

Tous les exercices sont indépendants et peuvent être traités dans l'ordre choisi par le candidat. **Cependant, aborder chaque exercice sur des feuilles séparées.**

La plus grande importance sera donnée à la qualité de la présentation et à la précision de l'argumentation des réponses.

Toute égalité non homogène ou résultat numérique sans unité sera pénalisé.

Les résultats seront mis en valeur (encadrés, soulignés ...).

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

BON COURAGE !

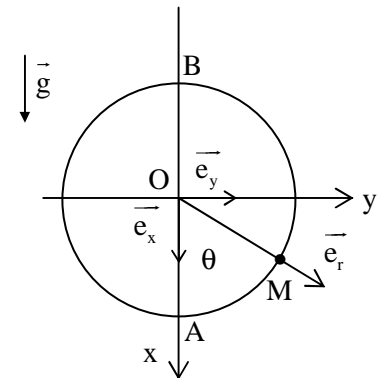
-----l'usage de la calculatrice n'est pas autorisé-----

PHYSIQUE : Mécanique I (durée conseillée : 1h)

Etude énergétique du mouvement d'un anneau

Un anneau M est enfilé sur un cerceau circulaire de centre O et de rayon $R=OA=OB$ contenu dans le plan vertical (Ox,Oy) du référentiel terrestre $R(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ considéré galiléen. L'axe Ox est vertical descendant. On note $\theta = (\vec{e}_x, \overline{OM})$.

Le mouvement de M sur le cerceau est sans frottement.



1) Donner l'expression de E_p , énergie potentielle de M dans R.

On choisit nulle l'énergie potentielle au point A et on exprimera E_p **en fonction de x puis en fonction de θ .**

2) Donner l'expression de E_m , énergie mécanique de M dans R en fonction de θ **(et de sa dérivée).**

Montrer que cette énergie est conservée au cours du mouvement.

3) Déterminer les positions d'équilibre de M et préciser leur stabilité (on justifiera sa réponse à l'aide de l'énergie potentielle).

4) Tracer la courbe E_p en fonction de l'angle θ variant de $-\pi$ à 3π .

5) On lance M de A avec une vitesse initiale $\vec{v}_0 = v_0 \vec{e}_y$ avec $v_0 > 0$.

a) En utilisant la courbe précédente, caractériser le mouvement de M selon la valeur de v_0 (On présentera deux cas en précisant à chaque fois le domaine spatial et la nature de l'état de M).

b) On se place dans le cas où $v_0 = \sqrt{R \cdot g}$.

Représenter sur le même graphique les courbes E_p , E_c et E_m en fonction de θ .

Justifier le tracé de vos courbes.

c) On se place dans le cas où $v_0 = 3\sqrt{R \cdot g}$.

Représenter sur le même graphique les courbes E_p , E_c et E_m en fonction de θ .

Justifier le tracé de vos courbes.

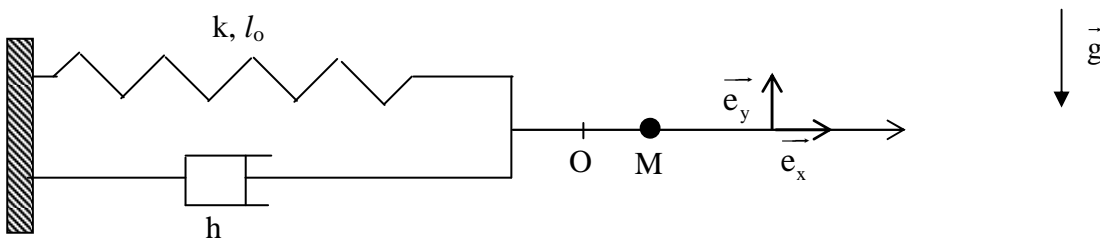
PHYSIQUE : Mécanique II (durée conseillée : 1h)

Oscillateur harmonique amorti

On considère le dispositif mécanique suivant, placé dans le référentiel du laboratoire R , supposé galiléen. Il est constitué d'une bille M , supposée ponctuelle, de masse m qui glisse sans frottement (solide) sur un axe horizontal Ox . Elle est reliée :

- à un ressort, de raideur k et de longueur à vide l_0 , maintenu fixé à une de ses extrémités à un mur vertical.
- à un dispositif "amortisseur" fixé au même mur, qui soumet la bille à une force de frottement de type fluide $\vec{f} = -h \cdot \vec{v}$ ($h =$ constante positive)

On note O la position de la bille quand le ressort est à sa longueur à vide, et en prenant O comme origine, on repère la position de M par $x = \overline{OM}$.



1) Faire un bilan des forces appliquées à M (les représenter sur un schéma) et justifier que le système n'est pas conservatif. On donnera l'expression générale des énergies potentielles des forces conservatives (la démonstration n'est pas exigée).

2) Montrer que la variation d'énergie mécanique de M dans R s'écrit sous la forme $dE_m = -h \cdot v^2 \cdot dt$. Commenter le signe de cette variation.

3) Etablir l'équation différentielle vérifiée par x et mettre cette équation sous la forme canonique suivante:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \cdot \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 \cdot x = 0$$

Exprimer ω_0 et Q en fonction des données de l'énoncé (k, m, h). Donner leur **dimension** (L, M, T).

4) On se place dans le cas du régime pseudo-périodique.

a) Donner la condition sur Q pour être dans un tel régime (justifier votre réponse).

b) Montrer que la pseudo-pulsation est égale à $\omega = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$

c) Déterminer $x(t)$ en fonction de ω_0 , ω et Q sachant qu'à $t = 0$, la bille est abandonnée du point A d'abscisse x_0 sans vitesse initiale. On explicitera clairement les constantes d'intégration.

d) Tracer l'**allure** de $x(t)$.

PHYSIQUE : Optique (durée conseillée : 1h)

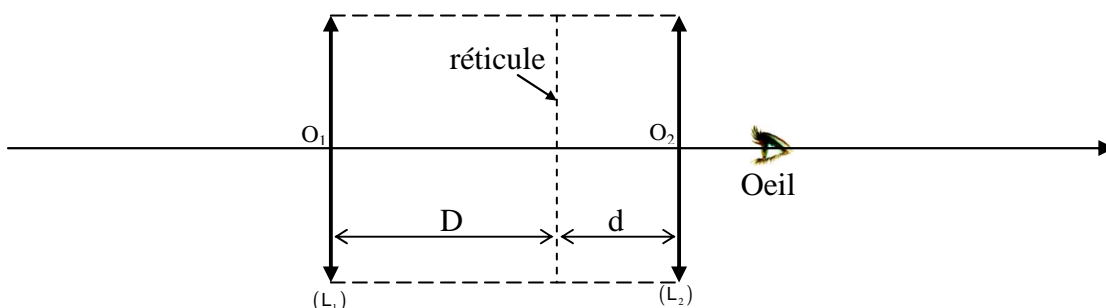
1) On considère une lentille **mince** de centre O dans l'**approximation de Gauss**.

1-1) Préciser la signification des termes en gras.

1-2) Rappeler la formule de conjugaison de Descartes pour une lentille mince de distance focale image f' , donnant la position de l'image $\overline{OA'}$ en fonction de celle de l'objet \overline{OA} (A point de l'axe optique).

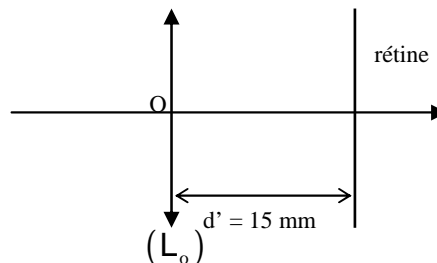
2) Un viseur à frontale fixe est constitué :

- d'un objectif, constitué d'une lentille mince (L_1) convergente de centre O_1 et de distance focale image $f'_1 = 7,0$ cm,
- d'un réticule situé à une distance $D = 14$ cm de l'objectif,
- d'un oculaire constitué d'une lentille mince (L_2) convergente de centre O_2 et de distance focale image $f'_2 = 3,0$ cm situé à la distance d du réticule.



2-1) Un œil « normal » voit sans accommodation à l'infini. En déduire la distance d pour que l'œil puisse voir le réticule sans accommoder (On donnera l'expression littérale et on fera l'application numérique).

2-2) Un œil myope est modélisable par une lentille (L_o) convergente dont le centre optique O est placé à $d' = 15$ mm de la rétine, modélisée par un écran. Sa faculté d'accommodation lui permet d'adapter sa focale : il obtient une image nette lorsque l'objet est situé à une distance comprise entre $\delta_1 = 12$ cm (punctum proximum) et $\delta_2 = 1,2$ m (punctum remotum) de (L_o).



Modélisation de l'œil

2-2-1) Quelle doit être la valeur de la focale image f'_o de (L_o) pour obtenir une image nette sur la rétine d'un objet situé soit au punctum proximum soit au punctum remotum ? (On donnera seulement l'expression littérale).

2-2-2) Déterminer graphiquement (on justifiera sa démarche) les positions des foyers objet F_o et image F'_o de la lentille sur la **FIGURE 1** donnée en **annexe (page 7)** et à rendre avec la copie.

2-3) On accole l'œil myope à l'oculaire. On admettra qu'il accommode à son punctum remotum. En déduire la nouvelle distance d entre le réticule et l'oculaire pour que l'œil voie le réticule. (On donnera seulement l'expression littérale).

2-4) On cherche à voir simultanément l'objet visé et le réticule.

2-4-1) Où doit-on placer un objet pour le voir à travers le viseur ? (On donnera l'expression littérale et on fera l'application numérique).

2-4-2) Cette position dépend-elle de la nature de l'œil (« normal » ou myope) ?

2-4-3) A l'aide du tracé d'au moins deux rayons lumineux, dans la situation où l'œil « normal » n'accommode pas, faire la construction de l'objet AB (A sur l'axe optique) et de son image intermédiaire A_1B_1 par l'objectif sur la **FIGURE 2** donnée en annexe et à rendre avec la copie.

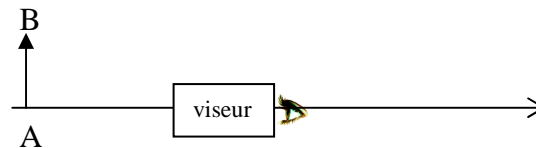
2-4-4) Justifier le nom « viseur à frontale fixe ».

3) Le viseur est utilisé pour mesurer la distance focale d'une lentille (L) de focale image f' inconnue.

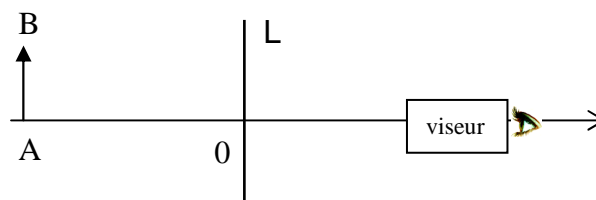
La première étape est la visée de l'objet AB.

On place ensuite la lentille inconnue après l'objet et on vise le centre O de la lentille. Pour cela, on doit reculer le viseur de $x_1 = 20$ cm.

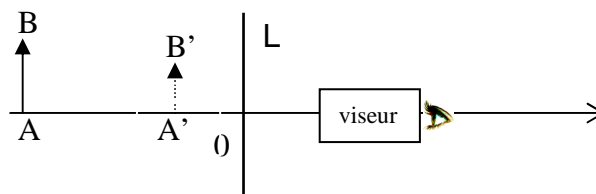
Enfin, on vise l'image $A'B'$ à travers la lentille. Pour cela, on avance le viseur de $x_2 = 10$ cm (voir figures ci-dessus).



Visée de l'objet



Visée de la lentille



Visée de l'image

3-1) Préciser les valeurs algébriques de \overline{OA} et $\overline{OA'}$.

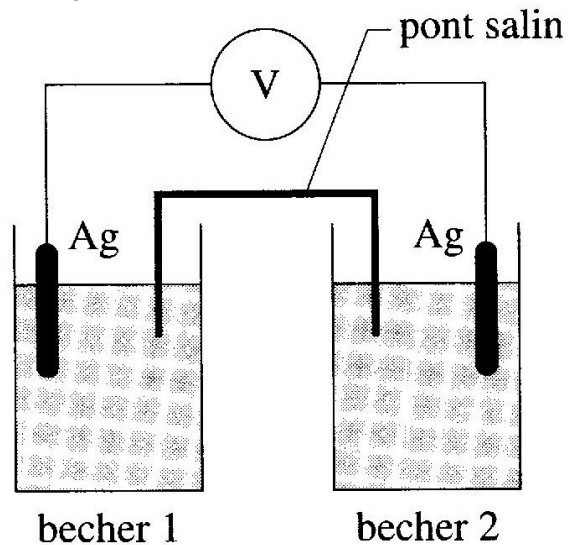
3-2) En déduire la distance focale image f' de la lentille. (On donnera l'expression littérale et on fera l'application numérique).

Préciser sa nature (divergente ou convergente).

CHIMIE : Détermination d'un produit de solubilité (durée conseillée : 40min)

La pile ci-dessous comporte deux électrodes d'argent connectées à un millivoltmètre plongeant dans deux béchers reliés par un pont salin (gel de nitrate d'ammonium : NO_3^- , NH_4^+).

- Dans le bécher 1, on introduit 25 mL de chlorure de potassium (Cl^- , K^+) de concentration $C = 5,0 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$ et une goutte de solution très diluée de nitrate d'argent (NO_3^- , Ag^+) : on observe un léger trouble blanchâtre.
- Dans le bécher 2, on introduit 25 mL de nitrate d'argent de concentration $C = 5,0 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$.



La tension lue sur le millivoltmètre est $U=300mV$ et la température des solutions est $25^\circ C$.

- 1) Quel est le rôle du pont salin ?
- 2) Exprimer les potentiels redox des deux demi-piles (on fera apparaître les concentrations des espèces majoritaires présentes dans chaque bécher).
- 3) Déterminer la polarité de la pile (On justifiera sa réponse).
- 4) Donner l'expression littérale de la force électromotrice de la pile en fonction des concentrations des espèces majoritaires présentes dans chaque bécher et du produit de solubilité du chlorure d'argent.
- 5) En déduire l'expression du produit de solubilité K_s du chlorure d'argent en fonction de la concentration C et de la tension U . Faire l'application numérique.
- 6) Exprimer le potentiel $E^0(AgCl/Ag)$ en fonction du potentiel $E^0(Ag^+/Ag)$ et du produit de solubilité K_s . Faire l'application numérique.
- 7) Quel est l'effet de la précipitation sur le pouvoir oxydant des ions argent ?

Données :

$$E^0(Ag^+/Ag) = 0,80V$$

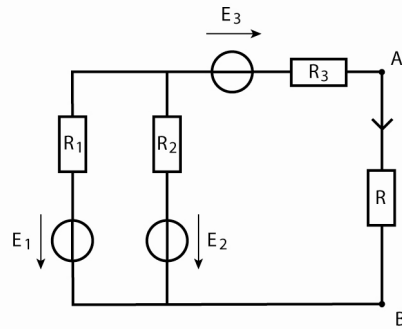
$AgCl(s)$: précipité blanc, produit de solubilité K_s .

$$\frac{RT}{F} \cdot \ln 10 = 0,06 V \quad \text{à } T = 298 K$$

$$0,06 \cdot \log(2,5 \times 10^{-10}) = -0,58$$

PHYSIQUE : Electrocinétique (durée conseillée : 20 min)

$$\begin{aligned} R_1 &= R_2 = r \\ E_1 &= E_2 = e \\ R_3 &= 2r \\ E_3 &= 2e \end{aligned}$$



1) En utilisant les équivalences entre les modèles de Thévenin et de Norton, donner le schéma de Thévenin équivalent au dipôle AB (**qui ne comprend pas le résistor R**). On donnera ses caractéristiques en fonction de e et r .

2) Déterminer alors le courant I traversant le résistor R en fonction de R , r et e .

----- FIN DU SUJET -----

FIGURE 1 :

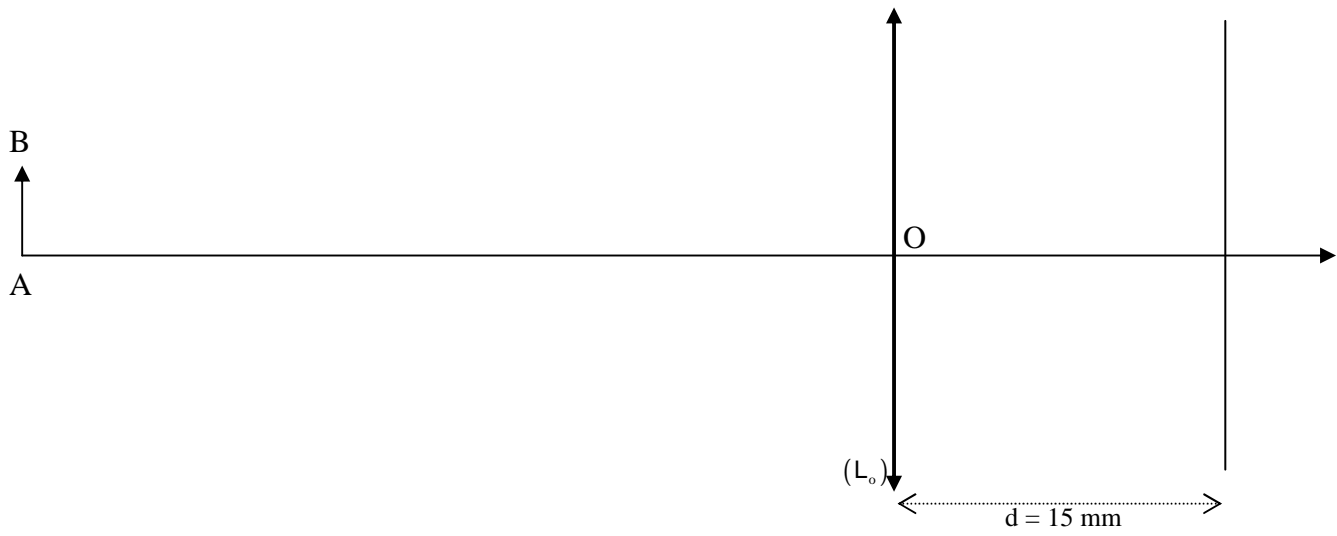


FIGURE 2 :

