# Contrôle 2: Physique

Cours de mathématiques spéciales (CMS)

8 janvier 2018 Semestre d'automne ID: -999

(écrire lisiblement s.v.p.)
Nom:
Prénom:
Groupe:

Question	Barème	Points
1	5	
2	7	
3	41/2	
4	31/2	
Total	20	

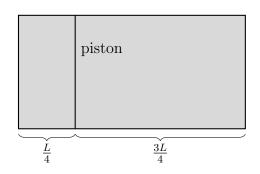


## **Indications**

- Durée de l'examen : 105 minutes.
- Posez votre carte d'étudiant sur la table.
- La réponse à chaque question doit être rédigée à l'encre sur la place réservée à cet effet à la suite de la question.
  - Si la place prévue ne suffit pas, vous pouvez demander des feuilles supplémentaires aux surveillants; chaque feuille supplémentaire doit porter nom, prénom, n° du contrôle, branche, groupe, ID et date. Elle ne peut être utilisée que pour une seule question.
- Les feuilles de brouillon ne sont pas à rendre : elles **ne seront pas** corrigées ; des feuilles de brouillon supplémentaires peuvent être demandées en cas de besoin auprès des surveillants.
- Les feuilles d'examen doivent être rendues agrafées.

#### Question 1 (à 5 points)

Points obtenus: (laisser vide) ....



Une boîte de section  $S = 0.4 \,\mathrm{m}^2$  et de longueur  $L = 4 \,\mathrm{m}$  contient un gaz à pression  $p_0 = 10^5 \,\mathrm{Pa}$  et température  $T_0 = 12 \,\mathrm{^{\circ}C}$ .

On insère dans la boîte un piston mobile d'épaisseur négligeable de sorte à la diviser en deux parties dans les proportions  $\frac{1}{4}$  et  $\frac{3}{4}$  dans le sens de la longueur.

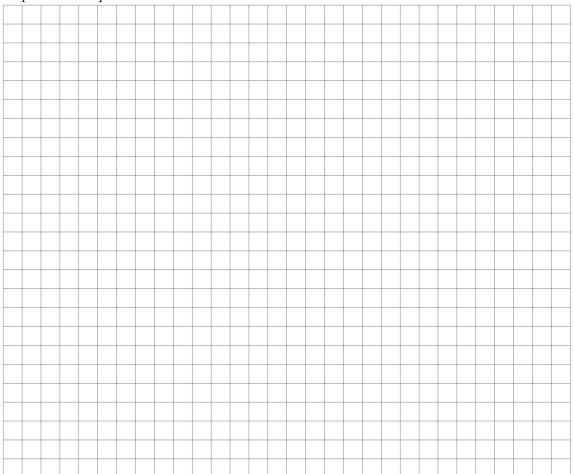
On élève alors la température dans la partie gauche, provoquant un déplacement sans frottement du piston. Le processus prend fin lorsque l'élévation atteint  $\Delta T = 60$  °C, le piston isolant thermiquement les deux parties.

- (a) Déterminer le nombre de molécules de gaz dans toute la boîte ainsi que dans chacune des parties. (Rép. :  $N_{\rm g}=1\cdot 10^{25}\,{\rm moléc.}$ ,  $N_{\rm d}=3\cdot 10^{25}\,{\rm moléc.}$
- (b) De quelle distance le piston s'est-il déplacé pendant l'élévation de température ? (Rép. :  $d=0.15\,\mathrm{m}$

Prendre le zéro absolu à  $-273\,^{\circ}\text{C}$  et  $k=1.4\cdot 10^{-23}\,\text{J}\,\text{K}^{-1}$  pour la constante de Boltzmann.

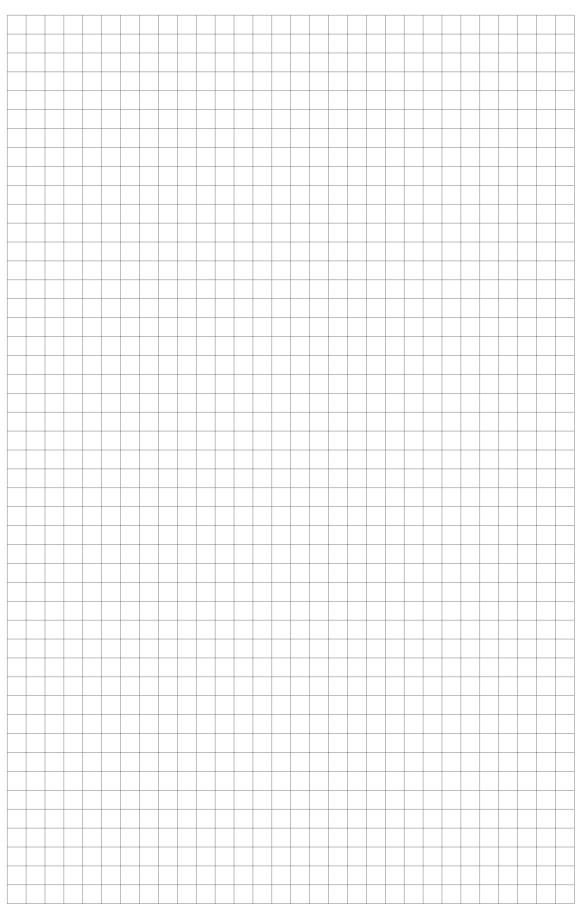
Réponse à la question 1:

laisser la marge vide



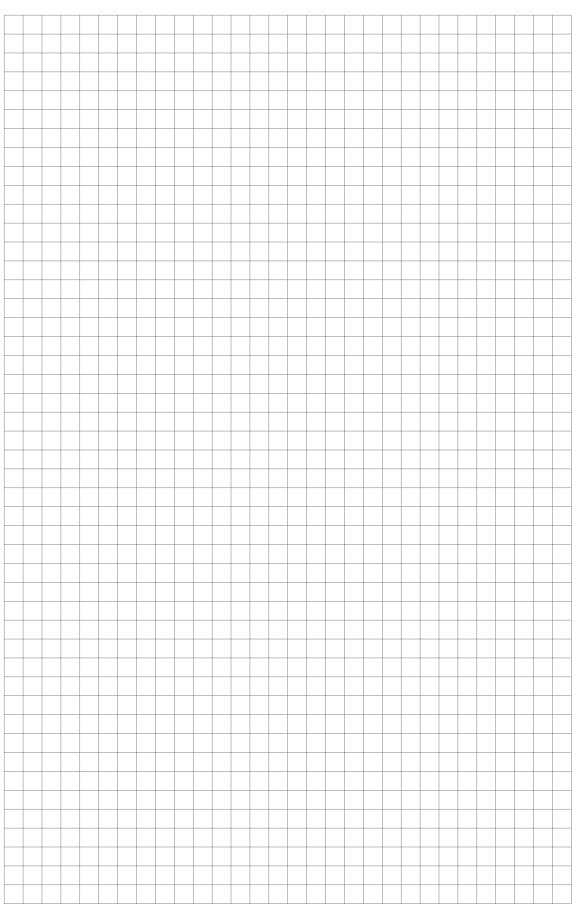
8 janvier 2018

laisser la marge vide



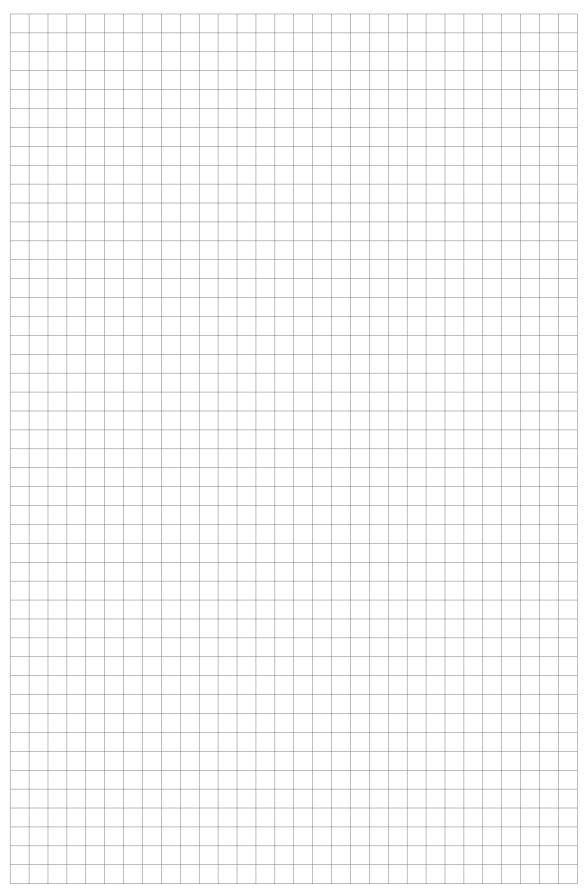
8 janvier 2018

laisser la marge vide



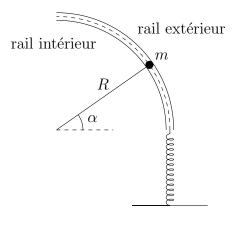
8 janvier 2018 ID: -999

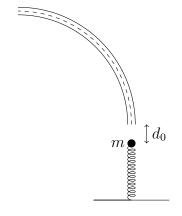
laisser la marge vide



Question 2 (à 7 points)

Points obtenus: (laisser vide) ....





Après l'envoi

Avant l'envoi

Une bille de masse m est contrainte de se déplacer sur un quart de cercle vertical de rayon R entre deux rails, l'un intérieur, l'autre extérieur. Elle est propulsée par un ressort vertical de constante k telle que  $mg=\frac{1}{4}kR$  et de compression initiale  $d_0$ . Sans déformation, l'extrémité du ressort atteint le bas des rails.

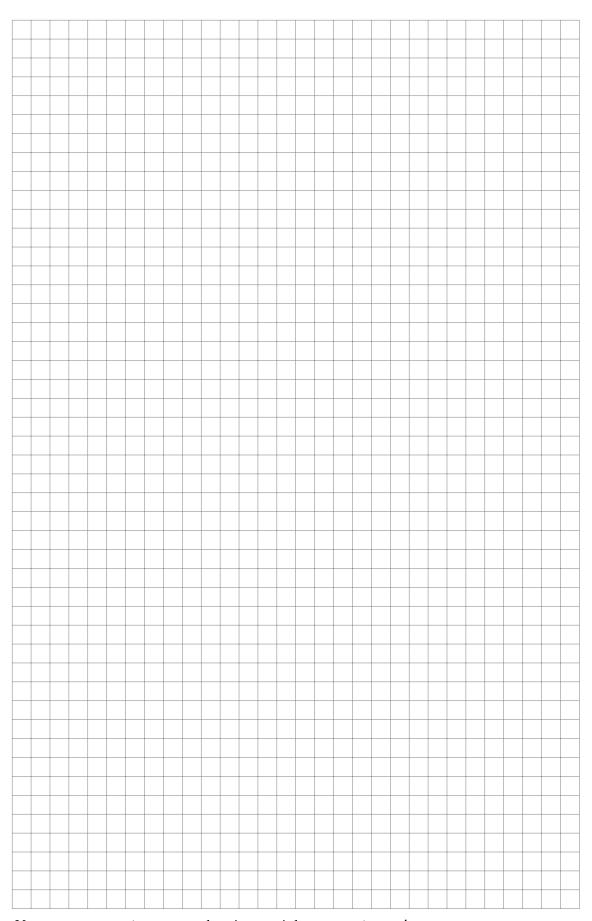
Tous les frottements sont négligeables.

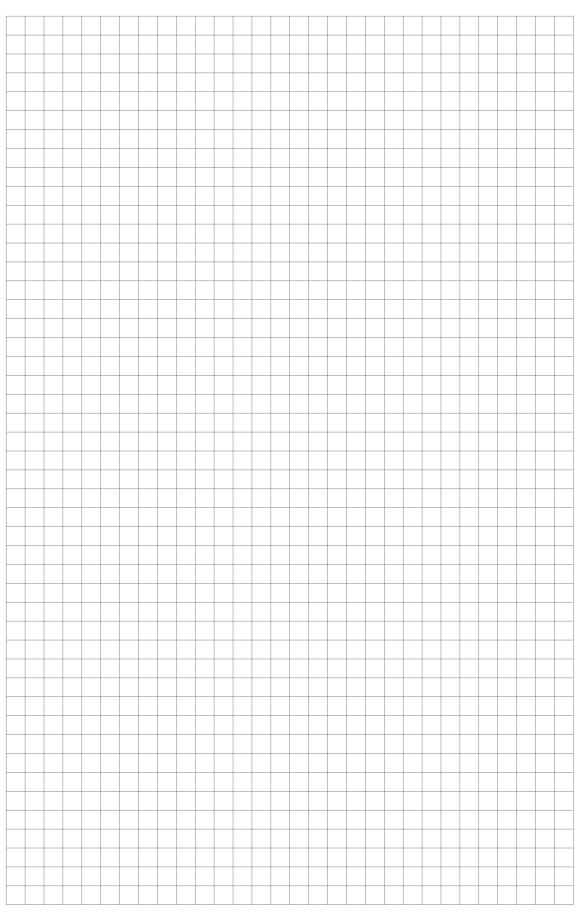
- (a) Donner une condition nécessaire sur  $d_0$  pour que la bille atteigne le haut du quart de cercle. (Rép. :  $d_0 > R$ )
- (b) Déterminer en fonction de  $d_0$  les endroits (repérés par l'angle  $\alpha$ ) où la bille est en contact avec le rail intérieur, respectivement avec le rail extérieur. (Rép. : contact avec rail extérieur  $\sin \alpha < -\frac{2d_0}{3R} + \frac{4d_0^2}{3R^2}$ )

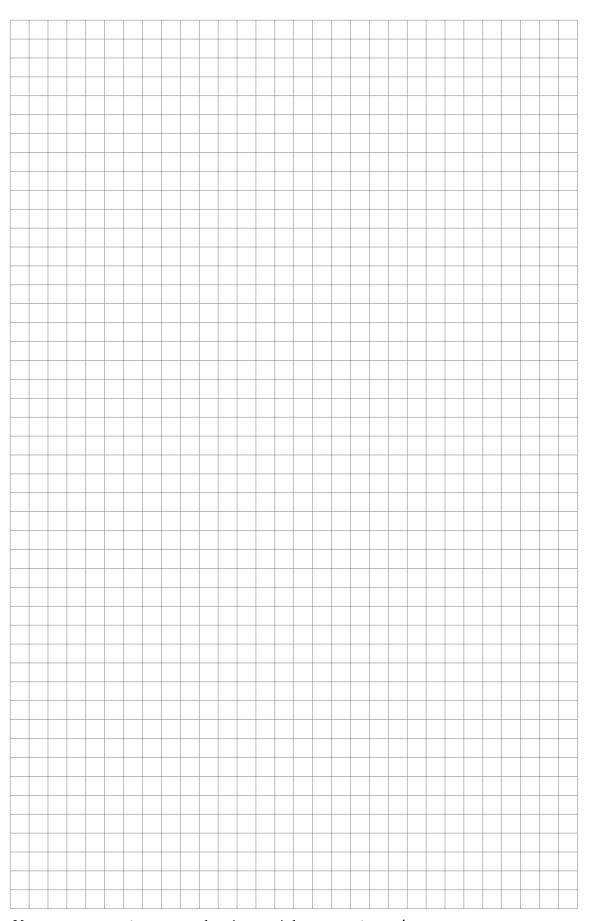
Réponse à la question 2:

laisser la marge vide



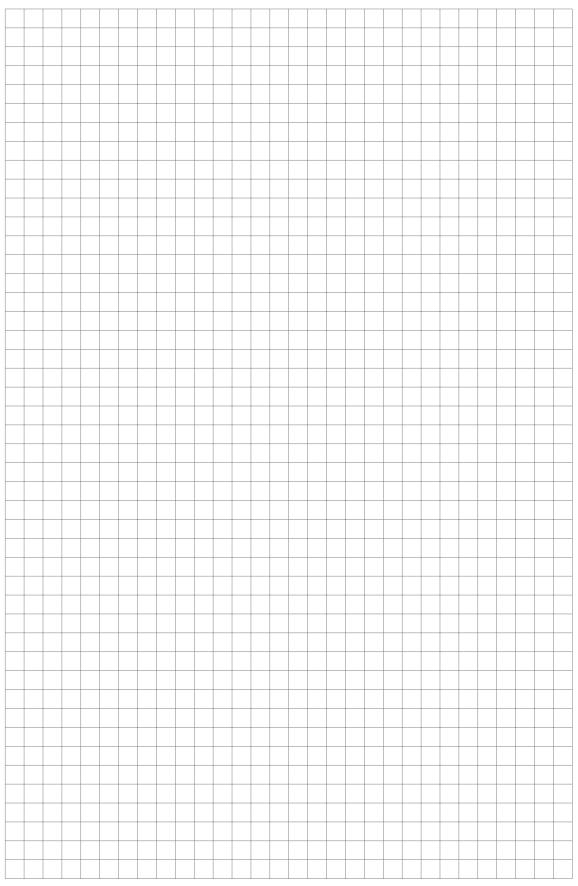






ID: -999

laisser la marge vide



Une météorite de masse  $m_{\rm fer}=100\,{\rm kg}$  constituée essentiellement de fer tombe dans un petit étang entièrement gelé contenant  $m_{\rm glace}=550\,{\rm kg}$  de glace. Au moment de l'impact, on estime la vitesse de la météorite à  $v_{\rm impact}=200\,{\rm m/s}$  et sa température à  $T_{\rm météorite}=50^{\circ}{\rm C}$ .

En imaginant que toute l'énergie cinétique de la météorite est transformée en chaleur, déterminer l'état final du système formé de la glace et de la météorite si l'on néglige tout échange de chaleur avec l'environnement. On supposera que juste avant l'impact la glace était à une température de  $-2^{\circ}$ C. (Rép. :  $T_{\text{équ.}} = 0^{\circ}$ C, 5.863 kg de glace fondue)

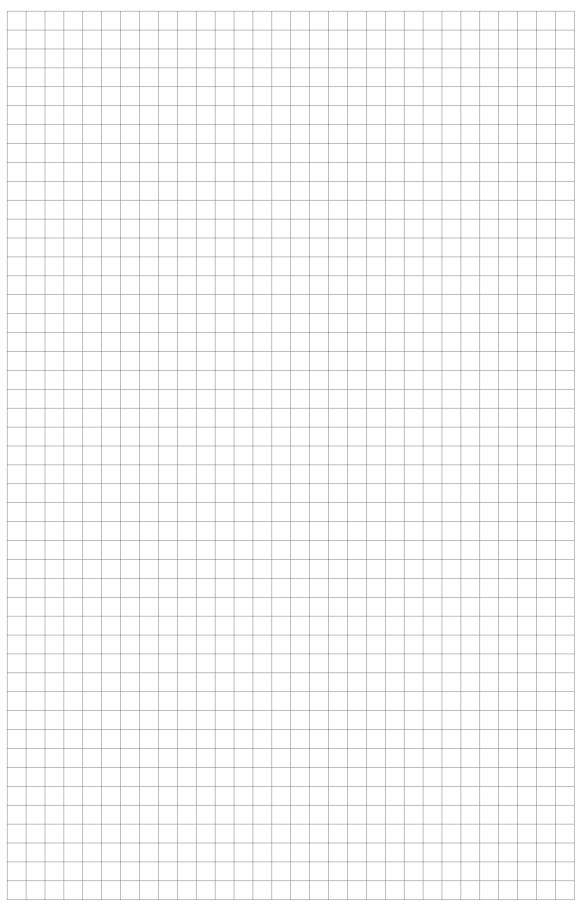
### Constantes physiques:

$$c_{\text{glace}} = 2.06 \cdot 10^3 \,\text{J kg}^{-1} \,\text{K}^{-1}, c_{\text{eau}} = 4.18 \cdot 10^3 \,\text{J kg}^{-1} \,\text{K}^{-1}, \lambda_{\text{eau,fusion}} = 3.3 \cdot 10^5 \,\text{J kg}^{-1} \,\text{et}$$
  
 $c_{\text{fer,solide}} = 0.44 \cdot 10^3 \,\text{J kg}^{-1} \,\text{K}^{-1}.$ 

Réponse à la question 3:

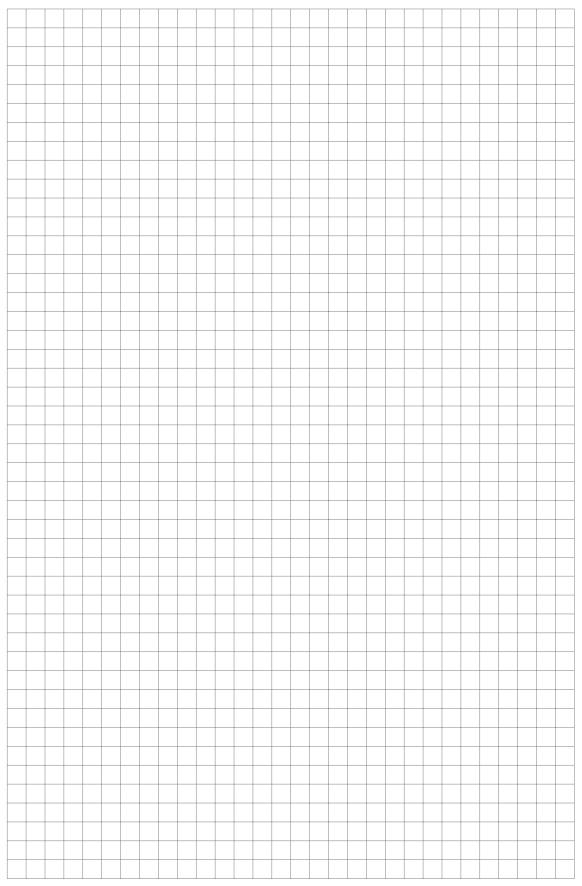
laisser la marge vide





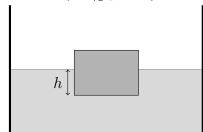
8 janvier 2018 ID: -999

laisser la marge vide



8 janvier 2018 ID: -999

#### Question 4 (à 3½ points)



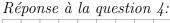
Points obtenus: (laisser vide) .....

Un radeau en bois de forme parallélépipédique (surface horizontale S, hauteur H et masse volumique  $\rho_{\text{bois}}$ ,  $\rho_{\text{bois}} < \rho_{\text{eau}}$ ) est en partie immergé dans de l'eau.

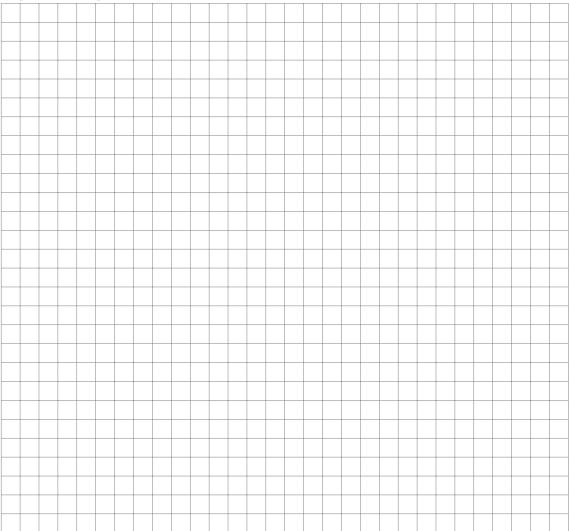
On note h la hauteur de la partie immergée.

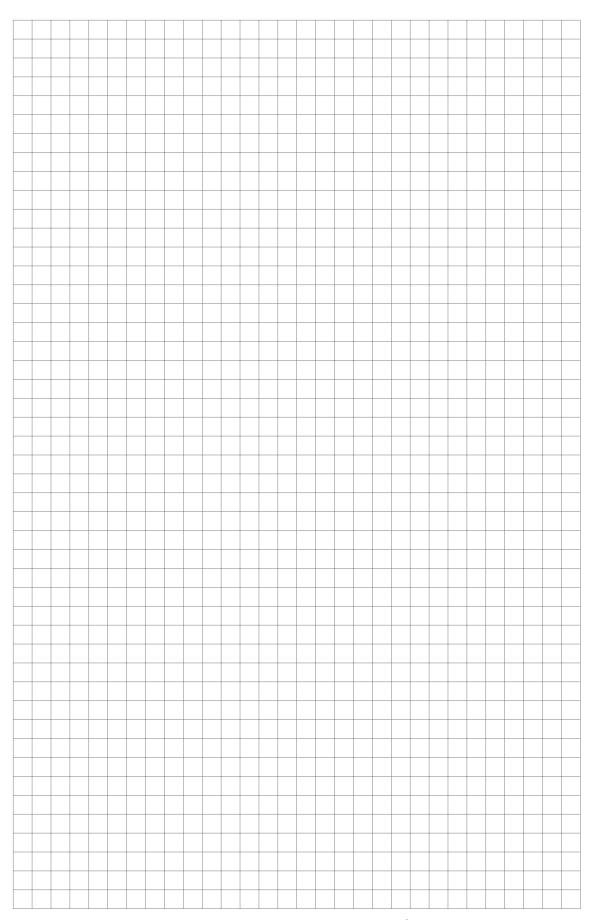
- (a) A l'équilibre, quelle est la hauteur immergée  $h_{\text{\'eq}}$  du radeau ? (Rép. :  $h_{\text{\'eq}} = \frac{\rho_{\text{bois}}}{\rho_{\text{eau}}} H$ ) On rompt l'équilibre en appuyant sur le radeau de manière à l'immerger d'une hauteur  $h_0 > h_{\text{\'eq}}$ . On le relâche alors sans vitesse initiale. Il va se mettre à osciller verticalement.
- (b) En choisissant l'origine la plus appropriée, déterminer l'équation décrivant les oscillations du radeau, ainsi que la pulsation et la période du mouvement. (Rép.:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{\rho_{\text{bois}}H}{\rho_{\text{eau}}q}}$ )

Remarque : dans ce problème, nous allons négliger la poussée d'Archimède due à l'air ainsi que tous les frottements (les lois de l'hydrostatique sont donc supposées utilisables sans modification).



laisser marge vide





ID: -999

laisser la marge vide

