PYOSPO1

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION

PHYSIQUE - CHIMIE

Série S

ENSEIGNEMENT OBLIGATOIRE

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 6

L'usage des calculatrices EST autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte un exercice de CHIMIE et deux exercices de PHYSIQUE présentés sur 11 pages numérotées de 1 à 11, annexes comprises.

Les pages 9/11 – 10/11 et 11/11 sont à rendre agrafées dans la copie.

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

Exercice 1 : GALILEO (5 points)
Exercice 2 : PHYSIQUE, CHIMIE ET STIMULATEUR CARDIAQUE (7 points)
Exercice 3 : À PROPOS DU LAIT (4 points)

EXERCICE 1 : GALILEO (5 points)

DOCUMENT

Connaître sa position exacte dans l'espace et dans le temps, autant d'informations qu'il sera nécessaire d'obtenir de plus en plus fréquemment avec une grande fiabilité. Dans quelques années, ce sera possible avec le système de radionavigation par satellite GALILEO, initiative lancée par l'Union européenne et l'Agence spatiale européenne (ESA). Ce système mondial assurera une complémentarité avec le système actuel GPS (Global Positioning System).
GALILEO repose sur une constellation de trente satellites et des stations terrestres permettant de fournir des informations concernant leur positionnement à des usagers de nombreux secteurs (transport, services sociaux , justice, etc…).
Le premier satellite du programme, Giove-A, a été lancé le 28 décembre 2005.

D'après le site http://www.cnes.fr/

DONNÉES :

- *Constante de gravitation* : $G = 6{,}67\times10^{-11}$ $m^3.kg^{-1}.s^{-2}$
- *La Terre est supposée sphérique et homogène. On appelle* O *son centre, sa masse* $M_T = 5{,}98\times10^{24}$ kg *et son rayon* $R_T = 6{,}38\times10^3$ km.
- *Le satellite Giove-A est assimilé à un point matériel* G *de masse* $m_{sat} = 700$ kg. *Il est supposé soumis à la seule interaction gravitationnelle due à la Terre, et il décrit de façon uniforme un cercle de centre* O, *à l'altitude* $h = 23{,}6\times10^3$ km.

I – Mouvement du satellite Giove-A autour de la Terre

1 – a - Sans souci d'échelle, faire un schéma représentant la Terre, le satellite sur sa trajectoire et la force exercée par la Terre sur le satellite.
b - En utilisant les notations du texte, donner l'expression vectorielle de cette force. On notera $\vec{u}$ le vecteur unitaire dirigé de O vers G.

2 – a - Dans quel référentiel le mouvement du satellite est-il décrit ?
b - Quelle hypothèse concernant ce référentiel faut-il faire pour appliquer la seconde loi de Newton ?
c - En appliquant la seconde loi de Newton au satellite, déterminer l'expression du vecteur-accélération $\vec{a}$ du point G.

3 – a - Donner les caractéristiques du vecteur-accélération $\vec{a}$ d'un point matériel ayant un mouvement circulaire uniforme.
b - Montrer alors que la vitesse v du satellite est telle que :

$$v^2 = G\frac{M_T}{R} \quad \text{avec} \quad R = R_T + h$$

4 – a - Définir la période de révolution T du satellite.
Donner son expression en fonction de G, M_T et R.
b - Calculer la période T.

II – Comparaison avec d'autres satellites terrestres

Il existe actuellement deux systèmes de positionnement par satellites : le système américain GPS *et le système russe* GLONASS.
*Le tableau fourni sur l'**ANNEXE N°1 À RENDRE AVEC LA COPIE**, rassemble les périodes* T *et les rayons* R *des trajectoires des satellites correspondants, ainsi que les données relatives aux satellites de type Météosat.*
Ces données permettent de tracer la courbe donnant T^2 *en fonction de* R^3.

1 – a – Compléter la ligne du tableau relative au satellite Giove-A (GALILEO).
b – Placer le point correspondant dans le système d'axes proposés sur l'annexe n°1 et tracer la courbe donnant T^2 en fonction de R^3.

2 – a – Que peut-on déduire du tracé précédent ? Justifier.
b – Montrer que le résultat de la question I-4-a est conforme au tracé obtenu.
c – Comment nomme-t-on la loi ainsi mise en évidence ?

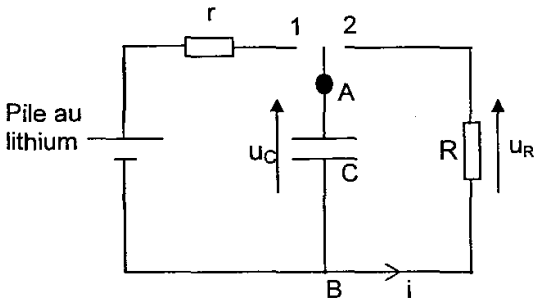
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE 2 : PHYSIQUE, CHIMIE ET STIMULATEUR CARDIAQUE (7 points)

DOCUMENT :

Un stimulateur cardiaque est un dispositif hautement perfectionné et très miniaturisé, relié au cœur humain par des électrodes (appelées les sondes). Le stimulateur est actionné grâce à une pile intégrée, généralement au lithium ; il génère de petites impulsions électriques de basse tension qui forcent le cœur à battre à un rythme régulier et suffisamment rapide. Il comporte donc deux parties : le boîtier, source des impulsions électriques, et les sondes, qui conduisent le courant.

Le générateur d'impulsions du stimulateur cardiaque peut être modélisé par le circuit représenté ci-dessous :



La valeur de r est très faible, de telle sorte que le condensateur se charge très rapidement lorsque l'interrupteur (en réalité un dispositif électronique) est en position 1. Lorsque la charge est terminée, l'interrupteur bascule en position 2. Le condensateur se décharge lentement dans la résistance R, de valeur élevée.
Quand la tension aux bornes de R atteint une valeur donnée (e^{-1} fois sa valeur initiale, avec ln(e) = 1), le boîtier envoie au cœur une impulsion électrique par l'intermédiaire des sondes. L'interrupteur bascule simultanément en position 1 et la recharge du condensateur se fait quasiment instantanément à travers r. Le processus recommence.

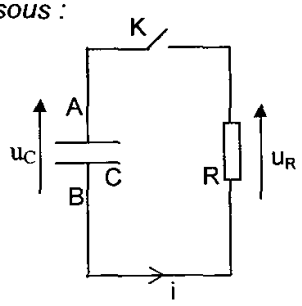
D'après Physique, Terminale S, Ed. Bréal

Les parties I et II sont indépendantes.

I – Étude du générateur d'impulsions

Pour déterminer la valeur de la résistance R, on insère le condensateur préalablement chargé sous la tension E dans le circuit schématisé ci-dessous :

La valeur de la capacité C du condensateur utilisé est : C = 0,40 µF



*On enregistre alors l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur. La courbe obtenue est fournie sur l'**ANNEXE N°2 À RENDRE AVEC LA COPIE**.*

1 – Exploitation de la courbe

a – Déterminer graphiquement la valeur de la tension E.
b – Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ correspondant à la décharge du condensateur, en justifiant brièvement.

2 – Détermination de R

a - En respectant les notations du schéma ci-dessus, donner :
- la relation liant l'intensité du courant i et la charge q de l'une des armatures du condensateur, que l'on précisera ;
- la relation liant u_R et i.

b - En déduire que la tension u_C aux bornes du condensateur vérifie l'équation différentielle :

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{RC}u_c = 0$$

c - Montrer que cette équation différentielle admet une solution de la forme :

$$u_C(t) = A\exp(-\frac{t}{\tau})$$

Donner les expressions de A et τ en fonction de E, C et R.
d - En utilisant la valeur de τ déterminée à la question 1-b, calculer la valeur de R.

3 – Les impulsions

On admet pour la suite que, tant que le condensateur se décharge, l'évolution de u_R en fonction du temps est donnée par :

$$u_R(t) = 5{,}6\exp(-\frac{t}{0{,}80})$$

On rappelle qu'une impulsion électrique est envoyée au cœur lorsque la tension aux bornes de R atteint e^{-1} fois sa valeur initiale.

a – Calculer la valeur de u_R qui déclenche l'envoi d'une impulsion vers le cœur.
b – À quelle date après le début de la décharge du condensateur, cette valeur est-elle atteinte ?
c – Que se passe-t-il après cette date ? Représenter l'allure de l'évolution de u_R au cours du temps lors de la génération des impulsions. Préciser les valeurs remarquables.
d – Déterminer la fréquence des impulsions de tension ainsi générées. On exprimera le résultat en hertz, puis en impulsions par minute. Vérifier que le résultat est bien compatible avec une fréquence cardiaque normale.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

II – Étude d'une pile au lithium

Les différents types de piles au lithium ont tous en commun une électrode de lithium et un électrolyte constitué d'un solvant organique contenant entre autres des ions lithium Li^+. *L'équation de la réaction qui se produit à cette électrode est :* $Li = Li^+ + e^-$.

DONNÉES : *Masse molaire du lithium* : 6,9 $g.mol^{-1}$
Valeur du Faraday : $9{,}65 \times 10^4$ C

1 – Fonctionnement de la pile

Pour chacune des affirmations suivantes, répondre par VRAI ou FAUX en justifiant rapidement votre choix.

a – L'électrode de lithium est le pôle négatif de la pile.
b – Lors de son fonctionnement, la pile constitue un système chimique en équilibre.
c – Lors du fonctionnement de la pile, le quotient Qr de la réaction qui se produit est inférieur à la constante d'équilibre K correspondante.
d – La pile est usée lorsque tous les ions Li^+ ont été consommés.

2 – Quantité maximale d'électricité fournie par la pile

a – Montrer par analyse dimensionnelle qu'une quantité d'électricité peut s'exprimer en ampère.heure (A.h) et justifier l'égalité : 1 A.h = 3600 C.
b – Calculer en C, puis en A.h, la quantité d'électricité que pourrait fournir une pile contenant 1,0 g de lithium.

3 – Intérêt du lithium

Le tableau suivant rassemble les « capacités massiques de stockage » de plusieurs éléments entrant dans la composition de différents types de piles. Cette « capacité massique » est la quantité maximale d'électricité que peut débiter la pile par kg d'élément constituant. Elle peut s'exprimer en $A.h.kg^{-1}$.

Élément	Cadmium	Zinc	Argent	Lithium
Capacité massique ($A.h.kg^{-1}$)	480	500	820	3880

a - Pour une même intensité de courant électrique débité, comment évolue la durée de fonctionnement de la pile en fonction de sa « capacité massique » ?
b - Pourquoi utilise-t-on des piles au lithium pour alimenter les stimulateurs cardiaques ?

EXERCICE 3 : À PROPOS DU LAIT (4 points)

DOCUMENT :

« Naturellement le lait n'est pas qu'eau et matière grasse, car les deux corps ne se mélangent pas : du beurre fondu et de l'eau restent séparés (…). De fait, le lait contient également des protéines et diverses autres molécules « tensioactives », c'est-à-dire qui ont une partie soluble dans l'eau et une partie soluble dans la matière grasse. En plaçant au contact de l'eau leur partie soluble dans l'eau et au contact de la graisse leur partie soluble dans la graisse, ces molécules tensioactives forment un enrobage qui délimite les globules de matière grasse, les stabilise et assure leur dispersion dans l'eau. Cette stabilisation est renforcée par les molécules de caséine, qui, à la surface des globules assurent une répulsion mutuelle de ceux-ci car elles sont négativement chargées. »

Extrait de : Les secrets de la casserole, H.This, Ed. Belin

DONNÉES :

- *Le lactose est le sucre caractéristique du lait. Sous l'action d'enzymes, le lactose se transforme en acide lactique au cours du temps, augmentant l'acidité naturelle du lait.*
- *Acide lactique : formule semi développée :* CH_3-CHOH-COOH
  masse molaire : 90,0 $g.mol^{-1}$
- *Le* pKa *du couple acido-basique de l'acide lactique est égal à* 3,8.

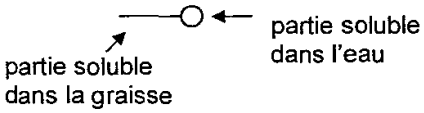
On notera HA *l'acide lactique.*

Les parties I, II et III sont indépendantes.

I – Étude du document

1 – a - Reformuler en langage scientifique l'expression : « *du beurre fondu et de l'eau restent séparés* ».
b - Donner l'adjectif qui permet de qualifier la partie soluble dans l'eau des molécules tensioactives.

2 – *Une molécule tensioactive peut être représentée par :*



Schématiser un « *globule de matière grasse* » en suspension dans l'eau.

II – L'acide lactique

1 – a - Donner la formule semi-développée de l'ion lactate, base conjuguée de l'acide lactique.
b - Donner l'expression de la constante d'acidité Ka du couple acide lactique / ion lactate.

La mesure au laboratoire du pH *d'une solution d'acide lactique de concentration* c *égale à* $1{,}0\times10^{-2}$ mol.L^{-1} *donne pH* = 2,9.
*On utilisera le tableau d'avancement n°1 fourni dans l'**ANNEXE N°3 À RENDRE AVEC LA COPIE**.*

2 – a - Calculer la concentration en ions oxonium dans la solution.
b - Définir, puis calculer le taux d'avancement de la réaction de l'acide lactique avec l'eau. Conclure.

3 – a - À partir des résultats expérimentaux précédents, calculer la valeur de la constante Ka du couple de l'acide lactique, puis celle de son pKa.
b - Quelle peut être la cause du léger écart observé avec la valeur donnée dans le texte ?

III – Dosage de l'acide lactique dans un lait

On introduit dans un erlenmeyer 20,0 mL *d'un échantillon de lait et quelques gouttes de phénolphtaléine. On ajoute progressivement une solution d'hydroxyde de sodium de concentration* $5{,}0\times10^{-2}$ mol.L^{-1}. *Le changement de couleur du milieu réactionnel est observé pour un volume de solution d'hydroxyde de sodium ajouté égal à* 9,2 mL.

1 – Faire le schéma annoté du montage expérimental.

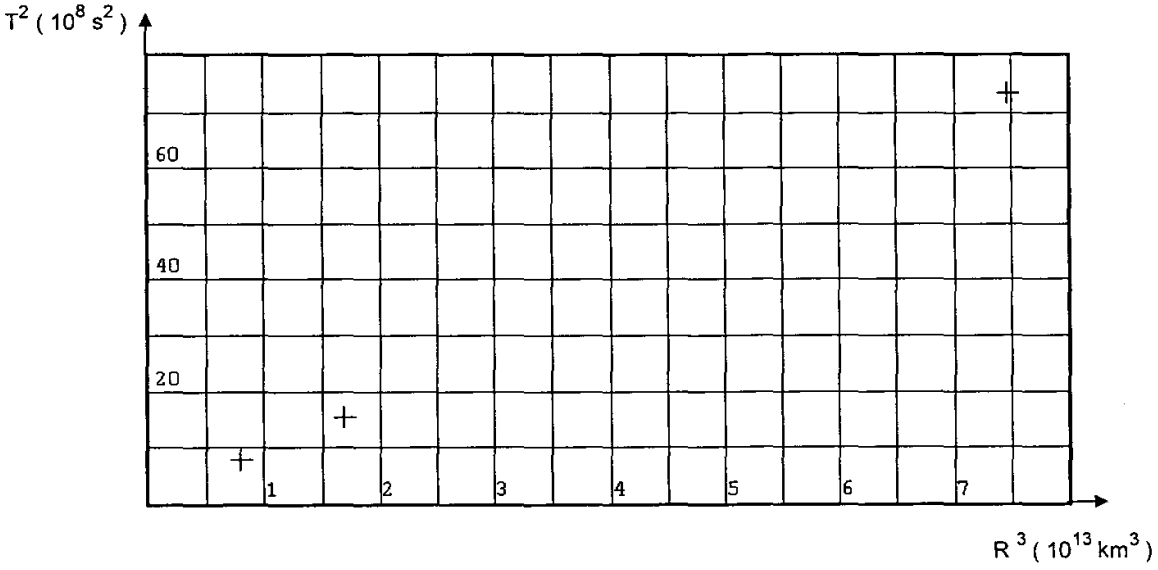
2 – a - Écrire l'équation de la réaction entre l'acide lactique et l'ion hydroxyde (HO^-).
b - Utiliser le tableau d'avancement n°2 fourni dans l'**ANNEXE N°3 À RENDRE AVEC LA COPIE** pour déterminer la concentration molaire en acide lactique du lait étudié.

3 – *La concentration en acide lactique d'un lait frais ne doit pas dépasser* 1,8 g.L^{-1}.
Conclure quant à la fraîcheur du lait étudié.

ANNEXE N°1 (Exercice I) À RENDRE AGRAFÉE AVEC LA COPIE

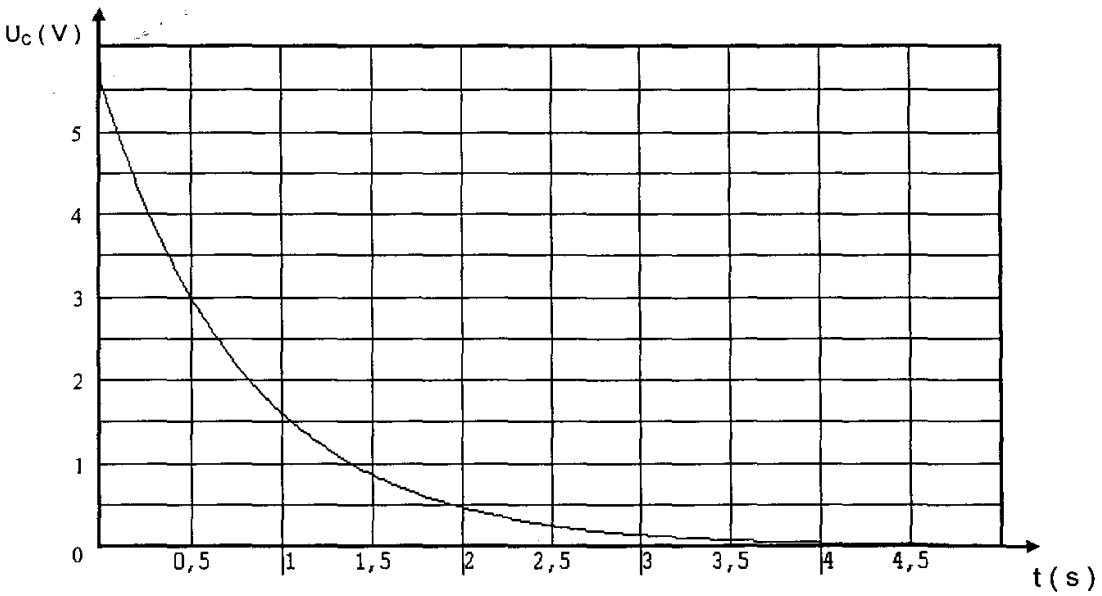
Satellite	Rayon de la trajectoire R (km)	Période de révolution T (s)	R^3 (km^3)	T^2 (s^2)
GPS	$20{,}2\times10^3$	$2{,}88\times10^4$	$8{,}24\times10^{12}$	$8{,}29\times10^8$
GLONASS	$25{,}5\times10^3$	$4{,}02\times10^4$	$1{,}66\times10^{13}$	$1{,}62\times10^9$
GALILEO				
METEOSAT	$42{,}1\times10^3$	$8{,}58\times10^4$	$7{,}46\times10^{13}$	$7{,}36\times10^9$

COURBE DONNANT T^2 EN FONCTION DE R^3 :



ANNEXE N°2 (Exercice II) À RENDRE AGRAFÉE AVEC LA COPIE

Évolution de la tension u_C aux bornes de C en fonction du temps :



ANNEXE N°3 (Exercice III) À RENDRE AGRAFÉE AVEC LA COPIE

Tableau d'avancement n°1

Équation chimique					
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	X = 0				
État intermédiaire	X				
État final	X_f				

Tableau d'avancement n°2

Équation chimique					
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	X = 0				
État intermédiaire	X				
État final	X_f				

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 11
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer