Parlons CD

Bac S 2005 Polynésie (ancien programme) · Exercice 1 **4,5 points** **Durée conseillée 52 min**

1 Partie I. Quelle est la couleur de la lumière émise par cette diode laser ?

Données utiles $\lambda = 0{,}790\ \mu\text{m}$

$\lambda = 0{,}790\ \mu\text{m} = 790\ \text{nm}$. Le domaine visible s'étend d'environ 400 nm (violet) à 800 nm (rouge) : cette longueur d'onde se situe à l'extrémité rouge du spectre.

La lumière émise est **rouge**, à la limite du proche infrarouge.

MÉTHODE
Pour situer une radiation, convertir sa longueur d'onde dans le vide en nanomètres, puis la comparer aux bornes du visible : 400 nm côté violet, 800 nm côté rouge.

2 Partie I. Calculer, en électronvolts, l'écart énergétique $E = E_1 - E_2$ entre les deux niveaux de la transition.

Données utiles $\lambda = 0{,}790\ \mu\text{m}$; $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; $h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ \text{J} \cdot \text{s}$; $1\ \text{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \text{J}$

Le photon émis emporte l'énergie perdue par l'atome : $E = E_1 - E_2 = h\nu = \dfrac{h\,c}{\lambda}$.

$$E = \frac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8}}{0{,}790 \times 10^{-6}} = 2{,}52 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

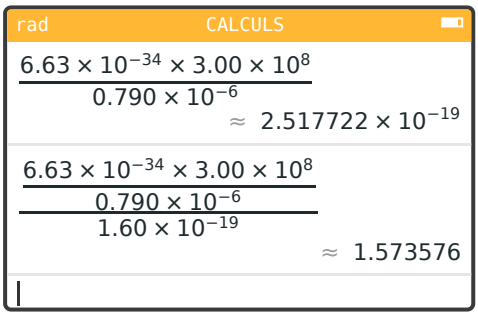
Conversion : $E = \dfrac{2{,}52 \times 10^{-19}}{1{,}60 \times 10^{-19}} = 1{,}57\ \text{eV}$

$E = 1{,}57\ \text{eV}$

PIÈGE
Laisser λ en micromètres : la relation exige des mètres, soit $0{,}790 \times 10^{-6}$ m. Pour passer des joules aux électronvolts, on divise par $1{,}60 \times 10^{-19}$, on ne multiplie pas.

COMPRENDRE
Toutes les données ont trois chiffres significatifs : le résultat en garde trois. On convertit à partir de la valeur non arrondie gardée en mémoire dans la calculatrice.

À LA CALCULATRICE



1 Partie II. Quel est le nom du phénomène observé sur l'écran après la traversée de la fente ?

La lumière s'étale après son passage par une ouverture de très petite dimension : elle ne se propage plus seulement en ligne droite.

Il s'agit du phénomène de **diffraction**.

2 Partie II. Décrire qualitativement ce que l'on observe sur l'écran.

On observe une suite de taches lumineuses rouges séparées par des zones sombres (extinctions), alignées selon une direction **horizontale**, c'est-à-dire perpendiculaire à la fente.

Une tache centrale très lumineuse, encadrée symétriquement par des taches secondaires deux fois moins larges et de moins en moins lumineuses.

PIÈGE
La fente est verticale, mais la figure s'étale horizontalement : la lumière est diffractée dans la direction où l'ouverture est étroite.

3 Partie II. Comment la figure est-elle modifiée si a) on diminue la largeur de la fente ; b) on diminue la longueur d'onde ? Justifier. Partie III : d'après la question 3.b), quel est l'intérêt d'une diode laser bleue pour lire un disque ?

Données utiles fente de largeur d ; écran à la distance D

L'écart angulaire entre le centre de la tache centrale et la première extinction vaut $\theta = \dfrac{\lambda}{d}$. L'angle étant petit, $\tan\theta \approx \theta = \dfrac{L}{2D}$, donc la largeur de la tache centrale est $L = \dfrac{2\,\lambda\,D}{d}$.

a) L est inversement proportionnelle à d : si la fente est plus étroite, la tache centrale s'élargit et toute la figure s'étale.

b) L est proportionnelle à λ : si la longueur d'onde diminue, la tache centrale rétrécit et toute la figure se resserre.

Partie III. La lumière bleue a une longueur d'onde plus petite que 790 nm : elle est moins diffractée, le faisceau peut être concentré sur une tache plus petite. On peut alors lire des cuvettes de diamètre plus faible, plus serrées.

a) figure plus étalée ; b) figure plus resserrée ; avec un laser bleu, un disque de même taille contient davantage d'informations.

PIÈGE
Répondre « la tache change » sans justifier. Le sujet demande une justification : il faut citer $\theta = \lambda/d$ et dire dans quel sens varie la largeur.

COMPRENDRE
Ici $L = 2 \times 0{,}790 \times 10^{-6} \times 2{,}0 \div (0{,}10 \times 10^{-3}) \approx 3{,}2$ cm : une fente d'un dixième de millimètre donne une tache centrale de plusieurs centimètres à 2 m.

1 Partie IV. Sur le schéma de l'électrolyse (annexe), préciser le sens du courant et la polarité des bornes du générateur, en justifiant.

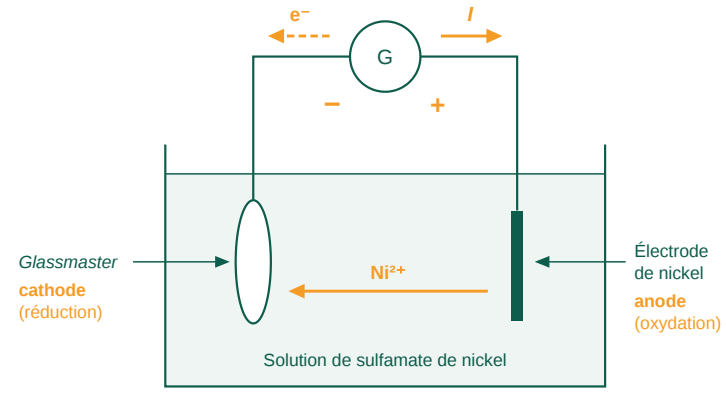
Données utiles couple $\mathrm{Ni^{2+}/Ni}$

On veut déposer du nickel métallique sur le glassmaster. Il doit donc s'y produire la réduction $\mathrm{Ni^{2+}\,(aq) + 2\,e^- \longrightarrow Ni\,(s)}$, qui consomme des électrons.

Ces électrons arrivent par le fil relié au glassmaster : ils sont fournis par la borne négative du générateur. Le courant, de sens opposé à celui des électrons, sort de la borne positive, traverse l'électrode de nickel puis la solution, et revient au générateur par le glassmaster.

Glassmaster relié à la borne $-$, électrode de nickel reliée à la borne $+$; dans les fils, le courant va de la borne $+$ vers l'électrode de nickel.

MÉTHODE
Dans une électrolyse, partir de la transformation voulue : un dépôt métallique est une réduction, donc une arrivée d'électrons, donc la borne négative du générateur.



1 · Annexe complétée : polarité du générateur, sens du courant I (trait plein) et des électrons (tirets)

2 Partie IV. Nommer les électrodes et préciser les équations des réactions qui s'y déroulent.

- Glassmaster : siège d'une réduction, c'est la **cathode**.
  $\mathrm{Ni}^{2+}(\mathrm{aq}) + 2\,\mathrm{e}^- \longrightarrow \mathrm{Ni}(\mathrm{s})$
- Électrode de nickel : siège d'une oxydation, c'est l'**anode**.
  $\mathrm{Ni}(\mathrm{s}) \longrightarrow \mathrm{Ni}^{2+}(\mathrm{aq}) + 2\,\mathrm{e}^-$

Cathode : glassmaster (réduction de Ni^{2+}) ; anode : électrode de nickel (oxydation de Ni).

PIÈGE
Associer anode et borne $+$ par habitude de la pile. La seule définition sûre : anode = oxydation, cathode = réduction, en pile comme en électrolyse.

COMPRENDRE
Le nickel consommé à l'anode compense exactement les ions Ni^{2+} réduits à la cathode : la concentration de la solution reste constante. On parle d'électrolyse à anode soluble.

3 Partie IV. a) Vérifier que la masse du père est $m = 113$ g. b) En déduire la quantité de matière de nickel déposée lors de l'électrolyse.

Données utiles diamètre $d = 23{,}0$ cm ; épaisseur $\ell = 3{,}05 \times 10^{-1}$ mm ; $\rho = 8{,}90\ \mathrm{g \cdot cm^{-3}}$; $M = 58{,}7\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$

a) Le père est un cylindre de volume $V = \pi \left(\dfrac{d}{2}\right)^2 \ell$, avec $\ell = 3{,}05 \times 10^{-1}\ \mathrm{mm} = 3{,}05 \times 10^{-2}\ \mathrm{cm}$.

$$m = \rho V = 8{,}90 \times \pi \times \left(\frac{23{,}0}{2}\right)^2 \times 3{,}05 \times 10^{-2} = 113\ \mathrm{g}$$

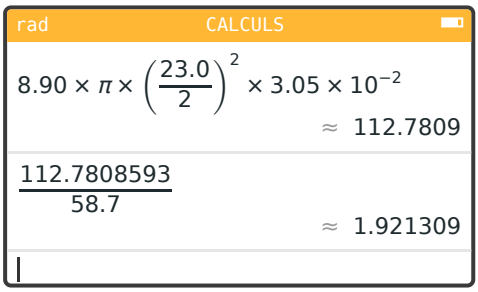
b) $n = \dfrac{m}{M} = \dfrac{112{,}8}{58{,}7} = 1{,}92\ \mathrm{mol}$

a) $m = 113$ g, valeur attendue ; b) $n = 1{,}92$ mol.

PIÈGE
Mélanger les unités : ρ est en $\mathrm{g \cdot cm^{-3}}$, donc diamètre et épaisseur en centimètres. Autre erreur fréquente : utiliser le diamètre à la place du rayon, ce qui multiplie la masse par 4.

COMPRENDRE
Avec la masse arrondie 113 g, on obtient 1,93 mol. L'écart vient seulement de l'arrondi ; les deux valeurs sont acceptées, mais mieux vaut poursuivre avec la valeur non arrondie.

À LA CALCULATRICE



4 Partie IV. L'électrolyse dure 2 heures. Quelle doit être la valeur de l'intensité du courant qui circule dans le circuit ?

Données utiles $n = 1{,}92$ mol (question 3) ; $\Delta t = 2\ \mathrm{h} = 7\,200\ \mathrm{s}$; $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C ; $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ \mathrm{mol^{-1}}$

D'après $\mathrm{Ni}^{2+}(\mathrm{aq}) + 2\,\mathrm{e}^- \longrightarrow \mathrm{Ni}(\mathrm{s})$, il faut deux moles d'électrons par mole de nickel déposé : $n(\mathrm{e}^-) = 2\,n$.

Charge transportée : $Q = n(\mathrm{e}^-)\,N_A\,e = 2\,n\,N_A\,e$, et par ailleurs $Q = I\,\Delta t$. Donc $I = \dfrac{2\,n\,N_A\,e}{\Delta t}$.

$$I = \frac{2 \times 1{,}92 \times 6{,}02 \times 10^{23} \times 1{,}60 \times 10^{-19}}{2 \times 3\,600} = 51{,}4\ \mathrm{A}$$

$I = 51{,}4$ A

PIÈGE
Oublier le facteur 2 (deux électrons par ion Ni^{2+}) divise l'intensité par deux. Laisser la durée en heures donne un résultat faux d'un facteur 3 600.

COMPRENDRE
Le produit $N_A\,e \approx 9{,}63 \times 10^4\ \mathrm{C \cdot mol^{-1}}$ est la constante de Faraday : la charge d'une mole d'électrons. La durée « 2 heures » est prise comme exacte, d'où trois chiffres significatifs.

À LA CALCULATRICE

