



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Campagne 2009

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

BIOANALYSES ET CONTRÔLES

SCIENCES PHYSIQUES

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.

- *Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.*
- *Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.*

SCIENCES PHYSIQUES

- La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
- Conformément aux dispositions de la circulaire n° 99-018 du 01/02/1999, l'usage de la calculatrice est autorisé.

A : SPECTROSCOPIE DE L'ATOME DE LITHIUM (15 points)

Le spectre d'un atome peut être considéré comme sa carte d'identité ; il permet en effet de connaître des informations telles que les différents niveaux d'énergie atomiques.

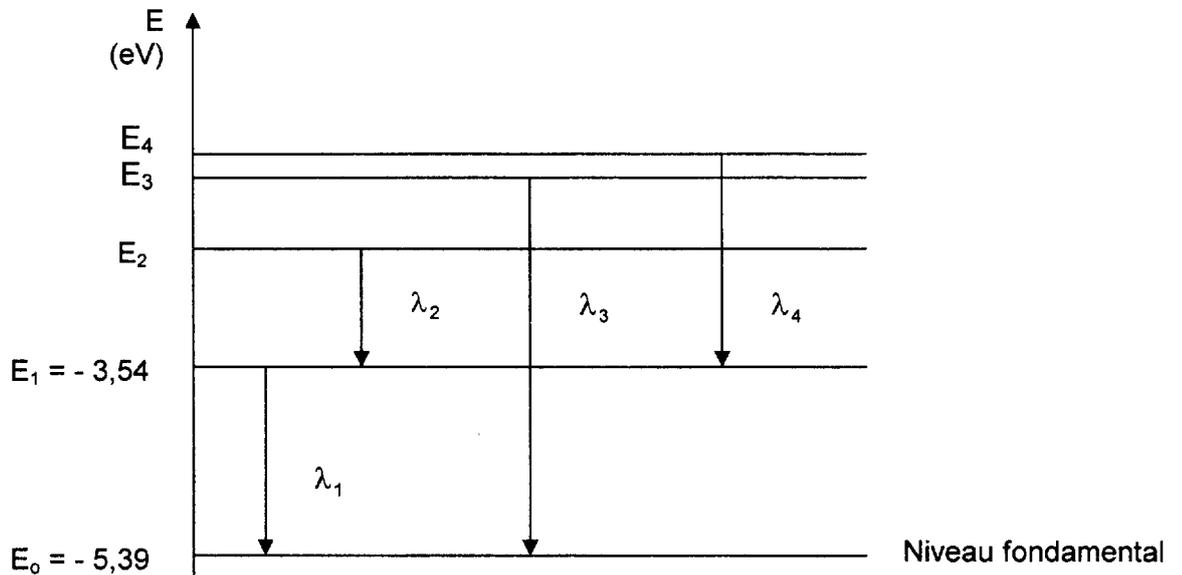
La figure ci-dessous représente le diagramme très simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de lithium Li et quatre transitions entre ces niveaux.

Données :

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$.

$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$.



Les longueurs d'onde associées à ces transitions sont :

$$\lambda_1 \quad \lambda_2 = 812 \text{ nm} \quad \lambda_3 = 323 \text{ nm} \quad \lambda_4 = 610 \text{ nm}.$$

- 1 - À quels domaines de radiations correspondent les longueurs d'onde λ_2 , λ_3 , λ_4 ?
- 2 - Ces quatre transitions correspondent-elles à l'émission ou à l'absorption de photons ? Justifier la réponse.
- 3 - Calculer en eV les énergies W_1 , W_2 , W_3 , W_4 des photons correspondants.
- 4 - En déduire les énergies E_2 , E_3 , et E_4 des trois niveaux supérieurs du diagramme et la longueur d'onde λ_1 .
- 5 - Un photon d'énergie $W = 3,00 \text{ eV}$ peut-il être absorbé par l'atome de lithium dans son état fondamental ? Justifier la réponse.
- 6.1 - Déterminer la valeur de l'énergie d'ionisation de l'atome de lithium à partir de l'état fondamental.
- 6.2 - Un photon d'énergie $W = 6,00 \text{ eV}$ peut-il ioniser l'atome de lithium pris à l'état fondamental ? Justifier la réponse.
Si oui, quelle est la valeur de l'énergie cinétique de l'électron éjecté ?
- 7 - Quel appareil permet d'observer la partie visible du spectre d'une lampe à vapeur de lithium ?

B : MICROSCOPE (15 points)

Inventé au XVII^{ème} siècle, le microscope est un système optique très répandu dans les laboratoires.

Le modèle utilisé par un expérimentateur est constitué d'un objectif et d'un oculaire assimilés à des lentilles minces, respectivement L_1 et L_2 , de centres optiques O_1 et O_2 .

Les distances focales de l'objectif et de l'oculaire sont respectivement :

$$f_1' = \overline{O_1F_1'} = 4,00 \text{ mm} \text{ et } f_2' = \overline{O_2F_2'} = 4,00 \text{ cm}.$$

L'intervalle optique entre les deux lentilles, noté Δ , est la distance qui sépare le foyer image F_1' de l'objectif du foyer objet F_2 de l'oculaire : $\Delta = \overline{F_1'F_2} = 16,0 \text{ cm}$.

Un expérimentateur ayant une vue normale (vision distincte entre l'infini et la distance minimale de vision distincte $d_m = 25,0 \text{ cm}$) observe à travers le microscope l'image finale $A'B'$ perpendiculaire à l'axe optique donnée par l'instrument d'optique d'un objet AB . Ce dernier de longueur $2,0 \mu\text{m}$ est placé perpendiculairement à l'axe optique à $4,10 \text{ mm}$ devant l'objectif (le pied A de l'objet et le pied A' de l'image sont situés sur l'axe optique).

Formule de conjugaison de la lentille mince L_1 de centre optique O_1 , de distance focale $f_1' = \overline{O_1F_1'}$, par laquelle un objet ponctuel A sur l'axe optique admet une image ponctuelle A_1 sur l'axe optique :

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{\overline{O_1F_1'}}$$

Grandissement pour l'image A_1B_1 perpendiculaire à l'axe optique de l'objet AB perpendiculaire à l'axe optique : $\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$.

Deux grandeurs caractéristiques du microscope : $P_i = \frac{\Delta}{f_1' \times f_2'}$ et $G_c = P_i \times d_m$.

1 - Vision sans accommodation :

- 1.1 - Démontrer par le calcul que l'image intermédiaire A_1B_1 est dans le plan focal objet de l'oculaire.
- 1.2 - Déterminer sa taille.
- 1.3 - Citer 3 caractéristiques de l'image intermédiaire A_1B_1 .
- 1.4 - Déterminer sans aucun calcul la position de l'image finale $A'B'$.
- 1.5 - Justifier que l'observateur ayant une vue normale, n'accomode pas en regardant l'image finale donnée par le microscope.
- 1.6 - Faire un schéma clair du microscope pour cette observation en faisant apparaître les images A_1B_1 et $A'B'$ (un schéma de principe, sans échelle, est attendu).

2 - Calculs de quatre grandeurs caractéristiques du microscope :

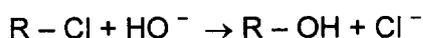
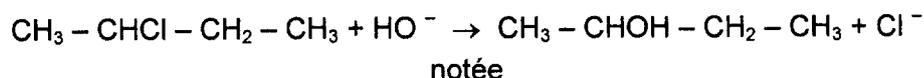
- 2.1 - Définir les grandeurs P_i et G_c et calculer leurs valeurs.
- 2.2 - Deux nombres sont gravés sur l'objectif, dont l'un est l'ouverture numérique. Indiquer à quelle grandeur correspond l'autre nombre. Déterminer sa valeur.
- 2.3 - Un seul nombre est gravé sur l'oculaire. Indiquer à quelle grandeur correspond ce nombre. Déterminer sa valeur.

3 - On démontre que pour un objectif de $6,00 \text{ mm}$ de diamètre, son image donnée par l'oculaire est à $4,98 \text{ cm}$ du centre optique de l'oculaire et possède un diamètre de $1,5 \text{ mm}$ environ.

- 3.1 - Indiquer le nom usuel donné à cette image de l'objectif par l'oculaire.
- 3.2 - L'expérimentateur se place environ à 5 cm de l'oculaire. La pupille dilatée de l'œil a un diamètre approximatif de 8 mm . Justifier le fait que l'observation soit effectuée dans des conditions optimales de luminosité.

C : CINÉTIQUE D'UNE SUBSTITUTION NUCLÉOPHILE (15 points)

On traite le (2R)-2-chlorobutane par les ions hydroxyde HO^- , en maintenant la température constante. Dans ces conditions, ce dérivé chloré, noté $\text{R} - \text{Cl}$, subit une substitution nucléophile dont l'équation de la réaction est la suivante :



On se propose de vérifier qu'il s'agit d'un mécanisme d'ordre 2 ($\text{S}_{\text{N}}2$).

Pour cela, on introduit dans un vase réactionnel un mélange équimolaire d'une solution contenant le dérivé chloré $\text{R} - \text{Cl}$ et d'une solution contenant les ions hydroxyde HO^- tel que $[\text{R} - \text{Cl}]_0 = [\text{HO}^-]_0 = C_0 = 0,500 \text{ mol.L}^{-1}$.

La cinétique de cette réaction est suivie en déterminant la concentration $[\text{R} - \text{Cl}]$ en dérivé chloré restant dans le mélange réactionnel en fonction du temps ; le mélange liquide garde un volume constant.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

t (min)	0	10	20	30	60	120
$[\text{R} - \text{Cl}] (\text{mol.L}^{-1})$	0,500	0,357	0,277	0,227	0,147	0,086

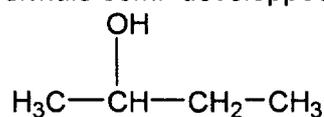
- 1 - Donner l'expression de la vitesse de la réaction en fonction de la dérivée par rapport au temps de la concentration molaire $[\text{R} - \text{Cl}]$.
- 2.1 - Donner l'expression de la vitesse de la réaction en fonction des concentrations $[\text{R} - \text{Cl}]$ et $[\text{HO}^-]$ en supposant une cinétique d'ordre 1 par rapport au dérivé chloré $\text{R} - \text{Cl}$ et d'ordre 1 par rapport aux ions HO^- (ordre global 2), k étant la constante de vitesse de la réaction.
- 2.2 - Montrer qu'on a alors la relation : $\frac{1}{[\text{R} - \text{Cl}]} = kt + \frac{1}{C_0}$.
- 3 - En utilisant les données expérimentales du tableau, vérifier par la méthode de votre choix (graphique ou régression linéaire) que la réaction obéit à un mécanisme d'ordre global 2.
- 4 - Déterminer par la méthode de votre choix (graphique ou régression linéaire) la valeur de la constante de vitesse k de la réaction.
- 5 - Citer 2 facteurs cinétiques influençant la vitesse d'une réaction chimique.
- 6.1 - Définir le temps de demi-réaction noté $t_{1/2}$.
- 6.2 - À l'aide de la relation donnée à la question 2.2, donner l'expression littérale de $t_{1/2}$.
- 6.3 - Calculer $t_{1/2}$.
- 6.4 - Comment évolue $t_{1/2}$ si on augmente la température de la réaction ? Justifier la réponse.

D : CHIMIE ORGANIQUE (15 points)

Les alcools étant largement utilisés comme intermédiaires de synthèse (industrie des polymères, industrie pharmaceutique...), il paraît pertinent de s'intéresser à la réactivité chimique de l'un d'entre eux, le composé **A**. Employés aussi comme solvants dans l'industrie et dans la vie courante, les alcools présentent une toxicité connue aujourd'hui, ce qui entraîne des précautions particulières d'utilisation.

1 - Structure moléculaire de A

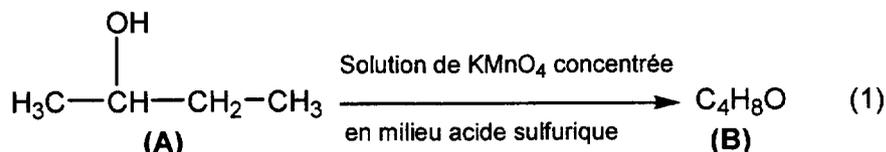
La molécule de composé **A** a pour formule semi-développée :



(A)

- 1.1 - Citer le nom du groupe caractéristique présent dans cette molécule.
- 1.2 - Nommer cette molécule en nomenclature systématique.
- 1.3 - Donner les représentations de Cram des deux isomères optiques de A. Quel nom donne-t-on à la relation d'isomérisie liant les deux isomères optiques ?
- 1.4 - Donner la configuration absolue de l'atome de carbone asymétrique dans chaque isomère optique en précisant les règles utilisées.

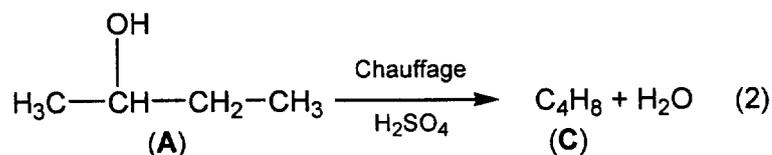
2 - Réaction d'oxydoréduction :



Le composé B obtenu est une cétone.

- 2.1 - Donner le nom et la formule semi-développée de B.
- 2.2 - Écrire les demi-équations électroniques mises en jeu dans la réaction (1) sachant que les deux couples d'oxydoréduction mis en jeu sont $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}/\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ et $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$.
- 2.3 - En déduire l'équation de la réaction d'oxydoréduction mise en jeu.

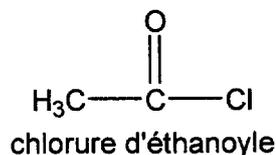
3 - Effet du chauffage en milieu acide



- 3.1 - D'après le bilan à quelle famille de réactions s'apparente la réaction (2) ? Est-ce une addition, une substitution ou une élimination ?
- 3.2 - La réaction (2) conduit au composé C, présent sous forme de deux isomères de position notés C₁ et C₂. Donner les formules semi-développées et nommer C₁ et C₂.
- 3.3 - Parmi ces deux isomères, quel est celui qui se forme majoritairement ? Justifier la réponse.

4 - Action d'un chlorure d'acide

On fait agir le chlorure d'éthanoyle sur le composé A.



On obtient plusieurs produits dont un composé organique D.

- 4.1 - Écrire l'équation de la réaction.
- 4.2 - Quelle fonction organique est présente dans le composé D ?
- 4.3 - Quel est l'intérêt d'utiliser un chlorure d'acide plutôt qu'un acide carboxylique dans cette transformation ?

C.R.D.P.

75, cours Alsace et Lorraine
33075 BORDEAUX CEDEX
Tél. : 05 56 01 56 70