BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2011

_____

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

_____

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

_____

L'usage des calculatrices EST autorisé

Ce sujet nécessite une feuille de papier millimétré

obligatoire

Ce sujet comporte deux exercices de CHIMIE et un exercice de PHYSIQUE présentés sur 10 pages numérotées de 1 à 10, y compris celle-ci.

Les feuilles annexes *(pages 8, 9 et 10)* ***SONT À RENDRE AVEC LA COPIE.***

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

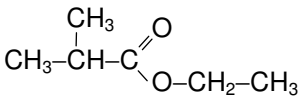
EXERCICE I. LE PARFUM DE LA FRAISE (6,5 points)

Le parfum de la fraise est le titre d'un ouvrage de Peter Atkins, professeur à l'Université d'Oxford. D'après la revue *New Scientist*, il s'agit « du plus beau livre de chimie jamais écrit ». Le parfum de la fraise est aussi un arôme dont l'un des principaux constituants est le méthylpropanoate d'éthyle. C'est à cette espèce chimique que cet exercice est consacré.

Les parties 1, 2 et 3 de cet exercice sont indépendantes.

1. Généralités

Le méthylpropanoate d'éthyle est un ester de formule semi-développée :



1.1. Recopier la formule semi-développée sur la copie et entourer le groupe ester.
1.2. Cet ester est obtenu par réaction entre l'acide méthylpropanoïque et un alcool. Donner le nom et la formule semi-développée de l'alcool utilisé.
1.3. Citer deux caractéristiques de la réaction d'estérification.

2. Étude cinétique de la transformation

Dans toute la suite de l'exercice, l'acide sera noté AH, l'alcool C et l'ester E. On notera n_A, n_C, et n_E les quantités de matière correspondantes à un instant quelconque.
On verse dans un ballon bicol une quantité n_{A0} = 1,0 mol d'acide AH et une quantité n_{C0} = 1,0 mol d'alcool C. On ajoute quelques grains de pierre ponce puis on chauffe à reflux ce mélange réactionnel pendant plusieurs jours. On dose à intervalles de temps réguliers Δt = 12 h l'acide contenu dans un petit volume prélevé dans le mélange réactionnel.
Les résultats des différents titrages permettent de calculer l'avancement x défini dans le tableau du **document 1** à différents instants et de tracer la courbe x = f(t) du **document 2 de l'annexe** à rendre avec la copie.

2.1. À propos du montage (Document 3 de la feuille annexe)

2.1.1. Quel est le volume d'alcool versé dans le ballon ?
Données : Masse molaire de l'alcool M_C = 46 g.mol^{-1}
Masse volumique de l'alcool : ρ_C = 0,80 g.mL^{-1}
2.1.2. Indiquer le sens de circulation de l'eau dans le réfrigérant.
2.1.3. Compléter le schéma du **document 3 de la feuille annexe** en ajoutant les éléments nécessaires à l'utilisation du chauffage à reflux en toute sécurité.
2.1.4. Quel est l'intérêt du ballon bicol ?

2.2. Exploitation des résultats

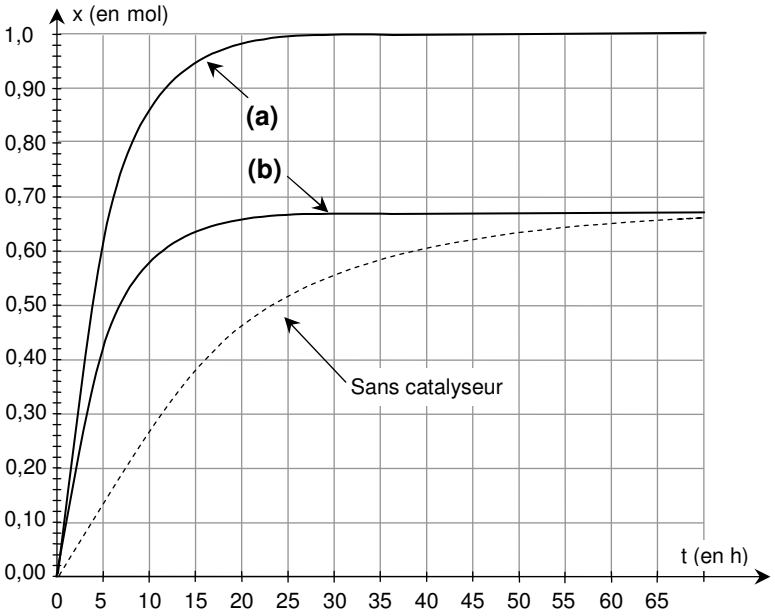
2.2.1. En utilisant le **document 2 de la feuille annexe**, déterminer l'avancement final de la transformation.
2.2.2. Calculer le taux d'avancement final sachant que l'avancement maximal est x_M = 1,0 mol.
2.2.3. Déterminer le temps de demi-réaction. Les constructions nécessaires doivent figurer sur la courbe du **document 2**.
2.2.4. En traçant les tangentes à la courbe en deux instants différents, indiquer sans faire de calcul, comment évolue la vitesse volumique de la réaction.
2.2.5. Quel est le facteur cinétique responsable de cette évolution ?

2.3. Utilisation d'un catalyseur

2.3.1. Définir un catalyseur.
2.3.2. Citer un catalyseur des réactions d'estérification.
2.3.3. On ajoute un catalyseur dans le ballon. Parmi les deux courbes (a) et (b) proposées sur le **document 4 de la page suivante**, laquelle est réellement obtenue ? Justifier la réponse.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.3.4. Comment peut-on obtenir l'autre courbe ?



Document 4

3. Titrages de l'acide restant

Toutes les douze heures, on prélève un volume V = 5,0 mL du mélange réactionnel qu'on trempe rapidement. On dose ensuite l'échantillon par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$) de concentration c_B = 1,0 mol.L^{-1}. Soit V_{BE} le volume d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence.

3.1. Écrire l'équation de la réaction de titrage de l'acide AH par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

3.2. Rappeler la définition de l'équivalence d'un titrage.

3.3. En déduire la relation entre la quantité $n_{Aéch}$ d'acide présent dans l'échantillon et le volume V_{BE} d'hydroxyde de sodium versé. On pourra s'aider d'un tableau d'avancement.

3.4. À l'instant t = 36 h, l'équivalence du titrage est obtenue pour un volume V_{BE} = 14,0 mL. Calculer la quantité d'acide $n_{Aéch}$ présent dans l'échantillon prélevé à cet instant.

3.5. Le volume initial du mélange réactionnel est V_I = 148 mL.
En déduire la quantité n_A d'acide restant à cet instant.

4. Vérification d'un point de la courbe

On désire pour terminer, vérifier un point de la courbe x = f(t) du **document 2 de la feuille annexe**.

4.1. Compléter le tableau d'avancement de la transformation donné en annexe **(document 1).**

4.2. En déduire la relation à l'instant t entre les quantités n_A, n_{A0} et l'avancement x.

4.3 Calculer l'avancement x à l'instant t = 36 h et vérifier que le résultat est conforme à celui donné par la courbe du **document 2 en annexe**.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II. DATATION DES VINS PAR RADIOACTIVITÉ (5,5 points)

La collaboration entre des scientifiques du centre d'études nucléaires de Bordeaux-Gradignan et du laboratoire interrégional de Bordeaux de la direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes a permis de mettre au point une technique de datation des vins. En effet, ces deux laboratoires ont mis en évidence la présence d'un élément radioactif, le césium 137, dans certains vins. À l'exception du césium 133, naturellement présent dans l'environnement, tous les isotopes du césium sont artificiels et produits par des réactions nucléaires de fission. Une importante quantité de césium 137 a été libérée dans l'environnement lors des essais nucléaires atmosphériques effectués durant la période 1945-1980.
En 2000, une étude a été réalisée sur plusieurs vins de la région bordelaise. Les scientifiques ont pu conclure que le taux de césium 137 varie en fonction du millésime* du vin.

*Un millésime est le nombre désignant une année. En œnologie, c'est l'année de récolte des raisins ayant servi à produire un vin.

Données :

Noyau	Uranium 235	Césium 137	Baryum 137	Iode 137	Yttrium 97
Symbole	$^{235}_{92}U$	$^{137}_{55}Cs$	$^{137}_{56}Ba$	$^{137}_{53}I$	^{97}Y

Particule ou noyau	Uranium 235	Iode 137	Yttrium 97	proton	neutron	électron
Masse en u	235,043930	136,917877	96,918129	1,00728	1,00866	0,00055

- Unité de masse atomique : 1 u = $1{,}66054 \times 10^{-27}$ kg ;
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1} ;
- Electron-volt : 1 eV = $1{,}60 \times 10^{-19}$ J ;
- Energie de masse de l'unité de masse atomique : E = 931,5 MeV ;
- Constante de Planck : h = $6{,}62 \times 10^{-34}$ J.s.

1. Production de césium 137

Le césium 137 est l'un des produits de fission de l'uranium.

1.1. Quand dit-on que des noyaux sont isotopes ?
1.2. Qu'appelle-t-on réaction nucléaire de fission ?

1.3. L'équation d'une des réactions possibles de fission d'un noyau d'uranium 235 est :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{137}_{53}I + ^{97}_{Z}Y + x\,^{1}_{0}n$$

1.3.1. Déterminer les valeurs de Z et de x.
1.3.2. Cette réaction de fission peut donner une réaction en chaîne. Expliquer pourquoi.
1.3.3. Donner l'expression de la perte de masse Δm du système au cours de cette réaction. Calculer sa valeur en u, puis en kg.
1.3.4. Calculer en joules et en MeV l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium.

Les produits de fission comme l'iode 137 sont radioactifs et se transforment en d'autres noyaux eux-mêmes radioactifs. Parmi ces déchets, on trouve le césium 137 obtenu en quelques minutes par une suite de désintégrations β^-.

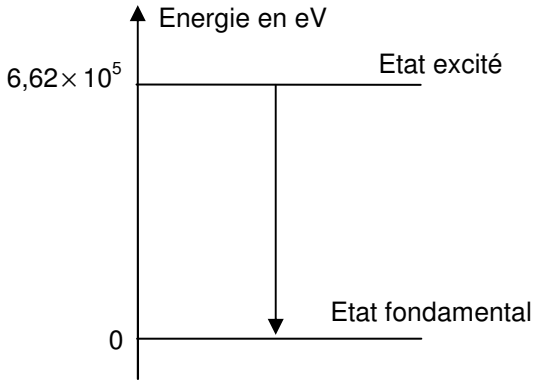
1.4. Nommer et donner la notation $^{A}_{Z}X$ de la particule émise lors d'une désintégration β^-. Combien de désintégrations β^- se sont produites pour obtenir un noyau de césium 137 à partir d'un noyau d'iode 137 ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Vérifier un millésime grâce au césium 137

Le césium 137, de temps de demi-vie $t_{1/2}$ = 30 ans, se désintègre en baryum 137. La majorité des noyaux fils obtenus lors de cette désintégration se trouve dans un état excité. Au bout de quelques minutes les noyaux de baryum émettent un rayonnement pour revenir à leur état fondamental. Ce rayonnement, très pénétrant, s'échappe facilement du vin, traverse le verre de la bouteille et est détecté par un appareil qui mesure alors l'activité en césium 137 du vin analysé. L'activité en césium 137 d'un vin est faible et s'exprime en mBq (millibecquerel) par litre de vin. L'étude réalisée, en 2000, sur une série de vins de la région bordelaise d'origines et de millésimes différents, a conduit à la courbe **du document 1 de l'annexe**.

2.1.1. De quel type de rayonnement parle-t-on dans le texte ci-dessus ?
2.1.2. On donne le diagramme des niveaux d'énergie d'un noyau de baryum 137 :



Donner l'expression de l'énergie ΔE qui correspond à l'émission du rayonnement, en fonction de λ, la longueur d'onde associée à ce rayonnement. Calculer la valeur de λ.

En 2010, le laboratoire de la répression des fraudes a analysé une bouteille de vin dont l'étiquette indique l'année 1955. Les scientifiques ont mesuré une activité en césium 137 de A (2010) = 278 mBq par litre de vin.

2.2. Donner la loi de décroissance radioactive en explicitant chaque terme.
2.3. Définir le terme « temps de demi-vie ».

On rappelle que l'activité d'un échantillon de noyaux radioactifs est définie par $A(t) = \left|\frac{dN(t)}{dt}\right|$.

La relation entre la constante radioactive λ et le temps de demi-vie $t_{1/2}$ est : $t_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda}$.

2.4. En déduire la relation entre l'activité $A(t)$, le nombre de noyaux $N(t)$ et λ(Cs), constante radioactive du césium 137.
2.5. Calculer le nombre de noyaux de césium 137 présents, en 2010, dans un litre du vin analysé.

On rappelle que l'activité d'un échantillon de noyaux radioactifs suit également une loi de décroissance exponentielle.

2.6. On prendra l'an 2000 comme origine des dates (t_0).
Montrer que l'activité A_0 (2000) que ce vin possédait en l'an 2000 a pour expression :

$$A_0\,(2000) = \frac{A(2010)}{e^{-\left(\frac{ln2}{3}\right)}}.$$

2.7. Calculer la valeur de A_0 (2000) pour un litre de ce vin.
2.8. Utiliser la courbe **du document 1 de l'annexe** pour en déduire le millésime ou les millésimes de ce vin. L'acheteur de ce vin peut-il être rassuré sur l'authenticité du vin ?
2.9. Pourquoi ne peut-on pas utiliser cette technique pour authentifier un vin trop jeune ou trop vieux (de 1920 par exemple) ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

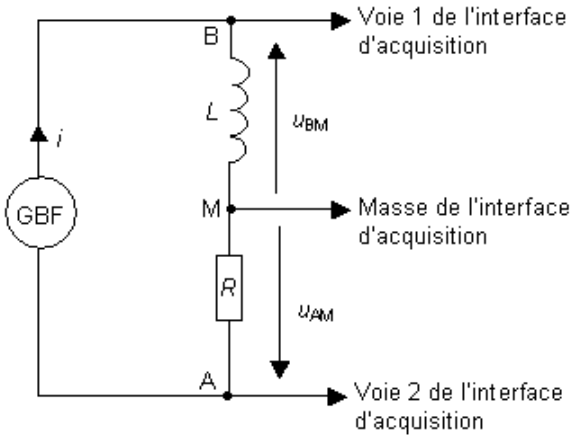
EXERCICE III. BOBINE D'UNE PÉDALE WHA-WHA (4 points)

Tony est passionné par la guitare électrique. Afin de jouer les morceaux de musique de ses idoles des années 70, il voudrait modifier le son de sa guitare en utilisant une pédale d'effet wha-wha, qu'il souhaite construire lui-même. Après quelques recherches sur internet, il trouve le schéma électrique et les composants dont il aura besoin pour réaliser sa wha-wha. Parmi ces composants se trouvent plusieurs condensateurs et une bobine d'inductance L = 0,50 H.

De nombreux forums de guitaristes conseillent de fabriquer soi-même la bobine dont on a besoin. Tony a récupéré un noyau de ferrite, il enroule sur ce support du fil de cuivre isolé pour obtenir la bobine. A présent, il souhaite déterminer la valeur de l'inductance de la bobine ainsi constituée. Aussi va-t-il s'aider de ses cours de physique…

1. Première méthode

Tony réalise le montage, représenté sur le **document 1**, comportant un générateur de basses fréquences délivrant une tension périodique triangulaire de fréquence f, un conducteur ohmique de résistance R = 10 kΩ et la bobine d'inductance L dont on négligera la résistance interne. A l'aide d'une interface d'acquisition reliée à un ordinateur, il enregistre l'évolution en fonction du temps des tensions $u_{AM}(t)$ et $u_{BM}(t)$.
Les courbes des **documents 2 et 3 de l'annexe** représentent les évolutions de l'intensité du courant $i(t)$ et de la tension $u_{BM}(t)$ en fonction du temps.



Document 1

1.1. Déterminer la période de la tension délivrée par le GBF. En déduire sa fréquence.

Donnée : $u_{AM}(t) = -R.i(t)$

1.2. Quel traitement mathématique faut-il demander au logiciel d'effectuer pour obtenir la courbe d'évolution de l'intensité du courant en fonction du temps ?

1.3. Expliquer pourquoi on peut écrire $i(t) = a.t + b$ pendant des intervalles égaux à une demi-période.

Tony utilise les fonctionnalités de modélisation du logiciel.

Données : *Pendant l'intervalle de temps [3,0 ms ; 4,0 ms], il trouve que* $i(t) = 1{,}19 \times t - 0{,}0042$ *(avec i en A et t en s) et* $u_{BM}(t) = 0{,}26$ *V.*
On rappelle que la résistance interne de la bobine est négligeable.

1.4. Donner l'expression littérale de $u_{BM}(t)$ en fonction de L et de $\frac{di}{dt}$.

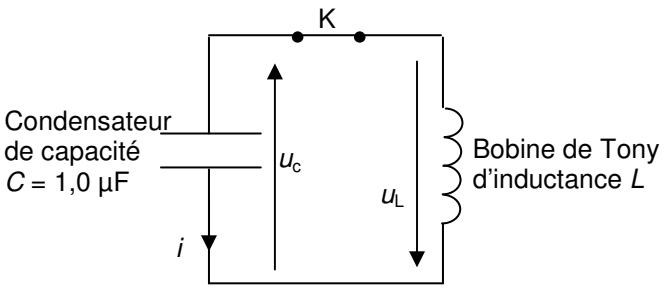
1.5. À partir des résultats de la modélisation, calculer $\frac{di}{dt}$ dans l'intervalle de temps [3,0 ms ; 4,0 ms] puis déterminer la valeur de l'inductance L.

N'ayant pas obtenu la valeur d'inductance désirée pour réaliser sa pédale wha-wha, Tony poursuit la confection de sa bobine et teste l'inductance par une seconde méthode.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Seconde méthode

Tony souhaite réaliser un montage lui permettant de décharger un condensateur dans sa bobine.
Il schématise le circuit (**document 4**) qu'il va utiliser par la suite.



Document 4

Tony se souvient que la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur oscille au cours du temps. Si la résistance totale du circuit est négligeable, l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_c(t)$ est :

$$\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_c = 0 \quad \textbf{(Équation (1))}$$

2.1. Établir cette équation différentielle (1) en précisant la loi utilisée.

On rappelle que l'expression de la période propre T_0 des oscillations est : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$.
Après avoir chargé le condensateur, Tony l'introduit dans le circuit de la figure 2 puis à l'instant de date t = 0 s, il ferme l'interrupteur K. Il enregistre alors l'évolution en fonction du temps de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur. La courbe obtenue est représentée sur le **document 5 de l'annexe**. Il se rend alors compte qu'en réalité la résistance totale du circuit n'est pas négligeable.

2.2. Nommer le régime des oscillations.

2.3. À partir de la courbe du **document 5 de l'annexe**, déterminer précisément la valeur du temps caractéristique T de ces oscillations en expliquant votre méthode.

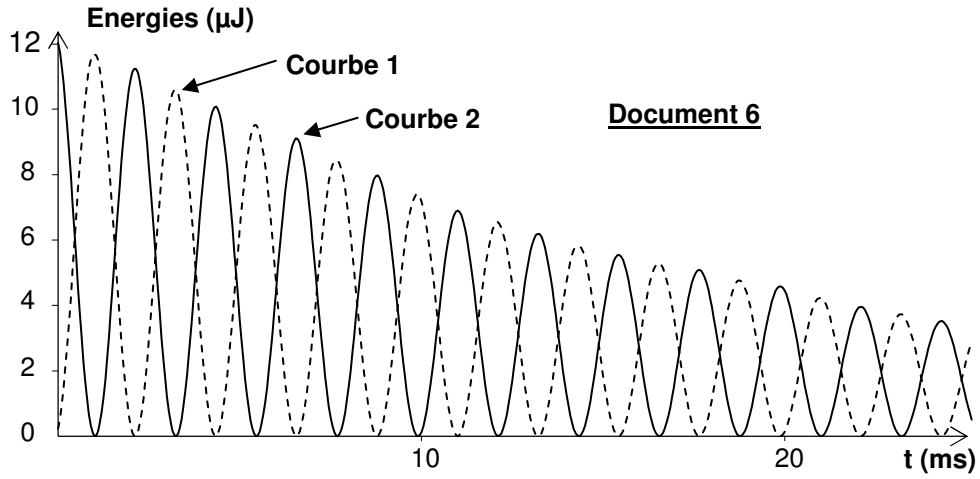
2.4. En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine fabriquée par Tony.

3. Étude énergétique

Tony souhaite réaliser l'étude énergétique de son circuit. Il utilise les fonctionnalités de son tableur afin de calculer l'énergie électrique $E_{él}$ stockée par le condensateur et l'énergie magnétique E_m emmagasinée par la bobine. Les courbes d'évolution de ces énergies en fonction du temps sont données sur le **document 6 ci-dessous**. Sur ce document, l'origine des temps coïncide avec celle du **document 5 de l'annexe**.

3.1. Par un raisonnement physique simple, identifier les courbes 1 et 2 représentées sur le **document 6 ci-dessous**.

3.2. Quel est le phénomène à l'origine de la diminution de l'énergie stockée dans le circuit ?



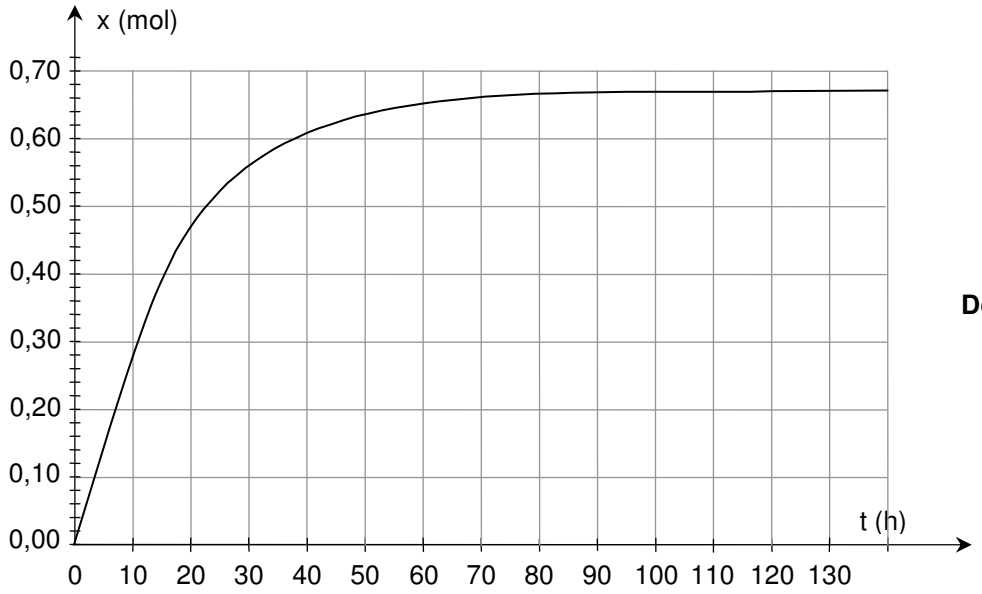
Document 6

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

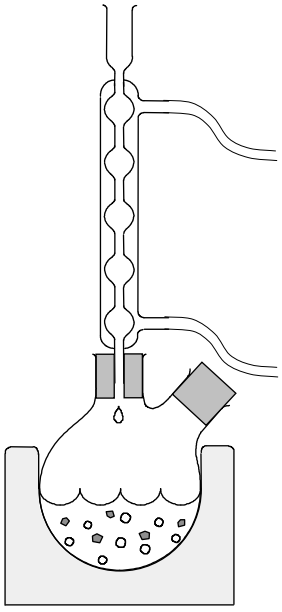
FEUILLE ANNEXE DE L'EXERCICE I À RENDRE AVEC VOTRE COPIE

Équation de la réaction		AH(ℓ) + C(ℓ) = E (ℓ) + H_2O(ℓ)			
État	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	x = 0	$n_{A\,0} = 1{,}0$	$n_{C\,0} = 1{,}0$	$n_{E\,0} = 0$	0
État intermédiaire	x	$n_A =$	$n_C =$	$n_E =$	$n_{eau} =$
État final	$x = x_F$	$n_{AF} =$	$n_{CF} =$	$n_{EF} =$	$n_{eauF} =$

Document 1



Document 2



Document 3

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

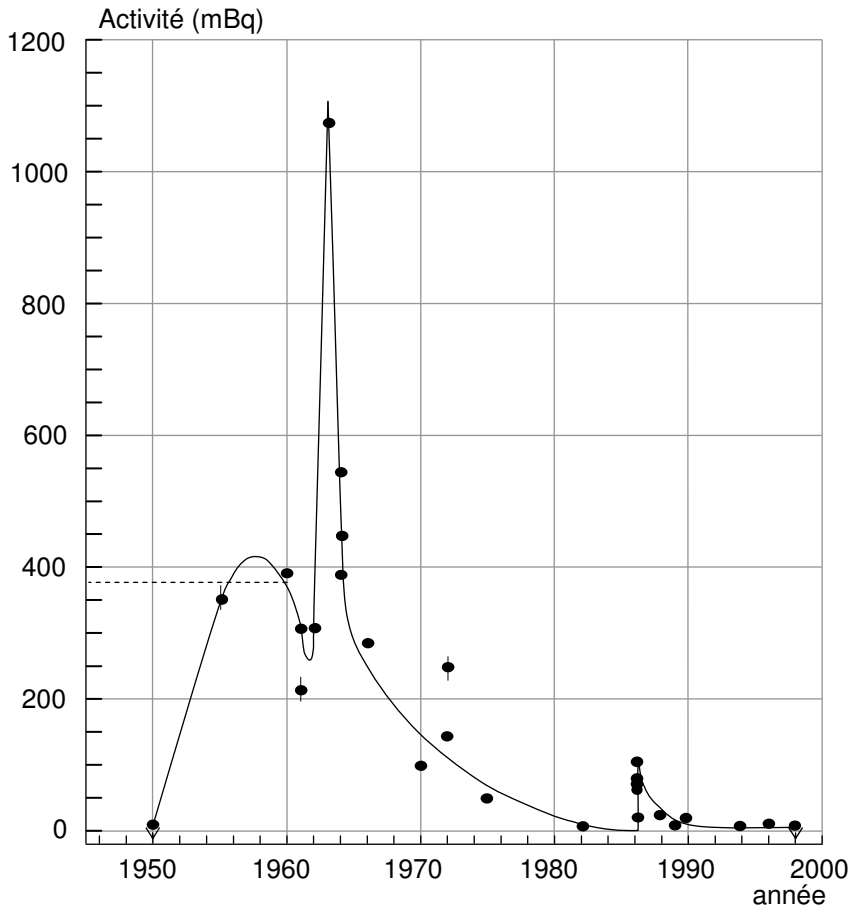
Page 8 / 10

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

FEUILLE ANNEXE DE L'EXERCICE II À RENDRE AVEC VOTRE COPIE

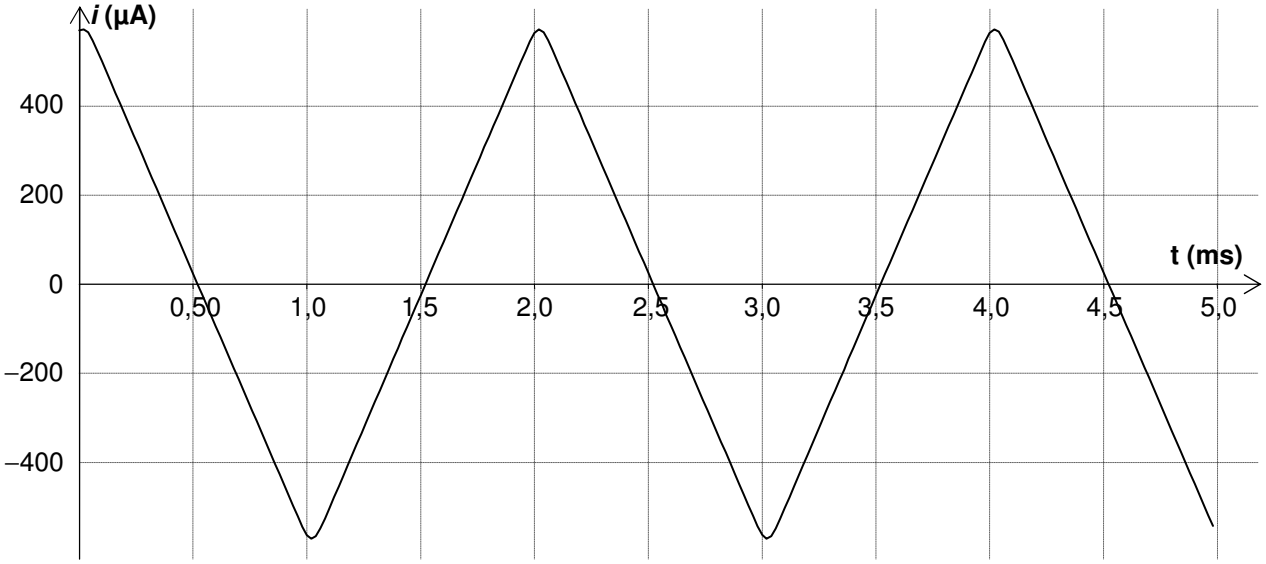
Document 1 : Évolution de l'activité du césium 137 pour les vins de la région de Bordeaux d'âge compris entre 1950 et nos jours (mesures faites en 2000). Les mesures de l'activité s'expriment en mBq par litre de vin.
Par exemple, l'activité mesurée en 2000, d'un litre de vin de 1960 est de 375 mBq.



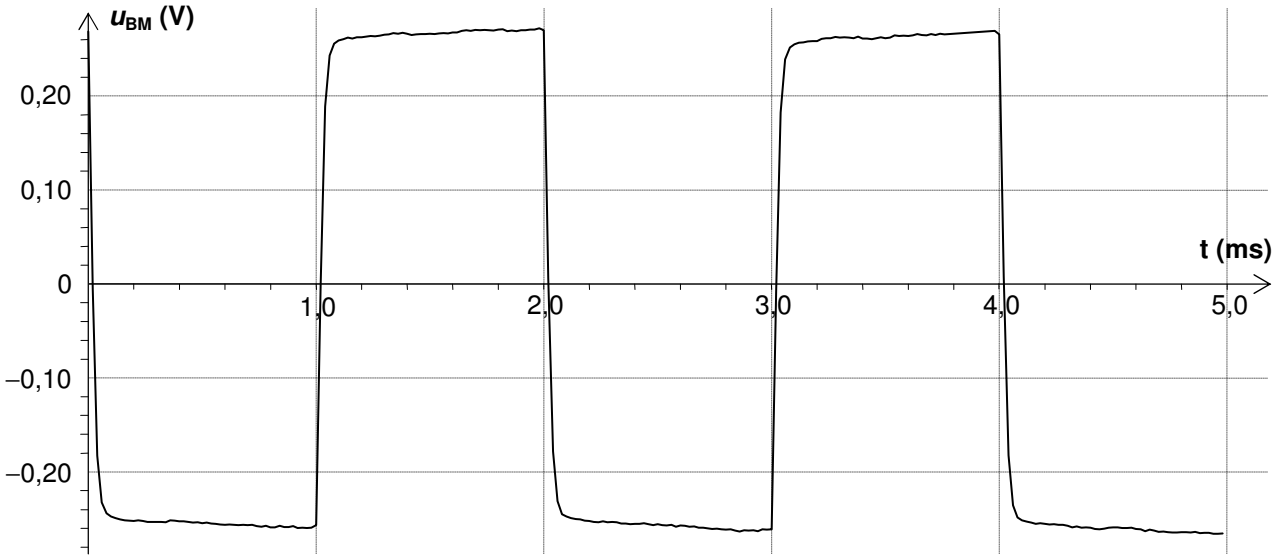
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

FEUILLE ANNEXE DE L'EXERCICE III À RENDRE AVEC VOTRE COPIE

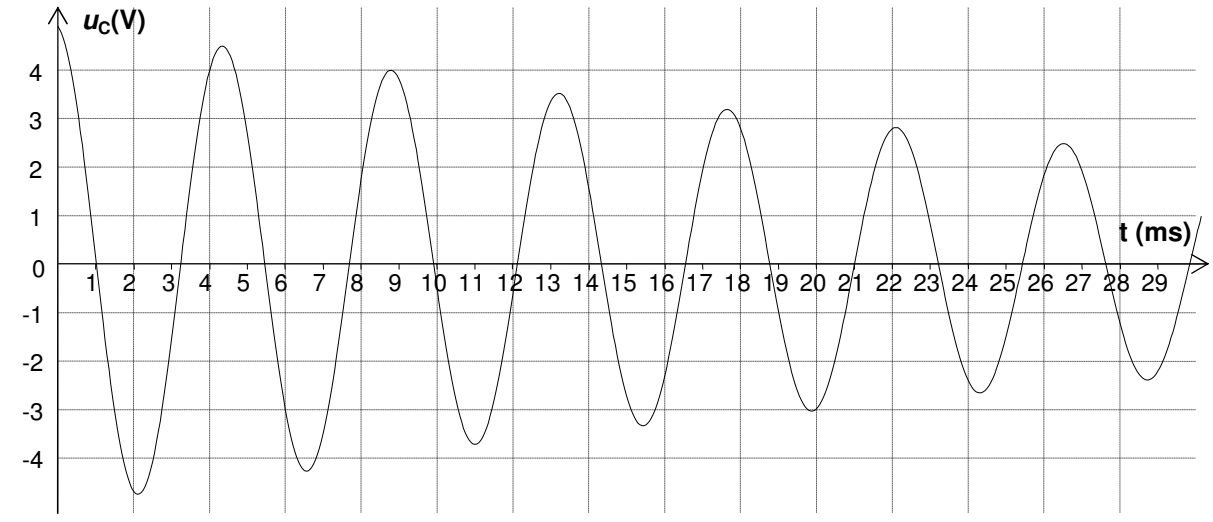
Document 2 : Évolution de l'intensité $i(t)$ du courant



Document 3 : Évolution de la tension u_{BM} (t)



Document 5 : Évolution de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 10
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer