

1. CONSTRUCCIÓ CASOLANA D'UN TELESCOPI GALILEÀ I UN DE KEPLER

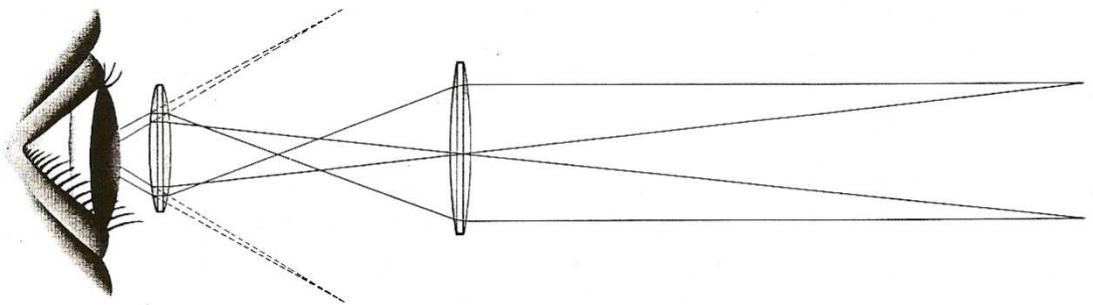
1.1. CONSTRUCCIÓ D'UN TELESCOPI DE KEPLER (1611)

La funció del telescopi és facilitar l'observació d'objectes llunyans que es veuen petits en donar imatges reduïdes en la retina.

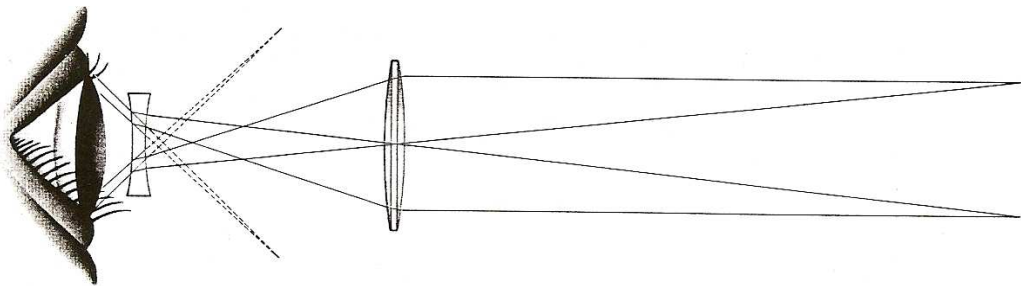
Hi ha alguns dubtes sobre qui va inventar el telescopi. Sembla ser que dos artesans òptics holandesos, Hans Lippershey i Jacob Meltius, independentment i amb pocs mesos de diferencia van presentar la sol·licitud de patent el 1608 al govern holandès. L'invent es va estendre per tota Europa. L'any 1609 Galileu se'n va construir un, i ell fou el primer en publicar descobertes astronòmiques fetes usant el telescopi.

Després d'haver vist un dels telescopis de Galileu, l'astrònom alemany Johannes Kepler va dissenyar un tipus de telescopi refractor lleugerament diferent

El telescopi de Kepler és un telescopi refractor que utilitza un sistema òptic format per dues lents convergents de diferent distancia focal. Al davant hi havia una lent convergent o objectiu per a desviar o "refractar" les imatges llunyanes, i a l'altre extrem del tub hi havia una lent (ocular) per a ampliar la imatge precedent de la llum concentrada per la lent anterior. Aquest tipus de telescopi tenia un "camp visual" més ample que el de Galileu amb l'inconvenient de fer una imatge invertida



El telescopi de Kepler dona imatges invertides i amb un camp visual més ample que el de Galileu



El telescopi de Galileu amb ocular divergent dona imatges sense invertir

En el telescopi refractor de Kepler l'ocular acostuma a ser una lent amb una focal, f_1 , entre +2 i +5 cm, i l'objectiu un altra lent amb una focal, f_2 superior a +100 cm.

La potencia d'una lent s'expressa en diòptries (D). El nombre de diòptries és defineix com la inversa de la distancia focal (f) expressada en metres:

$$D = \frac{1}{f}$$

El nombre d'augments (**a**) del telescopi ve determinat per la relació existent entre **f₂** i **f₁**:

$$a = \frac{f_2}{f_1}$$

El poder separador o resolutiu d'un telescopi representa l'angle de separació mínim entre dos estels perquè es vegin separats en mirar-los a través d'ell. A causa de les limitacions imposades per la difracció, el poder resolutiu depèn del diàmetre de l'objectiu (D).

L'expressió aproximada és:

$$\text{Poder separador} = 120/D$$

On D s'expressa en mm i l'angle resultant en segons d'arc. El valor de D també és important perquè quant més gran és, més energia lluminosa entra dins de l'aparell, amb la qual cosa es poden detectar estels de magnitud més feble

UTILLATGE

- Ocular.
Lent comptafils de 3 cm de diàmetre i distància focal inferior o igual a 5 cm.

Es pot comprar en una òptica.
Preu aproximat 15 euros.
- Objectiu.
Lent convergent de + 0,75 diòptries (f = 133 cm). És una lent graduada que s'usa en les ulleres. Farà la funció d'objectiu del telescopi. Aquesta lent té una focal de
$$f = \frac{1}{D} = \frac{1}{0,75} = 1,33 \text{ m (133 cm)}$$

També pot servir una lent convergent de + 1 diòptria (f = 100 cm) de 5 cm de diàmetre.

Cal comprar-la en una òptica. És una lent graduada que s'usen en les ulleres.
Preu aproximat 12 euros.
- Canó interior.
Tub de cartró de posar mapes, atlas o pòsters o tub de PVC de 7 cm de diàmetre extern i de longitud 80-90 cm.

Es pot comprar en una ferreteria.
Preu aproximat tub de PVC 3 euros.
- Canó exterior.
Tub de cartró de posar mapes, atlas o pòsters o PVC de 8 o 9 cm diàmetre extern de longitud 80-90 cm.

Es pot comprar en una ferreteria.
Preu aproximat tub de PVC 4 euros.

- Materials per encaixar els tubs i les lents
 Esponja tipus "Espontex" per encaixar un tub dins de l'altra.
 Un tros de cartró de caixa d'embalar (es retallaran corones circulars per encaixar les lents dins el tub).
 Cola o "bluetac"

PROCEDIMENT

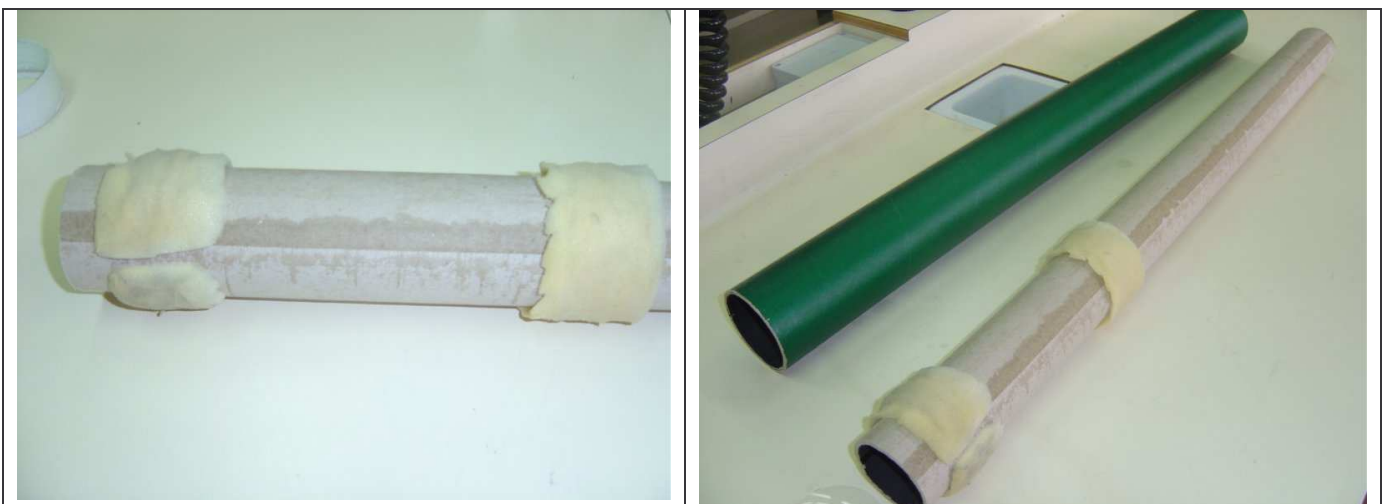
- Cal fixar l'objectiu a un cap del tub ample. Es pot agafar un tap que ajusti bé al tub i foradar-lo de forma que quedi un sector circular on es recolzarà la lent



- El comptafils s'ha de fixar a un cap del tub més estret.



- El tub estret anirà envoltat de "velcro" o d'escuma per tal que pugui desplaçar-se dins del tub ample.



- La disposició dels tubs ha de permetre **que la distància entre les lents pugui oscil·lar entre 130 i 150 cm.**



- Millor pintar l'interior dels tubs amb un "spray" de color negre mate.
- I ara a observar!. Si es vol fer observació astronòmica caldrà disposar d'un trípode. Per enfocar cal desplaçar lleugerament el tub estret fins aconseguir que es creï una imatge nítida a la retina

1.2. TELESCOPI DE GALILEU

El material és molt similar al que s'usa pel telescopi de Kepler. La principal diferència és que aquest telescopi té un ocular divergent

UTILLATGE

- Ocular.
Lent divergent de -20 diòptries ($f = -5$ cm). Poden servir les de l'equip d'òptica ENOSA. O bé es poden comprar en una òptica.

Preu aproximat de 12 a 15 euros
- Objectiu.
Lent convergent de + 0,75 diòptries ($f = 133$ cm) , la mateixa que la del telescopi de Kepler. O bé una lent convergent de + 1 diòptria ($f = 100$ cm) de 5 cm de diàmetre.

Cal comprar-la en una òptica. És una lent graduada que s'usen en les ulleres.
Preu aproximat 12 euros.
- Canó interior:
Tub de cartró de posar mapes, atlas o pòsters o tub de PVC de 7 cm de diàmetre extern de longitud 80-90 cm.

Es pot comprar en una ferreteria.
Preu aproximat tub de PVC 3 euros.

- Canó exterior.
Tub de cartró de posar mapes, atlas o pòsters o PVC de 8 o 9 cm diàmetre extern de longitud 80-90 cm.

Es pot comprar en una ferreteria.
Preu aproximat tub de PVC 4 euros.
- Materials per encaixar els tubs i les lents
Esponja tipus “Espontex” per encaixar un tub dins de l'altra.
Un tros de cartró de caixa d'embalar (es retallaran corones circulars per encaixar les lents dins el tub).
Cola o “bluetac”

MUNTATGE I CARACTERÍSTIQUES

Per a muntar aquest telescopi es segueix el mateix procediment que el seguit en el de Kepler.

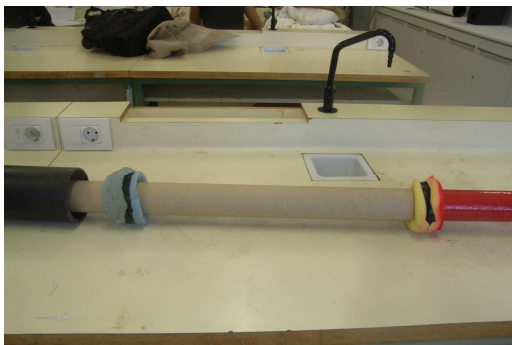
I si la focal de l'ocular es curta ($f_1 = -5$ cm, -20 diòptries) i usem com a objectiu la lent ($f_2 = 133$ cm, + 0,75 diòptries), aleshores, el nombre d'augment en aquest serà:

$$a = f_2/f_1 = 133/5 = 25,5 \text{ augments.}$$

La distància entre les dues lents, L , ha de ser aproximadament igual a la diferencia entre les distàncies focals. En el nostre cas,

$$L = f_2 - f_1 = 133 - 3 = 128 \text{ cm}$$

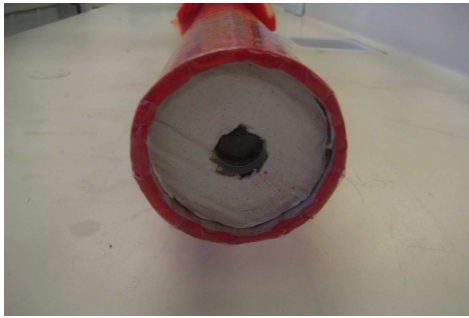
MÉS IMATGES....



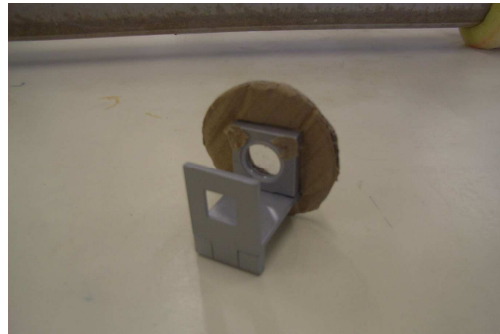
Esponges per adaptar el tubs



Doble corona circular de cartró per fixar l'objectiu.



Ocular adaptat al tub a pressió



Fixació del comptafils a una corona circular de cartró.

Anicet Cosials Manonelles. acosiall@xtec.cat

IES Guindàvols

3. SUBMINISTRADORS

- Lents

Òptics Pedret
Indústries Pedret. S.A.
<http://www.opticspedret.com/>
Carretera C17- km 15,4.
Parets del Vallès 08150
Tf: 935620808/935621605
info@opticspedret.com

Els comptafils es poden comprar a qualsevol òptica

- Tubs PVC

Servei Estació

- Es pot adquirir tot el material alhora a:

E.R.I. Didàctic S.L.
Travessera de les Corts, 221 Ent.4a
08028 BARCELONA
Mòbil: 615 49 23 10

4. SELECCIÓ DE PÀGINES WEB

Selecció de pàgines que poden servir perquè el professorat prepari una "Webquest" per l'alumnat que faci un Projecte de Recerca de 4t d'ESO basat en el taller.

- Año Internacional de la Astronomía 2009 <http://www.astronomia2009.es/>

En el año 1609 Galileo Galilei apuntó por primera vez al cielo con un telescopio. Fue el comienzo de 400 años de descubrimientos que aún continúan.....

Bienvenido al nodo español del Año Internacional de la Astronomía. El Año Internacional de la Astronomía (AIA-IYA2009) representará una celebración global de la Astronomía y de su contribución a la sociedad, a la cultura, y al desarrollo de la humanidad.

Su objetivo principal es motivar a los ciudadanos de todo el mundo a replantearse su lugar en el Universo a través de todo un camino de descubrimientos que se inició hace ya 400 años.

- Questions and Answers about the *Galileoscope* Program with *Galileoscope* (and U.S. International Year of Astronomy) Project Director Stephen Pompea

<http://www.astronomy2009.us/Content/Documents/GalileoscopeProgramSummary.pdf>

The *Galileoscope* is a great example of what we want to achieve in the International Year of Astronomy—building and distributing a new kind of educational telescope kit. We know that viewing Saturn, Jupiter, and the Moon through a telescope is a transformative experience, and can be available even in the largest and most brightly lit cities.

- Seminari Permanent de Física i Química. 2007-08

5a sessió. Història de la Ciència.

La presència de Galileo a Florència. L'acadèmia dei Lincei . El telescopi de Galileo.

- The Galileo Project: <http://galileo.rice.edu/>

The Galileo Project is a source of information on the life and work of Galileo Galilei (1564-1642). Our aim is to provide hypertextual information about Galileo and the science of his time to viewers of all ages and levels of expertise.

[The Galileo Project](#) > [Science](#) > [The Telescope](#)

[The Galileo Project](#) > [Science](#) > [The Moon](#)

- Els telescopis de Galileu : <http://www.pacifier.com/~tpope/index.htm>

This website presents digital images taken through a telescope made from two 1-inch diameter singlet lenses. Such a telescope is an approximate optical replica of that used by Galileo Galilei for his epoch-making astronomical discoveries of 1609-1611. Although we have not personally had the pleasure of looking through [Galileo's telescope](#), we believe our photographs are a close approximation to [what Galileo saw](#). Even if they are not, they show the

remarkable detail that can be seen through a small and very simple telescope constructed from good quality singlet lenses.

- Istituto e Museo di Storia della Scienza: <http://www.imss.firenze.it/indice.html>

Il cannocchiale di Galileo : Simula, storia, esplora, risorse.
<http://brunelleschi.imss.fi.it/esplora/cannocchiale/indice.html>.

Catalogue|Thematic Visits| Astronomy|Galileo|Optics.
<http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/esim.asp?c=500033>

In October 1608, the Dutch craftsman Hans Lipperhey built the first rudimentary telescope. Galileo saw a few copies of it in Venice in 1609 and immediately tried to increase its magnification power. The Galilean telescope consists of a tube carrying two lenses: a plane-convex objective and a plane-concave eyepiece. The best examples built by Galileo exceeded twenty magnifications.

- El somni del telescopi català. Avui, divendres 19 de setembre del 2008

<http://paper.avui.cat/article/societat/139871/somni/telescopi/catala.html>

Un català podria ser el veritable inventor del telescopi? i un ampli article interior a la teoria que assenyala Joan Roget com el primer fabricant d'un instrument que, pocs anys més tard, Galileu va popularitzar en l'observació dels planetes. amb totes aquestes dades, la hipòtesi de Simón Guilleuma que situa Catalunya com un dels llocs on es va inventar el telescopi queda bastant justificada".

<http://www.raco.cat/index.php/AnnalsGironins/article/view/53695/64129>

JOSÉ M. SIMÓN DE GUILLEUMA, *Juan Roget, óptico gerundense, inventor del telescopio, y los Roget de Barcelona, constructores del mismo,*

- Hace..... Investigación y Ciencia. Set 1989, pp 4. José M^a López Piñero..
Hace..... 400 años,. Murió Pere Roget, "ullerer" de Barcelona....

- Simuladors astronòmics

Projecte CLEA . <http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/juplab.html>

- Simuladors de les llunes de Jupiter.
- Alçada de les muntanyes de la Lluna, etc.

Celestia <http://www.shatters.net/celestia/download.html>

Cartesduciel <http://www.ap-i.net/skychart/index.php> [skychart_3.0.1.4.exe](#)

- Academia de Ciencias Galilei

Pàgina molt completa amb recursos de Física, Química, Matemàtiques i Tecnologia, d'en Andrés J. Sanchez de la Universidad de Granada

<http://www.acienciasgalilei.com/index.htm>

- El sistema solar y sus maravillas. <http://www.acienciasgalilei.com/astrofisica.htm>
 - Mas allá del sistema Solar. <http://www.acienciasgalilei.com/ymasalla.htm>
 - Mis enlaces. <http://www.acienciasgalilei.com/enlaces.htm>
 - Viatge de la Sonda Galileo a Júpiter. <http://www2.jpl.nasa.gov/galileo/>
 - Nous satèl·lits de Jupiter.
<http://www.ifa.hawaii.edu/~sheppard/satellites/jup2003.html>
 - Sola System exploration Nasa.
<http://solarsystem.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Jupiter&Display=Overview>
- Jupiter 5. Antoni Salvà. Seminari de Física i Química. IES Felanitx.

Júpiter i els seus satèl·lits. http://www.iesfelanitx.org/departaments/fisica-quimica/jupiter5/actividad_1_cat.htm

Los satélites de Júpiter. | Satélites de Júpiter. Surt la posició i el nom dels satèl·lits al dia d'avui.

Mirar las lunas de Júpiter con prismáticos
<http://www.telefonica.net/web2/jmtru/castro/satgali.html>

Localizador de planetas <http://www.telefonica.net/web2/jmtru/castro/calpla.html>
 - Física en context.

Unitat 2. Satèl·lits a l'espai. Activitat 19. Dissenyem un telescopi. Tavi Casellas. Banc òptic virtual (de Me.Lee i W. Christian) que podràs trobar a *La Baldufa*
<http://baldufa.upc.es/baldufa/fislets/f1fj005/f1fj005.htm>
Arxiu LLU_a19telescopi. Pàgina del SPFQ 2008-09
 - El problema de les muntures

La muntura i els seus tipus.
www.xtec.net/iesmariarubies/Webobservatori/projecte/quartasessioen%20word.doc
http://ca.wikipedia.org/wiki/Muntura_equatorial
 - Història del Telescopi.doc. Manel Cortés i Ribelles. Pàgina del SPFQ 2008-09
 - Telescopis2.pps. Anicet Cosials. Pàgina del SPFQ 2008-09

Miquel Calvet. mcalvet@xtec.cat

IES Castellar

Es pot descarregar tota aquesta informació a la pàgina del CDEC
<http://www.xtec.net/cdec/portada.htm> i anar a :

1^a Sessió SpFiQ | +informació | Taller: Construcció casolana d'un telescopi Galileà i un de Kepler | Resum | més informació.