

EXERCICES DE REVISION POUR LE DEVOIR COMMUN

→ Utiliser le tableau périodique du manuel pour les masses molaires atomiques

Exercice 1 : Source froide de lumière

On se propose d'étudier dans cet exercice une des méthodes permettant de déterminer la concentration en dioxyde de soufre dans l'air : la fluorescence ultraviolet (UV).

Principe de la méthode

Dans l'air ambiant, les molécules de dioxyde de soufre SO_2 sont dans un état d'énergie « fondamental » stable E_0 . L'air ambiant est aspiré par un analyseur, filtré pour éliminer les éléments « parasites » pour la mesure, puis envoyé dans une chambre de réaction dans laquelle il est soumis à un rayonnement ultraviolet dont la longueur d'onde est $\lambda_1 = 214 \text{ nm}$ et provenant d'une lampe à vapeur de zinc (figure 1). Les molécules de dioxyde de soufre de l'air sont ainsi portées dans un état d'énergie E_1 . Cet état étant instable, le dioxyde de soufre de l'air se désexcite alors très rapidement et arrive dans un état d'énergie E_2 différent de E_0 en émettant un rayonnement UV de longueur d'onde λ_2 supérieure à celle du rayonnement d'excitation. Le rayonnement UV est reçu par un photomultiplicateur qui donne alors une tension de sortie U_S proportionnelle à la concentration en dioxyde de soufre présent dans la chambre de réaction.

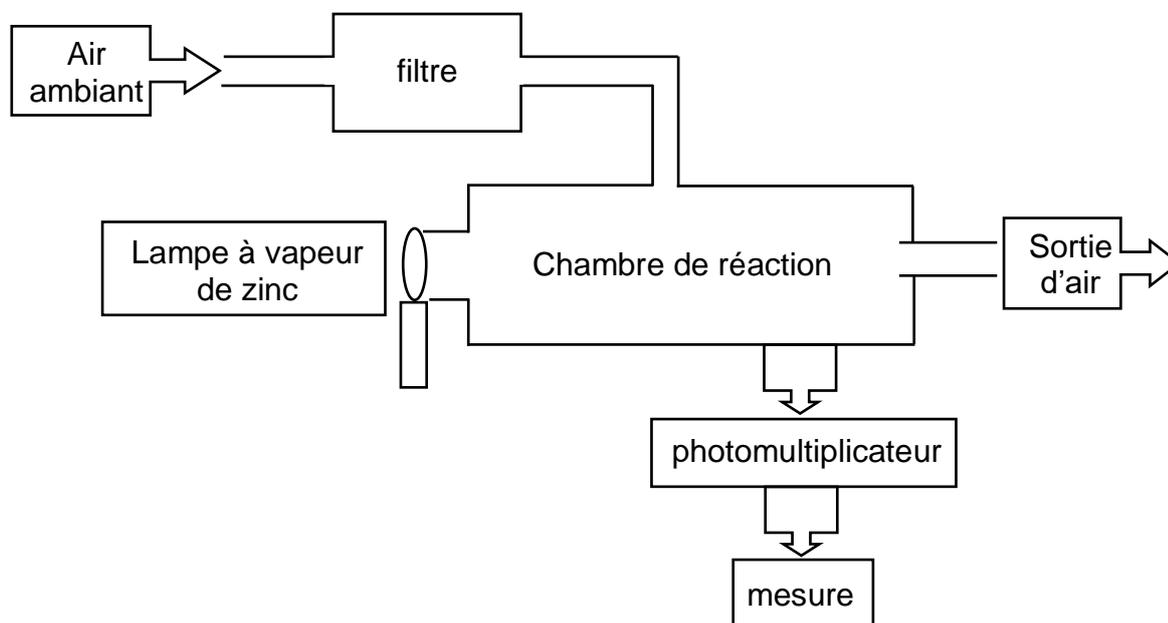


Figure 1 : schéma simplifié d'un analyseur de fluorescence ultraviolet

Données :

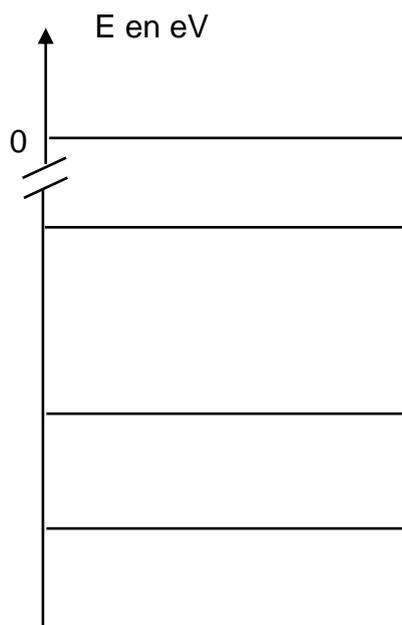
- $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
- $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$
- $1 \text{ ppbv (partie par milliard en volume)} = 2,66 \mu\text{g.m}^{-3}$ pour le dioxyde de soufre

- 1) Etude du diagramme simplifié des niveaux d'énergie
 - a- Comment appelle-t-on l'état d'énergie E_1 de la molécule de dioxyde de soufre ?
 - b- En vous aidant du texte, placer sur le diagramme en annexe, les états d'énergie E_0 , E_1 et E_2 , en justifiant la démarche.
- 2) Etude de la transition entre les états d'énergie E_0 et E_1
 - a- Cette transition correspond-elle à une émission ou une absorption de lumière ? Justifier la réponse.
 - b- Représenter sur le diagramme cette transition par une flèche notée 1.
 - c- Donner l'expression littérale de l'énergie ΔE_1 correspondant à la transition en fonction des données. La calculer en eV.
- 3) Etude de la transition entre les états d'énergie E_1 et E_2

Au cours de cette transition les molécules échangent avec l'extérieur une quantité d'énergie $\Delta E_2 = 3,65$ eV.

 - a- Représenter sur le diagramme cette transition par une flèche notée 2.
 - b- Déterminer, en nm, la longueur d'onde de la radiation émise λ_2 . Cette radiation est-elle bien dans le domaine de l'ultraviolet ? Justifier la réponse.
- 4) Détermination de la concentration en dioxyde de soufre dans l'air de la grande agglomération
 - a- L'appareil est étalonné à l'aide d'un échantillon de concentration en dioxyde de soufre de 100 ppbv (partie par milliard en volume). La tension à la sortie du photomultiplicateur est $U_0 = 0,50$ V. On effectue une mesure pour l'air d'une grande agglomération, on trouve $U_1 = 0,15$ V. Déterminer la concentration $[\text{SO}_2]_1$ en dioxyde de soufre pour l'air de la grande agglomération en ppbv.
 - b- La limite admise pour une personne étant de $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ de gaz, l'air de la grande agglomération est-il respirable sans danger ?

Annexe : Diagramme simplifié des niveaux d'énergie de la molécule de dioxyde de soufre sans considération d'échelle



Exercice 2 : Optique

Partie A : Différents usages d'une lentille mince

- 1) Construire, sur l'annexe, les images de l'objet AB dans les situations (a), (b). Les foyers objet et image sont notés F et F'.
- 2) Les situations (a), (b) illustrent le fonctionnement de deux instruments d'optique : la loupe et l'appareil photographique.
Quelle situation correspond au fonctionnement de la loupe ? Justifier précisément votre choix.

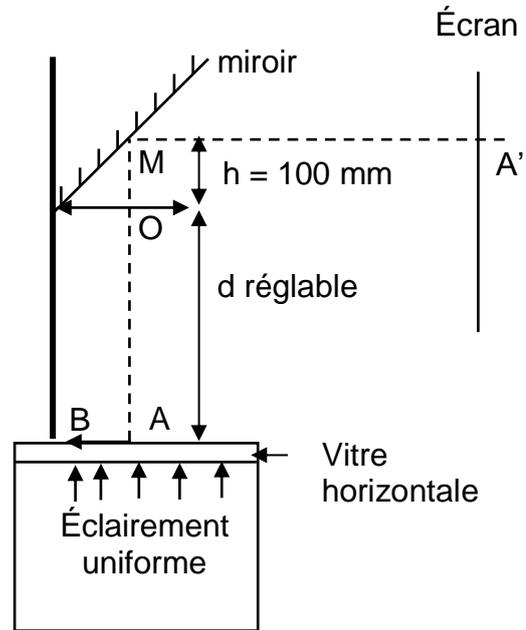
Partie B : Un instrument d'optique fonctionnant à l'aide d'une lentille et d'un miroir plan : le rétroprojecteur

Donnée du constructeur:

Distance focale de la lentille : 315 mm

La lentille L donne une image intermédiaire A_1B_1 d'un objet AB et le miroir plan fournit une image définitive $A'B'$ sur l'écran. Le centre optique O de la lentille est situé à une distance $h = 100$ mm du point M du miroir. Lorsque la distance $OA = d$ réglable est fixée à $OA = d = 400$ mm, on obtient une image définitive $A'B'$ sur un écran placé à une distance $MA' = 1,40$ m.

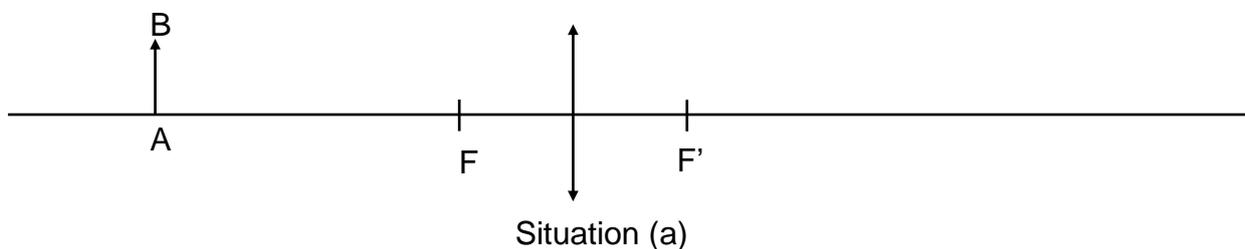
Le schéma correspondant à cette situation, réalisé à l'échelle $1/10^{\text{ième}}$, est donné en annexe ; y sont représentés l'objet AB, l'image intermédiaire A_1B_1 et l'image définitive $A'B'$.

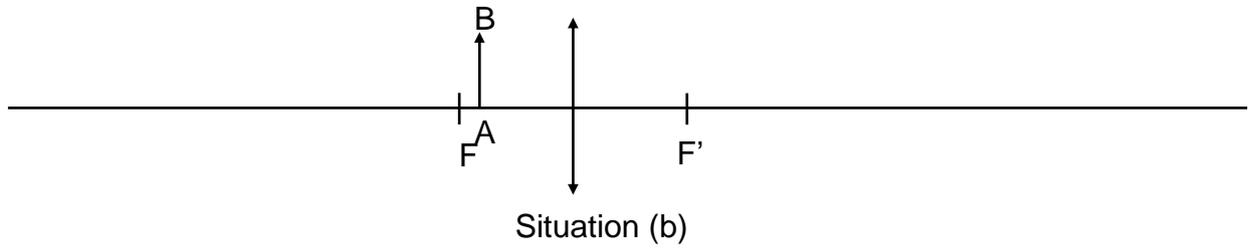


- 1) Construire, sur le schéma donné en annexe le trajet suivi par un rayon lumineux issu de B et passant par le centre optique O de la lentille L.
- 2) On étudie l'image intermédiaire A_1B_1 .
 - a- Quel rôle joue l'image intermédiaire A_1B_1 pour le miroir ?
 - b- Justifier la position de l'image intermédiaire A_1B_1 sur le schéma donné en annexe.
 - c- Définir le grandissement γ pour l'image intermédiaire A_1B_1 donnée par la lentille L. Le déterminer en utilisant le schéma donné en annexe.
 - d- En utilisant les données numériques du texte retrouver, par le calcul, la distance focale de la lentille L. Le résultat est-il conforme avec la donnée du constructeur ?
- 3) On veut maintenant effectuer la projection du même objet AB sur un écran vertical placé à une distance $MA_1' = 4,00$ m du miroir. Pour cela on règle la distance d à une nouvelle valeur d_2 de OA.
Calculer la valeur de d_2 permettant d'obtenir une image nette sur l'écran. En déduire l'évolution de la distance d lorsque la distance miroir-écran augmente.

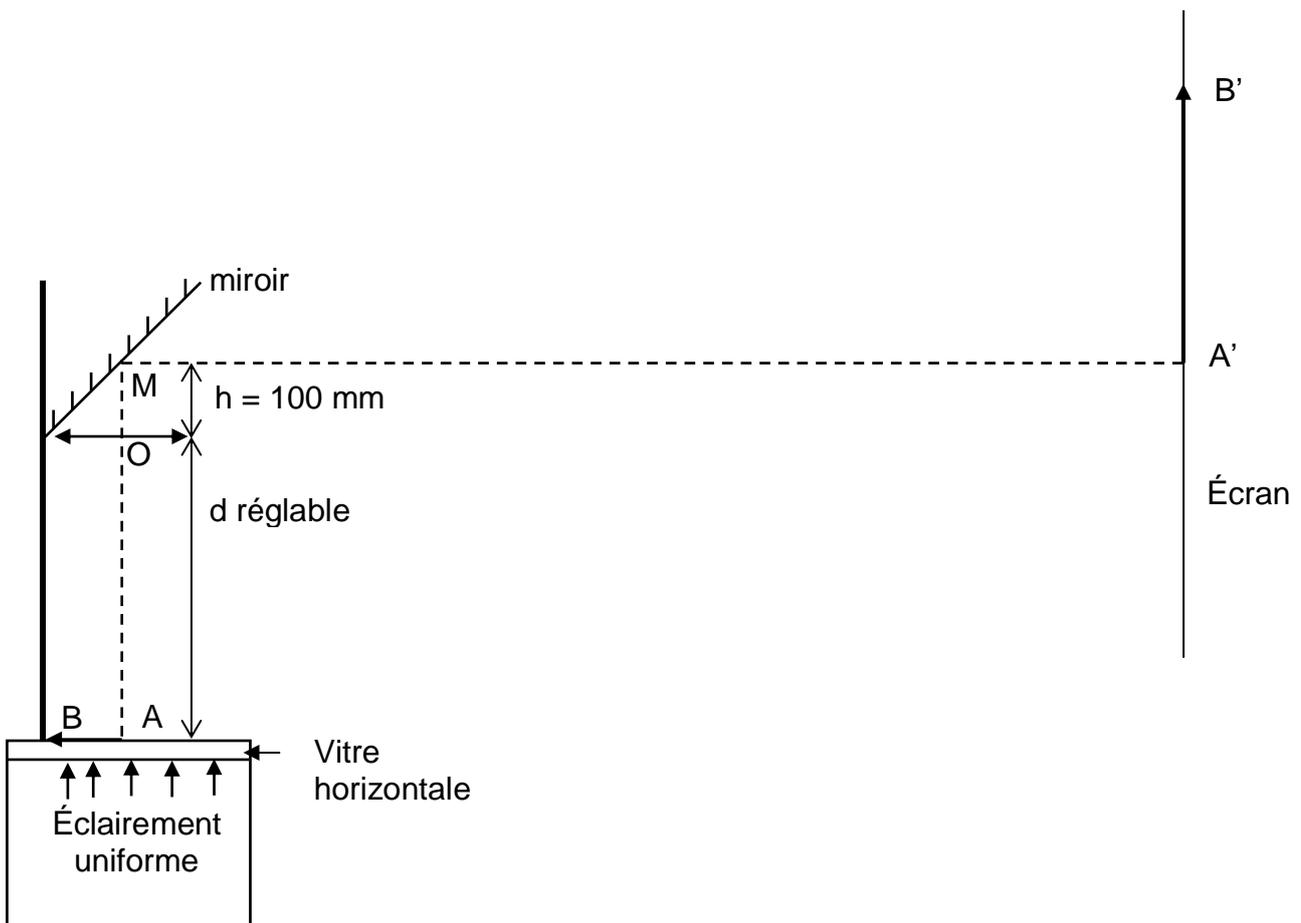
Annexe

Question partie A 1)





Questions partie B



Exercice 3 : La pile sous toutes ses faces

Depuis la découverte de la pile par Alessandro Volta en 1800, de nombreux scientifiques ont cherché (et cherchent encore) à fabriquer des piles de plus en plus performantes (transport plus facile, encombrement plus faible, durée de fonctionnement plus longue, intensité débitée plus grande...).

On se propose dans cet exercice d'étudier quelques caractéristiques de trois modèles de piles :

- une pile "classique", celle de J. Daniell ;
- un accumulateur rechargeable ;
- une pile à combustible.

Partie A : La pile Daniell

Conçue en 1836 par le physicien britannique John Daniell, elle met en jeu les deux couples $Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)}$ et $Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$. Elle offre l'avantage sur la pile de Volta de délivrer un courant constant. Initialement, les deux solutions étaient séparées par une paroi en terre poreuse. Cette paroi fut remplacée par une feuille de parchemin permettant à la pile de débiter un courant plus intense.

Le modèle présenté sur l'annexe, est constitué de deux demi-piles reliées par un pont salin au nitrate de potassium ($K^+_{(aq)} + NO_3^-_{(aq)}$).

Les solutions aqueuses de sulfate de zinc et de sulfate de cuivre utilisées ont la même concentration molaire en ions zinc et en ions cuivre : $[Cu^{2+}] = [Zn^{2+}] = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$

L'électrode positive de cette pile est l'électrode de cuivre.

1) Légénder le schéma de la figure 1, en indiquant :

- la nature de chaque électrode ;
- la nature des ions métalliques présents dans les béchers ;
- le sens conventionnel du courant et le sens du mouvement des électrons.

2) Ecrire les équations des réactions qui se produisent aux électrodes en précisant pour chacune d'elles s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.

3) En déduire l'équation de la réaction de fonctionnement de la pile.

4) Comment évoluent les concentrations des ions métalliques dans chacun des béchers ?

5) En déduire le sens du mouvement des ions présents dans le pont salin.

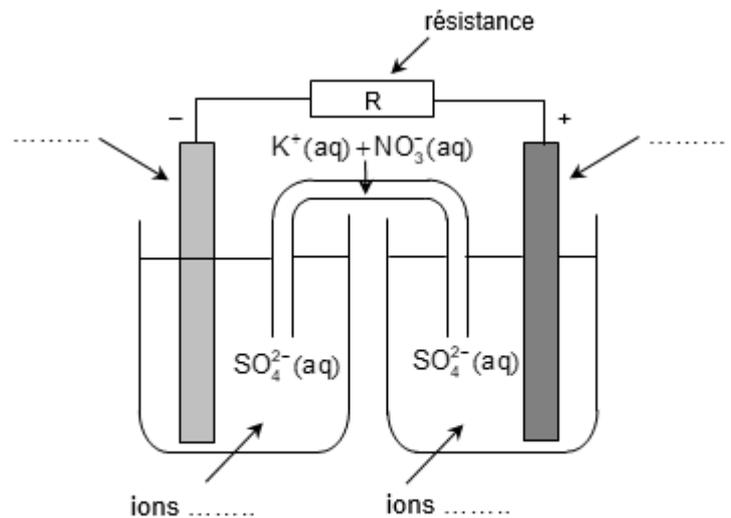


Figure 1

Partie B : L'accumulateur au plomb.

L'accumulateur au plomb a été inventé en 1859 par Gaston Planté. Robuste et bon marché, il peut débiter des courants de très grandes intensités (plusieurs centaines d'ampères). C'est pourquoi il est utilisé pour alimenter les démarreurs des moteurs thermiques (voitures et camions).

Un élément d'accumulateur est constitué de deux électrodes, l'une en plomb $Pb_{(s)}$, l'autre en plomb recouverte d'oxyde de plomb $PbO_{2(s)}$. Ces deux électrodes sont immergées dans une solution aqueuse d'acide sulfurique.

L'équation de la réaction de fonctionnement de l'accumulateur en générateur s'écrit :



- 1) Identifier les deux couples oxydant/réducteur qui interviennent dans le fonctionnement de ce générateur.
- 2) Ecrire l'équation de la réaction chimique qui modélise dans le sens direct la transformation chimique qui se produit lors de la charge.

Partie C : La pile à combustible à hydrogène

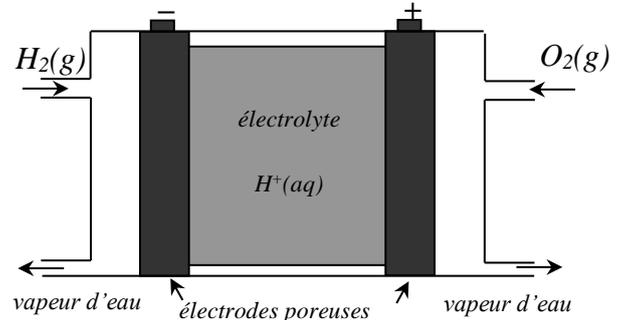
Si le principe de la pile à combustible est connu depuis 1839 (C. Schönbein puis William R. Grove), ce n'est que dans les années 1950 que Francis T. Bacon réalise les premiers prototypes. Les piles à hydrogène alimentaient en électricité les missions Apollo qui permirent aux astronautes américains de se poser sur la Lune. Elles équipent encore actuellement les navettes spatiales. Convertisseur d'énergie non polluant, la pile à hydrogène serait le générateur idéal des voitures à moteur électrique mais le coût de fabrication élevé (les électrodes contiennent du platine qui joue le rôle de catalyseur) et la difficulté de stocker le dihydrogène freinent son développement.

Une cellule de pile à hydrogène est constituée de deux électrodes poreuses séparées par un électrolyte (acide dans le cas présent).

A la borne négative, le dihydrogène réagit suivant l'équation : $\text{H}_2(\text{g}) = 2 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^-$

A la borne positive, le dioxygène réagit suivant l'équation : $\text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+(\text{aq}) + 4 \text{e}^- = 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

L'équation de fonctionnement de la pile s'écrit alors : $\text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) = 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$



Des essais montrent qu'une voiture munie d'un moteur électrique alimenté par une pile à hydrogène consomme 2,5 kg de dihydrogène pour parcourir 500 km en 6 h 40 min.

⇒ Calculer la quantité de matière de dihydrogène consommée pendant la durée du trajet.

Exercice 4 : Calculer une quantité de matière

- 1) Calculer la masse molaire de la molécule de glucose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ et de l'ion nitrate NO_3^- .
- 2) Calculer la masse de 5,0 moles de glucose.
- 3) Calculer la quantité de matière dans 10 g de glucose.
- 4) Quel volume d'eau doit-on prélever si on désire 10,0 moles d'eau ?
- 5) 100 mL de solution d'acétone contiennent 0,05 mol d'acétone $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$. Calculer la concentration molaire puis massique en acétone de la solution.
- 6) Calculer la concentration molaire d'une solution si on dissout 5,0 g de diiode dans 30 mL d'eau.
- 7) Calculer la quantité de matière de glucose contenue dans 100 mL d'une solution aqueuse de concentration molaire en glucose $C = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- 8) Calculer la masse de glucose que l'on doit dissoudre dans 50 mL d'eau pour obtenir une solution de concentration molaire en glucose $C = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- 9) On désire prélever $5,00 \cdot 10^{-5}$ moles de permanganate de potassium d'une solution aqueuse de concentration molaire $C = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Quel volume doit-on prélever ?
- 10) On veut préparer 500 mL d'une solution S_2 de concentration $C_2 = 0,0200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, à partir d'une solution S_1 de concentration $C_1 = 0,50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Quel volume de solution S_1 doit-on prélever ?
- 11) On prélève 10 mL d'une solution de concentration molaire $C = 2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On rajoute à ce prélèvement 40 mL d'eau. Quelle est la concentration molaire C' de la solution obtenue ?

Exercice 5 : Bilan de matière

Cet exercice est proposé à deux niveaux de difficulté. Dans un premier temps, essayer de résoudre l'exercice de niveau 2. En cas de difficultés, passer au niveau 1.

Les saphirs sont des pierres précieuses constituées de cristaux d'oxyde d'aluminium. Des impuretés, à l'état de traces, leur donnent leur couleur (titane et fer pour le bleu, vanadium pour le violet, chrome pour le rose, fer pour le jaune et le vert).



L'oxyde d'aluminium, $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$, peut être obtenu en faisant réagir à chaud du métal aluminium $\text{Al}(\text{s})$ avec du dioxygène $\text{O}_2(\text{g})$. Au cours d'une réaction, une masse m d'aluminium a totalement réagi dans un excès de dioxygène. Il se forme 0,25 mol d'oxyde d'aluminium.

Niveau 2

Quelle est la masse m d'aluminium consommée ?

Niveau 1

1. Écrire l'équation de la réaction.
2. Construire le tableau d'avancement.
3. À partir de la quantité finale d'oxyde d'aluminium formée, déterminer l'avancement maximal x_{max} .
4. En déduire la quantité d'aluminium correspondante.
5. Calculer la masse m d'aluminium consommée.

Exercice 6 : loi de Beer Lambert

Un spectrophotomètre, réglé sur la longueur d'onde $\lambda = 640 \text{ nm}$, a permis de mesurer l'absorbance de solutions en bleu patenté. Les valeurs de la concentration C et de l'absorbance A des solutions sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

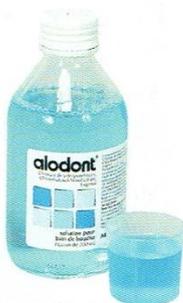
Solutions filles S_i	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
$C (\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
Absorbance A	0,064	0,133	0,194	0,255	0,319

1. Tracer la courbe d'étalonnage $A = f(C)$.

2. La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée ?

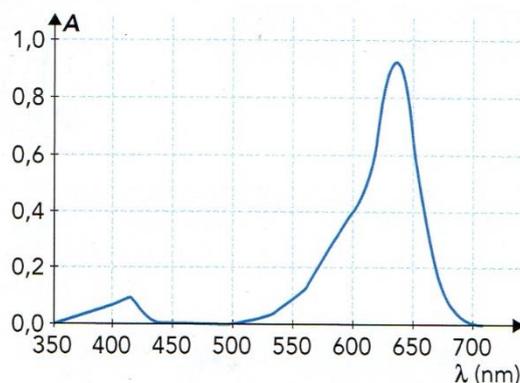
L'Alodont® est une solution pour bain de bouche dont la couleur bleue est due à la présence du colorant bleu patenté.

L'absorbance de la solution d'Alodont® est, dans les mêmes conditions de mesure, $A_{\text{Alodont}^\circledR} = 0,126$.



3. En déduire la concentration $C_{\text{Alodont}^\circledR}$ en bleu patenté de la solution.

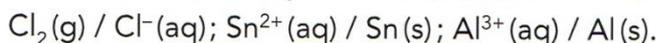
4. Le spectre d'absorption d'une solution de bleu patenté est donné ci-dessous. Justifier le choix de la longueur d'onde $\lambda = 640 \text{ nm}$.



Exercice 7 : Réactions d'oxydoréduction

Partie A :

On donne les couples oxydant / réducteur :



1. Écrire les demi-équations redox correspondantes.
2. En déduire l'équation de la réaction qui se produit entre :
 - a. $\text{Cl}_2(\text{g})$ et $\text{Sn}(\text{s})$;
 - b. $\text{Al}(\text{s})$ et $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$.
3. Peut-il se produire une réaction d'oxydoréduction entre $\text{Cl}^-(\text{aq})$ et $\text{Al}(\text{s})$? Pourquoi?

Partie B :

On dispose de cinq flacons contenant des liquides inconnus A, B, C, D et E, tous différents mais de formule brute $\text{C}_3\text{H}_x\text{O}_y$.

Chaque composé ne présente qu'un seul groupe caractéristique oxygéné.

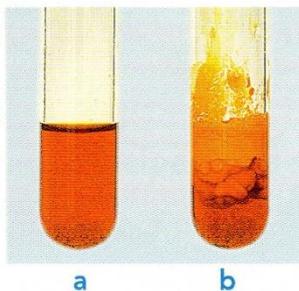
Les chaînes carbonées de ces composés ne contiennent ni double liaison $\text{C}=\text{C}$, ni cycle.

Parmi les cinq composés, deux sont des alcools.

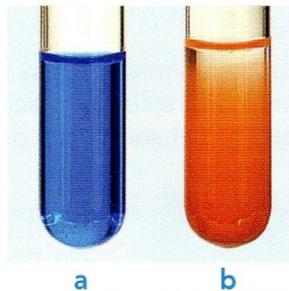
L'oxydation de A conduit à C ou à D; celle de B conduit à E.

1. Ces données sont-elles suffisantes pour identifier les cinq composés?
2. Le composé C réagit avec la liqueur de Fehling, contrairement à D. En déduire la formule topologique et le nom de ces cinq composés.

Tests d'identification



L'ajout de quelques gouttes d'un composé carbonyle (aldéhyde ou cétone) à une solution de DNPH (a) provoque la formation d'un précipité jaune orangé (b).



Le chauffage d'un mélange de liqueur de Fehling (a) et d'un aldéhyde donne un précipité rouge brique (b) d'oxyde de cuivre $\text{Cu}_2\text{O}(\text{s})$.