EXERCICE I. CHIMIE À USAGE DOMESTIQUE (6,5 points)
Nouvelle Calédonie 11/2008

On s'intéresse dans cet exercice à l'étude de deux produits ménagers d'usage courant.

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

1. Analyse d'un déboucheur de canalisations domestiques

Le DesTop® est un produit ménager qui permet de déboucher les canalisations. Sur l'étiquette on trouve les indications suivantes :

Contient de l'hydroxyde de sodium en solution
20% en masse
N'attaque pas l'émail
Dissout toute matière organique



Corrosif

La solution commerciale S_c, de concentration c_c, étant trop concentrée, on la dilue 100 fois. On obtient une solution, notée S, d'apparence incolore.

1.1. Titrage, en présence d'un indicateur coloré, de la solution diluée de DesTop®
Dans cette partie, on considère, pour simplifier, que le DesTop® est uniquement constitué d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + HO^-$).

On prélève un volume V = 50,0 mL de la solution S que l'on verse dans un erlenmeyer. On y ajoute quelques gouttes d'indicateur coloré, le bleu de bromothymol (B.B.T.). On dose par de l'acide chlorhydrique,($H_3O^+ + C\ell^-$), de concentration c_a = 0,20 mol.L^{-1}. Il faut verser un volume V_E = 15,0 mL d'acide chlorhydrique pour observer le changement de couleur de l'indicateur coloré.

Données :

Couples acide/base : H_3O^+ / H_2O (ℓ)
H_2O (ℓ) / HO^- (aq)
Produit ionique de l'eau : $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$ à 25 °C
Bleu de bromothymol :
- teinte acide : jaune ; teinte basique : bleue ;
- dans le domaine de la zone de virage ($6 \leq pH \leq 7,6$) le B.B.T. prend une teinte verte
Masse molaire de l'hydroxyde de sodium : M = 40,0 g.mol^{-1}
Masse volumique du DesTop® : ρ = 1,20 g.mL^{-1}

1.1.1. Écrire l'équation de la réaction associée à la transformation chimique qui se produit lors du titrage.
1.1.2. Donner l'expression littérale puis calculer la valeur de la constante d'équilibre, notée K_1, associée à la réaction.
1.1.3. Après avoir défini l'équivalence, établir l'expression de la concentration *c* de la solution diluée S. Calculer *c*.
1.1.4. Comment repère-t-on expérimentalement le passage à l'équivalence ?
1.1.5. En utilisant les indications du texte encadré et les données, calculer la concentration c_c de la solution commerciale S_c. Comparer avec le résultat du dosage.

1.2. Présence d'ammoniac dans le DesTop®
En réalité, la solution commerciale ne contient pas que de l'hydroxyde de sodium en solution. Quand on ouvre prudemment une bouteille de DesTop®, il se dégage notamment, une odeur d'ammoniac.

Données :

Couple ion ammonium / ammoniac : NH_4^+ (aq) / NH_3 (aq)
Constante d'acidité du couple ion ammonium / ammoniac :
$K_A = 6{,}3 \times 10^{-10}$ *donc* $pK_A = 9{,}2$ *à 25 °C*
Masse molaire de l'ammoniac : M = 17,0 g.mol^{-1}

1.2.1. Écrire l'équation de la réaction entre l'ammoniac NH_3 et les ions oxonium H_3O^+ apportés par l'acide chlorhydrique lors du titrage.
1.2.2. Donner l'expression littérale puis calculer la valeur de la constante d'équilibre, notée K_2, associée à l'équation de la réaction précédente.
1.2.3. Tracer le diagramme de prédominance du couple NH_4^+ (aq) / NH_3 (aq) dont fait partie l'ammoniac.

1.3. Titrage pH-métrique de la solution diluée de DesTop®

On souhaite connaître la composition quantitative du DesTop® en ammoniac et en hydroxyde de sodium. On procède alors à une titrage pH-métrique, réalisé dans les conditions de l'expérience précédente, permettant de déterminer les concentrations molaires volumiques de l'ammoniac et des ions hydroxyde en solution.

Un logiciel permet de tracer les courbes pH = f(V_a) et $\frac{dpH}{dV_a}$ *= g(V_a). On obtient les graphes de la figure 1 ci-dessous.*

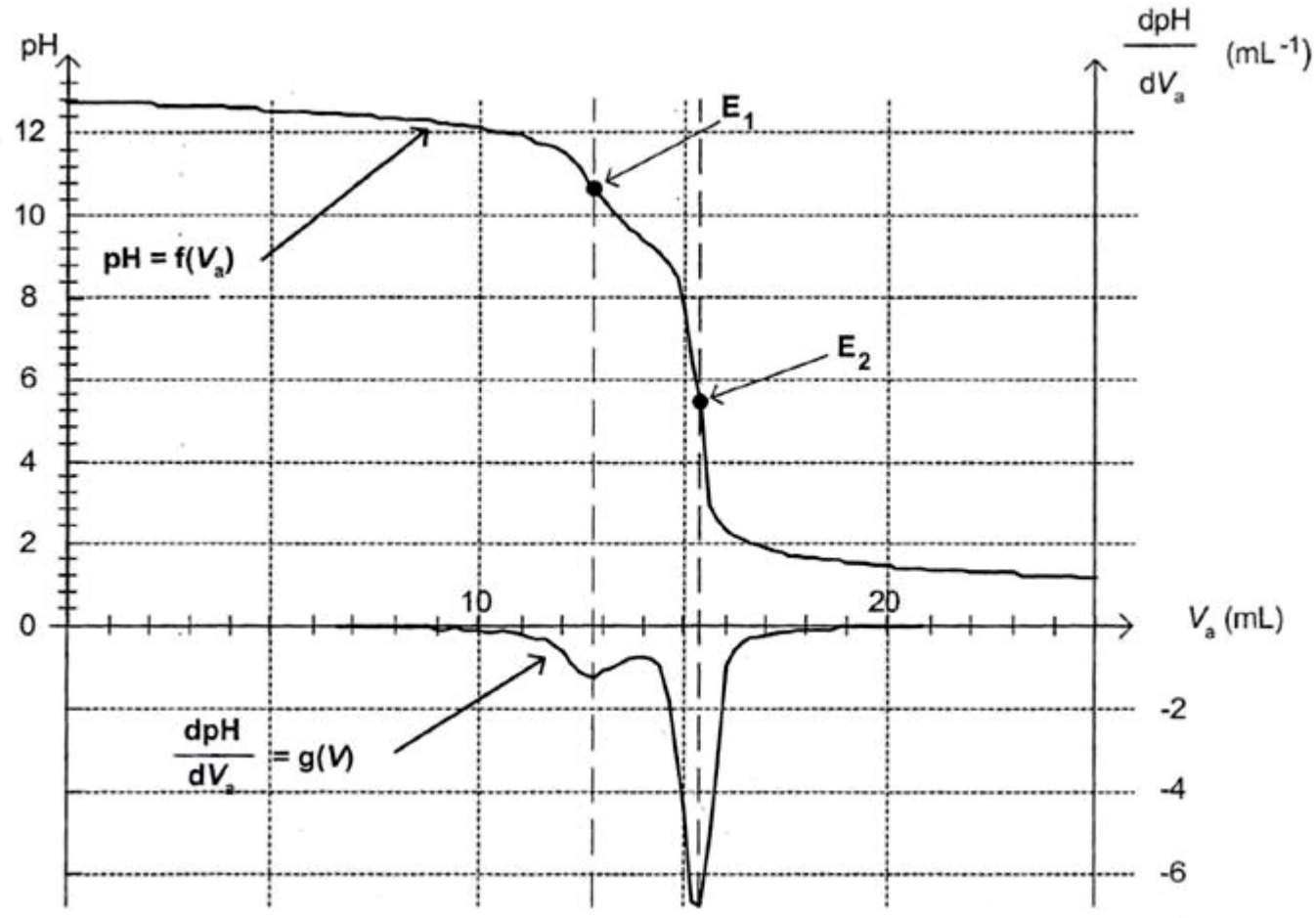


Figure 1

1.3.1. Justifier, à l'aide de la figure 1, le fait que l'indicateur coloré de l'expérience précédente a changé de couleur pour un volume V_a = 15,0 mL.

On admet que, lors du dosage d'une solution contenant un mélange d'ions hydroxyde et d'ammoniac par de l'acide chlorhydrique, ce dernier réagit d'abord avec les ions hydroxyde (ce qui correspond au premier point d'équivalence E_1) puis avec l'ammoniac (ce qui correspond au second point d'équivalence E_2).

1.3.2. Quelle est la valeur du pH au premier point d'équivalence E_1 ? Déduire, en s'aidant du diagramme établi à la question 1.2.3., que l'ammoniac est toujours présent dans le mélange à la première équivalence.

1.3.3. Déterminer graphiquement le volume équivalent V_{E_1} et en déduire la concentration en ions hydroxyde dans la solution diluée.

1.3.4. En raisonnant de la même façon qu'à la question 1.3.2., montrer que tout l'ammoniac a réagi à la seconde équivalence E_2.

1.3.5. En déduire le volume V'_a d'acide chlorhydrique qui a servi à doser l'ammoniac.

1.3.6. Calculer la concentration en ammoniac dans la solution diluée de DesTop®.

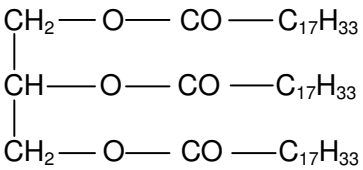
2. Obtention de savon

2.1. Synthèse d'un savon au laboratoire

Dans un ballon, on introduit 10 mL de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, 5 mL d'éthanol, 20 mL d'huile d'olive et quelques grains de pierre ponce. On chauffe à reflux pendant 30 minutes. On verse le mélange obtenu dans de l'eau salée et froide, un précipité blanc-jaune apparaît. L'huile d'olive contient essentiellement l'oléine.

Données :

Formule de l'oléine :



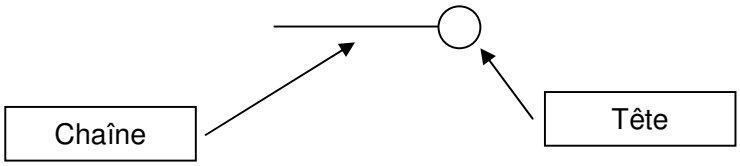
2.1.1. Faire un schéma annoté du montage utilisé pour fabriquer le savon.

2.1.2. Écrire l'équation chimique de la réaction de synthèse du savon.

2.2. Propriétés du savon

2.2.1. Donner la définition des mots hydrophile et hydrophobe.

2.2.2.a. On représente l'ion carboxylate du savon par le schéma ci-dessous :



Reproduire ce schéma sur la copie en indiquant la partie hydrophile et la partie hydrophobe.

2.2.2.b. Choisir parmi les schémas proposés figure 2 ci-dessous, celui qui montre comment se positionnent les ions carboxylate à la surface d'une goutte d'huile en suspension dans l'eau. Justifier la réponse.

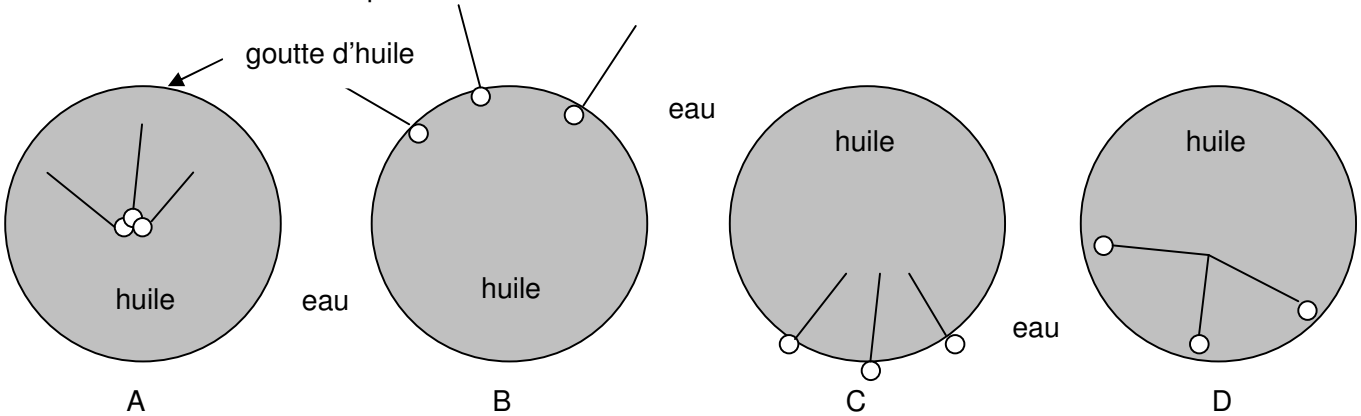


Figure 2