



Recursos per a l'aula (batx.)

## COMPROVACIÓ DEL PRINCIPÍ D'ACCIÓ I REACCIÓ

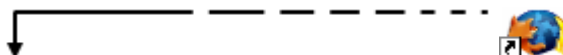
Josep Ametlla

*El principi d'acció i reacció és, com tots sabem, un dels punts centrals de la dinàmica. Tot i que aparentment és molt senzill, a l'hora de la veritat comporta per als estudiants més dificultats de les esperades. Per exemple, si després d'haver-lo explicat i haver-ne posat algun exemple, fem la pregunta: "Hi ha una caixa damunt d'una superfície horitzontal. El pes i la força normal són iguals i oposats. Són forces d'acció i reacció?" la majoria dels estudiants contestaran que sí, que ho són, cosa que demostra que no han entès gaire res del que els hem explicat.*

## Introducció

La pràctica que proposem consisteix a comprovar la validesa del principi d'acció i reacció en una situació concreta: la d'un sòlid submergit. Si bé no és una recepta màgica per comprendre la 3a llei de Newton, sí que permet a l'estudiant exercitar-se en la identificació de forces, les gràfiques corresponents i les relacions entre aquestes i, finalment, constatar que la llei esmentada no l'ha inventada el professor per amargar-li la vida, sinó que és una llei natural comprovable amb els instruments que té al seu abast.

## Guia del professorat



En essència, es tracta de penjar un sòlid en un dinamòmetre i submergir-lo en un líquid, que prèviament hem posat damunt d'una balança (vegeu les figures 1 i 2). Cal insistir a l'estudiant que es fixi en el fet que en submergir el sòlid la indicació del dinamòmetre canvia, i la de la balança, també.

Convé fer-li notar que aquests canvis es deuen al fet que el líquid empeny el sòlid i que, en conseqüència, el sòlid també empeny el líquid, i que aquestes dues forces van inevitablement unides, és a dir, que mai no aconseguirem que el líquid empenyi el sòlid sense que aparegui la corresponent força de reacció corresponent.

El muntatge proposat, que no és cap novetat, permet mesurar aquestes dues forces de manera independent i comprovar que són iguals

**Nivell:** batxillerat

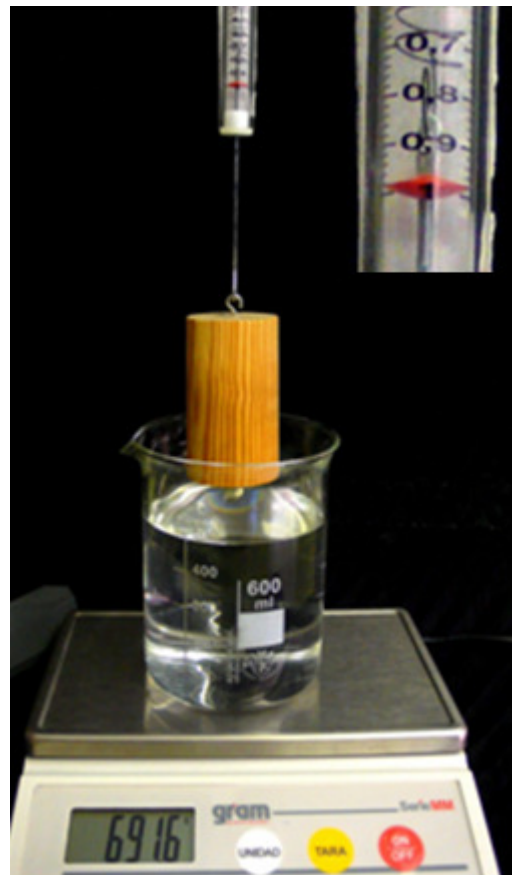


Fig. 1

**Suggeriments:** Jo utilitzava un vas de 600 ml que posava damunt d'una balança d'1 kg de capacitat, però, naturalment, també funciona amb un vas més petit i una balança de menys capacitat. L'objecte que submergia era un cilindre de fusta amb un llast a la part inferior, però es pot fer amb qualsevol cosa (un tub de pasta dental, un envàs de xampú, un tros de PVC...) Tanmateix, convé que no sigui un objecte gaire dens, per tal que la indicació del dinamòmetre variï força en submergir el cos.

Normalment plantejava aquesta experiència de manera col·lectiva, és a dir, com una demostració que jo dirigia però que manipulaven un parell d'estudiants (que submergien el sòlid i *cantaven* les indicacions de la balança i el dinamòmetre als companys). Un altre estudiant, amb l'ajut dels companys, dibuixava a la pissarra les forces que actuen sobre el sòlid i les que actuen sobre el líquid. Finalment, els alumnes individualment calculaven els valors d'ambdues forces i en comprovàvem la igualtat. Tanmateix, si hagués disposat de prou balances ho hauria plantejat com una pràctica per fer en grups de dos o tres alumnes.

Les balances electròniques donen la indicació en grams. Convé recordar a l'estudiant que aquests instruments en realitat no mesuren massa sinó força i que, per tant, cal buscar el pes (en newtons) corresponent als grams.

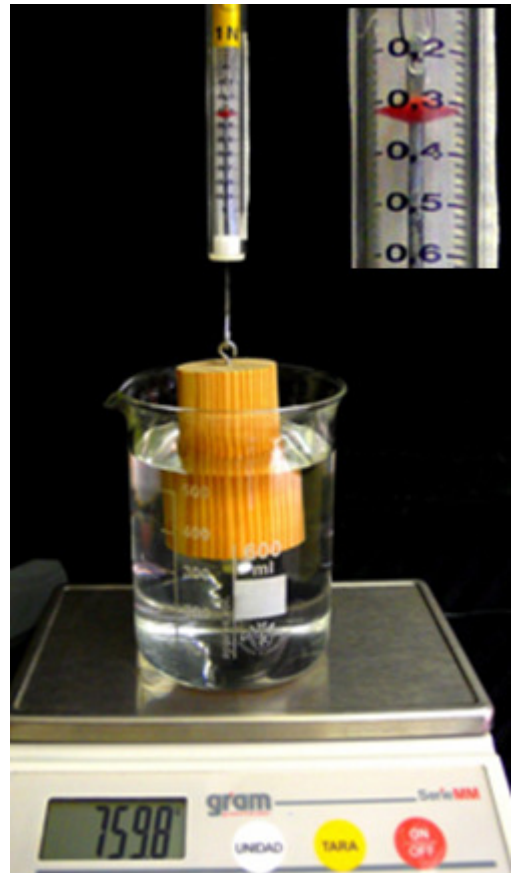
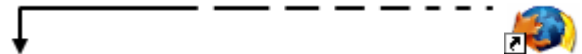


Fig. 2



## Fitxa de l'estudiantat



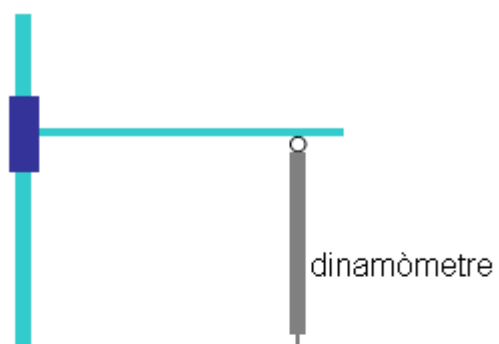
### Objectius

- 1) Comprovar experimentalment la llei d'acció i reacció.
- 2) Recordar que hi ha una força ascensional (empenyiment d'Arquímedes) que afecta els sòlids submergits.
- 3) Exercitar els estudiants en la identificació i el dibuix de forces.

### Material

- 1) Dinamòmetre.
- 2) Balança electrònica.
- 3) Vas de precipitats.
- 4) Suport amb barra horitzontal.
- 5) Objecte que s'ha de submergir.

### Procediment



Vegeu la figura 3.

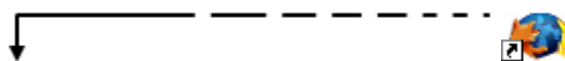
- 1) Omplim el vas de precipitats fins a dos terços de la seva capacitat.
- 2) Pengem el dinamòmetre en el suport.
- 3) Mesurem el pes de l'objecte.
- 4) Posem el vas damunt la balança i en mesurem el pes (caldrà convertir la indicació de la balança a newtons,  $N$ ).
- 5) Pengem l'objecte en el dinamòmetre i el submergim parcialment (o totalment, si és possible, però evitant que toqui el fons del recipient). La indicació de la balança ha canviat. La del dinamòmetre, també.
- 6) Anotem el pes aparent de l'objecte i també la nova indicació de la balança.

## Exercicis

- 1) Dibuixa les forces que actuen en el sòlid
- 2) Dibuixa les forces que actuen en l'aigua
- 3) Amb les dues indicacions del dinamòmetre, calcula l'empenyiment del líquid
- 4) Amb les dues indicacions de la balança, calcula la força que fa el cos en l'aigua
- 5) Comprova la igualtat (aproximada, a causa dels errors experimentals) de la força sòlid-líquid i de la força líquid-sòlid i, per tant, la validesa de la llei d'acció i reacció.



## Solucions



$$E_{\ell \rightarrow s} = P_s - T$$

$T$  és la força que indica el dinamòmetre. Si el sòlid no està submergit, tindrem:

$$E_{\ell \rightarrow s} = 0 \Rightarrow P_s = T$$

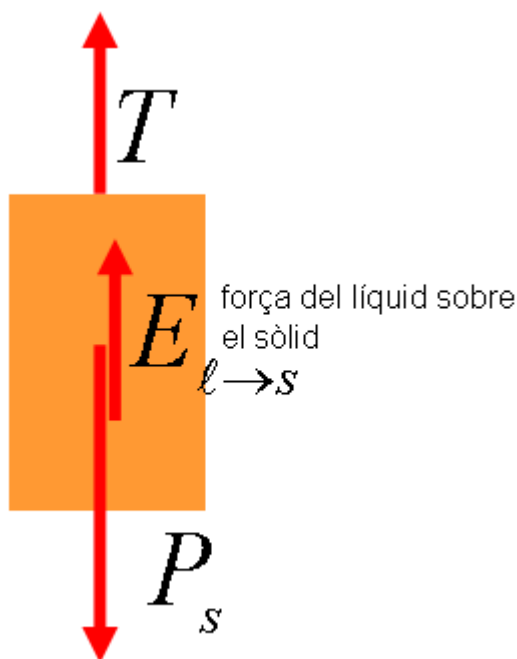
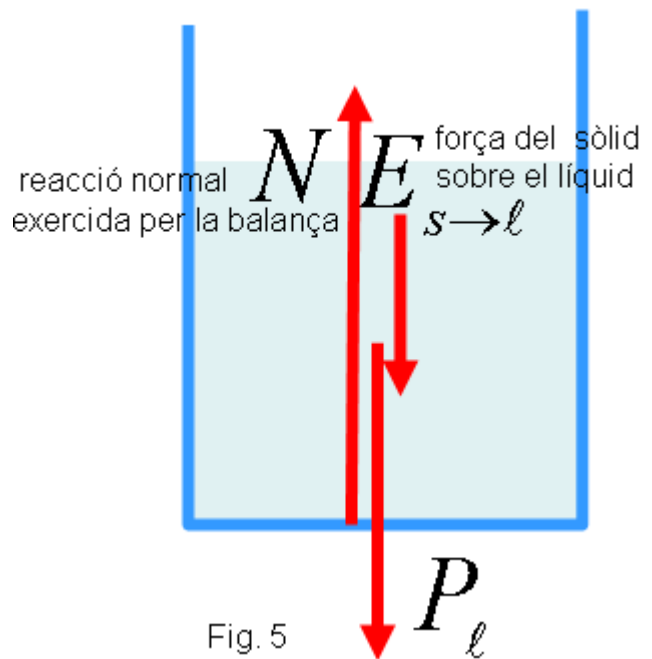


Fig. 4

$$E_{s \rightarrow \ell} = N - P_{\ell}$$

$N$  és la força que indica la balança. Si el sòlid no està submergit, tindrem:

$$E_{s \rightarrow \ell} = 0 \Rightarrow P_{\ell} = N$$



Per exemple, suposem les dades següents:

La indicació inicial de la balança és  $691,6 \text{ g}$ , que equival a una força de  $6,78 \text{ N}$ , i la indicació final és  $759,8 \text{ g}$ , que equival a  $7,45 \text{ N}$ .

La indicació inicial del dinamòmetre és  $0,98 \text{ N}$  i la final, amb el sòlid submergit,  $0,31 \text{ N}$ . Amb això tenim que:

$$E_{\ell \rightarrow s} = 0,98 - 0,31 = 0,67 \text{ N}$$

$$E_{s \rightarrow \ell} = 7,45 - 6,78 = 0,67 \text{ N}$$




---

**Josep Ametlla**

Professor de física i química de l'IES Ausiàs March de Barcelona.

Adreça electrònica: jametlla@xtec.cat