DEPARTEMENT DU PREMIER CYCLE

PREMIERE ANNEE

ANNEE SCOLAIRE 2014/15

PHYSIQUE

Interrogation n°5 - 2eme semestre

Vendredi 10 mars 2015 **Durée: 1h 30**

Tout document est interdit. Seul l'emploi d'une calculatrice est autorisé.
Non seulement vos résultats, mais surtout votre capacité à les justifier clairement et à les analyser ensuite de manière critique seront évalués. Il est également rappelé de soigner l'orthographe et la présentation des copies.

Exercice 1 : Bouée de balisage dans un lac (~11,5 pt)

Les raisonnements devront être détaillés de façon rigoureuse.

Une bouée de balisage est une boule creuse en acier remplie d'air de centre O, de rayon intérieur R_i et de rayon extérieur R_e = 50,0 cm. Elle est attachée à l'extrémité de deux cordes identiques inextensibles de longueur L = 5,00 m. La masse et le volume de ces cordes sont considérés négligeables. L'autre extrémité de chacune des cordes est fixée à un bloc de béton parallélépipédique reposant sur le fond du lac. Les centres des deux blocs sont distants de d = 3,00 m.

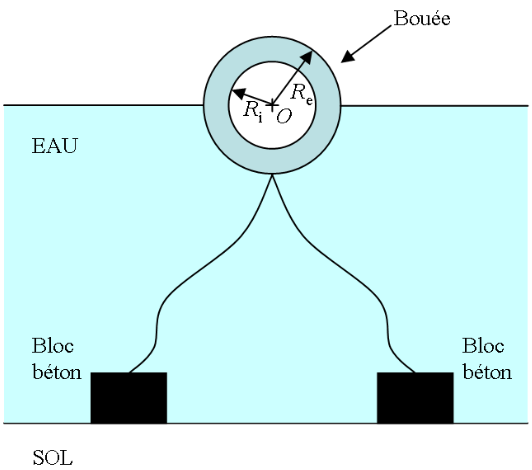


Figure 1 : la bouée flotte librement

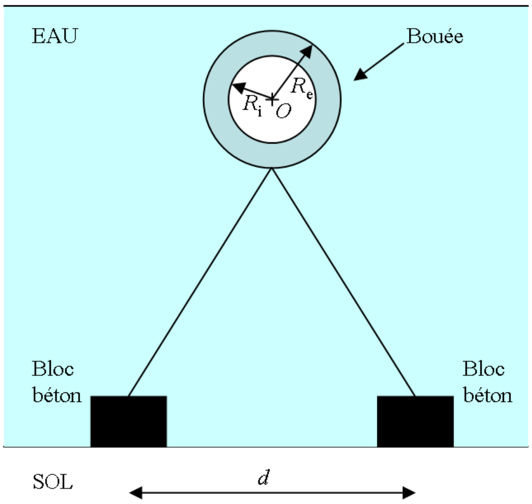


Figure 2 : La bouée est totalement immergée

On suppose dans un premier temps que la bouée flotte librement à la surface (cordes non tendues) (cf. figure 1).

1) En négligeant la masse de l'air contenu dans la bouée, déterminer le rayon intérieur de la bouée R_i pour que celle-ci soit immergée à moitié (donner l'expression littérale puis faire l'application numérique).
   En déduire la masse de la bouée en fonction de R_e et ρ_e. Faire l'application numérique.

<u>Données :</u> masse volumique de l'eau : ρ_e = 1,00 g.cm^{-3}
masse volumique de l'acier : ρ_a = 8000 kg.m^{-3}

<u>Rappel :</u> volume d'une boule pleine : $V = \dfrac{4}{3}\pi R^3$

Suite à la montée du niveau du lac, l'eau recouvre totalement la bouée, les cordes sont alors tendues. (cf. figure 2).

2) Déterminer la tension exercée par chaque corde (donner l'expression littérale puis faire l'application numérique). Les forces utilisées seront représentées sur un schéma.

3) Déterminer le volume minimal V_{mini} de chaque bloc en béton permettant de maintenir leur contact avec le sol en fonction de R_e, ρ_e et ρ_b. Les forces utilisées seront représentées sur un schéma. Faire l'application numérique.

<u>Données :</u> masse volumique du béton : ρ_b = 2,40 kg.l^{-3}

L'extraction de la bouée hors de l'eau est réalisée à l'aide de la structure schématisée sur la figure 3. La bouée est reliée par un câble BC (de masse négligeable et de longueur l_{BC} = 50 ± 5 cm) à l'extrémité d'une perche AB qui mesure l_{AB} =10,0 ± 0,1 m et pèse m_{AB} = 33,5 ± 0,2 kg.
Un moteur (non représenté) est placé en A et permet la rotation de la perche autour du pivot A.
On considérera pour cette question que la bouée a une masse m = 261,8 ± 0,5 kg et que chaque bloc de béton a un volume V_b = 95 ± 1 dm^3.

4) Calculer le moment et son incertitude qui doit être appliqué au niveau du pivot A pour maintenir un équilibre statique avec un angle θ égale à 50° entre la perche AB et l'horizontale. Attention, dans cette situation, la bouée est hors de l'eau mais les deux blocs de béton sont totalement immergés. Donner les expressions littérales puis faire les applications numériques.

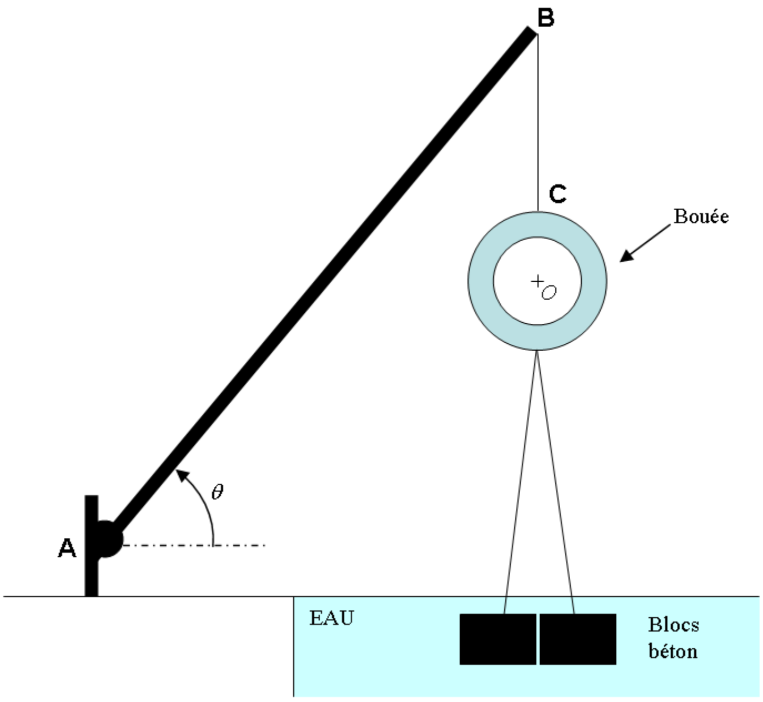


Figure 3 : Système d'extraction de la bouée

Exercice 2 : Système de récupération d'énergie au freinage (~6 pt)

Dans cet exercice, on s'intéresse à un système simplifié de récupération d'énergie lors du freinage d'un véhicule. Ce système récupère une partie de l'énergie cinétique générée par le freinage en la transformant en air comprimé.
L'énergie « gratuite » stockée grâce à ce système de récupération d'énergie peut être utilisée ensuite pour assurer le redémarrage du véhicule.

Par un mécanisme d'embrayage non représenté, au moment du freinage, on crée une liaison entre une roue dentée (solidaire à la roue de la voiture) et un système de crémaillère (cf. figure 4). L'action de la roue dentée sur la crémaillère se réduit exclusivement à une force tangente à la crémaillère.

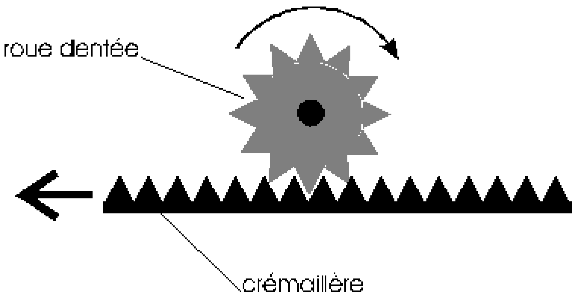


Figure 4 : Système de crémaillère au niveau de la roue

L'extrémité de la crémaillère est reliée à la tige d'un piston de section circulaire S. La chambre cylindrique a une longueur totale l_0 et un volume variable noté V (cf. figure 5).

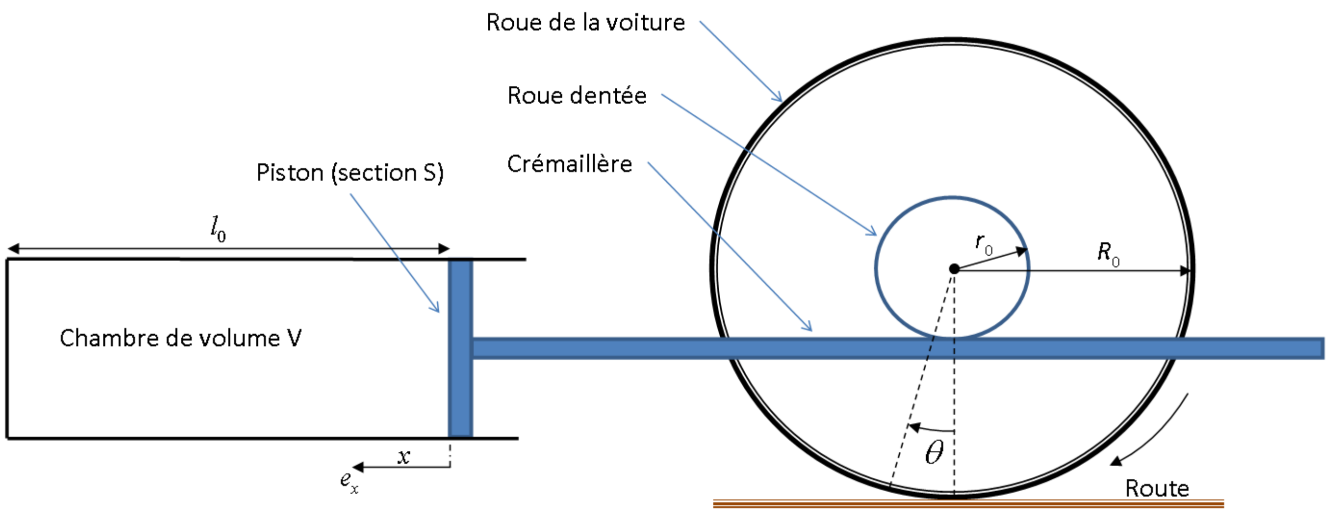


Figure 5 : Schéma de principe du système de récupération d'énergie lors du freinage

On considère que l'air contenu dans la chambre est un gaz parfait ($PV=NRT$) qui reste **isotherme** (T=constante), que la chambre est initialement à la pression P_0, qu'aucun mécanisme de dissipation n'est significatif (aucune force non conservative).

1) Démontrer que la force du gaz sur le piston vaut : $\vec{F} = -\dfrac{P_0 S\, l_0}{l_0 - x}\vec{e}_x$.
2) En déduire l'expression du travail élémentaire de cette force lors d'un petit déplacement dx du piston entre x et x+dx.

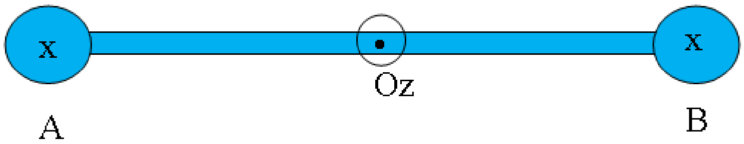
3) Calculer l'énergie potentielle Ep_{gaz} stockée dans le gaz en fonction de x (on pose $Ep_{gaz}=0$ en $x=0$).

4) La voiture pèse 2 tonnes, et roule à 50 km/heure. On suppose que la voiture s'arrête uniquement grâce au dispositif de cet exercice (pas d'autres forces de freinage ou de frottement), le piston se déplaçant alors d'une distance totale x_{max}. Déterminez P_0.

   Application numérique: l_0 = 1,5 m, x_{max} = 1 m, S = 0,1 m^2.

Exercice 3 : Question de cours sur la « Dynamique du solide » (~2,5 pt)

Soit une barre AB de centre O, de masse négligeable et de longueur 2L à laquelle on fixe à ses extrémités deux masselottes (supposées ponctuelles) de masse M chacune. Cette barre, sous l'action d'un moteur et de forces de frottement, tourne autour d'un axe (Oz) à la vitesse angulaire constante ω .



1) Justifier que la quantité de mouvement du système {barre + 2 masselottes} est nulle.
2) Calculer le moment d'inertie par rapport à l'axe (Oz) du système {barre + 2 masselottes}.
3) Calculer le moment cinétique par rapport à l'axe (Oz) du système {barre + 2 masselottes}.
4) On coupe le moteur et la barre est maintenant soumise uniquement à des forces de frottements. Elle cesse alors de tourner au bout d'un temps τ. En considérant la décélération constante, déterminer le moment des forces de frottement.