

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

GÉOMETRE TOPOGRAPHE

SESSION 2007

SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 H

Coefficient : 2

- SUJET -

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

*Le sujet comporte 3 exercices indépendants
et une annexe à rendre avec la copie.*

Il sera tenu compte de la présentation.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

EXERCICE I**(5,5 points)****OPTIQUE : PHOTO SOUS-MARINE**

On considère un appareil photographique modélisé par un écran, simulant la pellicule, et une lentille convergente L , de distance focale image f' , simulant l'objectif.

Dans tout l'exercice, l'objet photographié se situe à l'infini.

Données : $f' = 5,0$ cm

Indices de réfraction : de l'eau $n_{\text{eau}} = 1,33$

du verre $n_{\text{verre}} = 1,45$

de l'air $n_{\text{air}} = 1,00$

- 1) Le photographe évolue à l'air libre.
 - a) Où se situe l'image $A'B'$ de l'objet AB à travers la lentille L ?
 - b) Construire cette image $A'B'$ en complétant le trajet des rayons de lumière de la figure 1 de l'annexe à rendre avec la copie.
 - c) On utilise une pellicule de hauteur 24 mm, centrée sur l'axe optique. Quel est le diamètre apparent $2\alpha_1$ de l'objet le plus grand qui puisse être photographié avec cet objectif ?

- 2) Cet appareil est placé dans une boîte hermétique derrière une vitre d'épaisseur e afin de réaliser des prises de vues sous-marines.
 - a) Construire l'image $A'B'$ de l'objet AB en complétant le trajet du rayon de lumière de la figure 2 de l'annexe à rendre avec la copie.
 - b) Écrire la loi de réfraction de Descartes pour le dioptre eau-verre puis pour le dioptre verre-air.
 - c) En déduire que le diamètre apparent $2\alpha_2$ de l'objet le plus grand qui puisse être photographié avec cet appareil enfermé dans son caisson est donné par la relation :

$$\sin \alpha_2 = \left(\frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{eau}}} \right) \cdot \sin \alpha_1$$

Calculer α_2 et le diamètre apparent de l'objet.

EXERCICE II (7,5 points)

MECANIQUE : SISMOGRAPHE

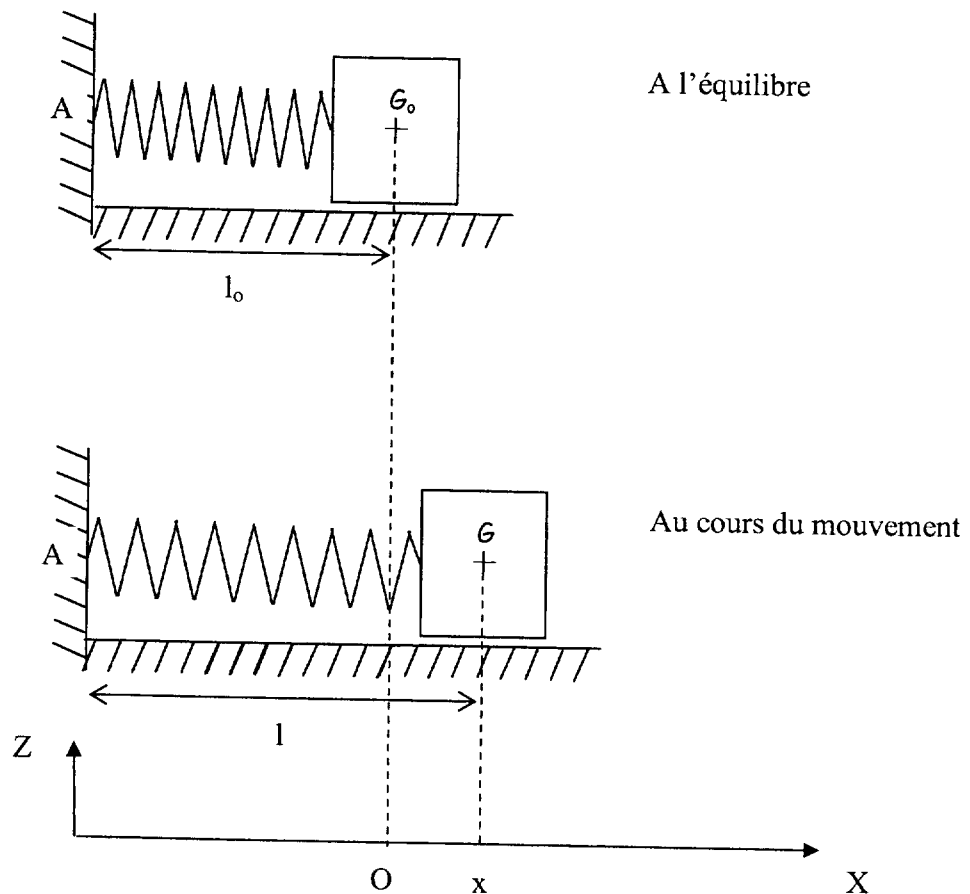
En l'absence de tout mouvement sismique, on modélise simplement un sismographe par une masse reliée à un ressort.

Le ressort, de masse négligeable, de longueur à vide l_0 , de constante de raideur k , est fixé à une de ses extrémités A ; l'autre extrémité est liée à un solide, de masse m , assimilé à son centre d'inertie G . Ce solide est le système d'étude.

On travaillera dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

L'ensemble peut osciller librement, horizontalement, sans frottements.

On note x la position de G au cours du mouvement et on la repère par rapport à sa position d'équilibre G_0 , choisie comme origine du repère (OX, OZ) .



Initialement, G est écarté à droite de sa position d'équilibre, d'une valeur x_0 . Il est lâché sans vitesse initiale.

Données : $x_0 = 3,0 \text{ cm}$
 $k = 10 \text{ N.m}^{-1}$
 $m = 100 \text{ g}$

I – Étude préalable :

Faire l'inventaire des forces s'exerçant sur le système précédent en précisant leurs caractéristiques ; les schématiser sur l'annexe à rendre avec la copie.

II – Aspect énergétique :

- 1) Donner les expressions des énergies cinétique E_c , potentielle élastique E_{pe} , potentielle de pesanteur E_{pp} et mécanique E_m . On choisira E_{pe} nulle pour $x = 0$ et E_{pp} nulle pour $z = 0$. Que constate-t-on pour E_{pp} ?
- 2) Donner une propriété de l'énergie mécanique E_m . Justifier la réponse.

III – Étude de l'oscillateur idéal :

- 1) À partir de la propriété énoncée précédemment sur l'énergie mécanique, montrer que l'équation du mouvement s'écrit : $\ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0$.
- 2) Déterminer l'expression de $x(t)$ en fonction des conditions initiales.
- 3) Exprimer puis calculer la période propre T_0 des oscillations.
- 4) On remplace l'objet de masse m par un objet de masse m' plus importante. Quel est l'effet de cette modification sur la période propre des oscillations ? Justifier.

IV – Oscillateur réel :

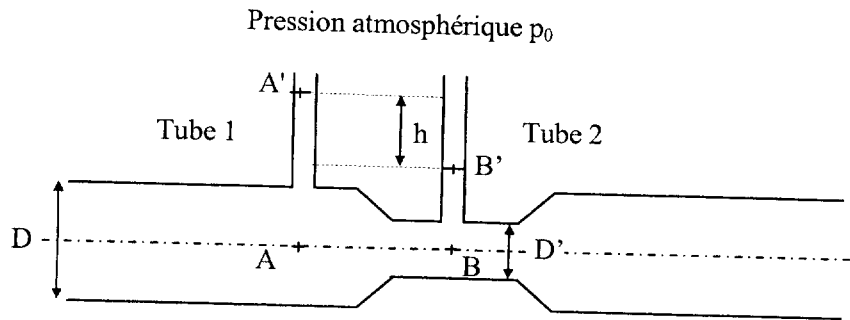
En fait, le système est légèrement amorti et subit une force de frottement fluide du type $\vec{f} = -\alpha \cdot \vec{v}$.

- 1) Déterminer la dimension de α et en déduire son unité dans le système international.
- 2) La propriété énoncée à la question II -2) est-elle toujours valable ?

EXERCICE III (7 points)

MÉCANIQUE DES FLUIDES : EFFET VENTURI

Lors de travaux, on souhaite diminuer la section d'une canalisation cylindrique dans laquelle circule de l'eau.
Cette diminution de section entraîne une augmentation de la valeur de la vitesse de l'eau ($v_B > v_A$) mais une diminution de pression ($p_B < p_A$) dans la canalisation.
L'eau est assimilée à un fluide parfait incompressible en régime permanent.



Les deux tubes verticaux 1 et 2 sont ouverts à l'air libre en A' et B'.

On note ρ la masse volumique de l'eau.

Données :

$g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ $D = 20 \text{ cm}$ $D' = 15 \text{ cm}$ et $h = 32 \text{ cm}$

On donne l'invariant de Bernouilli : $\rho \frac{v^2}{2} + \rho gz + p = \text{cste}$ valable dans toute la canalisation en régime permanent.

- 1) Nommer les grandeurs ρ , v , g , z et p qui interviennent dans l'invariant de Bernouilli, ainsi que leurs unités dans le système SI.
- 2) En utilisant l'invariant de Bernouilli, déterminer l'expression de la différence $p_A - p_B$ entre la pression p_A au point A et la pression p_B au point B dans la canalisation.
- 3) Que valent les pressions $p_{A'}$ et $p_{B'}$ aux points A' et B' ? Justifier.
- 4) Rappeler la relation fondamentale de la statique des fluides.
On admet, sans démonstration, qu'elle s'applique entre A et A' et B et B'. Déterminer une relation entre la pression $p_{A'}$ au point A' et la pression p_A au point A d'une part, et la pression $p_{B'}$ au point B' et la pression p_B au point B d'autre part.
En déduire une autre expression de $p_A - p_B$ en fonction de ρ , g et h .
On vérifiera que conformément à l'hypothèse de l'énoncé $p_A > p_B$.

- 5) D'après les hypothèses faites sur l'écoulement, que peut-on en déduire concernant le débit volumique Q_v ?
- 6) Exprimer la valeur de la vitesse v_B de l'eau dans la canalisation au point B en fonction de la valeur de la vitesse v_A de l'eau au point A et des diamètres D et D' de la canalisation. L'hypothèse de l'énoncé ($v_B > v_A$) est-elle vérifiée ?
- 7) À partir des expressions de $p_A - p_B$ obtenues aux questions 2 et 4 et de l'expression de v_B , obtenue à la question 6, montrer que la valeur de la vitesse en A s'écrit :

$$v_A = \sqrt{\frac{2gh}{\frac{D^4}{D'^4} - 1}}$$

Calculer v_A .

- 8) Calculer le débit volumique Q_v .

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I

Figure 1 :

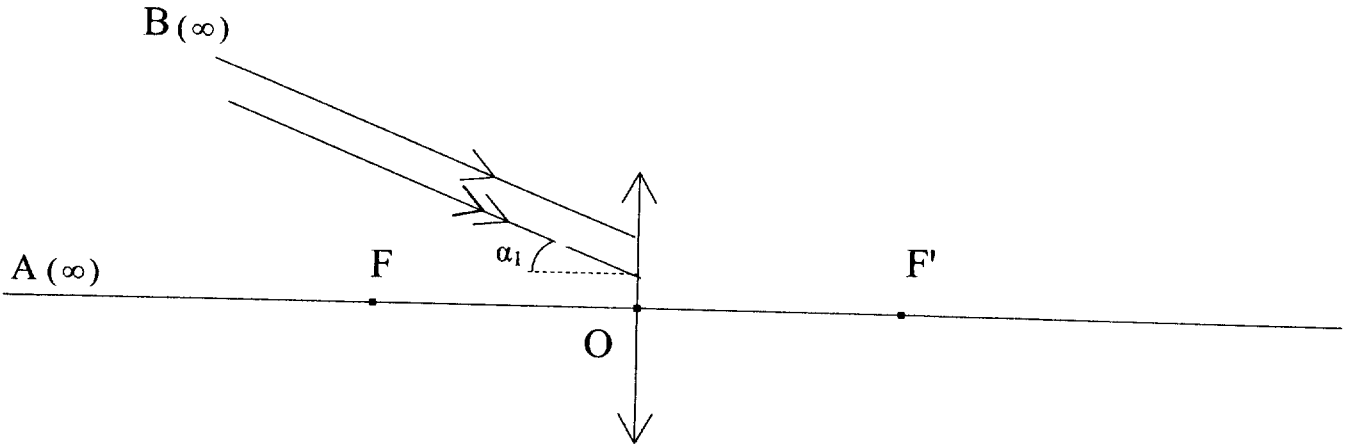
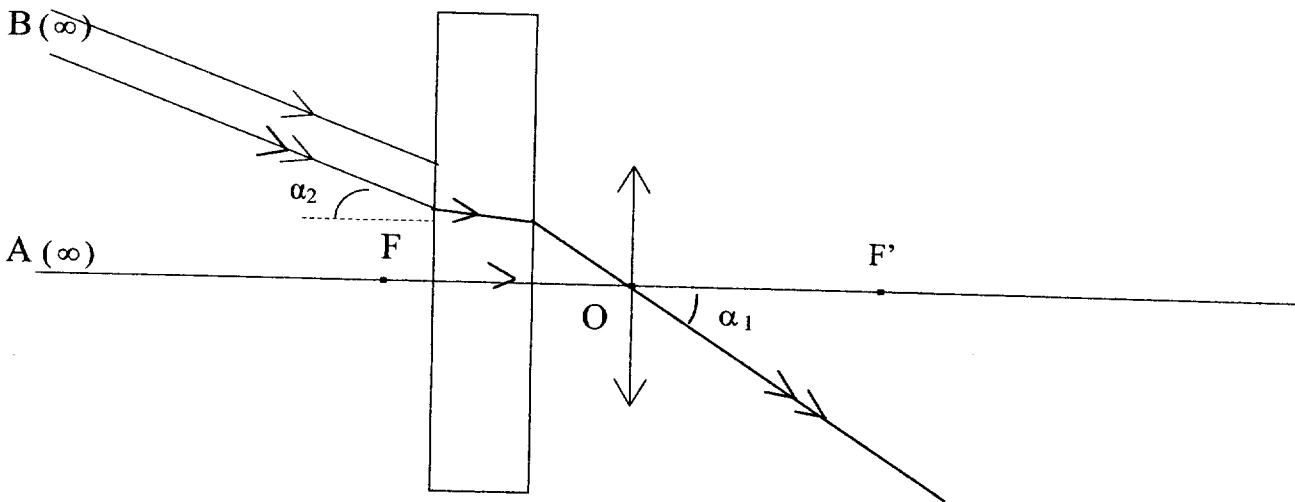
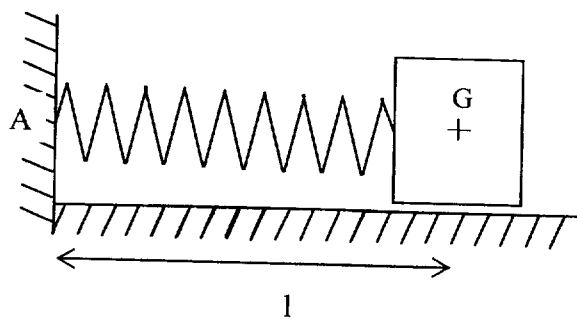


Figure 2 :



EXERCICE II



Au cours du mouvement