

TS3 - Physique-Chimie
Devoir en classe n°3 - Durée : 2h
Proposition de correction

EXERCICE I : VRAI OU FAUX

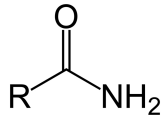
1. Spectroscopie UV-visible

- 1.1. VRAI** : une solution colorée transmet les radiations de ses propres couleurs.
- 1.2. VRAI** : une solution colorée absorbe les radiations qui ne sont pas de sa couleur.
- 1.3. FAUX** : la teinte d'une solution correspond à la couleur complémentaire de la couleur absorbée.
- 1.4. FAUX** : l'absorbance est d'autant plus faible que la solution est claire car l'absorbance caractérise la capacité de la solution à absorber la lumière.
- 1.5. FAUX** : plus une solution est foncée, plus sa transmittance est faible car la solution transmet alors moins la lumière.

2. Spectroscopie infrarouge

- 2.1. FAUX** : un spectre infrarouge permet d'identifier les groupes caractéristiques d'un composé organique.
- 2.2. FAUX** : une liaison $C = C$ et une liaison $C - C$ donnent deux bandes d'absorption distinctes en spectroscopie infrarouge car plus la liaison est forte, plus le nombre d'onde de la bande d'absorption est élevé.
- 2.3. VRAI** : une liaison $C - O$ et une liaison $C - H$ donnent deux bandes d'absorption distinctes en spectroscopie infrarouge.
- 2.4. FAUX** : en ordonnée d'un spectre infrarouge, on trouve la transmittance exprimée en %.
- 2.5. FAUX** : plus le nombre d'onde est élevé, plus l'énergie portée par un photon est importante car celle-ci est proportionnelle au nombre d'onde σ ; en effet, $\Delta E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda} = h \cdot c \cdot \sigma$.

3. Groupes caractéristiques

- 3.1. FAUX** : le groupe caractéristique d'une fonction amide est : 
- 3.2. FAUX** : le composé de formule $CH_3 - CO - CH(CH_3)_2$ fait partie de la classe fonctionnelle des cétones et se nomme 3-méthylbutan-2-one.
- 3.3. VRAI** : la molécule de propanoate d'éthyle contient cinq atomes de carbone.
- 3.4. FAUX** : le 2-méthylbutan-2-ol est un alcool tertiaire.
- 3.5. VRAI** : le 3-méthylhex-2-ène est sujet à l'isomérisation Z/E.

EXERCICE II : ÉTUDE D'UNE SOLUTION D'ANTISEPTIQUE

1. L'ordre de grandeur du coefficient d'extinction molaire ϵ_{350} de l'ion triiodure à la longueur d'onde $\lambda = 350 \text{ nm}$ est de $\epsilon_{350} = 1000 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ d'après le document 2.
2. D'après la loi de Beer-Lambert, $A_{350} = \epsilon_{350} \cdot \ell \cdot c = 1000 \times 1 \times 0,04 = 40$, une solution de Lugol ayant une concentration en ions triiodure $c = 0,04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ d'après le document 1.
3. Les mesures sont effectuées à la longueur d'onde $\lambda = 500 \text{ nm}$ afin de diminuer l'absorbance de la solution (le coefficient d'extinction molaire de l'ion triiodure est environ 4 fois moindre à cette longueur d'onde). La dilution d'un facteur 10 a le même rôle. Ces deux choix permettent de mesurer des absorbances plus faibles (environ 40 fois plus faibles donc de l'ordre de 1 pour la solution de Lugol), en rapport avec les capacités de l'appareil qui ne peut mesurer des absorbances supérieures à 2.
4. D'après la loi de Beer-Lambert, l'absorbance A_{500} et la concentration en ion triiodure sont proportionnelles et le coefficient de proportionnalité vaut $k = \epsilon_{500} \cdot \ell$. Le document 3 témoigne de cette proportionnalité puisque la courbe est une droite passant par l'origine du repère. Pour déterminer le coefficient directeur de cette droite, on choisit les deux points suivants : $O(0; 0)$ et $M(10 \cdot 10^{-3}; 2,5)$. Ainsi, nous avons $k = \frac{A_M - A_O}{[I_3^-]_M - [I_3^-]_O} = \frac{2,5 - 0}{10 \cdot 10^{-3} - 0} = 250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$. Enfin, nous obtenons le coefficient d'extinction molaire recherché : $\epsilon_{500} = \frac{k}{\ell} = \frac{250}{1,00} = 250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$.
5. Par lecture graphique, on trouve $C' = 4,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Par le calcul, on utilise la loi de Beer-Lambert telle que : $A' = \epsilon_{500} \cdot \ell \cdot C'$ d'où $C' = \frac{A'}{\epsilon_{500} \cdot \ell} = \frac{1,00}{250 \times 1,00} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
6. Comme la solution de Lugol a été diluée 10 fois, on a : $C_L = 10 \cdot C' = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On retrouve bien la valeur donnée dans le document 1.

EXERCICE III : EFFET DOPPLER ET ASTROPHYSIQUE (8 points)

1. PREUVE DE L'EXPANSION DE L'UNIVERS

- 1.1.** La longueur d'onde médiane du doublet de Ca^{2+} dans le spectre de la galaxie nommée NGC 691 est de $\lambda = 5315 \text{ \AA}$. On peut alors calculer le redshift : $z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda} = \frac{5315 - 5268}{5268} = 8,9 \cdot 10^{-3}$
- 1.2.** La vitesse d'éloignement de la galaxie NGC 691 par rapport à la Terre se calcule grâce au **document 1** : $V = c \cdot z = 2,99792 \cdot 10^8 \times 8,9 \cdot 10^{-3} = 2,7 \cdot 10^6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- 1.3.** D'après le **document 1**, $V = c \cdot z$ et d'après le **document 2**, $z = \frac{H_0 \cdot d}{c}$ d'où $V = \frac{H_0 \cdot d}{c} \cdot c$. On obtient donc $V = H_0 \cdot d$, relation qui traduit bien la proportionnalité entre la vitesse d'éloignement et la distance à la Terre.
- 1.4.** Dans le **document 2**, on indique que $4 < z < 5$ pour les objets lointains. Or, dans ce cas, si la relation du **document 1** était valable, nous aurions (avec $V = c \cdot z$) : $4c < V < 5c$ ce qui est impossible car c est une vitesse limite et aucun objet ne peut se mouvoir avec une vitesse supérieure à c .

2. DÉTECTION D'UNE ÉTOILE DOUBLE « SPECTROSCOPIQUE »

- 2.1.** Dans la situation décrite dans le **document 4**, l'étoile A s'éloigne donc $\lambda_A > \lambda$ et l'étoile B se rapproche donc $\lambda_B < \lambda$. On a donc bien la relation $\lambda_A > \lambda_B$.
- 2.2.** Dans les configurations 2 et 4, les vecteurs vitesse des étoiles sont perpendiculaires à la direction de visée : il n'y a donc pas d'effet Doppler, ni pour A , ni pour B et dans ces configurations, $\lambda_A = \lambda_B$.

La configuration 1 correspond à la situation de la question **2.1** donc $\lambda_A > \lambda_B$.

Enfin, dans la configuration 3, c'est l'inverse de la configuration 1 donc $\lambda_A < \lambda_B$.

Relation entre λ_A et λ_B	$\lambda_A = \lambda_B$	$\lambda_A > \lambda_B$	$\lambda_A < \lambda_B$
Configuration(s)	2 et 4	1	3

- 2.3.** Dans le **document 5**, on voit que l'on retrouve à la date 1,886 jours la situation à 0,061 jours. Or la plus petite durée séparant deux dates auxquelles l'effet Doppler ne se manifeste pas (configurations 2 et 4) correspond à la moitié de la durée nécessaire à parcourir l'orbite, soit $\frac{T}{2}$. Entre ces deux dates se sont écoulés $1,886 - 0,061 = 1,825 \text{ j}$ d'où $T = 2 \times 1,825 = 3,650 \text{ j}$
- De même entre les dates 0,061 jours et 2,038 jours, ce qui fournit une seconde valeur de la période $T = 2 \times (2,038 - 0,061) = 3,954 \text{ j}$

On peut en déduire une valeur moyenne de la période $T = \frac{3,650 + 3,954}{2} = 3,802 \text{ j} \simeq 3,8 \text{ j}$