

printemps des sciences

L'OPTIQUE et la LUNETTE Astronomique

ATELIER DE PHYSIQUE POUR FIN PRIMAIRE ET DEBUT SECONDAIRE

Printemps des Sciences 2009

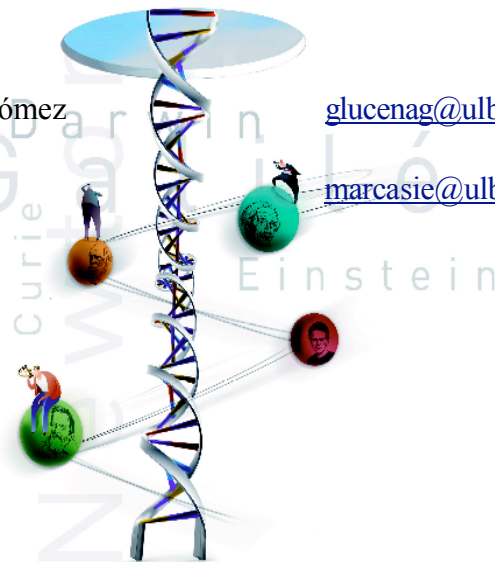
23/03 > 27/03

Gustavo Lucena Gómez

glucenag@ulb.ac.be

Martin Casier

marcasie@ulb.ac.be



Un atelier de 2h30 où les enfants apprendront les arcanes de l'optique en jonglant eux-mêmes avec des lasers et des éléments optiques tels que des lentilles, des prismes et des miroirs paraboliques; où ils auront l'occasion non seulement de regarder à travers une authentique lunette astronomique, mais également d'en construire une eux-mêmes!

Construction d'une Lunette Astronomique: un peu de bricolage!

Cette feuille de route est destinée à reprendre les informations utiles à la fabrication d'une Lunette semblable à celle conçue lors de l'atelier. Si une question, une remarque ou une suggestion vous vient à l'esprit en lisant ces lignes, ayez l'obligeance de nous en informer: glucenag@ulb.ac.be ou marcasie@ulb.ac.be

□ Matériel nécessaire

- 3 morceaux de tubes en PVC de 3 diamètres différents
- 1 grande lentille *convergente* (appelée objectif)
- 1 petite lentille *divergente* (appelée oculaire)
- Un peu de mousse-frigolite fine
- Un peu de colle
- 1 spatule à répartir la colle
- 1 paire de ciseaux
- Un morceau de tuyau en mousse
- Un peu de papier collant (au cas où!)
- De la patience, du soin et un peu d'adresse!

□ Procédure

1) Emboîter les tubes PVC

- a) Sur le tube le plus gros, découper puis coller un anneau de mousse-frigolite à l'*intérieur* d'une des extrémités.
- b) Sur le tube le plus fin, découper puis coller un anneau de mousse-frigolite à l'*extérieur* d'une des extrémités.
- c) Sur le tube moyen, découper puis coller un anneau de mousse-frigolite à l'*extérieur* d'une des extrémités et un anneau *intérieur* à l'autre extrémité.
- d) Emboîter le tube le plus fin dans le tube moyen.
- e) Emboîter le tube moyen (sans retirer le tube le plus fin!) dans le tube le plus gros.
- f) **Avant de continuer, vérifier que le tout coulisse correctement.** Si ça coulisse trop, démonter et rajouter du gros papier collant (éventuellement plusieurs couches) sur les anneaux. Si ça ne coulisse pas assez, démonter et faire pression avec les mains sur l'anneau extérieur pour le comprimer.

2) Placer la grande lentille à l'avant

- a) Découper et coller un anneau à l'*intérieur* de l'extrémité du tube le plus gros mais **attention**: cet anneau doit être placé un peu plus loin que le bout du tube, il doit rester environ 2cm entre l'extrémité du tube le plus gros et l'anneau.
- b) Placer la grande lentille sur l'anneau qui vient d'être installé.
- c) Placer un deuxième anneau intérieur dans l'espace restant devant la grande lentille pour la bloquer.

3) Placer la petite lentille à l'arrière

- a) Découper un morceau de tuyau en mousse d'environ 1cm de long.
- b) Placer la petite lentille dans le bout de tuyau et faire rentrer le tout par l'extrémité du tube le plus fin.

□ Précautions particulières

- Lors du découpage des bandes de mousse-frigolite, prendre soin de ne pas effriter la frigolite (nous conseillons la coupe au cutter bien aiguisé plutôt qu'aux ciseaux)!

- Lors de l'application de la colle sur les bandes de mousse-frigolite, ne pas en mettre trop mais en mettre partout et le plus uniformément possible!
 - Lors du placement des lentilles, prendre soin de les placer **perpendiculairement** à l'axe des tubes! Essayer d'éviter de mettre de la colle sur la lentille avant!
 - La colle met un certain temps à sécher, ainsi dans la demi-heure qui suit la finalisation de la lunette, il faudra se garder d'être trop rude dans son utilisation.
- **Précisions sur le matériel**

Les indications que nous donnons ici sont relatives au matériel utilisé pour l'atelier. C'est celui qui nous a semblé le meilleur, compte tenu de certaines contraintes (budgétaires, de facilité d'utilisation et de maniement par les enfants), mais, dans un autre cadre, une amélioration est toujours possible.

Si vous changez les lentilles (en particulier si vous comptez changer les longueurs focales), nous vous conseillons d'adapter la longueur des tubes en conséquence!

- La mousse-frigolite est une mousse destinée à l'isolation (on la place souvent derrière les radiateurs dans les maisons). La notre fait 3mm d'épaisseur mais il existe d'autres épaisseurs. Il est possible de trouver un meilleur matériau pour faire coulisser les tubes entre eux, mais cette mousse a l'avantage de n'être pas trop dure à découper, d'être vendue en rouleaux (elle possède donc déjà la forme circulaire à laquelle nous la destinons) et d'être quelque peu compressible (ce qui peut être utile si elle s'avère être un petit peu trop épaisse). Pour la sécurité des enfants, nous leur avons fait découper la mousse-frigolite aux ciseaux mais cette tâche est beaucoup plus aisée avec un cutter.
- Les tubes sont en PVC standard (le gris). Les diamètres dont nous nous sommes servis sont: 50mm, 40mm et 32mm. Les longueurs des morceaux de tube ? utilisés sont respectivement: 20cm, 15cm et 10cm. Si le coeur vous en dit, une amélioration sensible peut être ici apportée: plus la lentille frontale est grande, plus l'image fournie est lumineuse. Comme il existe des tubes PVC de diamètres plus grands que 50mm, libre à vous d'en user pour fabriquer une Lunette Astronomique plus lumineuse!
- Les tubes PVC sont facilement découpables à la scie (scie à métaux) et les bords se poncent sans grande peine.
- Notre grande lentille (convexe!) mesure 45mm de diamètre pour une longueur focale de 36mm. Une amélioration peut aussi être apportée à ce niveau-ci: une lentille de meilleure qualité (les notres ne coutent que quelques euros pièce) peut améliorer la qualité de l'image.
- Notre petite lentille (concave!) mesure 16,5mm de diamètre pour une longueur focale de -35mm.
- La colle utilisée est une colle pour polystyrène. C'est ce que nous avons trouvé de mieux mais libre à vous de chercher encore mieux! Prenez garde cependant que certaines colles attaquent la frigolite (ce qui peut faire capoter tout le montage!).
- Le tuyau en mousse pour fixer la petite lentille est un simple tuyau d'isolation pour tuyaux de chauffage, de diamètre extérieur un peu supérieur à celui du tube le plus fin et de diamètre intérieur un peu inférieur au diamètre de la petite lentille.
- Les lentilles ont été commandées via le catalogue de matériel de physique Opitec (elles font donc exception à la remarque ci-dessous), mais d'autres catalogues en proposent d'équivalentes.

Tout ce matériel est en vente dans les magasins de bricolage (nous nous sommes fournis au Brico). En principe, bien que pour certains éléments vous n'avez d'autre choix que de les acheter en grandes quantités, il est possible de construire une Lunette entière pour moins de 20 euros.

Galileo Galilei, dit Galilée: un peu d'histoire!

Galilée est un scientifique de la renaissance italienne ayant vécu de 1564 à 1642. Il est (presque!) la première personne, en 1609, à inventer une Lunette et à l'utiliser pour regarder le ciel.

Depuis sa jeunesse, il est fort habile de ses mains, fabrique plusieurs maquettes de machines qu'il voit et s'intéresse aux mathématiques. Quand il découvre que la Lunette qu'il a construit permet de voir des objets célestes qu'on ne voit pas à l'oeil nu, il commence à observer avec attention le Soleil ainsi que certaines planètes, telles que Jupiter, Vénus et Saturne. En les observant plusieurs fois de suite il constate que celles-ci ne tournent pas autour de la Terre mais bien autour du Soleil! Mais si elles ne tournent pas autour de la Terre, c'est que la Terre n'est probablement pas le centre de l'univers, comme le disait l'église à l'époque! Galilée eut d'ailleurs du mal à confronter ses nouvelles conclusions comme quoi la Terre n'était pas le centre de l'univers aux idées imposées par l'Eglise depuis toujours, comme quoi la Terre serait bel et bien au centre de notre univers (nous savons maintenant que c'est faux!). Remarquons tout de même que Galilée n'est pas le premier à penser que la Terre n'est pas au centre du monde, mais qu'il reprend le modèle de Copernic.

Galilée mourut en 1642, de vieillesse, après de longues années de contestation des idées (fausses!) mises en place par l'Eglise, mais ayant découvert un nouveau terrain d'observation et un nouvel outil pour l'explorer: sa fameuse Lunette Astronomique!

En dehors de l'astronomie, l'apport de Galilée à la science en général fut étendu ; il a également fait progresser de manière très significative la cinématique des corps ainsi, qui avant lui n'existait presque pas. Il est aussi bon de faire remarquer que Galilée ne maîtrisait absolument pas les lois de l'optique (qui n'avaient pas encore été vraiment découvertes à l'époque), même si ça ne l'a pas empêché de construire plusieurs dizaines de Lunettes Astronomiques, les améliorant de version en version...!

La Lunette Astronomique: un peu de physique!

Lunette, télescope, lentille, objectif, oculaire, axe optique, rayon lumineux, photon, focalisation, convergence, divergence, grossissement, luminosité, ... tous ces concepts et objets sont parfois mal compris: mettons un peu d'ordre dans tout cela!

□ Lunette et Télescope, c'est la même chose?

Non! Ce sont les deux principaux instruments servant à observer à longue distance, c'est vrai, mais ils ne fonctionnent pas du tout de la même manière. Un télescope capte la lumière avec un miroir (parabolique!), tandis qu'une lunette capte la lumière avec une lentille placée en avant du tube. Dans un télescope il y a donc un miroir (et en plus de cela des lentilles pour former l'oculaire), alors qu'il n'y a que des lentilles dans une lunette.

□ Comment fonctionne une Lunette alors?

Une lunette se compose de deux lentilles: une grande lentille frontale, à l'avant du tube, que l'on appelle l'objectif; l'autre plus petite, à l'arrière du tube, que l'on appelle l'oculaire. Le fonctionnement n'est pas simple mais on peut le résumer comme suit: l'objectif capte les

rayons et les redirige vers l'oculaire, qui lui les écarte. Le but est que l'objectif, étant très grand, capte beaucoup de lumière, tandis que l'oculaire, en écartant les rayons un maximum, à pour effet d'agrandir l'image perçue lorsqu'on regarde dedans!

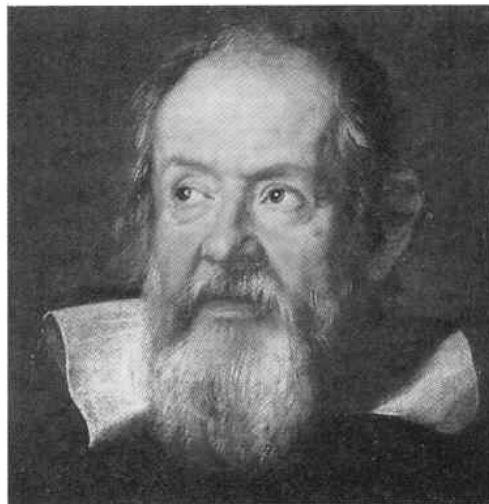
□ Et la lumière, les rayons lumineux, c'est quoi?

La lumière est ce qui permet à l'oeil humain de voir les choses. Elle est composée de petites particules appelées photons. Ces photons, nous ne pouvons pas les apercevoir un par un, mais lorsqu'il y en a plusieurs qui voyagent dans la même direction, ça forme un rayon lumineux et c'est ce que nous voyons! D'un seul point émanent souvent plusieurs (beaucoup!) rayons lumineux – c'est d'ailleurs pourquoi on peut voir les choses depuis différentes positions – et ce sont ces rayons lumineux qui sont captés par la l'objectif puis écartés par l'oculaire dans une lunette.

Déroulement de l'atelier

Dans un premier temps on présente aux enfants un bref historique de la vie de Galilée ainsi que de l'invention de la première lunette. Ensuite on distribue, par groupes de quatre, un « set » d'éléments optiques (lentilles, miroirs, prisme,...) ainsi qu'une paire de lasers par groupe. On leur demande de découvrir l'effet sur les rayons lumineux des éléments optiques distribuées, et ensuite de venir faire le schéma au tableau.

Après cette phase de familiarisation avec la lumière, les enfants fabriquent, par groupe de deux, une lunette astronomique (*cf.* section sur le bricolage). Après l'effort vient la récompense : nous montons sur un des toits du campus pour observer des objets éloignés à l'aide des lunettes fraîchement construites. Les enfants ont également la possibilité de comparer les performances de leur lunette à celles d'une grande lunette mise à disposition par l'Expérimentarium de l'ULB.



« Je n'ai jamais rencontré d'homme si ignorant qu'il n'eut quelque chose à m'apprendre. »

Galileo Galilei