

# Baccalauréat

Sciences physiques session normale 2008

## Exercice 1

1 Quels alcools obtient-t-on par hydratation du but-1-ène ? On donnera leur formule semi développée, leur nom et leur classe.

2 En fait il ne se forme pratiquement qu'un seul alcool A lors de cette hydratation.

Cet alcool A est oxydé par l'ion dichromate en milieu acide pour donner un composé B. Ce composé B réagit avec la 2,4 dinitrophénylhydrazine (DNPH) mais est sans action sur le réactif de Schiff.

2.1 Dans quel but utilise-t-on la DNPH lors de l'étude d'un composé ?

Qu'observe-t-on pratiquement lorsque le test est positif.

2.2 Répondre aux mêmes questions pour le réactif de Schiff.

Pourquoi doit-on utiliser successivement ces deux réactifs ?

2.3 Que peut-on affirmer dans le cas du composé B? Quelle est alors la formule semi développée de l'alcool A ?

3 On a écrit, en répondant à la première question, la formule d'un autre alcool A' (qui ne se forme qu'à l'état de traces lors de l'hydratation du but-1-ène).

Quels sont les fonctions et les noms des produits organiques obtenus successivement par oxydation ménagée de ce deuxième alcool A' par l'ion dichromate en milieu acide ? Ecrire les équations bilans correspondantes. On donne :  $Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+}$

## Exercice 2

On dispose de deux solutions S1 et S2 de deux acides notés respectivement A1H et A2H. Les pH des deux solutions ont la même valeur  $pH=3$ . L'un des acides est fort alors que l'autre est faible.

1 Calculer le nombre de mole d'ion d'hydronium contenu dans un volume de  $20cm^3$  de chaque solution.

2 On dilue  $20cm^3$  de chaque solution avec de l'eau pure jusqu'à obtenir  $200cm^3$  de solution.

La dilution de la solution S1 donne une solution S'1 de  $pH_1 = 3,5$  et celle de S2 donne une solution S'2 de  $pH_2 = 4$ .

2.1 Calculer les nombres  $n_1$  et  $n_2$  de mole d'ions hydronium contenus respectivement dans les solutions S'1 et S'2.

2.2 Identifier la solution initiale correspondant à l'acide fort. En déduire la concentration molaire de cette solution d'acide fort.

3 Pour doser la solution initiale d'acide faible, on verse progressivement de la soude de concentration  $0,1mol/L$  sur  $20cm^3$  de cette solution jusqu'au point d'équivalence.

En ce point le volume de soude versé est de  $11,5cm^3$ .

3.1 Calculer la concentration molaire de la solution d'acide faible.

3.2 Déterminer la valeur du  $pK_a$  correspondant à l'acide faible.

3.3 Calculer le coefficient d'ionisation de l'acide faible dans l'eau avant et après la dilution : les comparer.

## Exercice 3

Dans cet exercice, les mouvements étudiés sont rapportés à des repères galiléens. Les mobiles étudiés présentent une répartition à symétrie sphérique.

Donnée :  $G = 6,67.10^{-11} S.I.$

1 Dans un repère, on étudie deux satellites A et B : On suppose que la masse  $M_A$  du mobile A est très grande devant celle  $m$  du mobile B. Le mobile B tourne autour de A considéré comme étant fixe (voir fig 1).

1.1 Montrer que le mouvement de B autour de A est un mouvement circulaire uniforme.

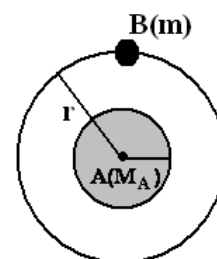


Fig 1

1.2 Etablir la relation qui lie la vitesse  $V$  du centre d'inertie de B, le rayon  $r$  de l'orbite, la masse  $M_A$  de A et la constante de gravitation universelle  $G$ .

1.3 Soit  $T$  la période de B autour de A ; Exprimer  $V$  en fonction de  $T$  et  $r$ , en déduire la relation

$$\frac{r^3}{T^2} = kM_A \text{ et donner l'expression de } k \text{ en fonction de } G.$$

2 Un satellite artificiel tourne autour de la terre (dont la masse  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ) dans une orbite de rayon  $r = 42,3 \cdot 10^3 \text{ km}$ .

2.1 Calculer la période de ce satellite artificiel. Comment appelle-t-on ce type de satellite, s'il tourne dans le plan de l'équateur et dans le même sens de rotation de la terre?

2.2 Tous les satellites se trouvant sur cette orbite ont-ils la même vitesse ? La même masse ? Justifier.

3 Sachant que la terre décrit autour du soleil en 365,25 jours une orbite de rayon  $r' = 1,496 \cdot 10^8 \text{ km}$ . Calculer la masse  $M_S$  du soleil.

#### Exercice 4

Des ions potassium  ${}^{A_1}_{19}\text{K}^+$  et  ${}^{A_2}_{19}\text{K}^+$  pénètrent par l'ouverture  $O_1$  suivant l'axe  $O_1x$  avec la vitesse  $\vec{V}_C$  (voir fig 2).

Ils passent entre deux plaques parallèles  $P_1$  et  $P_2$  distante de  $d$  et qui permettent d'obtenir un champ électrique  $\vec{E}$  créée par une tension  $U = V_{P_1} - V_{P_2}$ .

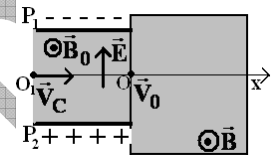


Fig 2

Dans toute la région où règne le champ électrique  $\vec{E}$ , on produit également un champ magnétique uniforme  $\vec{B}_0$  perpendiculaire à  $\vec{E}$  et à  $O_1x$ .

1 Montrer que les ions dont la vitesse est  $V_C = \frac{E}{B_0}$  ne sont pas déviés et sortent par l'ouverture O.

Calculer  $V_C$  pour  $B_0 = 10^{-1} \text{ T}$ ;  $d = 5 \text{ cm}$  et  $U = 500 \text{ V}$ .

2 Les ions  ${}^{A_1}_{19}\text{K}^+$  de masse  $m_1$  et de charge  $q$  sortent du trou O à l'origine des axes avec la vitesse  $\vec{V}_0$  en pénétrant dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  perpendiculaire au plan de la figure et d'intensité  $B = 0,5 \text{ T}$  (voir fig 2). Le mouvement de l'ion est supposé dans le vide et sa vitesse  $\vec{V}_0$  d'entrée dans le champ magnétique a pour module  $V_0 = 10^5 \text{ m/s}$ .

2.1 Déterminer les caractéristiques de la force magnétique  $\vec{F}_m$  exercée, en O sur l'ion. Comparer l'intensité  $F_m$  de cette force à celle du poids de l'ion. Que peut-on conclure.

On donne :  $A_1 = 39$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $m_n = m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

2.2 En appliquant la R.F.D à l'ion à une date  $t$  quelconque, montrer que le vecteur accélération est à tout instant perpendiculaire au vecteur vitesse. En déduire que le module du vecteur vitesse reste constant au cours du mouvement.

2.3 Exprimer, à une date  $t$  quelconque, le rayon  $r$  de la trajectoire de l'ion en fonction de  $m$ ,  $B$ ,  $V_0$  et  $e$ . Calculer  $r$ . Que peut-on dire quant à la nature du mouvement de l'ion ?

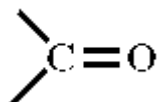
## Solution

### Exercice 1

1 Deux alcools peuvent être obtenus par hydratation du but-1-ène  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$  :

- Le butan-1-ol (alcool primaire)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$
- Le butan-2-ol (alcool secondaire)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_3$

2.1 L'utilisation de la DNPH lors de l'étude d'un composé permet de mettre en évidence la présence du groupement carbonyle



qui se trouve dans les aldéhydes et les cétones. Lorsque le test est positif on observe un précipité jaune. Le réactif de Schiff permet de distinguer les aldéhydes des cétones. Lorsque ce test est positif on observe une coloration rose. On utilise successivement ces deux réactifs. D'abord avec la DNPH on cherche à mettre en évidence le groupement carbonyle. Si ce test est positif, on fait ensuite le test avec le réactif de Schiff. Si le test de Schiff est positif, on a un aldéhyde, s'il est négatif on a une cétone.

2.3 Le composé B donne un test positif avec la DNPH mais un test négatif avec le réactif de Schiff : il s'agit alors d'une cétone.

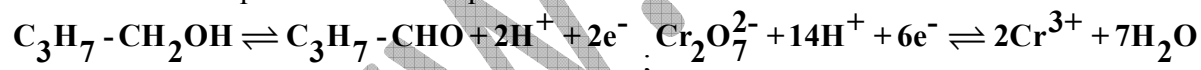
L'alcool A qui a donné une cétone est un alcool secondaire, il s'agit du butan-2-ol de formule semi développée :



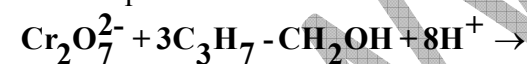
3 Par oxydation ménagée du butan-1-ol on obtient successivement du butanal (aldéhyde) puis de l'acide butanoïque (acide carboxylique).

- Pour passer du butan-1-ol au butanal, on a la réaction d'oxydoréduction suivante :

Soient les demi-équations électroniques :

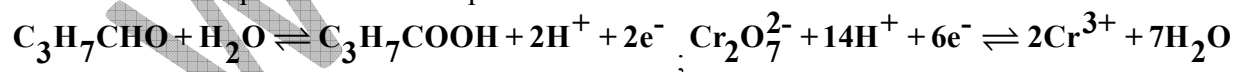


D'où l'équation bilan :

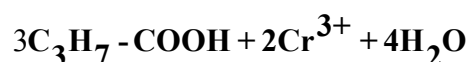
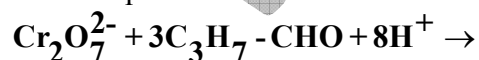


- Pour passer du butanal à l'acide butanoïque, on a une réaction d'oxydoréduction suivante :

Soient les demi-équations électroniques :



D'où l'équation bilan :



### Exercice 2

1 Calcul du nombre de mole d'ion hydronium :

Les deux solutions ayant le même pH, on a :

$$n_{(\text{H}_3\text{O}^+)_{s_1}} = n_{(\text{H}_3\text{O}^+)_{s_2}} = [\text{H}_3\text{O}^+] \times V$$

$$\text{soit } n_{(\text{H}_3\text{O}^+)_{s_1}} = n_{(\text{H}_3\text{O}^+)_{s_2}} = 10^{-3} \times 20 \times 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

2.1 Calcul du nombre de mole d'ion hydronium dans chaque solution :

$$n'_{(\text{H}_3\text{O}^+)_{s_1}} = [\text{H}_3\text{O}^+] \times V$$

$$\text{soit } n'_{(\text{H}_3\text{O}^+)_{s_1}} = 10^{-3,5} \times 200 \times 10^{-3} = 6,32 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n'_{(\text{H}_3\text{O}^+)_{s_2}} = [\text{H}_3\text{O}^+] \times V$$

$$\text{soit } n'_{(\text{H}_3\text{O}^+)_{s_2}} = 10^{-4} \times 200 \times 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

2.2 La quantité d'ions hydronium dans l'acide fort ne change pas avec la dilution car il est totalement dissout, c'est le cas ici de l'acide  $\text{A}_2\text{H}$  car  $n_{(\text{H}_3\text{O}^+)_{s_2}} = n'_{(\text{H}_3\text{O}^+)_{s_2}}$ .

Par contre la dilution des acides faibles augmente la proportion d'acide ionisée, c'est le cas ici de l'acide  $\text{A}_1\text{H}$  car

$$n_{(\text{H}_3\text{O}^+)_{s_1}} < n'_{(\text{H}_3\text{O}^+)_{s_2}}$$

Déduction de la concentration molaire de l'acide fort :

Pour l'acide fort  $\text{pH} = -\log C_2 \Rightarrow C_2 = 10^{-\text{pH}}$

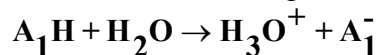
$$C_2 = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

3.1 Calcul de la concentration  $C_1$  de l'acide faible : A l'équivalence  $n_1 =$

$$n_b \Leftrightarrow C_1 V_a = C_b V_{bE} \Rightarrow C_1 = \frac{C_b V_{bE}}{V_a}$$

$$\text{A.N : } C_1 = 5,75 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

3.2 Détermination du  $\text{pK}_a$  du couple :



Bilan qualitatif et quantitatif des espèces dans la solution S :  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{A}_1\text{H}$  et  $\text{A}_1^-$

Calcul des concentrations :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{\text{pH}-14} = 10^{-11} \text{ mol/L}$$

D'après l'électroneutralité :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{A}_1^-]$$

$$\Rightarrow [\text{A}_1^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Conservation de la matière :

$$C_1 = [\text{A}_1\text{H}] + [\text{A}_1^-]$$

$$\Rightarrow [\text{A}_1\text{H}] = C_1 - [\text{A}_1^-] \approx 5,65 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

La relation d'Henderson donne le  $\text{pK}_a$  :

$$\text{pK}_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{A}_1^-]}{[\text{A}_1\text{H}]}$$

$$\text{A.N : } \text{pK}_a \approx 4,75$$

3.3 Calcul des coefficients d'ionisation :

$$\text{D'une manière générale } \alpha = \frac{[\text{A}^-]}{C}$$

$$\text{Avant la dilution : } \alpha_1 = \frac{[\text{A}_1^-]}{C_1} = \frac{10^{-\text{pH}}}{C_1} \approx 1,74 \cdot 10^{-2}$$

Après dilution :

$$\alpha_1' = \frac{[A_1^-]'}{C_1'} = \frac{10^{-pH_1'}}{C_1'}$$

$$\text{or } C_1' = \frac{C_1 \times V_1}{V_1'} = 5,75 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{d'où } \alpha_1' \approx 5,5 \cdot 10^{-2}$$

Comparaison :  $\alpha_1' > \alpha_1$  la dilution favorise la dissolution de l'acide faible.

### Exercice 3

#### 1.1 Nature du mouvement :

En appliquant la R.F.D :  $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{F} = m\vec{a}$

En projetant sur la tangente on obtient :

$$a_t = 0 \Rightarrow v = \text{cte} \Rightarrow \text{mouvement uniforme}$$

En projetant sur la normale on obtient  $a_n = F/m$  avec  $F = GMm/r^2$  et  $a_n = v^2/r$   
 $\Rightarrow r = GM/v^2 = \text{cte} \Rightarrow \text{trajectoire est circulaire} \Leftrightarrow \text{m.c.u}$

#### 1.2 Relation entre V, r, $M_A$ , et G :

$$a_n = v^2/r \text{ et } a_n = F/m \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_A}{r}}$$

$$1.3 \text{ Expression de V en fonction de T et r : } T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ avec } \omega = \frac{v}{r} \Rightarrow T = 2\pi \frac{r}{v} \Rightarrow v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\text{Dédution de la relation } \frac{r^3}{T^2} = kM_A$$

$$\text{On a } T = 2\pi \frac{r}{v} \text{ or } v = \sqrt{\frac{GM_A}{r}} \Rightarrow T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{GM_A}}$$

$$\Leftrightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM_A} \Rightarrow \frac{r^3}{T^2} = \frac{GM_A}{4\pi^2} = kM_A$$

$$\text{avec } k = \frac{G}{4\pi^2}$$

#### 2.1 Calcul de la période du satellite :

$$T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{GM_T}} \text{ A.N : } T \approx 86662 \text{ s} \approx 24 \text{ h.}$$

La période étant égale à celle de la terre, si le satellite tourne dans le plan de l'équateur et dans le même sens de rotation de la terre, il est dit géostationnaire.

2.2 Les satellites se trouvant sur cette orbite ont la même vitesse mais leurs masses peuvent être différentes car l'expression de la vitesse montre qu'elle ne varie qu'en fonction du rayon de l'orbite.

#### 3 Calcul de la masse $M_S$ du soleil.

$$T = 2\pi r' \sqrt{\frac{r'}{GM_S}} \Leftrightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r'^3}{GM_S} \Rightarrow M_S = \frac{4\pi^2 r'^3}{T^2 G}$$

$$\text{A.N : } M_S = 1,9878 \cdot 10^{30} \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ kg.}$$

### Exercice 4

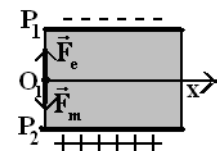
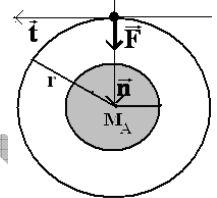
1 Les ions étant soumis à deux forces magnétique et électrique de sens opposés,

pour qu'ils sortent par le trou O, leur mouvement doit être rectiligne.

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$$

En projetant sur Ox, on obtient :

$$0 = ma \Rightarrow a = 0 \Rightarrow m.r.u$$



$$F_m = F_e \Leftrightarrow |q| V_c B_0 = |q| E \Rightarrow V_c = \frac{E}{B_0}$$

Calcul de  $V_c$  :

$$V_c = \frac{E}{B_0} = \frac{U}{B_0 d} = 10^5 \text{ m/s}$$

2.1 Les caractéristiques de  $\vec{F}_m$

$$\vec{F}_m \left\{ \begin{array}{l} \text{-Origine : le point O} \\ \text{-Direction : } \vec{F}_m \perp \vec{V}_0 \text{ et } \vec{F}_m \perp \vec{B} \Rightarrow \vec{F}_m \text{ est verticale} \\ \text{-Sens : D'après la règle de la main droite} \quad \text{Comparaison entre } F_m \text{ et } P : \\ \quad \vec{F}_m \text{ est dirigée vers le bas} \\ \text{-Module : } F_m = q V_0 B = 8.10^{-15} \text{ N} \end{array} \right.$$

$$\frac{F_m}{P} = \frac{8.10^{-15}}{39 \times 1.67.10^{-27} \times 10} \approx 1,23.10^{10}$$

$F$  étant très grande devant le poids  $P$ , ce dernier est négligeable.

2.2 Montrons que  $\vec{a}$  est à tout instant

perpendiculaire à  $\vec{V}$

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{F}_m = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}_m}{m}$$

$\vec{a}$  est colinéaire à  $\vec{F}_m$  et comme  $\vec{F}_m \perp \vec{V}$  alors  $\vec{a} \perp \vec{V}$  à tout instant.

$$\text{Comme } \vec{a} \perp \vec{V} \text{ alors } \vec{a}_t = \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow V = \text{cte}$$

2.3 Expression de  $r$  en fonction de  $m$ ,  $B$ ,  $V_0$  et  $e$  :

$$\text{Comme } \vec{a}_n = \frac{V^2}{r} = \frac{F_m}{m} = \frac{qVB}{m} \Rightarrow r = \frac{mV}{qB} \text{ or } q=e \text{ soit } r = \frac{mV}{eB} \text{ A.N : } r \approx 8.10^{-2} \text{ m}$$

Comme  $r$  et  $V$  sont constants, le mouvement est circulaire uniforme

