

LP 11 : Instruments optiques

Element imposé : VLT, loupe, microscope, œil, appareil photo
<http://www.physagreg.fr/optique-14-instruments-optiques.php>

Biblio :

- Grécias, Physique PCSI
- Dulaurons, Physique première
- Hovard, Optique, une approche expérimentale
- Hecht, Physique.
- Sextan
- Duffait capes

Niveau : TSTL

Prérequis :

- lentille convergente, distance focale (1STL)
- Miroir sphérique, miroir plan (TSTL)
- tracé de rayons lumineux (1STL)
- relation de conjugaison et formule de Newton du grandissement (1STL)
- notion de diffraction
- l'œil (modélisation optique)

Introduction pédagogique

Choisi en TSTL car assez appliqué : on parlera seulement d'instruments optiques. C'est une filière où l'on fait plus d'optique en terminale alors qu'en générale il s'agit seulement de notions avec peu d'applications en seconde et première seulement.

Les élèves doivent savoir ce qu'est une lentille (convergente) et possèdent des bases d'optique géométrique. On essaiera ici d'ancrer la leçon dans le réel (instruments, lunettes) pour montrer que l'optique ne se réduit pas à des lentilles sur un banc d'optique.

On abordera les limites des instruments optiques, c'est la raison pour laquelle il aura fallu déjà parler de diffraction.

Difficultés : - Comprendre comment un ensemble de quelques lentilles et une source peut correspondre à un instrument réel.

- Distinguer la notion de grandissement et grossissement, difficultés de vocabulaire. Différence illustré dans le cas du microscope, on aura à la fois le grandissement de l'objectif que l'élève connaît (avec lentille convergente) et grossissement de l'oculaire)

- Le tracé des schéma et des rayons lumineux à travers plusieurs lentilles : on ira pas à pas.

Comment on « regarde l'objet » et notion d'images réelles et virtuelles mais vu précédemment.

TP : refaire le montage du microscope, ou lentille astronomique

TD : Étude de document possible sur Hubble par exemple : objectifs et principe du télescope.

! faire systématiquement les schémas synoptiques.

Introduction

Instruments optiques : le première que vous connaissez, c'est votre œil. Comme vous l'avez déjà vu en première, il peut être modélisé par une lentille convergente, au travers de laquelle les rayons lumineux passent... L'œil nous permet de voir dans la vie courante, mais il ne nous permet pas de tout faire. On ne peut pas voir des détails au 10^e de micromètre. Ex :Slide oignon et cellules végétales

Objet → instrument → œil => image observable

Objectifs : - Comprendre le fonctionnement des instruments ainsi que leur limites.

I. Voir plus grand

A. La loupe

Une loupe nous permet de lire ou voir plus facilement des objets plus petits → créé d'un objet une image agrandie.

C'est quoi une loupe ? Pour voir nette je dois la placer au dessus du petit objet pour avoir image nette.

La loupe est une lentille convergent, pour laquelle on va tracer des rayons lumineux.

Schéma : D'abord axe optique + objet AB + œil. Puis loupe. On dessine l'image par ce système optique de l'objet AB placé entre O et F de sorte à avoir une image virtuelle.

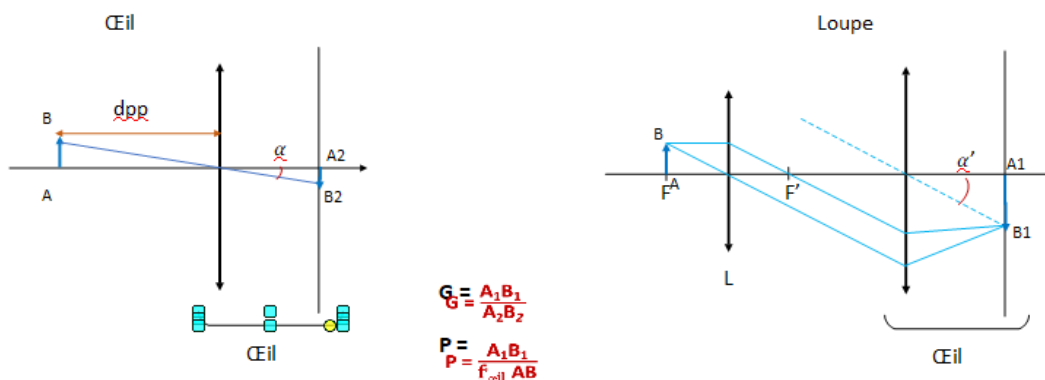
→ tracé des rayons lumineux (règle de construction rappeler sur slide)

On montre que l'image obtenu est plus grande. Dans le cas idéal : l'image doit être vu à l'infini et pour ça il faut placer l'objet au niveau du foyer objet de la lentille.

Comment quantifier le grossissement ? De quoi se servent les commerciaux ?

dm la distance minimale à laquelle l'objet peut être vu net par l'oeil (soit le pp) On note α l'angle sous lequel on voit l'objet.

Dans le cas idéal avec la loupe pour lequel l'oeil n'a pas besoin d'accomoder, on voit l'image sous un angle α'



Grossissement :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} \approx \frac{\tan \alpha'}{\tan \alpha} = \frac{AB / f'}{AB / dm} = \frac{dm}{f'}$$

AN : On remonte au dm de l'oeil, dm = 25cm pour l'oeil emmétrope moyen

Slide : Images en fonction de la distance comparée à f' , Hovard

Transition : ne permet pas de voir des échelles trop petites

B. Le microscope

Historique : 1er microscope en 1590

De 1674 au milieu du XIXe : microscope simple, puis disparition au profit du microscope composé

Slide : schéma microscope

Montage optique modèle du microscope : Pour observer une image sans effort il faut qu'elle émerge à l'infini, donc il faut que la lentille qui regarde l'objet forme une image qui soit dans le plan focale objet d'une autre lentille qui elle va former une image à l'infini.

Oculaire : une lentille. L'objectif : une deuxième lentille.

Un microscope, c'est simplement deux lentilles convergentes. Schéma microscope.

Slide : Modèle et tracé des rayons pour le microscope.

Exp : Montage optique : Duffait Capes p192

<http://ressources.univ-lemans.fr/AccessLibre/UM/Pedago/physique/02/optigeo/microscope.html>

<http://www.physagreg.fr/animations.php#opt> Microscope

Méthode : on fait l'image de l'objet par la première lentille puis par la deuxième lentille. Comme précédemment, calculer le grossissement.

On a comme précédemment :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} \approx \frac{\tan \alpha'}{\tan \alpha} = \frac{A_1 B_1 / f'_2}{AB / dm} = \gamma l \frac{dm}{f'}$$

avec $\gamma l = \frac{A_1 B_1}{AB} = \frac{F'_1 A_1}{f'_1} = \frac{F'_1 F_2}{f'_1}$ le grandissement

donc $G = \frac{dm \Delta}{f'_1 f'_2}$

Gum MC pour le calcul du grandissement avec le modèle de microscope ; incertitudes

On mesure Δ avec un mètre ruban ue =

On évoque les incertitudes sur les lentilles, les focales auront été déterminé par la méthode d'auto collimation, on fait des incertitudes sur f_1' et f_2' de type A en préparation.

Sur le dispositif en place on bouge un peu L1 et L2 et on fait 5 mesures de Δ . (SLIDE avec les valeurs).

On exprime G du système optique avec les incertitudes. Nous a un grossissement a peu près de 3. Dans le commerce 450 mais là on a présenté qqch qui a un intérêt pédagogique

Limite du microscope : diffraction des objets

Transition : Comment on voit les 'gros' objets comme les étoiles ?

II. Voir plus loin (surement le temps de faire qu'un seul)

A. Lunette astronomique

Historique : 1er lunette en 1609, vue de la surface de la lune et satellite de Jupiter.

Amélioration par Kepler en 1611

Comment ça fonctionne ? En fait, c'est exactement la même chose qu'un microscope...

Modélisation : système afocal

Au lieu de séparer les foyers optiques comme pour le microscope, ici on a le foyer image 1 confondu avec le foyer objet 2.

Slide : Schémas et rayons lumineux, déjà tracés.

Système afocal (rayons à l'infini arrivent à l'infini). Schéma synoptique :

$$\infty \rightarrow F'_1 = F'_2 \rightarrow \infty$$

donc $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{A_1 B_1 / f'_2}{AB / f'_1} = \frac{f'_1}{f'_2}$

Très compliqué à construire en réalité : lunette astronomique assez obsolète. En plus de cette limite, limite due à la diffraction : planètes trop proches...

Slide : Diffraction : principe et formule/ordres de grandeur

B. Télescope

<http://sciences-physiques-et-chimiques-de-laboratoire.org/enrol/index.php?id=4>

<https://www.sciences.univ->

nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/instruments/telescope_newton.php

https://www.vacak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_newton&l=fr

Slide : Télescope de Newton

On va essayer d'établir le modèle optique du télescope. On souhaite observer l'image à l'infini afin

de ne pas avoir besoin d'accomoder.

Objetif = miroir convergent

Oculaire= lentille convergente

Entre les deux il y a un miroir

But : renvoyer à l'infini une image plus grosse d'un objet à l'infini

Construction animation + slide

Construction des rayons au fur et à mesure sur tableau + Slide Recap tracé des rayons

Calcul du grandissement : $G = \alpha'/\alpha = A_1B_1/f_2$ / $A_1B_1/f_1 = f_1'/f_2'$ car A_1B_1 et $A_1'B_1'$ sont image l'une de l'autre dans le miroir plan.

Pour augmenter G, il faut une plus courte focale pour l'oculaire.

Conclusion

Slide Bilan

Plusieurs instruments pour plusieurs échelles

Énormément de limitations possibles (diffraction et matériel)