BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2006

PHYSIQUE - CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3 h 30 – Coefficient : 6

L'usage de la calculatrice électronique est autorisé

OBLIGATOIRE

Ce sujet comporte un exercice de **CHIMIE** et deux exercices de **PHYSIQUE** présentés sur 8 pages numérotées de 1 à 8, y compris celle-ci.

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

I – Quand un acide rencontre une base

II – Analogies électromécaniques

III – La fusion deutérium tritium

6PYSCOIN1

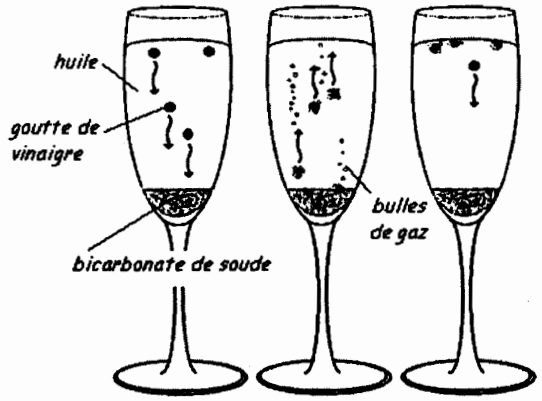
Lycée Français de Pondichéry Mise à disposition: Jacquier-roux Dimitri Page 1 / 8

EXERCICE I : QUAND UN ACIDE RENCONTRE UNE BASE, ... (7 points)

Une expérience instructive, très simple à réaliser, consiste à disposer du bicarbonate de soude au fond d'une flûte à champagne, puis à y ajouter délicatement de l'huile végétale claire et, au-dessus, du vinaigre (voir ci-dessous) :

[....] le vinaigre pénètre dans l'huile en formant des gouttelettes qui descendent au fond du verre. Puis, à peine touchent-elles le fond qu'elles remontent jusqu'à la surface, avant de redescendre à nouveau ...Il faut attendre cinq bonnes minutes avant que cette danse ne s'arrête !... » « .... Au bout du voyage, les gouttes entrent en contact avec le bicarbonate de soude. Cela provoque une réaction chimique qui conduit à une émission de dioxyde de carbone. Rapidement, le gaz ainsi créé s'agrège en bulles qui s'accrochent sur les gouttelettes de vinaigre. Le volume de ces bulles augmente jusqu'à ce qu'elles remontent, entraînant avec elles les gouttelettes. Une fois arrivées à la surface, les bulles éclatent. Résultat : débarrassées des bulles les petites gouttes de vinaigre redescendent dans l'huile. Et le manège recommence, jusqu'à disparition du vinaigre.

D'après Alain Schuhl dans Science et Vie junior N°165 juin 2003



L'étude de la transformation chimique entre le bicarbonate de soude et le vinaigre fait l'objet cet exercice.

Les parties 1, 2 et 3 sont indépendantes.

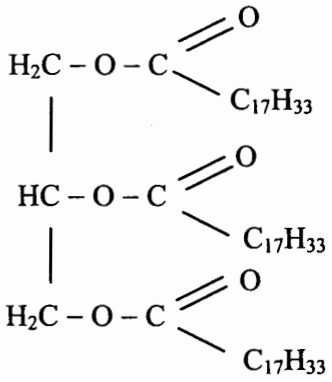
I. 1 Etude de l'huile

L'acide oléique a pour formule semi-développée $H_3C - (CH_2)_7 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$: on le notera simplement $C_{17}H_{33}COOH$.
On considère que l'huile alimentaire, utilisée dans l'expérience est composée uniquement de triester de l'acide oléique et du propan-1,2,3-triol de formule semi-développée $HOCH_2 - CHOH - CH_2OH$.

I.1.a - Donner l'autre nom du propan-1,2,3-triol.

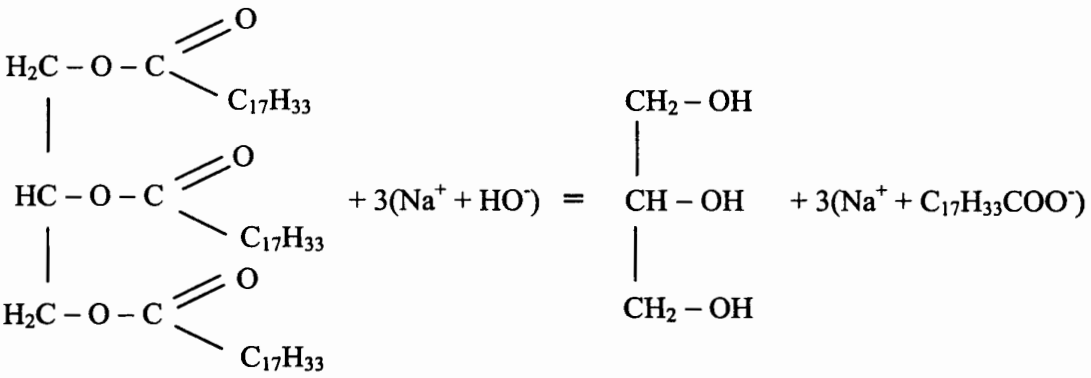
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer



I.1.c - En milieu très basique (soude concentrée) et à chaud, l'huile subit une hydrolyse basique.
Quel est l'autre nom donné à cette transformation chimique ?

I.1.d - L'équation de la réaction chimique associée à cette transformation s'écrit :



Nommer les produits obtenus.

I.2 - Etude du vinaigre

Le vinaigre est une solution aqueuse d'acide acétique de formule CH_3COOH. On mesure le pH d'une solution diluée. Le pH vaut 3,40 et la concentration de la solution diluée est $1{,}00.10^{-2}$ mol.L^{-1}.

Données :

- Pour le couple acido-basique CH_3COOH/CH_3COO^-, pKa = 4,75.
- On admet que la conductivité σ d'une solution ionique est fonction des concentrations molaires [M^+] et [X^-] en ions M^+ et X^- et de leurs conductivités molaires ioniques $\lambda(M^+)$ et $\lambda(X^-)$ selon la loi : $\sigma = \lambda(M^+) . [M^+] + \lambda(X^-) . [X^-]$.
Les unités sont celles du système SI : conductivité en S.m^{-1} ; concentrations molaires en mol.m^{-3} et conductivités molaires ioniques en S.m^2.mol^{-1}.
- Valeurs des conductivités molaires ioniques :
$\lambda(H_3O^+) = 35{,}0 . 10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1} ; $\lambda(CH_3COO^-) = 4{,}09 . 10^{-3}$ S.m^2.mol^{-1}

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

I.2.a - Ecrire l'équation modélisant la réaction chimique entre l'acide acétique et l'eau.

I.2.b - Donner l'expression littérale de la constante d'équilibre associée à cette réaction. Calculer sa valeur numérique.

I.2.c - Etablir le tableau d'avancement de la réaction. Calculer le taux d'avancement de celle-ci. Conclure.

I.2.d - On mesure la conductivité de la solution diluée d'acide acétique et on trouve $\sigma = 15{,}5 \cdot 10^{-3}$ S.m^{-1}.
Retrouver la valeur de son pH.

I.3 Etude de la réaction

Données et rappels :

- Température absolue T : elle se mesure en kelvins (K) et vaut T = 273 + θ, θ étant la température exprimée en degrés Celsius (°C).
- Loi des gaz parfaits : la pression p, le volume V et la température absolue T d'une quantité de matière n de gaz sont liés par la relation $p.V = nRT$. Dans le système international, la constante R vaut
$$R = 8{,}31 \text{ J.K}^{-1}\text{.mol}^{-1}.$$
- Couples acido-basiques :
On rappelle que le pKa du coupe acide acétique / ion acétate vaut pKa = 4,75.
Celui du couple $CO_2, H_2O / HCO_3^-$ vaut pKa = 6,35
- On donne les masses molaires : $M(NaHCO_3) = 84$ g.mol^{-1} et $M(CH_3COOH) = 60$ g.mol^{-1}

On considère la réaction chimique correspondant à la transformation qui a lieu lorsque la gouttelette de vinaigre touche le bicarbonate de soude solide se trouvant au fond du verre.
Le « bicarbonate de soude » du commerce est en réalité de l'hydrogénocarbonate de sodium $NaHCO_{3\,(s)}$. Le vinaigre est une solution aqueuse d'acide acétique $CH_3COOH_{(aq)}$.

I.3.a - Ecrire l'équation de la réaction chimique étudiée.

I.3.b - Calculer la quantité de matière à l'état initial correspondant à 1,00 g d'hydrogénocarbonate de sodium.

I.3.c - La quantité de matière d'acide acétique à l'état initial contenue dans une goutte de vinaigre, de volume $V = 3{,}7.10^{-2}$ cm^3, est égale à $3{,}7.10^{-5}$ mol.
Etablir le tableau d'avancement de la réaction. En déduire l'avancement maximal et le réactif limitant.

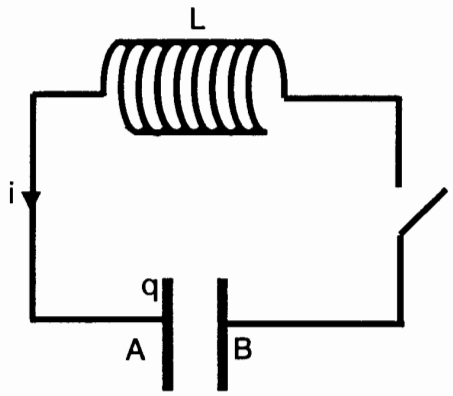
I.3.d - Dans les conditions de l'expérience, la pression est p = 1020 hPa et θ = 25 °C.
Le volume total de gaz dégagé par la réaction, dans les conditions de l'expérience, vaut 0,89 mL.
Déterminer la valeur numérique de l'avancement final x_f de cette réaction.

I.3.e - Calculer le taux d'avancement final τ de cette transformation et conclure.

6PYSCOIN1

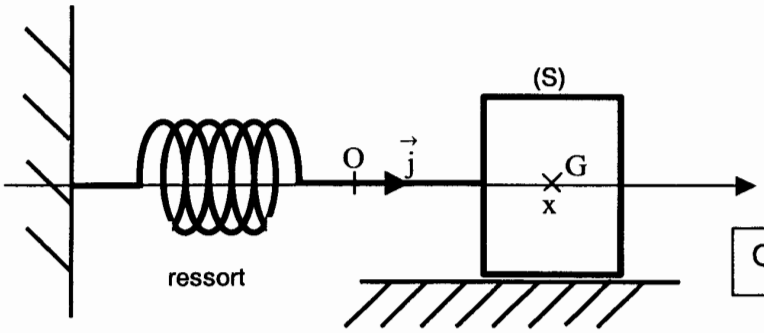
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE II. ANALOGIES ELECTROMECANIQUES (5 points)



Oscillateur électrique

Figure A



Oscillateur mécanique

Figure B

On considère les deux oscillateurs idéaux suivants (voir figures A et B ci-dessus) :

- un *circuit électrique* comprenant :
  - une bobine d'inductance L et de résistance négligeable
  - un condensateur de capacité C et d'armatures A et B
  - un interrupteur.

Les conventions d'orientation sont telles que l'intensité du courant est $i = \frac{dq}{dt}$, q(t) étant la charge instantanée du condensateur, c'est-à-dire celle de l'armature A.
Les conditions initiales du fonctionnement sont les suivantes : à t négatif ou nul, l'interrupteur est ouvert et le condensateur porte la charge $q(0) = Q_0$; à t = 0, on ferme l' interrupteur.
On donne L = 0,10 H ; C = 10,0 µF et $Q_0 = 10^{-4}$ C.

- un *système {solide - ressort} horizontal* comprenant :
  - un solide (S), de masse m et de centre d'inertie G, glissant sans frottement dans la direction de l'axe $\vec{Oj}$ horizontal et d'origine O (voir Figure B) : si (S) est au repos, G est en O ; à un instant quelconque, G est repéré par son abscisse x
  - un ressort à spires non jointives de raideur k, de masse négligeable, dont l'une des extrémités est attachée à (S) et l'autre fixée rigidement à un support.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Les conditions initiales choisies sont les suivantes : à l'instant t = 0, la position du centre d'inertie du solide vaut X_0 et sa vitesse v_x est nulle.

On donne le rapport $\frac{m}{k} = 1{,}0 \cdot 10^{-2}$ S.I. et $X_0 = +4{,}0$ cm.

II.1 Oscillateur mécanique

On admet que l'équation différentielle vérifiée par x(t) est $m\frac{d^2x}{dt^2} + k.x = 0$ où $\frac{d^2x}{dt^2}$ désigne la dérivée seconde par rapport au temps de la fonction x(t).

II.1.a - Faire le bilan des forces agissant sur (S). Les représenter sur un schéma.

II.1.b - Retrouver l'équation différentielle du mouvement en précisant la loi physique utilisée.

II.1.c - Quelles que soient les valeurs de A et φ, vérifier que $x = A.\cos(2\pi\frac{t}{T} + \varphi)$ est solution de l'équation différentielle précédente si T a une valeur fonction de k et m dont on donnera l'expression.

Quelle est l'unité du rapport $\frac{m}{k}$?

Comment appelle-t-on T ? Quelle est sa valeur numérique ?

II.1.d - En prenant en compte les conditions initiales du début de l'énoncé, montrer que $A = X_0$ et $\varphi = 0$.

II.2 Oscillateur électrique

On admet que l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) est $L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0$.

On utilise de façon systématique la comparaison entre les deux équations différentielles.

II.2.a - Quelle est la grandeur mécanique correspondant à l'intensité instantanée du courant i(t) ?
Quelles sont les grandeurs électriques correspondant respectivement à la raideur du ressort et à la masse du solide (S) ?

II.2.b - En utilisant les similitudes entre les équations différentielles et les conditions initiales, montrer que la charge instantanée du condensateur est $q(t) = Q_0.\cos(2\pi\frac{t}{T'})$.

Donner l'expression de T' en fonction des caractéristiques des composants du circuit. Calculer numériquement T'.

II.3 - Représenter sur deux schémas différents les fonctions x(t) et q(t). Le dessin fait pour t variant de O à 2T (ou 2T') peut être approximatif mais on aura soin de bien préciser les points importants : situation à l'origine des temps, extréma, passage par la valeur nulle.

II.4 - Les oscillateurs réels ne sont pas idéaux. Pourquoi ? Quels sont les phénomènes physiques responsables ?

EXERCICE III. FUSION DEUTERIUM TRITIUM (4 points)

La fusion nucléaire, c'est le Diable et le Bon Dieu !
Le Bon Dieu dans les étoiles où elle fait naître tous les atomes, jusqu'à ceux de la vie. Mais le Diable sur Terre où elle fut utilisée à fabriquer des bombes qui pourraient tout anéantir, à commencer par la vie.
Mais alors que le diable de la destruction thermonucléaire semble rentrer dans sa boîte, la fusion nucléaire contrôlée dans les réacteurs civils ouvre des perspectives de développement économique durable à très long terme.

Paul-Henri Rebut,
L'énergie des étoiles – la fusion nucléaire contrôlée
Editions Odile Jacob 1999 (dos de couverture).

Notations utilisées :

- Particules ou noyaux ${}^{A}_{Z}X$: ${}^{1}_{1}H$, ${}^{3}_{2}He$, ${}^{4}_{2}He$, ${}^{0}_{-1}e$, ${}^{1}_{0}n$, ${}^{1}_{1}p$.
- Masse de la particule ou du noyau ${}^{A}_{Z}X$: $m({}^{A}_{Z}X)$.
- Energie de liaison du noyau ${}^{A}_{Z}X$: $E_L({}^{A}_{Z}X)$.

III.1. Isotopie

III.1.a - Qu'appelle-t-on isotopes ?

III.1.b - Dans la littérature scientifique, on mentionne souvent :
- le deutérium D dont le noyau contient 1 proton et 1 neutron ;
- le tritium T dont le noyau contient 1 proton et 2 neutrons.

Comment doit-on noter (dans la notation ${}^{A}_{Z}X$) les noyaux D et T ? A quel élément chimique appartiennent-ils ?

III.2 Radioactivité

III.2.a - Qu'est-ce qu'un noyau radioactif ?

III.2.b - Le tritium T est radioactif β^-. Ecrire l'équation de la désintégration de T (en utilisant la notation ${}^{A}_{Z}X$).

III.2.c - Le tritium T a une demie-vie $t_{½}$ = 12 ans. Que signifie cette affirmation ?

III.3 Fusion de noyaux

III.3.a - Qu'appelle-t-on réaction nucléaire de fusion ?

III.3.b - En utilisant la notation ${}^{A}_{Z}X$, écrire l'équation nucléaire de la fusion DT, c'est-à-dire de la fusion entre un noyau de deutérium et un noyau de tritium, au cours de laquelle se forme un noyau d'hélium ${}^{4}_{2}He$.

Exprimer l'énergie ΔE qui peut être libérée par cette réaction en fonction des énergies de masse $E_m({}^{A}_{Z}X)$ des particules (ou des noyaux) qui interviennent.

6PYSCOIN1

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

III.3.c - Exprimer la masse $m(^{A}_{Z}X)$ du noyau $^{A}_{Z}X$ en fonction de m_p, m_n, Z, A et de l'énergie de liaison $E_L(^{A}_{Z}X)$.

Pour la réaction de fusion envisagée, en déduire l'expression de ΔE en fonction des énergies de liaison.

III.3.d - On donne les valeurs des énergies de liaison des noyaux suivants :

- E_L (D) = 2,224 MeV ;
- E_L (T) = 8,481 MeV ;
- E_L ($^{4}_{2}He$) = 28,29 MeV.

Calculer numériquement la valeur de ΔE.

III.4 Conditions de la fusion DT

La fusion n'a lieu que si les deux noyaux sont en contact.

III.4.a – Les noyaux D et T se repoussent. Pourquoi ?

III.4.b – Pour que la fusion ait lieu, il faut que les noyaux D et T entrent en contact. Celui-ci n'est possible que si l'agitation thermique, c'est-à-dire l'énergie cinétique E_C des noyaux, est suffisamment importante :

$$E_C > 0{,}35 \text{ MeV}$$

Quantitativement, la température absolue T (en kelvins) des noyaux est proportionnelle à leur énergie cinétique : on admet qu'à une énergie cinétique de 1 eV correspond une température de 7700 K.
Quelle doit être la température minimale des noyaux pour que la fusion ait lieu ?

III.4.c – La température interne du Soleil n'est que de 15×10^6 K.
Quelle conclusion vous inspire la comparaison de ces deux températures ?

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