



Institut Préparatoire aux
Etudes d'Ingénieurs de Sfax



MP 1

A.U : 2024-2025

Durée : 1 heure et demi

Devoir Surveillé n°1

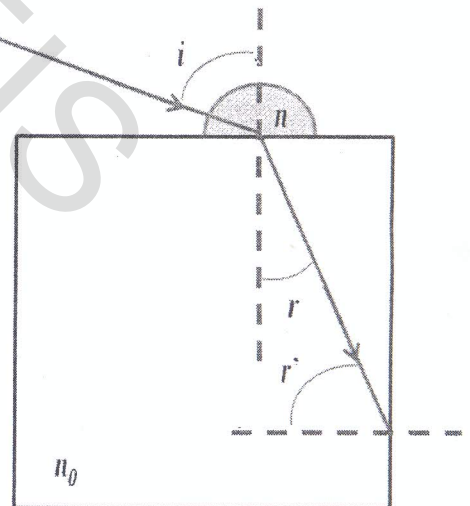
Epreuve de Physique

- L'usage des calculatrices est autorisé.
- Les résultats littéraux devront être encadrés.
- Toute application numérique ne comportant pas d'unité sera considérée comme fausse.
- Les résultats littéraux non homogènes entraîneront la perte de tous les points de la question.



Exercice n°1 : (Réfractomètre de Pulfrich)

Le réfractomètre de Pulfrich est un dispositif optique qui permet de mesurer l'indice de réfraction n d'un liquide. Ce réfractomètre de précision, conçu en 1888 par Carl Pulfrich, est composé d'un cube de verre, d'indice de réfraction n_0 connu, sur lequel on dépose une goutte (supposée hémisphérique) du liquide d'indice n à déterminer. Lorsque de la lumière issue de la goutte liquide pénètre dans le bloc par la face horizontale, l'observation des rayons émergeant du cube (sous certaines conditions à étudier) permet d'accéder à l'indice n cherché.



- 1) Rappeler les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et pour la réfraction.
- 2) Exprimer l'angle r en fonction de n , n_0 et i .
- 3) Quelle relation (simple) existe entre r et r' ?
- 4) Déterminer l'angle r'_{lim} limite de réflexion totale en sortie du cube.
- 5) Donner l'inégalité que doit vérifier r' , en fonction de n_0 , pour qu'un rayon puisse sortir du cube. En déduire l'inégalité que doit vérifier r , pour qu'un rayon puisse sortir du cube.

- 6) En déduire qu'un rayon peut sortir du cube à condition que $\sin(r) > \sqrt{1 - \frac{1}{n_0^2}}$
- 7) En déduire qu'un rayon peut sortir du réfractomètre à condition que l'angle d'incidence i soit supérieur à une valeur minimale i_m définie par :
- $$\sin(i_m) = \frac{1}{n} \sqrt{n_0^2 - 1}$$
- 8) Comment pourrait-on procéder expérimentalement pour mesurer n ?

Exercice n° 2 : (Microscope optique)

Un microscope optique est composé de deux lentilles convergentes L_1 (objectif) et L_2 (oculaire). L'objectif, assimilé à une lentille mince de centre O_1 et de distance focale f_1 , donne d'un objet réel situé en avant de son foyer objet F_1 , très proche de celui-ci, une image réelle A_1B_1 . Cette image est ensuite agrandie par l'oculaire, assimilé à une lentille mince de centre O_2 , jouant le rôle d'une loupe de distance focale f_2 . Si A_1B_1 est située dans le plan focal objet de l'oculaire, l'image définitive $A'B'$ est rejetée à l'infini permettant à l'œil de l'observer sans nécessité d'accommodation.

Soient les distances focales des deux lentilles $f_1 = 5 \text{ mm}$, $f_2 = 20 \text{ mm}$, et d la distance réglable F_1F_2 (intervalle optique). L'observateur met au point le microscope de façon à observer l'image définitive à l'infini.

- 1) Faire une figure sur laquelle on mettra en évidence les positions et les directions de A_1B_1 et $A'B'$. Noter l'angle α' sous lequel l'observateur voit l'image définitive.
- 2) Calculer la distance d si l'objet est placé à 0,514 cm devant l'objectif.
- 3) Tracer, à une échelle à indiquer, le chemin optique et l'image intermédiaire. Indiquer ensuite la position de l'image définitive.

On définit la puissance intrinsèque du microscope le rapport de l'angle α' à la taille de l'objet AB , $P = \frac{\alpha'}{AB}$.

- 4) Calculer la puissance P du microscope, quelle est l'unité à attribuer à cette grandeur.

- 5) Démontrez, puis vérifiez numériquement, que cette puissance P peut être exprimée sous la forme suivante. : $P = \frac{d}{f_1' f_2'}$.

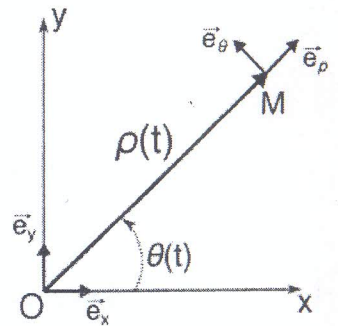
Exercice n° 3 : (Cinématique du point)

On considère un point matériel M, décrivant une spirale dans le plan (xOy) dont les équations paramétriques sont :

$$\begin{cases} x = b\theta \cos(\theta) \\ y = b\theta \sin(\theta) \end{cases}$$

Avec b une constante, l'angle θ comme repéré sur le schéma.

On notera $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ qui sera une constante positive. A l'origine du temps $t = 0$, nous avons $\theta(0) = 0$.



$(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y)$ et ainsi que $(O, \vec{e}_\rho, \vec{e}_\theta)$, constituent des repères d'observation, pour le référentiel $R (O, (\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z))$ dans lequel est étudié le mouvement.

1) Déterminer, dans le repère $(O, \vec{e}_\rho, \vec{e}_\theta)$, les expressions :

- du vecteur position $\overrightarrow{OM}$,
- du vecteur vitesse $\vec{V}(M)$,
- du vecteur accélération $\vec{a}(M)$.

2) En déduire l'expression de la norme du vecteur vitesse, notée $||\vec{V}(M)||$.

3) Tracer l'allure en prenant des valeurs remarquables de θ puis représenter les vecteurs de la base de Frenet $(\vec{e}_T, \vec{e}_N)$ sur ce schéma.

4) Trouver les vecteurs $\vec{e}_T$ et $\vec{e}_N$ et vérifier que $\vec{e}_z$ est le vecteur unitaire de la binormale.

5) Etablir les expressions des composantes tangentielle (a_T) puis normale (a_N) de l'accélération $\vec{a}(M)$ de deux manières différentes.

6) En déduire l'expression du rayon de courbure R de la trajectoire à n'importe quel instant t .