BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2008

PHYSIQUE - CHIMIE

Série S

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

L'usage de la calculatrice électronique est autorisé

Ce sujet nécessite une feuille de papier millimétré

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 – Propriétés des solutions d'ammoniac

II – Quelques propriétés du plutonium 241

III – Mesure de la valeur de la capacité d'un condensateur

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Exercice 1 : Propriétés des solutions d'ammoniac (7 points)

Données et rappels :

- Produit ionique de l'eau : $K_e = 1{,}0.10^{-14}$.
- pK_A des couples acide/base suivants :
  $H_3O^+(aq)/H_2O(\ell)$: $pK_{A1} = 0$
  $NH_4^+(aq)/NH_3(aq)$: $pK_{A2} = 9{,}2$
  $H_2O(\ell)/HO^-(aq)$: $pK_{A3} = 14$
- Conductimétrie :
  La conductivité σ d'une solution contenant des espèces ioniques X_i est fonction des concentrations molaires effectives $[X_i]$ de ces ions dans la solution selon la loi :
  $$\sigma = \sum_i \lambda_i [X_i] .$$
  σ s'exprime en $S.m^{-1}$, λ_i conductivité molaire ionique en $S.m^2.mol^{-1}$ et les concentrations $[X_i]$ en $mol.m^{-3}$.
- Valeurs des conductivités molaires ioniques (en $S.m^2.mol^{-1}$) :
  $$\lambda (HO^-(aq)) = 199.10^{-4} \ S.m^2.mol^{-1}$$
  $$\lambda (NH_4^+(aq)) = 73{,}4.10^{-4} \ S.m^2.mol^{-1}.$$

Une solution commerciale S_0 d'ammoniac $NH_3(aq)$ de concentration $C_0 = 1{,}1\ mol.L^{-1}$ peut être utilisée, après dilution, comme produit nettoyant (éviers, lavabos,…) ou comme produit détachant (moquette, tapis,…).

On se propose d'étudier la solution S d'ammoniac de concentration C_s : S est 100 fois plus diluée que S_0.

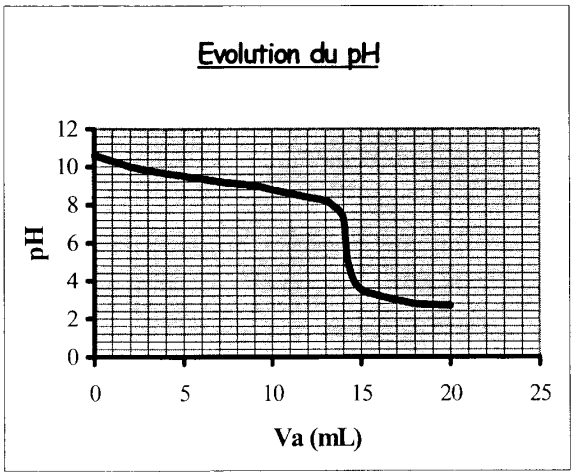
1.1 Préparation de la solution diluée S :

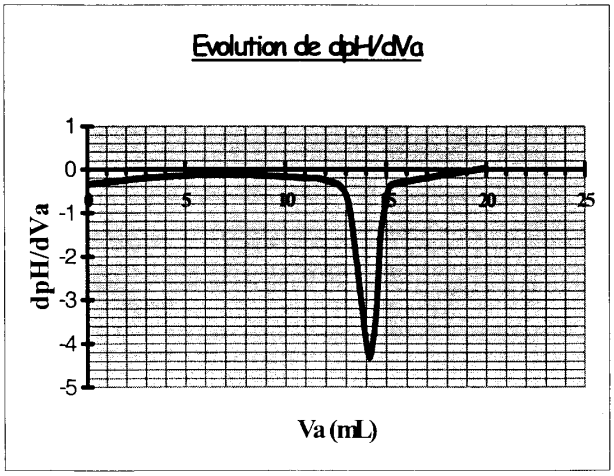
Faire la liste de la verrerie nécessaire pour préparer précisément un volume V = 1,00 L de S à partir de S_0.

1.2 Titrage de la solution diluée S :

On se propose de vérifier la valeur de la concentration C_0 de S_0.
Pour cela, la solution S est titrée par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $Ca = 0{,}015\ mol.L^{-1}$.
Dans un volume $V_S = 20$ mL de la solution S, on verse progressivement la solution d'acide chlorhydrique et on mesure après chaque ajout le pH du mélange.
On peut alors tracer la courbe d'évolution du pH en fonction du volume de solution acide ajoutée Va à l'aide d'un logiciel approprié. On trace aussi la courbe d'évolution de la dérivée $\frac{dpH}{dVa}$ en fonction de Va.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer





Evolutions de pH et de dpH / dVa:

1.2.1 Faire un schéma légendé du dispositif expérimental de titrage.

1.2.2 Réaction de titrage :
Ecrire l'équation bilan de la réaction de titrage (1) de la solution d'ammoniac S.

1.2.3 Détermination des concentrations :

1.2.3.a A partir des données expérimentales, déterminer le volume de solution acide versé à l'équivalence Va_E. Préciser la méthode employée.

1.2.3.b En déduire la valeur de la concentration C_S de la solution diluée S. Déterminer alors la valeur de la concentration C_0 de la solution S_0.
Comparer la valeur trouvée à la valeur de C_0 donnée au début de l'énoncé.

Remarque : Pour la suite de l'exercice, on utilisera la valeur de C_0 donnée au début de l'énoncé et la valeur correspondante de C_S.

1.2.4 Autre repérage de l'équivalence :
Parmi les indicateurs colorés du tableau ci-dessous, déterminer celui qu'il faut ajouter à la solution pour procéder le plus efficacement possible au titrage précédent par une méthode colorimétrique. Justifier ce choix. Qu'observe-t-on autour de l'équivalence dans ce cas ?

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Bleu de bromophénol	Jaune	3,0 – 4,6	Bleu-violet
Rouge de méthyle	Rouge	4,2 – 6,2	Jaune
Rouge de crésol	Jaune	7,2 – 8,8	Rouge

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

1.3 Etude de l'équilibre dans la solution diluée S :

On considère maintenant un volume U_S = 1,0 L de la solution S.

1.3.1 Réaction acido-basique dans S :

L'équation bilan, notée (2) de la réaction entre l'ammoniac et l'eau est :

$$NH_3(aq) + H_2O(\ell) = NH_4^+(aq) + HO^-(aq) \quad (2)$$

1.3.1.a Donner l'expression littérale de la constante d'équilibre K associée à l'équation de la réaction (2).

1.3.1.b Exprimer K en fonction de K_e et K_{A_2}. Calculer K.

1.3.2 Composition de S :

1.3.2.a Reproduire puis compléter sur votre copie le tableau d'avancement, ci-dessous, associé à la transformation modélisée par la réaction d'équation (2).

Equation		$NH_3(aq) + H_2O(\ell) = NH_4^+(aq) + HO^-(aq)$			
Etat	Avancement (mol)	Quantité de matière (mol)			
Etat initial	0		Excès	0	0
Etat final	$x_{éq}$		Excès		

Tableau d'avancement

Remarque :
A l'état initial, $[NH_3(aq)]_i = C_S$ (concentration de la solution S).
L'avancement à l'état final d'équilibre est noté $x_{éq}$.
Le volume de la solution U_S est supposé constant (la dilution est négligée).

1.3.2.b En supposant que $x_{éq}$ est négligeable par rapport au produit $C_S.U_S$, montrer que

$$K \approx \frac{x_{éq}^2}{C_S.U_S^2}$$

1.3.2.c En déduire la valeur de $x_{éq}$. L'hypothèse faite est-elle justifiée ?

1.3.3 Etude conductimétrique :
La valeur de la conductivité de la solution diluée S est $\sigma = 8{,}52.10^{-3}$ S.m^{-1}.

1.3.3.a En déduire la valeur commune de la concentration (en mol.L^{-1}) des ions $NH_4^+(aq)$ et $HO^-(aq)$ dans la solution S.

1.3.3.b Déterminer alors la valeur du pH de la solution S. Ce résultat est-il en accord avec les données expérimentales ?

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 2 : Quelques propriétés du plutonium 241 (5 points)

2.1 Généralités :

On relève dans la littérature spécialisée :

Les minerais d'uranium (U) contiennent essentiellement 2 isotopes dans les proportions : 99,3 % d'uranium 238 et 0,7 % d'uranium 235.
Le combustible des centrales nucléaires est un mélange enrichi en uranium 235, c'est-à-dire que la proportion de l'isotope 235 est supérieure à 0,7 % (et celle du 238 inférieure à 99,3 %). En effet, seuls les noyaux d'uranium 235 sont fissiles, c'est-à-dire susceptibles de subir une fission nucléaire sous l'action d'un neutron.
Le plutonium (Pu) n'existe pas dans la nature. Le plutonium 241 est un sous-produit obtenu, dans les réacteurs des centrales nucléaires, à partir d'uranium 238. On peut en effet schématiser la formation d'un noyau de plutonium 241 par l'équation de réaction nucléaire suivante :

$$^{238}_{92}U + x.n \rightarrow {}^{241}_{94}Pu + y\,\beta^- \quad (1)$$

n est le symbole d'un neutron et β^- celui d'une particule émise et
x et y sont des coefficients entiers à déterminer.
Une fois formé, le plutonium 241 est lui-même fissile sous l'action d'un bombardement neutronique. De plus, il est émetteur β^- avec une demi-vie de l'ordre d'une dizaine d'années (une valeur plus précise fait l'objet d'une question).

2.1.1 Définir les termes suivants :
2.1.1.a noyaux isotopes ;
2.1.1.b fission nucléaire ;
2.1.1.c demi-vie.

2.1.2 Préciser le nombre de masse et le numéro atomique de chacune des deux particules, neutron et β^-.
Expliciter pour chaque particule la notation $^{A}_{Z}X$.

2.1.3 Déterminer les valeurs de x et de y dans l'équation (1).

2.2 Détermination des énergies libérées lors de transformations du plutonium 241 :

On donne les valeurs numériques qui suivent (u est le symbole de l'unité de masse atomique) :

- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00.10^{8}\ m.s^{-1}$
- charge élémentaire : $e = 1{,}602177.10^{-19}\ C$
- unité de masse atomique : $1u = 1{,}66054.10^{-27}\ kg$
- masse du neutron : $m(n) = 1{,}00866\ u$
- masse de la particule β^- : $m(\beta) = 0{,}00055\ u$
- masse du noyau de plutonium 241 : $m(Pu) = 241{,}00514\ u$
- masse du noyau d'américium 241 : $m(Am) = 241{,}00457\ u$
- masse du noyau d'yttrium 98 : $m(Y) = 97{,}90070\ u$
- masse du noyau de césium 141 : $m(Cs) = 140{,}79352\ u$.

En outre, dans la relation d'équivalence masse énergie, à une masse égale à une unité de masse atomique correspond une énergie égale à 931,494 MeV.

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

2.2.1 Fission du plutonium 241 :

Elle se fait selon l'équation :

$$^{241}_{94}Pu + n \rightarrow {}^{141}_{55}Cs + {}^{98}_{39}Y + 3n \qquad (2)$$

2.2.1.a Déterminer en MeV la valeur de l'énergie E_F libérée lors de la fission d'un noyau de plutonium 241.

2.2.1.b On dit parfois qu'une réaction de ce type peut donner une réaction en chaîne. Pouvez-vous justifier ce terme ?

2.2.2 Désintégration β^- du plutonium 241

Le plutonium 241 est aussi émetteur β^-. La désintégration se fait selon l'équation :

$$^{241}_{94}Pu \rightarrow {}^{241}_{95}Am + \beta^- \quad (3)$$

Déterminer en MeV la valeur de l'énergie E_D libérée lors de la désintégration β^- d'un noyau de plutonium 241.

2.2.3 Comparaison

2.2.3.a Comparer E_F et E_D et calculer le rapport E_F / E_D.

2.2.3.b Les physiciens nucléaires affirment que l'interaction entre nucléons appelée interaction forte est responsable de la fission alors que l'interaction qui s'exerce entre un nucléon comme le neutron et un électron appelée interaction faible est responsable de la désintégration β^-. Ces termes vous paraissent-ils justifiés ?

2.3 Étude expérimentale de la radioactivité du Plutonium 241 :

Une étude de l'activité d'un échantillon contenant du plutonium 241 permet d'obtenir à différentes dates le rapport du nombre de noyaux non encore désintégrés N à la population initiale N_0 de noyaux dans l'échantillon. Les résultats expérimentaux ont été consignés dans le tableau ci-dessous :

t (ans)	0	3	6	9	12
N/N_0	1	0,85	0,73	0,62	0,53

2.3.1 Rappeler la loi de décroissance radioactive qui représente l'évolution de la population moyenne d'un ensemble de noyaux radioactifs.

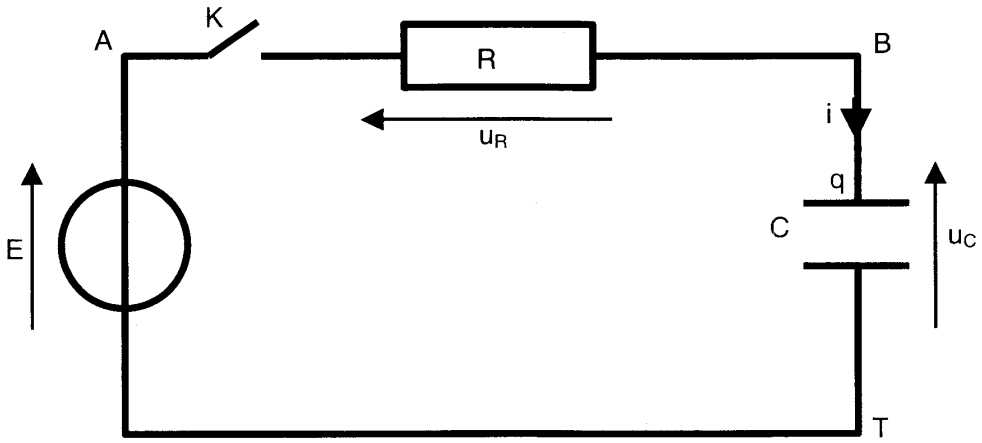
2.3.2. Par une méthode de votre choix, graphique (en utilisant éventuellement la feuille de papier millimétrique fournie avec le texte) ou numérique, déterminer la valeur du temps de demie-vie $t_{1/2}$ du plutonium 241.

Si la feuille de papier millimétré est utilisée pour déterminer la valeur de $t_{1/2}$, ne pas oublier de la rendre avec la copie.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 8
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Exercice 3 : Mesure de la valeur de la capacité d'un condensateur (4 pts)

On dispose de deux composants : un conducteur ohmique de résistance R = 150 Ω et un condensateur de capacité C inconnue.
L'objectif de la séance est de déterminer la valeur de C.
Pour cela, on choisit d'étudier la charge du condensateur à travers le conducteur ohmique à l'aide d'un générateur de tension de f.e.m. E = 5,1 V.
On réalise donc le montage schématisé ci-dessous et on utilise par exemple un système d'acquisition informatique.



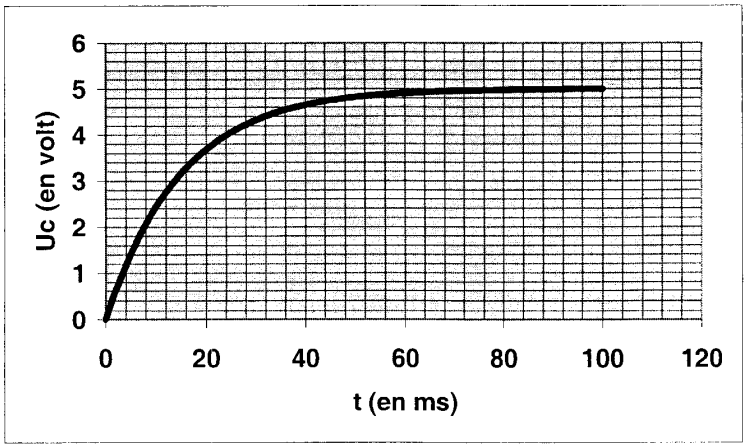
Montage n°1

3.1 Montage

Refaire sur la copie le schéma du montage n°1 en indiquant les branchements nécessaires pour suivre l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux armatures du condensateur en fonction du temps. Les bornes utilisées pour l'acquisition sont notées **Voie 1** et **Ref** (qui sert de masse).

3.2 Constante de temps

On suppose le condensateur déchargé.
A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K. On obtient la courbe n°1 ci-dessous.



Courbe n°1

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

Le phénomène observé est caractérisé par une grandeur appelée constante de temps notée τ.

3.2.1 Que signifie l'expression « phénomène caractérisé par τ »?
A l'aide de la courbe, estimer l'ordre de grandeur de τ sans aucun calcul.

3.2.2 Quelle est l'expression de τ en fonction des caractéristiques des composants du circuit ?

3.2.3 Vérifier que l'expression précédente est homogène à un temps.

3.3 Equation différentielle vérifiée par $u_C(t)$

Les conventions de sens et d'orientation pour le courant et les tensions sont indiquées sur le schéma du montage.

3.3.1 Ecrire la relation qui existe entre E, u_R et u_C.

3.3.2 Exprimer u_R en fonction de l'intensité i du courant.

3.3.3 Rappeler l'expression de i en fonction de q, charge portée par l'armature reliée au point B du circuit.

3.3.4 Rappeler l'expression de q en fonction de u_C. En déduire celle de i en fonction de u_C.

3.3.5 En utilisant les résultats précédents montrer que la tension aux armatures du condensateur $u_C(t)$ vérifie l'équation différentielle :

$$\tau.\frac{du_C}{dt} + u_C = E \qquad (1)$$

3.4 Propriétés de la fonction $u_C(t)$

3.4.1 Vérifier que

$$u_C(t) = E\,[1 - \exp(-\frac{t}{\tau})]$$

est solution de l'équation différentielle précédente et satisfait à la condition initiale :
t = 0, condensateur déchargé.

3.4.2 Déterminer la valeur du rapport $\frac{u_C}{E}$ à la date $t = \tau$.

3.4.3 En utilisant ce résultat et en exploitant la courbe n°1, déterminer la valeur de τ puis celle de C.

3.5 Autres mesures de C

Proposer le principe d'au moins une autre mesure de la capacité C.

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