BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

GÉOMÈTRE TOPOGRAPHE

SESSION 2010

SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 h **Coefficient : 2**

– SUJET –

Dès la remise du sujet, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet comporte 3 exercices indépendants.

Il sera tenu compte de la présentation.

Les résultats seront donnés avec un nombre raisonnable de chiffres significatifs.

CALCULATRICE AUTORISÉE

Calculatrice conformément à la circulaire n°99-186 du 16/11/1999

Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à l'écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimantes.

Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre. Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.

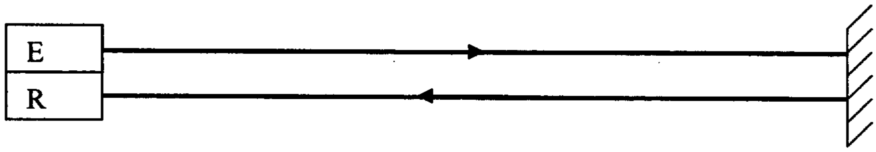
EXERCICE I : TELEMETRE LASER (9 points)

Ce télémètre est composé de deux systèmes ;
- Un système infrarouge, composé d'un émetteur et d'un récepteur laser.
- Un système optique qui peut être modélisé par une lunette de visée terrestre.

On se propose d'étudier indépendamment les deux composantes du télémètre.

I. Système infrarouge

E : diode laser émettrice
R : diode laser réceptrice



Données : vitesse de la lumière $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ m.s^{-1}$

L'émetteur envoie une impulsion laser vers un miroir plan. Cette impulsion est réfléchie vers le récepteur.

1. Rappeler les domaines de longueurs d'ondes correspondants aux rayonnements infrarouge, visible et ultraviolet.

2. Le laser émet une radiation de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 870$ nm.
   Exprimer puis calculer la fréquence de cette radiation.

3. La durée mesurée entre l'émission et la réception de l'impulsion laser vaut $\Delta t = 0{,}333\ \mu s$.
   Exprimer puis calculer la distance d à laquelle se situe le miroir.

II. Système optique simplifié

Il comprend :
- un objectif, lentille L_1 de vergence $V_1 = 10\ \delta$
- un oculaire, lentille convergente L_2 de vergence V_2
- un système de pointé : le réticule (lame à faces parallèles gravée).

On fera l'hypothèse des petits angles : $\alpha \approx \tan \alpha \approx \sin \alpha$

1. L'objectif

1.1 Exprimer puis calculer la distance focale f_1'de l'objectif. Justifier la nature (convergente ou divergente) de la lentille.
Placer le foyer image F_1' de l'objectif sur le **schéma 1** en **annexe 1 (à rendre avec la copie).**
On utilisera l'échelle 1.

1.2 L'objet AB se trouve à une distance d = 50 m avant l'objectif.
Exprimer puis calculer la position $\overline{O_1A_1}$ de l'image A_1B_1 donnée par l'objectif.
Comparer cette valeur à f_1'.
Quelle hypothèse peut-on faire quant à la position de l'objet AB par rapport à l'objectif ?

2. L'oculaire et le réticule

Le grossissement commercial G_c de l'oculaire vaut 25.
Le réticule, noté CD, est placé dans le plan focal objet de L_2.

2.1 Où se trouve l'image C'D' du réticule donnée par l'oculaire ? Justifier.

2.2 Construire l'image C'D' sur le **schéma 2 de l'annexe 2 (à rendre avec la copie)**.
On indiquera l'angle α_1 sous lequel on voit l'image C'D' du réticule formée par l'oculaire.

2.3 Exprimer le diamètre apparent α du réticule, défini comme l'angle sous lequel on verrait le réticule CD à l'œil nu, à une distance égale à la distance minimale de vision distincte de l'œil $d_m = 25$ cm.

2.4 A l'aide du schéma de la question 2.2., exprimer l'angle α_1 et montrer que le grossissement $G_c = \dfrac{\alpha_1}{\alpha}$ s'exprime sous la forme : $G_c = \dfrac{d_m}{f_2'}$.

2.5 Exprimer puis calculer la distance focale f_2'.

3. Système objectif-oculaire

On associe objectif et oculaire pour former le télémètre.
Les axes optiques de l'objectif et de l'oculaire sont confondus.
L'objet AB est situé à l'infini, l'objectif en donne une image intermédiaire A_1B_1 et l'oculaire en donne une image définitive A'B'.
Ce système est afocal.

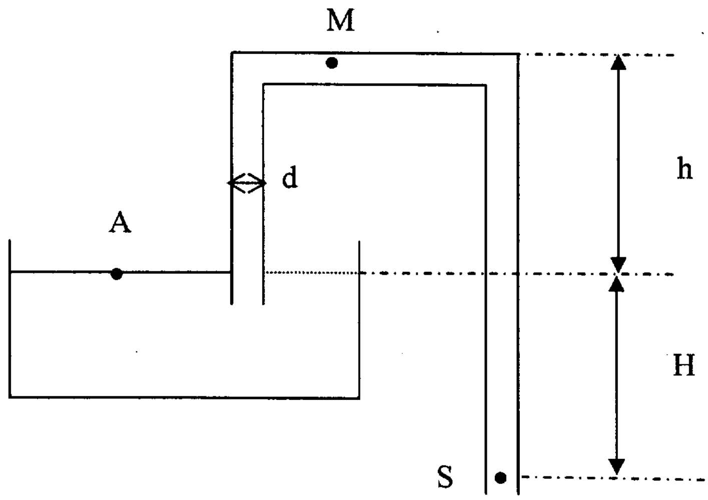
3.1 Où se situe l'image définitive A'B' donnée par le système ?

3.2 Où doit se situer l'image intermédiaire A_1B_1 par rapport à l'oculaire ? Justifier.

3.3 Placer sur le **schéma 1 en annexe 1 (à rendre avec la copie)** l'oculaire L_2, ses foyers objet F_2 et image F_2'.
Construire l'image définitive A'B' sur le **schéma 1**. On fera apparaître l'angle α' sous lequel l'œil voit l'image définitive A'B' à travers le système.

3.4 Définir le grossissement G de ce système.
A partir de ce qui précède, exprimer puis calculer G en fonction de f_1' et f_2'.

EXERCICE II : ETUDE D'UN SIPHON (5 points)



On considère un siphon alimenté par un réservoir à l'air libre, rempli d'eau.
<u>**Données**</u> :

Pression atmosphérique : $P_0 = 1{,}0 \times 10^{5}$ Pa
Constante de gravitation : $g = 10$ m.s^{-2}
Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000$ kg. m^{-3}
Hauteur $H = 3{,}0$ m
Diamètre de la conduite : $d = 10$ mm
Invariant de Bernoulli : $P + \frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g z = \text{constante}$

1. Comparer les pressions au point A et au point S situé à la sortie du siphon.
On considère que :
- la section intérieure de la conduite est négligeable devant la surface libre du réservoir
- les hauteurs H et h restent constantes dans la durée l'expérience
- le régime est permanent et le fluide est considéré comme parfait

2.1 Donner l'expression de la vitesse d'écoulement Vs de l'eau au point S en fonction de H et de g.
2.2 Calculer numériquement Vs.

3.1 Déterminer l'expression du débit volumique Q_v au point S en fonction de d et de Vs.
3.2 Calculer Q_v.

4.1 Exprimer la pression P_M au point M en fonction de P_0, Vs, h, g et ρ.
4.2 En déduire que la variation de P_M en fonction de h est donnée par $P_M = 7{,}0 \times 10^4 - 1{,}0 \times 10^4\ h$
4.3 Représenter P_M en fonction de h dans le repère proposé **au schéma 3 en annexe 2, à rendre avec la copie.**
5.1 En déduire la valeur maximale h_0 que peut prendre la hauteur h.
5.2 Que se passe-t-il si on dépasse la hauteur h_0 ?

EXERCICE III : TRAJECTOIRE D'UNE BALLE DE TENNIS (6 points)

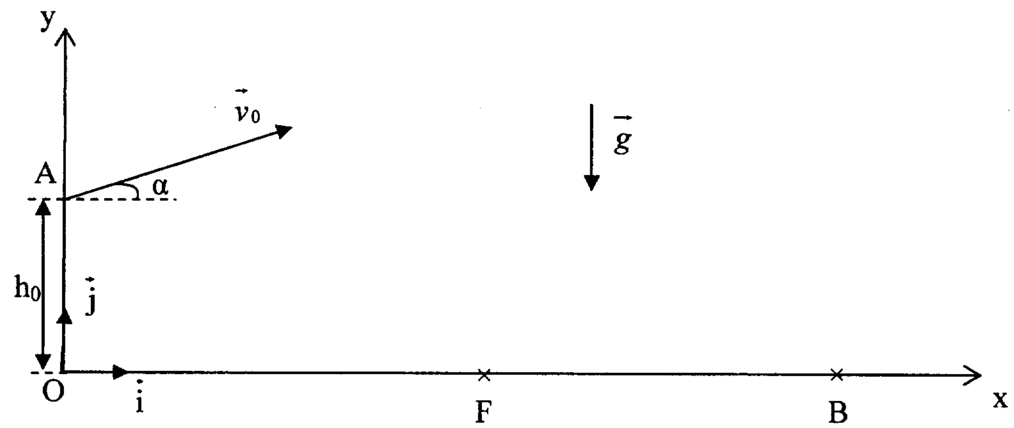
Au cours d'un match de tennis, un joueur effectue un service de la façon suivante :

Première phase : il lance la balle verticalement vers le haut.

Deuxième phase : quand la balle arrive au sommet de sa trajectoire en A, à la hauteur $h_0 = 3,0$ m au dessus du sol, le joueur la frappe avec sa raquette. La balle part alors avec une vitesse initiale $v_0 = 25$ m.s^{-1} en faisant un angle $\alpha = 5,0°$ par rapport à l'horizontale.

Dans tout l'exercice, on ne s'intéressera qu'à la deuxième phase. On considérera la balle comme un objet ponctuel M, de masse m et on négligera les frottements de l'air ainsi que la poussée d'Archimède.

On choisira un repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ dont l'origine est à la verticale du point d'impact entre la raquette et la balle et muni de deux axes Ox et Oy (voir schéma ci-après).



1. Appliquer la deuxième loi de Newton à la balle pour en déduire les coordonnées de son vecteur accélération $\vec{a}$.

2. En déduire les coordonnées de son vecteur vitesse $\vec{v}$.

3. Montrer que les coordonnées du vecteur position $\overrightarrow{OM}$ ont pour expression :

   $x(t) = (v_0\cos\alpha)\, t$

   $y(t) = -\dfrac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin\alpha) t + h_0.$

4.1 Établir l'équation de la trajectoire de la balle.

4.2 Au milieu du terrain de tennis, un filet de hauteur H = 0,92 m est situé en F, à 12 m du point O. Montrer que la balle passera au-dessus du filet.

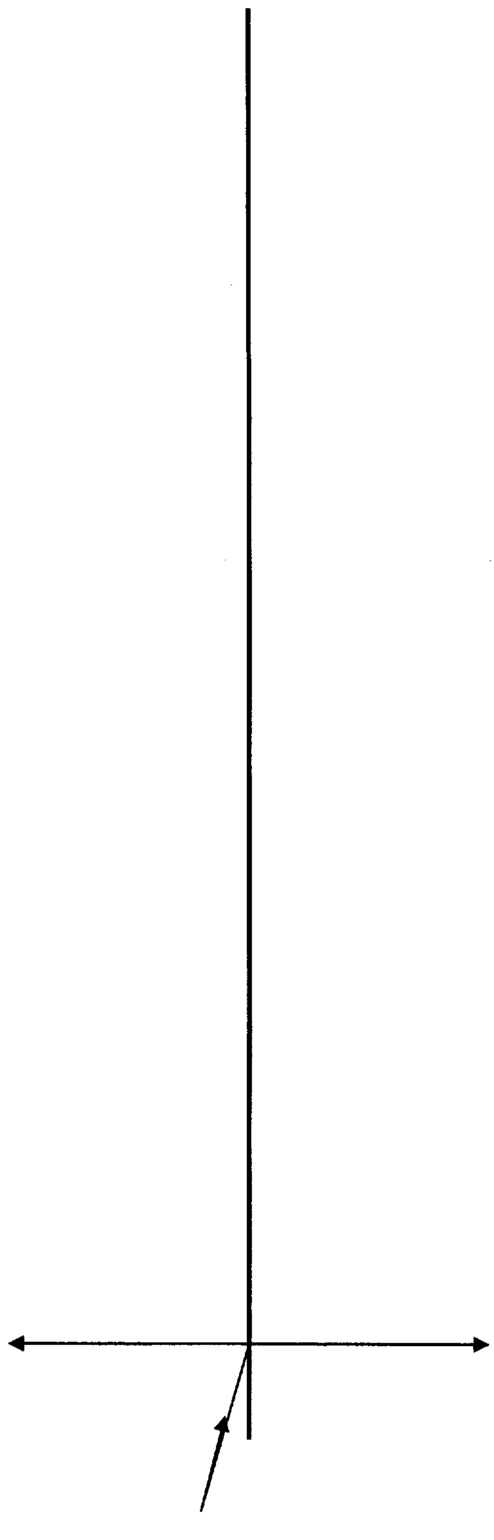
5.1 Appliquer le théorème de l'énergie cinétique, entre le point de départ A de la balle et son point d'impact B sur le sol.

En déduire l'expression de la vitesse v_B de la balle lorsqu'elle arrive en B.

5.2 Calculer numériquement la vitesse v_B.

<u>Donnée</u> : accélération de la pesanteur : $g = 9,81$ m.s^{-2}.

ANNEXE 1 (à rendre avec la copie) Schéma 1



ANNEXE 2 (à rendre avec la copie)

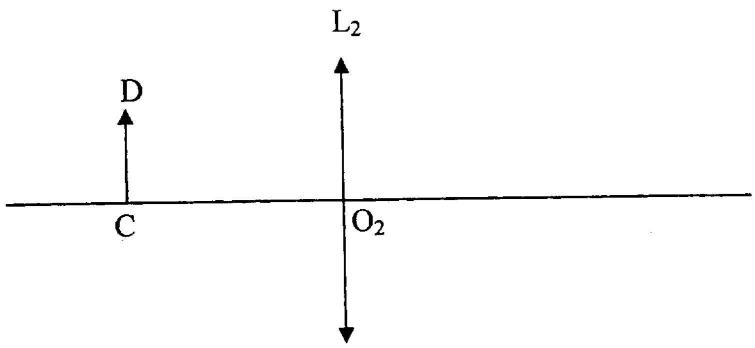


Schéma 2

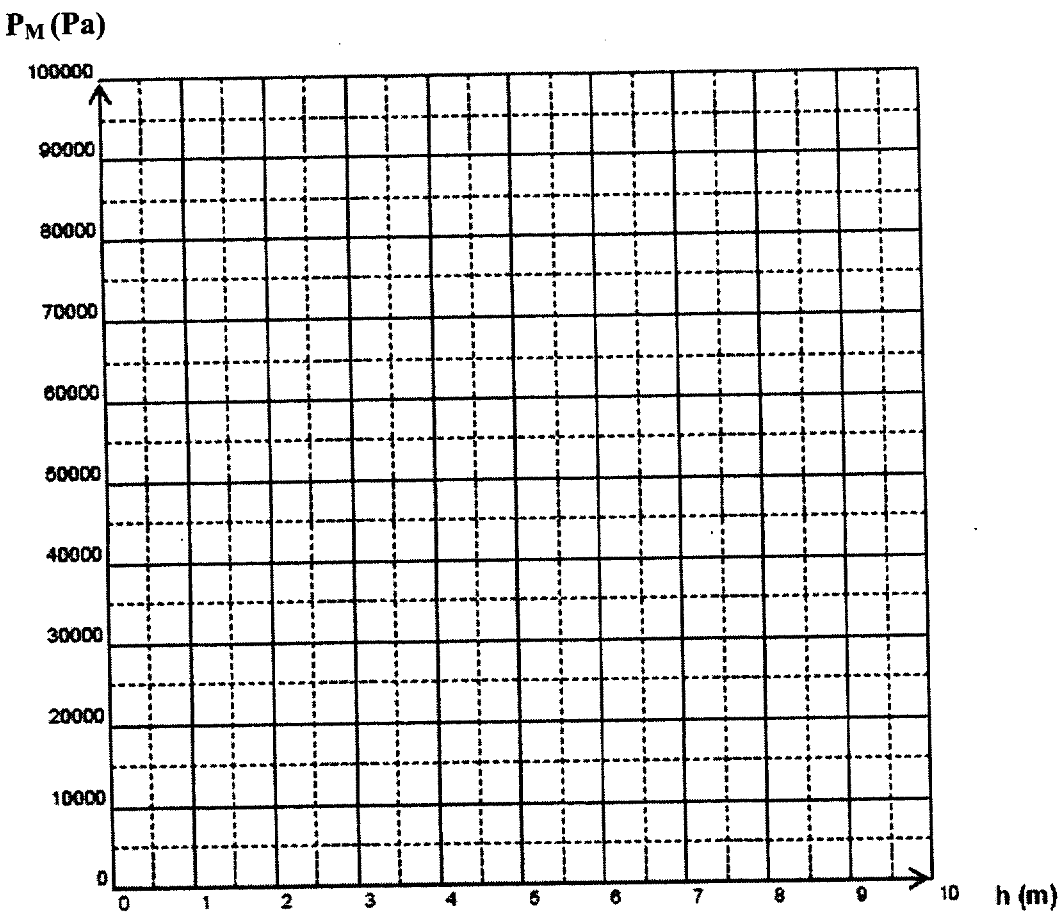


Schéma 3