TP 1 : Lois de Snell-Descartes – corrections

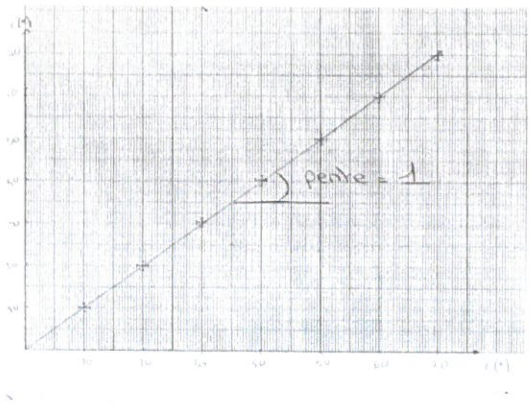
Expérience 1: Réflexion

A) Réflexion par un miroir plan

Exploitation des résultats

1) Tracer la courbe *i'* = f(*i*) avec les rectangles d'erreur.

Rectangle d'erreur $= 1/\sqrt{12}$



2) En déduire l'expression de la loi de Snell-Descartes pour la réflexion.

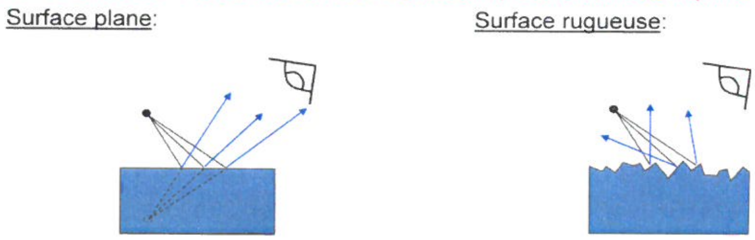
Régression linéaire => on obtient une droite de pente=1 et passant par l'origine ⇒ i=i'

3) L'intensité incidente et l'intensité réfléchie sont-elles égales ? Justifier.

$I_{nc} > I_{ref}$ car une partie du faisceau incident est absorbée par le miroir

4) Prendre une surface rugueuse (face opposée du miroir), que se passe-t-il ? Expliquer, en faisant un schéma, pourquoi dans ce cas on parle de *réflexion diffuse*.

i=i' valable pour toutes les surfaces ⇒ pour une surface rugueuse il y a diffusion des rayons:



B) Réflexion sur un miroir sphérique

1) Sachant que la loi de Snell-Descartes vérifiée précédemment s'applique toujours déterminez la position de la normale à la surface réfléchissante.

Pour une surface sphérique, la normale à la surface est confondue avec le rayon de la sphére

2) Faire de même pour deux autres points d'incidence.

L'intersection des 3 normales (=3 rayons du cercle) vous donne la position du centre du miroir

3) En déduire le rayon du miroir.

Expérience 2 : Réfraction

Exploitation des résultats

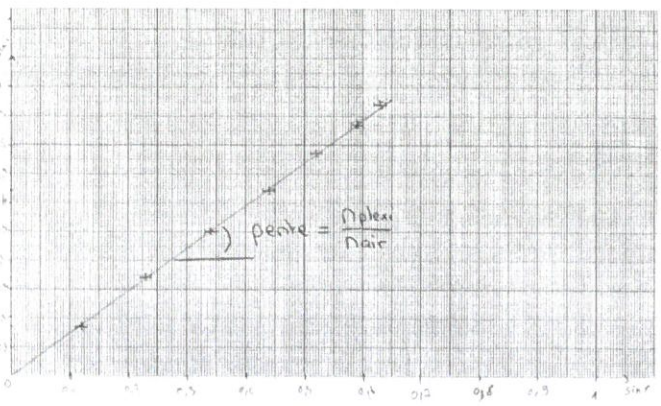
1) Expliquer pourquoi les angles de sorties peuvent être assimilés aux angles de réfraction *r* dus à la première interface.

Le rayon émergent de la première interface est confondu avec le rayon de la deuxième interface (hémisphére) donc confondu avec la normale ⇒ le rayon n'est pas dévié par la deuxième interface (i1=0 donc i2=0)

2) Cette hypothèse reste-t-elle valable si on utilisait un parallélépipède plutôt qu'un hémicylindrique? Justifier votre réponse

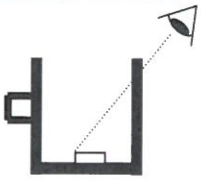
Non car dans ce cas le rayon n'est plus confondu avec la normale de la deuxième interface

3) Tracer la courbe sin *i* = f(sin *r*) avec les rectangles d'erreurs.



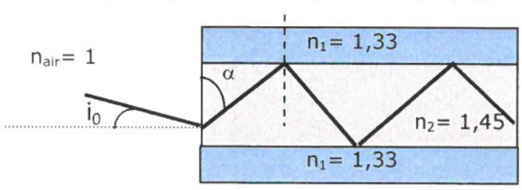
Pour les rectangles d'erreur il faut calculer u(sin x) :
u(sin x)=cosx * u(x)
on fait le calcul en radian et on transforme en degré.

4) En déduire la loi de Snell-Descartes pour la réfraction.
Regression linéaire => on obtient une droite de pente nplexi/nair
5) A partir de votre tracé, calculer la valeur de l'indice optique du plexiglas (n_{plexi}).
Pente=nplexi/1 =1,45 pour l'incertitude on l'obtient graphiquement (en prenant la moyenne des pentes extrêmes passant par les rectangles d'erreurs)



Application :
Dans le cas suivant, refaire le schéma et expliquer pourquoi la pièce n'est visible que lorsque la tasse est remplie d'eau (n_{eau}=1,33).
Réfraction à l'interface air/eau, le rayon provenant de la pièce est dévié et passe au-dessus du bord de la tasse.

Expérience 3 : Réflexion totale
1) Expliquer pourquoi on n'observe pas de rayon réfléchi lorsque le faisceau incident rencontre la première interface air-plexiglas.
Le rayon incident est confondu avec la normale à la première interface => I1=0.
Si on applique i1=i1' alors i1'=0
2) En faisant tourner la platine, montrer que pour un angle d'incidence limite i_L (dont on donnera la valeur), la lumière subit une réflexion totale sur l'interface plexiglas-air.
3) En utilisant la relation théorique qui lie i_L aux autres grandeurs expérimentales, calculer la valeur de l'indice optique du plexiglas (n_{plexi})
Réflexion totale $\Rightarrow$ $i2=\pi/2 \Rightarrow i1=iL=\arcsin(1/nplexi)$
Application : Fibre optique à saut d'indice
1) Calculer l'angle minimal α pour que la lumière puisse se propager dans la fibre suivante :



Propagation dans la fibre $\Leftrightarrow$ il y a réflexion totale à l'interface milieu2/milieu1 $\Rightarrow n_2 \sin i_2 = n_1 \sin(\pi/2)$

$\Rightarrow i_{2L} = \arcsin(n_1/n_2) = 1{,}16\ rad$ et $\alpha_{max} = i_{2L} = 1{,}16\ rad = 66{,}53°$

2) En déduire l'angle maximal d'incidence (i_{max}) pour qu'un faisceau laser provenant de l'extérieur (n=1) puisse se propager dans la fibre.

$n_{air} \sin i_0 = n_2 \sin i = n_2 \sin(\pi/2 - \alpha)$ donc $i_0 < i_{max} = \arcsin(n_2 \sin(\pi/2 - \alpha_{max})) = 0{,}62\ rad = 35{,}38°$

3) La propagation est-elle possible si on remplace le milieu 1 par un polymère d'indice $n_1=1,46$?

n1>n2 ⇒ pas de réflexion totale possible ⇒on perd du signal à chaque réflexion ⇒ pas de propagation

Expérience 4 : Réfraction par une lentille

4) Faire la même expérience avec le prisme bi-concave

Cette fois les rayons ne se croisent pas à la sortie, le point F' se situe avant le prisme (intersection des prolongements des rayons émergents)

TP 2 : Lentilles minces et focométrie – Corrections

Expérience 1 :

Identification rapide de la nature d'une lentille (méthode des lunetiers)

1) Identifier par cette méthode les 4 lentilles qui vous sont fournies.

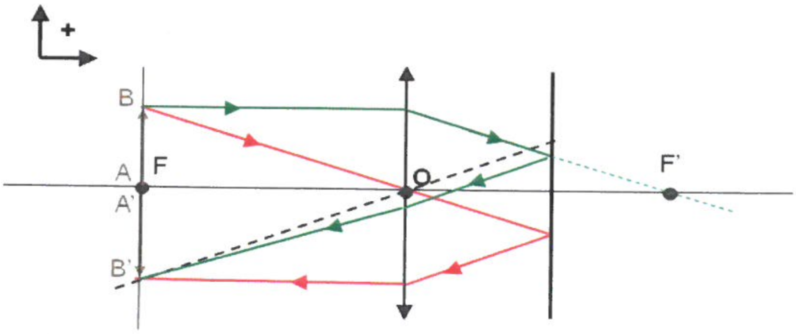
3 lentilles convergentes + 1 lentille divergente

Expérience 2 :

Distance focale de lentilles convergentes : Méthode par autocollimation

Théorie

1) Faire un schéma (sur papier millimétré) afin d'expliquer comment on peut mesurer la distance focale de la lentille avec cette méthode.



On obtient une image inversée et de même taille.

2) Cette mesure est-elle fonction de la distance lentille-miroir ?

Non

Manipulation

1) Mesurer et évaluer l'erreur commise sur la distance focale pour les lentilles convergentes dont vous disposez.

Une seule source d'erreur : Erreur due à la netteté de l'image = de 1 à 4 mm

Attention il faut supposer que le miroir est bien perpendiculaire à l'axe optique sinon grosse source d'erreur (le mieux est de le placer sur un support)

Expérience 3 :

Distance focale de lentilles convergentes : Méthode de Bessel

1) A partir de la relation de conjugaison d'une lentille mince, montrer que l'on obtient une équation du second degré en x de la forme : $x^2+Dx+Df'=0$.

Pour l'une des positions de la lentille et si l'on appelle O son centre optique et F' son foyer image. On peut écrire le formule de conjugaison des lentilles minces.

$$\frac{1}{\overline{OA'}}-\frac{1}{\overline{OA}}=\frac{1}{\overline{OF'}}$$

en posant $\overline{OA'}=D+\overline{OA}$ et $\frac{1}{\overline{OF'}}=C$ on obtient: $\frac{1}{D+\overline{OA}}-\frac{1}{\overline{OA}}=C$

$$\frac{\overline{OA}-(D+\overline{OA})}{\overline{OA}(D+\overline{OA})}=C;\quad \frac{-D}{D.\overline{OA}+\overline{OA}^2}=C$$

qui sous la forme d'un polynôme du second degré donne : $C.\overline{OA}^2+CD.\overline{OA}+D=0$

En posant $\overline{OA}=x$ on obtient $x^2+Dx+Df'=0$

2) On impose $D>4f'$. Exprimer les distances x_1 et x_2 correspondant aux positions de la lentille pour lesquelles une image se forme sur l'écran.

On exprime le discriminant par : $\Delta=D^2-4Df$

Puisque D>4f alors Δ>0
L'équation admet donc deux racines réelles :

$$x_1 = \frac{-D-\sqrt{\Delta}}{2};\ x_2 = \frac{-D+\sqrt{\Delta}}{2}$$

3) Exprimer f' en fonction de D et d.

$$d = x_2 - x_1 = \frac{2\sqrt{\Delta}}{2} = \sqrt{D^2 - 4Df}$$

En mettant au carré :

$$d^2 = D^2 - 4Df$$

D'où :

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D}$$

Manipulations
Pour les lentilles convergentes dont vous disposez :
1) Chercher les 2 positions de Bessel pour quatre valeurs de D différentes.
2) Pour chaque valeur de D, relever les abscisses des points O1, O2, A et A.
On doit faire un tableau de valeur qui donne les valeurs de d et D et leurs incertitudes
3) Calculer la valeur moyenne de la distance focale image de la lentille.
L'incertitude sur f est calculée par la formule $u(f) = t * \sigma/\sqrt{N}$

Expérience 4 :
Distance focale de lentilles convergentes : Méthode de Silbermann
Théorie
1) En reprenant l'équation de la méthode de Bessel, dans quel cas cette équation n'admettra qu'une solution ?
Racine double $\Rightarrow$ le discriminant est nul
2) En déduire l'expression de f.

$$\Delta = 0 \Leftrightarrow D^2 - 4Df = 0 \Leftrightarrow D = 4f$$

3) Dans ce cas, à quoi sera égal le grandissement transversal ?

$$D = 4f \Leftrightarrow \overline{AA'} = 4f \Leftrightarrow \overline{AF} + \overline{FO} + \overline{OF'} + \overline{F'A'} = 4f \Leftrightarrow \overline{AF} + \overline{F'A'} = 2f \quad (1)$$

Or la formule de conjugaison avec origine aux foyers nous donne : $\overline{F'A'} \times \overline{FA} = f^2$ (2)
Une solution évidente de ces deux équations est :

$$\overline{F'A'} = \overline{AF} = f$$

D'où le grandissement transversal:

$$\gamma = \frac{\overline{A'F'}}{f} = -1$$

Manipulations
3) A votre avis quelle méthode (Bessel ou Silbermann) est la plus précise ? Et la plus rapide ? Justifier.
+ rapide = Silbermann car 1 seule position et calcul plus rapide
+ précise= Bessel car obtenir un grandissement exactement=-1 est une autre source d'erreur.

Expérience 5 :
Distance focale de lentilles convergentes : Utilisation de la relation de conjugaison
2) Mesurer les positions respectives de l'objet A et de l'image A' par rapport à la lentille de centre O,
3) Refaire l'expérience pour trois autres positions de A et A'
On doit rendre un tableau de valeurs donnant OA, OA' et leur incertitude ($1/\sqrt{12}$), 1/OA et 1/OA' avec leur incertitudes ($\frac{1}{(OA)^2} * u(OA)$)
4) Tracer la courbe $\frac{1}{OA'} = f\left(\frac{1}{OA}\right)$ et déterminez graphiquement la valeur de la distance focale.

On trace les points avec leurs rectangles d'erreur
Régression linéaire=> on obtient une droite de pente =1 et d'ordonnée à l'origine=1/f.

L'incertitude sur l'ordonnée à l'origine est calculée en utilisant les deux droites extrêmes passant par les rectangles d'erreurs.

Expérience 6 :

Mesure de la distance focale d'une lentille divergente : Méthode de Badal

Théorie

1) Montage sans la lentille divergente

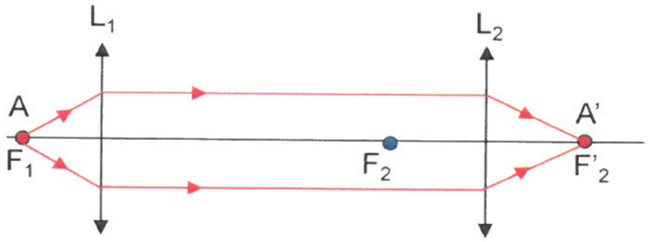
a) Comment sortent les rayons de la lentille L_1 ?

Parallèles car objet au foyer objet de L1

b) En déduire où se formera l'image A' de A une fois que les rayons auront traversés les deux lentilles ?

Rayons parallèles arrivent à L2 => l'image se formera dans son plan focal image

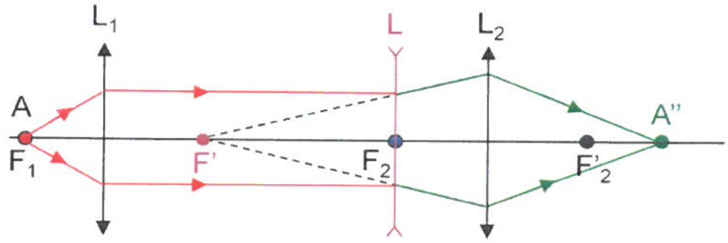
c) Faire un schéma en traçant le cheminement des rayons lumineux.



2) Montage avec la lentille divergente

a) Pour la lentille L_2 : où se situe l'objet intermédiaire qui permettra de former l'image finale A''.

Rayons parallèles sortent de L1 pour la lentille divergente ils vont passer par son foyer image (situé à gauche de la lentille divergente). Pour L2 l'objet en F'.



b) Appliquer la relation de conjugaison des lentilles minces avec origine aux foyers pour la lentille L_2.

Objet en F' donc :

$$\overline{F_2F'} \times \overline{F_2'A''} = -(f_2')^2$$

c) En déduire l'expression de f' en fonction de f'_2 et D

$$\boxed{\overline{F_2F'} = f'_L = \frac{-(f'_{L_2})^2}{\overline{F_2'A''}} = \frac{-(f'_{L_2})^2}{\overline{A'A''}} = \frac{-(f'_{L_2})^2}{D}}$$

TP 3 : Prismes et systèmes dispersifs - Corrections

Calculs préliminaires

1) En appliquant la 2ème loi de Snell-Descartes au passage de la lumière à travers les 2 faces du prisme, donner les deux relations qui relient :

$\boxed{\sin i = n \sin r}$

$\boxed{\sin i' = n \sin r'}$

2) Trouvez les relations géométriques qui relient :

$\boxed{A = r + r'}$

$\boxed{D = i - r + i' - r'}$

3) En déduire une relation entre i', D, A et i. (relation 5).

$\boxed{D = i + i' - A}$

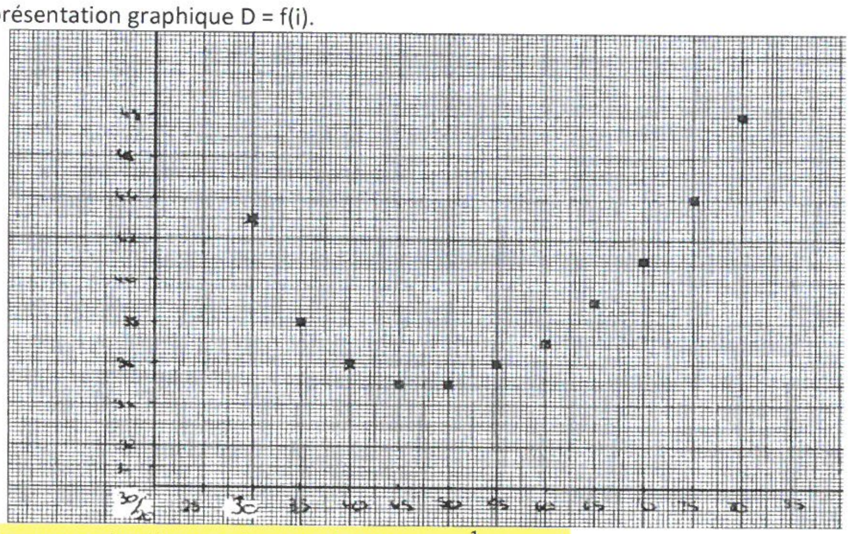
Expérience 1 :

Réfraction d'un faisceau monochromatique

2) Soit i_0 l'incidence minimale pour qu'un faisceau lumineux subisse une réfraction sur la face de sortie du prisme et non une réflexion totale. Evaluer cet angle i_0 dans le tableau de mesures.

i_0~30°

3) Tracer la représentation graphique D = f(i).



Ne pas oublier les rectangles d'erreur (largeur=$hauteur = \frac{1}{\sqrt{12}} degré$)

Exploitation des résultats

1) Sur la courbe mettre en évidence et mesurer la valeur minimale de la déviation (D_m) et la valeur de i correspondante (i_m).

$i_m=47\pm2.5°$ $D_m=36\pm1°$ pour déterminer l'incertitude de Dm et im prendre la distance entre les deux points tracés qui encadrent la valeur et on divise par deux.

2) En déduire la valeur de i', conclusion.

i'=i

Aspect théorique

1) Différencier les 4 relations du prisme obtenues dans la partie A.

$\boxed{\sin i = n \sin r} \Rightarrow \boxed{\cos i \times di = n \cos r \times dr + dn \times \sin r}$

$\boxed{\sin i' = n \sin r'} \Rightarrow \boxed{n \cos r' \times dr' + dn \times \sin r' = \cos i' \times di'}$

$\boxed{A = r + r'} \Rightarrow \boxed{dA = dr + dr'}$

$\boxed{D = i + i' - A} \Rightarrow \boxed{dD = di + di' - dA}$

2) Sachant que dans notre cas A et n sont des constantes simplifier ces relations.

dn=0

dA=0

3) A l'aide de la 4^{e} relation, donner l'expression de $\frac{dD}{di}$ en fonction de di et di'

$dD = di + di' \Rightarrow \frac{dD}{di} = 1 + \frac{di'}{di}$

4) A l'aide des deux premières relations donner l'expression de $\frac{di'}{di}$

$$\boxed{\frac{di'}{di} = -\frac{\cos i \cos r'}{\cos i' \cos r}}$$

5) En déduire l'expression de $\frac{dD}{di}$ en fonction de i, r, r' et i'.

$$\boxed{\frac{dD}{di} = 1 - \frac{\cos i \cos r'}{\cos i' \cos r}}$$

6) Déterminer pour quelle valeur de i, la valeur de D sera minimale. Comparez aux résultats de la partie B.

dD/di=0 ⇔ i=i' et r=r'

7) Montrer que dans ce cas : $D_m = 2 \times i_m - A$. Comparez aux résultats de la partie B.

8) En utilisant la 1^{ere} relation du prisme (non différenciée), démontrer que : $n = \frac{\sin((A + D_m)/2)}{\sin(A/2)}$

Par ailleurs puisque Dm = 2 im - A, on a $i_m = \frac{A + D_m}{2}$

La loi des sinus de Descartes s'exprime donc au minimum de déviation sous la forme :

$$\sin\left(\frac{A + D_m}{2}\right) = n \sin\left(\frac{A}{2}\right)$$

d'où l'on peut tirer :

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A + D_m}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

Incertitude sur le résultat :

$$u(n) = \frac{d((\sin(\frac{A+Dm}{2}))/\sin(\frac{A}{2}))}{d(Dm)} * u(Dm) = \frac{1}{2} * \cos\left(\frac{A+Dm}{2}\right) * u(Dm)$$

9) En déduire la valeur de n pour le prisme utilisé dans l'expérience.

n=1,49±0,33

10) Calcul de l'incidence minimale (i_0).

a) Déterminez pour quelle condition sur i, il y aura réfraction du rayon incident sur la première face du prisme.

n1<n2 ⇒ il y a toujours réfraction

b) Déterminez pour quelle condition sur r', il y aura réfraction du rayon incident sur la deuxième face du prisme.

n1>n2 ⇒ il y aura réflexion totale (pas de transmission du rayon) lorsque sin r'=1/n

c) En utilisant les relations du prisme en déduire la valeur de l'incidence minimale i_0. Comparez au résultat obtenu dans la partie A.

$$\boxed{i > i_0 = arcsin\left(n\sin(A - r_L)\right) = arcsin\left(n\sin\left(A - \arcsin\left(\frac{1}{n}\right)\right)\right)}$$

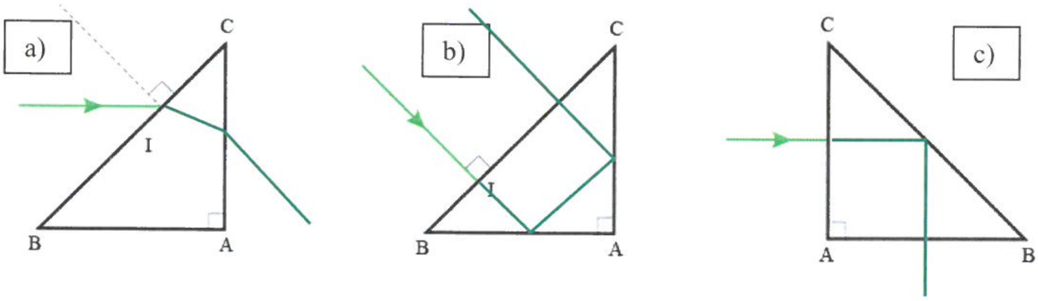
A.N. : i_0=27° avec n=1,49 et A=60°

Expérience 2 :

Prismes et réflexion totale

Manipulation

1) Dans les trois cas suivant et en utilisant les lois de Snell-Descartes tracer le cheminement du rayon lumineux.



Expérience 3 :

Dispersion de la lumière blanche à travers un prisme

Manipulation

a) Qu'observe-t-on à la sortie du prisme.

Décomposition de la lumière

b) Quelle est la longueur d'onde la plus déviée ?

bleu plus dévié que le rouge (+ la longueur d'onde est petite plus la déviation est grande)

c) Qu'en déduisez-vous pour la valeur de n.

La valeur de n dépend de la longueur d'onde

2) On mesure l'indice d'un verre pour différentes longueurs d'onde (dans le vide) :

λ (nm)	400	500	600	700	800
$n(\lambda)$	1,500	1,489	1,482	1,479	1,476

On veut déterminer les coefficients A et B de la relation de Cauchy :

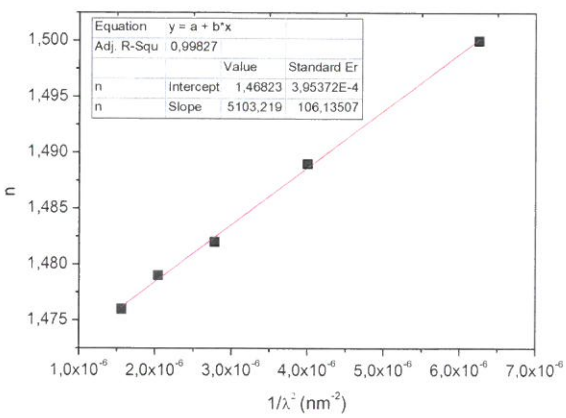
a) Déterminer les unités de A et de B.

A pas d'unité, B en nm²

b) Donnez une méthode pour déterminer graphiquement les constantes A et B.

on trace $n=f(1/\lambda^2)$, on obtient une droite de pente B et d'ordonnée A

c) Déterminer A et B pour ce matériau.



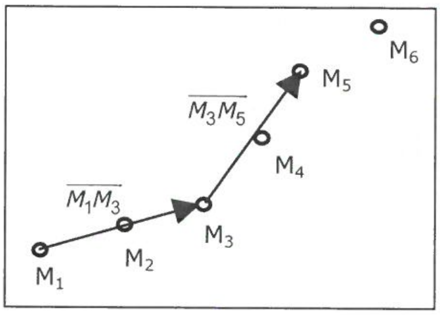
A et B déterminés par régression linéaire :

A= 1,468
B= 5103 nm^2

d) En déduire la valeur de n pour la longueur d'onde λ = 633 nm.
n=1,481

Méca 1 – Etude cinématique et dynamique de mouvements simples (1)

Exploitation des enregistrements
Soit l'enregistrement type pour lequel la durée des impulsions entre 2 points est Δt:



1) Lorsque la durée Δt est courte, donner une méthode expérimentale pour estimer la norme du vecteur vitesse $\vec{v}(M_2)$ à partir de la distance $\left\|\overline{M_1M_3}\right\|$.

$$\vec{v}(M_2) = \frac{\overrightarrow{M_1M_3}}{2\,\Delta t} \quad , \|\vec{v}(M_2)\| = \frac{\|\overrightarrow{M_1M_3}\|}{2\,\Delta t}$$

2) Même question avec le calcul de l'accélération $\left\|\vec{a}(M_3)\right\|$

$$\vec{a}(M_3) = \frac{\vec{v}(M_4) - \vec{v}(M_2)}{2\,\Delta t}$$

Expérience 1
Vérification expérimentale de la première loi de Newton (Principe d'inertie)
<u>Analyses et résultats</u>
* Calculer et représenter 4 vecteurs vitesses en 4 points différents.
Les 4 vecteurs sont identiques, la vitesse est donc constante.
* Calculer $\left\|\overline{v_M}\right\|$ la valeur moyenne de la vitesse et $\Delta\left\|\overline{v_M}\right\|$ son incertitude absolue.
La valeur dépend de l'expérience elle est donnée en m/s.
Pour l'incertitude ($u(v_M)$) on a besoin de calculer l'écart-type (σ_{n-1}) avec la calculatrice (ou à la main, il n'y a que 4 mesures) ensuite on utilise la formule suivante pour calculer $u(v_M) = t \times \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$
avec n=4 et t=3,18 (t=facteur de Student : Cf . tableau en annexe des énoncés de TP)
Résultat final : $v = v_M \pm u(v_M)$
Représenter 1 ou 2 vecteurs
* Représenter 1 ou 2 vecteurs accélérations.
Ces vecteurs sont nuls (on ne peut pas les représenter sauf par un point)
* Le principe d'inertie est-il vérifié ? Justifier.
Le système est pseudo-isolé (le poids et la réaction se compensent), si le principe d'inertie s'applique alors le mobile est soit immobile soit en translation rectiligne uniforme (v=cte) ce qui est le cas ici.

Expérience 2
Mouvement circulaire
<u>Analyses et résultats</u>
* Représenter sur la feuille d'enregistrement **quatre** vecteurs vitesses. Conclusion sur la nature du mouvement.
Les vecteurs sont tangents à la trajectoire et ont même norme. Le mouvement est uniforme
* Représenter sur la feuille d'enregistrement deux vecteurs accélération $\overline{a(M)}$. Mesurer leurs normes respectives. Conclusion.
Les vecteurs accélération sont orientés vers le centre du cercle et ont la même norme
* Exprimer l'expression théorique de la vitesse et l'accélération du mobile.
(Cf. cours sur les coordonnées polaires avec ρ = r)

$$\vec{v} = \omega . r\, \overrightarrow{u_\theta}\ ,\ \vec{a} = -r\,\omega^2\, \overrightarrow{u_\rho}\ ,$$

* Déterminez la relation entre $\|\vec{a}\|$ et $\|\vec{v}\|$ et vérifier expérimentalement cette relation.

$$\|\vec{a}\| = \frac{\|\vec{v}\|^2}{r}$$

* Tracer la variation de l'angle $\widehat{M_iOM_{i+1}}$ (θ)(O étant le centre du cercle, M_i et M_{i+1} deux points successifs) en fonction du temps. En déduire la vitesse angulaire $\|\vec{\omega}\| = \frac{d\theta}{dt}$ et vérifier que $\|\vec{\omega}\| = \frac{\|\vec{v}\|}{R}$.

On obtient une droite croissante de pente ω

* Donner les caractéristiques d'un mouvement circulaire uniforme, en donnant les conditions sur les paramètres $\|\vec{v}\|$, $\|\overrightarrow{a_T}\|$, $\|\overrightarrow{a_N}\|$ et $\|\vec{\omega}\|$.

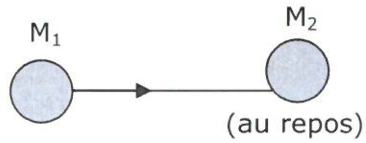
Expérience 3:

Etude des chocs entre deux mobiles

Manipulation

a) Vérifier avec le niveau à bulle que la table est parfaitement horizontale

Un mobile allumé ne doit pas se déplacer tout seul sinon cela signifie que la table n'est pas plane



Analyse des résultats

1) Quantité de mouvement

a) Représenter sur les trajectoires et pour chacun des mobiles un vecteur vitesse, juste avant et juste après le choc. On donnera leur norme.

b) Tracer les vecteurs $\overrightarrow{p_A}$ et $\overrightarrow{p_B}$ avant et après le choc.

c) Montrer que $\left(\overrightarrow{p_A} + \overrightarrow{p_B}\right)_{avant\ le\ choc} = \left(\overrightarrow{p_A} + \overrightarrow{p_B}\right)_{après\ le\ choc}$. Conclusion

Attention ici il s'agit d'une égalité entre deux vecteurs !!! Il faut faire la construction géométrique.
L'addition des normes ne marchent pas.
On voit que la quantité de mouvement (qui est un vecteur) se conserve pendant le choc

2) Energie

a) Calculer l'énergie potentielle des deux mobiles (Ep_A et Ep_B) avant et après le choc.

C'est la même car il n'y a pas de variation de hauteur (seul le poids influence Ep)

b) Calculer l'énergie cinétique des deux mobiles avant et après le choc.

On mesure $1/2mv^2$ avant le choc pour les deux mobiles et après le choc

c) Conclusion : le choc est-il élastique ou inélastique ?

Si on obtient la même valeur le choc est élastique sinon le choc est inélastique. Dans tous les cas l'énergie (Ec+Ep) après le choc est inférieure ou égale à l'énergie avant le choc.

3) Centre d'inertie

a) Représenter sur la feuille la trajectoire du centre d'inertie de l'ensemble composé par les deux mobiles.

On doit obtenir une trajectoire rectiligne

b) Représenter 3 vecteurs vitesses $\overrightarrow{v_G}$ correspondant à la vitesse du centre d'inertie. En déduire la nature du mouvement du centre d'inertie du système.

Si le choc est élastique les vitesses sont constantes

c) Comment varie $\|\overrightarrow{p_G}\|$ la quantité de mouvement du centre d'inertie ?

Elle est constante si le choc est élastique

4) Conclusion

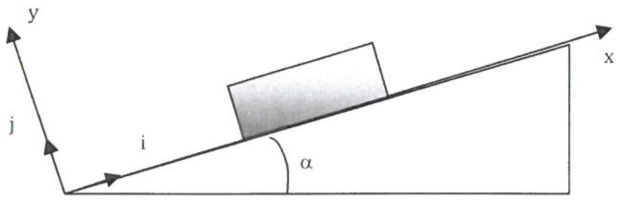
a) Donner les caractéristiques d'un choc élastique en termes de quantité de mouvement, d'énergie cinétique et mouvement du centre d'inertie.

Méca 2 – Etude cinématique et dynamique de mouvements simples avec frottements (2)

3A) Mesure de coefficients de frottements

Etude préliminaire :

Cf TD pour cette partie



1) Après avoir appliqué le principe fondamental de la dynamique, déterminer à quelles conditions le bloc est en équilibre.

2) En déduire une relation entre le coefficient de frottement μ et l'angle à partir duquel le bloc commence à glisser (α_m)

Manipulations :

3) Mesurer l'angle α_m pour les 3 surfaces (acier, laine et mousse)

$\alpha_{acier} < \alpha_{laine} < \alpha_{mousse}$

4) En déduire les valeurs des différents coefficients de frottement (acier/acier, acier/laine, acier/mousse).

$\mu_{acier} < \mu_{laine} < \mu_{mousse}$

5) Nettoyer la surface du rail et celle du bloc à l'aide d'un chiffon et mesurer à nouveau $\mu_{acier/acier}$.

L'angle a diminué de même que μ. Le nettoyage permet au bloc de glisser plus facilement

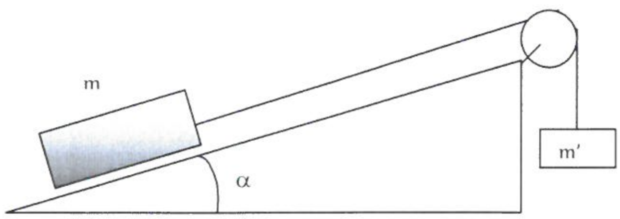
6) D'après vos résultats proposer deux paramètres qui influencent la valeur de μ.

On voit que la nature de la surface ainsi que sa morphologie (rugosité) influencent le coefficient de frottement. Cf cours pour l'origine des forces de frottement.

3B) Mise en mouvement du bloc

Etude préliminaire :

Cf TD pour cette partie



1) Faire le bilan des forces sur le bloc de masse m et la masse de masse m'.

2) Quelle relation existe entre l'accélération verticale de la masse m' et l'accélération x'' du bloc m.

3) Qu'implique le fait que le fil soit inextensible ?

En fait ici il faut prendre l'angle correspondant à la mesure faite à la question 3A

L'application du principe fondamental de la dynamique sur les masse m et m' et la prise en compte des questions 2) et 3), permet d'obtenir la relation suivante (Cf. TD n°2) où x'' est l'accélération du bloc de masse m :

$$(m+m')x'' = g\left(m' - m\sin\alpha - \mu m\cos\alpha\right)$$

4) En déduire l'expression de m' qui permet de mettre en mouvement le bloc de masse m.

Analyses et résultats :

5) Donner la valeur expérimentale de m' qui permet de mettre en mouvement le bloc.

6) Comparer cette valeur à la valeur théorique et commenter l'origine des différences éventuelles entre l'expérience et la théorie.

Normalement cela fonctionne plutôt bien, les valeurs théoriques et expérimentales sont proches

Expérience 2: Chute d'une bille dans de l'huile

On étudie le mouvement de translation d'une bille dans un liquide très visqueux, l'huile.

On lâche la bille sans vitesse initiale dans l'huile contenue dans une grande éprouvette graduée de 500 mL. La chute de la bille a été enregistrée par chronophotographie. La caméra prend 50 images par seconde.

1)- Dans quel référentiel étudie-t-on le mouvement de la bille ?

Le mouvement de la bille est étudié dans le référentiel lié à l'éprouvette/le laboratoire

2)- Décrire le mouvement de la bille dans ce référentiel.

- Le mouvement de la bille est rectiligne.

- Il comporte deux phases.
    - Une première phase ou la vitesse de la bille augmente, le mouvement est accéléré.
    - Une deuxième phase où la bille parcourt des distances égales pendant des durées égales, le mouvement est uniforme

3)- Déterminer la valeur de la vitesse moyenne **v** $_{moy}$ de la bille entre les deux positions extrêmes.

Vitesse moyenne $\mathbf{v}_{moy}$ de la bille entre les deux positions extrêmes.

$$\mathbf{v}_{\text{moy}} = \frac{\text{d}_1}{\Delta \text{t}} \cong \frac{\text{M}_1\text{M}_{22}}{21\ \tau} \cong\ 0.76\ \text{m/s}$$

4)- Déterminer la valeur de la vitesse instantanée aux temps $\mathbf{t}_8$ et temps $\mathbf{t}_{14}$.

$$\mathbf{v}_8 \cong \frac{\text{M}_7\text{M}_9}{2\ \tau} \cong\ 0.75\ \text{m/s}$$

$$\mathbf{v}_{14} \cong \frac{\text{M}_{13}\text{M}_{15}}{2\ \tau} \cong\ 0.90\ \text{m/s}$$

5)- À partir de quelle position peut-on dire que les forces qui agissent sur la bille ont des effets qui se compensent ?

- À partir de la position 12, on peut considérer que le mouvement de la bille est quasiment rectiligne uniforme.
- La réciproque du principe de l'inertie permet d'affirmer que la bille est soumise à des actions mécaniques dont les effets se compensent.

On appelle vitesse limite, la vitesse de la bille à partir de cette position.

6)- Déterminer la valeur **v** $_{lim}$ de cette vitesse limite.

- Première méthode : on calcule la vitesse moyenne entre $\mathbf{t}_{12}$ et $\mathbf{t}_{22}$ {mouvement rectiligne uniforme : $\mathbf{v}_{moy}$ = v (t)}

$$\mathbf{v}_{\text{lim}} \cong \mathbf{v}_{\text{moy}} \cong \frac{\text{M}_{12}\text{M}_{22}}{10\ \tau} \cong\ 0.93\ \text{m/s}$$

- Deuxième méthode : on calcule la vitesse instantanée :

$$\mathbf{v}_{\text{lim}} \cong \mathbf{v}_{18} \cong \frac{\text{M}_{17}\text{M}_{19}}{2\ \tau} \cong\ 0.93\ \text{m/s}$$