

F.O.R.CO.

D.A.E.U. B

Session de septembre 2004

Chimie

Durée : 3 heures

I - L'arôme de banane

Les parties 1,2 et 3 sont indépendantes

L'arôme de banane est dû :

- soit à la présence d'extraits naturels de banane;
- soit à la présence d'un composé artificiel, l'acétate de butyle (ou éthanoate de butyle).

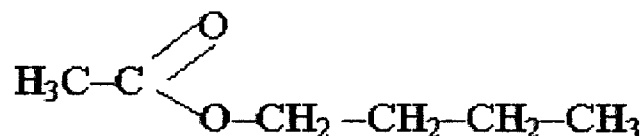
1) Composé naturel ou composé artificiel ?

Donner une des raisons qui font qu'un industriel puisse plutôt avoir recours à l'utilisation du composé artificiel.

Adresse : IFR, Rue Jules Ferry
BP 27540 - 64075 PAU Cedex
Tél. : 05 59 40 78 88
Fax : 05 59 40 78 87
Site web : www.univ-pau.fr/forco
Mél : accueil.forco@univ-pau.fr
APE 803Z - SIRET 196 402 515 00171

2) Questions préliminaires.

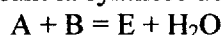
L'acétate de butyle a pour formule semi-développée :



2.1) A quelle famille de composés organiques appartient cette espèce chimique?

2.2) La synthèse de l'acétate de butyle (E) peut être réalisée à partir d'un acide carboxylique (A) et d'un alcool (B).

L'équation associée à la réaction modélisant la synthèse de E s'écrit :



Parmi les composés cités ci-dessous reconnaître les composés A et B.

Acide carboxylique		Alcool	
acide méthanoïque	HCO_2H	butan-1-ol	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
acide acétique (ou acide éthanoïque)	$\text{CH}_3-\text{CO}_2\text{H}$	éthanol	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$
acide butanoïque	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}_2\text{H}$	propan-1-ol	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$

3) Synthèse de l'acétate de butyle au laboratoire .

On se propose de synthétiser au laboratoire l'acétate de butyle (E) à partir des composés A et B .
Pour cela, dans un bécher placé dans un bain d'eau glacée, on introduit :

- un volume $V_A = 5,8$ mL d'acide carboxylique A ;
- un volume $V_B = 9,2$ mL d'alcool B (soit 0,10 mol) ;
- quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

Données :

	masse molaire M (en mol^{-1})	masse volumique ρ (en g.mL^{-1})	température d'ébullition sous pression normale, θ_{eb} (en $^{\circ}\text{C}$)
A	60	1,05	118,2
B	74	0,81	117,7
E	116	0,87	126,5
eau	18	1,00	100,0

3.1) Indiquer pourquoi il est nécessaire de placer initialement le bécher dans un bain d'eau glacée.

3.2) Justifier succinctement l'intérêt d'ajouter de l'acide sulfurique sachant qu'il ne participe pas à la transformation chimique étudiée.

3.3) Le mélange initial {acide + alcool} est équimolaire : la quantité d'acide introduit est égale à 0,10 mole. En utilisant les données, écrire l'expression littérale permettant de calculer la quantité d'acide carboxylique A introduite dans un volume V_A .

3.4) La masse de produit E obtenue est 7,77 g. Déterminer l'avancement maximal de la réaction dans ces conditions. Pour la résolution de cette question, l'utilisation ou non d'un tableau d'avancement est laissée au choix du candidat.

II. Charge d'un condensateur à l'aide d'une pile :

On souhaite réaliser une pile au laboratoire. Pour cela, on dispose d'une lame de zinc et d'une lame de cuivre ainsi que d'un volume $V_1 = 100$ mL d'une solution aqueuse de sulfate de zinc de concentration molaire en soluté apporté $C_1 = 1,0$ mol.L⁻¹ et d'un volume $V_2 = 100$ mL d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre de concentration molaire en soluté apporté $C_2 = 1,0$ mol.L⁻¹ et d'un pont salin.

L'expérience est réalisée à la température de 25 °C. A cette température, la constante d'équilibre associée à l'équation : $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Zn}_{(\text{s})} = \text{Cu}_{(\text{s})} + \text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}$ est $K = 4,6 \cdot 10^{36}$.

La pile ainsi réalisée est placée dans un circuit électrique comportant une résistance et un interrupteur. On ferme ce circuit électrique à l'instant de date $t_0 = 0$ s.

1) Faire un schéma légendé de cette pile. Compléter le schéma avec la résistance et l'interrupteur.

2) Pour chaque électrode, écrire la demi-équation correspondant au couple qui intervient.

3) En déduire, en justifiant la réponse, à quel métal correspond le pôle + de la pile et à quel métal correspond le pôle -.

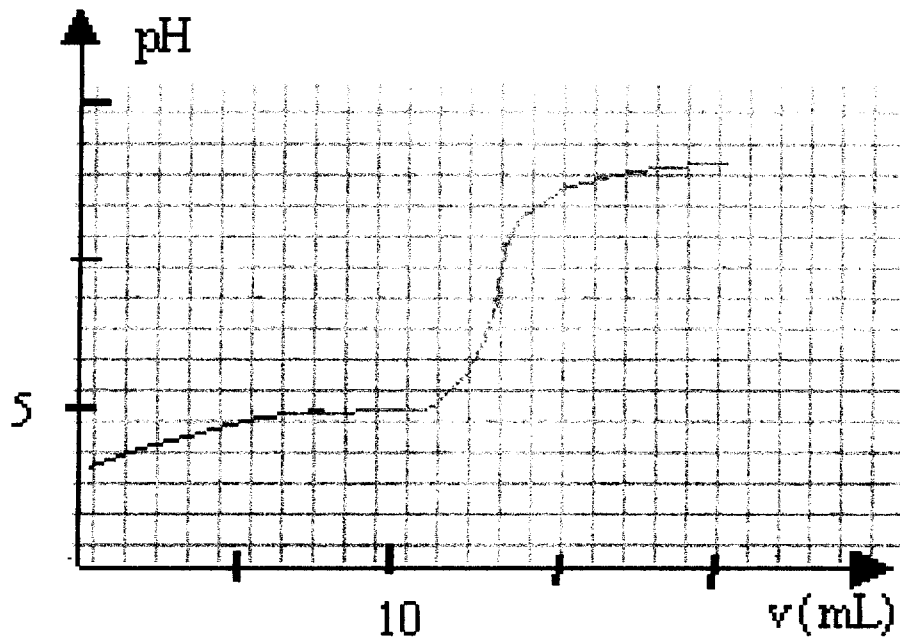
4) D'après la théorie, on considère que la pile s'arrête de fonctionner quand le réactif limitant, constitué soit par les ions Cu^{2+} , soit par les ions Zn^{2+} , a été complètement consommé. En utilisant l'équation de la réaction se produisant à l'une des électrodes, calculer la quantité maximale d'électricité que pourrait théoriquement débiter cette pile.

On donne la constante d'Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹, la charge électrique élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

III. Dosage d'un vinaigre.

On se propose de doser par pH-métrie un vinaigre afin d'en déterminer la concentration molaire volumique en acide éthanóïque. Pour cela, on prépare $V = 100$ mL d'une solution diluée 10 fois du vinaigre. Puis on prélève un volume $V_1 = 10$ mL de la solution diluée que l'on verse dans un bécher, auquel on ajoute suffisamment d'eau distillée pour immerger correctement la cellule du pH-mètre.

On réalise le dosage avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique $c_2 = 0,1$ mol.L⁻¹. Le pH est relevé en fonction du volume V_2 de solution d'hydroxyde de sodium et on obtient la courbe $\text{pH} = f(V_2)$.



Toutes les solutions considérées sont prises à 25°C.

Donnée : pKa du couple $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$ à 25 °C = 4,8 et pKe = 14.

1. Ecrire l'équation chimique associée à la transformation chimique étudiée.
2. Quelle hypothèse faut-il faire sur la nature de la transformation chimique pour que la réaction puisse servir de support au dosage ?
3. Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence.
 - Quelles sont les espèces chimiques majoritaires à l'équivalence.
 - On note n_1 la quantité de matière de réactif titré initialement apporté dans le bécher et $n_{2,\text{éq}}$ la quantité de matière de réactif titrant versé à l'équivalence. Établir la relation liant n_1 et $n_{2,\text{éq}}$.
 - En déduire la concentration volumique c_1 en acide éthanoïque apporté dans la solution diluée, puis la concentration molaire volumique c en acide éthanoïque du vinaigre.
4. On se place dans la situation où on a versé un volume d'hydroxyde de sodium représentant la moitié du volume versé à l'équivalence.
 - Quelles sont les quantités d'hydroxyde de sodium et d'acide éthanoïque introduites alors ?
 - A l'aide d'un tableau descriptif de l'évolution du système, déterminer la quantité d'ion éthanoate alors formé, ainsi que la quantité d'acide éthanoïque restant dans le milieu réactionnel.
 - En déduire la valeur du pH en ce point.
 - Comparer la valeur du pH ainsi trouvée avec la valeur du pH lue sur la courbe de dosage.

Commenter.

IV. Élément carbone

1. On considère deux atomes ${}^{A_1}X_1$ et ${}^{A_2}X_2$ appartenant au même élément chimique X. Cet élément se trouve sur la deuxième ligne du tableau de la classification périodique.

- Quelle est le nom de sa couche électronique externe ?
 - Quel est le nombre maximal d'électrons que peut contenir cette couche.
2. Cet élément appartient à la quatrième colonne du tableau de la classification périodique.
- Quel est le nombre d'électrons que possèdent les atomes de l'élément X sur leur couche externe ?
 - Ecrire la formule électronique des atomes de l'élément X.
 - Quel est le nombre total d'électrons que possèdent les atomes de l'élément X ?
3. Quel est le nom de l'élément X ?
- Expliquer la différence entre atome et élément.
 - On donne : $A_1 = 12$ et $A_2 = 13$. Donner la constitution des atomes X_1 et X_2 .

Comment appelle-t-on le rapport qui existe entre ces deux atomes ?

4. Selon les spécifications du fabricant, la Toyota Corolla 1999 à transmission manuelle 5 vitesses consomme 5,8 L d'essence aux 100 km. Pour simplifier, supposons que l'essence contient uniquement de l'octane liquide C_8H_{18} dont la masse volumique est de 0,69g/mL soit 0,69 kg /L ou 690 kg /m³.

1. Ecrire l'équation balancée de la combustion de l'octane sachant que les produits sont le dioxyde de carbone et l'eau.
2. Donner les réponses en notation scientifique, en conservant 2 décimales :
 - Le propriétaire d'une Corolla roule en moyenne 25 000 km par an. En supposant que la combustion soit complète, déterminer la quantité de matière d'octane en mol puis la masse de CO_2 produit en un an par cette voiture.

masse atomique molaire (g / mol) : H=1 ; C=12 ; O=16