

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**  
**HYGIÈNE/PROPRETÉ/ENVIRONNEMENT**  
**SESSION 2008**

**SCIENCES PHYSIQUES**

**Durée : 2 H**

**Coefficient : 3**

---

**- SUJET -**

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

**Le sujet comporte 2 parties indépendantes (Physique – Chimie)  
qui seront traitées sur des copies séparées.**

**Il sera tenu compte de la présentation.**

**L'usage de la calculatrice est autorisé.**

## -CHIMIE- (12 points)

### LESSIVE ET ENVIRONNEMENT

Les 3 parties sont indépendantes

Données :

- $pK_s(\text{CaSO}_4) = 3,7$
- $pK_a(\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}) = 10,3$

Symbole de l'élément	H	C	O	Na	S	Ca
Masse molaire atomique en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$	1,0	12,0	16,0	23,0	32,0	40,0

Un détergent désigne une préparation servant au lavage. Il est composé d'un agent nettoyant, généralement un tensioactif de synthèse et de plusieurs additifs. Cependant, il existe des tensioactifs obtenus à partir d'ingrédients naturels : les savons, carboxylates de sodium ou de potassium, qui exigent une eau adoucie et un milieu basique pour être efficaces.

#### 1. Inconvénient d'une eau dure ; étude d'une solubilité.

Les ions alcalinoterreux présents dans les eaux dites dures sont gênants. Ils forment des composés ioniques peu solubles à l'origine de la formation de dépôts solides.

On se propose d'étudier la solubilité d'un de ces composés : le sulfate de calcium ( $\text{CaSO}_4$ ).

1.1. Ecrire l'équation de dissolution du sulfate de calcium dans l'eau.

1.2. Exprimer le produit de solubilité  $K_s$ , associé à cette équation, en fonction des concentrations de chaque ion.

1.3. Montrer que la solubilité du sulfate de calcium vaut  $s = \sqrt{K_s}$ .

1.4. Calculer cette solubilité en  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  puis en  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ .

#### 2. Propriétés d'un adoucissant.

Le carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), en diminuant la teneur en ions alcalinoterreux, joue le rôle d'un adoucissant. Par ailleurs, ses propriétés basiques assurent une meilleure efficacité du savon.

##### **2.1. Etude qualitative d'une solution de carbonate de sodium ( $2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ ).**

Le carbonate de sodium est un composé ionique totalement dissocié dans l'eau. Une mesure rapide du pH d'une solution de carbonate de sodium donne une valeur voisine de 11.

2.1.1. Ecrire l'équation de la réaction des ions carbonate avec l'eau.

2.1.2. Tracer le diagramme de prédominance du couple  $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$  en plaçant son  $\text{pK}_a$  sur une échelle graduée en unité de pH. En déduire l'espèce chimique prédominante dans cette solution.

## 2.2. Dosage du carbonate de sodium dans une lessive.

On veut vérifier l'étiquette d'une lessive indiquant 32 % en masse en  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Pour cela, on prépare une solution en introduisant 1,0 g de lessive dans une fiole jaugée de 100 mL dont on ajuste le trait de jauge avec de l'eau distillée.

On prélève 20 mL de cette solution que l'on dose par de l'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ ) à  $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ . L'équivalence acido-basique est obtenue pour un volume d'acide chlorhydrique versé  $V_E = 6,0 \text{ mL}$ .

2.2.1. Donner l'équation de la réaction de dosage.

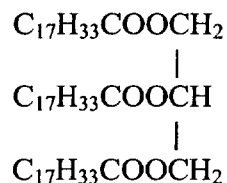
2.2.2. Déterminer la quantité de carbonate de sodium contenu dans la prise d'essai.

2.2.3. En déduire la quantité de carbonate de sodium dans 1,0 g de lessive.

2.2.4. Calculer le pourcentage massique en  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Conclure.

## 3. Synthèse d'un savon.

Pour réaliser la synthèse d'un savon, on fait réagir à chaud un corps gras et de la soude. Un des corps gras fréquemment utilisé est l'huile d'olive, assimilée au triglycéride de masse molaire  $M = 884 \text{ g.mol}^{-1}$  et de formule :



Dans la suite de l'exercice, le groupe  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}$  sera noté R.

Les produits de cette réaction, appelée réaction de saponification, sont le carboxylate de sodium, de masse molaire  $304 \text{ g.mol}^{-1}$  et le glycérol (propan - 1, 2, 3 - triol).

3.1. Ecrire la formule semi-développée du carboxylate de sodium.

3.2. Ecrire la formule semi-développée du glycérol.

3.3. Ecrire l'équation de la réaction de saponification.

3.4. Calculer la masse de triglycéride nécessaire pour fabriquer un savon de 400 grammes.

3.5. Sachant que la masse volumique de l'huile d'olive est  $\rho = 900 \text{ g.L}^{-1}$ , calculer le volume d'huile nécessaire pour fabriquer ce savon.

**-PHYSIQUE- (8 points)**  
**MECANIQUE DES FLUIDES**

**Les 2 parties sont indépendantes**

**Données**

- Masse volumique de l'eau :  $\rho = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- Intensité de la pesanteur :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$
- Pression atmosphérique :  $p_0 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$
- Équation de Bernoulli pour un fluide en écoulement permanent du point A vers le point B, recevant d'une machine une puissance P :

$$(p_B - p_A) + \rho \cdot g \cdot (z_B - z_A) + \frac{1}{2} \rho (v_B^2 - v_A^2) = \frac{P}{Q_V}$$

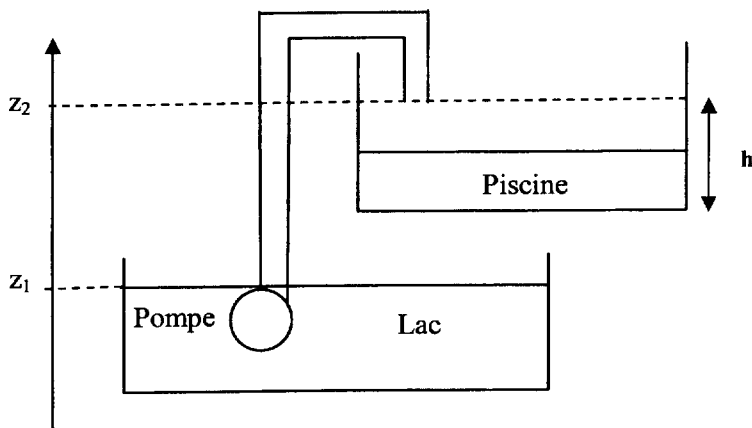
(où  $Q_V$  est le débit volumique)

- Surface d'un disque :  $S = \pi \cdot R^2$

**1. Remplissage d'une piscine .**

Dans un club de vacances, on construit une piscine à proximité d'une retenue d'eau. La piscine a les dimensions suivantes : longueur  $L = 20,0 \text{ m}$ , largeur  $l = 10,0 \text{ m}$ . La profondeur d'eau  $h$  lorsque la piscine est remplie est de  $3,0 \text{ m}$ .

L'eau est puisée à l'aide d'une pompe dans le lac de retenue. La cote du niveau de ce dernier est  $z_1 = 825 \text{ m}$ . La surface libre de l'eau dans la piscine, à la sortie de la canalisation, est à la cote  $z_2 = 850 \text{ m}$ . Le diamètre de la canalisation à la sortie de la pompe est  $d = 50 \text{ mm}$ .



1.1. La vitesse du fluide dans cette canalisation est  $v = 3,0 \text{ m.s}^{-1}$ .  
Montrer que le débit volumique  $Q_V$  est proche de  $5,9 \text{ L. s}^{-1}$ .

1.2. Calculer le volume d'eau contenu dans la piscine lorsqu'elle est remplie.

1.3. En déduire la durée totale de remplissage de la piscine. Le résultat sera exprimé en heures et minutes.

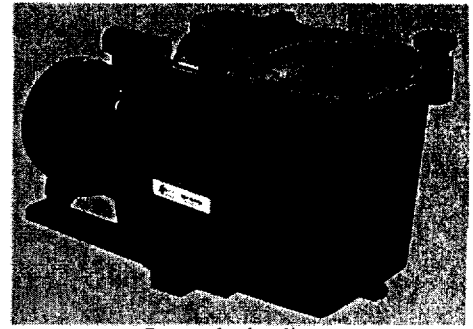
1.4. Calculer la pression absolue au fond du bassin, une fois la piscine remplie.

## 2. Purification de l'eau.

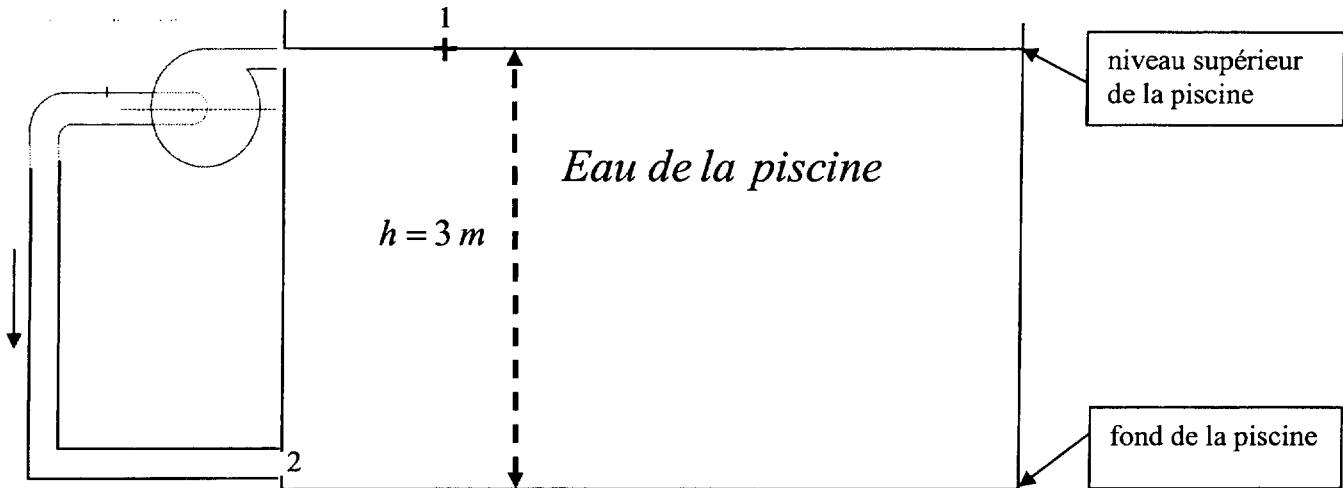
Pour enlever les impuretés, on installe une pompe assurant la circulation de l'eau de la piscine. Son débit doit être adapté au volume à traiter. Elle aspire l'eau, l'envoie dans le filtre et la refoule dans le bassin.

La pompe hydraulique ci-contre débite  $23 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Installée suivant le schéma ci-dessous, sa conduite d'aspiration a un diamètre  $d_1 = 200 \text{ mm}$  et sa conduite de refoulement a un diamètre  $d_2 = 100 \text{ mm}$ .

Dans cette étude, toutes les pertes de charge sont négligées.



Pompe hydraulique  
 $23 \text{ m}^3/\text{h}$



2.1. Vérifier que la vitesse d'écoulement  $v_2$  dans la conduite de refoulement vaut  $0,80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

2.2. La pompe aspire l'eau stagnante du bassin au niveau de la surface de l'eau en (1). Sachant que la pression de l'eau à la sortie de la pompe, en (2), est environ égale à  $p_2 = 1,6 \times 10^5 \text{ Pa}$ , montrer que le terme  $\frac{1}{2} \rho \cdot (v_2^2 - v_1^2)$  est négligeable devant  $(p_2 - p_1)$  ou  $\rho \cdot g \cdot h$ .

2.3. Calculer la puissance mécanique utile  $P$  fournie par la pompe pour assurer ce débit.

2.4. Cette pompe est actionnée par un moteur électrique. Le rendement global du groupe est de 80 %. Calculer la puissance électrique  $P_e$  consommée.

2.5. Une pompe de filtration doit être choisie en fonction de plusieurs critères. En effet, une piscine est un réservoir d'eau qui a besoin d'être filtrée et traitée pour garder sa propreté et sa clarté. Les effets du soleil (photosynthèse), la baignade et le vent sont sources de développement des microorganismes. Afin de limiter leur développement, il est conseillé de filtrer la totalité du volume d'eau de la piscine en quatre heures maximum.

Combien de pompes faudra-t-il installer sur cette piscine pour respecter cette norme ?