

# física

núm 15

PRIMAVERA 2015

Societat Catalana de Física

[Inici](#)

[Com podeu col·laborar?](#)

[Subscripció](#)

[Sumari](#)



## FÍSICA DE VIATGES II

Tavi Casellas

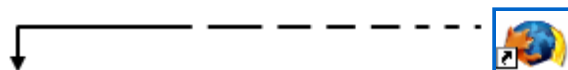
*Proposem aprofitar la curiositat que genera un viatge en l'alumnat per proposar algunes qüestions relacionades amb la física.*

## Introducció

Aquest article és continuació - us en recordeu?- de Física de viatges (1) en el qual ja vaig presentar alguns exemples per treballar de forma contextualitzada i competencial fenòmens que nosaltres com a professors o, encara millor, l'alumnat ha pogut observar, experimentar, fotografiar, gravar... durant les seves vacances o en els viatges arreu del país, d'Europa o del món.

Aquí us en presento algunes més que podeu utilitzar com més us convingui: com a exercicis de classe, com a propostes d'ampliació, com a problemes d'examen, com a exemples per a la vostra proposta de física de viatges a l'aula...

Endavant i bona feina!



## L'arc de sant Martí

Aquest potser és el fenomen més fàcil d'observar i el podem fotografiar mentre plou i fa sol, però també en les proximitats d'una cascada que aixequi núvols d'aigua (vegeu la figura 1). Recordeu sempre que per veure l'arc de sant Martí ens hem de posar d'esquenes al sol.

Amb una mica de sort podrem veure també l'arc de sant Martí doble i observar que la distribució de colors del segon arc és inversa a la del primer.



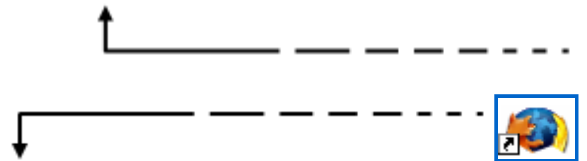
## Proposta per a l'alumnat

- Realitzeu un dibuix de la

trajectòria dels raigs de llum en l'interior d'una gota d'aigua (esfèrica) perquè es descompongui la llum blanca i es formi l'arc de sant Martí.

Fig. 1: Arc de sant Martí format per una cascada a la regió de l'Aveyron (França)

- Expliqueu utilitzant el dibuix anterior perquè, en sortir de l'aigua, els diferents colors no se superposen (originant de nou llum blanca) i en canvi queden separats.
- Realitzeu ara el dibuix de la trajectòria dels rajos perquè es formi l'arc de sant Martí secundari.
- Expliqueu perquè la distribució de colors en el secundari és inversa a la del primari.



## Maduixes a litres

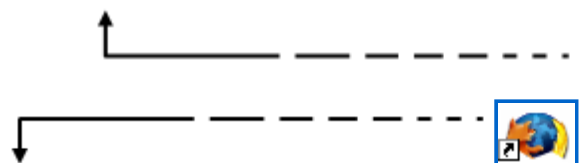
A molts pobles i ciutats de Finlàndia (a l'estiu evidentment per qüestió del clima) hi ha unes quantes parades a la plaça principal on venen maduixes (de Polònia), cireres (d'Espanya), pèsols (amb tavella), bolets (normalment rossinyols, en diuen *kantarelli*) i fruits del bosc. Fins aquí no hi trobem res d'estrany o especial, però si ens hi acostem i ens interessem per comprar-ne quedarem sorpresos perquè tot plegat es ven a litres! Efectivament, venen maduixes mesurant-les amb una unitat de volum o capacitat. Els venedors disposen de recipients metàl·lics d'un litre (imatge 2) que omplen amb les maduixes. Aquests recipients són semblants als que s'utilitzaven antigament al nostre país per mesurar el vi o la llet, tot i que en aquest cas essent líquids sembla més normal mesurar-los pel volum.



Fig. 2: Mesures de capacitat utilitzades antigament al nostre país

Potser els més grans recordaran que el gra (blat, ordi...) abans també es mesurava amb unitats de capacitat.

Això sí, millor que no se us acudeixi anar al mercat del nostre poble i demanar a la pagesa que us posi un litre de maduixes... De ben segur que us mirarà amb cara de no entendre-hi res. I és que fins i tot els pagesos tenen clar el tema de les unitats, encara que potser no han estudiat mai física.



# L'Aeri de Montserrat

Un dels trajectes més clàssics del turisme del nostre país és visitar el monestir i la muntanya de Montserrat. Una de les millors maneres



AERI DE MONTSERRAT	
INAUGURACIÓ.....	17/05/1930
DESNIVELL.....	544 m
ESTACIÓ INFERIOR.....	139 m
ESTACIÓ SUPERIOR.....	683 m
LONGITUD.....	1350 m
PENDENT MX.....	45°
VELOCITAT.....	5 m/sg o 18 km/h
TEMPS DE RECORREGUT.....	5 minuts
CAPACITAT.....	35 persones

Fig. 3 i 4: L'Aeri de Montserrat (esquerra) i dades tècniques de l'Aeri (dreta)

de fer-ho és pujant-hi amb telefèric: l'Aeri de Montserrat (vegeu la figura 3).

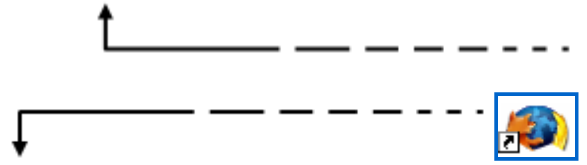
Aquí teniu una fotografia del cartell (vegeu la figura 4) que està ubicat al costat de la taquilla... Deu ser perquè mentre fas cua per pagar el bitllet t'entretinguis fent alguns càlculs senzills de física.

## Proposta per a l'alumnat

- Feu una cerca a Internet que us permeti explicar el fenomen de les iridescències.
- Amb el Google Earth trobeu la distància horitzontal entre les dues estacions. Recordeu que l'Aeri està a prop de Monistrol de Montserrat.
- Per què el cartell informa de l'angle màxim de la trajectòria? Això és compatible amb el resultat que heu obtingut en l'apartat anterior?
- Segons les dades, calculeu quin seria el temps que trigaria la vagoneta a fer un viatge. Per què no coincideix exactament amb els 5 minuts que podeu llegir en la informació?
- Calculeu, quan l'Aeri està en plena marxa, l'energia cinètica del total de persones que poden pujar a la cabina.
- Calculeu la variació d'energia potencial gravitatòria de les persones en el trajecte de la cabina.
- Quina potència haurà de tenir el motor de l'Aeri perquè funcioni amb aquests paràmetres? Tingueu present que mentre una cabina puja l'altra baixa (s'equilibren) de manera que la potència del motor només l'hem de calcular per pujar les persones (evidentment que també hi ha fregament però en aquest cas no el considereu).

Consulteu ara altres dades que l'empresa dóna per Internet:  
<http://www.aeridemontserrat.com/caracteristicas.php>

- Llegiu-ho amb detall i feu una anàlisi comparant els resultats que heu obtingut amb els tècnics. Tingueu en compte que el motor auxiliar, com el seu nom indica, normalment no entra en funcionament.



## Les batalles de la Segona Guerra Mundial

Durant la Segona Guerra Mundial, a les Ardenes (Bèlgica i Luxemburg) hi va haver una de les batalles més dures perquè els aliats guanyessin terreny a l'exèrcit alemany. A molts llocs d'aquesta regió encara es poden trobar restes materials d'aquells combats i a molts pobles i ciutats tenen museus que documenten aquests fets històrics. Al mirador de Hochfels, a l'alta vall del riu Sûre, podem trobar el canó pesant de la fotografia amb algunes dades que el documenten (vegeu les figures 5 i 6).



Fig. 5: Canó de la Segona Guerra Mundial .

### Proposta per a l'alumnat

- Expliqueu el significat de cadascuna de les dades numèriques del cartell (155; 1942; 3280; 0 – 45; 43,5; 485; 12,300).
- Calculeu l'abast màxim teòric que tindria aquest canó.
- Podeu calcular ara l'alçada màxima (teòrica) a què pot arribar un projectil?
- L'abast màxim (teòric) depèn de la massa del projectil? Expliqueu-ho.
- Calculeu l'energia cinètica de l'obús en el moment de sortir del canó.
- Quina serà la velocitat de retrocés del canó quan dispari un projectil?
- Quina importància té (físicament i militar) llançar un obús de massa molt gran? Raoneu-ho.
- A quina altura equival la pressió interior de l'avió?

Field-Howitzer	155 <sup>mm</sup>	Canon Louré
Year	1942	Année
Weight	3280 kg	Poids
High-adjusting	0-45°	Rayon Vertical
Shell	43,5 kg	Projectil
Speed	485 m/sec	Vitesse
Range	12,300 km	Portée

Fig. 6: Cartell amb les dades més rellevants del canó de la figura anterior.







## El jet d'eau de Ginebra

Si  
h  
e  
m  
a  
G  
s  
q  
r  
e  
j  
d  
(  
la  
fi  
7),



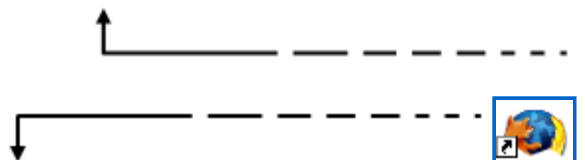
Fig. 7 i 8: *Jet d'eau* de Ginebra (esquerra) i algunes de les seves característiques (dreta)

una columna impressionant d'aigua que es projecta cap al cel des del mig del llac Lemán, que és un dels trets característics d'aquesta ciutat. Recordeu també que el CERN està al costat i tenen un servei de visites i d'acolliment immillorable, un bon lloc per passar-hi un matí fent turisme científic!

Just al peu de la passarel·la que permet anar molt a prop de la sortida de l'aigua (i evidentment quedar bastant xop en funció de la direcció del vent) hi trobem una placa (vegeu la figura 8) amb algunes dades que ens poden distreure una estona.

### Proposta per a l'alumnat

- Feu un llistat de les dades que ens proporciona la imatge.
- Amb la velocitat de sortida fins a quina alçada hauria d'arribar l'aigua? Aquest resultat és coherent amb el de la informació? Comenteu-ho.
- Calculeu també la potència teòrica necessària per impulsar el *jet d'eau* i compareu-la amb la potència de les dues bombes instal·lades.
- Feu un càlcul aproximat de la despesa en electricitat que suposa per a l'Ajuntament de Ginebra tenir en funcionament el *jet d'eau*. I també valoreu el cost d'il·luminar-lo durant la nit.



## Solucions

## L'arc de sant Martí

Realitzeu un dibuix de la trajectòria dels raigs de llum en l'interior d'una gota d'aigua (esfèrica) perquè es descompongui la llum blanca i es formi l'arc de sant Martí. [Vegeu la figura 9.](#)

Expliqueu utilitzant el dibuix anterior perquè, en sortir de l'aigua, els diferents colors no se superposen (originant de nou llum blanca) i en canvi queden separats.

Les dues refraccions tenen lloc en superfícies no paral·leles de manera que la separació de colors augmenta. En un vidre això no passa perquè la superfície d'entrada i de sortida són paral·leles.

Realitzeu ara el dibuix de la trajectòria dels rajos perquè es formi l'arc de sant Martí secundari. [Vegeu la figura 9.](#)

Expliqueu perquè la distribució de colors en el secundari és inversa a la del primari. A l'interior de la gota hi ha dues reflexions en comptes d'una i això provoca aquesta inversió de colors.

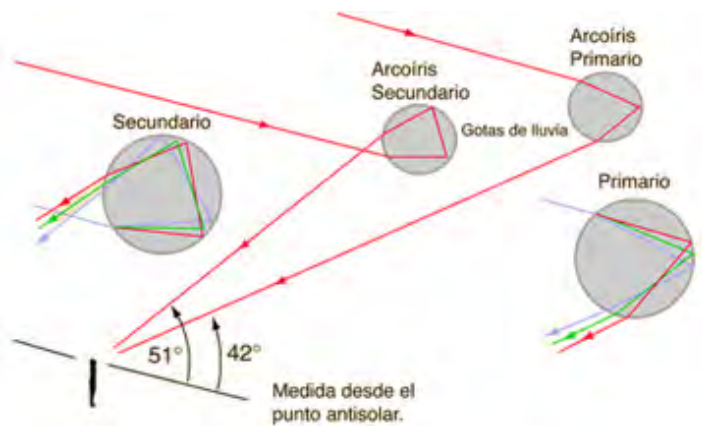


Fig. 9

## L'Aeri de Montserrat

Amb les dades del cartell i algunes que haureu d'espavilar-vos per buscar, contesteu:

Feu un esquema del recorregut de l'Aeri que inclogui les dades del cartell. [Vegeu la figura 10.](#)

Amb el Google Earth trobeu la distància horitzontal entre les dues estacions. Recordeu que l'Aeri està a prop de Monistrol de Montserrat. [Vegeu la figura 11.](#)

Calculeu l'angle de la trajectòria rectilínia entre les estacions.

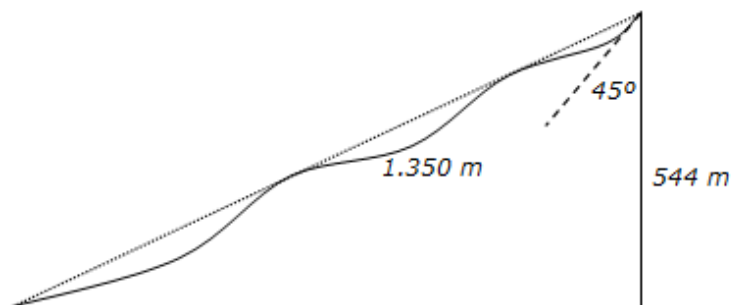


Fig. 10

23,86° .

✓ Per què el cartell informa de l'angle màxim de la trajectòria? Això és compatible amb el resultat que has obtingut en l'apartat anterior?

La trajectòria de la cabina (sense torres intermèdies) seria una catenària i

l'angle màxim tindria lloc en el moment d'arribada a l'estació superior.

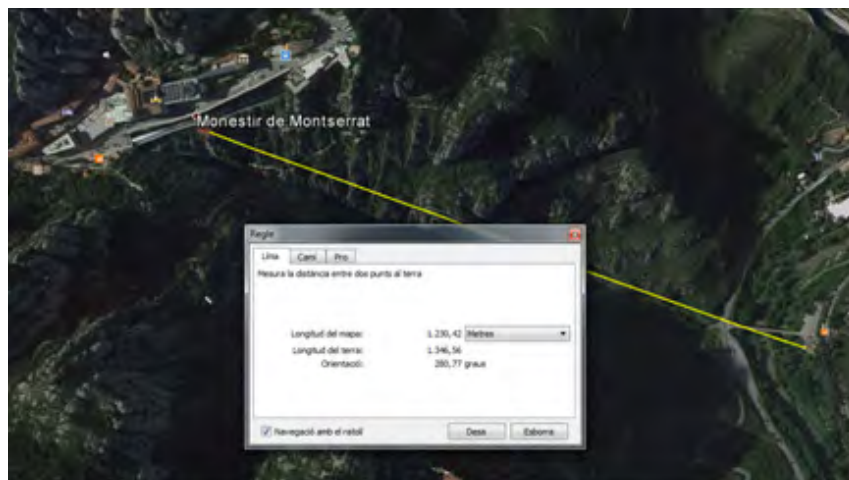


Fig. 11

✓ Segons les dades, calculeu quin seria el temps que trigaria la vagoneta a fer un viatge? Per què no coincideix exactament amb els 5 minuts que podeu llegir en la informació?

$$270 \text{ s} = 4,5 \text{ minuts}$$

S'ha de comptar el temps d'acceleració inicial i final.

✓ Calculeu, quan l'Aeri està en plena marxa, l'energia cinètica del total de persones que poden pujar a la cabina.

Suposem persones de 70 kg.

$$E_c (\text{persones}) = 30625 \text{ J.}$$

✓ Calculeu la variació d'energia potencial gravitatòria de les persones en el trajecte de la cabina.

Suposem persones de 70 kg.

$$E_p (\text{persones}) = 13061 \text{ kJ.}$$

✓ Quina potència haurà de tenir el motor de l'Aeri perquè funcioni amb aquests paràmetres? Tingueu present que mentre una cabina puja l'altra baixa (s'equilibren), de manera que la potència del motor només l'hem de calcular per pujar les persones (evidentment que també hi ha fregament, però en aquest cas no el considereu).

$$43,5 \text{ kW} = 59,2 \text{ CV}$$

✓ Consulteu ara altres dades que l'empresa dóna per internet. Llegiu-ho amb detall i feu una anàlisi comparant els resultats que heu obtingut amb els tècnics. Tingueu en compte que el motor auxiliar, com el seu nom indica, normalment no entra en funcionament.

<http://www.aeridemontserrat.com/caracteristicas.php>

## Les batalles de la Segona Guerra Mundial

✓ Expliqueu el significat de cadascuna de les dades numèriques del cartell (155; 1942; 3280; 0 – 45; 43,5; 485; 12,300).

Diàmetre del projectil, any de construcció, pes del canó en hectograms (hg), inclinació del

canó, pes del projectil en hectograms, velocitat de sortida de l'obús, abast màxim.

Calculeu l'abast màxim teòric que tindria aquest canó.  
23979 m.

Com heu pogut comprovar, el resultat teòric difereix considerablement de la dada real. Quin o quins són els factors que creieu que provoquen aquesta gran diferència?  
El fregament amb l'aire.

Podeu calcular ara l'alçada màxima (teòrica) a què pot arribar un projectil?  
5994,6 m.

L'abast màxim (teòric) depèn de la massa del projectil? Expliqueu-ho.  
L'abast d'un projectil només depèn de la velocitat de sortida i de l'angle de llançament.

Calculeu l'energia cinètica de l'obús en el moment de sortir del canó.  
551614 J.

Quina serà la velocitat de retrocés del canó quan dispara un projectil?  
6,43 m/s.

Quina importància té (físicament i militar) llançar un obús de massa molt gran?  
Raoneu-ho.  
L'energia del projectil (i per tant el treball o les destrosses que pot fer) és proporcional a la massa.

## El jet d'eau de Ginebra

Feu un llistat de les dades que ens proporciona la imatge.  
500 l/s de cabal de sortida, 140 m d'alçada, 200 km/h de velocitat de sortida, dues bombes impulsores de 500 kW cadascuna funcionant a 2400 V i girant a 1500 rpm, 13,5 kW de potència lluminosa.

Amb la velocitat de sortida fins a quina alçada hauria d'arribar l'aigua? Aquest resultat és coherent amb el de la informació? Comenteu-ho.  
157,47 m inferior a la real, a causa del fregament amb l'aire.

Calculeu també la potència teòrica necessària per impulsar el Jet d'Eau i compareu-la amb la potència de les dues bombes instal·lades.  
771 kW també inferior als 1000 kW instal·lats.

Feu un càlcul aproximat de la despesa en electricitat que suposa per a l'Ajuntament de Ginebra tenir en funcionament el *jet d'eau*. I també valoreu el cost d'il·luminar-lo durant la nit.

Suposant el preu de l'electricitat de 0,044 €/kW·h

Funcionament de les bombes (suposant de 6 del matí a 12 de la nit): 792 €/dia

Il·luminació (suposant de 6 de la tarda a 12 de la nit): 3564 €/dia



[Inici](#)

[Com podeu col·laborar?](#)

[Subscripció](#)

**ISSN:** 1988-7930 **DL:** B-31773-2012 **Adreça a la xarxa:** [www.RRFisica.cat](http://www.RRFisica.cat) **Adreça electrònica:**  
[redaccio@rrfisica.cat](mailto:redaccio@rrfisica.cat) [difusio@rrfisica.cat](mailto: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)