

Index

5 Mecànica

La mecànica és una branca de la física relacionada amb el moviment dels objectes.

Quan un objecte en repos inicia un moviment, es diu que actua una força. La força és la casua del canvi d'estat.

Per exemple, per posar en moviment una bicicleta, ha d'actuar la força de les cames damunt els pedals.



La mecànica analitza la transmissió de la força des de la cama fins a la roda i el carrer. A més, l'estructura i construcció de la bici segueix lleis mecàniques.

Però no només els mecànics aprofiten la mecànica al taller per reparar i mantenir vehicles, també els elèctricistes es troben amb problemes mecànics, com per exemple en el muntatge d'estructures per mòduls fotovoltaics o d'un termo elèctric a una paret.

5.1 Velocitat

Un dels principals indicadors del moviment d'un objecte es la seva velocitat.

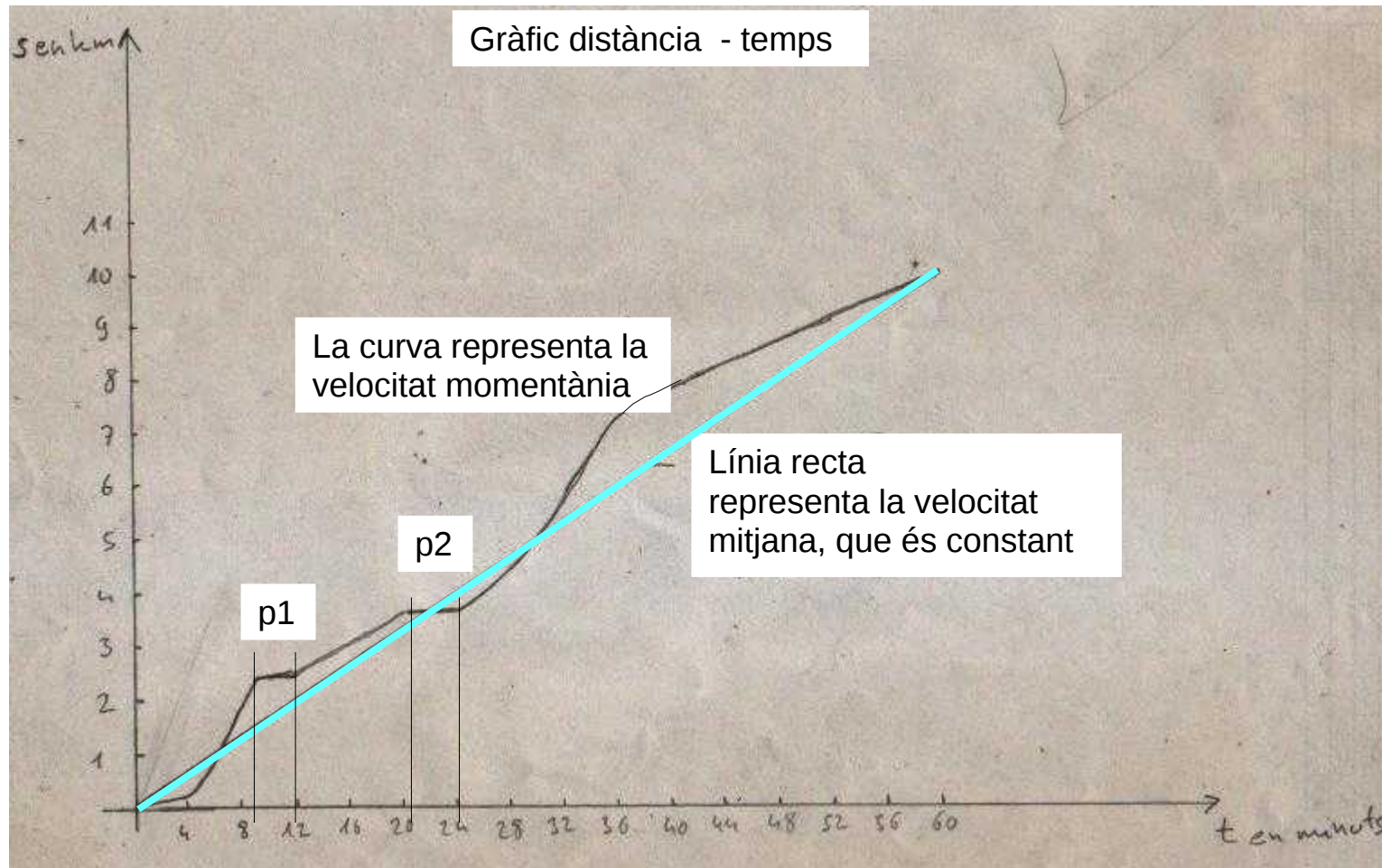
Si amb una bici, es tarda un temps t de 1 h en fer el recorregut de Palma a S'Arenal (10 km), la velocitat mitjana de la bici durant el trajecte es calcula amb:

$$v = \frac{s}{t}$$

v velocitat $\frac{km}{h}$
 s distància en km
 t temps h

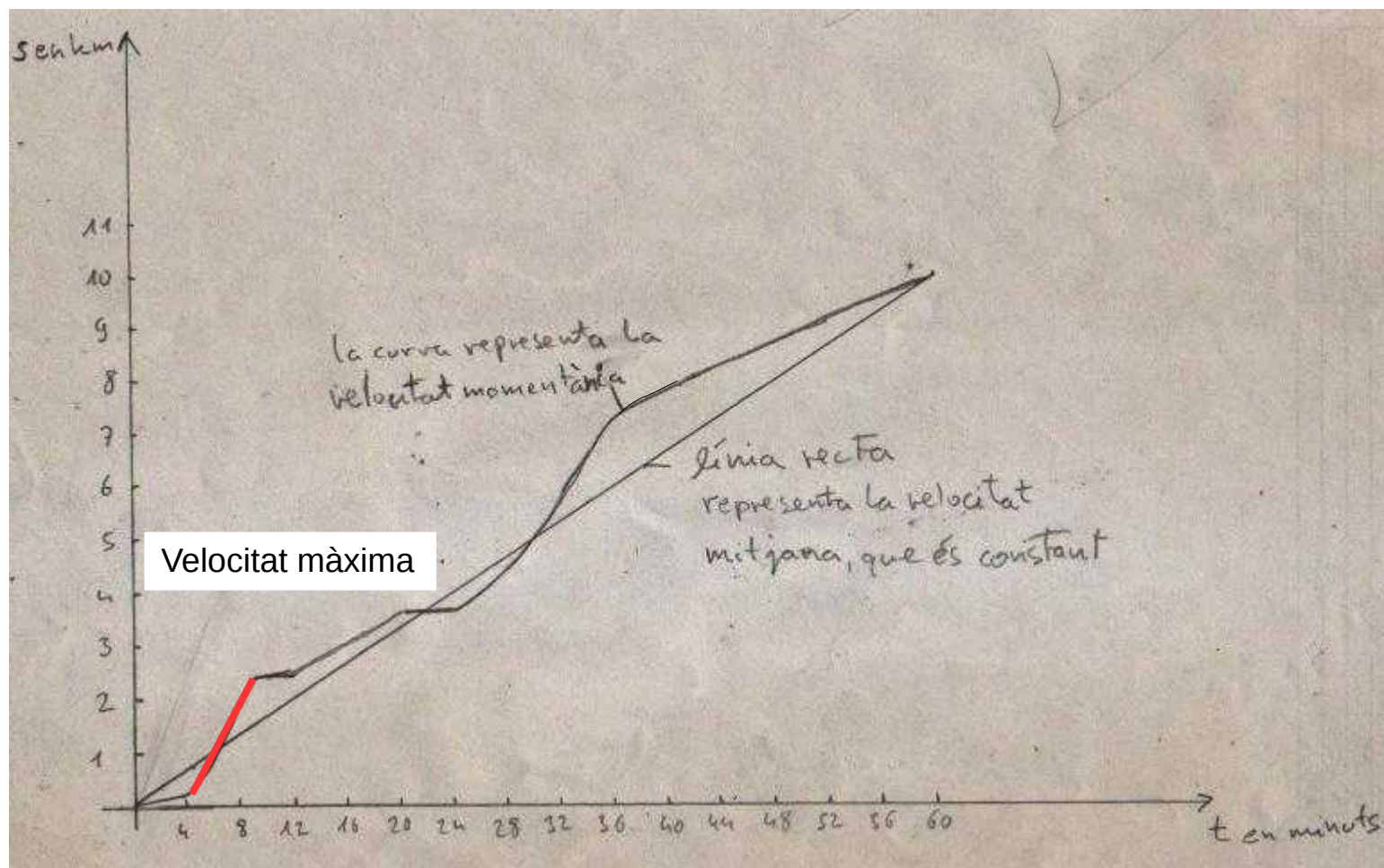
$$v = \frac{s}{t} = \frac{10 km}{1 h} = 10 \frac{km}{h}$$

En aquest exemple s'ha calculat la velocitat mitjana de la bici. En realitat un ciclista no manté la seva velocitat constant durant un trajecte, la va adaptant a la necessitat del moment. Un gràfic pot representar el recorregut realitzat.



La velocitat correspon al pendent de la curva. En el cas de la recta és constant i s'anomena velocitat mitjana.

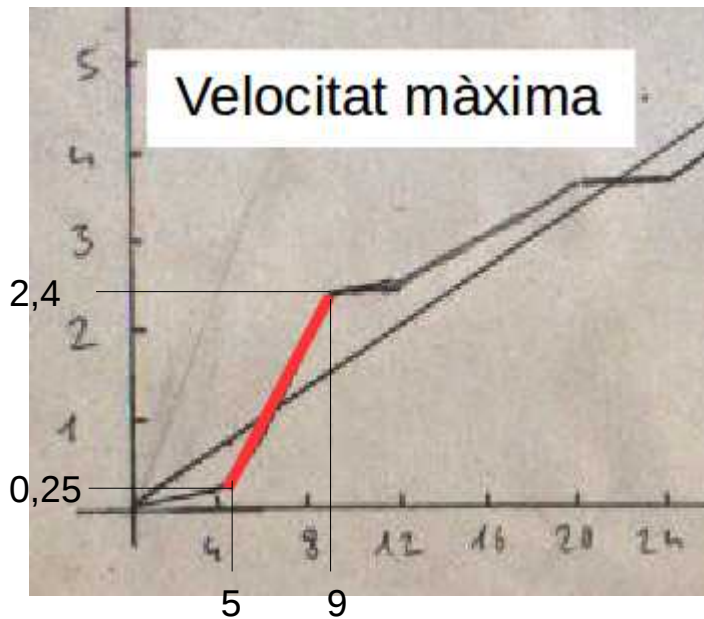
En la curva es poden observar dos ocasions durant les quals la bici està parada. La primera parada, p1, correspon al interval de temps minut 9 a minut 12, la segona del minut 21 al 24. Durant les parades, passa el temps, però la bici no avança. Durant les parades, el gràfic mostra una línia horitzontal amb pendent 0.



A major pendent, major és la velocitat de la bici. La velocitat màxima es produeix al voltant del minut 7.

Podem calcular la velocitat màxima amb les dades del gràfic, ja que entre el minut 5 i el minut 9, la distància recorreguda és del quilòmetre 0,25 al quilòmetre 2,4.

$$v = \frac{2,4 \text{ km} - 0,25 \text{ km}}{9 \text{ min} - 5 \text{ min}} = \frac{2,15 \text{ km}}{4 \text{ min}} = 0,54 \frac{\text{km}}{\text{min}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 32 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$



5.2 Exercicis velocitat

Exercici 5.2-1

Un tren surt de Palma a les 10:50 h i arriba a Inca a les 11:24 h. La distància recorreguda és de 30 kms.

Calcula la velocitat mitjana en $\frac{km}{min}$ i $\frac{km}{h}$.

Exercici 5.2-2

La velocitat mitjana d'un vehicle és de $70 \frac{km}{h}$ calcula el temps que tarda en arribar a Inca (distància 30 km).

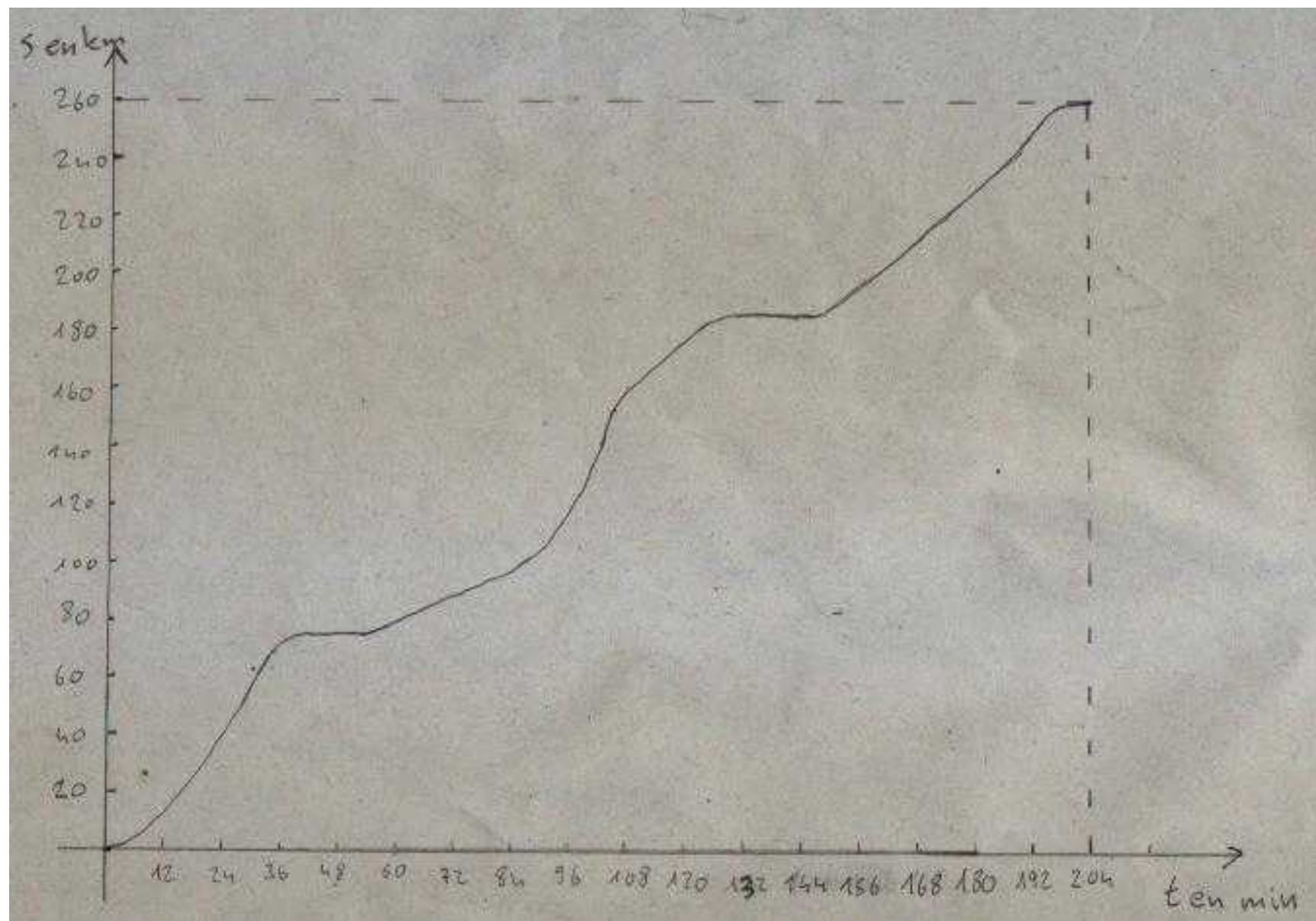
Exercici 5.2-3

Un vehicle tarda 55 minuts en arribar al seu destí, a una velocitat mitjana de $15 \frac{km}{h}$

Quina distància ha recorregut?

Exercici 5.2-4

Indica al gràfic la velocitat mitjana, les parades i la velocitat màxima.



5.3 Força i acceleració

Quan la velocitat canvia, augmentant o disminuint, es parla d'acceleració. Per accelerar una bici es pot pedalejar amb més força, per augmentar la velocitat, o es pot frenar, per reduir-la.

La relació entre acceleració i força és:

$$F = m \cdot a$$

| | |
|-----------------|--------------------------------|
| <i>F</i> | força en N |
| <i>m</i> | massa en kg |
| <i>a</i> | acceleració en $\frac{m}{s^2}$ |

5.3.1 Força d'atracció terrestre (gravitació)

A la superfície terrestre actua la força de la gravitació. Aquesta força, es manifesta en objectes que cauen. L'exemple clàssic és el d'una poma que cau d'un arbre.

Per què la poma cau a terra?

Perquè la força de la gravitació actua damunt la poma, que penjada de la branca estava en repos i l'accelera, augmentant la velocitat durant la caiguda, fins que la poma toca terra.



L'acceleració terrestre de $9,81 \frac{m}{s^2}$ és l'acceleració que es produeix en un objecte que cau i és igual per qualsevol objecte. Una poma, una moneda o una pedra són accelerades de igual forma.

Exemple poma:

Mesurem la massa de la poma amb una balança, donant 0,15 kg.

Ara podem calcular la força de la gravetat que actua damunt la poma amb l'acceleració terrestre:

$$F_{poma} = m \cdot a = 0,15 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 1,47 \text{ N}$$

Exemple moneda:

Mesurem la massa de la moneda amb una balança, donant 0,01 kg.

Ara podem calcular la força de la gravetat que actua damunt la moneda amb l'acceleració terrestre:

$$F_{moneda} = m \cdot a = 0,01 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,0981 \text{ N}$$

Exemple pedra:

Mesurem la massa de la pedra amb una balança, donant 0,5 kg.

Ara podem calcular la força de la gravetat que actua damunt la pedra amb l'acceleració terrestre:

$$F_{pedra} = m \cdot a = 0,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4,91 \text{ N}$$

Exercici 5.3.1-1

Completa la taula indicant quina força correspon als valors de massa:

| | | | | | | | | | | |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| massa en kg | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Força | | | | | | | | | | |

Dibuixa un gràfic de la força d'atracció terrestre **F** en funció de la massa **m**.

La massa **m** es representa a l'eix horitzontal del sistema de coordenades, varien entre els valors 0 i 9 kg, amb una escala de 1 kg : 1 cm.

La força es **F** representa a l'eix vertical del sistema de coordenades amb una escala de 10 N : 1 cm.

Exercici 5.3.1-2

Calcula la força d'atracció terrestre damunt una persona que pesa 70 kg.

5.3.2 Acceleració i velocitat

La relació entre acceleració i velocitat és:

$$v = a \cdot t$$

v velocitat en $\frac{m}{s}$

a acceleració en $\frac{m}{s^2}$

t temps en s

Continuant amb l'exemple de l'acceleració terrestre, la velocitat d'un objecte augmenta en proporció al temps que dura la caida, ja que l'acceleració terrestre de $9,81 \frac{m}{s^2}$ és constant.

Exemple

Una poma cau d'un arbre i tarda 2,1 segons en tocar terra. Quina és la seva velocitat passat el temps 0 s, 0,5 s, 1 s, 1,5 s i 2 s?

$$v(0 \text{ s}) = 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0 \text{ s} = 0 \frac{m}{s}$$

$$v(0,5 \text{ s}) = 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 0,5 \text{ s} = 4,9 \frac{m}{s}$$

$$v(1 \text{ s}) = 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 1 \text{ s} = 9,81 \frac{m}{s}$$

$$v(1,5 \text{ s}) = 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 1,5 \text{ s} = 14,7 \frac{m}{s}$$

$$v(2 \text{ s}) = 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 2 \text{ s} = 19,62 \frac{m}{s}$$

Exercici 5.3.2-1

Completa la següent taula, indicant la velocitat d'un objecte que cau atret per la força de gravitació.

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temps en s | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Velocitat en $\frac{m}{s}$ | | | | | | | | | | |
| Velocitat en $\frac{km}{h}$ | | | | | | | | | | |

Dibuixa un gràfic de la velocitat v en funció del temps t (duració de la caiguda).

El temps t es representa a l'eix horitzontal del sistema de coordenades, varien entre els valors 0 i 9 s, amb una escala de 1 s : 1 cm.

La velocitat v es representa a l'eix vertical del sistema de coordenades amb una escala de $10 \frac{m}{s}$: 1 cm.

5.3.2.1 Càlcul de l'acceleració

Havíem dit que quan un objecte canvia la seva velocitat, s'està produint una acceleració.

Parlem d'acceleració positiva, quan hi ha un augment de la velocitat, mentre que quan la velocitat disminueix, l'acceleració és negativa.

La equació per calcular l'acceleració és:

$$a = \frac{v(t_2) - v(t_1)}{t_2 - t_1}$$

a acceleració en $\frac{m}{s^2}$

t_1 inici del procés d'acceleració en s

t_2 final del procés d'acceleració en s

$v(t_1)$ velocitat en el instant t_1 , a l'inici de l'acceleració, en $\frac{m}{s}$

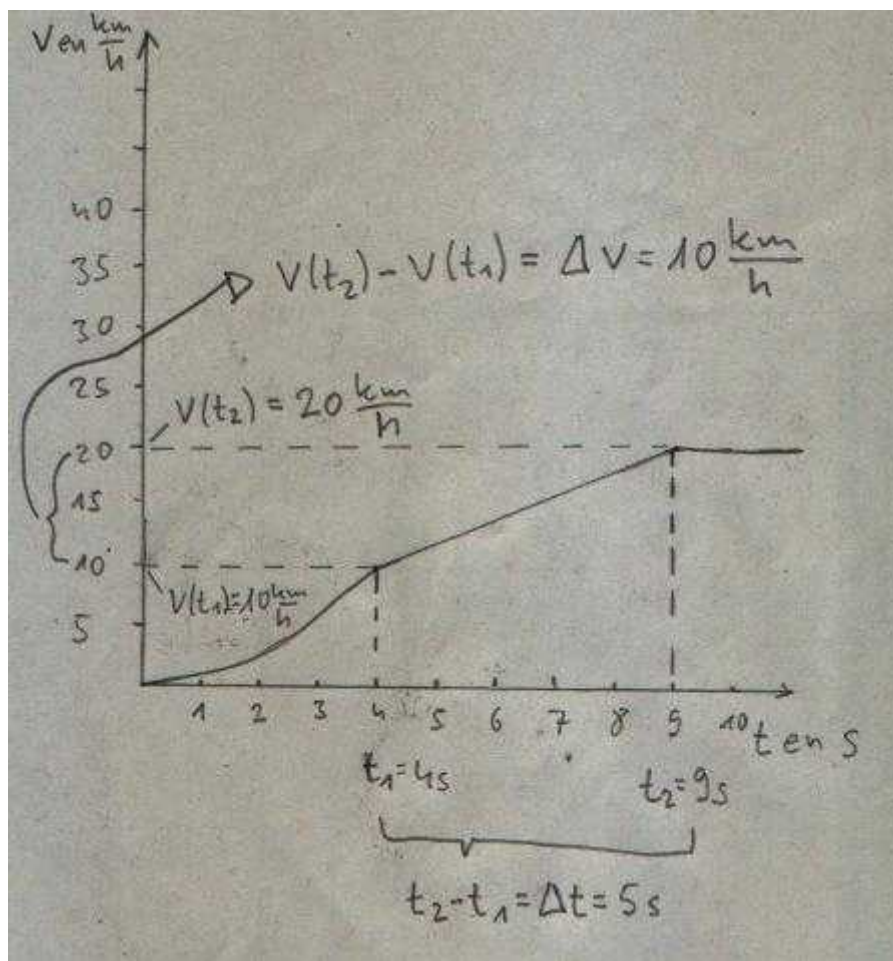
$v(t_2)$ velocitat en el instant t_2 , al final de l'acceleració, en $\frac{m}{s}$

Exemple 5.3.2.1-1

Un ciclista augmenta la seva velocitat de $v(t_1)=10\frac{km}{h}$ a $v(t_2)=20\frac{km}{h}$ en 5 s.

Quina és la seva acceleració?

$$a = \frac{v(t_2) - v(t_1)}{t_2 - t_1}$$



El gràfic mostra que el procés d'acceleració s'inicia en el instant $t_1=4s$ i termina en el instant $t_2=9s$, per tant, la duració del procés d'acceleració és de

$$t_2 - t_1 = 9s - 4s = 5s$$

La velocitat al inici de l'acceleració és de $v(t_1)=10\frac{km}{h}$ i al final de $v(t_2)=20\frac{km}{h}$

La velocitat està indicada en $\frac{km}{h}$ però per utilitzar-la en l'equació l'hem de passar a $\frac{m}{s}$.

Sabem que $1\text{ km} = 1000\text{ m}$ i $1\text{ h} = 3600\text{ s}$, llavors $1\frac{km}{h}=\frac{1000\text{ m}}{3600\text{ s}}=0,278\frac{m}{s}$, per tant

$$10\frac{km}{h}=0,278\frac{\frac{m}{s}}{\frac{km}{h}}\cdot 10\frac{km}{h}=2,78\frac{m}{s} \quad \text{i} \quad 20\frac{km}{h}=0,278\frac{\frac{m}{s}}{\frac{km}{h}}\cdot 20\frac{km}{h}=5,56\frac{m}{s}$$

Ara tenim totes les dades per calcular l'acceleració

$$a=\frac{v(t_2)-v(t_1)}{t_2-t_1}=\frac{5,56\frac{m}{s}-2,78\frac{m}{s}}{9\text{ s}-4\text{ s}}=\frac{2,78\frac{m}{s}}{5\text{ s}}=0,556\frac{m}{s^2}$$

El resultat és una acceleració positiva de $0,556\frac{m}{s^2}$.

L'acceleració positiva indica que la velocitat augmenta.

Exercici 5.3.2.1-1

Un cotxo circulant a una velocitat de $100 \frac{km}{h}$, comença a frenar en el instant

$t_1 = 2s$, reduïnt la seva velocitat a $60 \frac{km}{h}$ en 5 s.

a) Dibuixa un gràfic que mostri el procés d'acceleració.

Escala de l'eix horitzontal 1 s : 1 cm

Escala de l'eix vertical $10 \frac{km}{h}$: 1 cm

b) Quina és la seva acceleració?

Exercici 5.3.2.1-2

Una moto accelera de 0 a $100 \frac{km}{h}$ en 4 s.

a) Dibuixa un gràfic que mostri el procés d'acceleració.

Escala de l'eix horitzontal 1 s : 2 cm

Escala de l'eix vertical $10 \frac{km}{h}$: 1 cm

b) Quina és la seva acceleració?

5.3.3 Inèrcia

La **inèrcia** és la resistència que un objecte oposa a canviar el seu estat de moviment. Pensem en un carret de compra en repos (parat). Si el carret està buit, per posar-ho en moviment, basta una lleugera empenta. Si el carret està ple de compra, sobre tot si hi ha molt de líquids, amb una lleugera empenta no es mourà, serà necessari fer bastant de força per posar-ho en moviment.

Dit amb paraules més tècniques, la força necessària per accelerar un objecte, depèn de la seva massa.



Veiem exemples numèrics amb una equació que ja coneixem (veure apartat 5.3):

$$F = m \cdot a$$

Exemple 5.3.3-1

Si un carretó de compra buit pesa 10 kg i el volem accelerar a una velocitat de

5 $\frac{km}{h}$ en 2 segons, quina força necessitarem?

Per calcular la força F , coneixem la massa $m = 10$ kg, però falta la acceleració a .

Amb les dades de l'enunciat es pot calcular l'acceleració amb l'equació del apartat 5.3.2:

$$v = a \cdot t \rightarrow a = \frac{v}{t}$$

La velocitat està indicada en $\frac{km}{h}$ però per utilitzar-la en la equació l'hem de passar a

$$\frac{m}{s}.$$

Sabem que 1 km = 1000 m i 1 h = 3600 s, llavors $1 \frac{km}{h} = \frac{1000 m}{3600 s} = 0,278 \frac{m}{s}$, per tant

$$5 \frac{km}{h} = 0,278 \frac{m}{s} \cdot 5 = 1,39 \frac{m}{s}$$

L'acceleració es calcula amb: $a = \frac{v}{t} = \frac{1,39 \frac{m}{s}}{2 s} = 0,7 \frac{m}{s^2}$

Coneguent l'acceleració i la massa, podem calcular la força necessària per accelerar el carret buit:

$$F = m \cdot a = 10 kg \cdot 0,7 \frac{m}{s^2} = 7 N$$

Exercici 5.3.3-1

Si un carretó de compra ple pesa 25 kg i el volem accelerar a una velocitat de $5 \frac{km}{h}$ en 2 segons, quina força necessitarem?

Exercici 5.3.3-2

Quina és la força que ha de fer un ciclista de 70 kg, per accelerar de 0 a $15 \frac{km}{h}$ en 5 s? La bici té una massa de 15 kg.

Exercici 5.3.3-3

Quina és la força que ha de fer el motor d'un cotxo de 500 kg per accelerar de 0 a $100 \frac{km}{h}$ en 20 s?

Exercici 5.3.3-4

Quina és la força que ha de fer el motor d'un camió de 5000 kg per accelerar de 0 a $100 \frac{km}{h}$ en 20 s?

SOLUCIONS

SOLUCIONS

SOLUCIONS

SOLUCIONS

SOLUCIONS

SOLUCIONS

SOLUCIONS

SOLUCIONS

SOLUCIONS

Ejercicio 5.2-1

De 10:50 a 11:24 hay 34 minutos

$$V = \frac{30 \text{ km}}{34 \text{ min}} = 0,88 \frac{\text{km}}{\text{min}} = \underline{52,9 \frac{\text{km}}{\text{h}}}$$

Ejercicio 5.2-2

$$t = \frac{S}{V} = \frac{30 \text{ km}}{70 \frac{\text{km}}{\text{h}}} = 0,43 \text{ h} = \underline{25,7 \text{ min}}$$

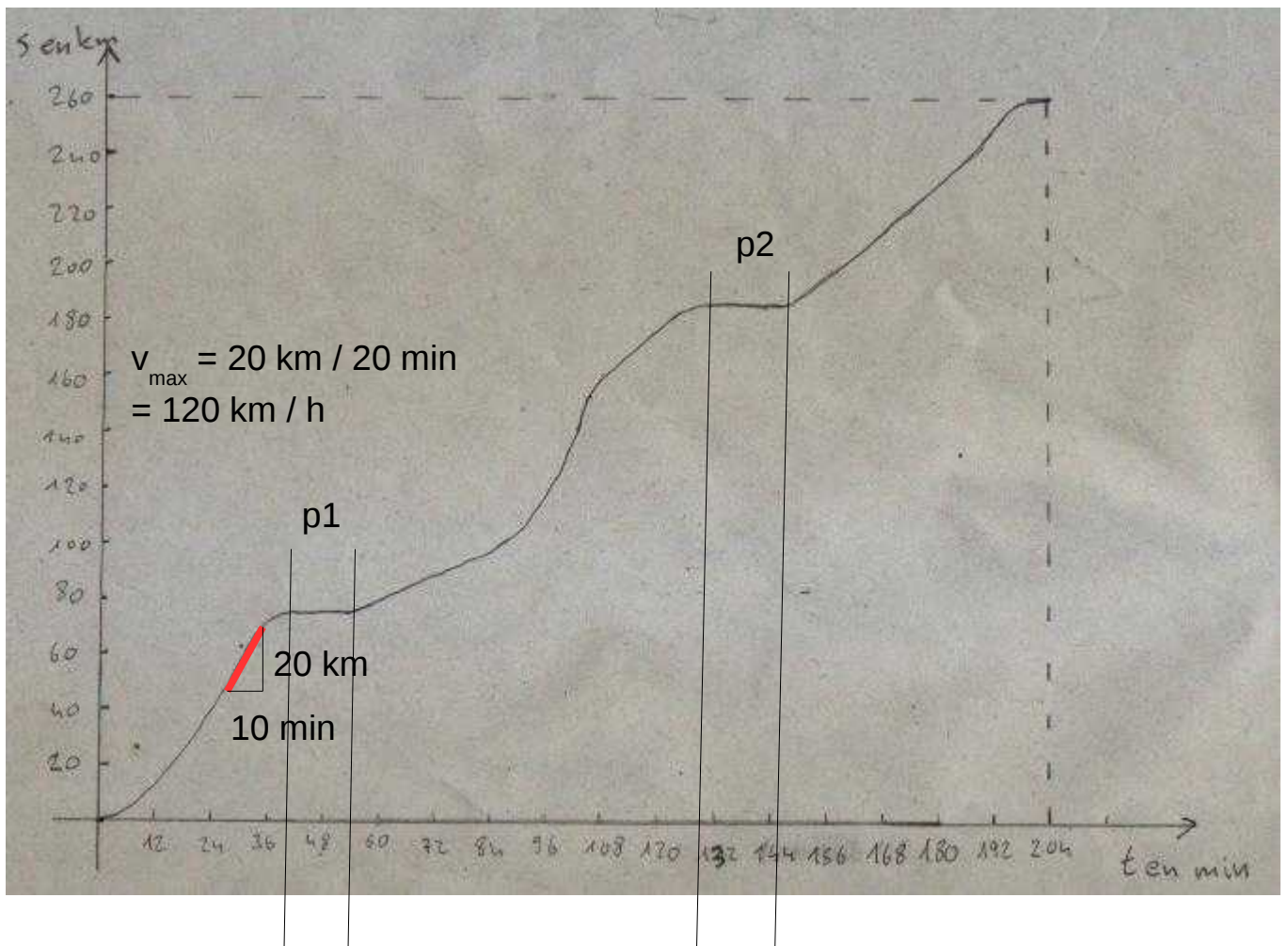
Ejercicio 5.2-3

$$S = V \cdot t = 15 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 0,917 \text{ h} = \underline{13,75 \text{ km}}$$

Ejercicio 5.2-4

$$V = \frac{S}{t} = \frac{260 \text{ km}}{204 \text{ min}} = 1,27 \frac{\text{km}}{\text{min}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = \underline{76,47 \frac{\text{km}}{\text{h}}}$$

Las paradas son del minuto 40 al 54
y del minuto 130 al 145.



Exercici 5.3.1-1

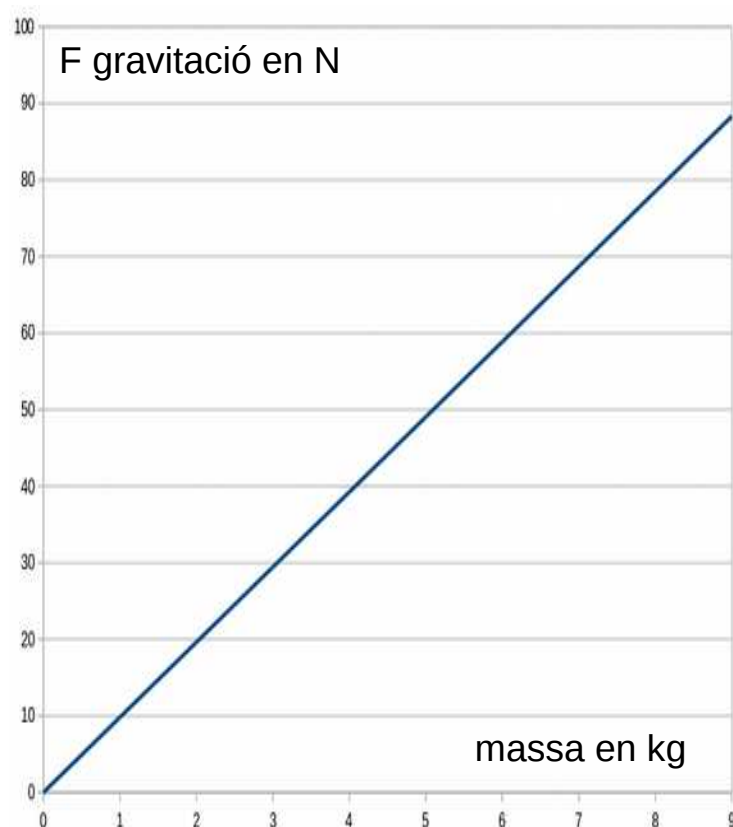
Completa la taula indicant quina força correspon als valors de massa:

| | | | | | | | | | | |
|-------------|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| massa en kg | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Força | 0 | 9,81 | 19,62 | 29,43 | 39,24 | 49,05 | 58,86 | 68,67 | 78,48 | 88,29 |

Dibuixa un gràfic de la força d'atracció terrestre F en funció de la massa m .

La massa m es representa a l'eix horitzontal del sistema de coordenades, varien entre els valors 0 i 9 kg, amb una escala de 1 kg : 1 cm.

La força es F representa a l'eix vertical del sistema de coordenades amb una escala de 10 N : 1 cm.



Exercici 5.3.1-2

Calcula la força d'atracció terrestre damunt una persona que pesa 70 kg.

$$F = m \cdot a = 70 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 686,7 \text{ N}$$

Exercici 5.3.2-1

Completa la següent taula, indicant la velocitat d'un objecte que cau atret per la força de gravitació.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Temps en s | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Velocitat en $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ | 0 | 9,81 | 19,62 | 29,43 | 39,24 | 49,05 | 58,86 | 68,67 | 78,48 | 88,29 |
| Velocitat en $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ | 0 | 35,3 | 70,6 | 105,9 | 141,3 | 176,6 | 211,9 | 247,2 | 282,5 | 317,8 |

Dibuixa un gràfic de la velocitat **v** en funció del temps **t** (duració de la caiguda).

El temps **t** es representa a l'eix horitzontal del sistema de coordenades, varien entre els valors 0 i 9 s, amb una escala de 1 s : 1 cm.

La velocitat **v** es representa a l'eix vertical del sistema de coordenades amb una escala de $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$: 1 cm.



Exercici 5.3.2.1-1

Un cotxo circulant a una velocitat de $100 \frac{km}{h}$, comença a frenar en el instant

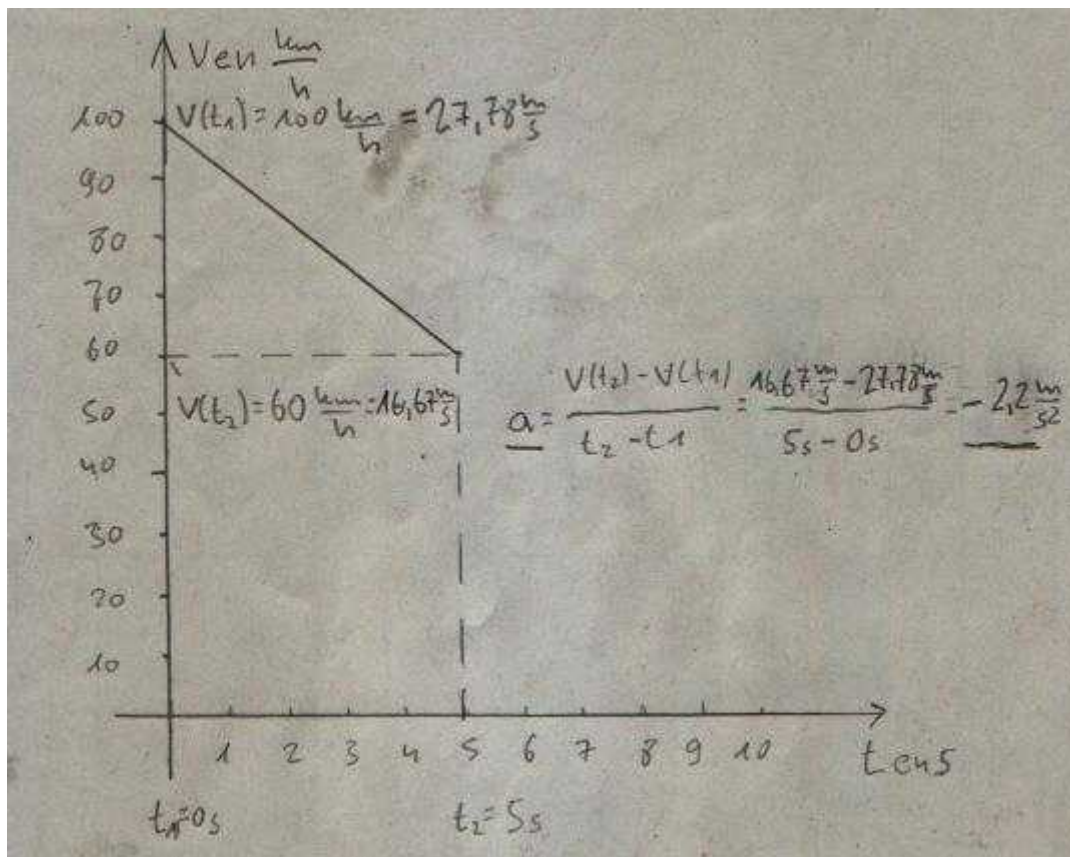
$t_1 = 2s$, reduint la seva velocitat a $60 \frac{km}{h}$ en 5 s.

a) Dibuixa un gràfic que mostri el procés d'acceleració.

Escala de l'eix horitzontal 1 s : 1 cm

Escala de l'eix vertical $10 \frac{km}{h}$: 1 cm

b) Quina és la seva acceleració?



Exercici 5.3.2.1-2

Una moto accelera de 0 a $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ en 4 s.

a) Dibuixa un gràfic que mostri el procés d'acceleració.

Escala de l'eix horitzontal 1 s : 2 cm

Escala de l'eix vertical $10 \frac{\text{km}}{\text{h}} : 1 \text{ cm}$

b) Quina és la seva acceleració?

