

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
HYGIÈNE-PROPRETÉ-ENVIRONNEMENT

session 2001

PHYSIQUE/CHIMIE

Durée : 2 h

Coefficient : 3

Il sera tenu compte de la présentation.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

- SUJET -

CHIMIE : mesure d'un produit de solubilité (12 points)

On cherche à déterminer expérimentalement la valeur du produit de solubilité K_s d'un composé peu soluble : le chlorure d'argent AgCl . Pour ce faire, on constitue une pile électrochimique dont on va mesurer la force électromotrice.

On donne les potentiels standard suivants :

$$E^\circ_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,760 \text{ V} ; \quad E^\circ_{\text{H}^+/\text{H}_2} = 0,000 \text{ V} ; \quad E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = 0,790 \text{ V}$$

I - Première demi-pile

On veut fabriquer une électrode à hydrogène ; pour cela, on dispose d'une solution commerciale S d'acide chlorhydrique de concentration $C = 12,5 \text{ mol.L}^{-1}$.

1°/ Calculer le volume V de cette solution S qu'il faut prélever pour obtenir un litre de solution S' de concentration $C' = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$.

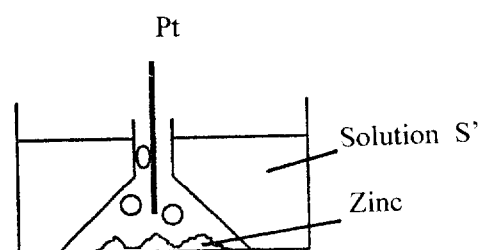
2°/ Calculer le pH de la solution S' .

3°/ On verse alors 100 mL de solution S' dans un becher contenant de la grenaille de zinc et on observe une forte effervescence.

a) Quel est le nom du gaz dégagé ? Justifier la réponse.

b) Écrire l'équation de la réaction qui a lieu.

4°/ Le débit gazeux est alors canalisé par un petit entonnoir retourné et on plonge un fil de platine dans son conduit, au contact du gaz et de la solution acide S' . On a alors formé une électrode à hydrogène.



À l'aide de la formule de Nernst, exprimer littéralement le potentiel $E_{\text{H}^+/\text{H}_2}$ de cette électrode en fonction du pH de la solution. (On prendra $P_{\text{H}_2} = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$.)

5°/ Déterminer la valeur numérique de ce potentiel.

II - Deuxième demi-pile

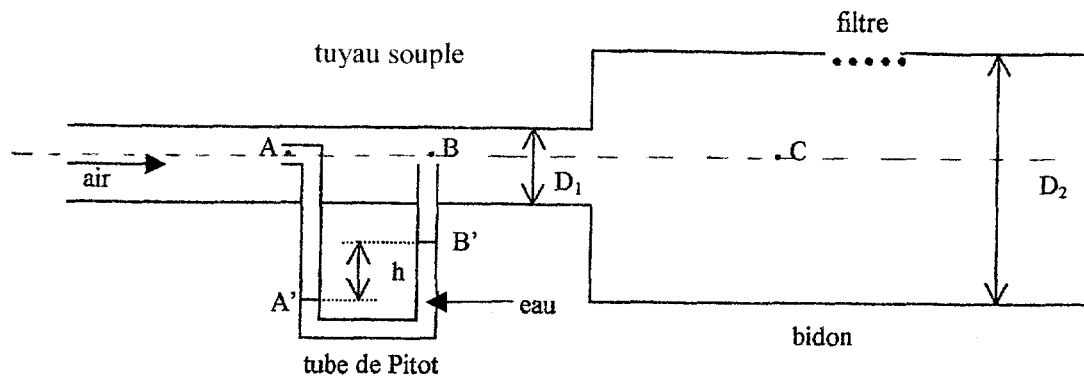
- 1°/ On prélève 100 mL de la solution d'acide chlorhydrique S' dans un becher et on y ajoute quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent ($Ag^+ + NO_3^-$). La solution se trouble. Nommer le type de réaction qui a lieu. Donner son équation.
- 2°/ Pour calculer le produit de solubilité K_s , on a besoin de connaître les concentrations respectives en ions Ag^+ et Cl^- . Ayant ajouté quelques gouttes de nitrate d'argent dans les 100 mL de solution d'acide chlorhydrique, on supposera que la concentration en ions Cl^- n'a pas varié. Pour déterminer la concentration en ions Ag^+ , on fabrique une demi-pile en plongeant un fil d'argent dans le becher contenant la solution troublée. À l'aide de la formule de Nernst, exprimer littéralement le potentiel $E_{Ag^+/Ag}$ de cette électrode.

III - Formation de la pile

Les deux demi-piles réalisées au I et II sont reliées par un pont salin et les deux électrodes sont connectées aux bornes d'un voltmètre afin de mesurer la force électromotrice de la pile ainsi réalisée.

- 1°/ Déterminer les polarités de la pile constituée par l'association des demi-piles I et II, en considérant que chaque demi-pile fonctionne dans les conditions standard. On admettra que la polarité de la pile reste la même dans les conditions de l'expérience décrites au I et II. On se place dans ces conditions par la suite.
- 2°/ Donner l'expression de la force électromotrice ΔE de la pile en fonction de $E_{Ag^+/Ag}$ et E_{H^+/H_2} .
- 3°/ On lit sur le voltmètre : $\Delta E = 309 \text{ mV}$. Calculer le potentiel de l'électrode d'argent.
- 4°/ En déduire la valeur de la concentration en ions Ag^+ .
- 5°/ Calculer la valeur du produit de solubilité K_s .
- 6°/ Les tables donnent $pK_s(AgCl) = 9,75$. Conclure.

PHYSIQUE : mécanique des fluides - débit de l'air dans un aspirateur (8 points)



Un aspirateur domestique est formé d'un tuyau souple, de diamètre $D_1 = 3 \text{ cm}$, qui débouche dans un bidon de diamètre $D_2 = 30 \text{ cm}$, au-dessus duquel un ventilateur rejette dans l'atmosphère l'air aspiré et filtré. Pour mesurer le débit d'air de l'aspirateur, on fixe un tube de Pitot sur le tuyau souple. Le liquide manométrique est de l'eau. On mesure une dénivellation $h = 77 \text{ mm}$ entre les deux surfaces libres du liquide manométrique.

On admettra que la masse volumique de l'air a la même valeur dans le tuyau souple que dans le bidon, et que les pertes de charge sont négligeables.

Données : Masse volumique de l'eau $\rho_0 = 1\,000 \text{ kg.m}^{-3}$

Masse volumique de l'air dans les conditions d'utilisation $\rho = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$

Intensité du champ de pesanteur $g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$.

Relation de Bernoulli pour un fluide en mouvement de A vers B :

$$p_A + \rho g Z_A + \rho V_A^2 / 2 = p_B + \rho g Z_B + \rho V_B^2 / 2$$

- 1°/ Quelle est la vitesse V_A de l'air au point A ?
- 2°/ Dédurre de la relation de Bernoulli l'expression ① de $p_A - p_B$ en fonction de ρ et de la vitesse V_B d'écoulement de l'air dans le tuyau souple.
- 3°/ En appliquant la loi fondamentale de la statique des fluides, exprimer $p_{A'} - p_{B'}$ en fonction de ρ_0 , g et h . En déduire l'expression ② de $p_A - p_B$.
- 4°/ Dédurre de ① et ② l'expression littérale de V_B ; calculer sa valeur.
- 5°/ Donner l'expresion du débit volumique de l'air aspiré et calculer sa valeur en L.s^{-1} .
- 6°/ En supposant le débit volumique de l'air égal à 25 L.s^{-1} , calculer la vitesse V_C de l'air dans le bidon.
- 7°/ Comparer, en justifiant, la pression p_C de l'air dans le bidon avec la pression p_B de l'air dans le tuyau.