BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2006

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 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13 y compris celle-ci.

Les pages annexes 9/13, 10/13, 11/13, 12/13 et 13/13 sont à rendre avec la copie après avoir été complétées.

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

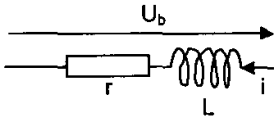
Exercice I	:	Résistance d'une bobine réelle	6 points
Exercice II	:	Où il est question de la lumière	6 points
Exercice III	:	Hydrolyse d'un ester	4 points

EXERCICE I : RÉSISTANCE D'UNE BOBINE RÉELLE (6 points)

Dans tout l'exercice, on tiendra compte de la précision des données afin d'exprimer les résultats numériques en accord avec cette précision.

Un étudiant, curieux, veut vérifier la valeur de la résistance r d'une bobine réelle d'inductance 250 mH, modélisée sous forme d'un dipôle (r, L) en série. La tension en fonction du temps dans le cas général d'un courant électrique d'intensité i(t) aux bornes d'une telle bobine est donnée par la relation :

$$u_b = r.i + L.\frac{di}{dt}$$



Il dispose de tout le matériel souhaitable et procède à plusieurs essais.

A - EN RÉGIME PERMANENT

Pour mesurer la valeur de r, l'étudiant réalise un circuit comportant un générateur de tension continue de valeur E = 6,0 V de résistance interne négligeable, un ampèremètre numérique, un voltmètre numérique, des fils de connexion et la bobine à étudier.

1. Compléter le schéma du circuit en indiquant les positions de l'ampèremètre et du voltmètre **(annexe page 9 à rendre avec la copie).** Faire figurer la tension U_g = E (tension aux bornes du générateur) ainsi que la tension U_b = (tension aux bornes de la bobine). On négligera la tension aux bornes de l'ampèremètre.
2. Les mesures des appareils donnent U_b = 5,95 V et I_b = 410 mA. En déduire la valeur r_1 de la résistance de la bobine dans ce cas particulier. Justifiez votre démarche.

B - EN RÉGIME TRANSITOIRE

L'étudiant modifie le montage précédent auquel il ajoute une résistance R' = 10,0 Ω en série.

Il remplace les appareils de mesure par un système d'acquisition informatisé qui lui donne les variations de i(t) obtenues à la fermeture de l'interrupteur. La tension du générateur reste fixe et égale à 6,00 V.

1. Quel est alors le phénomène observé dans le circuit ?
2. Sur le schéma du circuit modifié **(annexe page 9 à rendre avec la copie)**, indiquer comment brancher le système d'acquisition (voie d'entrée et voie de référence) afin d'obtenir une tension proportionnelle à l'intensité du courant dans le circuit. Justifier votre réponse.
3. Déterminer la valeur de la constante de temps τ à partir du document obtenu par le système d'acquisition. Détailler clairement la méthode utilisée sur le graphe donné en **annexe page 9 à rendre avec la copie**.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

4. 4.1. La valeur de τ de ce circuit est égale au rapport $\frac{L}{R}$ où R représente la résistance électrique totale du circuit. Donner l'expression littérale de τ en fonction des paramètres du circuit et vérifier par une analyse dimensionnelle que τ est homogène à un temps.

4.2. La bobine ayant une inductance L= 250 mH, déduire la valeur r_2 de sa résistance.

5. On considère que l'intensité i(t) atteint la valeur limite I_∞ = 240 mA au bout d'une durée 5 fois supérieure à τ.

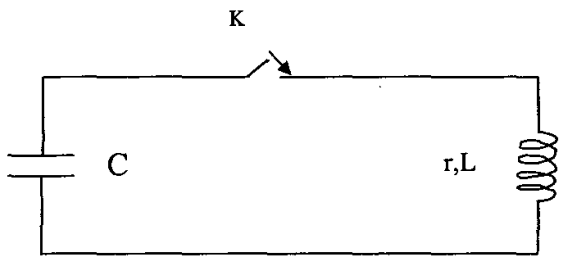
5.1. Quel est alors le régime de fonctionnement de la bobine ?

5.2. Exprimer r, résistance de la bobine en fonction de E, I_∞ et R'. Calculer sa valeur r_3.

6. Les trois valeurs r obtenues dans les parties A et B sont-elles cohérentes entre elles ?

C - EN RÉGIME OSCILLATOIRE

Cette bobine est branchée aux bornes d'un condensateur de capacité C = 4 µF, préalablement chargé par un circuit annexe non représenté, selon le schéma ci-dessous :



1. 1.1. Rappeler l'expression littérale de la période propre T_0 d'un oscillateur LC.

1.2. Calculer la valeur de cette période T_0.

2. 2.1. On branche un oscilloscope aux bornes du condensateur et on observe sur l'écran des oscillations pseudo-périodiques de pseudo-période T.
Interpréter l'amortissement des oscillations.

2.2. On constate, avec une base de temps de 2 millisecondes par division, que 2 pseudo-périodes occupent entre 6,2 et 6,4 divisions.
Donner un encadrement de la pseudo-période T ainsi mesurée.

2.3. Comparer ce résultat à T_0.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II : OÙ IL EST QUESTION DE LUMIÈRE... (6 points)

Les parties A et B peuvent être traitées de façon indépendante

PARTIE A

Un faisceau de lumière, parallèle monochromatique, de longueur d'onde λ produit par une source laser arrive sur un fil vertical, de diamètre a (a est de l'ordre du dixième de millimètre). On place un écran à une distance D de ce fil ; la distance D est grande devant a (cf. **figure 1**).

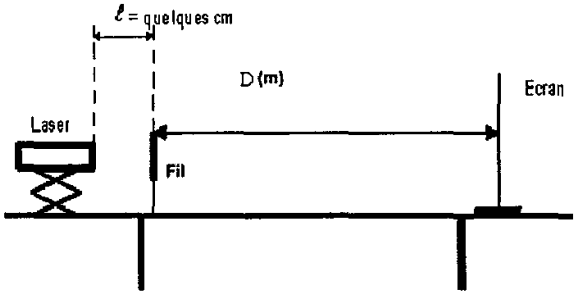


Figure 1

1. La **figure 2 de l'annexe page 10 à rendre avec la copie** présente l'expérience vue de dessus et la figure observée sur l'écran.
   Quel enseignement sur la nature de la lumière ce phénomène apporte-t-il ? Nommer ce phénomène .

2. Faire apparaître sur la **figure 2 de l'annexe page 10** l'écart angulaire ou demi-angle de diffraction θ et la distance D entre l'objet diffractant (en l'occurrence le fil) et l'écran.

3. En utilisant la **figure 2 de l'annexe page 10** exprimer l'écart angulaire θ en fonction des grandeurs L et D sachant que pour de petits angles exprimés en radian : $\tan \theta = \theta$

4. Quelle expression mathématique lie les grandeurs θ, λ et a ? (On supposera que la loi est la même que pour une fente de largeur a). Préciser les unités respectives de ces grandeurs physiques.

5. En utilisant les résultats précédents, montrer que la largeur L de la tâche centrale de diffraction s'exprime par :

$$L = 2.\frac{\lambda.D}{a}$$

6. On dispose de deux fils calibrés de diamètres respectifs $a_1 = 60\ \mu m$ et $a_2 = 80\ \mu m$.
   On place successivement ces deux fils verticaux dans le dispositif présenté par la **figure 1**. On obtient sur l'écran deux figures de diffraction distinctes notées A et B (cf. **figure 3 annexe page 10)**. Associer, en le justifiant, à chacun des deux fils la figure de diffraction qui lui correspond.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

On cherche maintenant à déterminer expérimentalement la longueur d'onde dans le vide λ de la lumière monochromatique émise par la source laser utilisée.

Pour cela, on place devant le faisceau laser des fils calibrés verticaux.

On désigne par « a » le diamètre d'un fil. La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance D = 2,50 m des fils.

Pour chacun des fils, on mesure la largeur L de la tâche centrale de diffraction.

On trace la courbe L = f(1/a) (cf. **figure 4, annexe page 10**)

7. La lumière émise par la source laser est dite monochromatique. Quelle est la signification de ce terme ?

8. Montrer que l'allure de la courbe L = f(1/a) obtenue est en accord avec l'expression de L donnée en 5.

9. Donner l'équation de la courbe L = f(1/a) et en déduire la longueur d'onde λ dans le vide de la lumière monochromatique constitutive du faisceau laser utilisé.

10. Calculer la fréquence de la lumière monochromatique émise par la source laser.

11. On éclaire avec cette source laser un verre flint d'indice $n(\lambda) = 1,64$.
À la traversée de ce milieu transparent dispersif, les valeurs de la fréquence, de la longueur d'onde et la couleur associées à cette radiation varient-elles ?

Donnée : célérité de la lumière dans le vide ou dans l'air $c = 3,00 \times 10^8\ m.s^{-1}$.

PARTIE B

On étudie la cinétique de la réaction, en solution aqueuse, entre les ions permanganate, de formule $MnO_{4\,(aq)}^-$, et l'acide éthanedioïque, ou acide oxalique de formule $H_2C_2O_{4\,(aq)}$.
L'équation associée à la réaction, considérée comme totale, modélisant la transformation chimique étudiée s'écrit :

$$2\ MnO^-_{4\,(aq)} + 5\ H_2C_2O_{4\,(aq)} + 6\ H_3O^+_{\,(aq)} = 2\ Mn^{2+}_{\,(aq)} + 10\ CO_{2\,(aq)} + 14\ H_2O_{(\ell)}$$

On suit l'évolution du système chimique par spectrophotométrie.

En solution aqueuse, les ions permanganate absorbent une partie des radiations du spectre visible contrairement à toutes les autres espèces chimiques présentes dans le milieu réactionnel qui n'interagissent pas avec la lumière visible.

Le spectrophotomètre est réglé sur la longueur d'onde λ dans l'air de l'une des radiations absorbées par les ions permanganate. Il permet de mesurer l'absorbance A_λ de la solution du milieu réactionnel.

L'absorbance A_λ de la solution est une grandeur qui est proportionnelle à la concentration effective des ions permanganate, soit :

$$A_\lambda\ (t) = k.\ [MnO_{4\,(aq)}^-]\ (t)$$

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

1. Radiation lumineuse et suivi spectrophotométrique

Le spectre d'absorption A = f(λ) d'une solution aqueuse de permanganate de potassium de concentration $[MnO_4^-{}_{(aq)}] = 5{,}0\times10^{-4}$ mol.L^{-1} en ions effectivement présents en solution est donné **figure 5 de l'annexe page 11**.

1.1. Dans quel intervalle de longueurs d'onde l'absorbance est-elle significative ?

Quelle est la couleur de la solution ?

1.2. Un laser de longueur d'onde 540 nm serait-il adapté pour l'étude spectrophotométrique de la transformation ?

On introduit dans la cuve du spectrophotomètre, un volume V_1 = 1,0 mL d'une solution aqueuse acidifiée de permanganate de potassium de concentration effective en ions permanganate $[MnO_4^-{}_{(aq)}] = 5{,}0 \times 10^{-4}$ mol.L^{-1}.

À la date t_0 = 0 min, on ajoute un volume V_2 = 1,0 mL d'une solution aqueuse d'acide oxalique de concentration effective en acide oxalique $[H_2C_2O_4{}_{(aq)}] = 12{,}5\times10^{-4}$ mol.L^{-1}.

Le spectrophotomètre mesure l'absorbance du milieu réactionnel en fonction du temps (cf. **figure 6, annexe page 11**).

2. Absorbance et cinétique chimique

2.1. En regard de la transformation chimique réalisée et de la réaction qui la modélise, justifier l'évolution de l'absorbance du milieu réactionnel au cours du temps.

2.2 Déterminer les quantités de matière initiales des ions permanganate et d'acide oxalique.

2.3. A l'aide d'un tableau d'avancement, déterminer l'avancement maximal en supposant les ions $H_3O^+{}_{(aq)}$ en large excès.

Le graphe donnant l'évolution de l'avancement au cours du temps se trouve dans la **figure 7 de l'annexe page 12**.

2.4. On rappelle que la vitesse volumique de la réaction est donnée par l'expression :

$$v(t) = \frac{1}{V_{mel}} \times \frac{dx}{dt}$$ où V_{mel} représente le volume du mélange réactionnel.

a) Comment peut-on évaluer la vitesse volumique à une date t ?
b) Comment évolue la vitesse volumique de cette transformation ?

2.5. Définir le temps de demi réaction $t_{1/2}$.

2.6. Déterminer graphiquement $t_{1/2}$.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III : HYDROLYSE D'UN ESTER (4 points)

L'éthanoate de 3-méthylbutyle dont la saveur et l'odeur sont celles de la banane, est utilisé comme additif alimentaire. On souhaite étudier son hydrolyse. On dissout pour cela 15 mL d'éthanoate de 3-méthylbutyle dans la quantité d'eau nécessaire pour obtenir un mélange réactionnel initial de volume 50 mL.

1. La formule semi-développée de l'éthanoate de 3-méthylbutyle est donnée à la **figure 1 de l'annexe page 13 à rendre avec la copie**.
   Faire apparaître le groupe caractéristique de cette molécule et indiquer à quelle famille de composés elle appartient.

2. Ecrire l'équation associée à la réaction modélisant la transformation d'hydrolyse de l'éthanoate de 3-méthylbutyle.

3. Préciser le nom de chacune des espèces chimiques obtenues lors de l'hydrolyse de l'éthanoate de 3-méthylbutyle.
   Donner la formule semi-développée de chacune de ces molécules, faire apparaître le groupe caractéristique de celle-ci et indiquer à quelle famille de composés elle appartient.

On répartit le milieu réactionnel initial dans 10 bechers.

À la date $t_0 = 0$, tous les bechers contiennent le même volume V = 5,0 mL de cette solution et sont placés dans un bain thermostaté. À une date t, on prélève l'un de ces bechers que l'on place dans un bain d'eau glacée.

On dose l'acide formé lors de l'hydrolyse, par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C_b en soluté apporté. Ce dosage s'effectue en présence d'un indicateur coloré acido-basique. On note, V_{B_E} , le volume de solution titrante versé au changement de couleur de l'indicateur acido-basique. (On dose à froid pour éviter la réaction de saponification de l'ester).

On obtient les résultats suivants :

t(min)	0	10	20	30	40	50	60	90	120
V_{B_E} (mL)	0	3,8	6,8	9,0	10,8	12,2	13,6	15,6	16,8

4. Titrage de l'acide formé.

   4.1. Écrire l'équation associée à la réaction acido-basique de titrage.
   4.2. Exprimer et calculer la constante d'équilibre K de cette réaction de titrage.
   4.3. La transformation est supposée totale.

   4.3.1. Définir l'équivalence d'une réaction de titrage.

   4.3.2. À l'équivalence de la réaction de titrage, exprimer la quantité de matière n_A d'acide présent à la date t dans le becher titré en fonction de C_B et V_{B_E} .

   4.3.3. En déduire la quantité de matière n d'acide qui se serait formé dans le milieu réactionnel initial à la même date en fonction de C_B et V_{B_E} .

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

La courbe n = f(t) **(figure 3, annexe page 13)** rend compte des variations de la quantité de matière n d'acide formé dans le milieu réactionnel en fonction du temps.

5. Réaction d'hydrolyse de l'éthanoate de 3-méthylbutyle

5.1. Rappeler les caractéristiques d'une telle réaction d'hydrolyse.
5.2. Calculer les quantités de matières initiales respectivement notées n_{0ester} et n_{0eau} en réactifs mis en présence.
5.3. Compléter le tableau d'avancement relatif à la réaction d'hydrolyse réalisée (cf. **figure 2, annexe page 13). Il n'et pas demandé de calculer les quantités de matière finales.**

6. Équilibre et réaction d'estérification hydrolyse
On considère que la réaction est terminée à t = 120 min.

6.1 . A la date t = 120 min, calculer le taux d'avancement final τ_1 de cette réaction d'hydrolyse à l'aide de la courbe n = f(t) (cf. **figure 3, annexe page 13**).

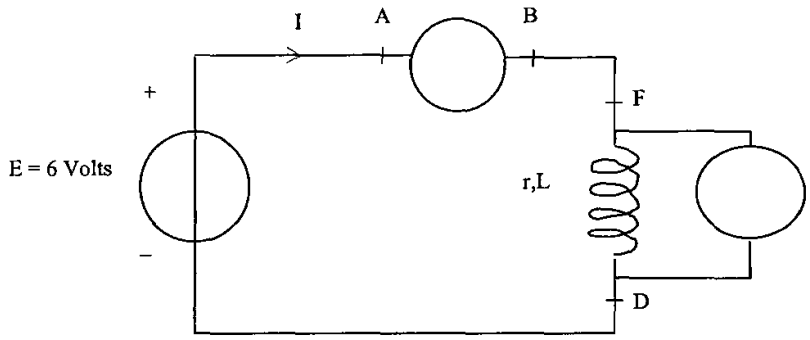
6.2 . Comment peut-on augmenter le taux d'avancement final de la réaction d'hydrolyse de l'éthanoate de 3-méthylbutyle ?

Données : M(éthanoate de 3-méthylbutyle) = 130 $g.mol^{-1}$
$M(H_2O)$ = 18,0 $g.mol^{-1}$
ρ (éthanoate de 3-méthylbutyle) = 0,87 $g.mL^{-1}$
ρ (eau) = 1,0 $g.mL^{-1}$
Constante d'acidité du couple (CH_3CO_2H / $CH_3CO_2^-$) à 25°C : $K_A = 1,8 \times 10^{-5}$
Produit ionique de l'eau à 25°C $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$

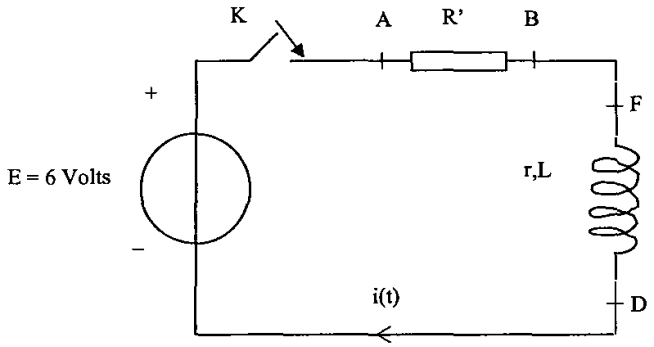
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 13
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE I : ANNEXE à rendre avec la copie

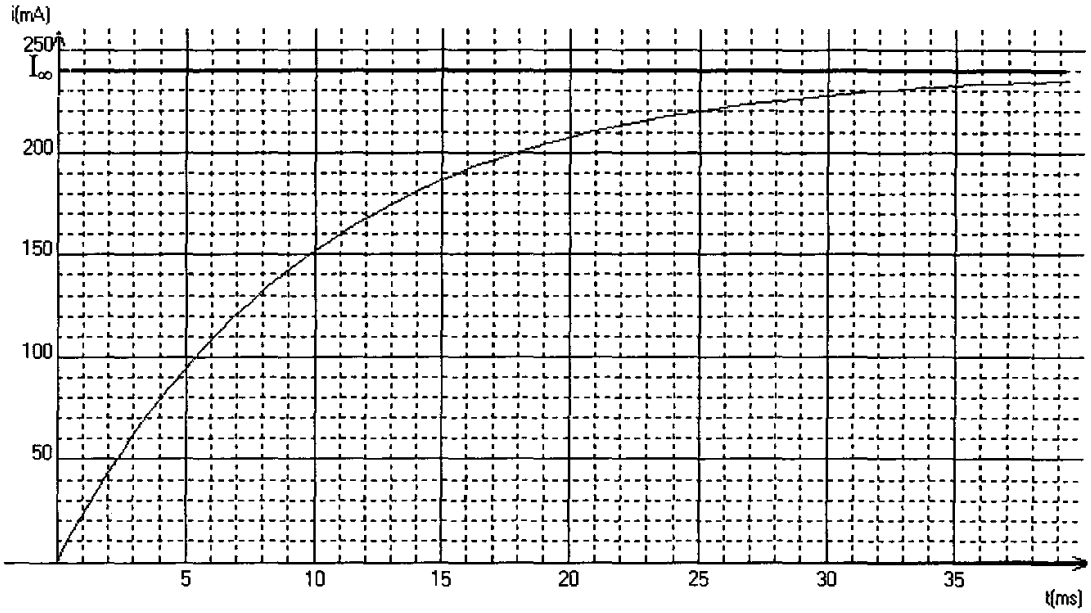
Question A) 1.



Question B.2 : schéma à compléter

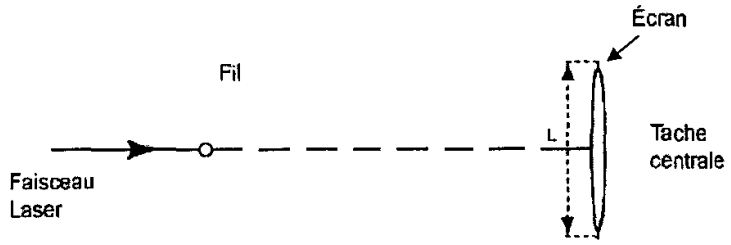


Question B.3 :
Résultat de l'acquisition donné par le système informatisé : i(t) en mA, t en ms



EXERCICE II : ANNEXE à rendre avec la copie

Questions A.1, A.2 et A.4
Figure 2 vue de dessus : le fil est perpendiculaire au plan de la figure.



Question A.6 : Figure 3

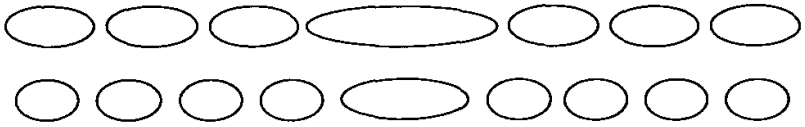
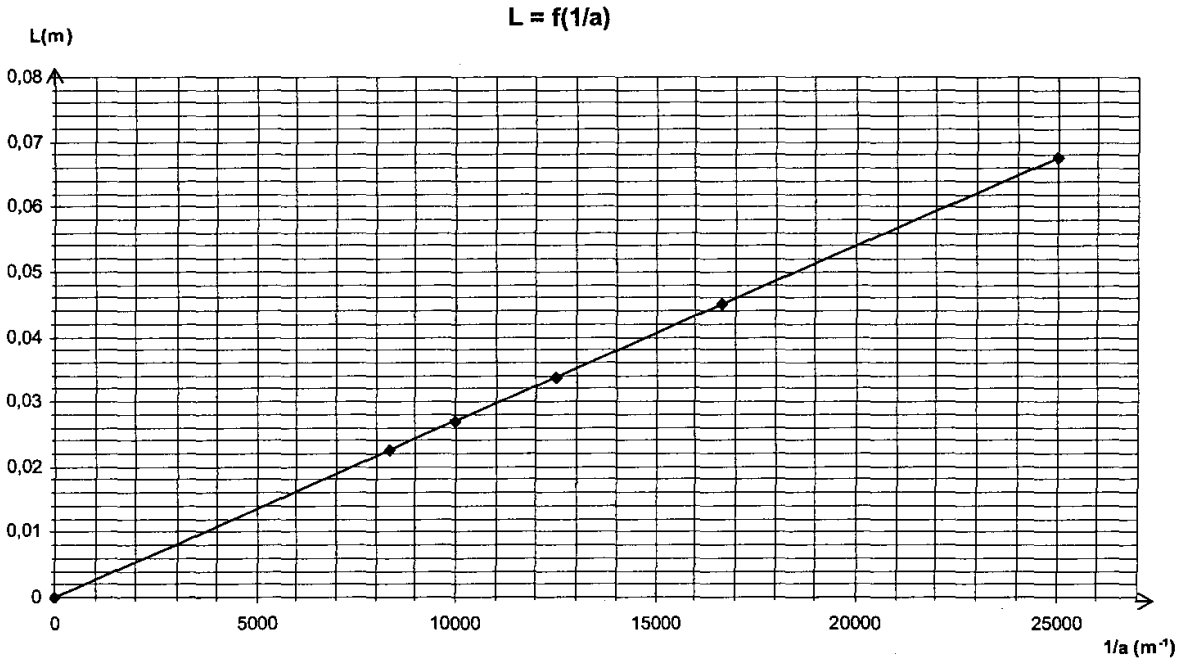


Figure A

Figure B

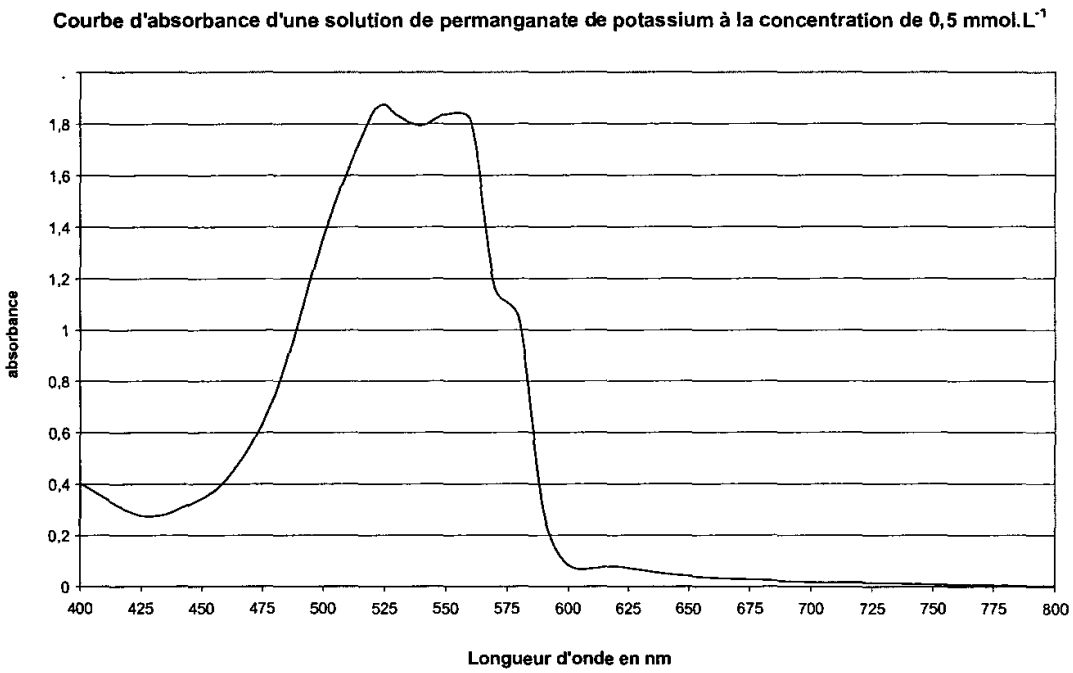
Questions A.8, A.9 : Figure 4



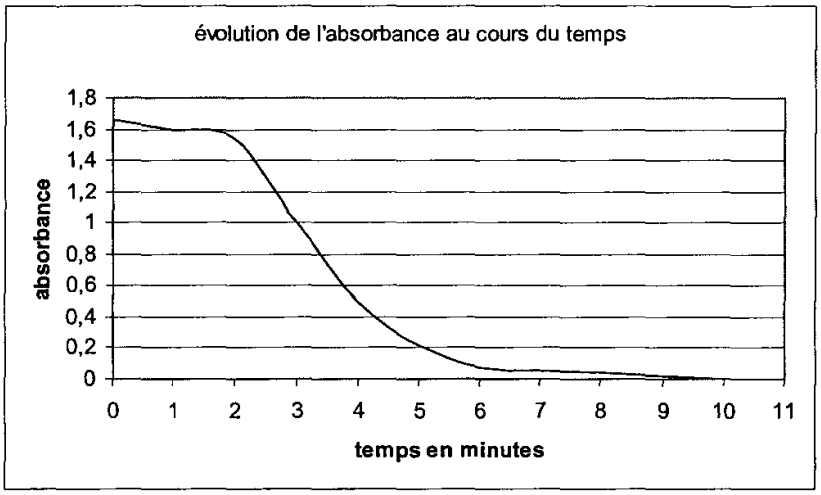
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Question B.1 : Figure 5



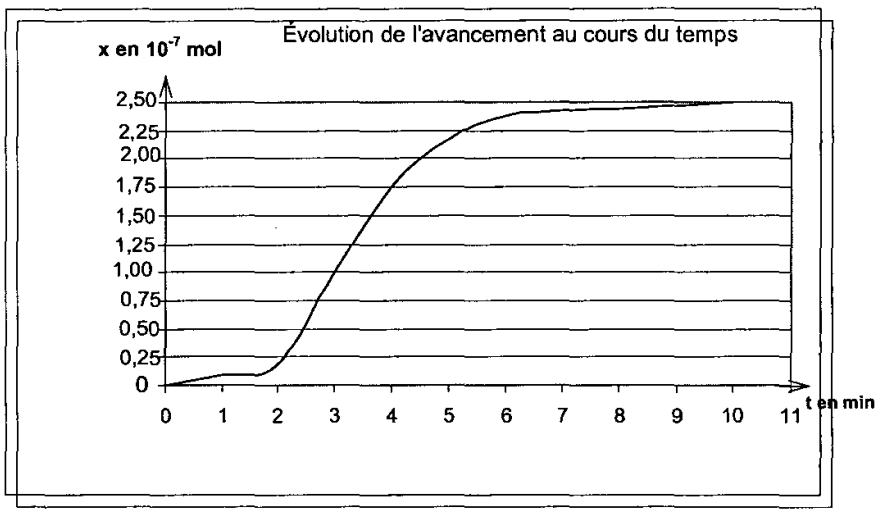
Question B.2-1 : Figure 6



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Questions B.2.4, B.2.6 : Figure 7

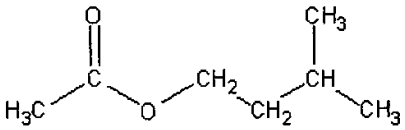


Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III : Annexe à rendre avec la copie

Question 1 : Figure 1



Question 5.3 : Figure 2

		ester	+	eau	=	acide	+	alcool
État du système chimique	Avancement	Quantités de matière (mol)						
État initial	x = 0 mol							
État intermédiaire	x (mol)							
État final	xf (mol)							

Question 6.1 : Figure 3

