



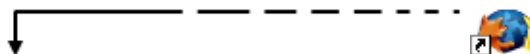
Recursos per a l'aula (batx.)

CONSTRUCCIÓ D'UN TELESCOPI

Tavi Casellas

Proposem aquí una activitat pensada per al primer bloc de continguts de Física de primer de batxillerat i que té per finalitat la construcció d'un telescopi.

Aquesta proposta combina el treball de recerca, amb l'ajut d'una simulació (miniaplicació) disponible a la xarxa, amb la posterior realització experimental de l'instrument òptic.



Guia per al professorat

Per a la realització de la proposta només cal disposar d'ordinadors amb connexió a Internet, amb el Java instal·lat, i d'algun tipus de banc òptic (per exemple, els d'ENOSA que els centres solen tenir) o senzillament de conjunts de lents convergents de focals variades.

Cal tenir present que la proposta inicial és que aquesta activitat es faci íntegrament al centre: la primera part d'utilització de la simulació a l'aula d'informàtica (o al mateix laboratori amb els ordinadors que hi hagi disponibles) i la segona part al laboratori o l'aula de ciències; per tant, és possible que l'activitat ocupi més d'una hora lectiva.

Una segona opció seria demanar al l'alumnat que fes pel seu compte (a casa, a la biblioteca...) el treball previ de la simulació amb la miniaplicació i després al centre fer només la part experimental de la construcció del telescopi.. Cal ser conscients, però, de les dificultats que comporta aquesta proposta de treball previ de l'alumnat.

Aquesta activitat forma part de la proposta *Física en context*, una adaptació del projecte Salters-Nuffield originari de la Universitat de York, Regne Unit, que s'està experimentant sota la tutela del Centre de Documentació i Experimentació en Ciències (CDEC). És un projecte que intenta respectar completament el nou currículum de Física de batxillerat.

En l'actual currículum de batxillerat, al final del primer bloc de continguts, *Les imatges*, hi trobem un apartat específic: *Disseny i construcció d'algun instrument òptic*.

A més en les *Consideracions sobre el desenvolupament del currículum* també trobem fragments com els següents:

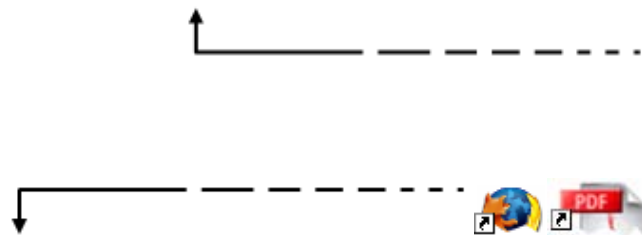
- El caire **experimental**. Les activitats experimentals són una part essencial de la matèria i la seva presència ha de ser rellevant...
- La relació entre les teories i els **experiments**. El desenvolupament de les ciències és un diàleg entre l'observació i l'experimentació, d'una banda, i la conceptualització i la modelització de l'altra... procés de confrontació entre les seves hipòtesis i els experiments.
- Els instruments i les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC)... Les **simulacions informàtiques** troben aplicacions en tots els camps científics i tenen alhora grans possibilitats didàctiques. Cal utilitzar en diferents objectius i contextos aquestes tecnologies.
- La metodologia ha d'incorporar la **realització d'activitats científiques** per part de l'alumne o alumna...

I encara, dins dels objectius de la matèria, hi podem trobar aspectes com els que s'especifiquen a continuació:

- Comprendre i aplicar els **conceptes, les lleis, les teories i els models** més importants de la física, així com les estratègies que s'utilitzen en la seva elaboració i **contrastació experimental**.
- Emprar l'**instrumental bàsic** d'un laboratori de física...
- Planificar i realitzar treballs de recerca que impliquin el disseny d'experiments i l'ús d'equips informàtics per contrastar hipòtesis o resoldre problemes teòrics i pràctics...

És en aquest marc, de nou canvi curricular i metodològic, que aquest recurs pot ser interessant per al professorat... i també per a l'alumnat.
Bona feina!

Guia de l'estudiantat



Experiència: dissenyem un telescopi

Fa alguns, bastants anys en Galileu va utilitzar telescopis que ell mateix va construir per observar la Lluna, els quatre satèl·lits més grans de Júpiter (per això anomenats galileans) i altres astres, per poder reafirmar la seva visió heliocèntrica del sistema solar.

Ara, nosaltres, uns quants segles després, aprendrem també a dissenyar i a construir telescopis.

Per començar

Un telescopi (refractor) és un aparell òptic que està compost, en el seu format més senzill, per dues lents primes i esfèriques: l'objectiu, a través del qual entra la llum, i l'ocular, per on observem amb el nostre ull.

Com que volem observar objectes molt llunyans (estrelles, galàxies, la Lluna, els planetes...) la llum que ens arriba forma un feix de raigs paral·lels i l'augment del nostre telescopi ve donat per l'augment en l'angle d'observació, tal com es pot observar en la imatge.

L'augment del telescopi coincideix amb el quocient entre les tangents dels angles beta (d'observació) i alfa (d'entrada).

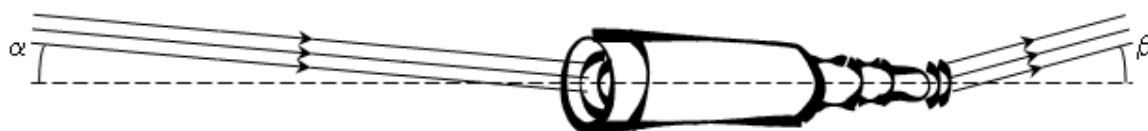


Fig 1.

Observeu alguns detalls i completeu les afirmacions següents:

- Els raigs que arriben al telescopi són paral·lels perquè...
- La direcció de la llum s'ha invertit després de travessar el telescopi (angle d'entrada negatiu i angle de sortida positiu), això significa que la imatge que veurem...

Banc òptic virtual

Abans de construir materialment el nostre telescopi, intentarem dissenyar-lo correctament utilitzant un banc òptic virtual (de M. Lee i W. Christian) que podreu trobar [aquí](#). Per a la recerca utilitzeu lents convergents de focals +2, +1,2, +0,4 i + 0,2.

Alguns detalls que cal tenir en compte...

Observeu que quan situeu una lent els dos nombres ($x = 3$, $f = 1$) corresponen a la posició del centre de la lent i a la seva focal. En aquest cas, els dos focus estarien situats, per tant, en les posicions $x = 2$ i $x = 4$ del banc òptic.

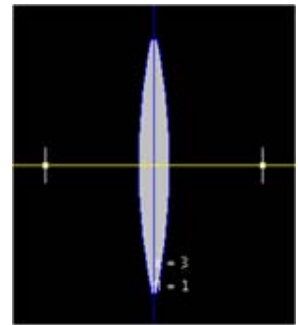


Fig 2.

En el cas d'una font extensa de llum (*beam*) els primers números (x, y) corresponen a la posició del centre de la font i el darrer (**angle**) a la tangent de l'angle dels raigs.

En el cas de la figura 3, **angle = 1** correspon a la tangent de l'angle de 45° , que és l'angle real dels raigs.

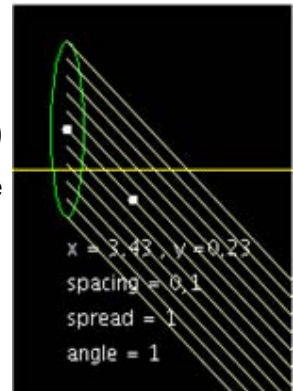


Fig 3.

Amb el botó dret podem mesurar angles (aquesta vegada en graus!). Això ens facilitarà el càlcul de l'angle dels raigs de sortida del telescopi; i si volem, també els d'entrada.

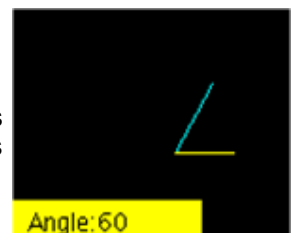


Fig 4.

I ara...

Situeu d'entrada una font extensa de llum amb feix de raigs paral·lels amb un angle petit, per exemple angle $0,1$, que seria un angle real de $5,7^\circ$ ($\arctan 0,1$).

Seguidament escolliu les dues lents (l'objectiu i l'ocular) adequades i col·loqueu-les en la situació que considereu convenient per aconseguir un telescopi (raigs d'entrada paral·lels i raigs de sortida també paral·lels, però amb un angle superior).

Si ja ho heu aconseguit, mesureu els angles d'entrada i els angles de sortida, feu-ne el quocient, mesureu les focals de les dues lents, observeu també la distància de separació de les lents.

Després, intenteu aconseguir el mateix canviant una de les lents i variant-ne les posicions. Torneu a mesurar els angles, feu-ne el quocient i mesureu les focals i la distància.

Per últim ompliu la taula següent correctament. Segur que us ajudarà a treure alguna conclusió sobre la construcció de telescopis.

tan (angle)			Focal			Longitud
Sortida	Entrada	Quocient	Objectiu	Ocular	Quocient	Telescopi

Conclusions

Crec que ara esteu en condicions de treure conclusions a la vostra experimentació virtual. Intenteu completar les frases següents:.

1) Si utilitzem dues lents de focals conegudes $f_{objectiu}$ i f_{ocular} , l'augment del telescopi...

2) La distància de separació entre l'objectiu i l'ocular en un telescopi...

Construïm-lo

Bé, ja sabem dissenyar correctament un telescopi, ara construïm-lo.

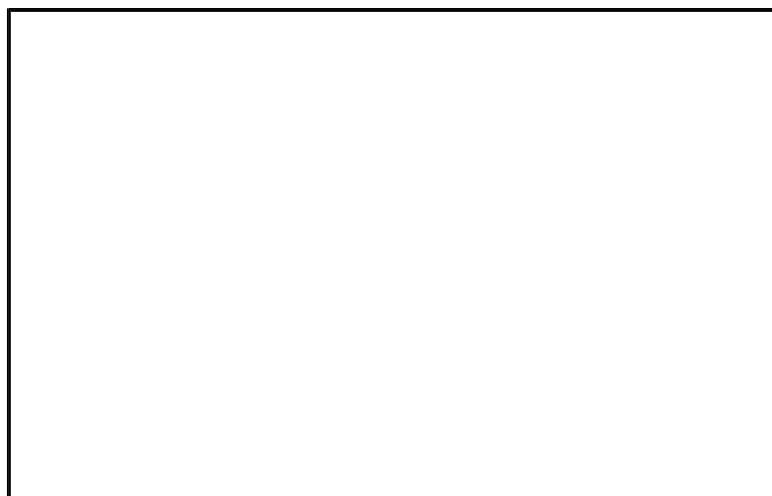
En els equips d'òptica del laboratori (ara real!) disposem de lents convergents de focals $+300$ mm, $+200$ mm, $+100$ mm i $+50$ mm.

Feu, dins del requadre següent, un esquema clar del telescopi que construïreu:

a) Quines lents utilitzareu com a objectiu i ocular?

b) En quina posició exacta les situareu perquè l'aparell sigui un telescopi?

c) Quin augment tindrà el telescopi?



Preguntes

Ara podeu respondre les preguntes següents:

1) Com ho construiríeu un telescopi de molts augments (per exemple 200 o 300)?

2) Quins problemes us sembla que pot tenir la construcció de telescopis cada vegada amb més augments?

3) La majoria de telescopis tenen l'ocular intercanviable (dues o tres lents diferents), han de tenir, però, un mecanisme d'enfocament que permeti moure endavant i endarrere l'ocular. Podeu explicar-ne el perquè?

I encara més...

Amb el laboratori virtual podeu intentar dissenyar un telescopi terrestre, és a dir, que no inverteixi la imatge. Observeu el dibuix.

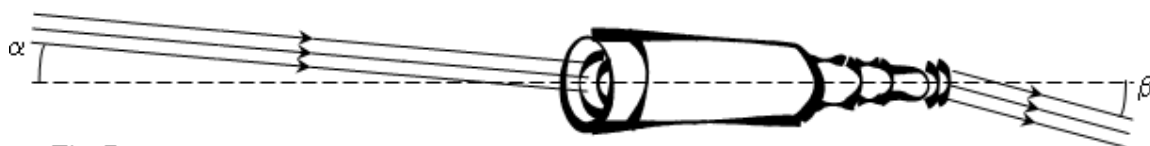
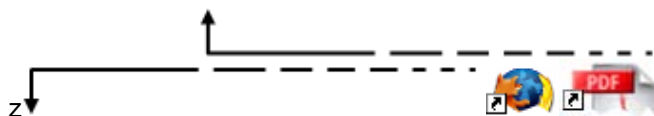


Fig 5.

Per fer-ho podeu utilitzar les lents convergents d'abans i també lents divergents de focals -2 , $-1,2$, $-0,4$ i $0,2$.

Si ho aconsegiu escriviu-ne les conclusions. Apa, que hi hagi sort!



Solucions... pel professorat

Observeu alguns detalls i completeu les afirmacions següents:

- Els raigs que arriben al telescopi són paral·lels perquè... **provenen d'objectes molt llunyans.**
- La direcció de la llum s'ha invertit després de travessar el telescopi (angle d'entrada negatiu i angle de sortida positiu) això significarà que la imatge que veurem... **és invertida respecte de l'objecte que observem. En l'esquema l'objecte està situat per sobre de l'eix horitzontal i els raigs que surten del telescopi ho fan com si vinguessin d'un punt llunyà però per sota de l'eix.**

Un parell de construccions amb el banc òptic virtual i les dades corresponents a la taula

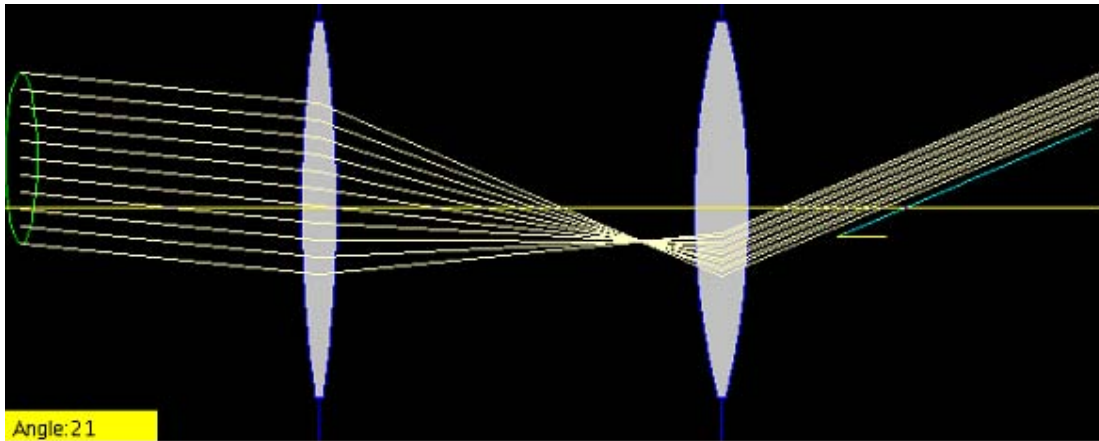


Fig 6.

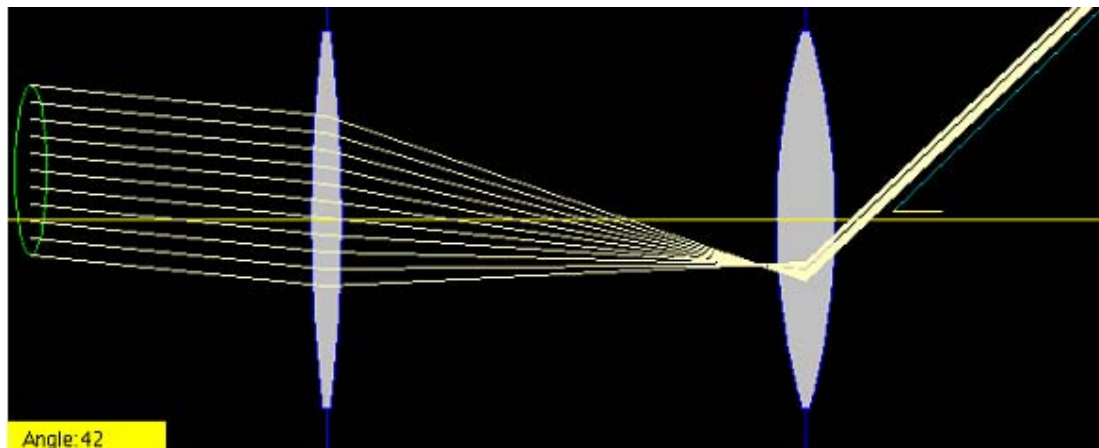


Fig 7.

tan (angle)			Focal			Longitud
Sortida	Entrada	Quocient	Objectiu	Ocular	Quocient	Telescopi
$\tan (21^\circ) = 0,38$	$0,1 = \tan (5,71^\circ)$	$0,38 / 0,1 = 3,8$	2	0,5	4	2,5
$\tan (42^\circ) = 0,9$	$0,1 = \tan (5,71^\circ)$	$0,9 / 0,1 = 9$	2,7	0,3	9	3

Conclusions

Crec que ara esteu en condicions de treure conclusions a la vostra experimentació virtual. Intenteu completar les frases següents:

1) Si utilitzem dues lents de focals conegudes $f_{objectiu}$ i f_{ocular} , l'augment del telescopi...

correspon al quocient entre els dos valors: $Augment = \frac{f_{objectiu}}{f_{ocular}}$.

2) La distància de separació entre l'objectiu i l'ocular en un telescopi...

és la suma de les dues focals de les lents: $(f_{objectiu} + f_{ocular})$.

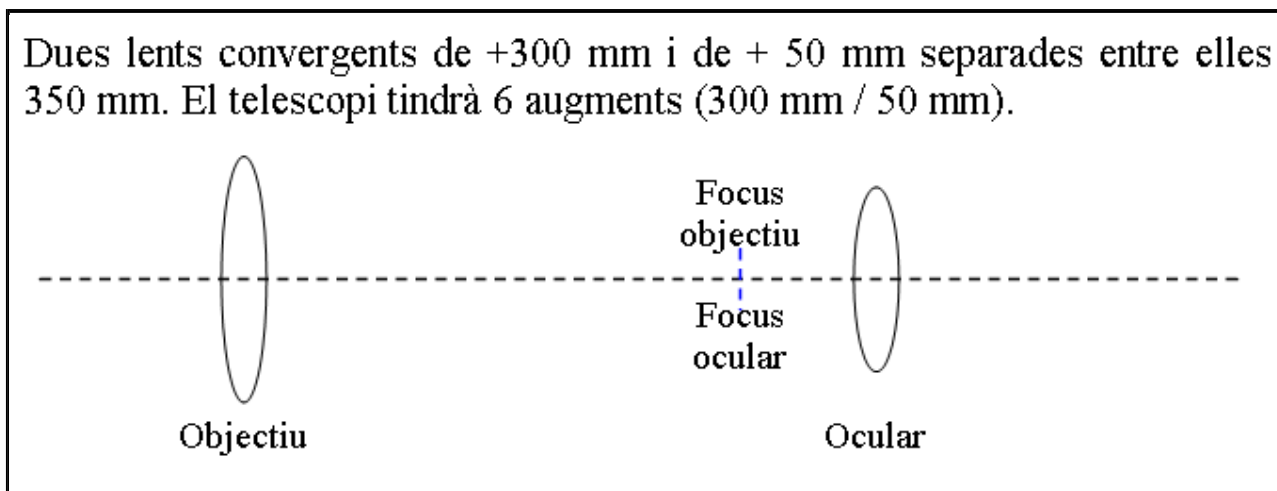
Construïm-lo

Bé, ja sabem dissenyar correctament un telescopi, ara construïm-lo.

En els equips d'òptica del laboratori (ara real!) disposem de lents convergents de focals +300 mm, +200 mm, +100 mm i + 50 mm.

Feu, dins del requadre següent, un esquema clar del telescopi que construïreu:

- a)** Quines lents utilitzareu com a objectiu i ocular?
- b)** En quina posició exacta les situareu perquè l'aparell sigui un telescopi?
- c)** Quin augment tindrà el telescopi?



Preguntes

Ara podeu respondre les preguntes següents:

1) Com ho construiríeu un telescopi de molts augments (per exemple 200 o 300)?

Construït-lo amb dues lents de focals molt diferents, per exemple: l'objectiu de 800 mm i l'ocular de 4 mm de focal (200 augments).

2) Quins problemes us sembla que pot tenir la construcció de telescopis cada vegada amb més augments?

Per incrementar els augments tenim dues possibilitats: l'objectiu de focal molt gran (problema: longitud molt gran del telescopi) o l'ocular de focal molt petita (problema: la lent tindrà molta aberració, és a dir, provocarà distorsió de la imatge).

Un altre problema és el de la lluminositat: per incrementar-la cal un objectiu de gran diàmetre i això encareix l'objectiu i en dificulta la fabricació.

3) La majoria de telescopis tenen l'ocular intercanviable (dues o tres lents diferents), han de tenir, però, un

mecanisme d'enfocament que permeti moure endavant i endarrere l'ocular. Podeu explicar-ne el perquè?

Si l'ocular no té sempre la mateixa focal, aleshores cal variar la distància entre l'objectiu i l'ocular per enfocar correctament els objectes situats a l'infinit. Recordem que aquesta distància (llargada del telescopi) correspon a la suma de les dues focals.

Si el telescopi s'utilitza per observar objectes que no estan situats en l'infinit, aleshores el mecanisme d'enfocament permet obtenir una imatge nítida de l'objecte.

I encara més...

Per fer-ho podeu utilitzar les lents convergents d'abans i també lents divergents de focals -2 , $-1,2$, $-0,4$ i $-0,2$.

En aquest cas caldria posar l'objectiu convergent i de focal gran i l'ocular divergent i de focal petita, també han de coincidir els dos focus de les lents (l'ocular és divergent i, per tant, en l'exemple de sota té el focus a la dreta) i la longitud del telescopi seria $f_{\text{objectiu}} - f_{\text{ocular}}$. L'augment continuaria

essent el quocient entre les dues focals. Observeu la figura, amb valors $+2,7$, $-0,3$ i, per tant, 9 augments (sense inversió de la imatge).

Observeu la construcció virtual:

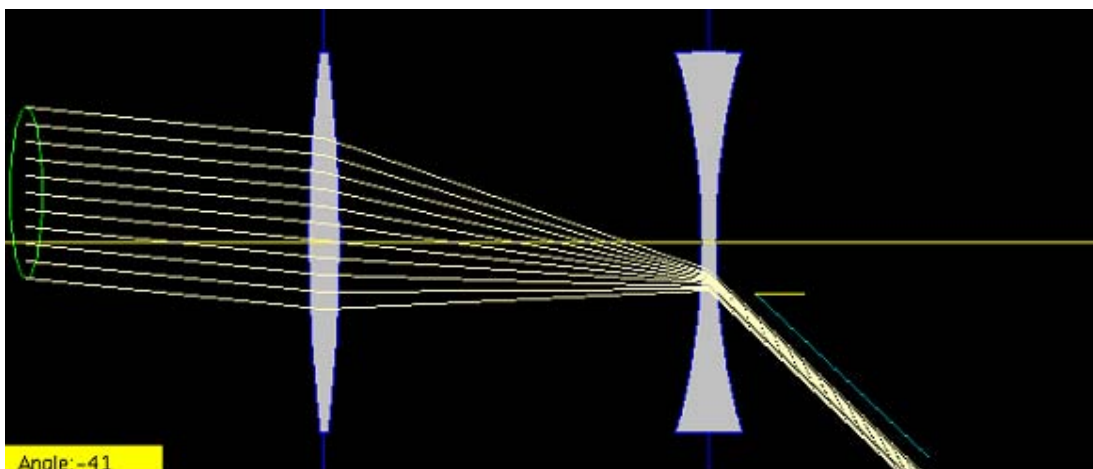


Fig 8.



Tavi Casellas

Professor de Física i Química de l'IES-SEP Montilivi de Girona des del 1981. Va formar part de l'Equip Directiu que va posar en marxa l'IES de Llagostera en l'inici de la Reforma. Ha estat formador del PIE, ara SGTI, al llarg de molts anys. La inquietud de resoldre amb agilitat els dibuixos de línies equipotencials, l'aprenentatge dels nous llenguatges de programació (Visual Basic i Java) i de disseny de pàgines web i l'obtenció d'una llicència d'estudis li ha permès l'elaboració del portal www.FisLab.net.
Adreça electrònica: ocasella@xtec.cat