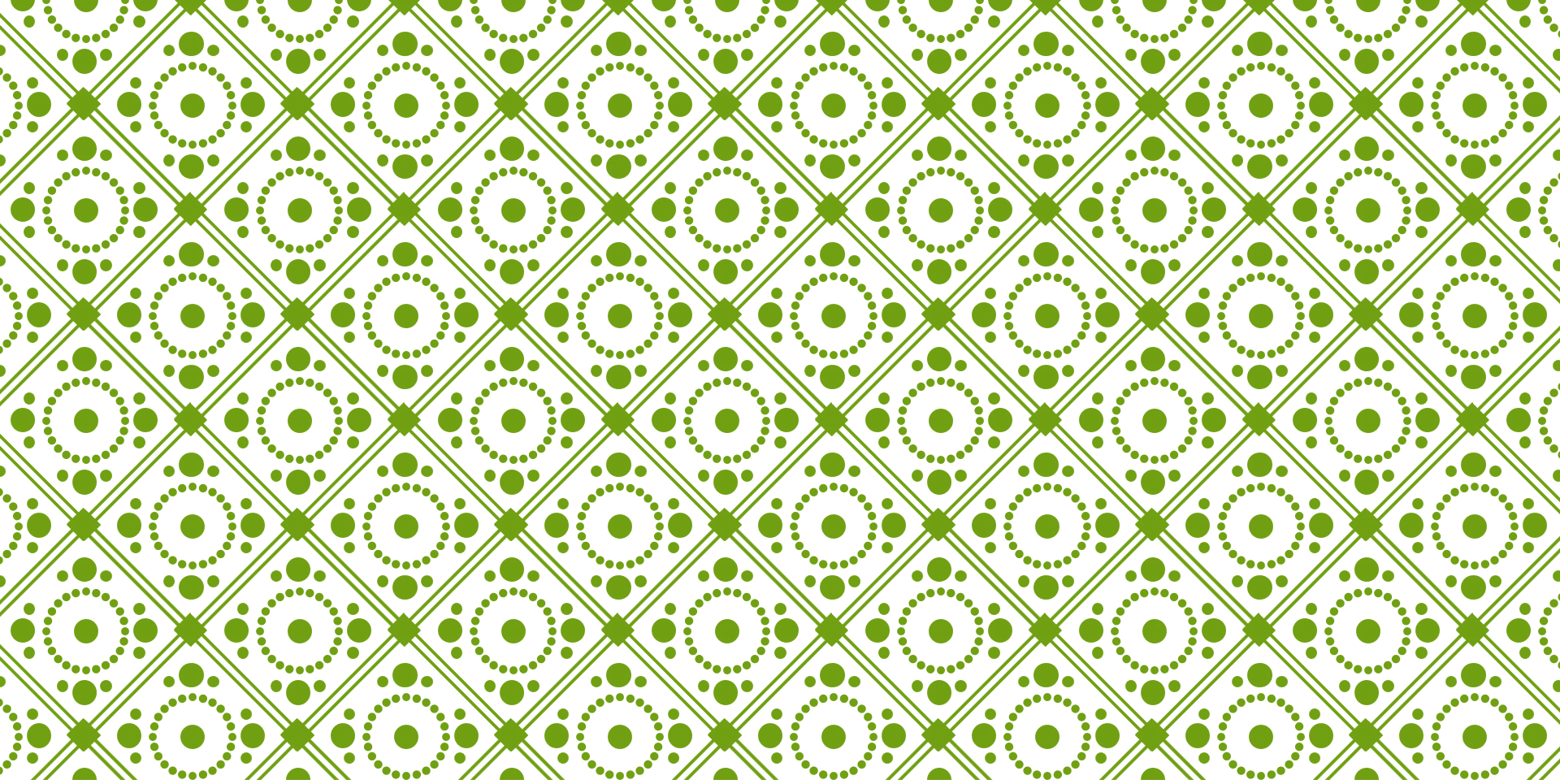




UNITAT 6. LES FORCES I LA DINÀMICA

Física i Química 4t ESO

ÍNDEX

1. Forces que actuen sobre cossos
2. Les lleis de Newton de la dinàmica
3. Aplicació amb el moviment dels cossos

RECORDATORI. LES FORCES

FORÇA

És una acció que quan l'apliquem sobre un cos, pot aconseguir dos tipus d'efectes:

- **Estàtic:** deforma el cos.
- **Dinàmic:** canvi l'estat de repòs o de moviment d'un cos.

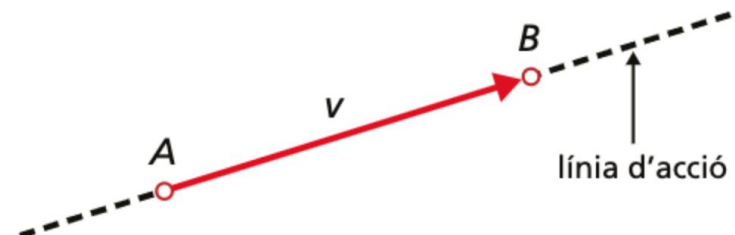
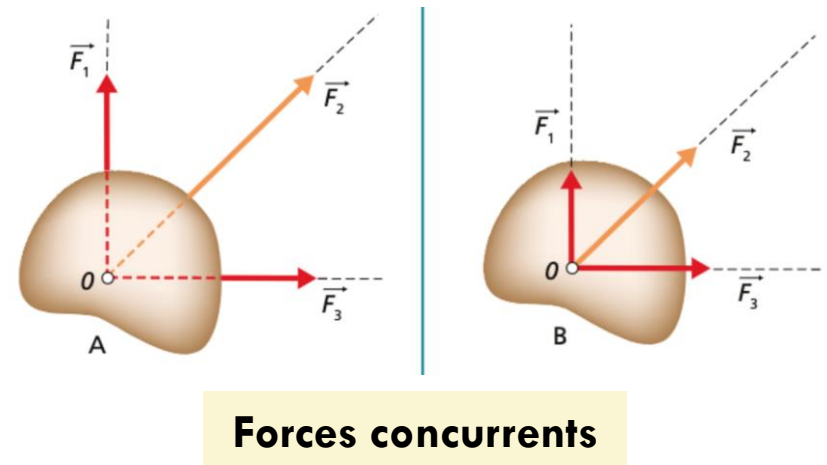
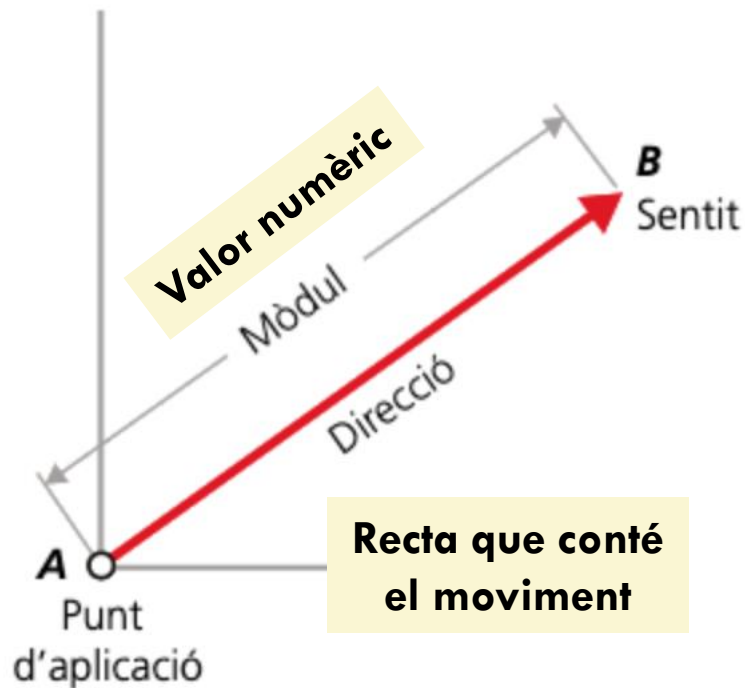
Les forces es mesuren en **newtons (N)** i l'instrument amb que es mesuren és el **dinamòmetre**.



RECORDATORI. LES FORCES

FORÇA

És una magnitud vectorial. S'ha d'indicar el **mòdul**, la **direcció** i el **sentit**.



RECORDATORI. ACCIÓ DE DIVERSES FORCES

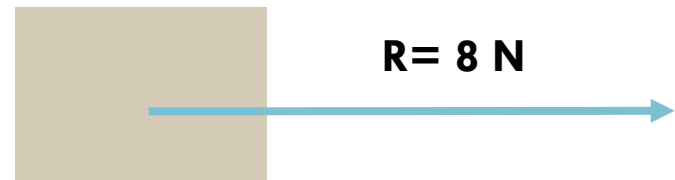
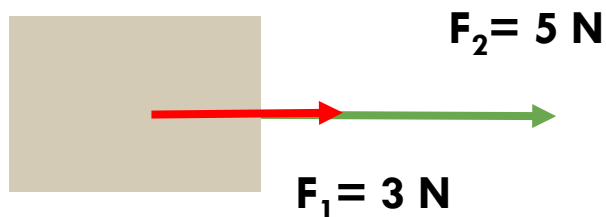
FORÇA RESULTANT

Si sobre un cos actuen diverses forces alhora, s'anomena **força resultant** ($\vec{R}$) de diverses forces aplicades. És la força que produeix el mateix efecte que tot el conjunt de forces.

Sempre treballarem amb forces que tenen un punt d'aplicació comú sobre la seva línia d'acció.

FORCES AMB LA MATEIXA DIRECCIÓ I SENTIT

La $\vec{R}$ té el mateix sentit que les dues i la intensitat és la **suma** del mòdul de les forces.



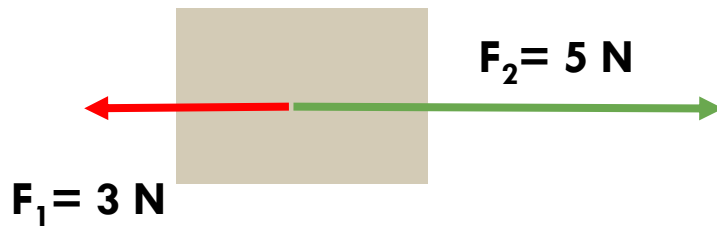
$$R = F_1 + F_2 = 3 + 5 = 8 \text{ N}$$

Quan la $\vec{R}$ és zero (0 N) diem que el cos està en **equilibri**, en qualsevol cas.

RECORDATORI. ACCIÓ DE DIVERSES FORCES

FORCES AMB LA MATEIXA DIRECCIÓ I SENTIT OPOSATS

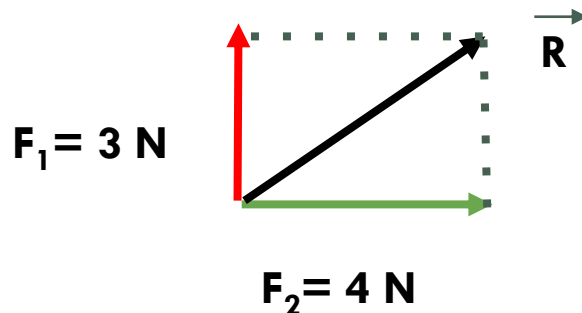
→
La **R** té el mateix sentit que la força major i la intensitat és la **resta** del mòdul de les forces.



$$R = F_2 - F_1 = 5 - 3 = 2 \text{ N}$$

FORCES AMB DIRECCIONS PERPENDICULARS

→
La **R** és la diagonal amb l'origen en el punt comú i l'extrem al vèrtex oposat. En calculem el valor amb el teorema de Pitàgores.

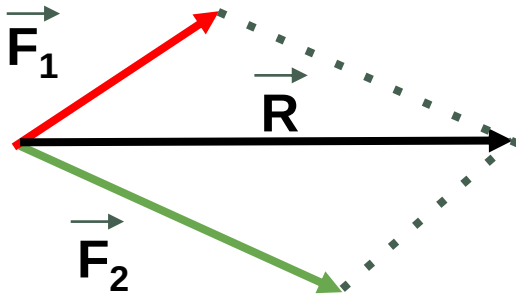


$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ N}$$

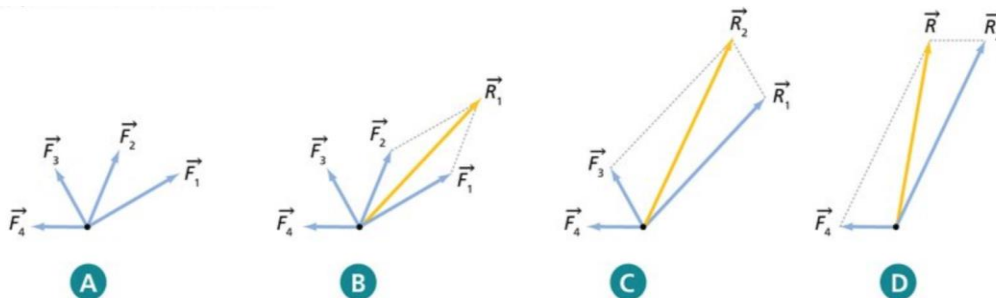
RECORDATORI. ACCIÓ DE DIVERSES FORCES

FORCES AMB QUALSEVOL ALTRE DIRECCIÓ

La $\vec{R}$ es calcula amb la **regla del paral·lelogram** dibuixant les paral·leles des dels extrems i després la diagonal des del punt d'aplicació.



COMPOSICIÓ DE DIVERSES FORCES

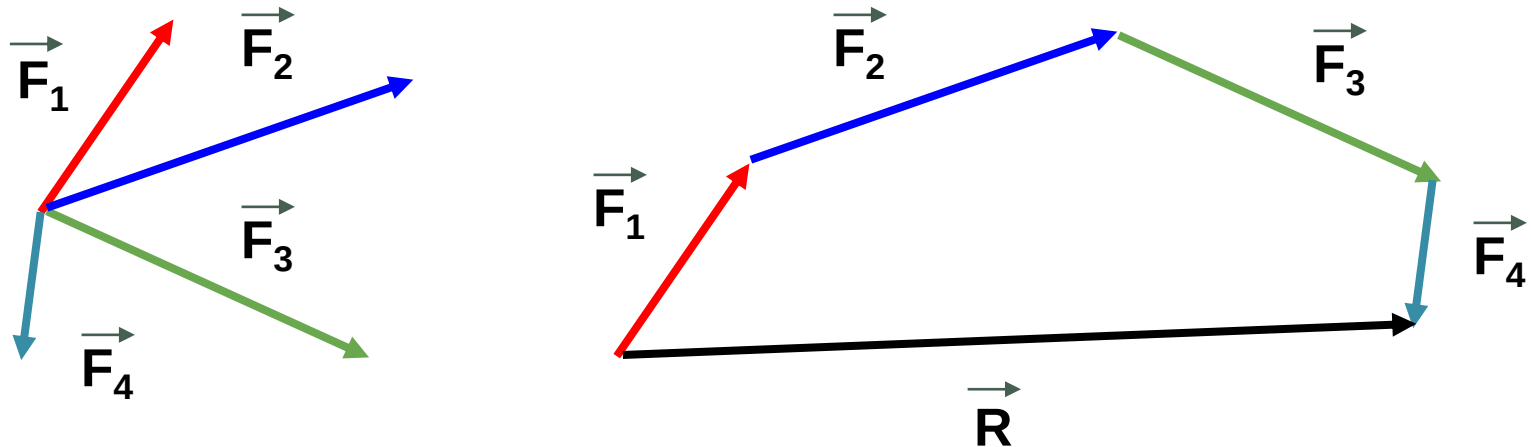


La $\vec{R}$ es troba descomponent la força resultant cada dues forces fins que només en quedi una única de resultant.

RECORDATORI. ACCIÓ DE DIVERSES FORCES

COMPOSICIÓ DE DIVERSES FORCES

També es pot fer servir el **mètode del polígon** que consisteix en dibuixar les forces mantenint la seva direcció i sentit, agrupant-les pels extrems. La força resultant tindrà l'origen de la primera força i l'extrem de l'última.

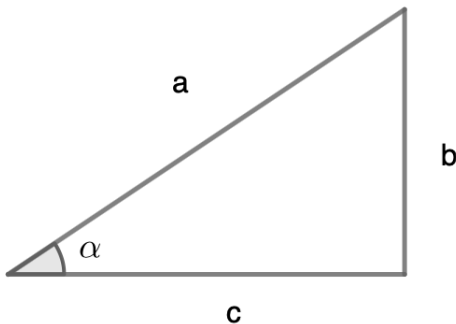


RECORDATORI. ACCIÓ DE DIVERSES FORCES

CÀLCUL DE LES COMPONENTS HORIZONTAL I VERTICAL

Quan apliquem forces NO perpendiculars caldrà descompondre el vector força en les components **horitzontal** (F_x) i **vertical** (F_y).

Podem calcular-les sabent el **valor del mòdul** i l'**angle** α en un triangle rectangle amb les relacions del sinus i el cosinus.

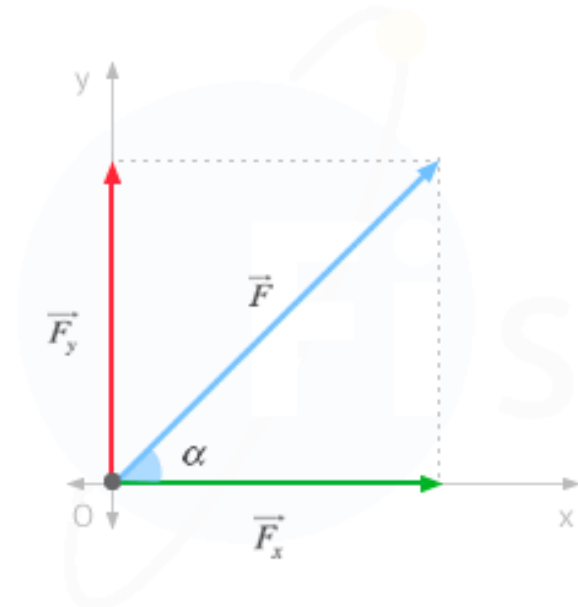


$$\sin \alpha = \frac{\text{costat oposat}}{\text{hipotenusa}} = \frac{b}{a} = \frac{F_y}{F}$$

$$F_y = F \cdot \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{costat contigu}}{\text{hipotenusa}} = \frac{c}{a} = \frac{F_x}{F}$$

$$F_x = F \cdot \cos \alpha$$

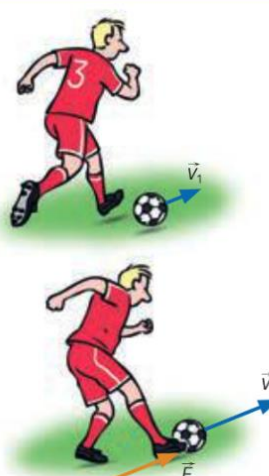
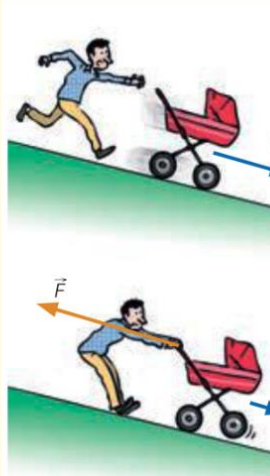
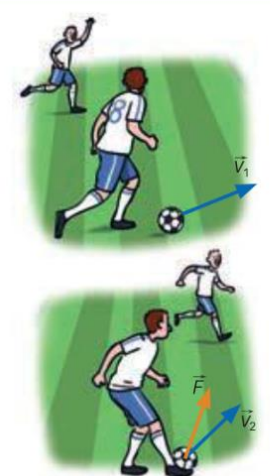
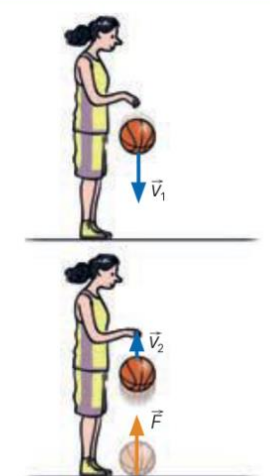


ACTIVITAT. Calcula les components F_x i F_y del vector de mòdul 6 N i $\alpha = 30^\circ$.

1. FORCES QUE ACTUEN SOBRE COSSOS

FORCES I CANVIS EN LA VELOCITAT

Quan una força actua sobre un cos, pot produir canvis en el seu estat de repòs o de moviment. Com que la velocitat és una magnitud vectorial, la força pot provocar canvis.

Canvi en el mòdul de la velocitat		Canvi en la direcció de la velocitat	Canvi en el sentit de la velocitat
Augment del mòdul	Disminució del mòdul		
 La força del peu impulsa la pilota en la mateixa direcció i sentit del moviment. La pilota ha augmentat de velocitat mantenint la direcció i el sentit.	 La força que apliquen els braços té la direcció del moviment, però sentit oposat. La velocitat del cotxet va disminuint sense canviar de direcció i de sentit.	 Perquè la pilota canviï de trajectòria, la força que s'aplica amb el peu ha de modificar la direcció de la velocitat. La força s'aplica en una direcció diferent de la del moviment.	 El terra exerceix una força que és perpendicular a la superfície. Si la pilota arriba a terra verticalment, aquesta força tindrà la direcció del moviment, però en sentit oposat.



1. FORCES QUE ACTUEN SOBRE COSSOS

FORÇA DEL PES (F_g o P)

És la força amb la qual la Terra atreu els cossos, és una força vertical i dirigida cap al centre de la Terra. El pes és directament proporcional a la massa i s'obté multiplicant per l'acceleració de la gravetat **9,8 m/s²**.

$$P = m \cdot g$$

Newton (N)

Massa (kg)

Gravetat m/s²

La força del pes depèn de la direcció del moviment

Cos en caiguda lliure	Cos en un pla horitzontal
En un moviment de caiguda lliure el pes influeix íntegrament en el moviment. Quan el cos puja, el pes fa que el mòdul de la seva velocitat disminueixi. Quan el cos cau, el pes fa que la seva velocitat augmenti.	El pes no intervé en el moviment, tot i que, com veurem més endavant, sí que influeix en la força normal i en la força de fregament, que sí que afecten el moviment.

1. FORCES QUE ACTUEN SOBRE COSSOS

FORÇA DEL PES (F_g o P)

És la força amb la qual la Terra atreu els cossos, és una força vertical i dirigida cap al centre de la Terra. El pes és directament proporcional a la massa i s'obté multiplicant per l'acceleració de la gravetat **9,8 m/s²**.

$$P = m \cdot g \quad \text{Newton (N)}$$

Massa (kg) Gravitat m/s²

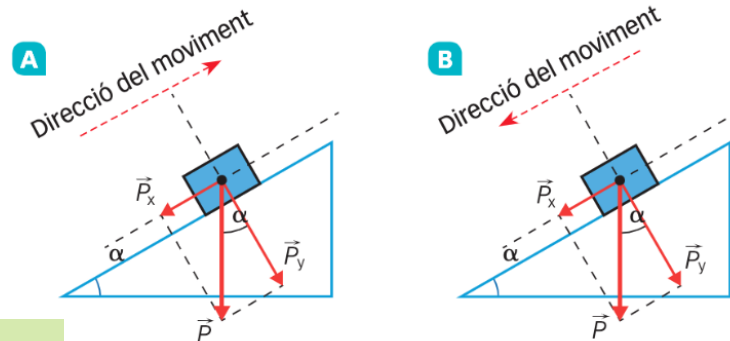
Cos en un pla inclinat

El cos pot pujar o baixar pel pla inclinat. En els dos casos, la força pes no actua en la direcció del moviment, i per tant, l'hem de descompondre en les components x i y . La component del pes que influeix en aquests moviments és P_x . La podem calcular coneixent P i l'angle α :

$$\sin \alpha = \frac{P_x}{P}$$

$$P_x = P \cdot \sin \alpha$$

La força del pes depèn de la direcció del moviment



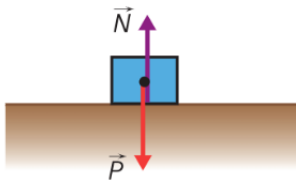
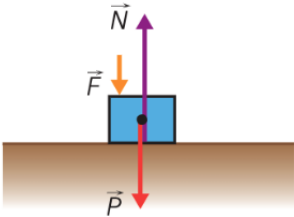
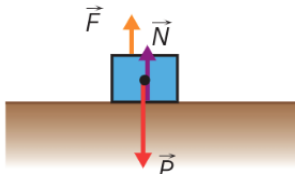
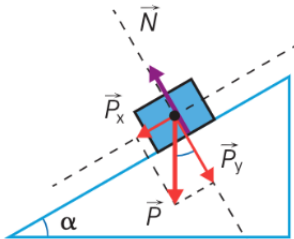
1. FORCES QUE ACTUEN SOBRE COSSOS

FORÇA NORMAL (N)

És la força que exerceix una superfície sobre els cossos que hi estan recolzats. És perpendicular a la superfície. No intervé en el moviment, però influeix en la **força de fregament**.

$$\cos \alpha = \frac{P_y}{P}$$

$$N = P_y = P \cdot \cos \alpha$$

Cos recolzat en un pla horitzontal			Cos recolzat en un pla inclinat
Sense altres forces	Amb altres forces perpendiculars al pla de suport		
			
La normal té el mateix valor i la mateixa direcció que el pes, i sentit contrari. $N = P ; N = 15 \text{ N}$	El valor de la normal coincideix amb el de la força resultant. $N = P + F ;$ $N = 15 \text{ N} + 5 \text{ N} = 20 \text{ N}$		La normal i el pes no tenen la mateixa direcció. El valor de N coincideix amb la component vertical del pes. $N = P_y = P \cdot \cos \alpha$

La força normal és nul·la quan és cossos cauen lliurement, ja que no estan sobre una superfície!

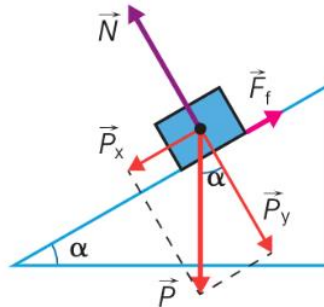
1. FORCES QUE ACTUEN SOBRE COSSOS

FORÇA DE FREGAMENT (F_f)

És la força que s'oposa al moviment. Apareix sempre que un cos intenta moure's o es mou sobre una superfície o en un medi (aire, aigua, etc.)

μ és el **coeficient de fregament** és un nombre adimensional i el seu valor depèn de la matèria de la superfície en contacte.

Pot frenar el moviment d'un cos, però no fa que canviï de sentit



Ex. Calcula les forces que actuen sobre aquest cos. Començarà a moure's? **Dades:** $P = 20 \text{ N}$, $\mu = 0,5$ i $\alpha = 30^\circ$.

$$F_f = \mu \cdot N$$

superfície horitzontal

$$F_f = \mu \cdot P \cdot \cos \alpha$$

en plans inclinats

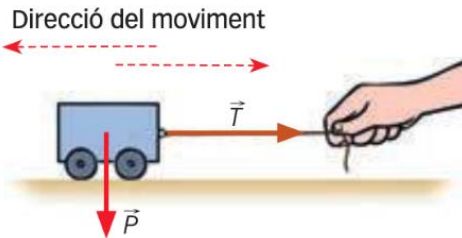
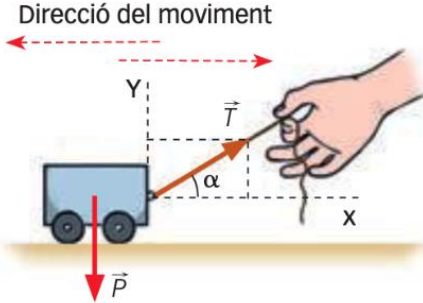
Alguns coeficients de fregament

Superfícies	μ
Acer-acer	0,15
Acer-gel	0,03
Metall-fusta	0,3
Fusta-fusta	0,5
Pedra-fusta	0,4
Fusta-terra seca	0,7
Roda-asfalt sec	0,7
Roda-asfalt humit	0,4

1. FORCES QUE ACTUEN SOBRE COSSOS

FORÇA DE TENSIÓ (T)

És la força que actua sobre cossos subjectats per un cable o una corda i l'estirem.

Cos penjat	Corda i moviment en horitzontal	Corda formant un angle amb el pla del moviment
		
La tensió té el sentit oposat al del pes. Si està en repòs, $T = P$. Si $T > P$, el cos puja. Si $T < P$, el cos baixa.	La tensió té la mateixa direcció que el moviment. Si, a més, té el mateix sentit, el cos accelera. Si tenen sentits oposats, el cos es frena.	En el moviment intervé la component horitzontal de la tensió. $T_x = T \cdot \cos \alpha$ També hi intervé la component vertical, perquè afecta la normal i la força de fregament. $T_y = T \cdot \sin \alpha$

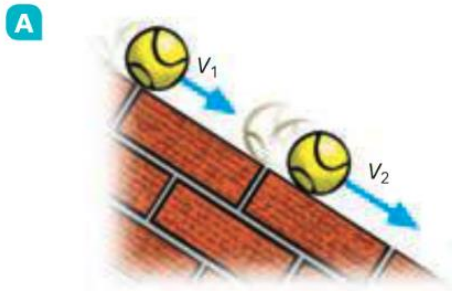
2. LES LLEIS DE NEWTON DE LA DINÀMICA

CONTEXTUALITZACIÓ HISTÒRICA

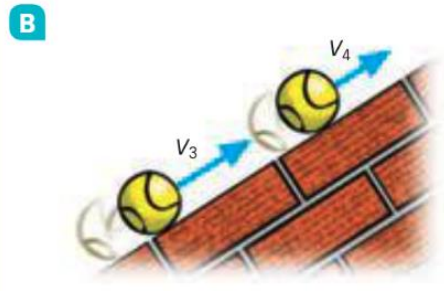
Aristòtil al S. IV a. C. va observar cossos en moviment:

- L'estat natural dels cossos és el **repòs**.
- Tot cos que es mou és mogut per un altre cos.

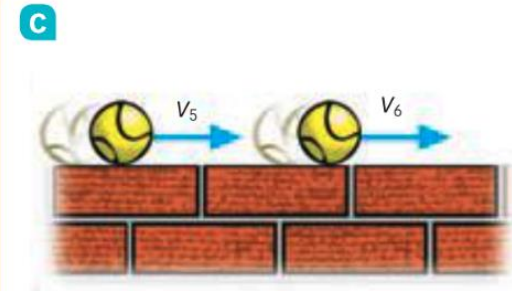
Galileu Galilei al S. XVII d. C. va fer una sèrie d'experiments, qüestionant aquestes idees:



Si una bola baixa per un pla inclinat, la seva velocitat va augmentant. El seu moviment és accelerat: $v_2 > v_1$.



Si una bola puja per un pla inclinat, la seva velocitat va disminuint. El seu moviment és desaccelerat: $v_4 < v_3$.



En conseqüència, si la bola es mou per un pla horitzontal, la seva velocitat s'ha de mantenir constant: $v_6 = v_5$.

Es contradiu aquesta idea, però el fet és que hi ha una força de fregament entre la pilota i la superfície que la frena.

2. LES LLEIS DE NEWTON DE LA DINÀMICA

CONTEXTUALITZACIÓ HISTÒRICA

Isaac Newton al S. XVII-XVIII d. C. va continuar els experiments de Galileu i va establir els principis de la dinàmica.

PRIMER PRINCIPI DE LA DINÀMICA – PRINCIPI D'INÈRCIA

Quan la força neta que actua sobre un cos és zero, el cos manté el seu estat de moviment:

- Si estava en **repòs**, continua en **repòs**.
- Si estava en **moviment**, es continuarà movent-se amb **MRU**.

A



Quan el cotxe arrenca, et desplaces cap enrere. La inèrcia fa que tendeixis a seguir en repòs.

B



Quan el cotxe frena, et desplaces cap endavant. La inèrcia fa que tendeixis a seguir en moviment.

2. LES LLEIS DE NEWTON DE LA DINÀMICA

SEGON PRINCIPI DE LA DINÀMICA

Cas contrari al primer principi, quan la força neta no és nul·la el cos tindrà **acceleració**. La força que apliquem sobre els cossos farà que es moguin amb MRUA.

Si $m = 5 \text{ kg}$

F (N)	5	10	15	20
a (m/s ²)	1	2	3	4

Si $m = 10 \text{ kg}$

F (N)	5	10	15	20
a (m/s ²)	0,5	1	1,5	2

Quan sobre un cos actua una força neta no nul·la, el cos adquireix una acceleració en la mateixa direcció i sentit que la força:

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$\sum \vec{F}_{\text{favor}} - \sum \vec{F}_{\text{contra}} = m \cdot \vec{a}$$

Equilibri: si la resultant de les forces és nul·la (zero), no està en repòs i es mou amb MRU.

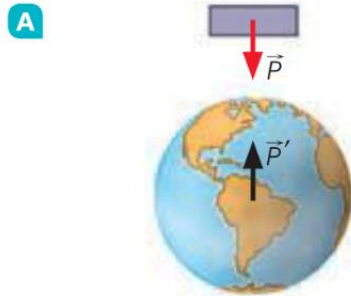
Repòs: si la seva velocitat és zero!

2. LES LLEIS DE NEWTON DE LA DINÀMICA

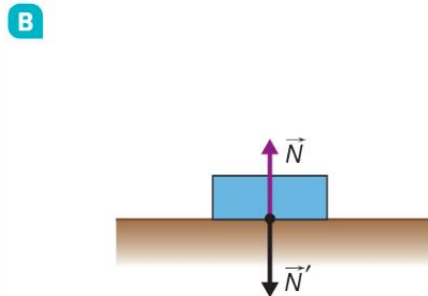
TERCER PRINCIPI DE LA DINÀMICA

Les forces són el resultat d'una interacció entre dos cossos.

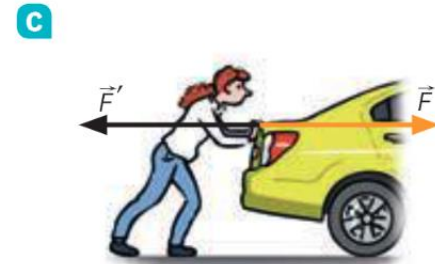
Quan un cos exerceix sobre un altre una força, anomenada **acció**, el segon respon amb una força igual i de sentit contrari, anomenada **reacció**.



La Terra exerceix sobre el cos una força que anomenem pes. El cos exerceix sobre la Terra una força igual i de sentit contrari.



El terra exerceix una força normal N sobre la caixa i la caixa exerceix una força N' cap a terra de la mateixa magnitud i direcció que N i en sentit contrari.



La persona aplica una força cap al cotxe i aquest hi respon exercint una força igual en mòdul i direcció, però de sentit contrari.

3. APLICACIÓ SOBRE EL MOVIMENT DELS COSSOS

Els principis de la dinàmica permeten saber el tipus de moviment que tindrà un cos si coneixem les forces que actuen.

MOVIMENT RECTILINI UNIFORME (MRU)

Tipus de moviment quan la **força resultant és zero** o **no actua cap força** o busquem la **força mínima per posar en moviment un cos**.

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \longrightarrow \sum \vec{F} = 0 \longrightarrow \vec{a} = 0 \text{ m/s}^2$$

$$v = \text{constant}$$

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

MOVIMENT RECTILINI UNIFORME ACCELERAT (MRUA)

Tipus de moviment quan actua una força resultant no nul·la, si el moviment té la mateixa direcció i sentit que la força i la velocitat augmentarà; en cas contrari, disminuirà.

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \longrightarrow \sum \vec{F} \neq 0 \longrightarrow \vec{a} = \text{constant}$$

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

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

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

$$\vec{F}_A \cdot \vec{OA} = \vec{F}_B \cdot \vec{OB}$$

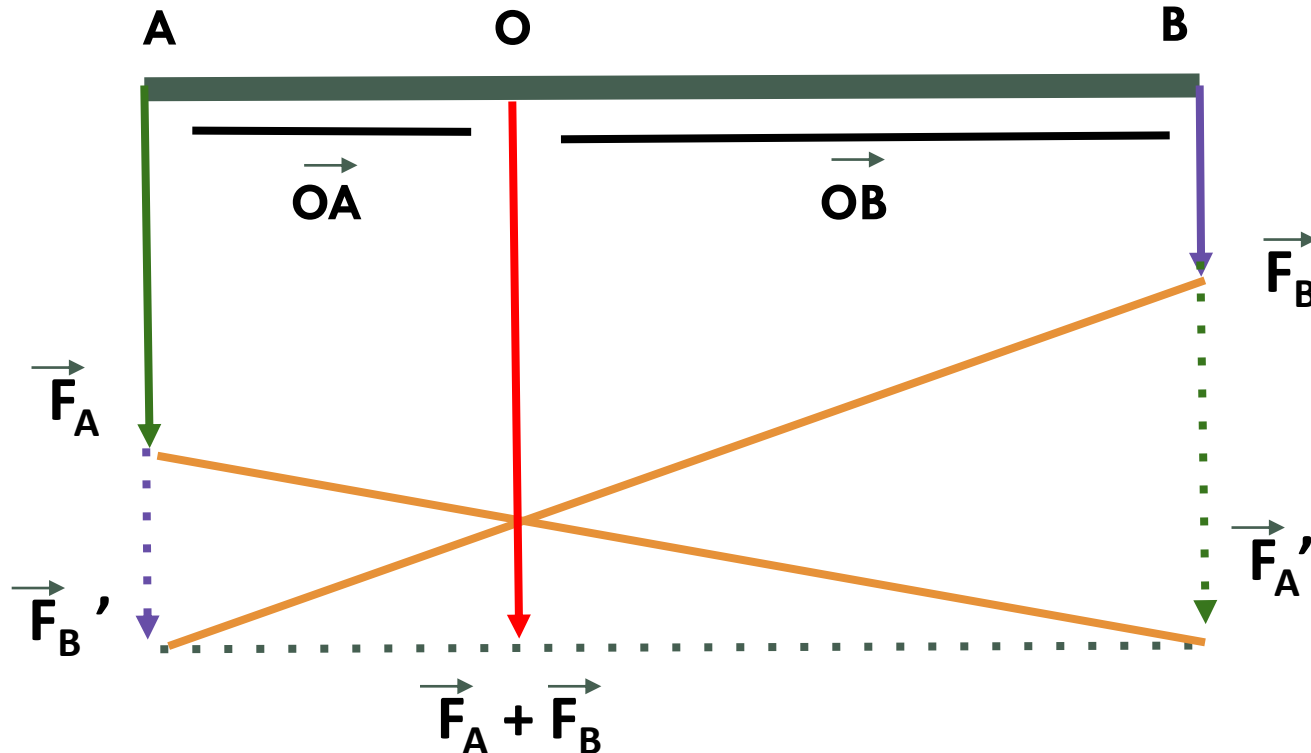
FORCES PARAL·LELES

Són les que tenen la mateixa direcció, però diferents punts d'aplicació

AMB EL MATEIX SENTIT

Mòdul o intensitat és $\vec{R} = \vec{F}_A + \vec{F}_B$ i té la mateixa direcció les forces.

El seu punt d'aplicació **O** està situat entre les dues forces



$$\vec{F}_A \cdot \vec{OA} = \vec{F}_B \cdot \vec{OB}$$

FORCES PARAL·LELES

Són les que tenen la mateixa direcció, però diferents punts d'aplicació

DIFERENT SENTIT

Mòdul o **intensitat** és la diferència de les dues forces, tindrà la mateixa direcció, però sentit de la més **gran**.

El seu **punt d'aplicació** **O** està situat a l'exterior de les forces, al costat de la més **gran**.

