

**LES TRANSITIONS ELECTRONIQUES DANS LES ATOMES ET LES MOLECULES
ou POURQUOI LES CAROTTES SONT-ELLES ORANGE ?**

1. TRANSITIONS ELECTRONIQUES DE L'ATOME D'HYDROGENE

1.1. Spectre de l'hydrogène

Se connecter sur le site www.jf-noblet.fr. Choisir dans les menus déroulants: *Seconde, Thème Univers, Spectre des éléments*.

En cliquant sur un élément de la classification périodique, son spectre d'émission apparaît dans la bande horizontale au milieu de l'écran. Régler les paramètres d'affichage du spectre: *sans fond continu* et *Paramètres par défaut*.

- Observer les spectres de quelques éléments: Hg, Na, Zn ...

- Dans la suite on travaillera sur le spectre de l'hydrogène. Le faire apparaître sur l'écran. Demander l'affichage des longueurs d'onde des raies en cliquant sur le bouton λ . Les valeurs des longueurs d'onde sont affichées en Angström ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$). Relever les valeurs indiquées dans le tableau (ne pas tenir compte de la deuxième colonne qui donne l'intensité relative de chaque raie)

.....
.....

- Le tableau donne six valeurs: est-ce cohérent avec le nombre de raies que vous observez sur le spectre?

Certaines raies ne sont pas observées: pourquoi?.....

.....
.....
.....

Deux raies ont des longueurs d'onde "très proches": calculer pour ces deux raies le rapport $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ avec $\Delta\lambda = |\lambda_1 - \lambda_2|$ et expliquer pourquoi on peut considérer qu'elles ne forment qu'une seule raie. En déduire combien de chiffres significatifs, on peut garder ici pour les valeurs de λ .

.....
.....
.....

- Les 5 raies précédentes forment la série de Balmer (Johan Balmer, physicien suisse, 1825-1898) qui remarqua que les longueurs d'onde de ces raies obéissent à la formule:

$$\frac{1}{\lambda_n} = k \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ avec } n > 2. \quad \text{relation (1)}$$

La relation précédente peut être envisagée comme une relation affine entre deux grandeurs: lesquelles ?

.....
.....

Quelle est l'étude graphique qui permettra de valider la relation (1) ? Choisir, parmi les réponses proposées, la réponse que vous estimez correcte puis justifier.

- A . $\lambda_n = f(n^2)$ B : $\lambda_n = f(1/n^2)$ C : $1/\lambda_n = f(1/n^2)$ D : $1/\lambda_n = f(n^2)$

.....
.....
.....

Dans le logiciel Excel, créer un tableau:

- première colonne: longueurs d'onde (en mètre) des raies de la série de Balmer
- deuxième colonne: entier naturel n associé à chaque raie. **Expliciter le raisonnement que vous avez suivi pour attribuer un entier n à chaque longueur d'onde**

.....
.....
.....

Première S

Puis procéder à la validation graphique de la relation (1). Réfléchir au nombre de chiffres significatifs à prendre en compte pour les paramètres de la relation obtenue.

Déduire de l'étude précédente une valeur (et une unité!) pour k avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec les données.

.....
.....
.....

1.2. Energie des raies de la série de Balmer

L'expression de l'énergie E associée à un photon de longueur d'onde λ ou de fréquence f est : $E = h \cdot f$ ou $E = h \cdot \frac{c_0}{\lambda}$

Préciser les unités de toutes les grandeurs intervenant dans les relations précédentes:

.....
.....
.....

1.3. Modèle de Bohr pour l'atome d'hydrogène (Niels Bohr, physicien danois, 1885-1962)

Dans ce modèle les niveaux d'énergie électronique de l'atome d'hydrogène sont donnés par la formule:

$$E_n = \frac{-E_0}{n^2}$$

En considérant que les raies de la série de Balmer sont dues à des transitions électroniques d'un niveau d'énergie E_n (n > 2) vers le niveau d'énergie E₂ montrer que la relation précédente valide la relation empirique de Balmer (relation (1)).

.....
.....
.....
.....
.....

En déduire une expression de E₀ en fonction de k.

.....
.....

Calculer la valeur de E₀ en J puis en eV.

.....
.....
.....
.....

Données: h : constante de Planck h = 6,63 . 10⁻³⁴ J.s c₀ : vitesse de la lumière dans le vide c₀ = 3,00 . 10⁸ m.s⁻¹
1 eV = 1,60.10⁻¹⁹ J

Déduire de l'étude précédente la valeur (en eV) des 7 premiers niveaux d'énergie électronique de l'atome d'hydrogène.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Première S

Rassembler les résultats sur:

a) un diagramme d'énergie avec les 7 premiers niveaux d' énergie de l' atome d' hydrogène (échelle: 1 cm pour 2 eV)

b) un diagramme d'énergie avec les niveaux impliqués dans la série de Balmer (échelle 2 cm pour 1 eV) où seront indiquées les valeurs des longueurs d'onde des raies associées.

2. TRANSITIONS ELECTRONIQUES DANS LES MOLECULES

Comme les atomes, les molécules possèdent des niveaux d' énergie quantifiés. En général, l' écart entre les niveaux d' énergie des molécules est de l'ordre de plusieurs électronvolts.

Calculer la longueur d'onde d'une raie associée à une différence d'énergie de 5 eV:

.....
.....
.....

Déduire du calcul précédent le domaine dans lequel se situent les spectres des molécules: UV, IR ou visible?

.....
.....

L'absorption d'un photon peut souvent être attribuée à des électrons appartenant à un petit groupe d'atomes. Par exemple la présence d'un groupe carbonyle entraîne une absorption vers 290 nm. Les groupes présentant des absorptions optiques caractéristiques sont appelés chromophores (du grec signifiant "porteur de couleur").

Exemples de groupes chromophores: C = C: absorption autour de 165 nm
C = O: absorption autour de 290 nm

Cependant la valeur de la longueur d' onde d' absorption peut être modifiée par l'environnement proche du groupe chromophore. Par exemple:

- Z et E but-2-ène: absorption autour de 186 nm
- 2-méthylbut-2-ène: absorption autour de 192 nm
- 2,3-diméthylbut-2-ène: absorption autour de 198 nm

Donner les écritures topologiques des molécules citées.

E but-2-ène

Z but-2-ène

2-méthylbut-2-ène

2,3-diméthylbut-2-ène

Première S

Quel groupe chromophore ont-elles en commun?

.....
.....

Expliquer les différences d'environnement du groupe chromophore dans les 4 molécules.

.....
.....
.....

Le cas des molécules comportant des doubles liaisons conjuguées

Les doubles liaisons conjuguées sont des doubles liaisons $C=C$ alternant avec des simples liaisons $C-C$ ($-C=C-C=C-$).

Plus une molécule comporte de doubles liaisons conjuguées, plus les niveaux d' énergie électronique de la molécule sont rapprochés.

Applications :

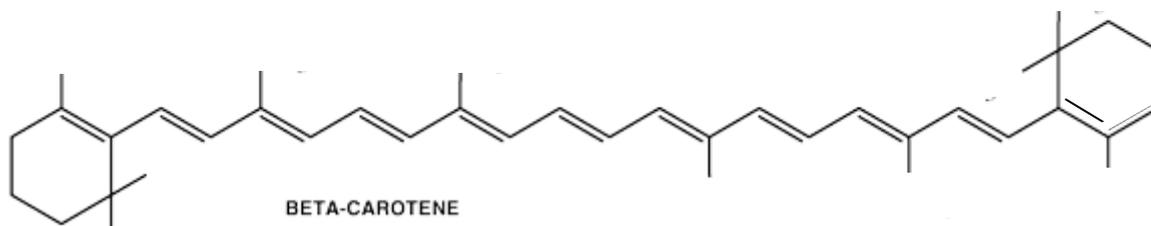
- Le buta-1,3-diène présente une bande d' absorption autour de 217 nm. Ecrire la formule topologique du buta-1,3-diène :

- Ecrire la formule topologique de l' hexa-1,3,5- triène :

La bande d' absorption de l' hexa-1,3,5-triène se situera-t-elle à une longueur d' onde inférieure ou supérieure à 217 nm ?

.....
.....
.....

- Les carottes contiennent du β -carotène. La formule topologique du β -carotène est donnée ci-dessous :



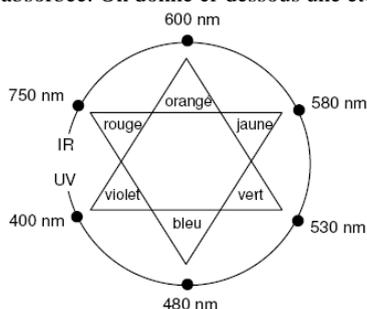
Combien de doubles liaisons conjuguées possède le β -carotène ?

Le β -carotène présente une bande d' absorption autour de 497 nm. Comment peut-on expliquer ce fait ?

.....
.....
.....

Quelle est la couleur associée à la longueur d' onde 497 nm ?

La couleur d' une espèce chimique résulte des longueurs d' onde absorbées par la molécule. Lorsque les longueurs d' onde absorbées par la molécule appartiennent au domaine visible du spectre, la couleur de l' espèce chimique est la couleur complémentaire de celle qui est absorbée. On donne ci-dessous une étoile des couleurs complémentaires. Répondre à la question posée dans le titre.



.....
.....
.....
.....
.....