

Devoir Surveillé de Physique n°1



– L'usage des calculatrices est autorisé.

– Les résultats littéraux devront être encadrés.

– Toute application numérique ne comportant pas d'unité sera considérée comme fausse.

N. B. : Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction.



Exercice 1 :

- 1) On considère un objet A placé à une distance $\overline{S_1A}$ d'une lame à faces parallèles d'épaisseur $e = \overline{S_1S_2}$ d'indice n ($n > 1$) plongée dans l'air supposé d'indice égal à 1, voir figure 1.

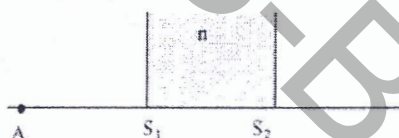


Figure 1

- Déterminer l'expression de la distance séparant A de A' image de A à travers la lame à face parallèle en fonction de n et e .
 - Tracer la marche d'un rayon lumineux faiblement incliné d'un angle α par rapport à l'axe optique. Dédire graphiquement que le rayon émergent sera parallèle au rayon incident et qu'il subit un décalage d que l'on calculera.
- 2) On métallise la seconde face de la lame, voir figure 2.

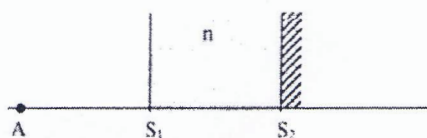
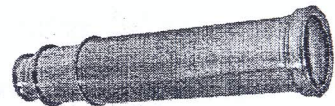


Figure 2

- Trouver la nouvelle image A'' de A à travers ce système optique (pour cela, on déterminera les images successives de A par le dioptré, le miroir et le dioptré).
- Tracer la marche d'un rayon lumineux faiblement incliné par rapport à l'axe optique.
- Déterminer la position du miroir M' , équivalent au système précédent, A et A'' occupant les mêmes positions.

Exercice 2 :

La lunette de Galilée est un télescope réfracteur qui utilise des lentilles pour collecter la lumière et agrandir les objets observés. Elle a été développée par l'astronome italien Galilée au début du XVII^e siècle. La lunette est formée d'une lentille (objectif) L_1 de centre O_1 et de distance focale $f'_1 = 20$ cm, et d'une seconde lentille (oculaire) divergente L , de centre O et de distance focale f' . Les foyers image de L_1 et objet de L se coïncident sur l'axe optique et que la distance O_1O vaut 15 cm.



- Définir un système optique afocal puis déterminer la distance focale f' de la lentille divergente L . Faire un schéma du dispositif de Galilée.
- On pointe un objet AB de hauteur 2 cm à 30 cm devant l'objectif (utilisation en viseur).
 - Construire $A'B'$, image à travers la lunette de Galilée, de AB selon une échelle à choisir. Est-elle réelle ou virtuelle ?
 - Calculer la position OA' et la taille $A'B'$ de l'image.
 - Calculer le grandissement γ de cet instrument. Dépend-il de la position de AB ?
 - Ecrire ce grandissement γ en fonction des distances focales de deux lentilles.

Exercice 3 :

Considérons un corps céleste, assimilé à un point matériel M de masse m , initialement intercepté à l'origine O d'un référentiel galiléen $\mathcal{R}(O, x, y, z)$, qui se balade dans son galaxie selon une trajectoire située dans le plan polaire de façon à ce qu'il s'échappe de l'origine O de manière exponentielle :

$OM = r = b(e^\theta - 1)$; b est homogène à une longueur et $\theta = \theta(t) = (\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM})$: l'évolution angulaire du vecteur position par rapport à l'axe (Ox) .

On attribue à ce plan la base polaire $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta)$, par la suite toutes les grandeurs vectorielles seront exprimées dans cette base.



- 1) Tracer l'allure de cette trajectoire en prenant des valeurs remarquables de θ ($0, \pi/4, \pi/2, 3\pi/4, \pi, \dots$).
- 2) Déterminer la vitesse du mobile M dans le référentiel $\mathcal{R}$. En déduire le module de la vitesse en fonction r , b et $\dot{\theta}$.
- 3) Déterminer le vecteur unitaire de la tangente à la trajectoire.

On remarque que lorsque θ évolue la position $OM=r \gg b$ d'où l'approximation $r = b e^{\theta}$.

Dans ce cas :

- 4) Recalculer le vecteur vitesse. En déduire le vecteur unitaire tangent à la trajectoire.
- 5) Déterminer l'accélération de M puis ses composantes tangentielle et normale.
- 6) Que sera le rayon de courbure.
- 7) Dans le cas où les accélérations radiale a_r et orthoradiale a_θ vérifient à chaque instant la relation:
 $a_\theta = 2a_r$, établir une relation entre θ et ses dérivées.
- 8) Résoudre cette équation en posant $u = \dot{\theta}$ sachant qu'à $t=0$, $u(0) = \omega_0 = \text{constante}$.
- 9) Exprimer la loi horaire $\theta(t)$, on prend $\theta(0) = 0$. Donner ensuite l'expression de $r(t)$.

