

Choisir ses lentilles

1) Pour déterminer rapidement si une lentille est convergente ou divergente, il suffit de regarder au travers l'image d'un objet donné. Si l'image est droite et rétrécie, alors la lentille est divergente, en revanche, si elle est renversée et rétrécie (ou droite et agrandie), alors la lentille est convergente (le deuxième cas correspond à la loupe, l'objet est plus proche que le foyer objet).

2) Le protocole est le suivant :

- Sur un banc optique, placer un objet et un écran séparés de 1 m.
- Placer une lentille entre les deux.
- Déplacer la lentille jusqu'à obtenir une image nette la plus grande possible (deux positions existent, choisir celle qui fait la plus grande image)
- Répéter ces étapes pour les 4 lentilles.

Ce protocole nous permet de savoir quelle lentille choisir.

3) On obtient :

- L2 : image de 15 cm
 - L1 : on ne peut projeter l'image (elle est divergente)
 - L3 : image de 15 cm
 - L4 : pas d'image, la distance focale doit être trop grande (rappelons que la distance entre l'objet et l'écran doit être supérieure à $4f'$ pour pouvoir projeter l'image)
- On choisit donc une des deux lentilles L1 ou L3 pour réaliser l'objectif (elles semblent être toutes deux de 8δ de vergence).

4) Les autres lentilles ne permettent pas de faire d'image.

Compte tenu du matériel demandé, vous auriez du choisir L3 dont l'image serait la plus grande mais l'équipe technique ne m'a pas apporté la lentille en question...

5) Pour L2 :

- Créer un collimateur à l'aide d'une lentille de 8δ
- Placer la lentille divergente inconnue après le collimateur
- Dessiner une croix sur la lentille
- Viser au travers du viseur la face de la lentille.
- Déplacer le viseur jusqu'à observer l'image de la croix. Noter la position x_2 .
- Déplacer le viseur jusqu'à observer l'image de l'objet placé avant le collimateur. Noter la position x_1 .

La lentille étant divergente, elle fait l'image de l'objet initial dans son plan focal image situé en amont d'elle. Ainsi, la distance entre le viseur et la lentille étant égal à la frontale d lors de la mesure de x_2 , elle devient égale à $d+f'_1$ lors de la mesure de x_1 . Ainsi :

$$x_2 - x_1 = d - (d + f'_1) = -f'_1$$

Pour L1 :

Appliquons la méthode de Bessel :

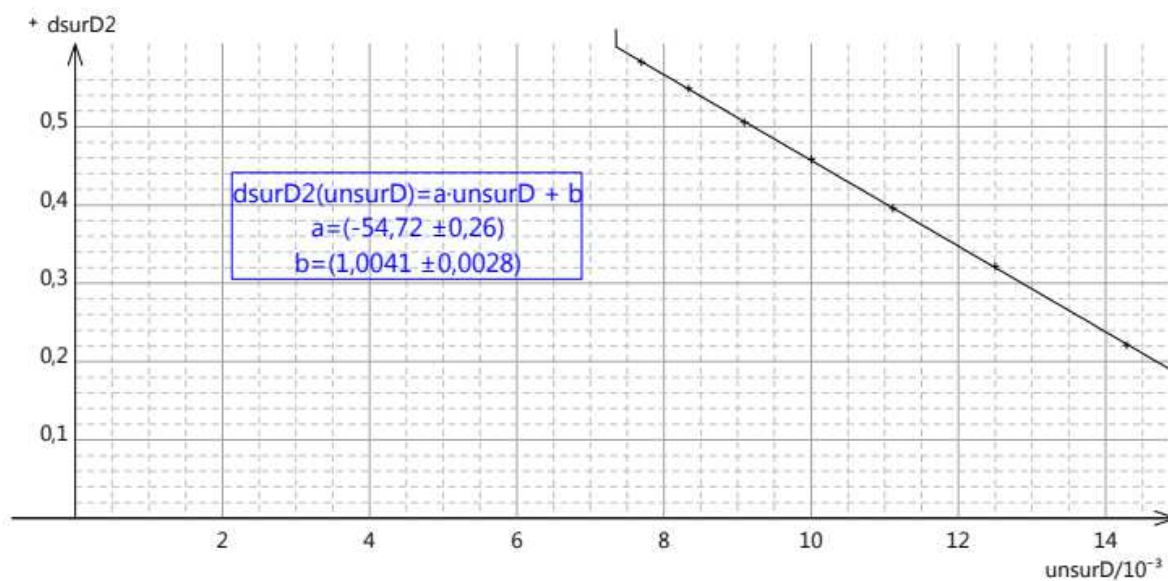
- Placer l'objet et l'écran à une distance D l'un de l'autre
- Placer une lentille entre les deux.
- Déplacer la lentille de telle sorte que l'image de l'objet soit nette sur l'écran. Déplacer à nouveau pour obtenir une nouvelle image nette. La distance entre les deux positions obtenues est noté d .
- Répéter ces opérations pour plusieurs valeurs de D et tracer :

$(d/D)^2$ en fonction de $1/D$ car, on peut montrer que :

$$\left(\frac{d}{D}\right)^2 = 1 - \frac{4f'_2}{D}$$

En effectuant une régression linéaire, le coefficient directeur de la droite obtenue nous donne f'_2 .

6) On obtient la régression linéaire ci-dessous pour la lentille L1 :



On en déduit donc que $4f'_2 = 54,7$ soit $f'_2 = (13,7 \pm 0,1)$ cm. On estime l'incertitude sur cette mesure à 1 % compte tenu de la lecture des positions

Pour la lentille L2, on obtient une valeur de $-(9,8 \pm 0,1)$ cm pour la distance focale par mesure à l'aide du viseur.

On obtient ainsi : $G = -(1,39 \pm 0,01)$. Le matériel utilisé ne permet pas d'obtenir le grossissement désiré, la valeur demandée ne rentre pas dans l'intervalle de confiance de nos résultats expérimentaux.

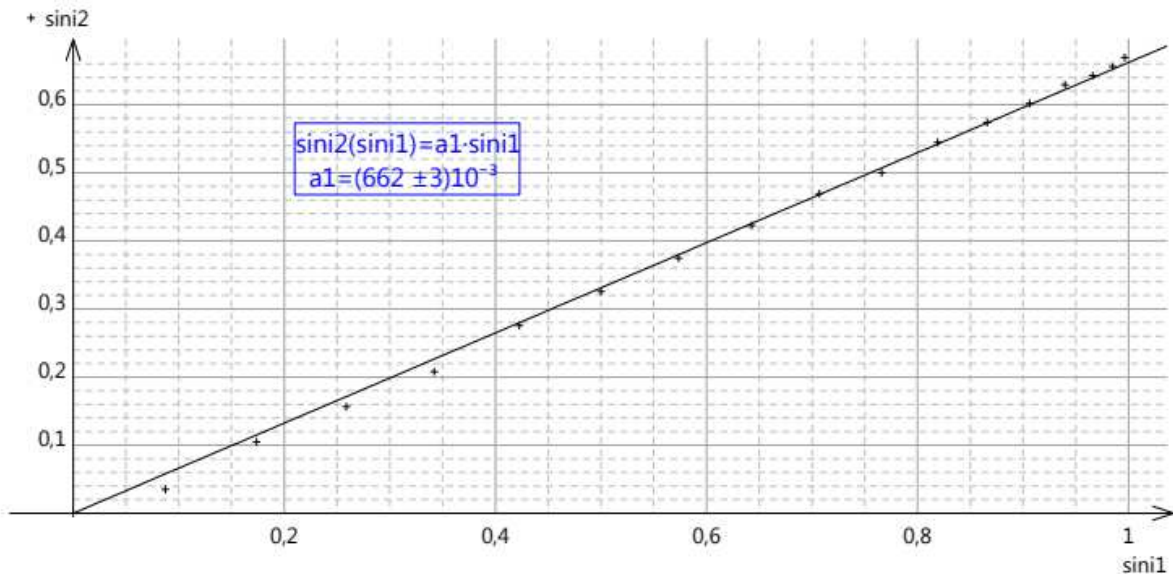
Mesure de l'indice optique d'un prisme

1) Placer la face plane de l'hémicylindre le long de la ligne 90°-90° et aligner le laser selon la ligne 0°-0°.

2) Faire varier l'angle d'incidence de 5° en 5° et relever ses valeurs ainsi que celles de l'angle de réfraction.

3) La loi de Snell-Descartes pour la réfraction donnant $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ avec n_1 et n_2 les indices respectifs de l'air et du plexiglas ($n_1=1,00$) et i_1 et i_2 les angles d'incidence et de réfraction respectivement, on peut ainsi tracer $\sin i_2$ en fonction de $\sin i_1$ pour effectuer une régression linéaire. Le résultat de celle-ci nous donnera comme coefficient directeur l'inverse de l'indice optique du plexiglas.

2) On obtient la régression linéaire ci-dessous :



Les points sont alignés et passent au plus près de la droite de régression, on peut donc valider l'utilisation de la loi de Snell-Descartes ici. On en déduit que l'indice optique vaut : $n = (1,51 \pm 0,01)$.

Cette valeur semble cohérente dans la mesure où l'indice optique du verre est proche de celui du plexiglas. Celui du verre vaut environ 1,5.

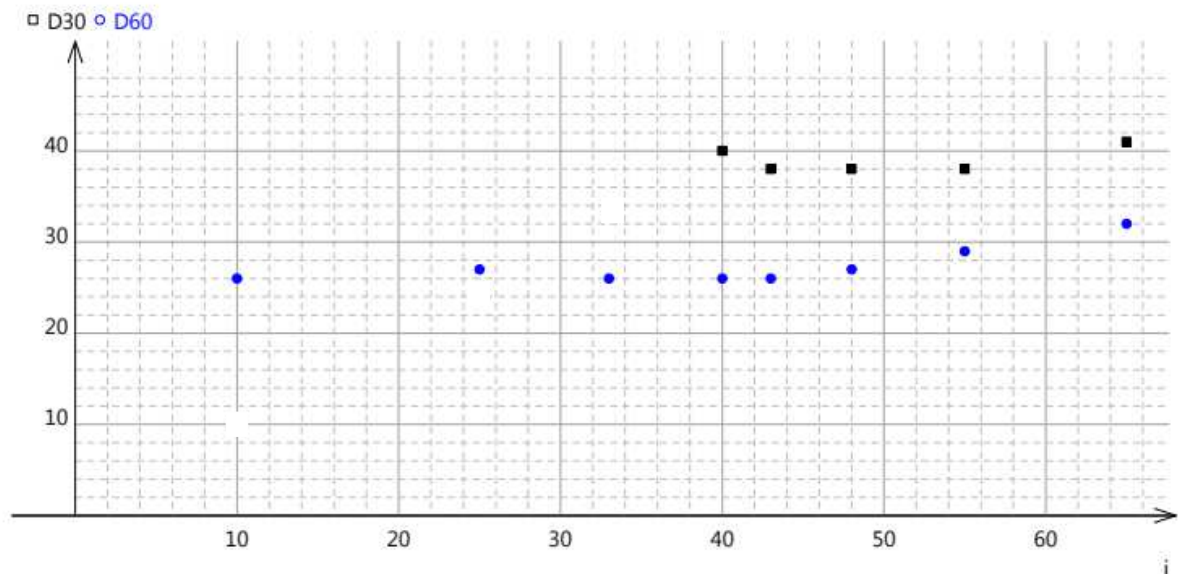
3) – En se plaçant dans la configuration proposée dans l'énoncé du TP, faire varier l'angle d'incidence de 0° jusqu'à voir apparaître un faisceau laser en sortie du prisme.

- La valeur la plus petite de cet angle permettant d'obtenir un rayon en sortie est i_0 .

- A partir de cette valeur, faire varier l'angle d'incidence de 5° en 5° et le mesurer ainsi que l'angle de sortie. Tracer l'évolution de D en fonction de cet angle i . Le minimum sera trouvé graphiquement.

On obtient, pour 60° : $i_0 = 30^\circ$ et pour 30° : $i_0 = 7^\circ$

On obtient de plus, la figure suivante :



On observe bien un minimum atteint autour de 45° pour le prisme de 60° et autour de 15° pour celui de 30° (grandes incertitudes ! On les estime à 10° pour chaque !).

4) On en déduit : $n_{60}=1,58$ et $n_{30}=1,48$

On obtient un ordre de grandeur cohérent avec les 1,51 obtenus précédemment (l'incertitude de 10° n'aide pas...). On ne peut pas en dire plus, à moins d'aller faire du Monte-Carlo.

5) La formule de l'énoncé donne : $i_{0,60}=34^\circ$ et $i_{0,30}=18^\circ$. Ce deuxième résultat est surprenant mais c'est pour cette valeur que l'incertitude ϵ_{\sin} est la plus grande sur la lecture graphique.

Volmètre

On mesure :

L'amplitude crête à crête à 10,6 V, on en déduit donc une amplitude de 5,3 V.

La durée de 11 périodes : $11T=2,2$ ms, on en déduit donc une période de $200 \mu\text{s}$

La valeur moyenne est obtenue en sommant les valeurs extrêmes et en divisant par 2 :
 $(5,92-4,64)/2=0,64$ V

1) Sur l'oscilloscope, on choisit le mode d'acquisition CC qui permet de laisser la composante continue.

Au multimètre, on mesure :

Amplitude (valeur efficace en réalité) : 3,586 V

Valeur moyenne : 360 mV

2) On choisit le mode AC pour l'amplitude et DC pour la valeur moyenne.

3) Les valeurs mesurées sont différentes car le multimètre donne la valeur efficace quand l'oscilloscope nous permet de mesurer l'amplitude directement.

4) – Brancher en série le GBF, l'ampèremètre et la résistance.

- Brancher en dérivation le voltmètre aux bornes de la résistance.

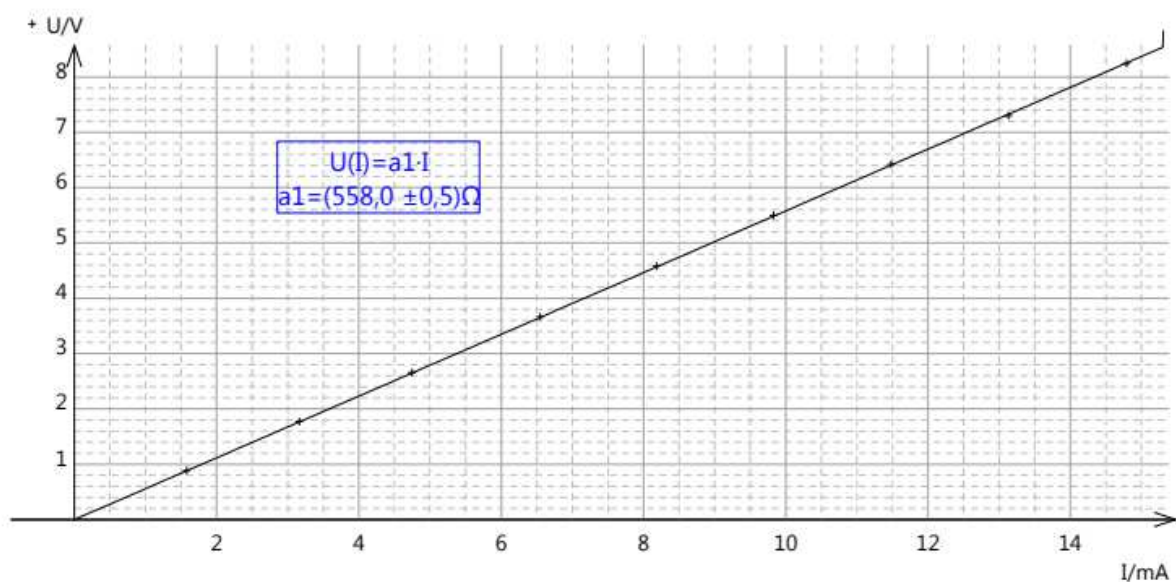
- Faire varier la tension aux bornes du GBF.

- Tracer la tension en fonction de l'intensité.

5) Pour de trop faibles résistances, celle du générateur (50Ω) n'est plus négligeable, il faut donc la prendre en compte. Pour des résistances trop élevées, c'est celle du voltmètre ($1 \text{ M}\Omega$ environ) qui ne l'est plus.

On travaillera donc entre $1 \text{ k}\Omega$ et $100 \text{ k}\Omega$.

On obtient la courbe suivante.



6) Les points sont alignés et passent au plus près de la courbe de régression, la régression est donc valide.

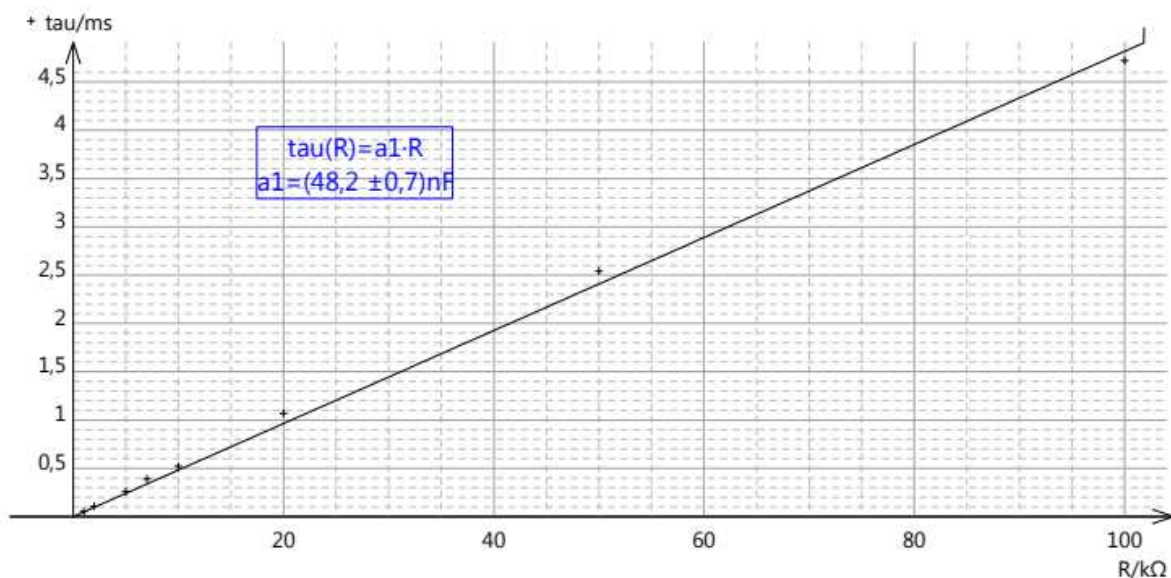
7) La valeur de R est directement donnée par le coefficient directeur de la courbe, soit, ici $R = 558 \Omega$. La bague est dorée, l'incertitude sur la valeur constructeur est donc de 5 %, soit : $R_{th} = (560 \pm 25) \Omega$. Notre résultat rentre dans l'intervalle d'incertitude, il est donc validé !

Circuit RC

1) Le protocole est le suivant :

- Faire varier la résistance du conducteur ohmique de 1 k Ω à 100 k Ω .
- Pour chaque valeur, mesurer τ qui est l'instant pour lequel la valeur de la tension aux bornes du condensateur atteint 63 % de sa valeur finale (on utilise, pour cela, les curseurs).
- Tracer τ en fonction de R. La régression linéaire nous permettrait de vérifier l'expression recherchée.

On obtient le graphe suivant :



2) La régression linéaire semble satisfaisante. En effet, les points sont plutôt bien alignés et sont proches de la droite de régression. Il aurait été plus pertinent de prendre plus de points sur les hautes valeurs de résistances mais, que voulez-vous, je n'allais pas avoir 20/20 à tous les TP...

L'expression est donc validée !

3) Pour mesurer la résistance interne du générateur, il faut brancher une résistance variable en série avec lui seulement. Lorsque la résistance variable a la même valeur que la résistance interne du GBF, alors la tension délivrée par le générateur est égale à la moitié de la tension qu'il délivre à vide.

En effet, si ces deux résistances sont égales, alors la tension aux bornes de la résistance variable est donnée par $E/2$ (E étant la tension délivrée par le générateur) d'après un pont diviseur de tension (vous pardonnerez l'absence de schéma).

On mesure la valeur : $R_{\text{GBF}} = 50 \Omega$.

4) La régression linéaire est peu modifiée dans la mesure où on utilisait déjà précédemment une résistance élevée par rapport à la résistance interne du générateur. On peut tout de même en déduire la valeur expérimentale du condensateur, il s'agit de la pente de la courbe de régression : $C = (48,2 \pm 0,5) \text{ nF}$. J'estime à 1 % l'erreur sur ma mesure de constante de temps au vu de la précision de mesure sur l'oscilloscope. Je considère donc que l'incertitude sur C est du même ordre.

L'incertitude constructeur est de 1 %, la valeur est donc : $C_{\text{constructeur}} = (51,25 \pm 0,5) \text{ nF}$. Les deux valeurs semblent s'accueillir mutuellement dans leurs intervalles de confiance, notre mesure est donc cohérente.

Avec la résistance inconnue, on mesure 51 μs pour la valeur de τ . D'après notre régression linéaire,

on en déduit : $R_{\text{inconnue}} = \frac{51 \cdot 10^{-6}}{48,2 \cdot 10^{-9}} = 1,06 \text{ k}\Omega$.

A l'aide du multimètre, on obtient : $R_{\text{théorique}} = 988 \Omega$.

5) Ces deux résultats sont du même ordre de grandeur. Rappelons que nos mesures de R_{inconnue} sont précises à 1 %, d'où $R_{\text{inconnue}} = (1,06 \pm 0,1) \text{ k}\Omega$.

D'après la notice du multimètre : $R_{\text{théorique}} = (1,053 \pm 0,012) \Omega$.

Les deux mesures sont compatibles car partagent les mêmes intervalles de confiance. Si c'est pas beau ça...