

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
HYGIENE/PROPRETÉ/ENVIRONNEMENT
SESSION 2004

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.

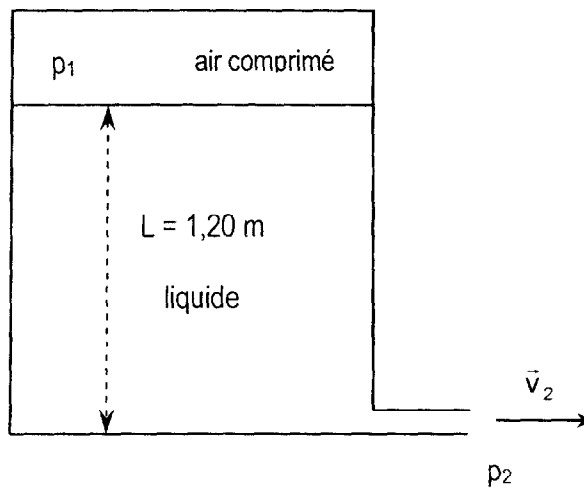
On envisage le traitement des eaux de lavage d'un garage automobile. Ces eaux ne pouvant être rejetées directement dans la nature, doivent être stockées dans un réservoir, puis évacuées à l'aide d'une pompe vers un camion-citerne, ou dirigées vers un bac séparateur.

Ces différentes situations sont présentées dans le problème ci-dessous, en 3 parties indépendantes.

I – LE RESERVOIR DE STOCKAGE

Ce réservoir clos présente des dimensions très grandes par rapport à celles de l'orifice d'évacuation situé à une profondeur $L = 1,20$ m au-dessous de la surface libre du liquide. La vidange s'effectue plus rapidement, grâce à l'augmentation de la pression de l'air au-dessus du liquide jusqu'à la valeur $p_1 = p_0 + p$ où p_0 représente la pression atmosphérique et $p = 7,0 \cdot 10^3$ Pa.

On considère que le fluide est incompressible et de viscosité négligeable. Dans cette question, on supposera constant le niveau du liquide dans le réservoir.



Donner l'expression littérale, puis calculer la vitesse v_2 d'écoulement à l'air libre par l'orifice, dans les deux cas suivants :

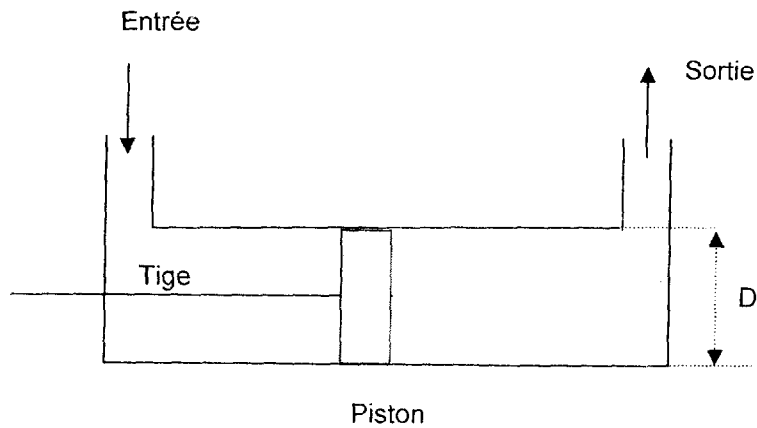
1. le liquide est constitué d'huile, de masse volumique $\rho = 700 \text{ kg.m}^{-3}$;
2. le liquide est constitué d'eau, de masse volumique $\rho_e = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$.

On rappelle la forme générale de l'équation de Bernoulli : $\frac{1}{2} v^2 + \frac{p}{\rho} + g \cdot z = \text{constante}$.

On prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

II – LE POMPAGE

Une installation hydraulique reliée à la sortie du réservoir assure la distribution du liquide qui s'écoule vers un camion-citerne. Cette installation est composée d'un groupe motopompe et d'un vérin double effet. Une partie du vérin est schématisée ci-dessous. (Les soupapes nécessaires à son fonctionnement ne sont pas représentées).



Le vérin a un diamètre $D = 5 \text{ cm}$ et son rendement énergétique est $\eta_1 = 0,70$.

Son débit est $Q_V = 50 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$.

Le groupe motopompe est entraîné par un moteur électrique triphasé dont voici la fiche signalétique :

$$P_u = 6 \text{ kW} \quad U = 230/400 \text{ V} \quad \cos \varphi = 0,8 \quad I = 15 \text{ A}$$

- 1°/ Faire le schéma représentant la chaîne énergétique de l'installation.
- 2°/ Calculer la puissance P_a absorbée par le moteur.
- 3°/ Calculer le rendement η_M de ce moteur et le rendement η de l'installation.
- 4°/ a) Calculer la vitesse de sortie de la tige du vérin.
b) En déduire la force utile du vérin.

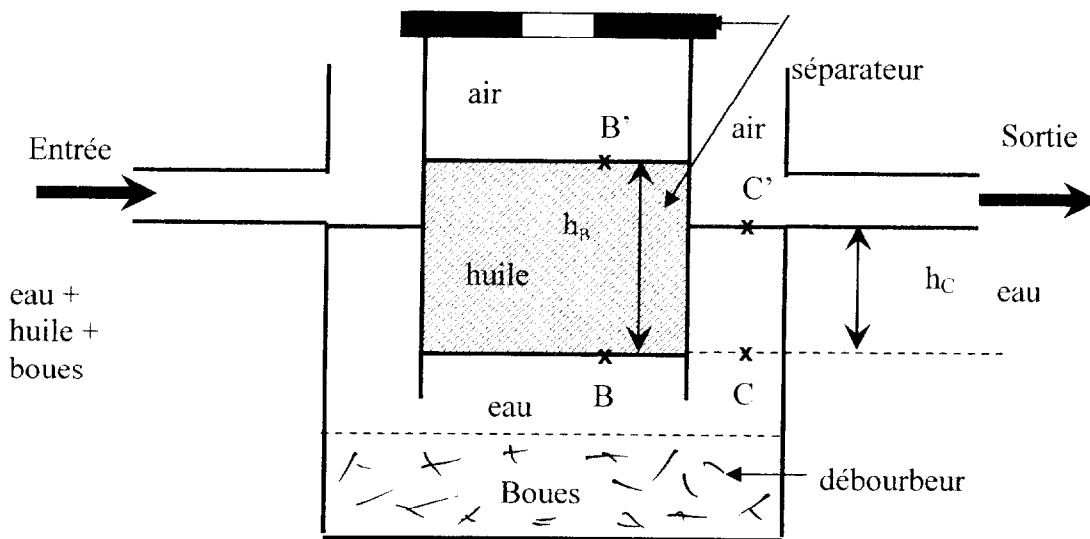
III – LE TRAITEMENT

Le système précédent est supprimé, et les eaux du réservoir (eau + huile + boues) sont envoyées sur place dans un bac séparateur dont le fonctionnement est schématisé ci-dessous :

- un débourbeur qui permet de retenir les boues (fines particules solides) par décantation.
- un séparateur où les huiles sont récupérées par flottaison.

Donnée : densité de l'huile $d = 0,85$

- 1°/ En appliquant la relation fondamentale de l'hydrostatique entre les points B et B' d'une part, entre les points C et C' d'autre part, exprimer la hauteur d'huile h_B en fonction de h_C et de la densité d .
Calculer h_B sachant que $h_C = 36 \text{ cm}$.



2°/ Pour analyser l'huile, on en prélève du bac séparateur. La hauteur d'ascension h dans un tube capillaire est de 7,53 cm. A l'aide des données ci-dessous, retrouver le type d'huile utilisée.

- Données :
- r : rayon du capillaire = 10^{-4} m
 - θ : angle de raccordement ≈ 0 (mouillage parfait)
 - A : coefficient de tension superficielle
- Loi de Jurin : $h = \frac{2.A}{\rho.g.r} \cdot \cos\theta$

Tableau des coefficients de tension superficielle :

Liquide à 20°C	Eau	Mercure	Benzène	Huile végétale	Acétone	Glycérine
$A_{\text{liquide-air}}$ (N.m^{-1})	73.10^{-3}	475.10^{-3}	29.10^{-3}	32.10^{-3}	$2,37.10^{-3}$	$6,31.10^{-3}$

CHIMIE

Exercice 1 : FORMATION D'UN COMPOSE CHLORE (4 points)

- 1°/ Soit un alcène A de masse molaire $M_A = 42 \text{ g.mol}^{-1}$.
- a) Établir la formule brute du composé A.
 - b) En déduire sa formule semi-développée et son nom.
- 2°/ On fait réagir du chlorure d'hydrogène sur l'alcène A. Il se forme deux composés dont l'un est majoritaire.
- a) Écrire l'équation-bilan correspondant à la formation de l'espèce majoritaire, notée B.
 - b) Donner le nom du composé B.
 - c) Quelle est la masse du composé B que l'on pourrait obtenir en faisant réagir 12,6 kg de composé A (en supposant qu'il est le seul à se former) ?

Données :

Masses molaires atomiques : $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

Exercice 2 : VITAMINE C (8 points)

L'acide ascorbique d'appellation commerciale « vitamine C 500 » est vendu en pharmacie sous forme de comprimés de vitamine. C'est un acide de formule $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{H}$.

Pour étudier cet acide, on dissout un comprimé de vitamine C dans de l'eau distillée afin d'obtenir une solution S de volume $V_S = 200 \text{ mL}$.

On prélève un volume $V = 10,0 \text{ mL}$ de cette solution S, que l'on dose avec une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration $C_B = 1,50.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, en présence d'un indicateur coloré : le rouge de crésol. Le virage de l'indicateur est obtenu pour un volume d'hydroxyde de sodium versé $V_E = 9,4 \text{ mL}$.

Les questions 1,2 et 3 sont indépendantes.

- 1°/ Écrire l'équation-bilan traduisant la mise en solution aqueuse de l'acide ascorbique.
- a) Donner la formule de la base conjuguée de l'acide ascorbique, appelée ion ascorbate.
 - b) Exprimer la constante d'acidité K_A du couple acide ascorbique / ion ascorbate.
En déduire une relation entre le $\text{p}K_A$ de ce couple et le pH de la solution.

- 2°/ a) Que peut-on dire de la valeur du pH à l'équivalence ? Quelle propriété doit avoir un indicateur coloré convenable ?
- b) Écrire l'équation-bilan de la réaction du dosage.
- c) Quelle relation peut-on écrire entre les quantités de matière à l'équivalence ? En déduire la concentration C_S de la solution S, ainsi que la masse d'acide ascorbique contenue dans un comprimé de vitamine C.
- d) L'appellation commerciale « vitamine C 500 » vous paraît-elle justifiée ?
- 3°/ Dans cette question, on se propose de déduire la valeur du pK_A du couple acide ascorbique / ion ascorbate. On pourra noter cet acide AH. La mesure du pH de la solution S conduit à 2,7.
- a) Calculer la concentration en ions hydronium dans la solution S puis celle en ions hydroxyde.
- b) Écrire la relation traduisant l'électroneutralité de la solution S ; en déduire la concentration en ion ascorbate dans cette solution.
- c) Écrire la relation traduisant la conservation de la matière lors de la mise en solution de l'acide ascorbique. En déduire la concentration de la forme acide dans la solution S.
- d) Calculer le pK_A de ce couple.

Données :

Masses molaires atomiques : $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$.
Produit ionique de l'eau : $K_e = [H_3O^+].[HO^-] = 10^{-14}$