

Sumari



FÍSICA DE VIATGES I

Tavi Casellas

Proposem aprofitar la curiositat que genera un viatge en l'alumnat per proposar algunes qüestions relacionades amb la física.

Cada estiu, quan s'acaba el curs, tots, alumnes i professors, ens desitgem bones vacances i, qui més qui menys, ens dediquem a córrer món, alguns a prop de casa (a la costa catalana o les muntanyes del nostre país) i d'altres més lluny: alguna regió espanyola, ciutats o països europeus o, fins i tot, gràcies a l'avió, ens atrevim a travessar l'Atlàntic per anar a Amèrica o a gaudir del relax de països més exòtics.

L'alumnat, amb la seva família, tampoc no queda exclòs d'aquest període de descans i d'aquestes visites més o menys llunyanes.

És bo doncs aprofitar aquest fet per incorporar a la matèria de Física noves propostes d'exercicis i qüestions que sorgeixen de l'experiència personal, tant de l'alumnat com del professorat, durant el període estival. Així doncs, abans d'acomiar-nos caldria posar-nos deures i no seria sobrer que, en recomençar el curs al setembre, cada alumne hagués d'aportar a l'aula algun detall, qüestió, fotografia, vídeo, anècdota... que ens serveixi per treballar algun aspecte de la Física i que a més estigui contextualitzat en la seva experiència personal. Potser una manera de fer deures agradable, curiosa i alhora engrescadora.

No cal dir que podem aprofitar aquesta proposta perquè l'alumnat presenti a la resta d'alumnes la seva proposta i sigui ell mateix qui els plantegi les qüestions relacionades amb la seva observació. D'aquesta manera aconseguim que els alumnes treballin i aprenguin de forma més competencial i amb entorns més contextualitzats, d'acord amb el que proposa el currículum. Fins i tot amb el recull d'exercicis, vídeos, fotografies... i les qüestions corresponents podem anar construint un bloc, de forma cooperativa, que els pot servir per estudiar, preparar els exàmens, preparar-se per a la selectivitat (la proposta seria molt semblant al bloc Houston... tenim uns problemes!, explicat recentment en un article d'aquesta revista).

Com a professors també podem utilitzar en els nostres exàmens aquestes aportacions de l'alumnat, cosa que donarà un punt més d'interès a l'alumnat en les qüestions plantejades i en la seva resolució.

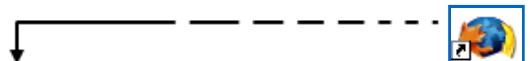
A continuació us en presento alguns que us poden servir d'exemple i punt de partida per continuar la col·lecció... i en el proper número de la revista n'acabaré de presentar alguns més.

No cal dir que si disposeu d'exercicis, propostes, fotografies, vídeos... similars els podeu fer arribar a la redacció de la revista (redaccio@rrfísica.cat) i passaran a engruixir els articles sobre Física de viatges.

Senyal de trànsit

Una foto de l'estiu del 2006 (vegeu la figura 1) d'un senyal de trànsit de límit de velocitat a Bèlgica... Hi veieu algun detall curiós o algun error? És clar que els responsables de la senyalització de trànsit belgues no tenien clar el tema de les unitats: al senyal correcte hauria de posar 70 km/h o, en tot cas (com al nostre país), 70 a seques, ja que entenen s'entén que la velocitat es dona en quilòmetres per hora (km/h) (que cal recordar que no és una unitat del sistema internacional d'unitats) però mai hi hauria de posar 70 km com a límit de velocitat permesa. Això és tan greu com posar en un cartell que la capital, Brussel·les, està a una distància de 50 kg .

Proposta per a l'alumnat



Si circuleu per les carreteres belgues (any 2006) us adonareu immediatament d'un error molt greu. Observeu la fotografia i...

- Comenteu quin és aquest error.
- Com creieu que s'hauria de rectificar?
- És absolutament certa la frase següent? A l'Estat espanyol aquest error no existeix.
- Quina modalitat de batxillerat creieu que va cursar el ministre d'Interior belga?
- Tenint present que un senyal circular amb el contorn vermell i l'interior blanc indica una prohibició, quina creieu que hauria de ser la interpretació que els conductors haurien de fer del senyal de la fotografia?



Fig. 1: Senyal de límit de velocitat a Bèlgica



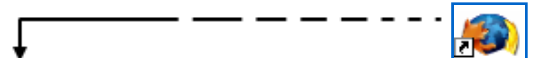
Pressió dins d'un avió

Si hem volat en avió segur que, una vegada o una altra, hem patit mal d'orella a causa del canvi de pressió o, si més no, se'ns han destapat sobtadament en arribar a la destinació i fer un badall.

Sabem que els avions volen a una altura considerable (uns 10 km) i que a aquesta altura la pressió atmosfèrica és molt inferior a la que tenim al nivell del mar. De tota manera, un avió està pressuritzat per controlar la pressió que hi ha en tot moment dins de la cabina; en cas contrari, la variació sobtada del seu valor faria que la majoria de passatgers s'ho passessin bastant malament (manca d'oxigen, pressió baixa...).

Tot i que la cabina està pressuritzada, els pilots disminueixen la pressió interior entre altres factors per minimitzar la diferència de pressió entre l'interior i l'exterior i, d'aquesta manera, evitar esforços innecessaris al fuselatge de l'avió. Aquesta disminució de pressió es pot notar de diferents maneres. Per exemple, les bosses de xips (tancades hermèticament) que hem comprat a l'aeroport s'inflen de manera exagerada. Un altre cas: si mentre l'avió vola ens acabem l'aigua d'una ampolla (de PVC) i la tanquem hermèticament comprovarem que en aterrar l'ampolla s'ha aixafat apreciablement (figura 2). Podem utilitzar aquesta ampolla per calcular la pressió atmosfèrica que hi ha dins de l'avió en ple vol i comparar-la amb la pressió al nivell del mar i la que hi ha a l'altura normal de creuer dels avions.

Proposta per a l'alumnat



- Calculeu el volum de l'ampolla aixafada. Podeu fer-ho submergint-la en un recipient gran i ple d'aigua i recollint l'aigua que en vessa. Podeu mesurar el volum de l'aigua amb una proveta o pesant-la i recordant que la densitat de l'aigua és 1 g/cm^3

- Calculeu després el volum de l'ampolla quan ha recuperat la forma inicial. El volum d'aigua que conté ens pot ser útil en aquest cas o bé podem repetir el procediment anterior per ser més precisos.

- Utilitzant la llei dels gasos a temperatura constant $P V = P' V'$ podeu calcular la pressió dins de l'avió.



Utilitzeu la gràfica (figura 3) de la variació de la pressió atmosfèrica amb l'altura.

Compareu aquesta pressió amb la que hi ha a l'exterior de l'avió suposant que està volant a una altura d'uns 10000 metres.

Fig. 2: L'ampolla d'aigua quan l'avió ha aterrat.

A quina altura equival la pressió interior de l'avió?

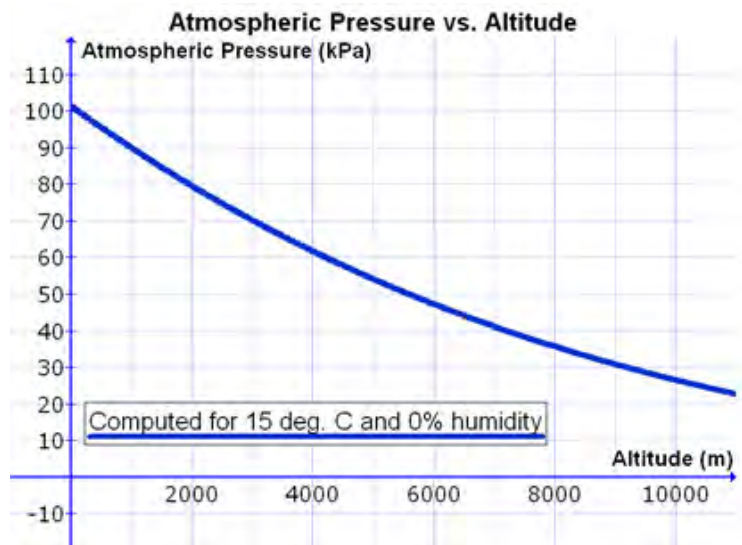


Fig. 3: Gràfica de la variació de la pressió atmosfèrica amb l'altura.

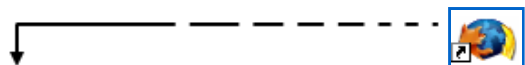


L'aigua en caiguda lliure

Sabem, i ho hem repetit moltes vegades a l'aula, que el moviment de caiguda lliure correspon a una trajectòria parabòlica. A la part nova de l'*outlet* La Roca Village hi ha una font (figura 4) que projecta aigua (a vegades a intervals i a vegades de forma contínua) amb un angle i una velocitat determinats i que ens permet observar la trajectòria de l'aigua en caiguda lliure.

Podem capturar una fotografia d'aquesta font o bé fer-ne una gravació en vídeo. En la fotografia s'observa perfectament la trajectòria parabòlica i amb la gravació en vídeo podem analitzar el fenomen fotograma a fotograma amb un programa tipus MultiLab o Coach, per comprovar el valor de l'acceleració de la gravetat i també que el moviment de l'aigua és una composició d'un moviment rectilini uniforme horitzontal amb un moviment vertical amb acceleració constant (vertical i cap avall).

Proposta per a l'alumnat



Amb els programes MultiLab o Coach captureu les dades del moviment del principi (o del final) d'un raig d'aigua al llarg de tota la seva trajectòria.

Nota: [Aquí](#) us podeu baixar el vídeo corresponent a la font de la figura 4. Tingueu en compte per fer el calibratge que la bossa de paper que es pot observar a la part inferior dreta del vídeo té una alçada de 23 cm.

Una vegada capturades les dades, exporteu-les a un full de càlcul. Utilitzeu però només les dades del vídeo corresponents al moviment de caiguda lliure.

✓ Realitzeu la gràfica $x-t$ del moviment i feu-ne un comentari qualitatiu.

✓ Realitzeu també la gràfica $y-t$ corresponent i comenteu-la.

✓ A partir de les gràfiques de tendència de les dues gràfiques (lineal i polinomial de grau 2) obtingueu l'acceleració de la gravetat i la velocitat (constant) horitzontal.

✓ Calculeu l'error que es realitza amb aquest mètode per calcular la gravetat.

✓ Quines són les possibles fonts d'error? Proposeu algunes maneres de solucionar-les.

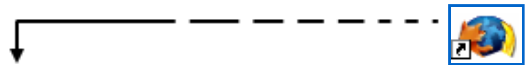


Fig. 4: Font d'aigua a La Roca Village.



Espectre de Broken

Proposta per a l'alumnat



Si viatgeu cap al tard amb avió (o a primera hora del matí) i voleu per sobre d'un mar de núvols estigueu molt atents a l'hora d'enlairar-vos o d'aterrar doncs és possible que veieu un efecte òptic difícil d'observar: l'espectre de Broken (vegeu la figura 5).

Aquest fenomen consisteix en que l'ombra d'un objecte o persona (en aquest cas l'avió) es projecta sobre els núvols o la boira i com a resultat tenim una imatge un pèl fantasmagòrica (d'aquí el nom d'espectre).

Sovint el fenomen va acompanyat d'una difracció de la llum blanca deguda als cristalls de gel o gotes d'aigua que formen el núvol. Aleshores parlem de glòria i l'ombra projectada està envoltada d'una circumferència de colors fent més atractiu el fenomen.

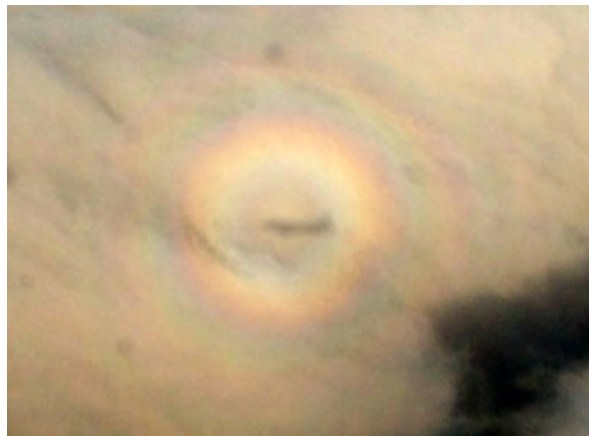
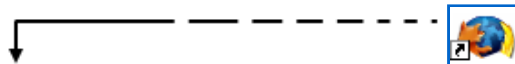


Fig. 5: Espectre de Broken o ombra de l'avió envoltada d'una glòria.



Iridescències

Proposta per a l'alumnat



Si aprofitem el període estival per fer alguna ascensió a alguna muntanya relativament alta on la temperatura ambient és francament baixa (Pirineus centrals, zones dels Alps...) podem tenir la sort d'observar iridescències (figures 6 i 7) que es formen als núvols prims i alts que estan formats per cristalls de gel que difracten la llum procedent del sol.

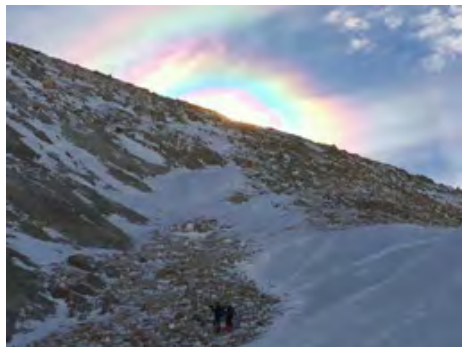


Fig. 6: Iridescències pujant al coll de la Marrana en els Pirineus catalans

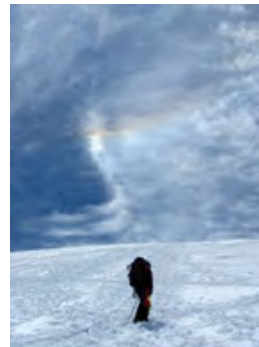
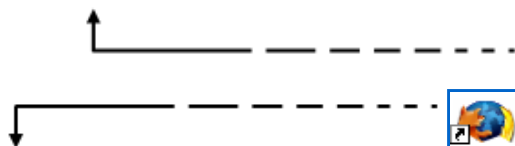


Fig. 7: ...i a la Piràmide Vincent en la regió del Monte Rosa

Les iridescències ens apareixen com franges de colors semblants a l'Arc de Sant Martí però les podem distingir perquè apareixen al

voltant del sol, recordem en canvi que l'Arc de Sant Martí l'observem sempre d'esquenes al sol.

- Feu una cerca a internet que us permeti explicar el fenomen de les iridescències.



Solucions

Senyal de trànsit

- Comenteu quin és aquest error.
Les unitats són incorrectes.
- Com creieu que s'hauria de rectificar?
70 km/h
- És absolutament certa la frase següent? A l'Estat espanyol aquest error no existeix.
No és del tot correcta, faltarien les unitats.
- Quina modalitat de batxillerat creieu que va cursar el ministre d'Interior belga?
Qualsevol batxillerat menys el científic.

- Tenint present que un senyal circular amb un contorn vermell i l'interior blanc indica una prohibició, quina creieu que hauria de ser la interpretació que els conductors haurien de fer del senyal de la fotografia?

D'aquí a 70 km no es pot circular per aquesta carretera o durant 70 km no es pot circular.

Pressió dins d'un avió

- Calculeu el volum de l'ampolla aixafada. Podeu fer-ho submergint-la en un recipient gran i ple d'aigua i recollint l'aigua que en vessa. Podeu mesurar el volum de l'aigua amb una proveta o pesant-la i recordant que la densitat de l'aigua és 1 g/cm^3

En el nostre cas hem mesurat un volum de 140 ml.

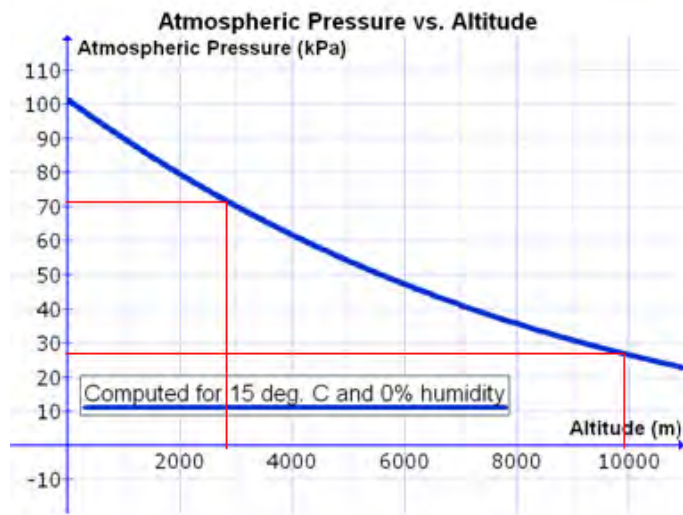


Fig. 8: Gràfica de la variació de la pressió atmosfèrica amb l'altura.

- Calculeu després el volum de l'ampolla quan ha recuperat la seva forma inicial. El volum d'aigua que conté ens pot ser útil en aquest cas o bé podem repetir el procediment anterior per ser més precisos.

L'ampolla escollida era de 200 ml.

- Utilitzant la llei dels gasos a temperatura constant $P V = P' V'$ podeu calcular la pressió dins de l'avió.

$$532 \text{ mmHg} = 72,3 \text{ kPa}$$

Utilitzeu la gràfica (imatge 3) de la variació de la pressió atmosfèrica amb l'altura.

- Compareu aquesta pressió amb la que hi ha a l'exterior de l'avió suposant que està volant a una altura d'uns 10.000 metres.

A aquesta altura, a l'exterior de l'avió només hi ha uns 30 kPa

- A quina altura equival la pressió interior de l'avió?

Equival a uns 3000 m d'altura.

L'aigua en caiguda lliure

Amb el programes MultiLab o Coach, captureu les dades del moviment del principi (o del final) d'un raig d'aigua al llarg de tota la seva trajectòria.

Nota: Aquí us podeu baixar el vídeo corresponent a la font de la figura 4. Tingueu en compte per fer el calibratge que la bossa de paper que es pot observar a la part inferior dreta del vídeo té una alçària de 23 cm.

- Una vegada capturades les dades, exporteu-les a un full de càlcul. Utilitzeu però només les dades del vídeo corresponents al moviment de caiguda lliure.

Temps (ms)	t (s)	Posició X (m)	Posició Y (m)
360	0.36	-0.093	0.239
380	0.38	-0.123	0.302
400	0.4	-0.15	0.356
420	0.42	-0.181	0.411
440	0.44	-0.211	0.456
460	0.46	-0.244	0.498
480	0.48	-0.275	0.528
500	0.5	-0.302	0.548
520	0.52	-0.335	0.573
540	0.54	-0.364	0.582
560	0.56	-0.396	0.591
580	0.58	-0.432	0.591
600	0.6	-0.466	0.579
621	0.621	-0.5	0.559
641	0.641	-0.536	0.53
661	0.661	-0.568	0.498
681	0.681	-0.602	0.46
701	0.701	-0.636	0.406
721	0.721	-0.664	0.345
741	0.741	-0.691	0.304
761	0.761	-0.723	0.225
781	0.781	-0.757	0.144
801	0.801	-0.788	0.066

Fig. 9:

Realitzeu la gràfica $X-t$ del moviment i feu-ne un comentari qualitatiu.

Realitzeu també la gràfica $Y-t$ corresponent i comenteu-la.

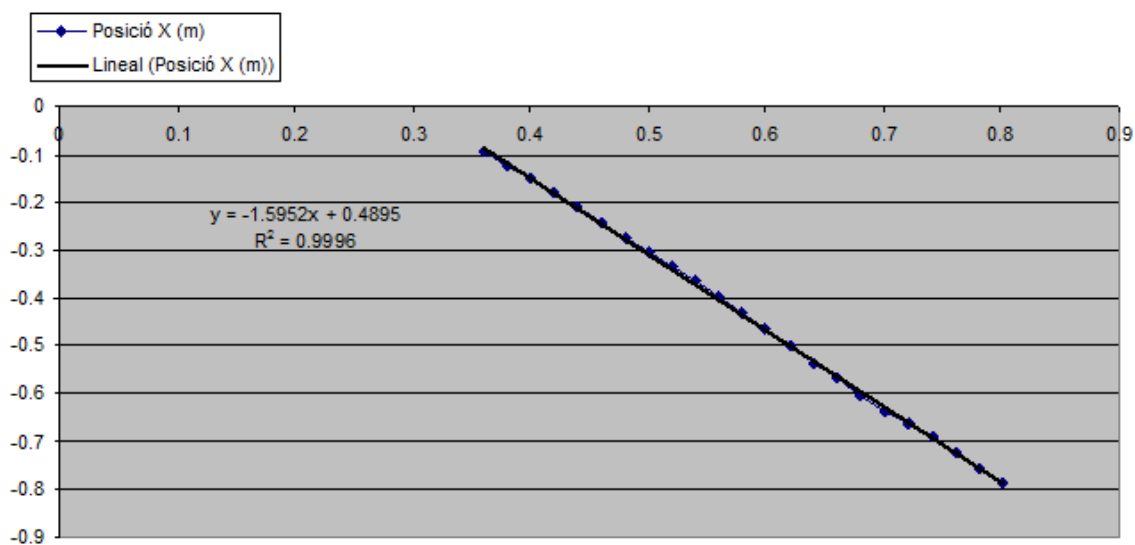


Fig. 10:

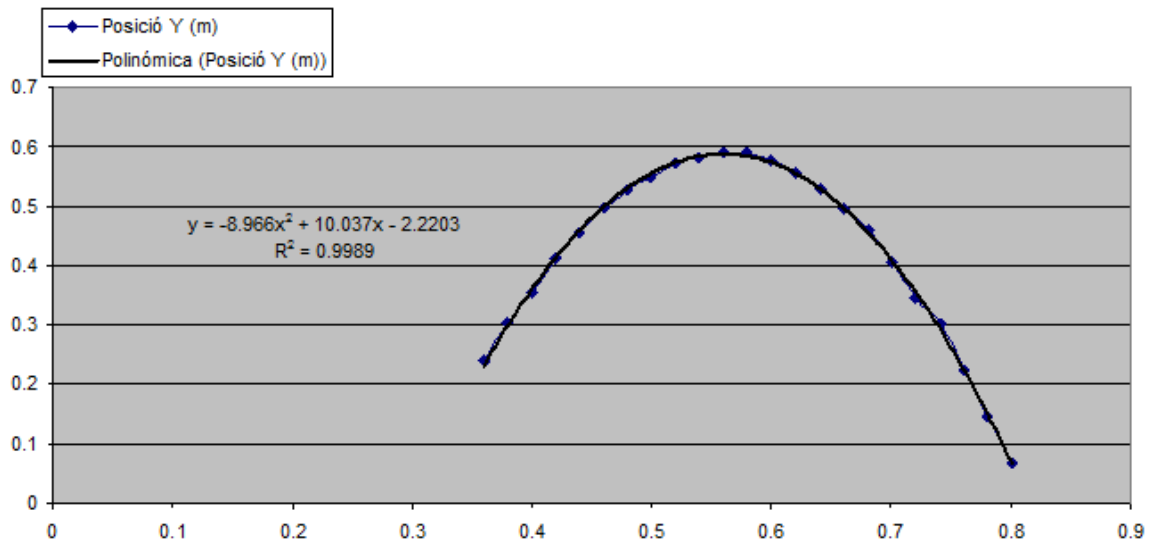


Fig. 11:

- A partir de les gràfiques de tendència de les dues gràfiques (lineal i polinomial de grau 2) obtingueu l'acceleració de la gravetat i la velocitat (constant) horitzontal.

$$V_x = 1,59 \text{ m/s}$$

$$g = 8,97 \text{ m/s}^2$$

- Calculeu l'error que es realitza amb aquest mètode per calcular la gravetat.

$$E_a = 0,84 \text{ m/s}^2$$

$$E_r = 8,6 \%$$

- Quines són les possibles fonts d'error? Proposeu algunes maneres de solucionar-les.

El moviment de la càmera provoca un canvi continu de l'origen de coordenades.

Hauríem de realitzar la filmació amb un trípod.

El marcatge de cada punt és difícil. Hauríem d'utilitzar una càmera que proporcionés imatges de més resolució.

La dispersió del raig d'aigua i el fregament corresponent amb l'aire. En aquest cas, nosaltres no ho podem resoldre, el fenomen és així.

Iridescències

- Feu una cerca a Internet que us permeti explicar el fenomen de les iridescències. Una de les millors pàgines sobre fenòmens òptics que conté moltes fotografies i explicacions molt detallades: <http://www.atoptics.co.uk>



ISSN: 1988-7930 **DL:** B-31773-2012 **Adreça a la xarxa:** www.RRFisica.cat **Adreça electrònica:** redaccio@rrfisica.cat difusio@rrfisica.cat

Comitè de redacció : Josep Ametlla, Octavi Casellas, Xavier Jaén, Gemma Montanyà, Octavi Plana, Jaume Pont.

Treballem conjuntament : Societat Catalana de Física, Associació de Professores i Professors de Física i Química de Catalunya, XTEC, Universitat Politècnica de Catalunya, Universitat de Barcelona



Aquesta obra està subjecta a una [Llicència de Creative Commons](#)



Programació web: Xavier Jaén i Daniel Zaragoza.

Correcció lingüística: Serveis Lingüístics de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Recursos de Física col·labora amb [la baldufa](#) i també amb [ciències](#) Revista del Professorat de Ciències de Primària i Secundària (Edita: CRECIM-UAB)