BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2005

ÉPREUVE : **PHYSIQUE-CHIMIE – Série S**

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

ENSEIGNEMENT OBLIGATOIRE

L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISÉ

Ce sujet comporte trois exercices de PHYSIQUE-CHIMIE présentés sur 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10 y compris celle-ci.

Les pages 9/10 et 10/10 sont à rendre avec la copie après avoir été complétées.

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

I. Étude d'un circuit RC – Principe de fonctionnement d'une minuterie. (7,5 points)
II. Parlons CD. (4,5 points)
III. Étude d'un produit ménager. (4 points)

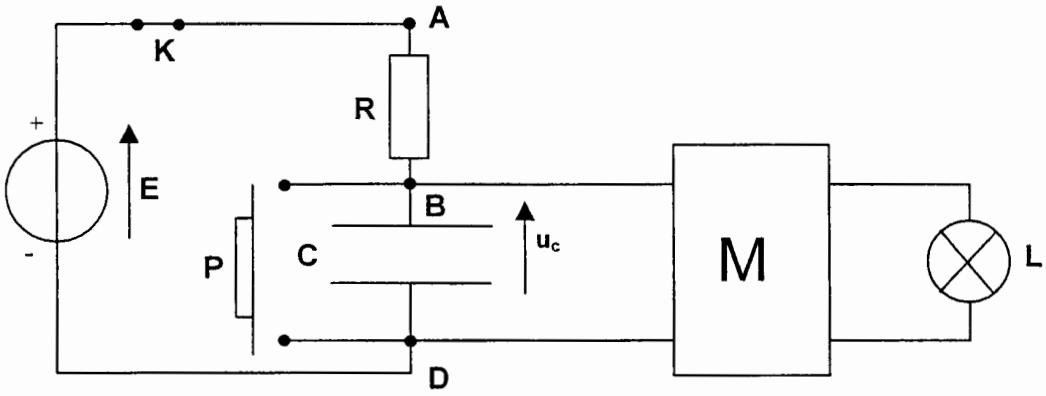
EXERCICE I : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE MINUTERIE (7,5 points)

L'objet de cet exercice est d'étudier le principe de fonctionnement d'une minuterie permettant d'éteindre une lampe automatiquement au bout d'une durée t_0 réglable.

Le montage du circuit électrique est constitué :

- d'un générateur idéal de tension, de force électromotrice E = 30 V.
- d'un interrupteur K.
- d'un conducteur ohmique de résistance R.
- d'un condensateur de capacité C.
- d'un bouton poussoir P qui joue le rôle d'un interrupteur ; il est fermé seulement quand on appuie dessus.
- **d'un composant électronique M qui permet l'allumage de la lampe L tant que la tension aux bornes du condensateur est inférieure à une tension limite, caractéristique du composant, notée** U_ℓ (dans tout l'exercice on fixera U_ℓ à une valeur constante égale à 20 V).

Le composant électronique M possède une alimentation électrique propre (non représentée sur le schéma) qui lui fournit l'énergie nécessaire à l'allumage de la lampe.
De ce fait, on admettra que le composant électronique M ne perturbe pas le fonctionnement du circuit RC, **c'est-à-dire que la tension aux bornes du condensateur est identique que M soit présent ou non dans le circuit**.



I – Étude du circuit RC

A l'instant initial (t = 0 s), le condensateur est déchargé. On ferme l'interrupteur K, le bouton poussoir P est relâché (voir schéma ci-dessus).

1. On souhaite visualiser les variations de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps à l'aide d'un oscilloscope à mémoire.
Indiquer les branchements à réaliser (voie 1 et masse) sur le schéma du **document 1 de l'annexe 1 page 9 à rendre avec la copie**.

2. Montrer que l'équation différentielle donnant les variations de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur en fonction du temps est de la forme :

$$u_c(t) + RC\frac{du_c(t)}{dt} = E$$

3. **a)** En vérifiant que la fonction du temps $u_c(t) = A\ (1 - e^{-t/\tau})$ est solution de l'équation différentielle précédente montrer que A = E et $\tau = RC$.

   b) Quelle est la valeur de u_c en régime permanent ?

   c) Quel est le nom donné à la constante τ ?
   A l'aide d'une analyse dimensionnelle, donner l'unité de la constante τ.

4. La représentation graphique de la fonction $u_c(t)$ est donnée dans le **document 2 de l'annexe 1 page 9, à rendre avec la copie**.
   Faire apparaître sur ce graphe sans aucune justification :

   - la tension E,
   - la constante τ ,
   - les régimes permanent et transitoire.

5. Calculer la valeur de la constante τ pour R = 100 kΩ et C = 200 µF.

6. **a)** Donner l'expression littérale de la date t_0 à laquelle la tension aux bornes du condensateur atteint la valeur limite U_ℓ en fonction de U_ℓ, E et τ. (t_0 est la durée d'allumage de la lampe).

   b) Calculer la valeur de t_0 et vérifier la validité du résultat à l'aide du graphe $u_c(t)$ fourni dans le **document 2 de l'annexe 1 page 9 à rendre avec la copie**.

   c) On a fixé U_ℓ à 20 V pour obtenir une durée d'allumage t_0 voisine de τ. Pour quelle raison choisir t_0 très supérieur à τ n'aurait pas été judicieux pour un tel montage ?

7. Quel(s) paramètre(s) du montage peut-on modifier sans changer le générateur afin d'augmenter la durée d'allumage de la lampe ?
   En fixant C = 200 µF quelle valeur doit-on donner à la résistance R pour obtenir une constante de temps d'une minute ?

8. On appuie sur le bouton poussoir. Que vaut la tension aux bornes du condensateur ?
   La comparer à U_ℓ. Que se passe-t-il pour la lampe dans les cas suivants :

   a) la lampe est déjà allumée ?

   b) la lampe est éteinte ?

II – Méthode d'Euler

On se propose maintenant de résoudre numériquement l'équation différentielle établie à la question I-2, R et C conservant les valeurs R = 100 kΩ et C = 200 µF.

1. A partir de cette équation différentielle, donner la relation entre la dérivée $\left(\frac{du_c(t)}{dt}\right)$ et la tension $u_c(t)$.

La méthode d'Euler permet de calculer successivement les valeurs de $u_c(t)$ et de $\left(\frac{du_c(t)}{dt}\right)$ à un intervalle de temps régulier Δt appelé le pas.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

En prenant un pas suffisamment petit on peut écrire la relation :

$$u_c(t+\Delta t) = u_c(t) + \left(\frac{du_c(t)}{dt}\right).\Delta t.$$

Pour cette étude, on prend un pas égal à : $\Delta t = 2$ s.

2. En utilisant l'expression littérale ci-dessus, compléter dans le tableau donné en annexe **(document 3, annexe 1 page 9)** les colonnes correspondant aux dates t = 2 s et t = 4 s.

3. **Le document 4 de l'annexe 2 page 10** représente un agrandissement de la courbe $u_c(t)$ du document 2. Tracer sur ce document **à rendre avec la copie**, la partie du graphe $u_c(t)$ correspondant à ce tableau. Que constatez-vous ?

4. On peut améliorer la précision de la méthode d'Euler en modifiant la valeur du pas Δt.
Quelle modification pourrait-on apporter à la valeur du pas Δt ?
Quel serait l'inconvénient de cette modification ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II : PARLONS CD (4,5 points)

I – Lumière émise par un laser

On dispose d'une diode laser S émettant un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0{,}790$ µm

1. Quelle est la couleur de la lumière émise par cette diode laser ?

2. La lumière émise résulte d'une transition entre deux niveaux d'énergie E_1 et E_2 tels que $E_2 < E_1$.
   Calculer en électronvolts l'écart énergétique $E = E_1 - E_2$ entre ces deux niveaux.

   Données : Célérité de la lumière dans le vide $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1},
   Constante de Planck $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J.s,
   1 eV $= 1{,}60 \times 10^{-19}$ J.

II – Caractère ondulatoire de la lumière

La lumière émise par la source S traverse une fente fine rectangulaire verticale de largeur $d = 0{,}10$ mm.
Un phénomène dû à la nature ondulatoire de la lumière est observé sur un écran placé à une distance $D = 2{,}0$ m de la fente.

1. Quel est le nom de ce phénomène ?
2. Décrire qualitativement ce que l'on observe sur l'écran.
3. Toutes les autres grandeurs restant inchangées, comment est modifiée la figure observée sur l'écran si :

   a) on diminue la largeur de la fente ?
   b) on diminue la longueur d'onde ?

   Justifier les réponses.

III – Application à la lecture d'un CD

Dans un lecteur CD on lit des informations gravées sur le disque sous forme de petites cuvettes réfléchissantes dont le diamètre limite le nombre d'informations. Actuellement on éclaire le disque avec une diode laser de longueur d'onde $\lambda = 0{,}790$ µm.
Prochainement, on va commercialiser des lecteurs utilisant une diode laser émettant une longueur d'onde dans le bleu (lecteurs «blu-ray disc »).

D'après la question II 3.b) quel intérêt présente ce changement de longueur d'onde ?

IV – Gravure d'un CD

La duplication en grande quantité d'un disque compact se fait par pressage de polycarbonate fondu à l'aide d'une matrice en nickel.

Le procédé se déroule en trois étapes :

1ère étape : Fabrication du *glassmaster*

Elle consiste à graver le disque de base (glassmaster) à partir duquel on va réaliser une duplication en série. On recouvre ensuite le glassmaster gravé d'une fine couche d'argent. On obtient alors le glassmaster métallisé.

2e étape : Galvanoplastie

Elle consiste à créer une matrice, image symétrique du *glassmaster*. Ce dernier, étant devenu conducteur après le dépôt d'argent, est immergé pendant 2 heures dans une solution acide de sulfamate de nickel où il va subir une électrolyse, l'autre électrode étant du nickel.

Le but de cette opération est de créer un dépôt de nickel sur le *glassmaster*.

On sépare ensuite cette couche de nickel et on obtient une matrice, *le père*, qui est une image symétrique parfaite du *glassmaster*.

3e étape : Le pressage

On place *le père* dans le moule d'une presse qui permet de dupliquer le disque en grand nombre.

Les questions qui suivent ne portent que sur la 2e étape (galvanoplastie).

1. Sur le schéma de l'électrolyse donné en **annexe 2 page 10 à rendre avec la copie**, préciser le sens du courant et la polarité des bornes du générateur, en justifiant votre réponse.
2. Nommer les électrodes et préciser les équations des réactions qui s'y déroulent.
3. Le père obtenu est un disque de nickel de 23,0 cm de diamètre et de 3,05 x 10^{-1} mm d'épaisseur.
   a) Vérifier que la masse du père est m = 113 g.
   b) En déduire la quantité de matière de nickel déposée lors de l'électrolyse.
4. L'électrolyse dure 2 heures. Quelle doit être la valeur de l'intensité du courant qui circule dans le circuit ?

Données :

Couple oxydant réducteur :	Ni^{2+}/Ni
Masse volumique du nickel :	$\rho = 8{,}90\ g.cm^{-3}$
Masse molaire du nickel :	$M = 58{,}7\ g.mol^{-1}$
Charge élémentaire :	$e = 1{,}60 \times 10^{-19} C$
Le nombre d'Avogadro :	$\mathcal{N}_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III : ÉTUDE D'UN PRODUIT MÉNAGER (4 points)

L'ammoniac, NH_3, est un gaz qui, dissout dans l'eau, donne une solution basique d'ammoniaque.
Des solutions d'ammoniaque sont vendues dans le commerce.
Ces solutions, après dilution, sont utilisées comme produit nettoyant et détachant.
On se propose d'étudier quelques propriétés de l'ammoniac dissout puis de déterminer sa concentration dans un de ces produits.

Données relatives à l'exercice :

Masse molaire de l'ammoniac : $M_{NH_3} = 17\ g.mol^{-1}$,

Constante d'acidité du couple ion ammonium/ammoniac à 25°C : $K_{A1} = 6,3 \times 10^{-10}$,
Constante d'acidité du couple $H_2O/\ HO^-$ à 25°C: $K_{A2} = 1,0 \times 10^{-14}$.

I – $NH_{3\ (aq)}$.

1. L'ammoniac est une base en solution aqueuse.

a) Donner la définition d'une base selon Brönsted
b) Ecrire l'équation de réaction entre l'ammoniac et l'eau.
c) Exprimer et calculer la constante d'équilibre de cette réaction.

2. On dissout dans un volume d'eau V égal à 250 mL une quantité de matière n d'ammoniac égale à $2,5 \times 10^{-3}$ mol. Le pH de la solution S obtenue vaut 10,6.

a) Calculer la concentration c en soluté ammoniac apporté.
b) Calculer la concentration en ion oxonium, H_3O^+, dans la solution.
c) En déduire la concentration en ion hydroxyde, HO^-, dans la solution.
d) Montrer que le taux d'avancement final τ peut s'écrire $\tau = \dfrac{[HO^-]_f}{c}$, puis le calculer. (On pourra utiliser un tableau descriptif de l'évolution du système).
e) Que peut-on dire de la transformation ?

II – Détermination de la concentration en ammoniac de la solution commerciale

1. Dilution de la solution commerciale

Afin de déterminer la concentration c_0 de la solution commerciale, on propose de réaliser un titrage acido-basique de la solution commerciale. Celle-ci étant très concentrée, on fabrique par dilution, une solution S_1 de concentration c_1 mille fois plus petite.
Parmi les lots de verrerie proposés, choisir, en justifiant, celui que l'on doit utiliser pour réaliser au mieux cette dilution.

Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4
Pipette jaugée 1 mL Becher 100 mL Becher 50 mL	Pipette graduée 10 mL Fiole jaugée 1L Becher 50 mL	Pipette jaugée 1 mL Fiole jaugée 1L Becher 50 mL	Pipette jaugée 10 mL Fiole jaugée 1L Becher 50 mL

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2. Titrage acido-basique de la solution diluée.

On réalise un titrage pH-métrique de $V_1 = 20,0$ mL de solution diluée S_1 par une solution d'acide chlorhydrique ($H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) de concentration $c_A = 1,50 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}.
L'équation support du titrage est : $NH_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)} = NH_4^+{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$.
Pour obtenir l'équivalence il a fallu verser un volume $V_{AE} = 14,3$ mL d'acide chlorhydrique.
On note que le pH à l'équivalence vaut 5,7.

a) Définir l'équivalence d'un titrage.

b) Établir la relation à l'équivalence entre c_1, c_A, V_1, V_{AE} où V_{AE} est le volume de solution acide versé à l'équivalence. (On pourra utiliser un tableau descriptif de l'évolution du système chimique).

c) En déduire c_1 puis c_0.

d) Parmi les indicateurs colorés suivants, choisir, en justifiant, celui qui pourrait être utilisé pour réaliser ce titrage de façon colorimétrique.

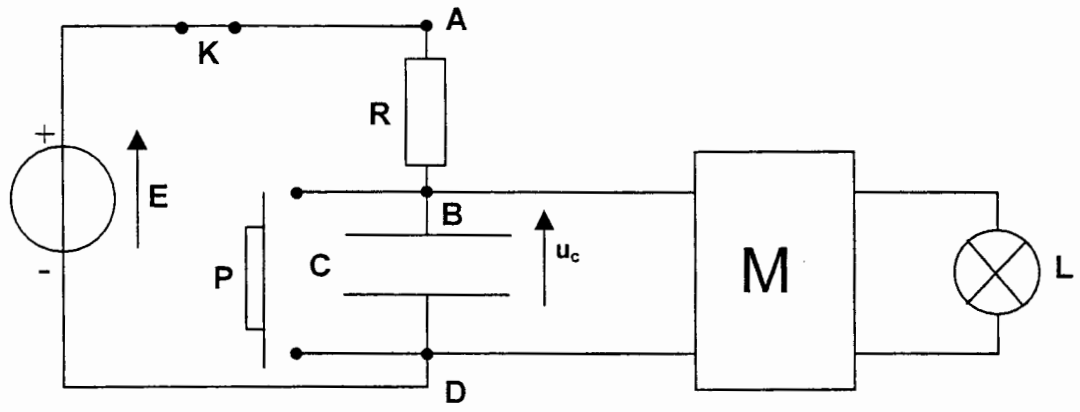
Indicateur coloré	Couleur forme acide	Zone de virage	Couleur forme basique
hélianthine	rouge	3,1 – 4,4	jaune
Rouge de chlorophénol	jaune	5,2 – 6,8	rouge
Bleu de bromothymol	jaune	6,0 – 7,6	bleu
phénolphtaléïne	incolore	8,2 - 10	Rouge violacé

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

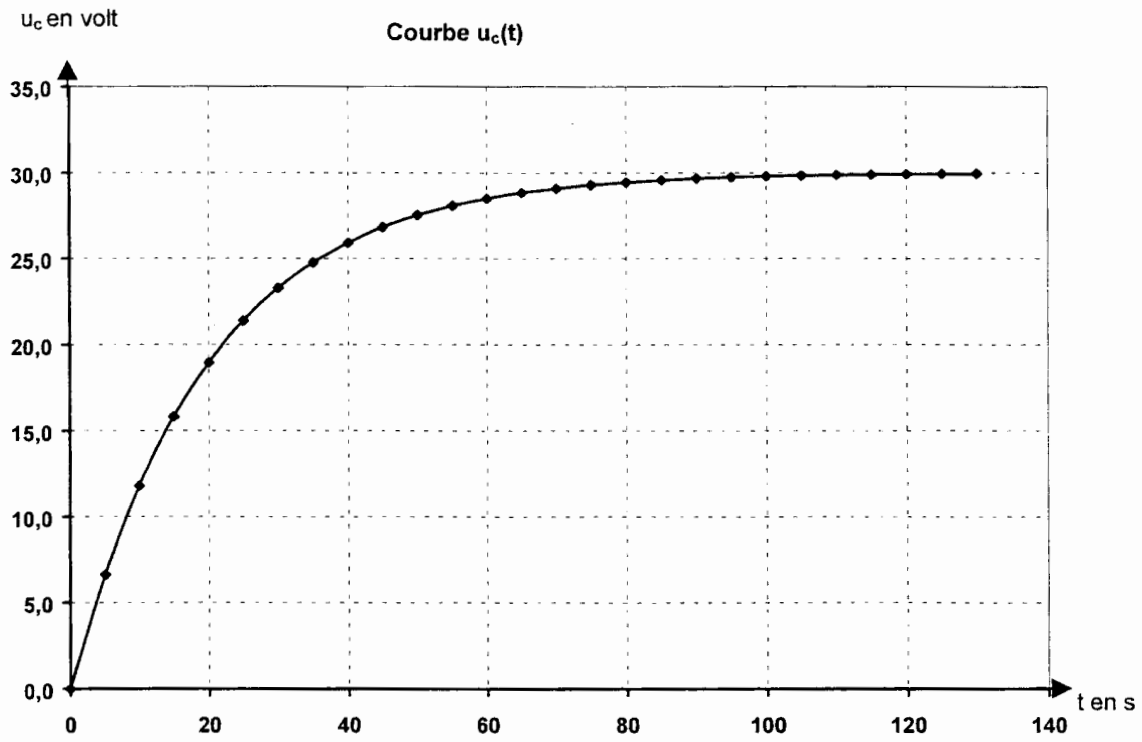
ANNEXE 1 : A RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I :

Document 1



Document 2

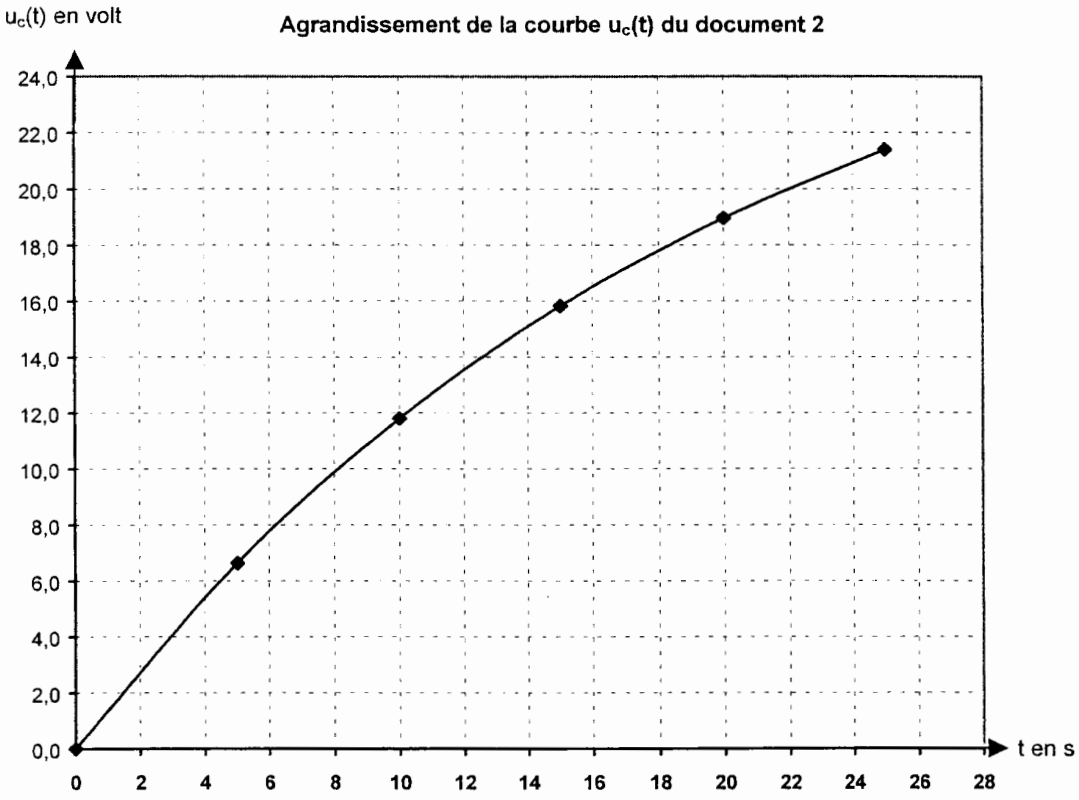


Document 3

t (s)	0	2	4	6	8	10	12	...	20
u_c (t)	0			8,14	10,3	12,3	14,1	...	19,6
$\left(\frac{du_c(t)}{dt}\right)$	1,50			1,09	0,99	0,89	0,80	...	0,52

ANNEXE 2 : A RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I : Document 4



EXERCICE II

