BACCALAUREAT GENERAL

SESSION 2006

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Obligatoire

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

L'usage des calculatrices EST autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Il sera tenu compte de la qualité de la présentation et de l'expression des résultats numériques en fonction des données figurant dans les énoncés (emploi correct des chiffres significatifs).

Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 9 pages numérotées de 1 à 9, y compris celle-ci.

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

Exercice 1 : La pile cuivre aluminium et le condensateur (8 points)
Exercice 2 : Le parfum de poire (4 points)
Exercice 3 : Propagation d'une onde (4 points)

L'annexe 3 page 9 est à remettre avec la copie.

Code épreuve : page 1/9

EXERCICE 1 : LA PILE CUIVRE ALUMINIUM ET LE CONDENSATEUR (8 points)

Les questions IV , V et VI peuvent être résolues indépendamment les unes des autres et indépendamment de la résolution des questions I , II et III.

LA PILE CUIVRE - ALUMINIUM

I. On introduit dans un bécher un volume V = 50 mL d'une solution de chlorure d'aluminium (Al^{3+} + 3 Cl^-), de concentration en soluté apporté 0,10 mol.L^{-1}, dans laquelle plonge une lame d'aluminium. Dans un second bécher, on introduit un volume V = 50 mL d'une solution de sulfate de cuivre (Cu^{2+} + SO_4^{2-}), de concentration molaire en soluté apporté 0,10 mol.L^{-1},dans laquelle plonge une lame de cuivre. On relie les deux béchers à l'aide d'un pont salin contenant du nitrate d'ammonium (NH_4^+ + NO_3^-).
Lorsqu'on branche un voltmètre électronique avec sa borne COM reliée à l'électrode d'aluminium, on mesure une différence de potentiel **U** = + 1,8 V.

I.1. Quelle est la polarité de la pile ?

I.2. Quel est le rôle du pont salin ?

II. On relie la pile à un conducteur ohmique.

II.1. Faire un schéma légendé en indiquant le sens du courant dans le circuit, et en représentant le déplacement des différents porteurs de charge à l'intérieur et à l'extérieur de la pile.

II.2. Écrire et nommer les réactions qui se produisent aux électrodes.

II.3. Montrer que la transformation entre les deux couples peut s'écrire :

$$3\,Cu^{2+} + 2\,Al = 3\,Cu + 2\,Al^{3+}$$

II.4. La constante d'équilibre associée à la transformation est **K** = 10^{20}.

II.4.1. Calculer le quotient de réaction initial.
II.4.2. Montrer en appliquant le critère d'évolution spontanée que le sens d'évolution est cohérent avec le fonctionnement de la pile.

III. La pile fonctionne pendant 1 h 30 min en débitant un courant d'intensité constante **I** = 40 mA.
Données : Le faraday : valeur absolue de la charge d'une mole d'électrons de symbole $\mathcal{F}$:
$\mathcal{F}$ = 9,65.10^4 C.mol^{-1}
Masse molaire de l'aluminium : 27 g.mol^{-1} .

III.1. Calculer la quantité d'électricité **Q** échangée pendant 1 h 30 min.

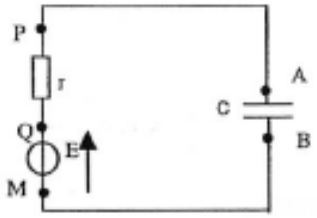
III.2. Calculer la quantité de matière d'électrons n_e échangée pendant cette durée.

III.3. Donner la relation entre n_e et n_{Al}, quantité de matière d'aluminium ayant disparu .

III.4. Calculer la perte de masse de l'électrode d'aluminium.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

IV. La pile est équivalente à l'association série d'un générateur de tension de force électromotrice **E** = 1,8 V et d'un conducteur ohmique de résistance **r**. On remplace le conducteur ohmique par un condensateur branché entre les bornes **P** et **M** de la pile (voir schéma ci-après).



IV.1. Recopier le schéma ci- dessus sur la copie en représentant :

- le sens du courant au cours de la charge du condensateur,
- les flèches représentant les tensions u_{QM} , u_{QP} et u_{AB} .

IV.2. Quel est le signe de la charge prise par l'armature **A** du condensateur au cours de la charge?

IV.3. À chaque instant, la charge q_A de l'armature **A** du condensateur est proportionnelle à la tension u_{AB} entre ses armatures **A** et **B**. Quels sont le nom et l'unité de ce coefficient de proportionnalité?

V. Étude de la variation de la tension aux bornes du condensateur au cours du temps lorsqu'il est soumis à un échelon de tension.

V.1. À l'aide d'un graphique, expliquer ce qu'est un échelon de tension **E**.

V.2. L'équation différentielle permettant de déterminer la tension u_{AB} aux bornes du condensateur est de la forme :

$$E = r C \frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB}$$

V.2.1 Que représente la grandeur **C** ?

V.2.2 La solution de cette équation différentielle est : $u_{AB} = E\,(1 - e^{-t/\tau})$. En déduire l'expression de la constante τ.

V.2.3 Quelle est l'unité de τ ? Le vérifier par analyse dimensionnelle. Quel nom donne-t-on à τ ?

V.2.4 Quelles valeurs, écrites en fonction de **E**, prend la tension u_{AB} aux dates suivantes :

$t = \tau$ $\quad$ $t = 3\tau$ $\quad$ $t = 5\tau$ $\quad$ $t = 10\tau$?

V.2.5 À partir de ces résultats, dessiner l'allure de la courbe $u_{AB} = f(t)$ de t = 0 à environ $t = 6\tau$.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

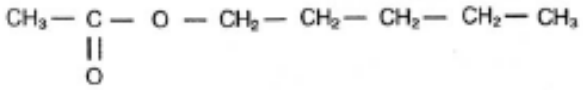
VI. Après avoir chargé un condensateur de capacité **C** = 100 mF sous la tension **E** = 1,8 V, on le décharge dans un moteur qui en tournant provoque la montée d'une hauteur **h**, à vitesse constante, d'un solide **S** de masse **m** = 100 g.
Donnée : **g** = 10 $m.s^{-2}$.

VI.1. Quelle est l'énergie maximale $\mathcal{E}$ emmagasinée dans le condensateur?

VI.2. De quelle hauteur **h** pourrait monter le solide si le transfert d'énergie se faisait avec un rendement de 100 % ?

EXERCICE 2 : LE PARFUM DE POIRE (4 points)

L'éthanoate de pentyle ou parfum de poire est plus connu sous le nom d'acétate d'amyle. Il peut être obtenu par réaction de l'acide acétique avec l'alcool amylique, alcool extrait jadis de la pomme de terre, tubercule riche en amidon. La formule semi-développée est :



I. Étude théorique

I.1. Nommer la fonction chimique présente dans cette molécule.

I.2. L'éthanoate de pentyle peut être obtenu à partir de deux réactifs **A** et **B**.

I.2.1. Le réactif **A** est l'acide carboxylique. Quelle est la fonction organique que contient le réactif **B** ? Écrire sa formule semi-développée.

I.2.2. Écrire l'équation de la réaction chimique conduisant à la formation de la molécule d'éthanoate de pentyle.

I.2.3. Nommer les réactifs **A** et **B** dans la nomenclature officielle ainsi que l'autre produit formé au cours de cette synthèse.

I.2.4. Quel est le nom de cette synthèse ?

II. Étude cinétique

II.1. Décrire une méthode opératoire permettant de suivre l'évolution de la quantité de matière du réactif **A** au cours du temps.

II.2. À un instant **t** = 0 s , on mélange 0,50 mol de réactif **A** et 0,50 mol de réactif **B** identifiés à la question *I.2.1.* On ajoute une petite quantité d'acide sulfurique. Le milieu réactionnel est maintenu à une température constante de 25°C et le volume total du mélange réactionnel est **V** = 83 mL.

II.2.1. Quel est le rôle de l'acide sulfurique ?

II.2.2. L'acide sulfurique intervient-il dans l'équation de la réaction ?

II.3. On détermine, toutes les 5 minutes, la quantité **n** de matière d'éthanoate de pentyle formée. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

Temps en min	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
n en mol	0,00	0,14	0,21	0,25	0,275	0,295	0,31	0,32	0,325	0,33	0,33	0,33	0,33

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Les points correspondants sont reportés sur **la figure 1 de l'annexe 3 page 9/9 à remettre avec la copie.**

II.3.1.a. Établir un tableau descriptif d'évolution du système avec l'état initial, un état intermédiaire et l'état du système à la date **t** = 60 min.

II.3.1.b. Donner la relation entre la quantité **n** d'éthanoate de pentyle et l'avancement **x.**

II.3.2.a. Définir la vitesse volumique de la réaction de formation de l'éthanoate de pentyle.

II.3.2.b. Comment évolue cette vitesse de réaction au cours du temps? Quel facteur cinétique permet d'expliquer cette évolution ?

II.3.2.*c.* Quel est l'état du système à partir de **t** = 50 min ?

II.3.3. Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. Le déterminer graphiquement.

II.3.4. On considère maintenant le cas où la synthèse est faite **sans ajout** d'acide sulfurique.

II.3.4.a. Comment évolue le temps de demi-réaction par rapport à celui de la question précédente ?

II.3.4.b. Tracer sur le graphique de la **figure 1, annexe 3 page 9/9 à remettre avec la copie,** l'allure de la courbe représentant l'évolution au cours du temps de la quantité **n** d'éthanoate de pentyle lorsqu'il n'y a pas d'ajout d'acide sulfurique dans le milieu réactionnel. On précisera l'état final du système.

EXERCICE 3 : PROPAGATION D'UNE ONDE (4 points)

I. Étude sur une cuve à ondes.

On laisse tomber une goutte d'eau sur une cuve à ondes. Le fond de la cuve à ondes présente un décrochement de telle sorte que l'onde créée par la chute de la goutte d'eau se propage d'abord à la surface de l'eau dont l'épaisseur au repos est $\mathbf{e_1}$ = 3 mm puis ensuite à la surface de l'eau dont l'épaisseur au repos est $\mathbf{e_2}$ = 1 mm. On filme la surface de l'eau à l'aide d'une *webcam*. Le clip vidéo est effectué avec une fréquence de 24 images par seconde. **Le document 1 (annexe 1 page 7/9)** représente les positions du front de l'onde créée par la chute de la goutte d'eau, repérées sur les images n° 1, n° 7, n° 8 et n° 14 du clip.

I.1. Donner les définitions d'une onde transversale et d'une onde longitudinale. À quelle catégorie appartient l'onde créée par la goutte d'eau sur la cuve à ondes ?

I.2. Calculer la célérité **c** de cette onde pour les deux épaisseurs d'eau mentionnées dans le **document 1 (annexe 1 page 7/9).** L'échelle de ce document est 1 (1 cm représente 1 cm).

I.3. Comment varie, dans cet exemple, la célérité **c** de l'onde en fonction de l'épaisseur de l'eau ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

II. Ondes périodiques.

On installe sur la cuve à ondes un vibreur qui permet d'obtenir des ondes planes. La fréquence du vibreur a été fixée à 24 Hz. Une source lumineuse éclaire la surface de l'eau. Cette lumière traverse l'eau et est captée ensuite par la *webcam*. **Le document 2 d'échelle 1 (annexe 1 page 7/9)** représente l'onde périodique obtenue à partir d'une image du clip vidéo.

II.1. Comment appelle-t-on la distance séparant deux franges brillantes (ou sombres) successives ? Quelle relation lie cette grandeur à la célérité **c** de l'onde et sa période temporelle **T** ?

II.2. À l'aide du **document 2 (annexe 1 page 7/9)**, calculer la célérité **c** de l'onde périodique pour les deux épaisseurs d'eau de 3 et 1 mm. Quelle est l'influence de l'épaisseur de l'eau sur la célérité de l'onde périodique ?

II.3. On utilise maintenant une cuve à ondes sans décrochement. L'épaisseur de l'eau au repos est constante. Après avoir fait varier la fréquence du vibreur, on a réalisé des photographies et on a mesuré la longueur d'onde λ pour chacun des enregistrements. Les résultats ont été consignés dans le tableau ci-dessous.

f (Hz)	12	24	48	96
λ (m)	0,018	0,0097	0,0059	0,0036

Calculer la célérité **c** de l'onde périodique pour chaque enregistrement. Comment évolue cette célérité en fonction de la fréquence de l'onde ?

III Un phénomène caractéristique des ondes.

III.1. Expérience sur les ondes lumineuses.

On place sur un faisceau laser une fente de dimension **a** = 0,08 mm. On place après la fente un écran. La distance entre la fente et l'écran est **D** = 3,00 m, (voir **figure 1 document 3 annexe 2 page 8/9)**.
La figure obtenue sur l'écran est représentée sur la **figure 2 document 3 (annexe 2 page 8/9)**.

III.1.1. Comment se nomme le phénomène observé ?

III.1.2. L'écart angulaire θ entre le milieu de la tache centrale et la première extinction vérifie la relation :

$$\theta = \frac{\lambda}{a}.$$

Calculer la longueur d'onde de ce faisceau laser (on considérera que cet écart angulaire θ est faible et que donc $\theta \approx \tan\theta$ si θ est exprimé en radians).

III.2. Étude sommaire de la houle.

La houle prend naissance sous l'effet du vent loin des côtes. Un vent de 65 $km.h^{-1}$ engendre une houle dont les vagues font 1 mètre de hauteur. Ces vagues sont espacées de 230 mètres. Une vague remplace la précédente après une durée de 12 secondes.

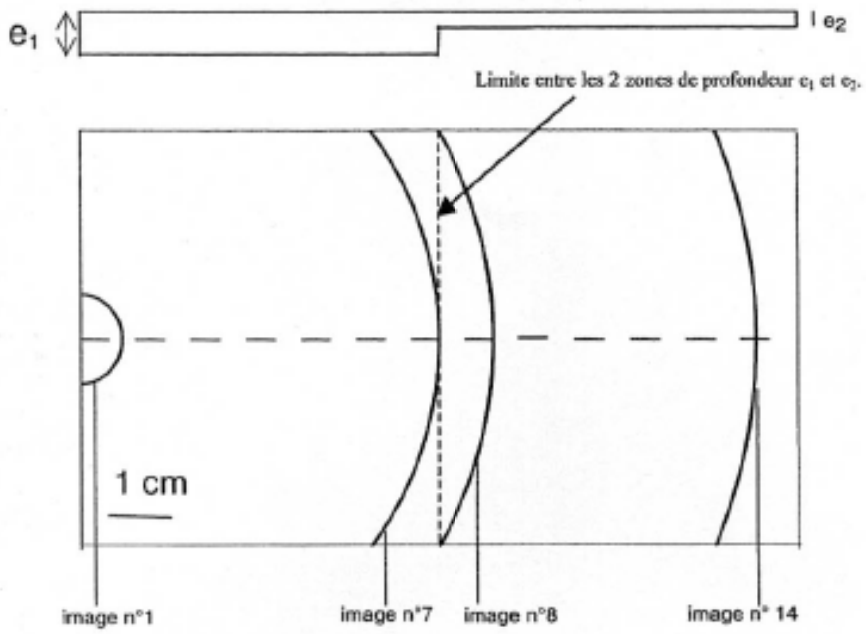
III.2.1. Calculer la vitesse de déplacement des vagues à la surface de l'océan.

III.2.2. Cette houle arrive sur un port dont l'ouverture entre deux jetées a une largeur **a** = 200 m. Un bateau est stationné au fond du port comme indiqué sur le schéma du **document 4 page 8/9**. Ce bateau risque-t-il de ressentir les effets de la houle ? Justifier la réponse à l'aide d'un schéma reproduit sur la copie.

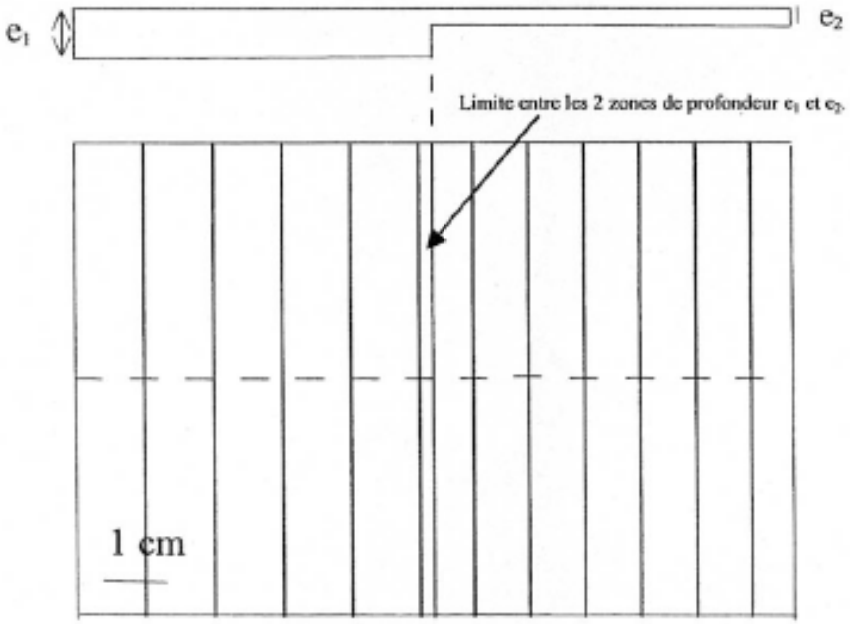
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

ANNEXE 1

Document 1



Document 2



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE 2

Document 3

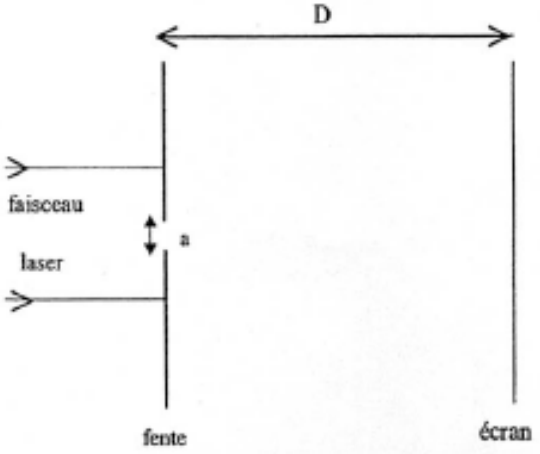


Figure 1 : schéma du dispositif

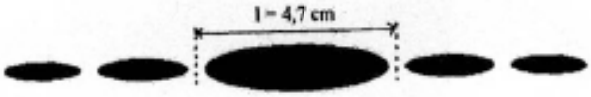
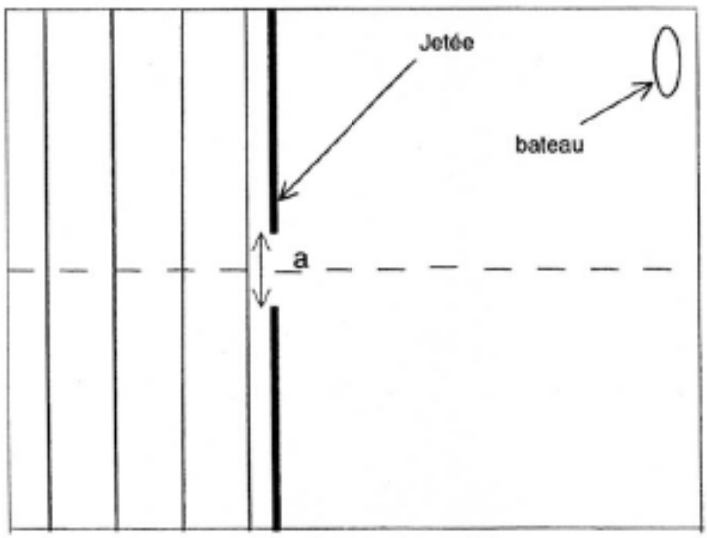


Figure 2 : Figure observée sur l'écran

Document 4



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE 3
(à remettre avec la copie)

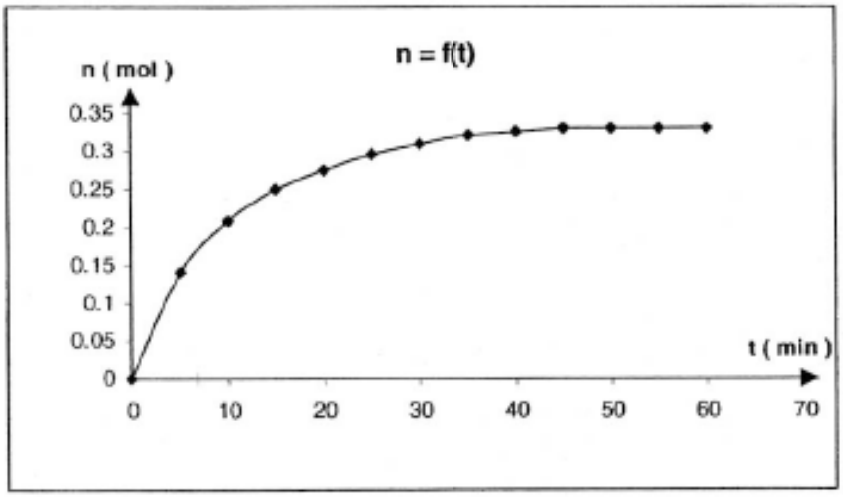


Figure 1

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer