BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2010

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 10 pages numérotées de 1 à 10, y compris celle-ci.

Les annexes 1 et 2 (pages 9/10 et 10/10) sont à rendre avec la copie.

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

I – Le polonium 210

II – Titrage acidobasique - estérification

III – Histoire d'euros

Exercice 1 : Le polonium 210 (6 points)

A propos du polonium 210, on peut trouver dans l'encyclopédie WIKIPEDIA le texte suivant :

« C'est le premier élément découvert par Pierre et Marie Curie en 1889 dans leurs recherches sur la radioactivité […]. Ce n'est que plus tard qu'ils découvrirent le radium. Le mot polonium a été choisi en hommage aux origines polonaises de Marie Sklodowska-Curie.

[…] C'est un émetteur de rayonnement alpha. Le ^{210}Po a une demi-vie de 138 jours.

[…] Il se désintègre en émettant des particules alpha dont l'énergie est de 5,3 millions d'électrons volts.

[…] L'exposition aux rayonnements ionisants augmente le risque de cancer, d'anomalies génétiques, et pourrait avoir de nombreuses conséquences sanitaires autres que les cancers.

Le polonium 210 présente une forte activité […].

Un seul gramme de polonium 210 présente une activité de 166 000 milliards de becquerels et par conséquent émet 166 000 milliards de particules alpha par seconde. »

Données :

Quelques éléments : $_{81}$Tl ; $_{82}$Pb ; $_{83}$Bi ; $_{85}$At ; $_{86}$Rn

Masses de quelques noyaux ou particules : $m(^{9}_{4}Be) = 9{,}00998$ u ; $m(^{4}_{2}He) = 4{,}00151$ u ;

$m(^{12}_{6}C) = 11{,}99671$ u ; $m(^{1}_{0}n) = 1{,}00866$ u.

Masse molaire atomique : $M(^{210}Po) = 210$ g.mol^{-1}

Quelques constantes et unités :

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 2{,}99792 \times 10^{8}$ m.s^{-1}

Nombre d'Avogadro : $N_A = 6{,}022 \times 10^{23}$ mol^{-1}

Unité de masse atomique : $1\ u = 1{,}6605 \times 10^{-27}$ kg

1 Indiquer la composition d'un noyau de polonium 210 ($^{210}_{84}$Po).

2 Ecrire l'équation de désintégration d'un noyau $^{210}_{84}$Po en précisant les lois de conservation utilisées (on supposera que le noyau fils formé est à l'état fondamental).

3 L'élément polonium possède entre autres isotopes le noyau de $^{212}_{84}$Po.

Définir la notion des noyaux isotopiques.

4 Définir le temps de demi-vie, $t_{1/2}$, d'un noyau radioactif.

5

5.1 Enoncer la loi de décroissance radioactive, en précisant la signification de chacun des termes.

5.2 Sachant que l'activité $A(t)$ d'une source radioactive vérifie $A(t) = -\dfrac{dN(t)}{dt}$, montrer que l'activité $A(t)$ d'une source radioactive est proportionnelle au nombre $N(t)$ de noyaux radioactifs présents dans cette source.

5.3 Ecrire la relation entre la constante radioactive et le temps de demi-vie puis calculer la valeur de la constante radioactive en s^{-1} du $^{210}_{84}$Po.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

6

6.1 Calculer le nombre N de noyaux présents dans une masse m = 1,00 g de polonium 210.

6.2 Justifier, par un calcul, la phrase « un seul gramme de polonium 210 présente une activité de 166 000 milliards de becquerels ».

7 Le polonium 210 est l'un des produits issus des désintégrations successives de l'uranium 238 lesquelles conduisent à l'isotope stable $^{206}_{82}Pb$ du plomb.

Ces désintégrations sont de type α et β^-.

On peut assimiler l'ensemble à une réaction unique :

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\ {}^{4}_{2}He + y\ {}^{0}_{-1}e$$ où x et y sont des entiers.

Déterminer le nombre x de désintégrations α et le nombre y de désintégrations β^-.

Pour effectuer ce calcul, la connaissance de l'ordre des désintégrations n'est pas nécessaire.

8 Emetteur α, le polonium a de nombreuses utilisations.

Il a été employé comme source de rayonnement α par Irène et Frédéric Joliot-Curie dans les expériences qui ont conduit à la découverte de la radioactivité artificielle en 1934.

Associé au béryllium, il constitue une source de neutrons produits par la réaction nucléaire :

$$^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$$

8.1 Exprimer l'énergie de cette réaction, E, à partir des données.

8.2 Calculer sa valeur en joules.

8.3 Commenter le signe de la valeur obtenue pour E.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Exercice 2

Titrage acidobasique – estérification (4 points)

On dispose d'une solution commerciale S_0 d'acide méthanoïque HCO_2H dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Pourcentage massique en acide méthanoïque: P = 82%
  On rappelle la définition du pourcentage massique :

$$P = \frac{\text{masse d'acide méthanoïque pur contenu dans un volume V de solution}}{\text{masse du volume V de solution}} \times 100$$

- Densité : d = 1,18
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1{,}00 \times 10^3$ g.L^{-1}.
- Masse molaire : M = 46,0 g.mol^{-1}.

Partie I

1.1 Vérifier que la concentration de la solution commerciale S_0 en acide méthanoïque est $C_0 = 21$ mol.L^{-1}.

1.2 On souhaite préparer une solution diluée S d'acide méthanoïque de concentration $C = 0{,}21$ mol.L^{-1} à partir de la solution commerciale S_0.

On dispose du matériel suivant :

fioles jaugées : 100 mL ; 200 mL ; 500 mL ; 1,00 L ;

pipettes jaugées : 10,0 mL ; 20,0 mL ; 50,0 mL.

Après justification pour la verrerie utilisée, indiquer le mode opératoire nécessaire à la préparation de la solution diluée S à partir de S_0.

1.3 On souhaite préparer un composé odorant présent dans les arômes de pomme ou d'orange. Pour cela, on fait réagir de l'acide méthanoïque avec de l'éthanol en présence d'acide sulfurique concentré (catalyseur).

1.3.1 Compléter l'équation citée dans l'annexe 1 (page 9/10) et nommer les produits formés.

1.3.2 Représenter la formule développée de l'ester obtenu.

Partie II

Mode opératoire

On introduit dans un ballon $n_i(A) = 0{,}200$ mol d'acide méthanoïque, $n_i(B) = 0{,}500$ mol d'éthanol et 5 gouttes d'acide sulfurique concentré en présence de quelques grains de pierre ponce.

On chauffe, à reflux, le mélange pendant une heure.

Après refroidissement, on titre les acides (méthanoïque et sulfurique) présents par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 1{,}6$ mol.L^{-1} ; l'équivalence est obtenue pour un volume versé $V_{B1} = 18{,}7$ mL.

Un titrage préalable montre que 5 gouttes d'acide sulfurique concentré sont neutralisées par un volume $V_{B2} = 3{,}7$ mL de solution d'hydroxyde de sodium.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.1 Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'ion hydroxyde.

2.2 Quel volume de base noté V_{B3} est nécessaire pour titrer l'acide méthanoïque restant ?

2.3 En exploitant l'équivalence du titrage, montrer que la quantité n(A) d'acide méthanoïque présent dans le ballon (en fin d'estérification) est égal à $2,4 \times 10^{-2}$ mol.

2.4 En exploitant, si besoin, le tableau d'avancement de l'annexe 1 (page 9/10), déterminer la valeur de l'avancement final, x_f, de la réaction d'estérification.

2.5 Exprimer le taux d'avancement final, τ, de la réaction d'estérification puis le calculer.

2.6 A partir d'un mélange équimolaire d'acide carboxylique et d'alcool primaire, le taux d'avancement de l'estérification serait d'environ 0,67. Celui obtenu dans les conditions de l'expérience est supérieur à 0,67. Justifier cette différence.

2.7 Exprimer la constante d'équilibre, K, associée à cette réaction d'estérification en fonction de x_f, n(A) et n_i(B) puis la calculer.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Exercice 3

Histoires d'euros… **(6 points)**

Les deux parties I et II sont indépendantes.

Partie I : Les billets d'euro infalsifiables grâce à une lampe à vapeur de mercure

« Alors que l'on croyait, au moment de l'introduction fiduciaire de l'euro, que les billets de banque de la nouvelle monnaie européenne seraient infalsifiables, le contraire est rapidement apparu poussant ainsi la banque européenne à trouver de nouvelles méthodes pour garantir le caractère infalsifiable des billets. Une de ces méthodes pourrait constituer à incorporer des nanoparticules luminescentes dans les couleurs d'impression.

L'entreprise hanséatique Nanosolutions GmbH a mis au point des nanopigments qui ne peuvent être excités par fluorescence que de façon sélective : les pigments ne prennent une couleur rouge ou verte qu'avec l'aide d'une source d'ultraviolets bien définie : une lampe à vapeur de mercure. Les caissiers et caissières munis d'une lampe à vapeur de mercure miniature pourraient ainsi rapidement déceler les faux billets. »

www.futura-sciences.com

Une lampe à vapeur de mercure est constituée d'un cylindre de verre contenant le gaz mercure monoatomique à basse pression. Lorsque le tube est mis sous tension, une décharge électrique se produit : des électrons circulent dans le gaz entre deux électrodes ; ces électrons bombardent les atomes du gaz et leur cèdent de l'énergie.

Données :

- Constante de Planck : $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ J.s
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1}
- Charge élémentaire : $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C

1.1 Spectre de l'atome de mercure

1.1.1 Quel type de spectre obtient-on à partir d'une lampe à vapeur de mercure ?

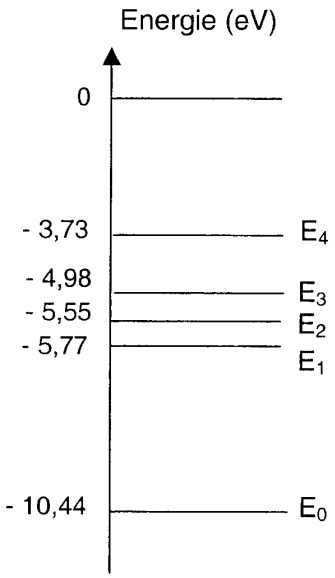
1.1.2 Sur un axe gradué en longueur d'onde exprimée en nanomètre, donner les limites du domaine du visible dans le vide, puis situer le domaine des ultraviolets et celui des infrarouges.

1.1.3 Un atome de mercure émet un photon de longueur d'onde dans le vide $\lambda_1 = 253{,}6$ nm, valeur également admise dans l'air. Calculer l'énergie en joule puis en électronvolt de ce photon.

1.1.4 Expliquer succinctement l'utilité d'une lampe à vapeur de mercure dans la recherche de faux billets.

1.2 Diagramme énergétique de l'atome de mercure

Le diagramme suivant représente, sans souci d'échelle, certains niveaux d'énergie de l'atome de mercure :



1.2.1 Que représentent :

- le niveau E_o = -10,44 eV
- les niveaux E_1, E_2, E_3, E_4 ?

1.2.2 A l'aide du diagramme ci-dessus et de la réponse à la question 1.1 3 (partie I - page 6/10), expliquer l'émission d'un photon de longueur d'onde dans le vide λ_1 = 253,6 nm.

1.2.3 Un atome de mercure dans son état fondamental reçoit un photon d'énergie 4,89 eV. Que se passe-t-il ?

Partie II : Une étape dans la fabrication des pièces : le cuivrage des flans

La Monnaie de Paris dispose à Pessac en Gironde (France) d'un établissement monétaire qui produit en grande série des pièces de monnaie courante pour la France et de nombreux pays.

« On appelle flan la rondelle de métal prête à la frappe. Les flans sont obtenus par découpage d'une bande d'acier roulée en bobine pour les flans de 1, 2 et 5 centimes d'euro.

Les flans d'acier sont recouverts par électrolyse d'une couche de cuivre pur, pour les flans des pièces de 1, 2 et 5 centimes d'euro.

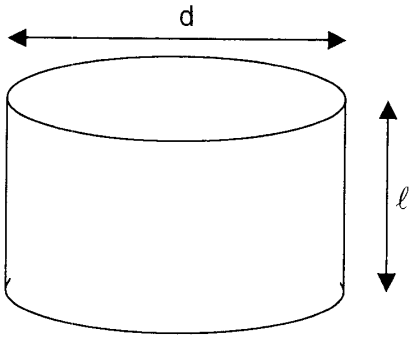
Les flans cuivrés sont polis puis séchés ; ensuite, ils sont triés puis comptés.

Les flans terminés sont stockés avant frappe. »

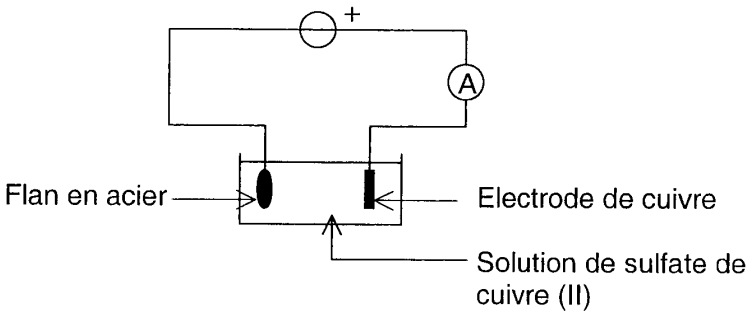
Source : Monnaie de Paris

Un chimiste souhaite réaliser un dépôt, par électrolyse, d'une couche de cuivre sur un flan en acier d'une pièce de 5 centimes d'euro.

Ce flan est un cylindre « plat » qui a pour diamètre d = 21 mm et pour épaisseur ℓ = 1,5 mm.
La couche de cuivre à déposer doit avoir une épaisseur e = 25 µm.



La technique d'électrolyse utilise une électrode de cuivre pur dite « soluble ». Le principe du montage est le suivant :



Données :

L'intensité du courant électrique est constante et vaut $I = 5{,}0$ A.
La masse volumique du cuivre est $\mu(Cu) = 8{,}9 \times 10^3$ kg.m^{-3}.
Le faraday : $F = 96500$ C.mol^{-1}.
Masse atomique du cuivre : $M(Cu) = 63{,}5$ g.mol^{-1}.
Couple ox/red : Cu^{2+}/Cu

2.1 Sur quelle électrode a lieu le dépôt de cuivre ?

2.2 Indiquer sur le schéma, en annexe 2 page 10/10, le sens de circulation des électrons dans les fils électriques.

2.3 Ecrire les équations et nommer les réactions qui se déroulent aux électrodes, en sachant que le seul couple qui est mis en jeu sur chacune d'entre elles est celui du cuivre (Cu^{2+}/Cu).

2.4 Exprimer, en fonction des données, la surface du flan qu'il faut recouvrir de cuivre.

En déduire le volume de métal à déposer puis montrer que la masse correspondante est :

$$m(Cu) = \frac{\pi e d^2 \mu(Cu)}{2} + \pi e \ell d \mu(Cu)$$

et que sa valeur est de 0,18 g.

2.5 Calculer la charge électrique Q qui a traversé le circuit pendant la durée de l'électrolyse.

2.6 Calculer la durée Δt de cette électrolyse.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

ANNEXE 1 **A RENDRE AVEC LA COPIE**

Exercice 2 – Titrage acidobasique - estérification :

Partie I - Question 1.3.1

Equation : $HCO_2H + CH_3\text{-}CH_2OH = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$

Partie II Question 2.4

Equation		$HCO_2H + CH_3\text{-}CH_2OH = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$			
Etat	Avancement	Quantités de matière (en mol)			
initial	x = 0	$n_i(A)$	$n_i(B)$	0	0
en cours	x				
final	$x = x_f$				

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

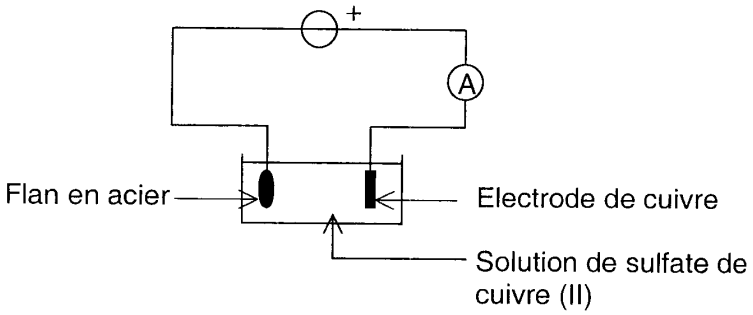
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE 2 **A RENDRE AVEC LA COPIE**

Exercice 3 - Histoires d'euros...

Partie II : Une étape dans la fabrication des pièces : le cuivrage des flans

Question 2.2



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer