

UNA WEB



<http://www.practiciencia.com.ar/cfiscas/forces>

Pàgina que ens permet aprofundir en els conceptes que apareixen en la unitat com, per exemple, el fregament.

UN VÍDEO



L'Univers mecànic núm. 5. Vectors

Aquest vídeo ensenya de manera molt visual el que és un vector i com es componen i es descomponen els vectors.





LES FORCES

Les forces són magnituds que estan permanentment presents en la nostra vida diària. No les veiem, però en percebem els efectes. Per exemple, la Terra gira al voltant del Sol per l'acció de les mateixes forces que ens mantenen subjectes a terra; les màquines mouen objectes exercint algun tipus de força sobre ells; els objectes d'ús comú adquireixen la seua forma gràcies a l'acció de forces que els estiren, escurcen, dobleguen o modelen.

Amb el nostre cos podem exercir forces variades, però ell mateix també s'ha desenvolupat com a resultat de les forces a les quals es veu sotmés. Per exemple, en absència de la força de gravetat els astronautes han comprovat com es produeix atrofia dels músculs, deteriorament dels ossos, alteracions en els components sanguinis del sistema circulatori, etcètera.

En aquesta unitat estudiarem les característiques bàsiques de les forces, com mesurar-les i els seus efectes més representatius.

També coneixerem quins efectes produeixen diverses forces actuant sobre un cos i aprendrem a sumar-les (composició) i a dividir-les en diverses (descomposició) per treballar amb elles més fàcilment.

* Sabies que...

Per l'efecte que fan les forces aplicades sobre ells, els materials poden ser:

- Rígid (es trenquen abans que deformar-se).
- Elàstics (es deformen, però recuperen la seua forma en cessar la força).
- Plàstics (es deformen, però no recuperen la seua forma en cessar la força).



Fig. 2.1 Força d'acció a distància.

INTERACCIONS ENTRE COSSOS. TIPUS DE FORCES

Els cossos exerceixen accions entre ells —les anomenem, per tant, *interaccions*— que són capaços d'alterar la seua forma i/o el seu estat de repòs o moviment. La magnitud física que utilitzem per mesurar-les es denomina **força**.

Força és aquella causa capaç de produir canvis en el moviment d'un cos o de canviar la seua forma.

Les interaccions es poden produir a distància o mitjançant el contacte. Existeixen, per tant, forces dels dos tipus. Les **forces d'acció a distància** són aquelles l'efecte de les quals s'aprecia sense que calga que els cossos contacten entre ells, per exemple les forces de tipus gravitacional que ens mantenen subjectes a la superfície de la Terra, les forces elèctriques que es posen de manifest en l'atracció o repulsió entre càrregues o les forces magnètiques que provoquen l'atracció d'alguns metalls per un imant. Les **forces de contacte** són aquelles que només es produeixen quan els cossos estan en contacte entre ells, per exemple, les que permeten moure una taula o doblegar un paper.



Fig. 2.2 Força de contacte.

LA MESURA DE LES FORCES

Les forces aplicades sobre un cos, com totes les magnituds físiques, es poden calcular o mesurar. En el cas de cossos que alteren el seu moviment per acció d'una força cal utilitzar el càlcul, tal com veuràs en el capítol següent, mentre que per als cossos estàtics podem utilitzar un aparell dissenyat a aquest efecte anomenat **dinamòmetre**.

Aquest instrument consta essencialment d'un ressort elàstic col·locat dins d'un tub que té una escala exterior (Fig. 2.3). Quan no s'exerceix cap força el dinamòmetre marca zero, però si s'aplica una força a l'extrem del ressort, aquest s'allarga assenyalant una mesura —mitjançant un índex— en una escala graduada a tal efecte, de manera que es puga llegir directament el valor de la força responsable de l'estirament del moll.

La unitat de mesura de forces en el Sistema Internacional (SI) d'unitats es denomina **newton** i es representa amb la lletra **N**.

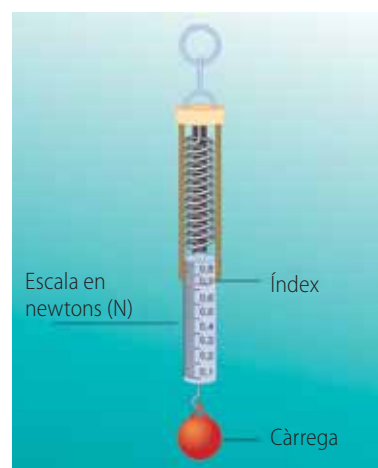


Fig. 2.3 Dinamòmetre.

Exercicis

1 Indica, mitjançant un exemple, cadascun dels tipus d'efectes que poden ocasionar les forces.

2 Posa exemples de materials dels tres tipus que existeixen, en funció de l'efecte que les forces exerceixen sobre ells.

3

FORCES I DEFORMACIONS. LLEI DE HOOKE

Els cossos elàstics poden deformar-se i tornar a recuperar les seues característiques quan cessa d'actuar la força deformant.

Va ser Robert Hooke qui en 1678 va enunciar la següent llei:

La deformació d'un cos elàstic és directament proporcional a la força que la produeix.

L'expressió físicomatemàtica d'aquesta llei és: $F = k \Delta l$ on F representa la força aplicada, Δl és la variació ($l - l_0$) que experimenta la longitud del cos sotmés a aquesta força i k és la constant de proporcionalitat.

Recorda

La Llei de Hooke indica que si sotmetem a diferents forces (dobles, triples, etc.) a un cos elàstic, aquest s'allargarà seguint la mateixa pauta (el doble, el triple, etc.).

Exercicis

3 S'exerceix una força sobre un moll i s'observa que s'allarga 5 cm. Quant s'allargarà si se'l sotmet a una força cinc vegades més gran?

4 Es té un moll de 20 cm que s'allarga 10 cm quan se li aplica una força de 2 N. Quant val la seua constant elàstica?

4

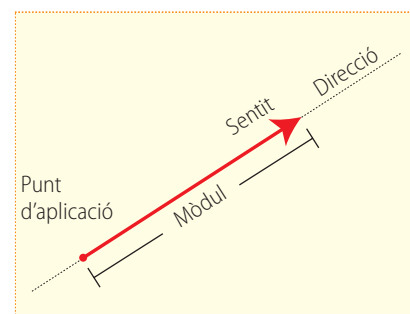
CARÀCTER VECTORIAL DE LES FORCES

Si ens diuen que hem de moure una maleta de 40 kg, ja tenim clar que ens enfrontem a una pesada tasca. La massa és un escalar. Les **magnituds escalars** són aquelles que queden perfectament definides en saber-ne el valor. Són, per exemple, la temperatura, el volum d'un cos, la seua massa, etcètera.

Si ens diuen que a la televisió ha eixit un conductor molt perillós perquè anava a 100 km/h per una autopista, probablement no ho entendrem. Però si afegeixen que anava pel carril contrari, llavors ens quedarà molt clar. La velocitat és un vector. Les **magnituds vectorials** són aquelles que perquè siguin conegudes completament cal saber, a més del seu valor, la seua direcció, sentit i punt on s'apliquen; les forces són magnituds d'aquest tipus, com la velocitat, l'acceleració, etcètera.

Les magnituds vectorials es representen mitjançant **vectors** (Fig. 2.4) que són segments orientats a l'espai. Així, una força queda definida si coneixem:

- La seua **intensitat o mòdul**, que és la longitud del vector.
- La seua **direcció**, que és la de la recta imaginària sobre la qual es recolza.
- El seu **sentit**, que ve donat per la posició de la fletxa del vector.
- El seu **punt d'aplicació**, que és on se situa el seu origen i coincideix amb el punt on s'exerceix l'esmentada força.



Característiques bàsiques d'un vector.

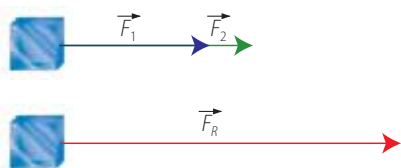
Fig. 2.4

Exercici

5 Dibuixa a escala 2 N : 1 cm, dues forces de 3 N i 6 N que formen 30° i 60° amb l'eix 0x i el punt d'aplicació del qual és l'origen de coordenades.

Les magnituds vectorials es representen amb una fletxa en la part superior $\vec{F}$ o en lletra negreta **F**. Quan es vol indicar únicament el seu mòdul es representa com $|\vec{F}|$, $|\mathbf{F}|$ o simplement per la lletra sense negreta **F**. Quan dibuixes un vector, la seua longitud ha de ser proporcional al valor del seu mòdul perquè pugues resoldre adequadament el problema.

a) Forces en la mateixa direcció i sentit



b) Forces en la mateixa direcció i sentit contrari

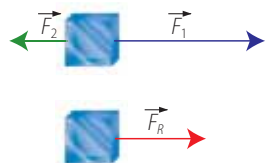


Fig. 2.5 Composició de forces d'igual direcció.

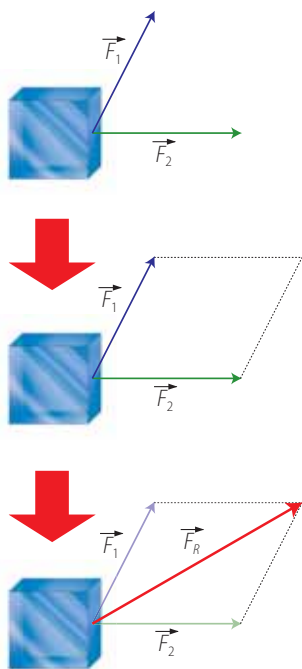


Fig. 2.6 Composició de forces angulars.

COMPOSICIÓ DE FORCES

Quan dues o més forces actuen simultàniament sobre un cos, l'acció de totes elles es pot reemplaçar per una única que les engloba, que es denomina **força resultant** $\vec{F}_R$. Fer-la servir en els problemes simplifica molt el càlcul, ja que només hem de treballar amb una força.

El mètode pel qual es determina la resultant es denomina **composició de forces**. Consisteix a sumar-les totes per conèixer el seu efecte conjunt, considerant les diferents direccions i sentits que puguen tenir.

Es poden presentar tres casos:

a) Forces en la mateixa direcció i sentit

En aquest cas, la força resultant té la mateixa direcció i sentit que les forces components, i **el seu mòdul és la suma** dels d'elles:

$$|\vec{F}_R| = |\vec{F}_1| + |\vec{F}_2|$$

b) Forces en la mateixa direcció i sentit contrari

En aquest cas, la força resultant té la mateixa direcció que les forces components, el seu sentit és el de la més gran i **el seu mòdul és la diferència** dels d'elles:

$$|\vec{F}_R| = |\vec{F}_1| - |\vec{F}_2|$$

c) Forces angulars o concurrents

Aquestes forces no tenen la mateixa direcció, i la **resultant**, que parteix del mateix punt d'aplicació de les forces, coincideix amb la **diagonal del paral·lelogram** que formen les esmentades forces i les seues paral·leles. El seu mòdul s'obté mesurant la diagonal esmentada, i transformant en newtons aquesta mesura mitjançant la proporcionalitat de l'escala (longitud : força) elegida. El **mòdul de la resultant** també pot calcular-se mitjançant l'equació:

$$|\vec{F}_R| = \sqrt{|\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2 + 2 |\vec{F}_1| |\vec{F}_2| \cos \alpha}$$

on α representa l'angle que formen les concurrents.

En el cas particular que les forces concurrents formen un angle de 90° , atès que el cosinus d'aquest angle és zero, l'equació anterior queda així:

$$|\vec{F}_R| = \sqrt{|\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2}$$

Observa que també podem considerar com un cas particular d'aquest el de les forces paral·leles del mateix o diferent sentit, ja que formen un angle de 0° i 180° , respectivament. Atès que els cosinus d'aquests angles són $+1$ i -1 , l'equació anterior queda així:

$$|\vec{F}_R| = \sqrt{|\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2 \pm 2 |\vec{F}_1| |\vec{F}_2|} = \sqrt{(|\vec{F}_1| \pm |\vec{F}_2|)^2} = |\vec{F}_1| \pm |\vec{F}_2|$$

Quan existeixen diverses forces concurrents cal anar obtenint resultants parcials, sumant una després d'una altra cada força aplicada, fins a obtenir la força resultant total. També es pot obtenir la resultant posant totes les forces una darrere d'una altra, fent coincidir el punt final de cadascuna amb el punt d'aplicació de la següent i unint el primer punt d'aplicació amb el final de l'última (Fig. 2.7).

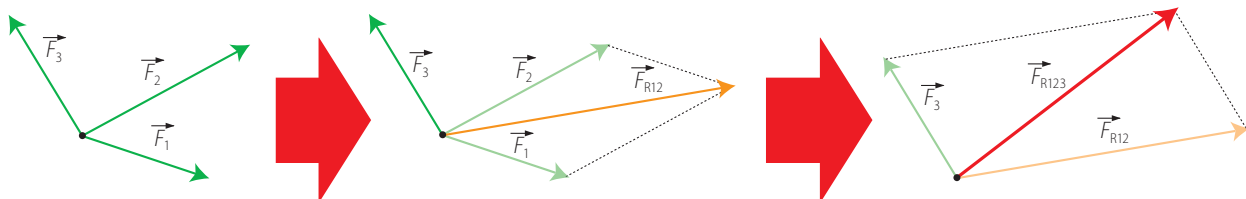


Fig. 2.7 Càlcul gràfic de la resultant de tres forces.

Exercicis

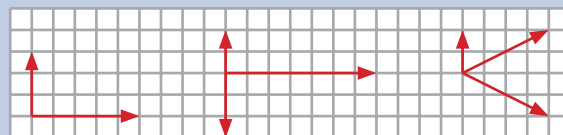
6 Troba la força resultant, numèrica i gràficament, de dues forces de 3 N i 6 N quan:

- S'exerceixen en la mateixa direcció i sentit.
- S'exerceixen en la mateixa direcció, però sentits oposats.
- S'exerceixen formant un angle de 90° .

7 Dibuixa dues forces concurrents que formen angle de 30° , de manera que una tinga la

seua intensitat tres vegades la de l'altra, i calcula el valor de la seua resultant gràficament.

8 Troba gràficament la resultant de cadascun d'aquests grups de forces i calcula'n la intensitat.



6

DESCOMPOSICIÓ DE FORCES

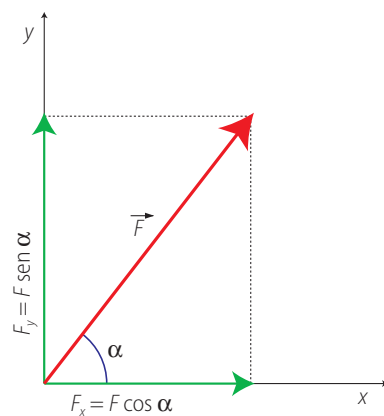
En multitud d'ocasions, per poder estudiar les forces que actuen sobre un sistema, no ens resultarà d'utilitat la composició de forces, sinó que necessitarem portar a terme l'operació inversa que anomenem *descomposició*.

La **descomposició** és la situació contrària a la composició de forces. Cada força pot considerar-se com el resultat de la suma d'almenys dues forces concurrents.

És possible trobar aquestes forces components, però les possibilitats són infinites. L'única parella de forces útil a efectes pràctics és aquella que forma 90° i que, per a major comoditat, situarem sobre un eix cartesià.

Atés que es forma un triangle rectangle, les forces components es poden obtenir mitjançant: $F_x = F \cos \alpha$ i $F_y = F \sin \alpha$,

sent α l'angle que forma la força a descompondre amb l'eix Ox .



Descomposició d'una força en dos components.

Fig. 2.8

❗ Errors freqüents

Un dels errors més comuns que es cometen en treballar amb forces és no suprimir les forces que s'han sumat per calcular una resultant.

Quan trobes una resultant, elimina les forces que has sumat per obtenir-la i tatxa-les.

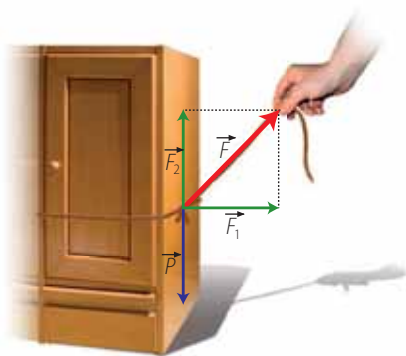


Fig. 2.9 Component útil.

EXERCICI D'APLICACIÓ 1

Es té una força de 14 N en angle de 45° amb l'horitzontal. Indica les components de l'esmentada força.

Solució:

L'escala elegida és 5 N : 1 cm. En un paper mil·limetrat dibuixem els eixos cartesianes i sobre ells la força 14 N (2,8 cm) amb la inclinació que ens indiquen. A continuació la projectem sobre cadascun dels eixos.

La lectura directa sobre cada eix ens indica el valor de la força component. En el nostre cas són:

$$\vec{F}_x = 10 \text{ N (2 cm)}$$

$$\vec{F}_y = 10 \text{ N (2 cm)}$$

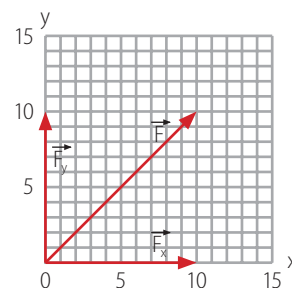
Les dues forces sumades ens donen la força inicial de 14 N.

Si fem el càlcul numèricament tenim:

$$F_x = F \cos \alpha = 14 \text{ N} \cdot \cos 45^\circ = 10 \text{ N}$$

$$F_y = F \sin \alpha = 14 \text{ N} \cdot \sin 45^\circ = 10 \text{ N}$$

Com veiem, la resolució gràfica i la numèrica condueixen al mateix resultat.



Exercicis

9 Es té una força de 10 N en angle de 30° amb l'horitzontal. Calcula i dibuixa les components de l'esmentada força.

• Component útil

Si, per exemple, arrossegues un moble pel terra per moure'l de lloc, observaràs que es mou horitzontalment encara que la força $\vec{F}$ que tu fas s'aplica de manera obliqua (Fig. 2.9). Això és a causa que l'esmentada força aplicada es descompon en dues, una en direcció al moviment ($\vec{F}_1$) i una altra perpendicular a ell ($\vec{F}_2$).

La component que va en la direcció del moviment ($\vec{F}_1$) és l'única responsable d'ell, per la qual cosa es denomina **component útil**; l'altra força s'anul·la amb el pes del cos. Per això, només una part de la força que apliques s'utilitza a moure el cos.

Exercicis

10 Imagina que deixes caure un cos pel seu propi pes per una pendent. Dibuixa les forces que actuen i obtén la component útil de manera gràfica.

11 Quin hauria de ser la inclinació òptima que ha de tenir una corda amb la qual estàs arrossegant un cos lligat a ella perquè siga mínima la força que es desaprofita?

EQUILIBRI DE FORCES

Imagina un llum subjecte per una cadena al sostre. El llum és atret per la Terra mitjançant una força que anomenem pes, però atès que no cau i està quiet intuïm que ha d'existir una altra força que el compense, que en aquest cas serà la que fa la cadena subjecta al sostre.

Com veus, actuen dues forces sobre un mateix cos però que s'anul·len entre elles. Estem davant un sistema en equilibri.

Quan diverses forces actuen sobre un cos rígid provoquen en ell un desplaçament sempre que no s'anul·len entre elles. En aquest últim cas la resultant de les forces és nul·la, i podem dir que el sistema es troba en **equilibri**.

Quan les forces que s'anul·len actuen sobre un cos en repòs la situació es denomina d'equilibri estàtic (Fig. 2.10), a diferència de quan s'apliquen sobre un cos en moviment, en aquest cas la situació es denomina d'**equilibri dinàmic**.

Aquest conjunt de forces no modifica l'estat de quietud o moviment del cos, que segueix en repòs o desplaçant-se sense variar-ne la velocitat, com si no existiren les esmentades forces.

La condició d'equilibri (Fig. 2.11) podem expressar-la com:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = 0 \text{ és a dir: } \vec{F}_R = 0$$

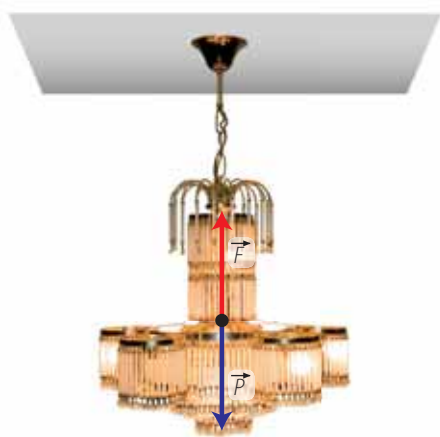


Fig. 2.10 Sistema en equilibri de forces.

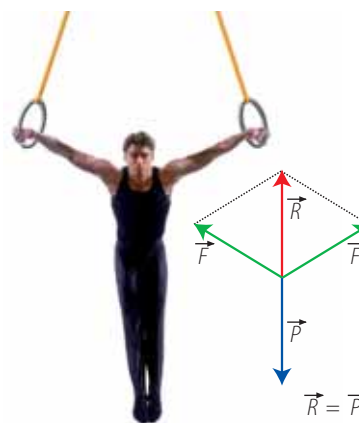


Fig. 2.11 Equilibri estàtic. (R és la resultant de les forces de subjecció que exerceixen els braços de l'atleta).

Exercicis

12 Donades dues forces de 10 N i 15 N que formen un angle de 90°, aplicades sobre el punt (0, 0) dels eixos cartesianes, dibuixa i calcula el valor de la força necessària per equilibrar totes dues.

13 Es tenen tres forces de 5 N, 8 N i 10 N que formen, respectivament, angles de 30°, 45° i 60° amb l'horitzontal, i que s'apliquen sobre un mateix punt. Calcula gràficament i numèricament la força que provocarà l'equilibri de les tres sobre el punt d'aplicació.

2 CIÈNCIA I SOCIETAT

MÀQUINES

Les màquines són instruments que s'utilitzen per transformar la força que es fa per una altra força, normalment de diferent magnitud, direcció i sentit, que ens permeten fer alguna cosa amb un menor esforç, com veurem en la Unitat 6.

És a dir, transformen les forces a fi que la força necessària per realitzar una determinada acció siga menor que la que seria necessària si no s'utilitzara aquest mecanisme.

Les màquines simples són tres: **palanca**, **torn** i **rampa**.

Les màquines permeten multiplicar una força aplicada.

La **politja** és un tipus de palanca que augmenta l'eficàcia d'una força.

Existeixen dues màquines més —però que en realitat es consideren com derivades de la rampa, que no és res més que un pla inclinat—: el **cargol** i la **falca**.

Es denomina **eficàcia de funcionament** d'una màquina la relació, expressada en tant per cent, entre l'energia generada i l'emprada.

La combinació de les màquines simples permet obtenir les denominades **màquines complexes**, com les màquines desbastadores que s'utilitzen per donar forma a una peça tallant-la, i les premses que s'utilitzen per aconseguir un modelat mitjançant cisalla, premsat simple o estirament.

Les primeres màquines complexes daten de 1775, any que John Wilkinson va construir el trepant horitzontal per foradar peces a fin d'aconseguir buits cilíndrics.

En 1794, Henry Maudslay va desenvolupar el torn mecànic. Al segle XIX l'auge que van experimentar aquestes màquines va ser notable, amb l'aparició de serres, maduixes, torns, perfiladores, polidores, ribotadores i trepants.

A poc a poc aquestes màquines es van anar perfeccionant i van passar de ser utilitzades per obrers més o menys qualificats a ser controlades per ordinadors, tal com ocorre en l'actualitat.

Les denominades **màquines hidràuliques** transmeten la força i la multipliquen a través d'un fluid, tal com veuràs posteriorment; és el cas dels frens de les rodes o de l'elevador dels tallers (premsa hidràulica).

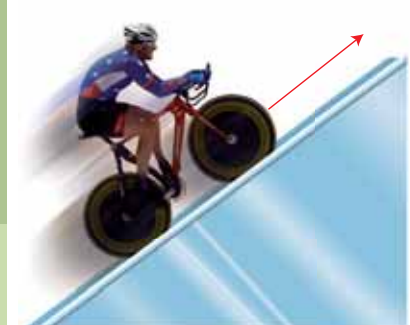
També existeixen les anomenades **màquines pneumàtiques**, que transmeten la força mitjançant un gas o aire a pressió, seguint els principis hidràulics.



Palanca



Torn



Rampa

Fig. 2.12 Màquines simples.

EXPERIÈNCIA DE LABORATORI

Equilibri de forces

Objectiu

Obtenir la força equilibrant de dues altres, experimentalment i gràficament, així com comprovar que el valor del seu mòdul coincideix amb el previst per l'equació físicomatemàtica que permet calcular-la.

Material

- Tres dinamòmetres.
- Paper mil·limetrat.
- Semicercle graduat
- Tres xinxetes.
- Anella.
- Regle.

Procediment

- Es fixen dos dinamòmetres en una taula mitjançant dues xinxetes clavades a ella, i al seu torn s'enganxen a una anella formant un angle d'aproximadament 30° .
- Un tercer dinamòmetre s'enganxa a l'anella en oposició als altres dos, tal com indica la Fig. 2.13.
- S'estira aquest últim mitjançant una força $\vec{F}$, fet que provocarà dos estiraments en els altres dos, que marcaran forces $\vec{F}_1$ i $\vec{F}_2$.
- Es fixa a la taula també aquest dinamòmetre mitjançant la tercera xinxeta.
- Observaràs que l'anella està en repòs, per la qual cosa segons la condició d'equilibri, haurà de complir-se que $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

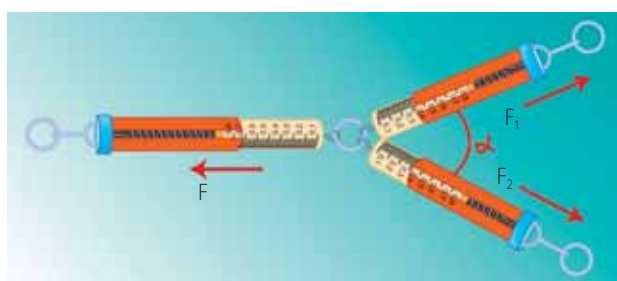


Fig. 2.13 Muntatge de l'experiència.

Analitza i respon

1 Representa les tres forces en un paper mil·limetrat i a escala, i determina la resultant de $\vec{F}_1$ i $\vec{F}_2$. Quina relació observes que guarda aquesta força amb la força $\vec{F}$?

2 Aplica l'equació $|\vec{F}_R| = \sqrt{|\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2 + 2|\vec{F}_1||\vec{F}_2|\cos\alpha}$ i comprova que el mòdul de $\vec{F}_R$ coincideix amb el de $\vec{F}$.

3 Repeteix l'experiència amb angles de 45° i 90° entre les forces.

Estudi estàtic del moll. Llei de Hooke**Objectiu**

Estudiar la variació de longitud que experimenta un moll sotmés a una força de tracció, així com calcular el seu constant d'elasticitat mitjançant l'aplicació de la Llei de Hooke.

Material

- Moll.
- Paper mil·limetrat.
- Suports.
- Dinamòmetre
- Conjunt de pesos.
- Regle.

Procediment

- Es penja el moll de la pinça que subjecta el regle.
- Es col·loca el regle paral·lelament en el seu lateral, sense que calga prendre la precaució que el zero coincidisca amb l'índex del moll, ja que es mesuraran allargaments i no longituds absolutes.
- Es van penjant successivament pesos el valor dels quals es calcula a partir de les seues masses (50 g, 100 g, 150 g, 200 g, 250 g, 300 g) o per mesurament directa amb un dinamòmetre.
- Determinar les posicions de l'índex en cada cas evitant l'error de paral·laxi i qualsevol fregament amb el regle situat en el lateral.
- Completa la Taula 2.1:

<i>Pes penjat (N)</i>	0					
<i>Allargament (cm)</i>	0					

Taula 2.1. Valors obtinguts en l'experiència.

Analitza i respon

1 Representa gràficament els valors dels pesos enfront dels allargaments.

2 Confirma que es compleix la Llei de Hooke mitjançant l'obtenció de la recta.

3 De la pendent de la recta es pot obtenir el valor de la constant de l'elasticitat del moll (expressa-ho en unitats del Sistema Internacional).

EXERCICIS PROPOSATS

PER REPASSAR

1 Indica el tipus de força, a distància o contacte, que s'aplica quan:

- Cau un coco d'una palmera.
- Colpeges la pilota amb el peu.
- Agafes un llibre.
- El vent mou les fulles d'un arbre.

2 Quan s'aplica a un moll una força de 10 N, s'observa que s'allarga 4 cm. Calcula la constant elàstica del moll.

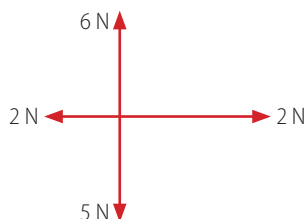
3 De les següents magnituds, indica quines són escalars i quines vectorials: velocitat, temperatura, volum i energia. Explica-ho.

4 S'apliquen en direcció horitzontal forces de 5 N, 6 N i 8 N sobre un cos. Calcula amb quina força i cap a on es mourà aquest si dues van cap a la dreta i una cap a l'esquerra (estudia'n totes les possibilitats).

5 Una barca travessa un riu empesa pel remer amb una força de 350 N i pel corrent que l'arrossega perpendicularment amb una altra força de 100 N. Quina és la força que fa avançar la barca?

6 Quina serà la força mínima que cal aplicar per aconseguir moure una taula que pesa 100 N per un terra el fregament —força que s'oposa al moviment— de la qual té la seua mateixa direcció, sentit contrari i val 30 N?

7 Calcula la resultant de les següents forces:



8 Un cavall tira d'un carromato amb una força de 2000 N i l'ajuda el carreter amb una força de 250 N. Si el terra oposa una força de fregament de 150 N, calcula la força que realment impulsa al carromato.

9 Vas espantant una bola amb una força de 2 N per un terra envernissat. Quina força de fregament farà aquest si la bola es desplaça amb velocitat constant?

PER REFORÇAR

10 Es té un moll de 15 cm de longitud la constant d'elasticitat del qual val 100 N/m. Calcula la longitud que tindrà el moll quan es penge d'ell un objecte que pesa 40 N. Si el màxim estirament que suporta és de 80 cm, es trencarà el moll en penjar aquest pes?

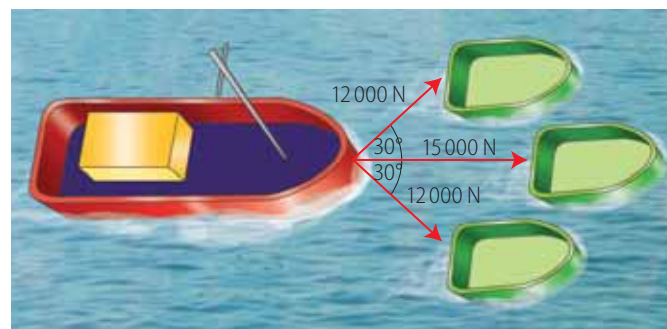
11 En un experiment amb un dinamòmetre, s'hi reflectiren les següents mesures:

F (N)	0	2	4	10	14	18
Allargament (cm)	0	3	6	15	21	27

Calcula:

- La constant elàstica del moll del dinamòmetre en N/m.
- Quanta força s'aplica quan s'estira 30 cm.
- Quant s'estirarà el moll quan s'apliquen 25 N.

12 Tres remolcadors tiren d'una barca tal com es veu en la figura. Quina és la força real que fa avançar la barca?



13 Dos xiquets apliquen dos forces de 30 N i 40 N cap amunt i amb un angle de 30° a fi d'aconseguir traure d'un pou un sac de 50 N de pes. Indica si ho aconseguiran.

14 S'apliquen les següents forces sobre un objecte: 10 N en la direcció de l'horitzontal, 15 N en direcció 30° sobre l'horitzontal i 25 N en direcció vertical ascendent. Calcula la força resultant que actua sobre l'objecte i dibuixa'n el vector a escala.

15 Dibuixa una força de 20 N amb escala 4 N: 2 cm inclinada 30° sobre l'horitzontal. Calcula gràficament i numèrica quins són els seus components sobre els eixos cartesianes.

2 AVALUACIÓ

1 Quan acostes un imant a un clau observes que aquest és atret per aquell. Això ocorre perquè:

- a No ocorre. L'imant no atrau el clau fins que no contacta amb ell.
- b L'imant exerceix una força sobre el clau i l'atrau malgrat estar a una distància d'ell.
- c El clau exerceix una força sobre l'imant i l'atrau malgrat estar a una distància d'ell.
- d Tots dos exerceixen forces atractives, cadascun sobre l'altre.

2 Si col·loques un paper damunt d'una taula i bufes, observaràs que el paper es mou. Això ocorre perquè:

- a Exerceixes una força a distància amb la teua boca sobre el paper.
- b El paper es mou perquè en girar la Terra es desplaça sobre la taula.
- c L'aire que ix de la teua boca en contactar amb el paper exerceix una força que el mou.
- d En realitat el paper mai no es mourà només perquè bufes cap a ell.

3 Agafes diversos objectes: un llapis, un tros de plastilina i una goma elàstica, i intentes doblegar-los.

- a Tots es doblegaran amb facilitat; són objectes elàstics.
- b Cap no es pot doblegar perquè són objectes rígids.
- c El llapis no es doblegarà, és rígid; la plastilina i la goma sí, perquè són elàstics.

- d El llapis no es doblegarà, és rígid; la goma sí, és elàstica; la plastilina encara que es doblega no recupera la seua forma inicial, és plàstica.

4 Apliques una força d'estirament de 4 N sobre un objecte elàstic i observes que s'allarga 2 cm.

- a Si s'aplica una força de 8 N s'observarà un allargament de 3 cm.
- b Si s'aplica una força de 2 N s'observarà un allargament de 0,5 cm.
- c Si s'aplica una força de 6 N s'observarà un allargament de 3 cm.
- d Si s'aplica una força de 15 N s'observarà un allargament de 6 cm.

5 En aplicar sobre un mateix punt d'un cos diverses forces de la mateixa direcció però diferents sentits, la resultant serà:

- a La suma de tots els mòduls de les forces aplicades.
- b La resta de tots els mòduls de les forces aplicades.
- c La suma algebraica de tots els mòduls de les forces aplicades.
- d És impossible de calcular només amb aquesta informació.

6 Una força pot descompondre's:

- a Només en dues úniques forces concurrents.
- b En dues forces de la mateixa direcció i sentits oposats.
- c En dues forces de la mateixa direcció i el mateix sentit.
- d En infinites parelles de forces concurrents.

CONCEPTES CLAU

- **Força:** aquella causa capaç de produir canvis en el moviment d'un cos o de modificar-ne la forma.
- **Forces d'acció a distància:** aquelles l'efecte de les quals s'aprecia sense que calga que els cossos estiguen en contacte entre ells.
- **Forces de contacte:** aquelles que només es produeixen quan els cossos estan en contacte entre ells (tocant-se).
- **Newton:** unitat de força en el Sistema Internacional d'unitats.
- **Llei de Hooke:** la deformació d'un cos elàstic és directament proporcional a la força que la produeix ($F = k \Delta l$).
- **Magnituds escalars:** aquelles que queden perfectament definides en conèixer el seu valor.
- **Magnituds vectorials:** aquelles que perquè siguin conegudes completament cal saber-ne, a més del valor, la direcció, el sentit i el punt on s'apliquen.
- **Vector:** segment orientat a l'espai.
- **Força resultant ($\vec{F}_R$):** força global única, equivalent a totes les que s'apliquen sobre un determinat cos.
- La força **resultant** de dues **forces aplicades en la mateixa direcció i sentit** té la mateixa direcció i sentit que les forces components, i el seu mòdul és la suma dels d'elles.
- La força **resultant** de dues **forces aplicades en la mateixa direcció però de sentit contrari** té la mateixa direcció que les forces components, el seu sentit és el de la més gran i el seu mòdul, la diferència dels d'elles.
- La força **resultant** de dues **forces angulars** coincideix amb la diagonal del paral·lelogram que formen aquestes forces i les seues paral·leles.
- **Component útil:** força aplicada que realment s'utilitza a moure un cos.
- **Equilibri estàtic:** situació que ocorre quan les forces que s'equilibren (anul·len) actuen sobre un cos en repòs. El cos segueix en repòs indefinidament.
- **Equilibri dinàmic:** situació que ocorre quan les forces que s'equilibren ($\sum \vec{F} = 0$) actuen sobre un cos en moviment. El cos roman amb un moviment rectilini uniforme (MRU) sense que en varíe la velocitat.