# BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2008

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30 – COEFFICIENT : 6

obligatoire

**L'usage des calculatrices est autorisé**

**Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré**

Ce sujet comporte un exercice de PHYSIQUE-CHIMIE, un exercice de PHYSIQUE et un exercice de CHIMIE présentés sur 11 pages numérotées de 1 à 11, y compris celle-ci.

**Les feuilles d'annexes (pages 10 et 11) SONT À RENDRE AVEC LA COPIE même si elles n'ont pas été complétées.**

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres :

I. **Déchets radioactifs et synthèse organique (8 points)**
II. **Alimentation simplifiée d'un injecteur d'automobile (4 points)**
III. **Acide carboxylique inconnu (4 points)**

## EXERCICE I. DÉCHETS RADIOACTIFS ET SYNTHÈSE ORGANIQUE (8 points)

Cet exercice comporte deux parties indépendantes. La première partie traite des déchets radioactifs et la seconde traite de la synthèse d'un ester.

**Les parties 1. et 2. sont indépendantes.**

### 1. Étude de déchets radioactifs

*Données :*

| | |
|---|---|
| Nombre d'Avogadro $N_A$ | $6{,}02 \times 10^{23}$ mol$^{-1}$ |
| Unité de masse atomique | 1 u = $1{,}660\,54 \times 10^{-27}$ kg |
| Électronvolt | 1 eV = $1{,}60 \times 10^{-19}$ J |
| Mégaélectronvolt | 1 MeV = $1 \times 10^{6}$ eV |
| Célérité de la lumière dans le vide | $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s$^{-1}$ |

| Nom du noyau ou de la particule | Uranium (238) | Uranium (239) | Neptunium (239) | Plutonium (239) | Neutron | Proton | Électron |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Symbole | $^{238}_{92}U$ | $^{239}_{92}U$ | $^{239}_{93}Np$ | $^{239}_{94}Pu$ | $^{1}_{0}n$ | $^{1}_{1}p$ | $^{0}_{-1}e$ |
| Masse (en u) | 238,050 79 | 239,054 29 | 239,052 94 | 239,052 16 | 1,008 66 | 1,007 83 | 0,000 55 |

1.1. Un déchet radioactif à vie courte dans le lait de vache

Le lait de vache contient du césium 137 dont l'activité est de l'ordre de 0,22 Bq pour un litre.

La demi-vie du césium 137 est égale à environ 30 ans.

On considère que la radioactivité du lait de vache est due uniquement à la présence de césium 137.

1.1.1. Qu'est-ce qu'une particule α ? Donner sa représentation symbolique sous la forme $^{A}_{Z}X$.

1.1.2. Qu'est-ce qu'une particule $\beta^-$ ? Qu'est-ce qu'une particule $\beta^+$ ?

1.1.3. Combien de désintégrations par seconde se produit-il dans un litre de lait ?

1.1.4. Donner la définition de la demi-vie d'un élément radioactif.

1.1.5. Donner la loi de décroissance radioactive.

1.1.6. À l'aide des réponses obtenues aux questions 1.1.4. et 1.1.5., démontrer la relation suivante : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ où $\lambda$ représente la constante radioactive de l'élément radioactif considéré et $t_{1/2}$ sa demi-vie.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac



Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1.1.7. En déduire la valeur de la constante radioactive du césium 137 en $an^{-1}$ puis en $s^{-1}$.

1.1.8. Déterminer le nombre de noyaux radioactifs de césium 137 présents dans un litre de lait.

1.1.9. En déduire la concentration molaire volumique en césium 137 du lait de vache.

1.1.10. On prend comme origine des dates l'instant où on mesure l'activité d'un litre de lait de vache soit lorsque $A$ = 0,22 Bq.

Au bout de combien de temps ne restera-t-il plus que 1% de cette activité ?

1.2. Les déchets radioactifs à vie longue

*« Le plutonium, de numéro atomique 94, est radioactif. Sa demi-vie est égale à 24 000 ans. Il en existe donc peu à l'état naturel. En revanche, il s'en forme dans le cœur des réacteurs nucléaires, par une réaction en chaîne. Quand un noyau d'uranium 238 capture un neutron, il se transforme en uranium 239. (…)*

*En libérant un électron, l'uranium 239 se transforme en neptunium 239. Cet élément libère à son tour un électron et donne ainsi naissance au plutonium 239 ($^{239}Pu$) ».*

*D'après un article paru dans le magazine Science et Vie (Hors série n°225 de décembre 2003).*

1.2.1. Écrire l'équation de réaction nucléaire correspondant à la capture d'un neutron par l'uranium 238 en énonçant les lois de conservation utilisées.

1.2.2. L'uranium 239 et le plutonium 239 sont-ils des isotopes ? Justifier.

1.2.3. Écrire l'équation de désintégration qui permet de passer de l'uranium 239 au neptunium 239 puis celle qui permet de passer du neptunium 239 au plutonium 239.

1.2.4. Calculer l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau d'uranium 239 en neptunium 239. Convertir le résultat en eV.

1.2.5. En déduire l'énergie libérée par 1,0 g d'uranium 239.

**2. Synthèse d'un ester : « l'ester de rhum »**

*Pour réaliser la synthèse de cet ester, on introduit dans un ballon 10 mL d'acide méthanoïque et 10 mL d'éthanol. On introduit également dans le ballon quelques grains de pierre ponce ainsi qu'une pointe de spatule d'acide paratoluène sulfonique (solide blanc). On chauffe à reflux pendant une vingtaine de minutes, puis on verse le contenu du ballon dans un grand bécher contenant de l'eau glacée.*

2.1. Étude de la réaction

2.1.1. Écrire la formule semi-développée de l'éthanol.

2.1.2. Écrire la formule semi-développée de l'acide méthanoïque.

2.1.3. En utilisant ces deux formules semi-développées, écrire l'équation de la réaction qui a eu lieu entre l'éthanol et l'acide méthanoïque.

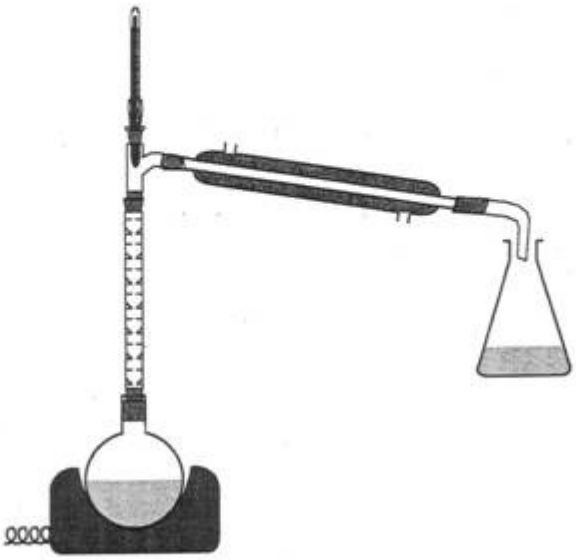
2.1.4. Quel est le nom de l'ester synthétisé dans la nomenclature officielle ?

2.2. Quel est l'intérêt d'utiliser un dispositif de chauffage à reflux ?

2.3. À la place de l'acide paratoluène sulfonique on aurait pu utiliser de l'acide sulfurique.
Quel est le rôle de ces deux acides ?

2.4. Pour augmenter le rendement de cette synthèse, on aurait pu utiliser, à la place de l'acide méthanoïque, un autre réactif.
Donner sa formule semi-développée et son nom.

2.5. Pour améliorer le rendement sans changer la nature des réactifs, on peut utiliser le dispositif ci-après :



2.5.1. Quel est le nom de ce dispositif ?

2.5.2. Après avoir identifié, à l'aide du tableau de données ci-après, la première espèce chimique récupérée dans l'erlenmeyer, expliquer pourquoi ce dispositif permet d'améliorer le rendement.

| | Température d'ébullition en °C sous la pression atmosphérique |
|---|---|
| Acide méthanoïque | 101 |
| Éthanol | 78 |
| Ester synthétisé | 54 |



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac



Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

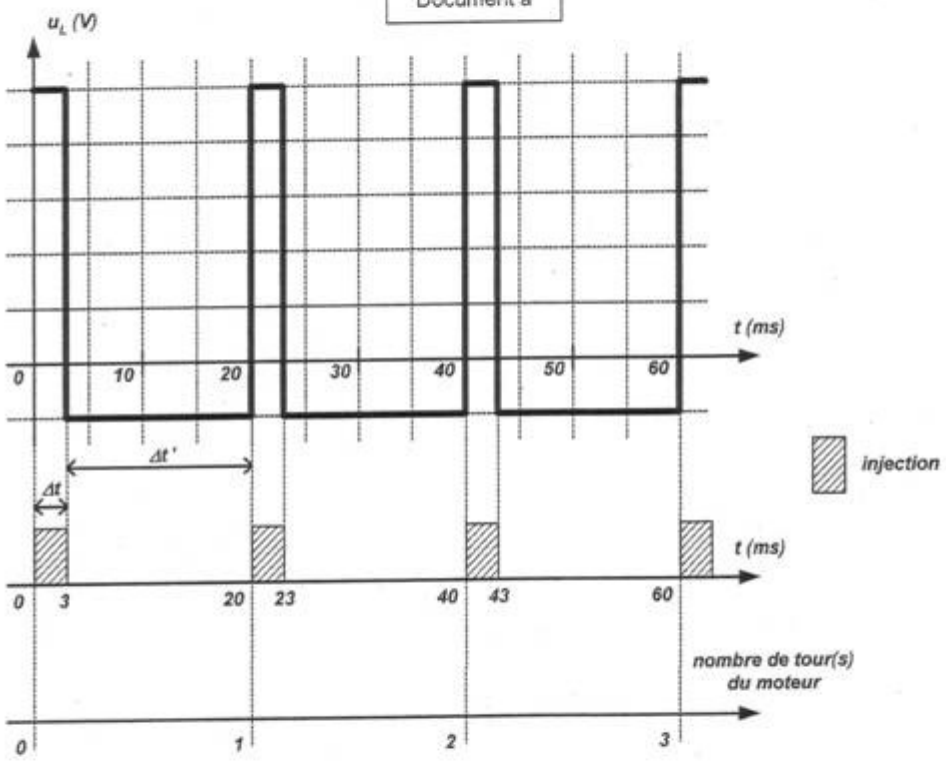
## EXERCICE II. ALIMENTATION SIMPLIFIÉE D'UN INJECTEUR D'AUTOMOBILE (4 points)

*Dans les moteurs d'automobile moderne, le carburant est introduit à l'aide d'injecteurs. L'ouverture et la fermeture de l'injecteur sont commandées par un électroaimant.*

*Dans cet exercice, on s'intéresse à la bobine (composant de l'électroaimant).*

*Le document ci-dessous représente l'évolution de la tension $u_L(t)$ aux bornes de l'électroaimant et la périodicité de l'injection lorsque le moteur fonctionne à « 3 000 tours par minute ».*

Document a




### 1. Étude de la tension aux bornes de la bobine

1.1. Déterminer la période $T$ de la tension $u_L(t)$ à partir du document a.

1.2. La période $T'$ du cycle de l'injection vaut-elle : $\Delta t$, $\Delta t'$ ou $\Delta t + \Delta t'$ ?

1.3. Comparer $T$ et $T'$.

1.4. Montrer que la valeur de $T'$ est en accord avec les "3 000 tours par minute" effectués par le moteur.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

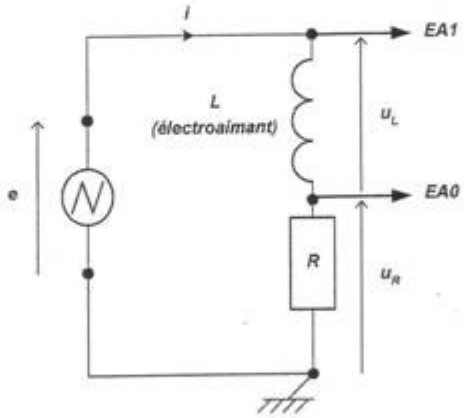


Voir le corrigé
scanner ou cliquer

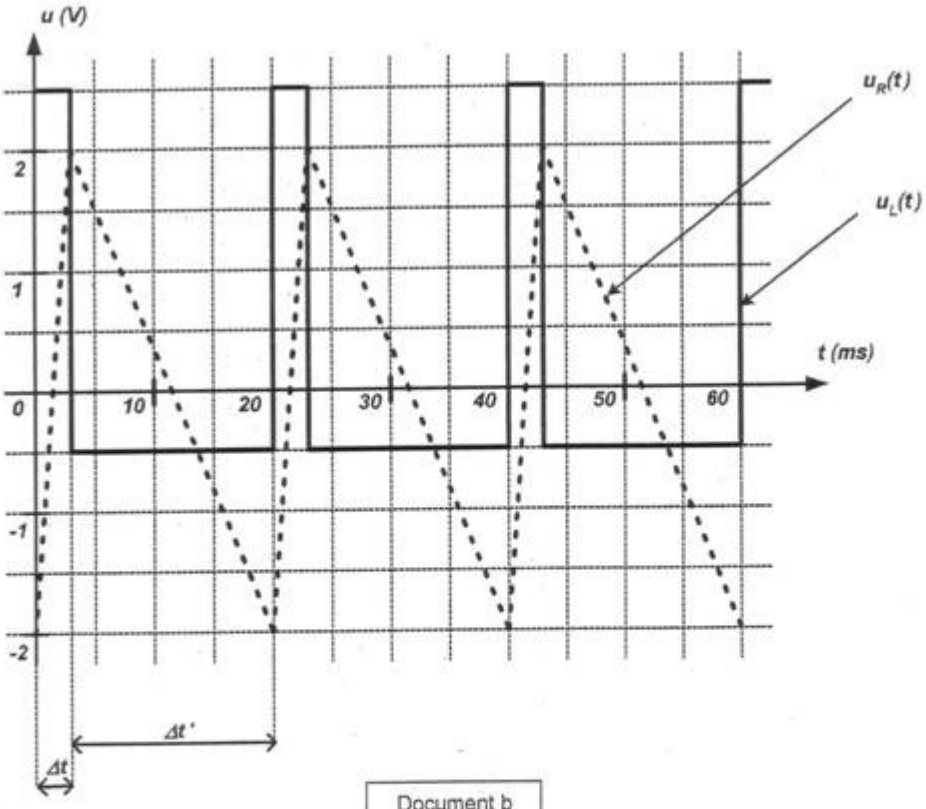
**2. Détermination de l'inductance de la bobine de l'injecteur**

*Pour déterminer l'inductance L de la bobine (supposée idéale) on réalise le circuit ci-après.*

*Le générateur utilisé délivre une tension e(t) triangulaire asymétrique. La résistance R vaut 1,00 kΩ.*




Un système d'acquisition et son logiciel de traitement permettent d'obtenir les courbes suivantes :




Document b

2.1. Visualisation des tensions

2.1.1. Quelle tension visualise-t-on sur l'entrée EA0 du système d'acquisition ?

2.1.2. Quelle tension visualise-t-on sur l'entrée EA1 du système d'acquisition ?

2.2. Comment a-t-on obtenu la courbe $u_L(t)$ à partir des tensions enregistrées en EA0 et EA1 ?

2.3. Exploitation des acquisitions

2.3.1. Donner l'expression littérale de $u_R(t)$ en fonction de $i(t)$. En déduire l'expression de $\frac{di(t)}{dt}$.

2.3.2. À l'aide du document b, compléter le tableau fourni en **ANNEXE 1 page 10.**

2.3.3. Dans le tableau fourni en **ANNEXE 1 page 10,** préciser les unités, dans le système international, de $\frac{di(t)}{dt}$ et de $L$.

2.4. À partir de l'expression littérale de $u_L(t)$ et des valeurs du tableau fourni en **ANNEXE 1 page 10,** en déduire la valeur de l'inductance $L$ sur l'intervalle $\Delta t$ et $\Delta t'$.

Sachant que le constructeur annonce $L \approx 2{,}0$ S.I., commenter brièvement les deux valeurs obtenues.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac



Voir le corrigé
scanner ou cliquer

## EXERCICE III. ACIDE CARBOXYLIQUE INCONNU (4 points)

On dispose au laboratoire d'un flacon contenant une solution aqueuse d'acide carboxylique, de nature et de concentration inconnues. L'acide carboxylique est noté R-COOH avec R représentant un atome d'hydrogène ou un groupe d'atomes. On se propose de déterminer la concentration de l'acide par titrage puis de l'identifier (c'est-à-dire de déterminer la nature de R).

### 1. Titrage de l'acide carboxylique

*On titre un volume $V_a$ = 50,0 mL d'acide carboxylique R-COOH de concentration molaire $C_a$ par une solution aqueuse $S_b$ d'hydroxyde de sodium (notée $Na^+(aq) + HO^-(aq)$) de concentration molaire $C_b = 2,5 \times 10^{-2}$ mol.L$^{-1}$. On note $V_b$ le volume de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé. Le suivi pH-métrique du titrage permet d'obtenir la courbe donnée en* ***ANNEXE 2 document 1 page 11****.*

1.1. Faire un schéma légendé du dispositif expérimental utilisé pour effectuer ce titrage.

1.2. Écrire l'équation de la réaction du titrage.

1.3. Compléter le tableau d'avancement fourni en **ANNEXE 2 document 2 page 11**, en utilisant les grandeurs $C_a$, $C_b$, $V_a$ et $V_b$.

1.4. Définir l'équivalence du titrage.

1.5. Déterminer graphiquement le volume $V_{bE}$ de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence. (Les traits de constructions devront figurer en **ANNEXE 2 document 1 page 11**).

1.6. Écrire la relation existant entre $C_a$, $V_a$, $C_b$ et $V_{bE}$ à l'équivalence. En déduire la valeur de la concentration molaire $C_a$ de l'acide carboxylique titré.

### 2. Identification de l'acide carboxylique R-COOH

L'équation de mise en solution de l'acide carboxylique dans l'eau est :

$$R\text{-}COOH\ (\ell) + H_2O\ (\ell) = R\text{-}COO^-\ (aq) + H_3O^+(aq) \quad (1)$$

2.1. Donner l'expression de la constante d'acidité $K_A$ du couple R-COOH (aq) / R-COO$^-$ (aq).

2.2. Montrer qu'à partir de l'expression de la constante d'acidité $K_A$ on peut écrire

$$pH = pK_A + \log \frac{[RCOO^-(aq)]_{éq}}{[RCOOH\ (aq)]_{éq}}$$

2.3.

2.3.1. Quel est le réactif limitant lorsqu'on a versé un volume de solution $S_b$ égal à $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$ ?

2.3.2. En utilisant la dernière ligne du tableau d'avancement fourni en **ANNEXE 2 document 2 page 11**, montrer que pour un volume de solution $S_b$ égal à $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$ on a : $x_f = \frac{C_b.V_{bE}}{2}$.

2.3.3. À l'aide de la réponse obtenue à la question 1.6. et de la réponse précédente, montrer que $[RCOOH\ (aq)]_{éq} = [RCOO^-(aq)]_{éq}$ lorsque $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$.



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.4. À l'aide de la relation établie à la question 2.2 et de l'égalité $[RCOOH\ (aq)]_{éq} = [RCOO^-(aq)]_{éq}$, déduire l'expression du $pH$ pour $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$.

2.5. En utilisant la courbe donnée en **ANNEXE 2 document 1 page 11** et les données de $pK_A$ ci-dessous, identifier la nature de l'acide carboxylique R-COOH.

| Couple acide / base | $pK_A$ |
|---|---|
| $HCl_2C\text{-}COOH$ / $HCl_2C\text{-}COO^-$ | 1,3 |
| $H_2ClC\text{-}COOH$ / $H_2ClC\text{-}COO^-$ | 2,9 |
| $H\text{-}COOH$ / $H\text{-}COO^-$ | 3,8 |
| $H_3C\text{-}COOH$ / $H_3C\text{-}COO^-$ | 4,8 |



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

## ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE

| | $\Delta t$ | $\Delta t'$ |
|---|---|---|
| $\frac{du_R(t)}{dt}$ ($V.s^{-1}$) | $1,3.10^3$ | |
| $\frac{di(t)}{dt}$ (.....) | 1,3 | |
| $u_L(t)$ (V) | | |
| $L$ (.....) | | |



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

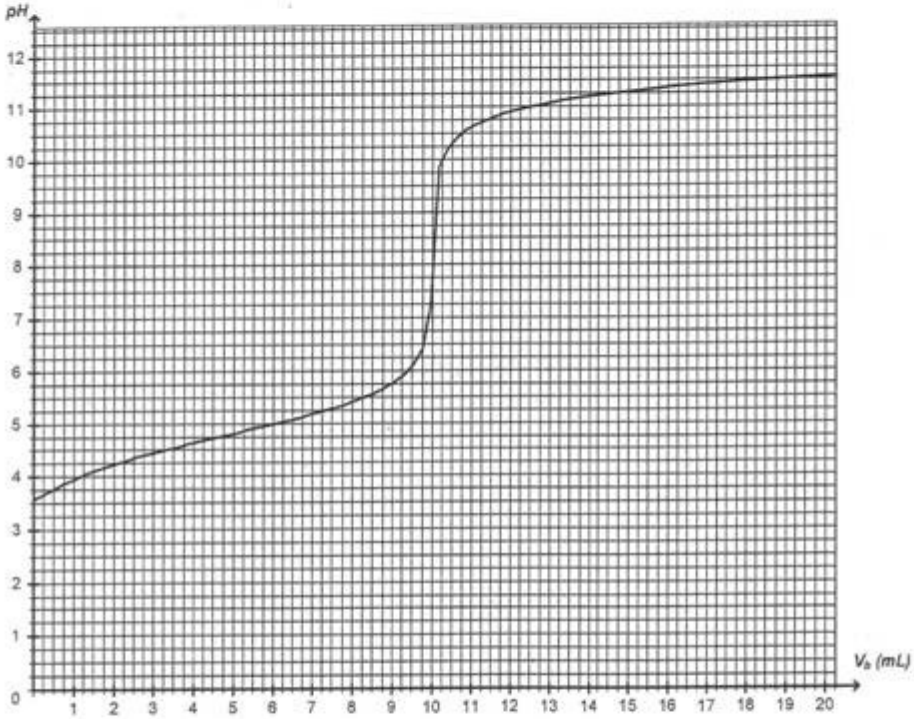


Voir le corrigé
scanner ou cliquer

## ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE

**Document 1 :**

*Courbe de titrage de la solution d'acide carboxylique R-COOH par la solution $S_b$ d'hydroxyde de sodium*




**Document 2 :**

| équation de la réaction du titrage | | + | = | + | |
|---|---|---|---|---|---|
| état du système | avancement en mol | quantités de matière en mol | | | |
| initial | $x = 0$ | | | | |
| intermédiaire | $x$ | | | | |
| final | $x_f$ | | | | |



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac



Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer