BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

GÉOMETRE TOPOGRAPHE

SESSION 2004

SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 H Coefficient : 2

- SUJET -

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

Le sujet comporte 3 exercices indépendants
qui seront traités sur des copies séparées.

L'annexe est à rendre avec la copie.

Il sera tenu compte de la présentation.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

EXERCICE I ***(7 POINTS)*** **EQUERRE OPTIQUE**

- A –

On considère un bloc de verre plongé dans l'air. Sa section principale est un triangle rectangle ABC ayant son angle droit en A (annexe à rendre avec la copie). On note β l'angle en B.
On isole un rayon lumineux d'un faisceau de lumière parallèle dont la direction est perpendiculaire à la face d'entrée AB du bloc, soit SI ce rayon lumineux. On donne l'indice du verre n = 1,52.

1°/ Sur la figure 1 de l'annexe, représenter le rayon lumineux jusqu'à la face BC. Justifier.

2°/ On donne à l'angle β la valeur 30,0° :
- Déterminer la valeur de l'angle du rayon lumineux émergent dans l'air par la face BC.
- Représenter la marche du rayon lumineux sur la figure 1 de l'annexe.

3°/ Pour une certaine valeur de β, notée β_L, on constate qu'il y a réflexion totale sur la face BC. Déterminer la valeur de β_L .

4°/ Maintenant, on donne à l'angle β la valeur de 60,0°. Déterminer la marche du rayon lumineux dans le bloc et à la sortie dans l'air. Sur quelle face sort-il ?
Sur la figure 2 de l'annexe, tracer la marche complète du rayon lumineux.

- B –

On appelle équerre optique tout système optique tel, que la direction du rayon émergent soit perpendiculaire à celle du rayon incident.

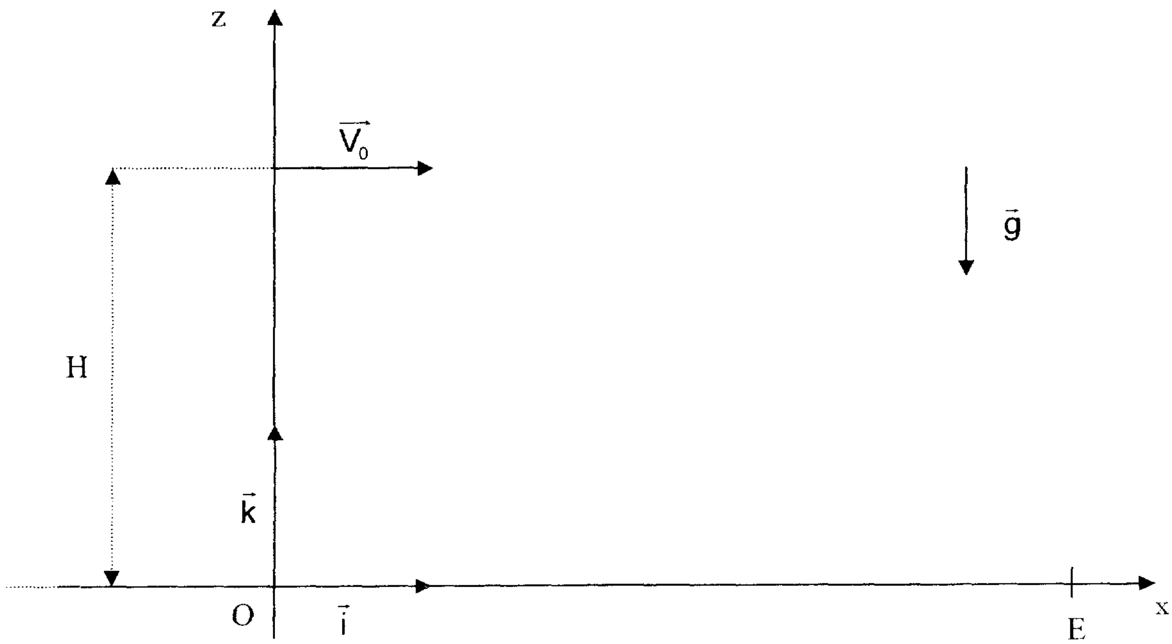
1°/ On veut construire une équerre optique en utilisant le bloc de verre :
a) Déterminer la valeur β' de l'angle β pour laquelle le rayon lumineux émerge du bloc de verre par la face AC, après réflexion totale sur la face BC et perpendiculairement à la direction d'incidence.
b) Quel autre instrument d'optique simple pourrait jouer le même rôle ?

2°/ On plonge dans l'eau le bloc de verre ayant un angle β' égal à 45°. A-t-on une équerre optique ? Justifier. Par quelle face va sortir le rayon émergent ?
On donne l'indice de l'eau n = 1,33.

EXERCICE II *(6 POINTS)* **SMATCH AU VOLLEY**

Un volleyeur smatche au filet une balle de masse m. La balle part d'une hauteur H au-dessus du filet à une vitesse horizontale $\overrightarrow{V_O}$. *(On néglige la phase d'accélération).* On se propose de déterminer la position du contact de la balle et du sol.

Pour tout l'exercice, on néglige les frottements de l'air et on assimile la balle à son centre de gravité.



Données numériques : H = 2,5 m $\quad V_O$ = 12 m.s^{-1} $\quad$ OE = 9 m $\quad$ E = extrémité du camp adverse

Accélération de la pesanteur g = 9,8 m.s^{-2} $\quad$ O = coïncide avec le pied du filet

1°/ Préciser le référentiel d'étude. En appliquant le principe fondamental de la dynamique, déterminer les composantes de l'accélération dans le repère $(O, \vec{i}; \vec{k})$.

2°/ En déduire les équations horaires des composantes de la vitesse et de la position dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{k})$.

3°/ Montrer que la trajectoire de la balle a pour équation $z = H - \frac{g}{2.V_O^2}.x^2$.

Vérifier l'homogénéité de cette relation.

4°/ Déterminer les coordonnées du point d'impact I sur le sol. Sachant que l'équipe marque un point si la balle touche le sol dans le camp adverse, le point est-il acquis ?

5°/ On veut déterminer la vitesse V_f de la balle au point d'impact I.

a) Exprimer l'énergie mécanique à l'instant initial E_i et au moment de l'impact E_f.

b) En utilisant la conservation de l'énergie mécanique, donner l'expression littérale de la vitesse V_f de la balle au moment de l'impact. Faire l'application numérique.

EXERCICE III *(7 POINTS)* **ALIMENTATION EN EAU A LA SORTIE D'UN BARRAGE**

L'eau d'un lac artificiel, retenue par un barrage de montagne, alimente une centrale hydroélectrique située à la sortie d'une canalisation (figure 1 ci-dessous).

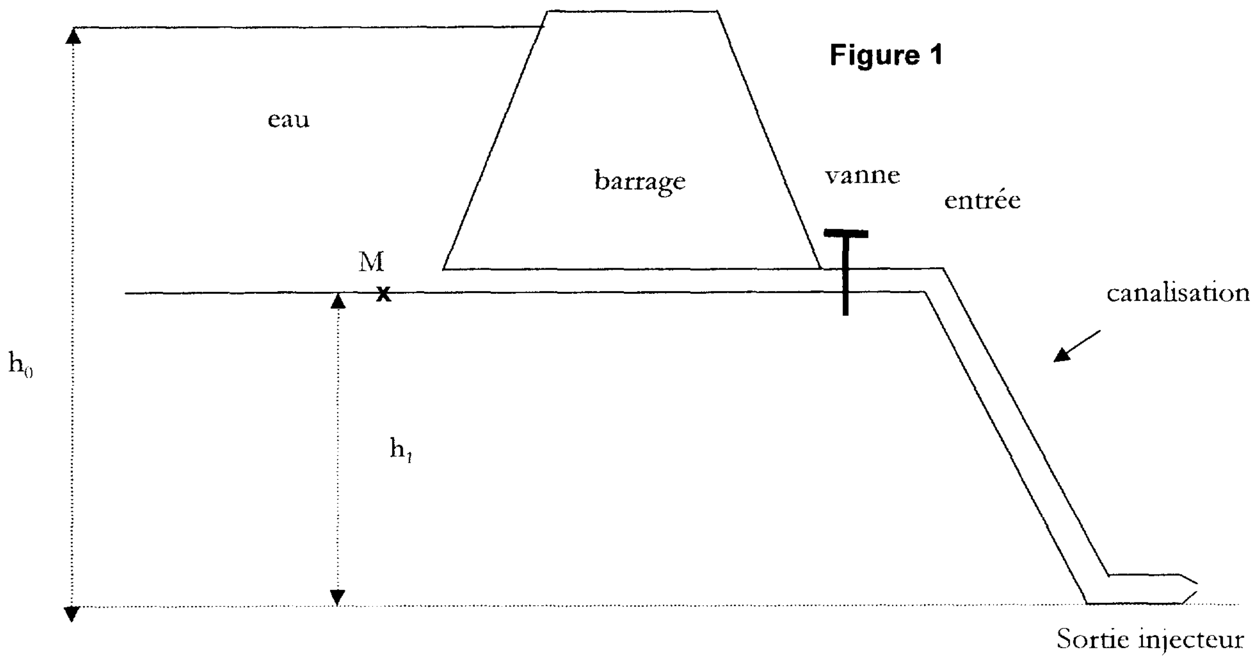


Figure 1

La canalisation, de section constante S, se termine par un injecteur schématisé (figure 2 ci-dessous). La section de sortie de l'injecteur est s. On se propose d'étudier le rôle de l'injecteur.
On donne l'équation de Bernoulli pour un fluide parfait en écoulement permanent :

$$P + \rho \cdot g \cdot z + \frac{1}{2}\rho \cdot v^2 = cte$$

On négligera la variation du niveau d'eau du lac au cours de l'écoulement.

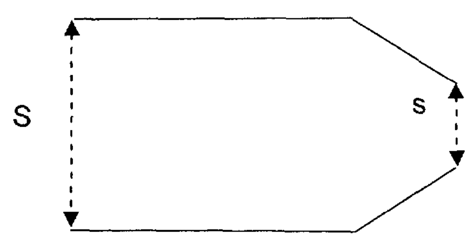


Figure 2

Données numériques :

- les altitudes sont mesurées en prenant comme référence la sortie de la canalisation : $h_0 = 100$ m ; $h_1 = 60$ m
- les sections de la canalisation sont : $S = 3$ m² ; $s = 2$ m²
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1000$ kg.m^{-3} .
- intensité de la pesanteur : $g = 9,8$ m.s^{-2} .
- pression atmosphérique : $P_O = 10^5$. Pa .

1°/ La vanne située à la sortie du barrage est fermée. Déterminer la pression en un point M situé au fond du lac.

2°/ La vanne est maintenant ouverte. A la sortie de la canalisation, l'eau s'écoule dans l'air.

a) Montrer que la vitesse de l'eau à la sortie de l'injecteur est $v_1 = 44{,}3\ m.s^{-1}$.

b) Calculer le débit massique Q_m de l'eau.

c) En utilisant l'équation de continuité, calculer la vitesse v_2 de l'eau en un point situé avant la sortie de l'injecteur. Que peut-on dire de cette vitesse en d'autres points de la canalisation ?

3°/ a) Déterminer l'altitude h'_1 de l'entrée de la canalisation pour laquelle la pression s'annulerait.

b) Comparer h'_1 à l'altitude h_1 du fond du barrage et conclure.

4°/ On supprime l'injecteur.

a) Quelle est la vitesse à la sortie de la canalisation ?

b) Déterminer l'altitude h''_1 de l'entrée de la canalisation pour laquelle pression s'annulerait.

c) Justifier la nécessité de l'injecteur à la sortie de la canalisation.

ANNEXE à rendre avec la copie

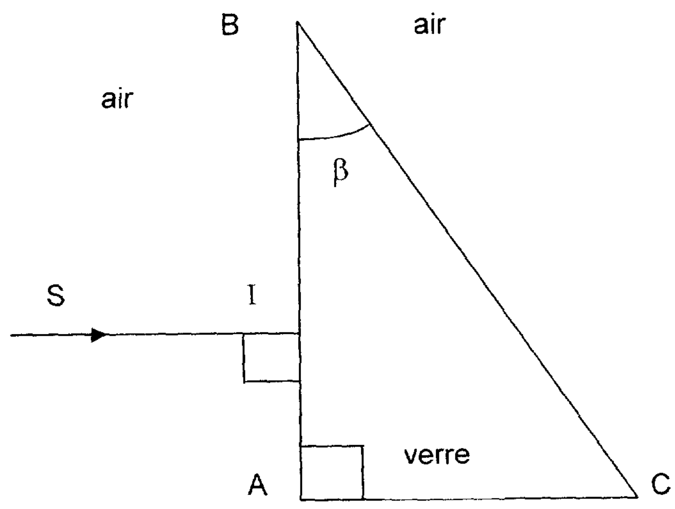


Figure 1

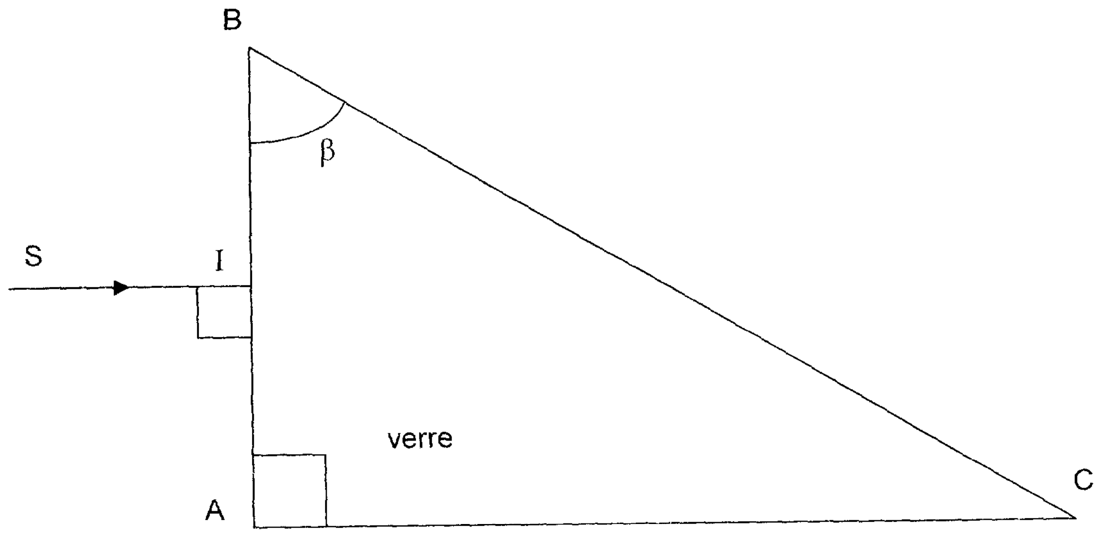


Figure 2