BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2011

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE de L'ÉPREUVE : **3 h 30** - COEFFICIENT : **6**

L'usage d'une calculatrice EST autorisé
Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

obligatoire

Ce sujet comporte un exercice de PHYSIQUE, un exercice de CHIMIE et un exercice de PHYSIQUE présentés sur 9 pages numérotées de 1 à 9, y compris celle-ci.

La page d'annexe (page 9) EST À RENDRE AVEC LA COPIE, même si elle n'a pas été complétée.

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

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE I : LES CURIE « PIONNIERS DE L'ATOME » (5,5 points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes



1. *La radioactivité naturelle*

A partir des travaux d'Henri Becquerel sur l'uranium, c'est en 1898 que Marie et Pierre Curie découvrent la propriété atomique qu'ont certains éléments lourds d'émettre spontanément un rayonnement.

Marie Curie donnera le nom de radioactivité à cette propriété persistante dans tous les états chimiques et physiques de la matière.

C'est également en 1898 qu'ils annoncent la découverte de deux nouveaux éléments radioactifs : le polonium et le radium.

Leurs travaux seront couronnés par deux prix Nobel, l'un en 1903, l'autre en 1911.

Données :

Noyau	$^{226}_{88}Ra$	$^{222}_{86}Rn$	$^{4}_{2}He$	neutron	proton
Masse en u	225,9791	221,9703	4,00150	1,008665	1,007276

- *Unité de masse atomique : 1 u = 1,66606x10 $^{-27}$ kg*
- *1 an ≈ 365,25 j ; célérité de la lumière dans le vide :* c = *3,00x10 ^{8} m.s $^{-1}$*
- *Constante d'Avogadro :* N_A = *6,02x10 ^{23} mol $^{-1}$*
- *Constante de Planck :* h = *6,63x10 $^{-34}$ J.s*
- *1* eV = *1,60x10 $^{-19}$ J*
- *Masse molaire du radium : M = 226,0 g.mol $^{-1}$*

On rappelle la relation : $\lambda\, t_{1/2} = \ln 2$, où λ est la constante radioactive, et $t_{1/2}$ la demi-vie.

1.1. Le becquerel est une unité de mesure utilisée en radioactivité, donner sa définition.

1.2. Le noyau de radium $^{226}_{88}Ra$ se désintègre spontanément en donnant un noyau de radon $^{222}_{86}Rn$ lui-même radioactif. Cette désintégration s'accompagne de l'émission d'un rayonnement γ de longueur d'onde 6,54x10 $^{-12}$ m.

1.2.1. Donner la composition du noyau de radium.

1.2.2. Ecrire l'équation de la réaction de désintégration du radium et préciser le type de radioactivité.

1.2.3. Expliquer la présence du rayonnement γ émis lors de la désintégration du radium. Quelle information fournit-elle sur le noyau ?

1.3. Déterminer l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de radium, on la notera E et on l'exprimera en joules.

1.4. L'activité d'un gramme de radium est égale à A = 3,70x10^{10} Bq = 1 Curie.

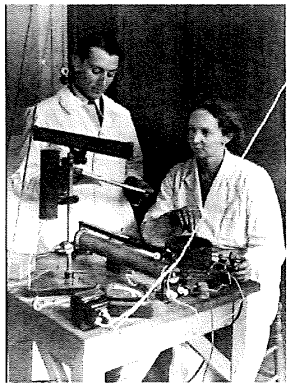
1.4.1. Déterminer le nombre N de noyaux de radium présents dans l'échantillon de 1,00 g.

1.4.2. Calculer le temps de demi-vie $t_{½}$ du radium et vérifier que $t_{½}$ = 1,58x10^{3} années.

1.4.3. Au bout de combien de temps les $\frac{3}{4}$ des noyaux de radium seront-ils désintégrés ?

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

2- La radioactivité artificielle



Irène et Frédéric Joliot-Curie découvrent en 1934 la radioactivité artificielle, ce qui leur vaudra le prix Nobel de physique en 1935.

Ils ont notamment réussi la synthèse du phosphore 30 ($^{30}_{15}P$) , isotope radioactif du phosphore 31 ($^{31}_{15}P$).

Le phosphore 30, produit artificiellement, se transforme spontanément par désintégration β^+ en silicium 30 ($^{30}_{14}Si$), noyau obtenu directement dans son état fondamental.

La diversité des radioéléments artificiels a permis leur utilisation dans les domaines de la médecine, la biologie, l'astrophysique, la géophysique, la radiothérapie, la datation…

2.1. Exploitation du texte

2.1.1. Quelle est la différence entre la radioactivité naturelle et la radioactivité artificielle ?

2.1.2. Pourquoi le phosphore 30 est-il dit isotope du phosphore 31 ?

2.2. Désintégration du phosphore 30

2.2.1. Donner le nom et le symbole de la particule émise lors d'une désintégration β^+.

2.2.2. Ecrire l'équation de la désintégration du phosphore 30 en indiquant les lois utilisées.

2.2.3. Y a t-il émission d'un rayonnement lors de la désintégration du phosphore 30 ? Justifier.

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

EXERCICE II : CHIMIE AU QUOTIDIEN : (6,5 points)
DES EXPERIENCES DE CHIMIE REALISABLES CHEZ-SOI

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

1. La pile au citron

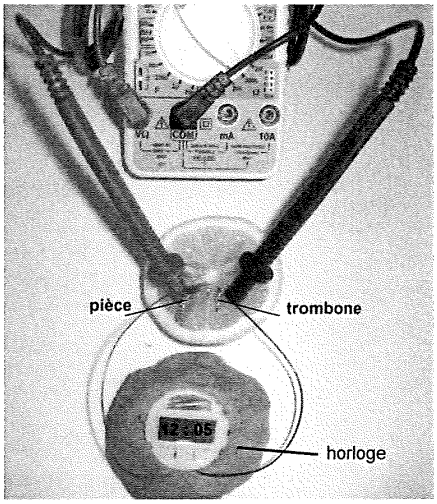
Une expérience simple à réaliser chez soi : alimenter un cadran d'horloge, comme l'écran à cristaux liquide d'un réveil de voyage, avec un citron !

Matériel nécessaire pour réaliser la pile :

- *Pièces anciennes en cuivre*
- *Trombones galvanisés (entièrement recouverts de zinc)*
- *Fils électriques*
- *Plusieurs citrons*
- *Un multimètre*

L'objectif de cet exercice est d'expliquer scientifiquement le phénomène.

Figure 1 : la pile au citron



Données :

- *M(Zn) = 65,4 g.mol $^{-1}$;*
- *Constante de Faraday : F = 96500 C.mol $^{-1}$*
- *couples oxydant / réducteur : $Zn^{2+}(aq) / Zn(s)$; $H^+(aq) / H_2(g)$.*

1.1. Polarité de la pile

On désire mesurer la tension à vide aux bornes de « la pile au citron ».

Pour ce faire, on a réalisé le montage de la **figure 1** ci-dessus : l'indication donnée par le voltmètre est : + 0,84 V.

1.1.1. Quel autre nom donne-t-on à la tension à vide d'une pile ?

1.1.2. Déterminer la polarité de la pile au niveau de la pièce et du trombone. Justifier votre réponse.

1.2. Principe de fonctionnement de la pile

Au cours de son utilisation on constate une effervescence au niveau de la pièce ancienne. Après analyse du gaz, on en déduit qu'il s'agit de dihydrogène.

1.2.1. Comment peut-on mettre en évidence expérimentalement la présence de dihydrogène ?

1.2.2. Ecrire les équations des réactions d'oxydoréduction ayant lieu à chaque électrode en précisant le type de réaction (oxydation ou réduction) et le nom de chaque électrode.

1.2.3. En déduire l'équation de la réaction globale se produisant au cours du fonctionnement de cette pile.

1.2.4. D'où proviennent les ions $H^+(aq)$ présents dans les réactifs ?

1.2.5. Parmi les solutions aqueuses telles que le vinaigre, l'eau sucrée et le jus d'orange, justifier celle(s) qui aurai(en)t pu remplacer le citron ?

1.2.6. Comment peut-on obtenir, avec le matériel disponible, un dispositif délivrant une tension à vide deux fois plus grande ?

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

1.3. Etude quantitative

La pile est utilisée pour faire fonctionner une horloge pendant une durée Δt = 5 min 30 s. L'intensité I du courant débité par la pile est égale à 10 mA.

1.3.1. Quelle quantité d'électricité Q est débitée par la pile pendant la durée Δt ?

1.3.2. Déterminer n, la quantité de matière de zinc consommée au cours du fonctionnement de la pile. Justifier.

1.3.3. En déduire la variation de masse Δm du trombone pendant la durée de fonctionnement Δt.

2. Cuivrer un objet en fer

Une autre expérience simple à réaliser chez soi : cuivrer un objet en fer, soit encore déposer du cuivre sur un objet en fer.
Matériel nécessaire pour réaliser le dépôt :

- *Bouillie bordelaise en poudre, en vente dans les jardineries*
- *Eau déminéralisée*
- *Un objet à cuivrer : une clé en fer*
- *Un petit objet en cuivre :*
- *Une cuve*
- *2 fils électriques*
- *Une pile de 4,5 V*

Données : M(Cu) = 63,5 g.mol^{-1} ; M(S) = 32,1 g.mol^{-1} ; M(O) = 16,0 g.mol^{-1}

2.1. Préparation de l'électrolyte

On trouve du sulfate de cuivre $CuSO_4$ dans « la bouillie bordelaise », poudre très connue des jardiniers qui l'utilisent comme fongicide (produit conçu pour tuer ou limiter le développement des champignons parasites des végétaux). Sur un paquet de « bouillie bordelaise » acheté en jardinerie, on peut lire «contient 80 % en masse de $CuSO_4$ ».

2.1.1. Déterminer la masse notée m de bouillie bordelaise à prélever dans un paquet pour préparer un volume V = 250 mL de solution aqueuse de sulfate de cuivre de concentration molaire apportée C = 1,0 mol.L^{-1}. Cette solution servira d'électrolyte.

2.1.2. Indiquer le protocole expérimental pour préparer l'électrolyte à l'aide du matériel que l'on peut trouver dans les laboratoires de chimie d'un lycée.

2.2. Cuivrage par une transformation spontanée

En plongeant la clé en fer dans l'électrolyte préparée au 2.1., elle se recouvre instantanément d'une mince couche de cuivre Cu.

Les couples intervenant au cours de la transformation sont $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$ et $Fe^{2+}(aq)/Fe(s)$.

2.2.1. Ecrire l'équation de la réaction qui modélise la transformation se produisant dans le mélange réactionnel. Préciser l'espèce jouant le rôle d'oxydant et celle jouant le rôle de réducteur.

2.2.2. Calculer le quotient de réaction initial $Q_{r,i}$ et justifier le caractère spontané de cette transformation ; la constante d'équilibre de la réaction vaut K = 10^{26} .

2.2.3. La présence de cuivre à la surface de la clé interrompt la réaction, le dépôt de cuivre sur la clé est donc très mince, proposer une explication pour rendre compte de ce phénomène.

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

2.3. Cuivrage par une transformation forcée

Afin d'augmenter le dépôt de cuivre sur la clé, on réalise une électrolyse à anode soluble.

Pour ce faire, on plonge l'objet en cuivre et la clé dans l'électrolyte préparé au 2.1 (**cf. figure 2 de l'annexe page 9**) puis on les relie convenablement à la pile de 4,5 V avec deux fils électriques.

Le seul couple mis en jeu au cours de l'électrolyse est celui relatif au cuivre $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$.

2.3.1. Sur quelle électrode doit se faire le dépôt de cuivre ? Écrire l'équation de la réaction à cette électrode.

2.3.2. En déduire la l'équation de la réaction à l'autre électrode et montrer que le bilan de l'électrolyse est : $Cu^{2+}(aq) + Cu(s)_{pièces} = Cu(s)_{clé} + Cu^{2+}(aq)$

2.3.3. Sur le schéma du montage de la **figure 2 de l'annexe page 9 à rendre avec la copie**, placer les fils électriques et la pile de 4,5 V en précisant sa polarité pour un montage correct et le déplacement des charges lors de l'électrolyse.

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

EXERCICE III : LE LASER AU QUOTIDIEN (4 points)

Saviez-vous que si vous regardez des DVD, naviguez sur le web, scannez les codes barre et si certains peuvent se passer de leurs lunettes, c'est grâce à l'invention du laser, il y a 50 ans !

Intéressons-nous aux lecteurs CD et DVD qui ont envahi notre quotidien. La nouvelle génération de lecteurs comporte un laser bleu (le blu-ray) dont la technologie utilise une diode laser fonctionnant à une longueur d'onde λ_B = 405 nm d'une couleur bleue (en fait violacée) pour lire et écrire les données. Les CD et les DVD conventionnels utilisent respectivement des lasers infrarouges et rouges. Les disques Blu-ray fonctionnent d'une manière similaire à celle des CD et des DVD.

Le laser d'un lecteur blu-ray émet une lumière de longueur d'onde différente de celles des systèmes CD ou DVD, ce qui permet de stocker plus de données sur un disque de même taille (12 cm de diamètre), la taille minimale du point sur lequel le laser grave l'information étant limitée par la diffraction.

Pour stocker davantage d'informations sur un disque, les scientifiques travaillent sur la mise au point d'un laser ultra violet.

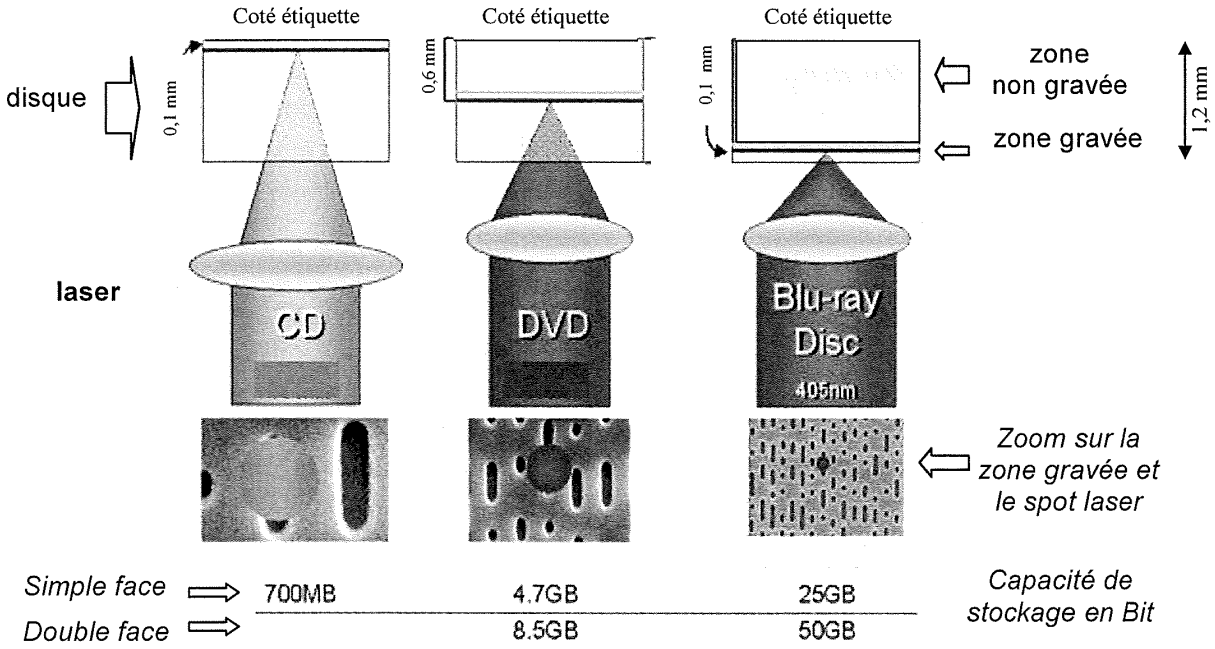


Figure 1 : caractéristiques des disques CD, DVD et Blu-ray.

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

1. A propos du texte

1.1. Quel est le nom du phénomène physique responsable de l'irisation d'un CD ou d'un DVD éclairé en lumière blanche ?

1.2. Calculer la valeur de la fréquence ν de la radiation utilisée dans la technologie blu-ray.

1.3. Comparer la longueur d'onde du laser blu-ray à celle des systèmes CD ou DVD.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 9
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Diffraction

On veut retrouver expérimentalement la longueur d'onde λ_D de la radiation monochromatique d'un lecteur DVD.

On utilise pour cela le montage de la **figure 2** a étant le diamètre du fil, θ le demi- écart angulaire.

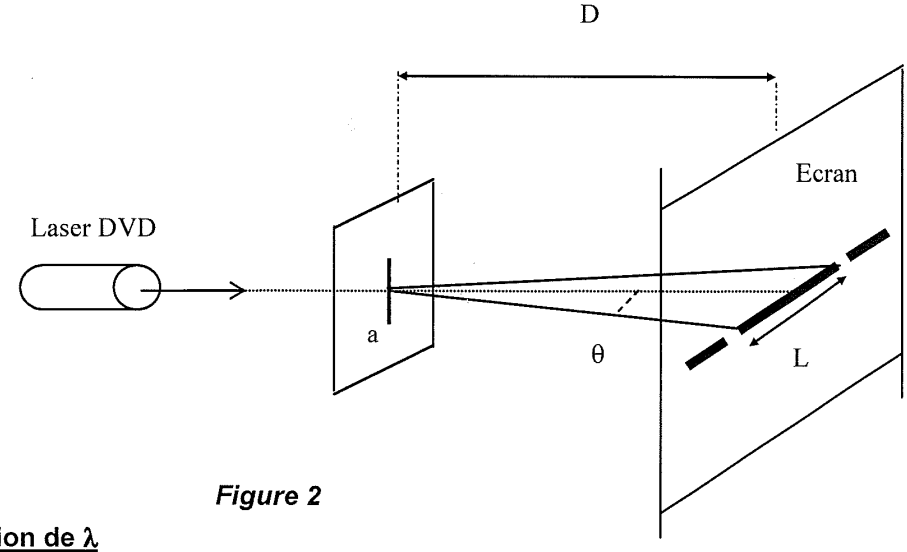


Figure 2

2.1. Expression de λ

2.1.1. Etablir la relation entre θ, L (largeur de la tache centrale de diffraction) et D (distance entre le fil et l'écran).

On supposera θ suffisamment petit pour considérer tan $\theta \approx \theta$ avec θ en radian.

2.1.2. Donner la relation entre θ, λ_D et a en indiquant l'unité de chaque grandeur.

2.1.3. En déduire la relation $\lambda_D = \frac{L.a}{2.D}$

2.2. Détermination de la longueur d'onde λ_D de la radiation d'un laser de lecteur DVD

Pour la figure de diffraction obtenue avec un laser « DVD », on mesure L = 4,8 cm.

On remplace alors le laser « DVD » par le laser utilisé dans le lecteur blu-ray sans modifier le reste du montage, on obtient une tache de diffraction de largeur L' = 3,0 cm.

A partir de ces deux expériences, calculer la valeur de la longueur d'onde λ_D de la radiation monochromatique d'un lecteur DVD et la comparer au résultat de la question 1.3.

3. Dispersion

Un CD est constitué de *polycarbonate de qualité optique* dont l'indice de réfraction est n = 1,55 pour la radiation lumineuse utilisée dans le lecteur CD.

3.1. Soit v la vitesse de la radiation dans le *polycarbonate*, donner la relation entre les grandeurs physiques n, c et v.

3.2. Quelle grandeur caractéristique de la radiation du laser n'est pas modifiée lorsque son rayon passe de l'air dans le disque ?

3.3. Détermination de la longueur d'onde λ_C d'un laser CD.

3.3.1. Le laser utilisé pour lire les CD a une longueur d'onde λ = 780 nm dans le vide.

Montrer que la longueur d'onde λ_C du laser CD dans le polycarbonate vérifie $\lambda_C = \frac{\lambda}{n}$

3.3.2. Calculer λ_C.

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 A RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE DE L'EXERCICE II

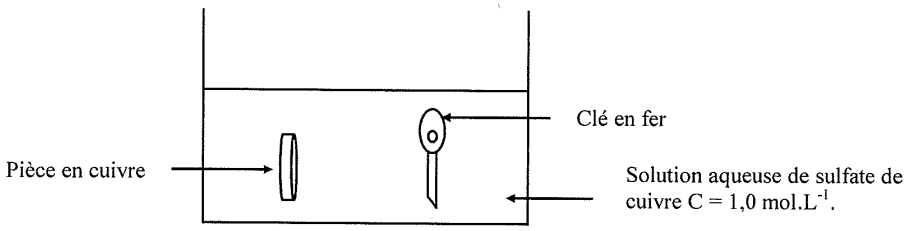


Figure 2 : schéma de l'électrolyse à anode soluble

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