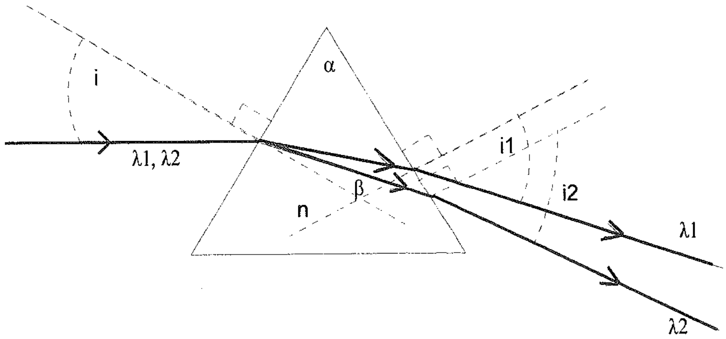
EPREUVE DE PHYSIQUE **avec calculatrice** (2h) de JUIN 2009 (3 exercices à traiter dans un ordre quelconque) .

A)Etude d'un prisme

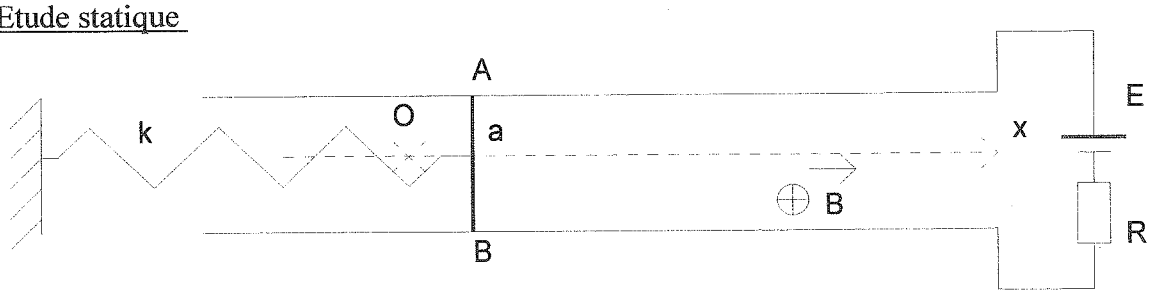


Un prisme possède un indice optique n (λ) qui dépend de la longueur d'onde λ selon la loi : $n(\lambda) = A + B/\lambda^2$ avec
A = 1,520 et B = 1,700 .10^4 nm^2 .
Ce prisme , d'angle au sommet α = 60° , est éclairé par un faisceau lumineux bichromatique : λ_1 = 750 nm et λ_2 = 400 nm .

1)Déterminer $n(\lambda_1)$ et $n(\lambda_2)$ avec la précision appropriée .
2)L'angle d'incidence i est égal à 40°. Calculer les angles i1 et i2 (cf schéma) caractérisant l'orientation des deux rayons à la sortie du prisme après double réfraction .
On donne l'angle β noté sur le schéma égal à 180°-α = 120° et on rappelle que la somme des angles dans un triangle est égale à 180°. L'indice de l'air sera pris égal à 1 .
3)Citer le nom du phénomène responsable de l'élargissement du faisceau polychromatique .
Préciser la couleur des deux longueurs d'onde λ_1 et λ_2 .
4)Si l'angle d'incidence i est trop petit , le rayon entrant dans le prisme ne peut pas émerger après double réfraction . Justifier et calculer l'angle limite d'incidence : $i_{lim}(\lambda_1)$, $i_{lim}(\lambda_2)$ permettant l'émergence du rayon pour la longueur d'onde λ_1 puis λ_2 .

B)Une tige AB , horizontale , de masse m , de longueur a , peut glisser sans frottement sur deux rails horizontaux . La tige AB est liée à un ressort de constante de raideur k . L'origine O de l'axe des x correspond à un allongement nul du ressort .

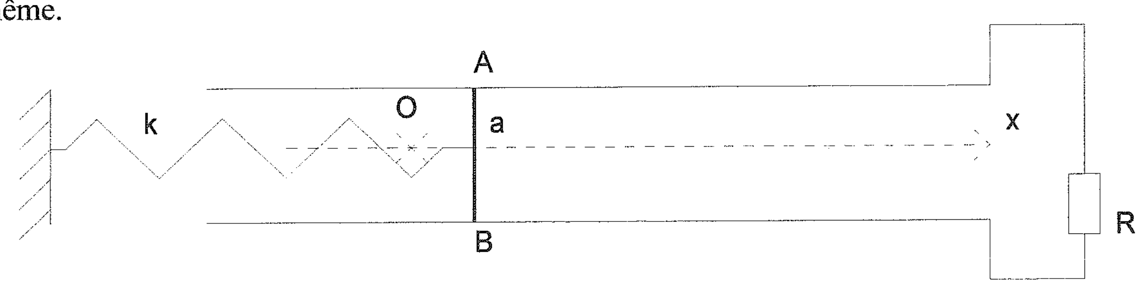
1)Etude statique



La tige AB métallique permet de fermer le circuit électrique constitué d'une résistance R et d'un générateur de force électromotrice E (les résistances de la tige et des rails sont négligeables par rapport à R) . La tige , au repos , est placée dans un champ magnétique vertical $\vec{B}$.
La force de Laplace , liée à la présence du champ magnétique , qui s'exerce sur la tige AB s'écrit $\vec{F} = a\, i_{AB}\, B\, \vec{u_x}$.
a)Exprimer i_{AB} : courant traversant la tige AB et orienté de A vers B , en fonction de E et R .
b)Définir toutes les autres forces s'exerçant sur la tige AB .
c)Déterminer l'allongement du ressort x en fonction de E , R , B , a et k .

2)Etude dynamique sans champ magnétique .

Dans cette partie le générateur (E) est enlevé , le circuit (tige AB , rails , R) est fermé sur lui-même.



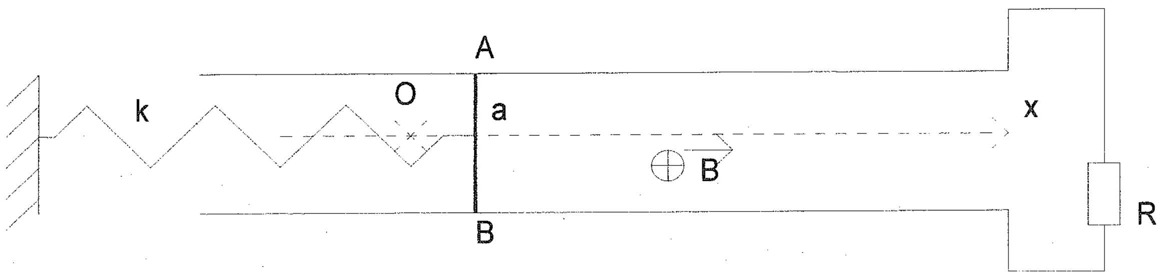
En absence de champ magnétique , on lâche la tige AB sans vitesse initiale depuis une position x(t=0)= x_1 .

a)Déterminer l'équation du mouvement ultérieur de la tige .

b)Montrer que la solution peut s'écrire $x(t)= x_m \cos(2\pi t/T +\varphi)$.

c)Déterminer T , x_m et φ .

3)Etude dynamique avec champ magnétique .



En présence du champ magnétique (cf 1)) et avec les mêmes conditions de lancement que précédemment , il existe un courant i_{AB} , variable dans le temps , lors du mouvement de la tige . La présence de ce courant sera admise sans justification .

a)Déterminer l'équation mécanique du mouvement de la tige en appliquant la deuxième loi de Newton à la tige AB. On fera apparaître dans cette équation le courant i_{AB} (équation 1) .

b)Exprimer l'énergie potentielle élastique (E_p) , l'énergie cinétique (E_c) puis l'énergie mécanique totale (E_m) de la tige .

c)Exprimer la puissance dissipée par effet Joule dans le circuit .

d)Sachant que la puissance mécanique perdue : $\frac{-dEm}{dt}$ est dissipée par effet Joule dans le circuit , écrire la relation reliant x , dx/dt =v et i_{AB} (équation 2)

e)En utilisant les équations 1et 2 , exprimer simplement i_{AB} en fonction de v , B a et R .

f)En utilisant l'expression de i_{AB} précédente , réécrire l'équation mécanique de la tige (équation 1') reliant x , dx/dt et d^2x/dt^2 .

Préciser la nature du mouvement si le champ magnétique est très faible et si le champ magnétique est très intense .

C)Puissance solaire rayonnée et puissance reçue. (Dans cet exercice beaucoup de questions sont indépendantes , on utilisera les constantes données à la fin de l'exercice).

Le rayonnement solaire met en moyenne 500s à nous parvenir . Avant d'entrer dans l'atmosphère terrestre , la puissance moyenne de ce rayonnement par unité de surface perpendiculaire à la direction Soleil-Terre est $\Phi_S = 1370$ W m^{-2}.

1)Au cours de l'année , la valeur de Φ_S varie de ± 3 % . Quelle est la cause de cette légère variation ?

2)Déterminer la distance r moyenne Terre -Soleil .

3)En utilisant la troisième loi de Képler , déterminer la masse M_S du soleil .

4)Montrer par calcul que la puissance rayonnée par le Soleil vaut $P_S = 3{,}9\ 10^{26}$ W .

5)Préciser le phénomène à l'origine de l'énergie solaire ?

6)Calculer la perte de masse subie par notre étoile à chaque seconde .

7)L'âge du Soleil est évalué à 4,5 milliards d'années . Quelle fraction de sa masse a-t-il perdue depuis qu'il rayonne si l'on suppose que la puissance produite est restée constante ?

8)Déterminer la valeur de l'énergie solaire reçue annuellement sur Terre sachant que le rayon terrestre est égal à 6400 km . Chaque humain consomme en moyenne 1000 W . L'énergie solaire pourra-t-elle , une fois maîtrisée , subvenir aux besoins de l'humanité après l'épuisement des énergies fossiles ? (Rappel : la surface d'un disque de rayon r est égale à πr^2 et la surface d'une sphère de rayon r est égale à $4\pi r^2$)

Constantes

-célérité de la vitesse dans le vide : $c = 3\ 10^8$ m.s^{-1} ;

-constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67\ 10^{-11}$ N.m^2.kg^{-2} .