

Donner l'expression littérale avant toute application numérique

Exercice 1: (3,5 points)

On peut lire sur l'étiquette d'une bouteille d'acide chlorhydrique les données suivantes : « masse volumique : $\mu = 1190 \text{ kg.m}^{-3}$; pourcentage en masse d'acide pur : $P = 37\%$ et $M(\text{HCl}) = 35,5 \text{ g/mol}$ ».

1.1. On extrait de cette bouteille un volume $V = 3,23 \text{ mL}$ de solution, qu'on complète à $V_e = 400 \text{ mL}$ avec de l'eau pure. Calculer la concentration C_A de la solution ainsi préparée. (1 pt)

1.2. Afin de vérifier ce titre, on dose par cet acide un volume $V_B = 200 \text{ mL}$ d'éthanoate de sodium de concentration $C_B = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Exceptionnellement, la solution à titrer est placée ici dans la burette. Pour chaque volume d'acide versé, on relève la valeur du pH et on obtient la courbe $\text{pH} = f(V_A)$ de la figure 1 de l'annexe à rendre avec la copie.

1.2.1. Déterminer le volume d'acide à l'équivalence. (0,5 pt)

1.2.2. Calculer la concentration de la solution d'acide. Conclure. (0,75 pt)

1.3. On remplace l'acide chlorhydrique initial par un même volume d'acide nitrique, de même concentration. La courbe précédente est-elle modifiée ? Justifier la réponse. (0,5 pt)

1.4. Parmi les trois indicateurs colorés ci-dessous, quels sont ceux qui pourraient servir à un dosage colorimétrique. Comment repérerait-on l'équivalence ? (0,75 pt)

Indicateur coloré	Zone de virage	Teinte acide	Teinte basique
Héliantine	3,1 – 4,4	Rouge	Jaune
Bleu de bromothymol	6 – 7,6	Jaune	Bleu
Thymolphtaléine	9,4 – 10,6	Incolore	bleu

Exercice 2: (4 points)

On introduit $m_A = 4,83 \text{ g}$ d'un monoacide carboxylique saturé dans de l'eau pour obtenir $V = 1 \text{ L}$ de solution. Dans un bêcher contenant $V_A = 30 \text{ mL}$ de cette solution, on verse progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique $C_B = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. A chaque volume d'hydroxyde de sodium versé, on mesure le pH du mélange. On obtient alors le tableau de mesures ci-dessous.

$V_B (\text{mL})$	0	5	10	15	20	24	28	30	32	34	36	40
pH	2,4	3,1	3,5	3,7	4	4,3	4,7	5,1	10,7	11,6	11,8	12,1

2.1. Tracer la courbe donnant les variations du pH en fonction du volume V_B de base versé. Echelle : 1 cm pour 5 mL d'hydroxyde de sodium versé ; 1 cm pour 1 unité pH. (0,75 pt)

2.2. Déduire graphiquement :

2.2.1. Une valeur approchée de la concentration molaire volumique C_A de la solution aqueuse d'acide. En déduire la formule semi-développée et le nom de l'acide. (1 pt)

2.2.2. Le pKa du couple acide-base correspondant à l'acide carboxylique considéré. (0,5 pt)

2.3. Calculer les concentrations molaires des diverses espèces chimiques présentes dans le bécher lorsqu'on a ajouté un volume $V_B = 28 \text{ mL}$ de solution d'hydroxyde de sodium. (0,75 pt)

2.4. On désire réaliser une solution tampon.

2.4.1. Rappeler les caractéristiques d'une solution tampon. (0,5 pt)

2.4.2. Déterminer les volumes, V_A de l'acide considéré et V_B de la solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique $C_B = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, à mélanger pour obtenir une solution tampon de $\text{pH} = 3,8$ et de volume $V = 260 \text{ mL}$. (1 pt)

Exercice 3: (4 points)

Le laboratoire de physique de votre établissement vient d'acquérir une source radioactive contenant du césium 137. Celui-ci est radioactif de type β^- et sa période est $T = 30,2 \text{ ans}$. L'activité initiale de cette source radioactive est $A_0 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Bq}$.

3.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction de désintégration radioactive du césium 137. (0,5 pt)

3.2. Définir la période radioactive de cette source, puis calculer sa constante radioactive. (1 pt)

3.3. Calculer la masse de césium 137 présente dans cette source. (0,75 pt)

3.4. Rappeler l'expression de l'activité de cette source, en fonction du temps. En déduire son activité un an plus tard. (0,75 pt)

3.5. La source n'est plus utilisable lorsque son activité est inférieure à $0,3 \cdot 10^5 \text{ Bq}$. Déterminer la durée pendant laquelle elle est utilisable par votre établissement. (1 pt)

Données : $^{137}_{55}\text{Cs}$: $M(\text{Cs}) = 136,9 \text{ g.mol}^{-1}$; ^{54}Xe ; ^{56}Ba ;

Constante d'Avogadro: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Exercice 4: (4,5 points)

La lumière serait de nature contradictoire. Si une théorie permet d'expliquer de nombreux phénomènes, elle peut s'avérer insuffisante pour en comprendre d'autres. Le but de cet exercice est de montrer que, selon l'expérience réalisée, la lumière peut se comporter de façon différente. A cet effet on réalise le dispositif de la **figure 2**.

5.1. Dispositif expérimental. (S) est une source de lumière qui éclaire deux fentes fines, verticales distantes de $a = 1,5 \text{ mm}$. La source (S) est équidistante des deux fentes. (E) est un écran opaque vertical placé à une distance $D = 2 \text{ m}$ du plan des fentes.

5.1.1. Quel phénomène se produit à la sortie de chaque fente ? Quel aspect de la lumière permet-il de mettre en évidence ? (0,5 pt)

5.1.2. Justifier l'utilisation d'une source unique pour éclairer les deux fentes. (0,25 pt)

5.1.3. Reproduire le schéma et représenter la marche des faisceaux lumineux issus des fentes F_1 et F_2 . Hachurer le champ où l'on peut observer le phénomène d'interférence. (0,5 pt)

5.2. La source (S) émet une lumière monochromatique de longueur d'onde λ .

5.2.1. Qu'observe-t-on sur l'écran ? Préciser la nature de la frange centrale qui se forme en O. (0,5 pt)

- 5.2.2. Pour déterminer la longueur d'onde λ , on compte 5 franges brillantes de part et d'autres de la fringe centrale occupant ensemble une largeur $L = 8 \text{ mm}$. En déduire la valeur de λ . (0,5 pt)
- 5.3. La source précédente (S) est remplacée par une source (S') qui émet simultanément deux radiations monochromatiques de longueur d'onde $\lambda_1 = 0,60 \text{ } \mu\text{m}$, et $\lambda_2 = 0,54 \text{ } \mu\text{m}$. Il se produit une superposition des systèmes de franges formées par les deux radiations.
- 5.3.1. A quelle distance x du point O se produit la première coïncidence de franges brillantes ? (0,5 pt)
- 5.3.2. Une cellule photoélectrique reçoit un rayonnement lumineux issu de la source (S'). L'énergie d'extraction d'un électron du métal qui constitue la cathode de la cellule est $W_0 = 2,2 \text{ eV}$.
- 5.3.2.1. Montrer qu'il peut se produire l'effet photoélectrique de la cathode de la cellule. (0,5 pt)
- 5.3.2.2. Calculer la vitesse maximale des électrons émis par la cathode. (0,5 pt)
- 5.3.2.3. Quelle conclusion peut-on tirer des aspects manifestés par la lumière à travers ces expériences ? (0,5 pt)
- On donne: $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- Exercice 5: (3,5 points)**
- On utilise les lampes à vapeur de sodium pour éclairer des tunnels routiers. Ces lampes contiennent de la vapeur de sodium à très faible pression. Cette vapeur est excitée par un faisceau d'électrons qui traverse le tube. Les atomes de sodium absorbent l'énergie des électrons. L'énergie est restituée lors du retour à l'état fondamental sous forme de radiations lumineuses. Les lampes à vapeur de sodium émettent surtout de la lumière jaune.
- Données :** $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- 5.1. L'analyse du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium révèle la présence de raies de longueur d'onde λ bien définie.
- 5.1.1. Quelles sont les longueurs d'onde des raies appartenant au domaine du visible ? Au domaine des ultraviolets ? Au domaine de l'infrarouge ? (0,5 pt)
- 5.1.2. S'agit-il d'une lumière polychromatique ou monochromatique ? (0,25 pt)
- 5.1.3. Quelle est la valeur de la fréquence v de la raie de longueur d'onde $\lambda = 589,0 \text{ nm}$? (0,25 pt)
- 5.2. Le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium est donné sur la **figure 3 de l'annexe**.
- 5.2.1. Indiquer sur ce diagramme l'état fondamental et les états excités. (0,5 pt)
- 5.2.2. En quoi ce diagramme permet-il de justifier la discontinuité du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium ? (0,25 pt)
- 5.3. On considère la raie jaune du doublet du sodium de longueur d'onde $\lambda = 589 \text{ nm}$.
- 5.3.1. Calculer l'énergie ΔE (en eV) qui correspond à l'émission de cette radiation. (0,5 pt)
- 5.3.2. Sur le diagramme, indiquer par une flèche notée 1 la transition correspondante. (0,25 pt)
- 5.4. L'atome de sodium, considéré maintenant à l'état E_1 , reçoit une radiation lumineuse dont le quantum d'énergie $\Delta E'$ a pour valeur 1,09 eV.
- 5.4.1. Cette radiation lumineuse peut-elle interagir avec l'atome de sodium à l'état E_1 ? (0,5 pt)

- 5.4.2. Représenter sur le diagramme la transition correspondante par une flèche notée 2. (0,25 pt)
- 5.4.3. La raie associée à cette transition est-elle une raie d'émission ou une raie d'absorption ? (0,25 pt)

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

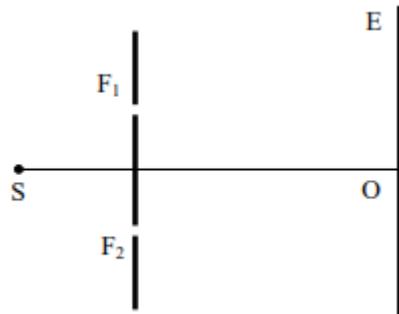


Figure 2

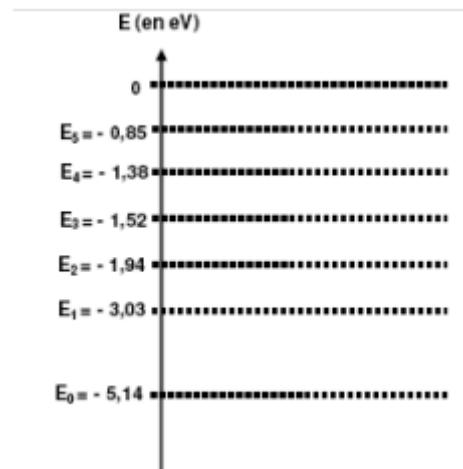


Figure 3

