Institut Préparatoire aux Etudes d'Ingénieurs de Sfax		MP 1 A.U : 2018-2019 Durée : 1 h30

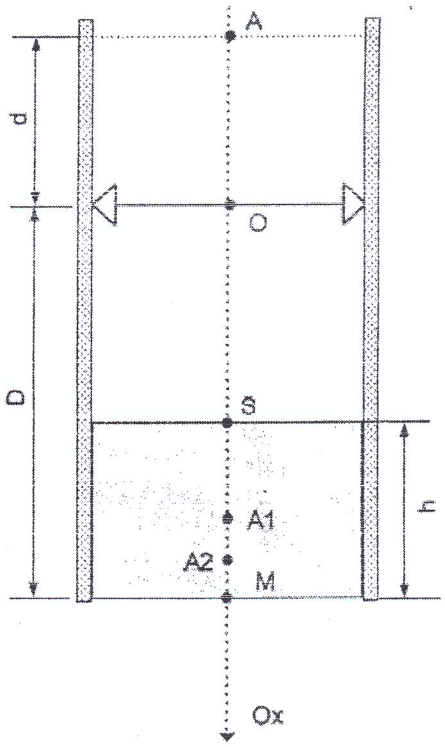
Devoir de Contrôle 1^er Semestre
Physique

Mercredi 31 Octobre 2018

- Les résultats littéraux devront être encadrés.
- Les calculatrices sont autorisées.

Exercice 1 (Otique Géométrique):

On considère le système optique représenté sur la Figure ci-contre. Ce système est constitué d'une lentille mince convergente de distance focale image f' suivie d'une plaque transparente en verre d'épaisseur h et d'indice n. L'extrémité inférieure de la plaque est placée à une distance D de la lentille. On se place dans les conditions du stigmatisme approché.



Un objet A est placé à une distance d du centre O de la lentille. On notera A_1 son image à travers la lentille seule.

1) On note $x_1 = \overline{OA_1}$, exprimer x_1 en fonction de d et f'.

On place A de telle sorte que A_1 se forme dans la plaque en verre (voir Figure). La première face du verre constitue un dioptre plan séparant l'air (n_{air}=1) du verre d'indice n. On désigne alors par A_2 l'image de A_1 à travers ce dioptre plan.

2) Exprimer $\overline{SA_2}$ en fonction de $\overline{SA_1}$. En déduire $\overline{OA_2}$ en fonction de D, h, n et x_1.

On règle maintenant la position de A de telle sorte que A_2 se forme au point M de la face inférieure de la plaque, à une distance D de O (voir Figure).

3) Déterminer l'indice n en fonction de x_1, h et D.

L'objet observé est en fait étendu et de taille AB de 1 cm, placé perpendiculairement à l'axe optique. L'objet étant réglé comme précédemment, son image A_2B_2 se forme donc au niveau de la face inférieure passant par M.

4) Sachant que h= d = 3cm, D= 7cm et n=3/2, calculer :
   a. La position de A_1B_1 par rapport à S ainsi que sa nature.
   b. La distance focale f' de la lentille.

5) On notera qu'un dioptre plan conserve la taille des objets. Représenter à l'échelle la construction des rayons optiques correspondants à l'image A_2B_2 associée à l'objet AB à travers ce système optique.

Exercice 2 (Cinématique):

Soit $\Re(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ un repère orthonormé direct. Considérons un point matériel M qui décrit, dans le plan (O, x, y) de base polaire $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_\theta)$, un mouvement selon la trajectoire d' équation :

$$\rho = \frac{1}{2}\rho_0 (1 + cos\theta).$$

Où ρ_0 est une longueur donnée positive et $0 \leq \theta \leq \pi$.

1) En prenant quelques valeurs remarquables de θ, tracer l'allure de cette trajectoire.
2) On s'intéresse en premier lieu au calcul du vecteur vitesse $\vec{V}(M)$ du point mobile M.
   a) Démontrer que la vitesse de M dans $\Re$ peut s'écrire sous la forme :
   $$\vec{V}(M) = \rho_0\dot{\theta}cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\left[-sin\left(\frac{\theta}{2}\right)\vec{e}_\rho + cos\left(\frac{\theta}{2}\right)\vec{e}_\theta\right].$$
   b) Déterminer V le module du vecteur vitesse $\vec{V}(M)$.
   c) Montrer que l'angle $(\vec{e}_\theta, \vec{V})$ est égal à $\theta/2$.
   d) Représenter graphiquement le vecteur $\vec{V}$(M) au point M_1 telle que $\theta_1 = \frac{\pi}{4}$.
3) On s'intéresse maintenant au calcul du vecteur accélération $\vec{a}$(M) dans la base $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_\theta)$.
   a) Déterminer le vecteur $\vec{a}(M)$. Déduire sa norme.
   b) Déterminer la composante de l'accélération tangentielle à la trajectoire.
   c) Déduire la composante de l'accélération normale à la trajectoire.
4) Déterminer l'expression de l'abscisse curviligne s(θ) du point M comptée à partir du point correspondant à θ= 0. On donne s(θ= 0)= 0. En déduire la longueur totale de la trajectoire considérée.

Exercice3 (Dynamique Galiléenne):

On étudie le mouvement d'un skieur descendant une piste faisant un angle α constant avec l'horizontale. L'air exerce une force de frottement supposée de la forme $\vec{F} = -\lambda\vec{V}$, où λ est un coefficient de frottement visqueux constant positif et $\vec{v}$ la vitesse du skieur.

En plus, le skieur glisse <u>avec</u> frottement solide sur la piste. Ce contact engendre une réaction de composantes tangentielle et normale R_T et R_N . Soit μ le coefficient de frottement solide définit par : $\mu = \frac{R_T}{R_N}$.

À l'instant initial, le skieur prend départ d'une position choisie comme origine de l'axe Ox avec une vitesse V_0 négligeable. On note Oy la normale à la piste dirigée vers le haut.

1) Identifier toutes les forces qui agissent sur le skieur puis appliquer le principe fondamental de la dynamique.
2) Déterminer les composantes de la réaction R_T et R_N .
3) Déterminer l'équation différentielle qui caractérise le mouvement du skieur. Déduire les lois horaires de la vitesse V(t) et de la position x(t) du skieur.
4) Montrer que le skieur atteint une vitesse limite V_l que l'on calculera. On donne : λ = 1 (S.I.), μ = 0,9 , g = 10 m/s^2 , m = 80 kg et α = 45°.
5) Calculer littéralement et numériquement la date t_1 où le skieur aura une vitesse égale à $V_l/2$.
6) A la date t_1, le skieur tombe. On néglige alors la résistance de l'air, et on considère que le coefficient de frottement sur la piste μ est multiplié par 10. Quelle est la nature de ce mouvement. Calculer la distance parcourue par le skieur avant de s'arrêter.