -9,8 \text{ m/s}^2$

Hi apliquem la fórmula de la velocitat de l'MRUA i trobem el temps en què la pedra arriba a la seva altura màxima. En aquest cas, la velocitat final serà 0, $v = 0$:

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow 0 = 5 - 9,8 \cdot t \rightarrow t = 0,5 \text{ s}$$

c) Amb el temps que hem trobat en l'apartat anterior i considerant y_0 l'altura a la qual es troba

Solucionari del llibre de l'alumne

la finestra, utilitzem la fórmula de la posició de l'MRUA:

$$\begin{aligned}y &= y_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \\&= y_0 + 5 \cdot 0,5 - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 0,5^2 = \\&= y_0 + 2,5 - 1,2 = y_0 + 1,3\end{aligned}$$

La pedra arriba a 1,3 m per sobre de la finestra.

- d) El valor del temps que s'ha trobat en l'apartat b, 0,5 s, és positiu, perquè no pot ser d'una altra manera. Els temps en negatiu, si el temps inicial és 0, no tenen sentit.

El valor de l'altura a la qual arriba la pedra en l'apartat c, 1,3 m per sobre de la finestra, és positiu. En aquest cas, un valor negatiu de l'altura sí que hauria tingut sentit, ja que representaria un punt per sota de l'altura a la qual es troba la finestra.

44. Dades: $w = 1,5$ voltes/s; $R = 22$ cm

- a) Passem la velocitat angular i la mesura del radi a unitats de l'SI:

$$\begin{aligned}\omega &= 1,5 \frac{\text{voltes}}{\text{s}} \cdot \frac{2\pi \cdot \text{rad}}{1 \text{ volta}} = 9,4 \text{ rad/s} \\R &= 22 \text{ cm} = 0,22 \text{ m}\end{aligned}$$

Emprem la fórmula que relaciona la velocitat lineal amb la velocitat angular:

$$v = w \cdot R = 9,4 \text{ rad/s} \cdot 0,22 \text{ m} = 2,1 \text{ m/s}$$

- b) Hi apliquem l'equació de l'MCU, considerant $\varphi_0 = 0$ i $\varphi = 1$ volta:

$$\begin{aligned}\varphi &= \varphi_0 + \omega \cdot t \rightarrow \\&\rightarrow 1 \text{ volta} = 0 + 1,5 \frac{\text{voltes}}{\text{s}} \cdot t \rightarrow \\&\rightarrow t = \frac{1}{1,5} \text{ s} = 0,6 \text{ s}\end{aligned}$$

- c) Sempre que hi hagi un canvi en la velocitat, ja sigui de mòdul o de direcció, hi haurà acceleració. En aquest cas, no hi ha canvi en el mòdul de la velocitat, però sí en la direcció. Per tant, hi ha acceleració centrípeta. Calculem-la:

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{(2,1 \text{ m/s})^2}{0,22 \text{ m}} = 20,0 \text{ m/s}^2$$

45. Resposta suggerida.

- Perquè d'aquesta manera prevenim que hi hagi accidents. Una distància de seguretat suficientment àmplia permet disposar de temps de frenada en cas que el cotxe del davant freni per accident o per qualsevol altre motiu.

10. Les forces

1. Naturalesa de les forces (pàg. 214 a 216)

Activitats

1. a) El cotxe es mou.
b) La nena rebot a al llit.

2. a) $789 \text{ kp} \cdot \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kp}} = 7732,2 \text{ N}$

b) $0,67 \text{ kp} \cdot \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kp}} = 6,57 \text{ N}$

3. a) El dinamòmetre és un instrument de mesura que s'utilitza per a pesar objectes o calcular forces.

- b) Es basa en la tercera llei de Newton (acció-reacció).

4. a) 

$$F_{\text{neta}} = 52,5 \text{ N} - 47,8 \text{ N} = 4,7 \text{ N}$$

- b) Fletxes perpendiculars.

$$F_{\text{neta}} = \sqrt{73^2 + 98^2} = 122,20 \text{ N}$$

5. Es tracta de dues forces en la mateixa direcció i de sentits contraris. Utilitzem la regla del paral·lelogram:

$$F_{\text{neta}} = 150 \text{ N} - 98 \text{ N} = 52 \text{ N}$$

Cal aplicar 52 N en el mateix sentit en què s'efectuï la força de 98 N.