EXERCICE I : LUMIÈRE ET ANALYSE (6,5 points)

L'analyse spectrale a permis dans la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle de découvrir de nouveaux éléments chimiques. Deux savants Kirchhoff et Bunsen ont grandement participé à ces découvertes en réalisant à l'aide d'un spectromètre (**figure 1**) les spectres d'émission de nombreux éléments chimiques.

1. Système dispersif d'un spectromètre à prisme

Un spectromètre à prisme permet de faire l'analyse spectrale d'une source lumineuse. Il est notamment composé d'un prisme qui réalise la dispersion de la lumière issue de la source lumineuse.

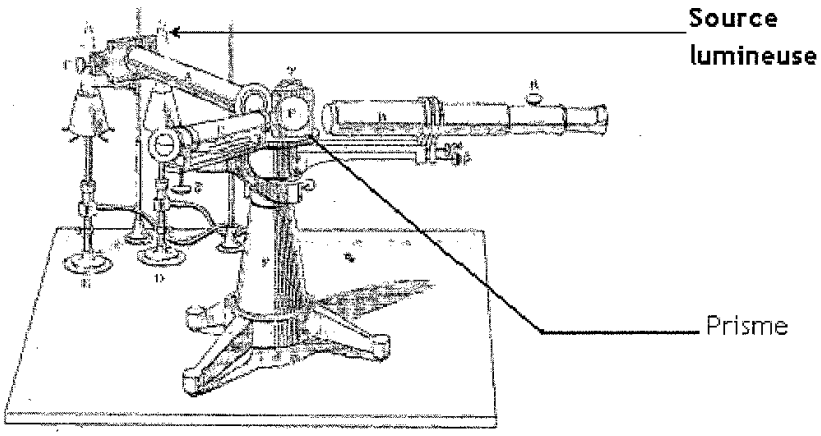


Figure 1 (Planche III Annales de chimie et physique T64, 1862)

1.1. Définir l'indice de réfraction d'un milieu transparent en fonction des célérités de la lumière dans le vide *c* et dans le milieu *v*.
1.2. La fréquence est-elle modifiée quand une radiation passe d'un milieu transparent dans un autre ?
1.3. En s'aidant des questions précédentes et sachant que l'indice de réfraction d'un prisme dépend de la longueur d'onde de la radiation monochromatique qui le traverse, donner la définition d'un milieu dispersif.

2. Analyse du spectre de raies du césium

En 1861, Kirchhoff et Bunsen mettent en évidence un nouvel élément, le césium, grâce à son spectre de raies. (**figure 2**).

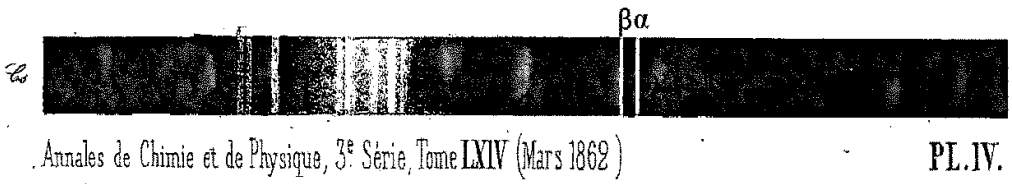


Figure 2

Dans ce spectre deux raies sont particulièrement lumineuses, les raies notées α et β de longueurs d'onde respectives λ_α = 459 nm et λ_β = 455 nm.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 4
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.1. À quel domaine (visible, ultraviolet ou infrarouge) appartiennent les raies α et β ? Justifier.
2.2. La lumière analysée est-elle monochromatique ou polychromatique ? Justifier.
2.3. Quelle relation existe-t-il entre la fréquence ν d'une radiation et sa longueur d'onde λ dans le vide ?
2.4. Quelle est la fréquence ν de la raie α ?
Donnée : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1}

On note E l'énergie du photon émis lors d'une transition énergétique d'un atome.

2.5. Donner l'expression littérale de E en fonction de la longueur d'onde λ de la radiation lumineuse émise dans le vide, de la constante de Planck h et de la célérité de la lumière dans le vide c.
2.6. On donne en **ANNEXE 1 (à rendre avec la copie)** le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de césium.

2.6.1. Indiquer sur le diagramme l'état fondamental et les états excités.

On considère maintenant la raie α du spectre d'émission du césium.

2.6.2. Calculer l'énergie ΔE (en eV) qui correspond à l'émission de cette radiation.
Données : $h = 6{,}62\times10^{-34}$ J.s^{-1} ; 1 eV = $1{,}60\times10^{-19}$ J.
2.6.3. Indiquer par une flèche, sur le diagramme de l'**ANNEXE 1**, la transition correspondante.

2.7. L'atome de césium dans l'état E_0 reçoit maintenant une radiation lumineuse dont le quantum d'énergie correspond à 2,39 eV.

2.7.1. Cette radiation lumineuse peut-elle interagir avec l'atome de césium dans l'état E_0 ? Justifier.
2.7.2. La raie associée à cette transition est-elle une raie d'absorption ou une raie d'émission ? Justifier.

3. Spectrophotométrie

Un spectrophotomètre est un appareil qui permet de mesurer l'absorbance d'une solution homogène à une longueur d'onde donnée.
On utilise ici la spectrophotométrie pour vérifier expérimentalement la concentration massique en vanilline d'un échantillon commercial de vanille liquide.

On considère la vanilline contenue dans un volume V = 1 mL de vanille liquide. On place ce volume dans une fiole jaugée de 250 mL, puis on complète la fiole jusqu'au trait de jauge avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0{,}1$ mol.L^{-1}. On appelle S_1 cette solution.

3.1. Par quel facteur a-t-on dilué la vanilline présente dans l'échantillon commercial ?
3.2. Écrire l'équation de la réaction entre la vanilline et les ions hydroxyde.
Données : Couple vanilline/ion vanillinate : HVan/Van$^-$; couple eau/ion hydroxyde : H_2O/HO^-

On admettra dans la suite que la réaction précédente est totale et que les ions hydroxydes sont en large excès.

Afin d'obtenir une courbe d'étalonnage, on mesure l'absorbance de 5 échantillons de concentration connue en ions vanillinate.

Solution	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
Concentration (c) en ions Van$^-$ en mol.L^{-1}	$5{,}0\times10^{-5}$	$4{,}0\times10^{-5}$	$3{,}0\times10^{-5}$	$2{,}0\times10^{-5}$	$1{,}0\times10^{-5}$
Absorbance (A)	1,35	1,08	0,81	0,54	0,27

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 4
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

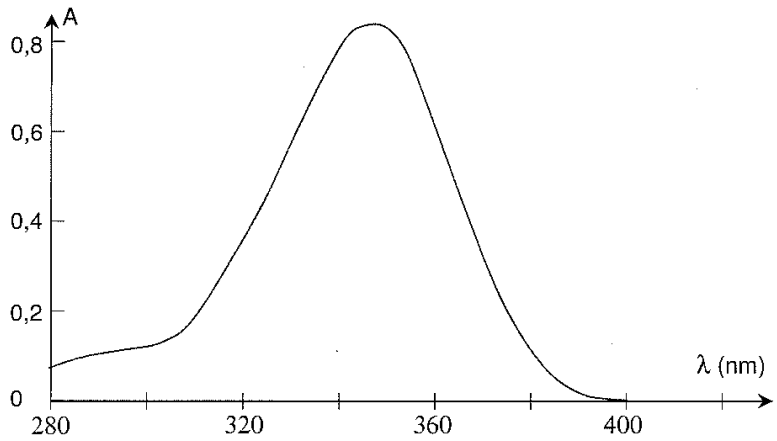


Figure 3 : spectre d'absorption d'une solution de l'ion Van^- de concentration $3{,}1\times10^{-5}$ mol.L^{-1}

3.3. D'après la **figure 3**, estimer la longueur d'onde à laquelle il est judicieux de se placer pour réaliser la courbe d'étalonnage. On donnera le résultat à ± 5 nm près. Justifier.
3.4. Tracer la courbe donnant A en fonction de c sur l'**ANNEXE 2 page 10 (à rendre avec la copie)**.
3.5. Montrer que la représentation graphique est en accord avec la loi de Beer-Lambert $A = k.c$.
3.6. Déterminer la valeur de k en L. mol^{-1}.

La mesure de l'absorbance de la solution S_1 donne $A = 0{,}88$.

3.7. Calculer la concentration molaire c_1 de la solution S_1.
3.8. En déduire la concentration massique c_{m1} de la solution S_1.
Donnée : $M_{vanilline} = 152$ g.mol^{-1}

3.9. Finalement, quelle est la concentration massique c_m de l'échantillon commercial ?

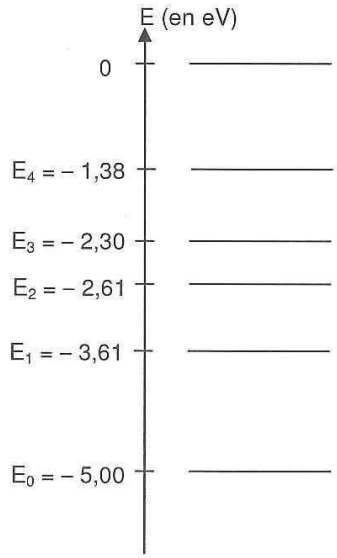
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE Á RENDRE AVEC LA COPIE

ANNEXE DE L'EXERCICE I

ANNEXE 1 : diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de césium



ANNEXE 2 : question 3.4

