BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2011

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 10 pages numérotées de 1 à 10, y compris celle-ci.

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

EXERCICE I	**Des piles qui évoluent**	**(6,5 points)**
EXERCICE II	**Le dauphin à flancs blancs**	**(5,5 points)**
EXERCICE III	**Les ondes**	**(4 points)**

Les annexes 1 et 2 pages 9/10 et 10/10 sont à remettre avec la copie.

EXERCICE I : DES PILES QUI ÉVOLUENT (6,5 points)

En mars 1800, le physicien italien Alessandro Volta (1745-1827) inventa la pile. Elle était composée d'un empilement (d'où le nom de pile…) de petits disques de cuivre et de zinc alternés.
Chaque disque était séparé d'un autre par un bout de carton imbibé de saumure, eau salée de formule ($Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$).
Mais la pile Volta fut rapidement abandonnée car la tension à ses bornes chutait trop rapidement. On fabriqua alors par la suite la pile à deux liquides séparés : la pile Daniell, qui fut longtemps utilisée par ceux qui recherchaient une source durable d'énergie.
Les piles sont devenues des éléments omniprésents de notre vie quotidienne et l'objet d'un marché mondial considérable. La mise au point de nouvelles technologies et l'amélioration de leurs performances ont donc été nécessaires.
Par exemple, la pile argent-zinc a permis de remplacer des technologies dépassées ou interdites pour leurs dangers pour l'environnement (piles au mercure). Elle est utilisée dans l'horlogerie notamment.
Pour la fabriquer, il est nécessaire de produire du zinc de façon industrielle par électrolyse.

1ère partie : *La pile Volta*

I.1 *Volta utilisait de l'eau salée plutôt que de l'eau « pure » pour imbiber le carton entre chaque disque.* Quelle propriété de l'eau salée faisait-il ainsi intervenir ?

I.2 Quelle est la nature des porteurs de charges qui peuvent se déplacer dans ce disque de carton imbibé ?

I.3 *L'équation de fonctionnement de cette pile s'écrit :*

$$Zn_{(s)} + 2\,H_2O_{(l)} = Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2\,(g)} + 2\,HO^-_{(aq)}$$

I.3.1 Sachant que l'une des demi-équations est $Zn_{(s)} = Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$, trouver l'autre demi-équation.

I.3.2 Rappeler la définition d'un réducteur, puis indiquer quel est le réactif qui est réducteur dans cette pile.

I.4 *On peut représenter le fonctionnement d'un élément de cette pile débitant dans un conducteur ohmique, de résistance R, par le schéma du* ***document de l'ANNEXE 1 page 9/10 à remettre avec la copie.***

I.4.1 Compléter le schéma du **document de l'ANNEXE 1 page 9/10 à remettre avec la copie**, en indiquant :

- le sens de déplacement des électrons dans le circuit,
- la borne positive et la borne négative de la pile.

I.4.2 Quel appareil pourrait-on ajouter dans le montage pour mesurer l'intensité du courant dans le conducteur ohmique ? Comment le brancherait-on ?

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

2ème partie : *Production de zinc*

Le zinc peut être préparé par électrolyse d'une solution aqueuse de sulfate de zinc ($Zn^{2+}_{(aq)}$ + $SO_4^{2-}{}_{(aq)}$) acidifiée avec de l'acide sulfurique ($2H^+_{(aq)}$ + $SO_4^{2-}{}_{(aq)}$). On observe alors un dépôt de zinc sur la cathode et un dégagement gazeux de dioxygène sur l'anode.
Les électrodes utilisées sont inertes et l'ion sulfate ne participe pas aux réactions électrochimiques.

Données :

- *Couples redox : $Zn^{2+}_{(aq)}$ / $Zn_{(s)}$ $H^+_{(aq)}$ / $H_{2(g)}$ $O_{2(g)}$ / $H_2O_{(l)}$*
- *Nombre d'Avogadro : $N_A = 6{,}0 \times 10^{23}$ mol^{-1}*
- *Faraday : 1 $\mathscr{F}$ = 9,65 x 10^4 $C.mol^{-1}$*
- *Charge élémentaire : $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C*
- *Masse molaire : M(Zn) = 65,4 $g.mol^{-1}$*

I.5.1 Faire le schéma de l'électrolyse d'une solution de sulfate de zinc qui pourrait être réalisée en laboratoire. Préciser la nature et le sens de déplacement des porteurs de charges dans le circuit électrique à l'extérieur de l'électrolyseur ainsi que la polarité du générateur.

I.5.2 Indiquer les formules chimiques de toutes les espèces présentes à l'état initial dans la solution.

I.5.3 Écrire les demi-équations des réactions susceptibles de se produire aux électrodes compte tenu des observations et sachant que l'eau subit une oxydation à l'anode.

I.5.4 Indiquer l'anode et la cathode sur le schéma précédent.

I.6 Écrire l'équation de la réaction de cette électrolyse.

I.7 S'agit-il d'une transformation spontanée ou forcée ? Justifier.

I.8 *Dans l'industrie, l'intensité du courant est I = 4,3 x 10^4 A et la tension maintenue entre les électrodes est de 3,5 V.*

I.8.1 Calculer la quantité d'électricité Q qui traverse l'électrolyseur en 24 heures.

I.8.2 Montrer que la quantité d'électrons qui circulent pendant cette même durée est $n_{e^-} = 3{,}9 \times 10^4$ mol.

I.8.3 Calculer alors $n(Zn)_f$ la quantité de zinc formé, puis $m(Zn)_f$ la masse de zinc produit en 24 heures.

I.8.4 Vérifier que la concentration en ions zinc dans la solution au bout des 24 h est $[Zn^{2+}]_f = 6{,}1$ $mol.L^{-1}$, sachant qu'elle était de 10 $mol.L^{-1}$ à l'état initial, pour un volume $V = 5{,}0$ m^3 de solution dans la cuve.

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

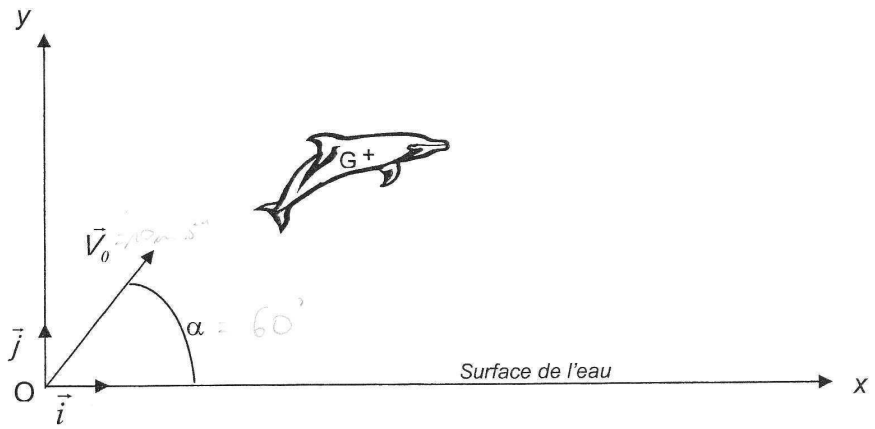
EXERCICE II : LE DAUPHIN À FLANCS BLANCS (5,5 POINTS)

Le dauphin à flancs blancs du Pacifique est peut-être l'espèce la plus abondante du Pacifique Nord. C'est un dauphin très sociable et qui voyage généralement en groupe ; il est rapide, puissant et bon surfeur. Il est capable de délaisser un repas pour attraper la vague provoquée par le passage d'un navire. Un jour, un dauphin a fait un saut de 3 mètres pour se retrouver sur le pont d'un navire de recherche arrêté en mer !
Quand il a atteint sa taille adulte, il mesure environ 2,50 mètres et pèse jusqu'à 180 kg.

Issu du site « Pêches et océans Canada »

1ère partie : *Étude cinématique du saut du dauphin*

Dans cette partie, on négligera les actions de l'air (frottements et poussée d'Archimède) sur le dauphin. Au cours du saut hors de l'eau, le dauphin n'est soumis qu'à son poids.



On souhaite étudier la trajectoire du centre d'inertie G du dauphin pendant son saut hors de l'eau. Le repère d'étude est $(O,\vec{i},\vec{j})$. On choisit comme origine des dates l'instant où le centre d'inertie G du dauphin est confondu avec le point O. Le vecteur vitesse initiale $\vec{V}_0$ est dans le plan (Oxy) et est incliné d'un angle α par rapport à l'axe Ox.
Grâce à l'exploitation d'un enregistrement vidéo du saut du dauphin, on a pu trouver que la valeur de la vitesse initiale est $V_0 = 10\ m.s^{-1}$ et que l'angle α vaut 60°.
Pour les calculs, on prendra $g = 10\ m.s^{-2}$. La masse du dauphin est notée m.

II.1 En appliquant la deuxième loi de Newton, donner l'expression du vecteur accélération $\vec{a}_G$ du centre d'inertie du dauphin, puis ses coordonnées a_x et a_y dans le repère d'étude.

II.2

II.2.1 En déduire l'expression littérale de la coordonnée $V_x(t)$ du vecteur vitesse du centre d'inertie en fonction de la vitesse initiale V_0 et de l'angle α, puis celle de la coordonnée $V_y(t)$ en fonction de V_0, α, g et t.

II.2.2 Établir les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement du centre d'inertie.

II.3 Sachant qu'il faut 0,87 seconde au dauphin pour atteindre le sommet S de cette trajectoire, le saut effectué est-il réellement d'au moins 3 mètres de haut ? Justifier.

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

II.4 *Les positions du centre d'inertie du dauphin sont données à intervalles de temps réguliers sur le* ***document de l'ANNEXE 2, page 10/10 à remettre avec la copie,*** *l'échelle du document est 1 cm pour 0,50 m, la durée entre deux positions est Δt = 0,10 s.*

II.4.1 À partir du **document ANNEXE 2 page 10/10 à remettre avec la copie**, déterminer la valeur de la vitesse du centre d'inertie du dauphin aux points 4 et 6. On les notera V_4 et V_6.

II.4.2 Tracer les vecteurs vitesse $\vec{V}_4$ et $\vec{V}_6$ sur le **document ANNEXE 2 page 10/10 à remettre avec la copie**, en utilisant l'échelle : 1 cm pour 2 m.s^{-1}.

II.4.3 Construire sur le **document ANNEXE 2 page 10/10 à remettre avec la copie** le vecteur $\Delta\vec{V} = \vec{V}_6 - \vec{V}_4$ au point 5 et déterminer sa valeur en m.s^{-1} en utilisant l'échelle précédente.

II.4.4 En déduire la valeur a_5 du vecteur accélération $\vec{a}_5$, vecteur accélération au point 5. Le représenter sur le **document ANNEXE 2 page 10/10 à remettre avec la copie** en choisissant comme échelle de représentation : 1 cm pour 2 m.s^{-2}.

II.4.5 Les résultats de la **question II.4.4** sont-ils en accord avec ceux de la **question II.1** ? Justifier.

2ème partie : *Étude énergétique*

La position du centre d'inertie G est donnée par ses coordonnées x et y, sa vitesse par ses coordonnées V_x et V_y.

Données :

- *Masse du dauphin : m = 180 kg*
- *Valeur du champ de pesanteur : g = 10 m.s^{-2}*
- *Vitesse initiale V_0 du centre d'inertie du dauphin : 10 m.s^{-1}*
- *Angle α : 60°*

II.5 Exprimer l'énergie cinétique E_c(G) du dauphin en fonction de m, V_x et V_y.

II.6 Exprimer l'énergie potentielle E_p(G) de pesanteur du dauphin en fonction de l'ordonnée y, de la masse m et de g. On la choisira égale à 0 pour $y = 0$.

II.7 Montrer que l'énergie mécanique du dauphin a pour valeur 9,0 x 10^3 J à la date $t = 0$.

II.8 Par une étude énergétique, retrouver l'ordonnée y_S du sommet S de la trajectoire.

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 : LES ONDES (4 points)

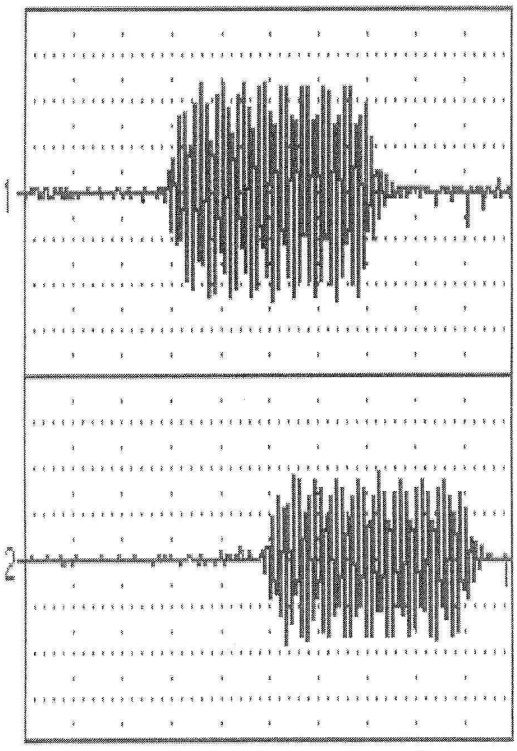
Cet exercice comporte 12 AFFIRMATIONS, toutes indépendantes, concernant les ondes étudiées en physique. À chaque affirmation, répondre par VRAI ou FAUX. Toute réponse doit être justifiée à l'aide de définitions, de calculs ou de schémas.

1ère partie : *Les ondes sonores et ultrasonores*

Donnée : *La célérité des ultrasons dans l'air est* $V = 340$ m.s^{-1}.

Beaucoup d'animaux utilisent les ondes sonores ou ultrasonores pour communiquer entre eux, chasser leur proie ou se localiser. Pour illustrer quelques propriétés de telles ondes, on utilise des émetteurs et récepteurs ultrasonores.

Un émetteur et un récepteur d'ultrasons sont placés côte à côte face à une paroi réfléchissante. L'émetteur émet des salves d'ultrasons. Les tensions de sortie de l'émetteur et du récepteur sont observées sur l'écran d'un oscilloscope et sont données sur la figure ci-dessous :



Le coefficient de balayage horizontal est : k = 1,0 ms / div

Écran 1 : signal de l'émetteur

Écran 2 : signal du récepteur

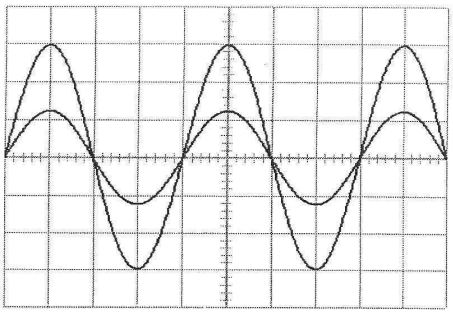
AFFIRMATION 1 : Les ondes ultrasonores sont des ondes mécaniques.

AFFIRMATION 2 : Le retard Δt entre l'émission et la réception est de 2,0 ms.

AFFIRMATION 3 : L'émetteur et le récepteur sont alors placés à 34 cm de la paroi réfléchissante.

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

On enlève maintenant la paroi réfléchissante, on place l'émetteur en mode continu. On place le récepteur face à l'émetteur de façon à obtenir deux signaux en phase.
On observe les signaux de sortie de l'émetteur et du récepteur sur la figure ci-dessous :



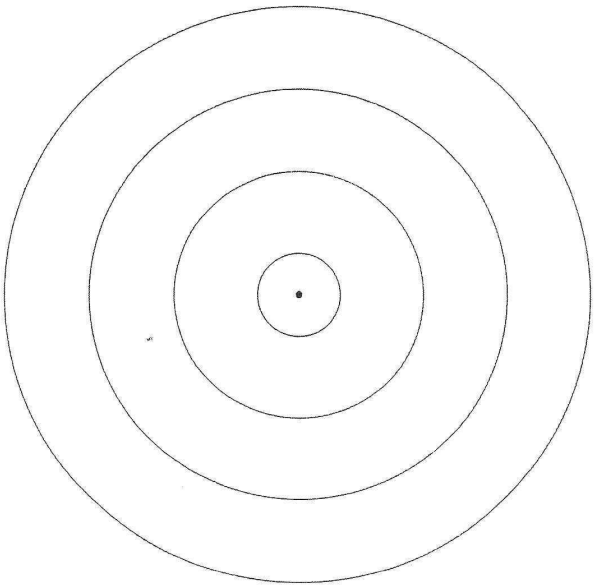
Le coefficient de balayage horizontal est :
k = 5,0 µs /div

AFFIRMATION 4 : La fréquence des signaux est de 40 kHz.

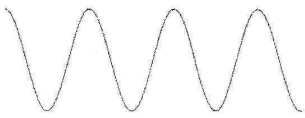
AFFIRMATION 5 : Il faut éloigner le récepteur de 6,8 cm de l'émetteur pour que les signaux se retrouvent en phase pour la première fois.

2ème partie : *Les ondes à la surface de l'eau*

Un vibreur muni d'une pointe S crée une onde à la surface de l'eau d'une cuve à ondes. On obtient les relevés suivants, à l'échelle 1/2 :



Vue de dessus à l'échelle 1/2
(1 cm sur la figure correspond à 2 cm en réalité)



Vue de profil à l'échelle 1/2

AFFIRMATION 6 : L'onde formée est une onde périodique.

AFFIRMATION 7 : Cette onde est longitudinale.

AFFIRMATION 8 : La longueur d'onde vaut 2,5 cm.

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

3ème partie : *Les ondes lumineuses*

On utilise un faisceau laser de longueur d'onde 633 nm et de diamètre 1 mm.

AFFIRMATION 9 : Ce faisceau laser subit une dispersion quand il passe à travers un prisme en verre.

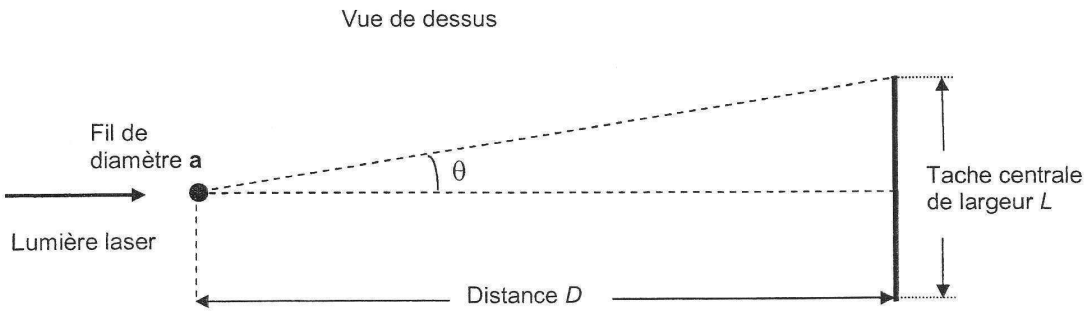
AFFIRMATION 10 : La valeur de l'indice de réfraction *n* d'un milieu dispersif dépend de la fréquence *f* de la radiation lumineuse qui le traverse.

AFFIRMATION 11 : Il subit une diffraction quand il passe au centre d'une fente de largeur 3 mm.

Le faisceau laser est intercepté par un fil vertical de diamètre **a** *placé à la distance D = 2,0 m d'un écran. Le schéma ci-dessous fait apparaître :*

- *la largeur L de la tache centrale lumineuse observée sur l'écran ;*
- *la distance D entre le fil et l'écran ;*
- *l'écart angulaire* θ.

On a mesuré L = 1,3 cm.



AFFIRMATION 12 : Le diamètre du fil vaut environ 100 µm.

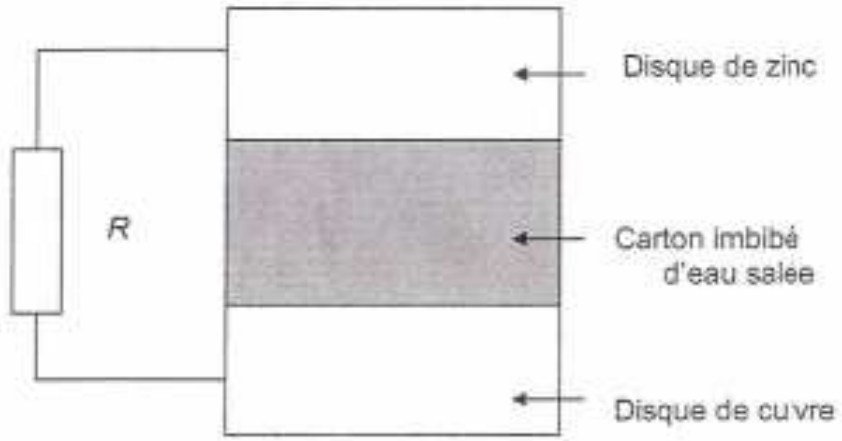
NB : dans les conditions du montage, tan $\theta \simeq \theta$ *,* θ *étant exprimé en radians.*

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE 1 (EXERCICE I)
(À remettre avec la copie)

Document : schéma de la pile



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE 2 (EXERCICE II)
(À remettre avec la copie)

Document : positions du dauphin



Échelle du document : 1 cm pour 0,50 m
Durée entre 2 positions : 0,10 s

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer