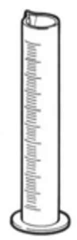
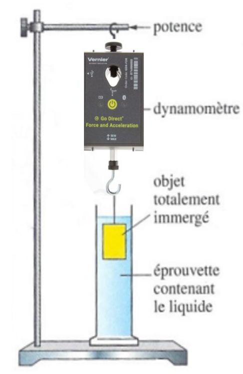
Poussée d'Archimède

Objectif
Déterminer la poussée d'Archimède exercée sur une balle de golf, puis comparer deux méthodes avec des outils simples : écart relatif et z-score.

			
Éprouvette graduée	**Balle de golf**	Console labquest	Dynamomètre



La balle golf supposée sphérique a un diamètre de 43 mm

1. Comprendre le phénomène

Répondre avant de commencer les mesures.

1. Sans utiliser le dynamomètre, quelle méthode peut-on utiliser pour calculer la poussée d'Archimède ?

....

....

....

....

2. Avec un dynamomètre, pourquoi la valeur affichée diminue-t-elle lorsque la balle est plongée dans l'eau ?

....

....

....

....

3. Faire un schéma des forces sur la balle immobile dans l'eau : poids P, tension T et poussée F_a.

2. Méthode expérimentale : mesure au dynamomètre

Relever les mesures

Poids de la balle dans l'air. Une balance est à votre disposition pour déterminer la masse m	P =………………	mg=……………
Tension lorsque la balle est totalement immergée	T = ………………	

Calculer la poussée mesurée

Calcul : F_a,mes = ...

Valeur estimée de l'incertitude type : u(F_a,mes) = 0,01 N

3. Méthode théorique

Calculer le volume de la balle

Calcul : V= ....

Calculer la poussée attendue

> **Rappel**
> Données : d = 42,7 mm = 0,0427 m ; m = 45,9 g
> ρ_eau = 1000 kg·m⁻³ ; g = 9,81 N·kg⁻¹

Calcul : F_a,th = ...

Valeur estimée de l'incertitude type: u(F_a,th) = 0,01 N

4. Comparer les deux résultats

Écart relatif

Calcul : écart relatif = ...

z-score

> **Rappel z-score :** Critère : si z ≤ 2, les deux résultats sont compatibles.
> $$z = \frac{|F_{A,\,\mathrm{mes}} - F_{A,\,\mathrm{th}}|}{\sqrt{u(F_{A,\,\mathrm{mes}})^2 + u(F_{A,\,\mathrm{th}})^2}}$$

Calcul : z = ...

5.Conclusion

Les deux méthodes sont-elles compatibles ? Justifier avec l'écart relatif et le z-score puis nommer des causes possibles à cet écart.

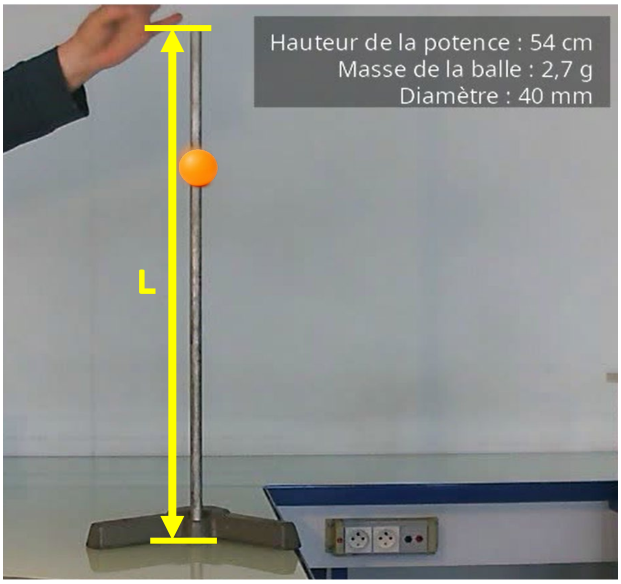
....
....
....
....
....
....

Verification des calculs

8fa7-10957074

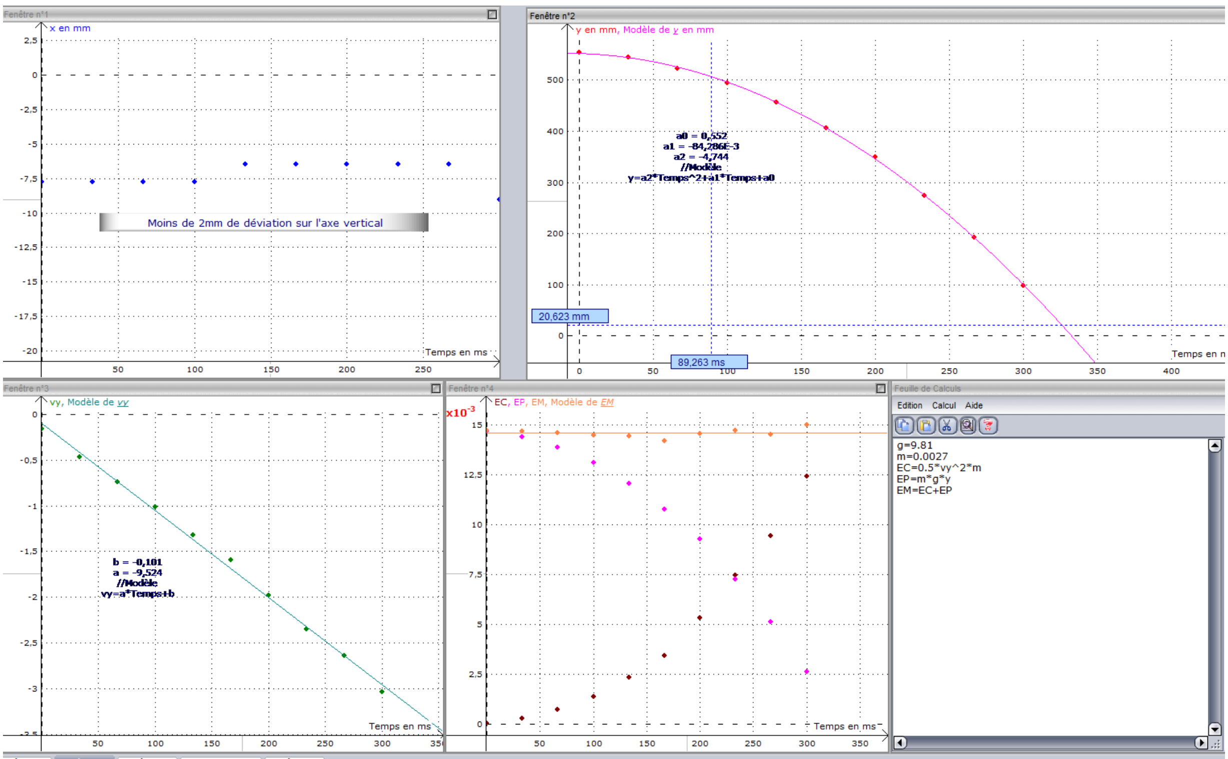
Chute d'une balle de ping Pong

[Cliquez pour téléchargez la vidéo à exploiter]



Partie expérimentale

1) Effectuez un pointage. Arrêter le pointage avant le premier rebond
2) Montrez à l'aide du pointage que la chute est verticale
3) Déterminer à l'aide du pointage le temps que met la balle pour atteindre le sol(paillasse) ?
4) Déterminez les vitesses, les énergies cinétiques, les énergies potentielles et les énergies mécaniques.
5) Tracer sur un graphique les trois courbes des énergies en fonction du temps.
6) Commentez les résultats obtenus.



Partie théorique optionnelle

1) Comparer le poids de la balle et la poussée d'Archimède puis conclure.

$$\rho_{\text{air}} \approx 1{,}2\ \mathrm{kg\,m^{-3}};$$

2) En considérant que la chute est libre déterminer la valeur attendue pour la durée de chute.
Vos résultats sont-ils en accord avec les résultats ci-dessous calculés par une IA

Modèle	**Temps de chute**	**Vitesse d'impact**
Sans frottements, sans Archimède	$0{,}332\ \mathrm{s}$	$3{,}25\ \mathrm{m\,s^{-1}}$
Avec Archimède seule	$0{,}334\ \mathrm{s}$	$3{,}23\ \mathrm{m\,s^{-1}}$
Avec Archimède + frottements	$0{,}338\ \mathrm{s}$	$3{,}12\ \mathrm{m\,s^{-1}}$

3) Même question en tenant compte de la poussée d'Archimède

Eléments de correction

Pour comparer :

$$P = mg$$

et

$$F_A = \rho_{\text{air}} V g$$

Prenons une balle de ping-pong standard :

$$m = 2{,}7\ \mathrm{g} = 0{,}0027\ \mathrm{kg}$$
$$r = 2{,}0\ \mathrm{cm} = 0{,}020\ \mathrm{m}$$
$$\rho_{\text{air}} \approx 1{,}2\ \mathrm{kg\,m^{-3}}$$

Poids de la balle

$$P = mg$$
$$P = 0{,}0027 \times 9{,}81$$
$$\boxed{P \approx 2{,}65 \times 10^{-2}\ \mathrm{N}}$$

Donc :

$$\boxed{P \approx 0{,}0265\ \mathrm{N}}$$

Poussée d'Archimède

Le volume de la balle est :

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$
$$V = \frac{4}{3}\pi (0{,}020)^3$$
$$V \approx 3{,}35 \times 10^{-5}\ \mathrm{m^3}$$

La poussée d'Archimède vaut :

$$F_A = \rho_{\text{air}} V g$$
$$F_A = 1{,}2 \times 3{,}35 \times 10^{-5} \times 9{,}81$$
$$\boxed{F_A \approx 3{,}94 \times 10^{-4}\ \mathrm{N}}$$

Donc :

$$\boxed{F_A \approx 0{,}000394\ \mathrm{N}}$$

Comparaison

$$\frac{F_A}{P} = \frac{3{,}94 \times 10^{-4}}{2{,}65 \times 10^{-2}}$$
$$\boxed{\frac{F_A}{P} \approx 0{,}0149}$$

Donc :

$$\boxed{F_A \approx 1{,}5\%\ \text{du poids}}$$

Ou encore :

$$\boxed{P \approx 67\, F_A}$$

Conclusion

La poussée d'Archimède est environ **67 fois plus petite** que le poids de la balle.

La balle est seulement soumise à son poids :

$$m\frac{d^2z}{dt^2} = mg$$

donc :

$z(t) = \frac{1}{2}gt^2$

La vitesse est :

$$v(t) = gt$$

Le temps de chute est obtenu avec $z(t) = h$:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Application numérique :

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 0{,}54}{9{,}81}} \approx 0{,}332\ \mathrm{s}$$

La vitesse juste avant l'impact vaut :

$$v = \sqrt{2gh}$$
$$v = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 0{,}54} \approx 3{,}25\ \mathrm{m\,s^{-1}}$$

La poussée d'Archimède s'oppose au poids :

$$F_A = \rho_{\text{air}} V g$$

L'équation devient :

$$m\frac{d^2z}{dt^2} = mg - \rho_{\text{air}} V g$$

Donc l'accélération effective est :

$$g_{\text{eff}} = g\left(1 - \frac{\rho_{\text{air}} V}{m}\right)$$

Pour une balle de ping-pong standard, on peut prendre environ :

$$m = 2{,}7\ \mathrm{g} = 0{,}0027\ \mathrm{kg}, \quad r = 2{,}0\ \mathrm{cm} = 0{,}020\ \mathrm{m}$$
$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

On obtient environ :

$$g_{\text{eff}} \approx 9{,}66\ \mathrm{m\,s^{-2}}$$

Donc :

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g_{\text{eff}}}} \approx 0{,}334\ \mathrm{s}$$
$$v_{\text{impact}} = \sqrt{2 g_{\text{eff}} h} \approx 3{,}23\ \mathrm{m\,s^{-1}}$$

La poussée d'Archimède seule change donc très peu le résultat.

Etude expérimentale d’un circuit RC

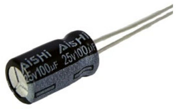
Objectif : étudier, pour un dipôle condensateur /conducteur ohmique en série, l’évolution temporelle de la tension électrique aux bornes du condensateur au cours de la charge et de la décharge.

Le circuit d’étude sera câblé en utilisant une platine d’essai

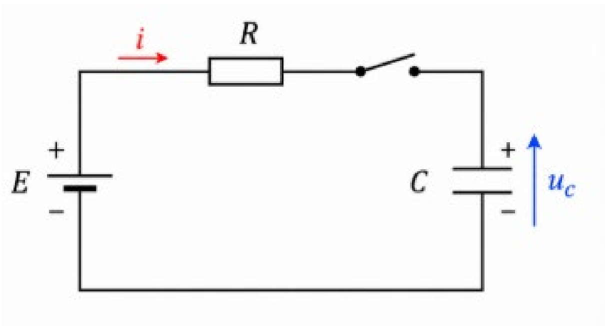
Le générateur de tension stabilisée E sera réglé sur 6V.

Le générateur ne doit pas être alimenté avant d’avoir fait vérifier le câblage par le professeur.

Prendre soin de brancher correctement le condensateur lorsqu’il est polarisé.

	
Condensateur 100µF polarisé	R : Résistance 10kΩ+-5%

I) Charge du condensateur



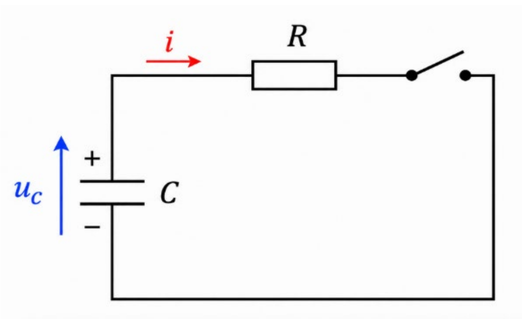
1) Vous disposez d’un voltmètre et d’un chronomètre. Proposez un protocole expérimental pour mesurer la constante de temps du circuit. Faire vérifier le circuit avant d’alimenter le générateur.
2) Effectuez la mesure.
3) Comparez le résultat obtenu avec la valeur théorique que vous calculerez.

A la fin de la charge Eteignez puis débrancher le générateur. Ouvrez l’interrupteur.

II) Décharge du condensateur

Ne pas toucher au condensateur qui doit rester chargé (interrupteur toujours ouvert)

On souhaite réaliser l’acquisition de la tension aux bornes du condensateur précédemment chargé avec l’interface sysam pci qui remplace le voltmètre.



Réglages :

Durée totale 10s

5000 points

1) Faire le montage devant le professeur
2) Faire l’acquisition
3) Déterminer la constante de temps du circuit.

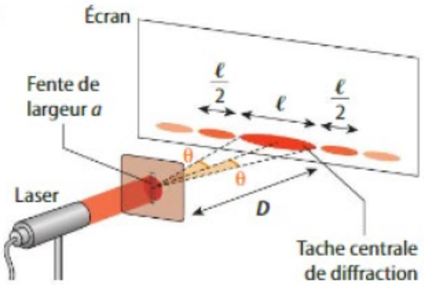
Diffraction

Protocole 1 **Étude qualitative de figures de diffraction**

- Braquer un laser rouge vers un écran.
- Un support permet d'insérer des diapositives présentant diverses formes. Dans le support, sur le trajet du faisceau laser, insérer successivement :
  a. une fente verticale ;
  b. un cheveu orienté verticalement ;
  c. une fente horizontale ;
  d. un trou circulaire.

Protocole 2 **Étude de la largeur de la tache de diffraction par une fente**

- Placer la première fente calibrée dans le support et positionner l'écran à une distance $D = 3{,}00$ m de la diapositive.
- Noter la valeur de la largeur a de la fente et mesurer la largeur ℓ de la tache centrale brillante. Vérifier que la largeur des taches secondaires vaut $\frac{\ell}{2}$.
- Faire de même avec les autres fentes calibrées et dresser un tableau de valeurs.



1 Réaliser le protocole 1 et reproduire la figure observée sur l'écran.

2 a. Réaliser le protocole 2.

b. Montrer que l'angle θ indiqué sur la figure vérifie $\tan\theta = \frac{\ell}{2D}$.

Cet angle étant inférieur à 15°, on peut faire l'approximation $\tan\theta \approx \theta$.

c. Pour chaque couple de valeurs (a ; ℓ), calculer $\theta = \frac{\ell}{2D}$ et $\frac{1}{a}$.

d. Tracer la courbe représentant θ en fonction de $\frac{1}{a}$. Vérifier l'alignement des points, tracer la droite-modèle et déterminer son coefficient directeur k, avec son unité.

e. Vérifier que la valeur de k est proche de celle de la longueur d'onde λ.

En déduire la relation entre θ, λ et a.

3 a. Un cheveu de diamètre d forme une figure de diffraction analogue à une fente de largeur identique. Mesurer la largeur ℓ de la tache de diffraction obtenue en plaçant la diapositive avec le cheveu sur le support.

b. L'incertitude sur la mesure de ℓ vaut $u(\ell) = 1$ mm, celle sur D vaut $u(D) = 2$ mm.

Calculer l'incertitude sur d : $u(d) = d\sqrt{\left(\frac{u(\ell)}{\ell}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$ Fiche 6 p. 602

Vérification des résultats sur capytale.

Accès à l'activité

48b0-10955699

Connectez-vous à l'application capytale de l'ent lycéeconnecté. Renseignez le code ci-dessus ou flashez le qr-code

Un programme python réalisera l'exploitation de vos résultats.

Interférences

Objectifs : *Déterminer la longueur d'onde d'un laser en exploitant le phénomène d'interférences. Discuter autour des incertitudes types.*

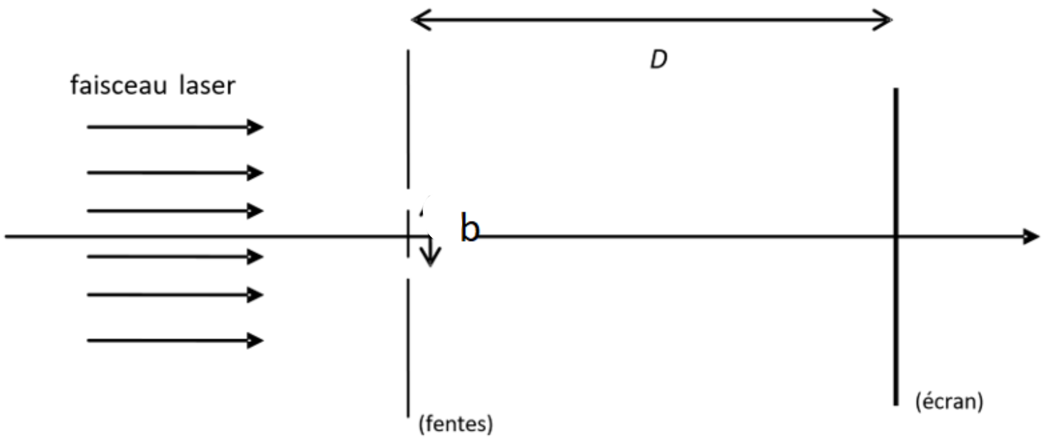
Le phénomène d'interférences résulte de la superposition de deux ondes synchrones et cohérentes. Le dispositif des fentes d'Young (1803) permet d'obtenir des interférences lumineuses. En faisant passer un faisceau lumineux à travers deux fentes taillées dans un cache placé à proximité d'un écran, on observe sur cet écran une figure d'interférences lumineuses. On cherchera dans ce tp à déterminer la longueur d'onde d'un laser en exploitant ce phénomène d'interférences lumineuses.

Document 1 : Précautions de sécurité

On dispose d'une source laser. Elle produit un faisceau lumineux très directif et de forte puissance lumineuse susceptible d'altérer la rétine de manière irréversible.

ATTENTION : ne jamais regarder directement le faisceau de lumière d'un laser ni placer sur son trajet des objets réfléchissants (montre, bagues, règle métallique…).

Document 2 : Dispositif expérimental des fentes d'Young

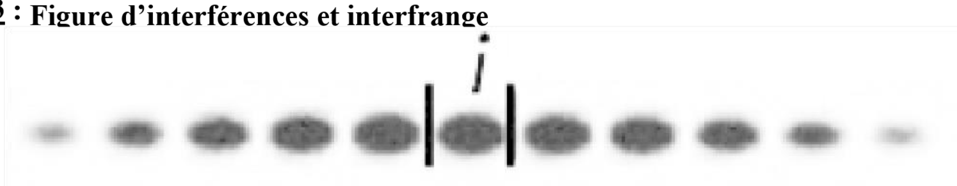


Une lumière monochromatique émise par un laser de longueur d'onde λ est envoyée sur le dispositif appelé « fentes d'Young », constitué de deux fentes verticales parallèles et très fines, séparées d'un écartement b Sur un écran parallèle au plan contenant les fentes et placé à la distance D de ces dernières, on observe une figure horizontale formée par des taches lumineuses.

Le schéma ci-dessus n'est pas à l'échelle.

Réaliser le protocole du document 2. Noter la valeur de D (on prendra D > 1,0m). Observer et dessiner la figure obtenue sur l'écran, appelée **figure d'interférences.**

Document 3 : Figure d'interférences et interfrange



La distance entre deux franges brillantes ou bien deux franges sombres successives est appelée interfrange, noté *i*.

L'expression de l'interfrange i (en m) est : $i = \lambda.\frac{D}{b}$ avec λ la longueur d'onde de la radiation, b l'écartement entre les fentes et D la distance entre les fentes et l'écran.

1) Montrer que la formule donnant l'interfrange est homogène.

2) On dispose d'une diapositive comportant une série de quatre fentes d'Young d'écartements *g* différents et du matériel nécessaire pour mettre en œuvre le dispositif expérimental décrit dans le document 2. En examinant les documents et le matériel proposés, indiquer quel(s) est(sont) le(s) paramètre(s) de l'expérience qui devrai(en)t avoir une influence sur la valeur de l'interfrange *i*.

3) Choisir alors la valeur du ou des paramètres de l'expérience qu'il est possible de régler afin de déterminer la valeur de l'interfrange *i*, de la manière la plus précise possible, à partir d'une mesure faite sur l'écran. Indiquer ci-dessous la(les) valeur(s) numérique(s) du(des) paramètre(s) choisi(s) et ne plus en changer.

4) Réaliser la mesure de l'interfrange en indiquant la méthode choisie afin de réaliser la mesure la plus précise possible.

5) Déterminez la longueur d'onde à partir de la mesure de l'interfrange précédente

Lunette astronomique afocale

Description d'une lunette astronomique afocale.

Une lunette astronomique afocale donne, d'un objet à l'infini, une image à l'infini. Elle est constituée de deux lentilles convergentes :

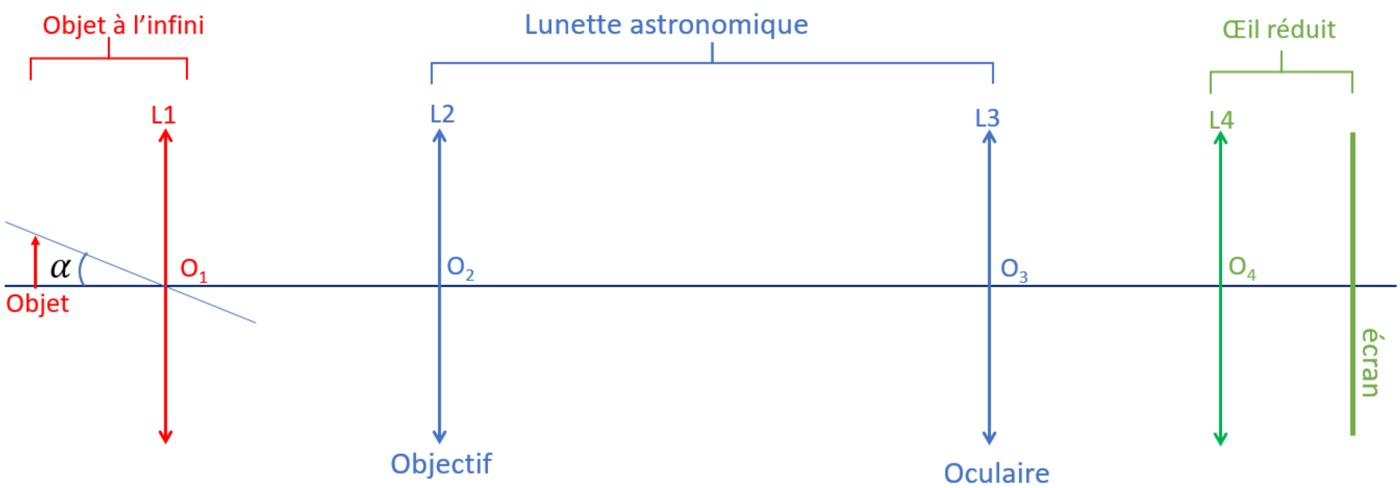
- L'une, placée du côté de l'objet observé est appelée l'objectif
- L'autre, placée du côté de l'œil, est appelée l'oculaire.

Pour que la lunette soit afocale, il faut que le foyer image de l'objectif et le foyer objet de l'oculaire soient confondus.

Le grossissement G de ce type de lunette se calcule grâce à la relation : $G = \frac{f'_{\text{objectif}}}{f'_{\text{oculaire}}}$, il faut bien sûr que G soit plus grand que 1

Lentille	rôle	Focale mm
L1	Collimateur	125
L2	Objectif ou oculaire	100 ou 500
L3	Objectif ou oculaire	100 ou 500
L4	Œil réduit	300

Dispositif expérimental



L'objet à l'infini sera modélisé au moyen de la lentille L_1 et de l'objet réel qui est à votre disposition (lettre, petit carré d'un grillage etc…)

L'œil réduit sera modélisé au moyen d'une lentille convergente L_4 de centre optique O_4 et d'un écran E positionné de telle sorte que lorsque cet œil regarde à l'infini, (c'est-à-dire lorsqu'il reçoit des rayons lumineux venant d'un même point parallèle entre eux), l'image se forme sur l'écran qui modélise la rétine.

Mesure d'une distance focale *f'* par la méthode de l'objet à l'infini

La distance focale $f' = \overline{OF'}$ d'une lentille mince convergente peut être déterminée en mesurant la distance entre la lentille et l'écran sur lequel se forme l'image d'un objet à l'infini. .L'autocollimation est une technique plus précise.

https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/optiqueGeo/focometrie/autocollimation.php

I- Constitution de l'objet à l'infini à l'extrémité du banc d'optique

Placer l'objet réel (carré de 1 mm d'un grillage millimétrique) sur la lanterne s'il n'y est pas déjà.
On pose d=1mm
La lentille L_1est celle de focale f_1 = 125mm

1- Calculer la vergence V_1 de cette lentille.
2- Placer alors celle-ci sur le banc d'optique pour constituer l'objet à l'infini.
Déterminez alors une évaluation de l'angle α sous lequel est vu l'objet ainsi crée à l'infini.

II- Mise en œuvre du dispositif expérimental

1- mesurer de façon précise les distances focales des 2 lentilles (focales 100mm et 500mm), et préciser laquelle sera l'objectif et laquelle sera l'oculaire.

A l'aide de la description de la lunette astronomique afocale, mettre en œuvre le montage constitué de l'objet à l'infini, de la lunette astronomique et de l'œil réduit. Préciser la distance à laquelle il faut mettre l'oculaire de l'objectif, c'est-à-dire $\overline{O_2O_3}$.

2- Image intermédiaire A_1B_1 donnée par l'objectif.

a- Avec un autre écran, une feuille de papier par exemple, chercher la place de l'image intermédiaire A_1B_1 donnée par l'objectif. Mesurer alors sa position par rapport à l'objectif : $\overline{O_2A_1}$ ainsi que sa taille d1.
b- En déduire une mesure de l'angle α

c- Justifier que la distance $\overline{O_2A_1}$ que vous venez de mesurer est conforme à ce que l'on attendait dans le cadre d'une lunette afocale.

III- Constitution de l'œil réduit

1- On dispose d'une lentille convergente L_4 de distance focale $f'_4 = \overline{O_4F'_4} = 30\ cm$ et de centre optique O_4.
On veut que l'image de l'objet, modélisé à l'infini, donnée par la lentille L_4 soit nette sur l'écran. À l'aide de la relation de conjugaison, indiquer quelle doit être pour cela la position $\overline{O_4E}$ de l'écran.

2- Mettre en œuvre le montage de l'œil réduit derrière la lunette à l'aide de la lentille L_4 et de l'écran. Vérifier qu'il donne bien de l'objet à l'infini une image nette, sinon, ajuster le réglage en déplaçant un peu la lentille L_4.
Avant de défaire le montage mesurer la taille d_2 de l'image sur l'écran de l'œil réduit placé derrière l'oculaire.

3-En déduire l'angle α' (voir schéma annexe 2)

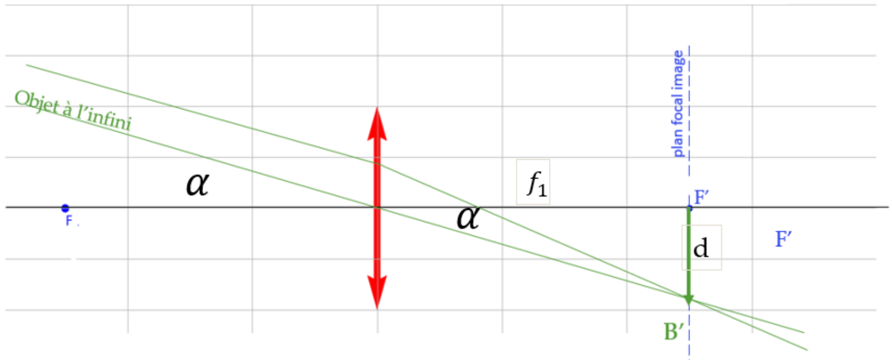
IV- Calcul du grossissement

1- Le grossissement est le rapport des diamètres apparents : $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$
A partir de vos mesures, calculer le grossissement.
2- le résultat obtenu est-il cohérent avec celui obtenu par la relation $G = \frac{f'_{objectif}}{f'_{oculaire}}$
3- Comment peut-on justifier un éventuel écart entre les 2 valeurs approchées du grossissement G ?

Annexe 1

Pour mesurer l'angle α sous lequel on voit un objet à l'infini:
Il suffit d'utiliser une lentille dont on connait la distance focale f1 puis mesurer la taille de l'image dans le plan focal image de la lentille.

$$\tan(\alpha) = \frac{d}{f_1}$$



Si α est petit ce qui est toujours le cas

$$\alpha = \frac{d}{f_1}$$

Annexe 2 :

Schéma de principe(les noms des lentilles ne correspondent pas à celles du TP)

Attention : il faut comprendre le tracé et savoir le refaire à partir des deux premiers rayons