

**BACCALAURÉAT BLANC  
LYCEE CHARLEMAGNE – THIONVILLE**

SESSION JANVIER 2003

---

**PHYSIQUE-CHIMIE**

**Série S**

---

DURÉE DE L'ÉPREUVE : **3 h 30.** – COEFFICIENT : **6 ou 8**

---

Ce sujet comporte deux exercices de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE.

**L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISÉ.**

**VOUS UTILISEREZ 1 COPIE PAR EXERCICE.**

ATTENTION !

Les élèves n'ayant pas choisi spécialité sciences physiques traiteront les exercices I, II, III et IV.

Les élèves ayant choisi spécialité sciences physiques traiteront les exercices I, II, III et V.

- I. Dosage d'un vinaigre.
- II. Cinétique chimique.
- III. Charge d'un condensateur
- IV. Loi de décroissance.
- V. Sujet de spécialité à la place de l'exercice IV : notice d'un télescope.

## Exercice I : Dosage d'un vinaigre (5 points)

On se propose de doser par pH-métrie un vinaigre afin d'en déterminer la concentration molaire volumique en acide éthanóique.

Pour cela, on prépare  $V = 100$  mL d'une solution diluée 10 fois du vinaigre.

Puis on prélève un volume  $V_1 = 10$  mL de la solution diluée que l'on verse dans un bécher, auquel on ajoute suffisamment d'eau distillée pour immerger correctement la cellule du pH-mètre.

On réalise le dosage avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique  $c_2 = 1,0 \times 10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup>. Le pH est relevé en fonction du volume  $V_2$  de solution d'hydroxyde de sodium et on obtient la courbe  $\text{pH} = f(V_2)$  donnée en annexe.

Toutes les solutions considérées sont prises à 25°C.

Donnée :  $pK_a$  du couple  $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$  à 25 °C : 4,8 et  $pK_e = 14$ .

### 1. Réaction support du dosage

- 1.1. Quelle hypothèse faut-il faire sur la nature de la transformation chimique pour que la réaction puisse servir de support au dosage ?
- 1.2. Écrire l'équation de la réaction chimique associée à la transformation du système étudié.
- 1.3.a. Exprimer le quotient de réaction  $Q_r$  de cette réaction.
- 1.3.b. Comment appelle-t-on la valeur particulière prise par le quotient de réaction dans l'état d'équilibre du système ? Calculer cette valeur.
- 1.3.c. De quoi dépend la valeur citée en 1.3.b ?

### 2. Étude à l'équivalence

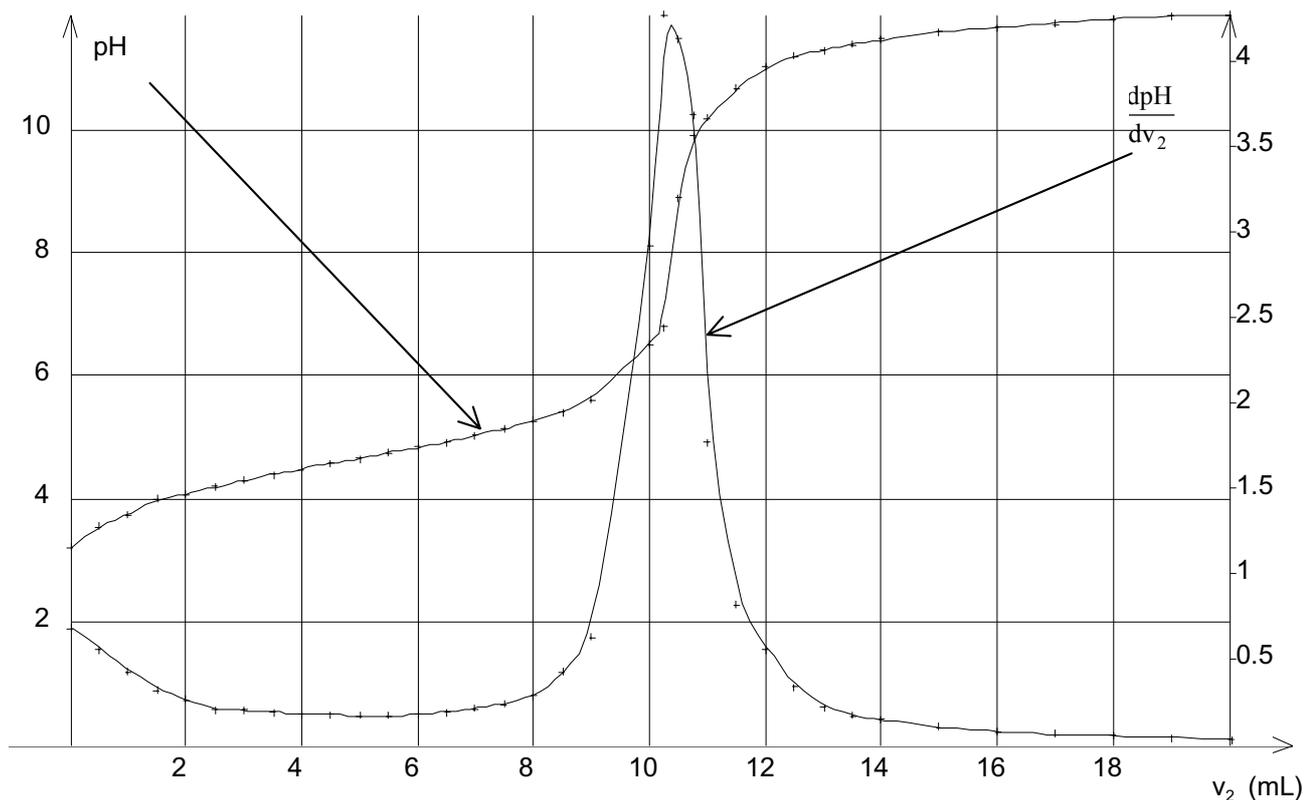
- 2.1. Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence acido-basique en utilisant le graphe en annexe.
- 2.2. Définir l'équivalence lors d'un dosage.
- 2.3.a. On note  $n_1$  la quantité de matière de réactif titré initialement apporté dans le bécher et  $n_{2,\text{éq}}$  la quantité de matière de réactif titrant versé à l'équivalence. A l'aide d'un tableau d'avancement établir la relation liant  $n_1$  et  $n_{2,\text{éq}}$ .
- 2.3.b. En déduire la concentration  $c_1$  en acide éthanóique apporté dans la solution diluée.
- 2.3.c. Calculer la concentration  $c$  en acide éthanóique du vinaigre.

### 3. Étude d'un point particulier

On se place dans la situation où on a versé, lors du dosage, un volume de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium représentant la moitié du volume versé à l'équivalence.

- 3.1. Quelles sont les quantités de matière d'hydroxyde de sodium et d'acide éthanóique introduites alors ?
- 3.2. A l'aide d'un tableau d'avancement, déterminer, à l'état final, les quantités de matière d'ions éthanóate et d'acide éthanóique dans le milieu réactionnel.
- 3.3. Utiliser la notion de constante d'acidité pour déterminer la valeur du pH à l'état final.
- 3.4. Comparer la valeur du  $pH$  trouvée en 3.3) avec la valeur du  $pH$  lue sur la courbe de dosage.  
Commenter.

Annexe de l'exercice I (dosage d'un vinaigre).



Exercice II : cinétique chimique (4 points).

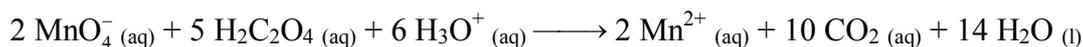
Pour étudier, à température constante et en milieu acide, la cinétique de la transformation chimique entre l'ion permanganate  $\text{MnO}_4^-$  et l'acide oxalique  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , on réalise l'expérience suivante :

À la date  $t = 0$ , on mélange rapidement, en présence d'un excès d'acide sulfurique,  $V_1 = 40 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse ( $S_1$ ) de permanganate de potassium de concentration  $C_1 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  et  $V_2 = 60 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse ( $S_2$ ) d'acide oxalique de concentration  $C_2 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

La couleur d'une solution contenant des ions permanganate dépend fortement de la concentration de ces ions. On utilise cette propriété pour déterminer la concentration  $[\text{MnO}_4^-]$  à chaque instant (dosage colorimétrique).

1. Réaction étudiée

L'équation de la réaction modélisant cette transformation s'écrit :



Les couples oxydo-réducteurs qui interviennent sont  $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$  et  $\text{CO}_2 / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ .

Écrire les demi équations électroniques correspondantes.

## 2. Préparation des solutions

On dispose :

- de la verrerie suivante : éprouvettes graduées de 10 mL, 100 mL ; burette graduée de 25 mL ; pipettes jaugées de 1 mL, 5 mL, 10 mL ; fioles jaugées de 100 mL, 500 mL ; bechers.

- de produits suivants : solution aqueuse de permanganate de potassium à  $C_0 = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ; solution aqueuse d'acide oxalique à  $C_2 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  acidifiée par l'acide sulfurique ; eau distillée.

a) Décrire par des schémas clairs et assortis de légendes précises la manipulation permettant de fabriquer  $V = 100 \text{ mL}$  de la solution  $S_1$  à partir de la solution disponible.

b) Calculer en moles la quantité  $n_1$  d'ions permanganate et la quantité  $n_2$  d'acide oxalique présentes à  $t = 0$  dans le mélange réactionnel.

c) Déterminer le réactif limitant de cette transformation.

## 3. Expérience

L'étude colorimétrique donne les résultats suivants :

t (s)	0	20	40	60	70	80	90	100	120	160
$[\text{MnO}_4^-]$ (mmol.L <sup>-1</sup> )	2,00	2,00	1,92	1,68	1,40	1,00	0,59	0,35	0,15	0,00

a) Tracer la courbe représentative de  $[\text{MnO}_4^-] = f(t)$

b) Définir la vitesse la vitesse de réaction.

Exprimer sa valeur en fonction de  $\frac{d[\text{MnO}_4^-]}{dt}$  et d'autres données.

Déterminer la valeur de cette vitesse à l'instant  $t = 80 \text{ s}$ .

c) Comment varie cette vitesse au cours de l'expérience ?

d) Une propriété assez générale en cinétique chimique est que la vitesse diminue au cours de l'avancement de la transformation. Est-ce le cas ici ? Justifier.

## III .Charge d'un condensateur (6 points).

On se propose d'étudier l'évolution de la tension aux bornes d'un condensateur dans le but de déterminer la capacité du condensateur.

Un générateur de tension de force électromotrice  $E$  positive alimente un conducteur ohmique de résistance  $R = 100 \Omega$  et un condensateur de capacité  $C$ , associés en série (figure 1). Un dispositif d'acquisition de données relié à un ordinateur permet de suivre l'évolution de 2 tensions du circuit, en voie 1 et voie 2, en fonction du temps.

A la date  $t_0 = 0 \text{ s}$ , on ferme l'interrupteur  $K$  et l'ordinateur enregistre les tensions dont les courbes sont données figure 2.

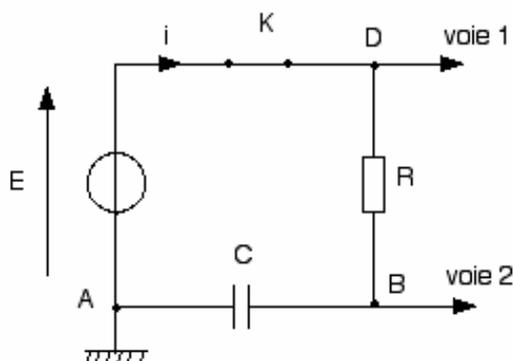


Figure 1.

1. Refaire le schéma du montage et représenter les flèches-tension (préciser ces tensions par des lettres en indice) correspondant aux deux tensions enregistrées.
2. Des courbes a et b de la figure 2, quelle est celle qui correspond à la tension aux bornes du condensateur ? Justifier.
3. Déterminer la valeur de la constante de temps  $\tau = RC$  du circuit en utilisant la figure 2. Expliquer la méthode employée.
4. En déduire une valeur approchée de C.
5. Évaluer, à partir de la figure 2, la durée  $\Delta t$  nécessaire pour charger complètement le condensateur. Comparer  $\Delta t$  à  $\tau$ .
6. Faut-il augmenter ou diminuer la valeur de R pour charger plus rapidement le condensateur ? Justifier la réponse.
7. En respectant l'orientation du courant qui est indiquée sur la figure 1, établir l'équation différentielle en  $u_c$  (tension aux bornes du condensateur) en respectant la convention récepteur pour celui-ci et le conducteur ohmique.
8. Sachant que  $u_c = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$  est solution de l'équation différentielle et en respectant l'orientation du courant qui est indiquée sur la figure 1, établir l'expression de  $i(t)$ . En déduire l'allure de la courbe  $i = f(t)$ . L'allure de cette courbe peut également être obtenue d'une autre façon. Comment? Expliquer.

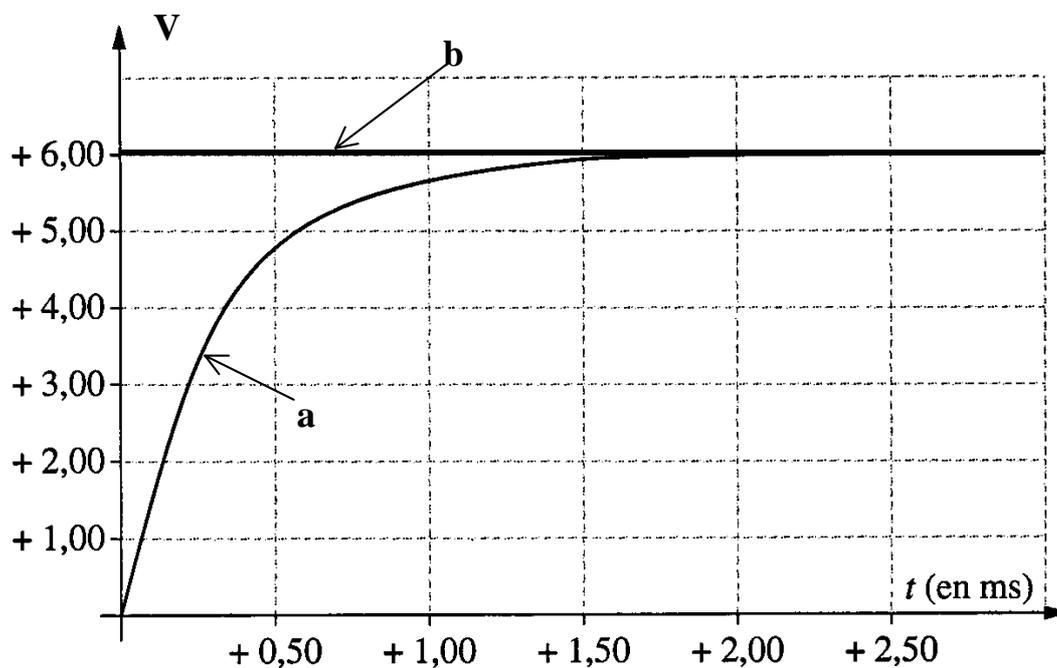


Figure 2

Exercice IV : Loi de décroissance. (5 points)

(les élèves ayant choisi l'enseignement de spécialité **ne traiteront pas** cet exercice mais le V).

Le phosphore  $^{32}_{15}\text{P}$  est radioactif. Il se désintègre en émettant un électron. Sa demi-vie est  $t_{1/2} = 14,3$  jours.

1. La désintégration forme du soufre. Établir l'équation de désintégration.

On rappelle la relation entre la constante radioactive  $\lambda$  et la demi-vie  $t_{1/2}$  :  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

On veut déterminer l'évolution du nombre de noyaux radioactifs d'un échantillon au cours du temps en utilisant la relation :

$$\Delta N(t) = -\lambda \cdot N(t) \cdot \Delta t$$

où  $\Delta N(t)$  est la variation du nombre de noyaux radioactifs, pendant un intervalle de temps  $\Delta t$ , et  $N(t)$  est le nombre de noyaux radioactifs au début de l'intervalle de temps considéré.

Le nombre de noyaux radioactifs initial de l'échantillon est  $N(0) = 10^{22}$ .

2. Combien de noyaux radioactifs se désintègrent pendant les cinq premiers jours ?

3. Combien de noyaux radioactifs reste-il après 5 jours ? On notera cette valeur  $N(5 \text{ jours})$ .

4. En répétant les questions 2. et 3. au cours du temps, remplir le tableau suivant (à reproduire sur la copie)

t (jours)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
N(t)	$10^{22}$									

5. Sur un graphique, représenter l'évolution du nombre de noyaux radioactifs  $N$  en fonction du temps.

6. La masse du noyau de phosphore 32 étant de  $m(\text{P}) = 5,35631 \cdot 10^{-26}$  kg et celle du soufre formé de  $m(\text{S}) = 5,35608 \cdot 10^{-26}$  kg, calculer la perte de masse de l'échantillon étudié au bout de 45 jours.

Donnée : masse d'un électron  $m_e = 9,10939 \cdot 10^{-31}$  kg.

7. En déduire l'énergie libérée en 45 jours ?

On rappelle la valeur de la célérité de la lumière :  $c = 2,99792 \cdot 10^8$  m . s<sup>-1</sup>.

**Exercice V de spécialité : à traiter par les élèves qui ont choisi l'enseignement de spécialité sciences physiques.**

**Étude de la notice d'un télescope (5 points).**

Le but de cet exercice est d'étudier le fonctionnement d'un télescope de Newton, et de vérifier certaines indications portées sur sa notice descriptive.

Télescope :

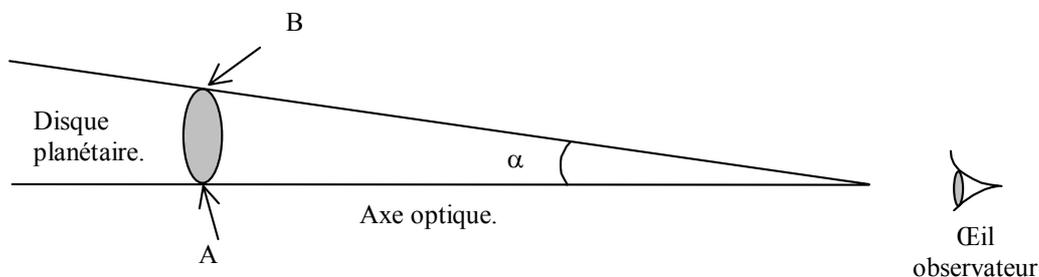
- Grossissements :  $45 \times$  ;  $90 \times$  ;  $150 \times$  ;  $300 \times$ .
- Miroir sphérique de diamètre 114 mm, de focale 900 mm.
- Deux oculaires interchangeables de focales 6 mm ; 20 mm.
- Lentille de Barlow (elle double le grossissement du télescope pour chaque oculaire).

Le télescope est donc constitué des éléments suivants :

- un miroir sphérique (M) de diamètre D, de centre C, de sommet S, de distance focale  $f'_1$  ;
- un miroir plan (m), incliné à  $45^\circ$  par rapport à l'axe optique du miroir (M) ;
- une lentille mince convergente (L) de distance focale  $f'_2$ , de centre O, appelée oculaire.

On considérera que le télescope est utilisé dans les conditions de Gauss.

L'utilisateur du télescope observe une planète, de diamètre AB, suffisamment éloignée pour être considérée à l'infini.



1. Image  $A_1B_1$  donnée par le miroir sphérique.

Sur le schéma 1 en annexe, on a tracé deux rayons du faisceau lumineux provenant du point B de la planète. Ces rayons sont inclinés d'un angle  $\alpha$  par rapport à la direction de l'axe optique du miroir (M). Le rayon (2) est un des rayons du faisceau intercepté par le miroir sphérique (M). Le rayon (1) est un rayon permettant la construction des images. On appelle  $A_1B_1$  l'image intermédiaire que donne le miroir (M) de la planète AB.

Remarque : sur les schémas donnés en annexes, les distances et les angles ne sont pas représentés à l'échelle.

1.1. Justifier la position particulière de l'image  $A_1B_1$  donnée par le miroir sphérique.

1.2. Exprimer la dimension de  $A_1B_1$  en fonction de  $\tan \alpha$  et de  $f'_1$ .

2. Image  $A_2B_2$  donnée par le miroir plan.

Dans le télescope (voir schéma 1 en annexe), on place sur le chemin du faisceau émergent du miroir sphérique (M), un petit miroir plan (m). Les rayons sont ainsi envoyés sur une lentille (L) dont l'axe optique est perpendiculaire à celui du miroir (M). On appelle  $A_2B_2$  l'image intermédiaire donnée par le miroir (m).

Justifier la position de  $A_2B_2$  sur l'axe ( $\Delta$ ).

### 3. Image définitive A'B'.

3.1. D'après le schéma 1, quelle position particulière l'image intermédiaire  $A_2B_2$  occupe-t-elle pour l'oculaire ? Quelle en est la conséquence pour l'image définitive A'B' ?

3.2. Où l'observateur doit-il se placer par rapport à la lentille, pour observer l'image de la planète par le télescope ?

### 4. Grossissement du télescope.

On note  $\alpha'$  l'angle que font les rayons émergeant de l'ensemble {miroirs, lentille} avec l'axe optique. Le grossissement du télescope est défini par  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ . Les angles  $\alpha$  et  $\alpha'$  sont assez petits pour que l'on puisse considérer que  $\tan \alpha = \alpha$  et  $\tan \alpha' = \alpha'$  si  $\alpha$  et  $\alpha'$  sont exprimés en radians.

4.1. Indiquer sur le schéma 1 les angles  $\alpha$  et  $\alpha'$ .

4.2. Établir l'expression du grossissement  $G$  en fonction de  $f_1$  et de  $f_2$ .

4.3. Calculer la valeur du grossissement du télescope pour chacun des deux oculaires possibles.

4.4. Comment peut-on expliquer les quatre valeurs du grossissement indiquées sur la notice ?

4.5. Le diamètre apparent de la planète Saturne observée à l'œil nu est  $2,18 \cdot 10^{-4}$  rad.

Sous quel diamètre apparent maximal l'utilisateur peut-il l'observer à travers le télescope quand on utilise le plus fort grossissement ?

### 5. Photographie de la planète

L'observateur souhaite maintenant récupérer une image de la planète sur une plaque photographique. À cette fin, il écarte légèrement la lentille par rapport à sa position précédente. Cette position est représentée sur le schéma 2.

5.1. Pourquoi est-il nécessaire de décaler l'oculaire si on veut récupérer une image de la planète sur la plaque photographique ?

5.2. Si l'observateur avait rapproché la lentille du miroir au lieu de l'en écarter, aurait-il pu alors récupérer l'image définitive A'B' sur une plaque photographique ? Justifier la réponse.

FEUILLE ANNEXE  
À RENDRE AVEC LA COPIE

