

Rédaction avec présentation des données, loi éventuelle, grandeur, expression de calcul, résultat en notation scientifique avec le bon nombre de CS.

Exercice I Molécules colorées et géométrie spatiale

11

Document 1 Nombre de liaisons conjuguées et domaine d'absorption

Le nombre de liaisons conjuguées successives dans une molécule influe sur le domaine d'absorption de celle-ci. Plus ce nombre est élevé, plus le domaine d'absorption se déplace vers le domaine du visible en commençant par l'absorption

λ (nm)	Radiations absorbées	Couleur diffusée	n
200 - 400	ultraviolettes	aucune	< 7
400-435	violettes	jaune – vert	7-8
435-480	bleu	jaune	8-9
480-490	vert bleu	orange	10-11
490-500	bleu vert	rouge	11-12
500-560	vert	magenta	12-13

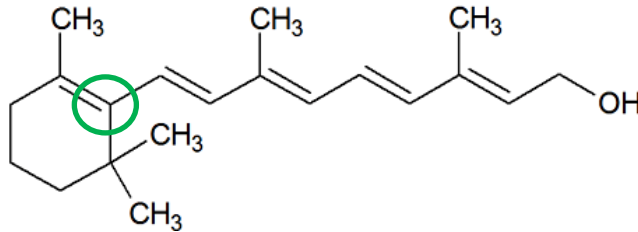
des radiations violettes. Le tableau ci-contre établit une relation approximative entre leur nombre, le domaine et la couleur des radiations absorbées et la couleur diffusée par la molécule, car d'autres facteurs interviennent comme la présence de groupes particuliers ou de cycles comportant six carbones et trois liaisons doubles (ou deux s'ils sont entourés par d'autres cycles).

Document 2 Formules de quelques molécules

• β -carotène et vitamine A (molécules différentes)

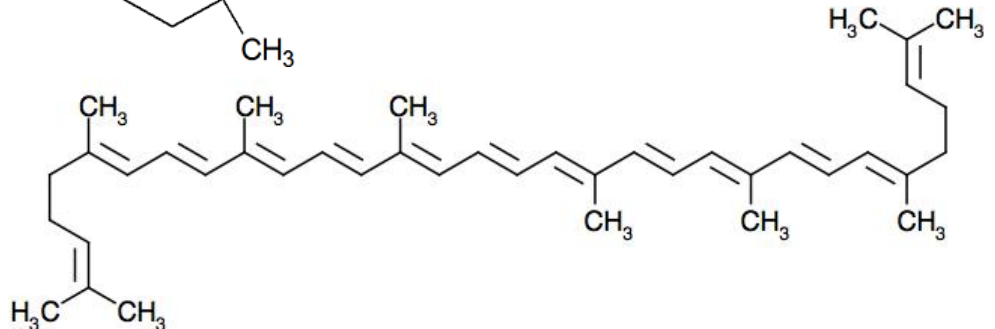
Le β -carotène ou provitamine A, précurseur de la vitamine A, est la forme de carotène la plus répandue, présente dans des cellules végétales, et, en particulier, celles des carottes auxquelles il donne sa couleur jaune. Ce pigment est utilisé comme colorant alimentaire.

Formule de la vitamine A :

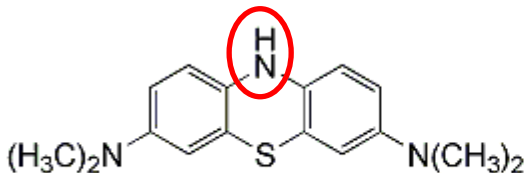


• Lycopène

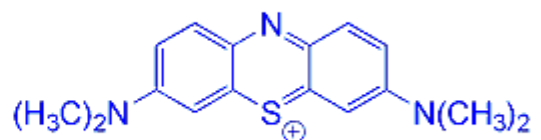
C'est un pigment présent dans la tomate, la pastèque, mais aussi dans certains fruits rouges. Il est utilisé comme colorant alimentaire.



• Bleu de méthylène (formes réduite et oxydée)



incoloré
(molécule réduite)



bleu
(molécule oxydée)

Questions

- Pourquoi le β -carotène est-il considéré comme un pigment dans les cellules de la carotte ? (1)
- En vous appuyant sur les documents, déduisez en justifiant :
 - la couleur de la vitamine A. (1)
 - le domaine d'absorption du β -carotène. (1)
 - la couleur diffusée par le lycopène. (1,5)
- Proposez une explication au fait que la forme oxydée du bleu de méthylène soit bleue. (1,5)
- En justifiant précisément :
 - donnez le nombre de liaisons formées par l'atome d'oxygène et l'éventuelle présence de doublets non liants. (2) Donnée : oxygène $Z = 8$

b. donnez la géométrie autour :

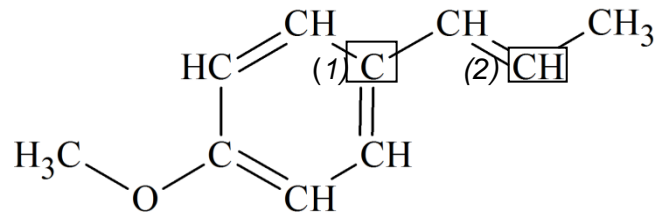
- de l'atome d'azote N (encadré rouge) dans la molécule de bleu de méthylène réduit incolore. (1)

- de l'atome de carbone C (encadré vert) dans la vitamine A. (1)

5) Précisez l'influence des doublets non liants dans la géométrie d'une molécule. (1)

Exercice II *Isomérisation Z et E* **3,5**

L'anéthol, formule ci-contre, est une molécule organique dont l'isomère E est présent dans le fenouil et l'anis. Sous l'action de la lumière, il devient l'isomère Z dont l'odeur est désagréable.



1) Justifiez le fait que l'anéthol soit une molécule organique. (0,5)

2) Quel adjectif qualifie la réaction permettant de passer de l'isomère E à Z. (0,5)

3) Quelle double liaison parmi celles portées par les carbones (1) ou (2) de la formule est responsable de l'isomérisation Z et E ? Justifiez. (1,5)

4) Représentez la molécule en développant autour de la double liaison (par commodité, la longue chaîne sera représentée par la lettre R). L'isomère présenté est-il un isomère Z ou E ? Justifiez. (1)

Exercice III *Interactions gravitationnelle et électromagnétique* **7,5**

Le chlorure de sodium se présente sous la forme d'un cristal dont le plus petit élément peut être représenté par le cube ci-contre de côté a. Les ions sodium Na^+ et chlorure Cl^- sont stratégiquement placés pour assurer la cohésion du cristal. La distance entre deux ions de mêmes charges correspond à la moitié de la diagonale d'une face soit $D = 399 \text{ pm}$ tandis que celle entre deux ions de charges opposées est $d = a/2 = 282 \text{ pm}$

Donnée : $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

Charge électrique élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Constantes : $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ SIU}$ et $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SIU}$

Masse des ions chlorure : $m(\text{Cl}^-) = 5,85 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$

1) a. En fonction de la charge élémentaire e, exprimez la charge $q(\text{Cl}^-)$ portée par l'ion chlorure, puis celle $q(\text{Na}^+)$ de l'ion sodium. (1)

Aide : la partie du symbole de l'ion exprimant sa charge donne le nombre de charges et indique le fait qu'elle soit positive ou négative.

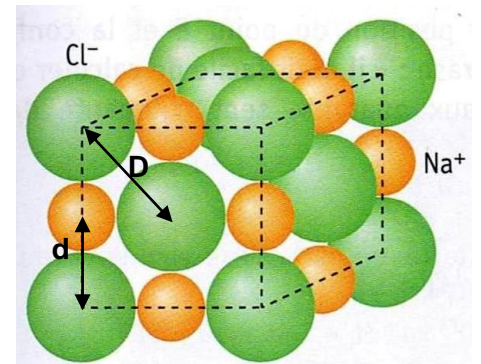
b. Exprimez et calculez l'interaction électromagnétique entre deux ions chlorure. Quelle est la nature de cette interaction ? (1,5)

c. En déduire, sans calcul et en justifiant, la valeur de celle entre deux ions sodium. (1)

d. L'interaction électromagnétique entre un ion chlorure et un ion sodium a pour valeur $2,9 \cdot 10^{-9} \text{ N}$. Quelle est la nature de cette interaction ? Comparez cette valeur à celle existant entre deux ions de même charge et concluez sur la stabilité du cristal. (1,5)

2) Entre deux ions chlorure, exprimez et calculez l'interaction gravitationnelle. (1)

3) Donnez et comparez les ordres de grandeur des interactions gravitationnelle et électromagnétique et concluez sur celle prédominante au niveau du cristal de chlorure de sodium. (1,5)



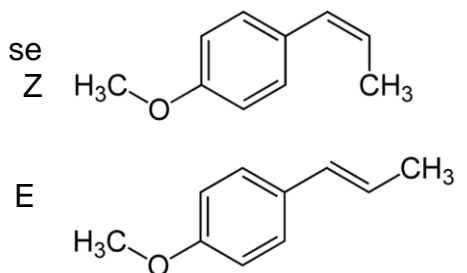
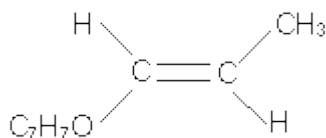
Correction

Exercice I

- 1) Le β -carotène dans les cellules de la carotte est considéré comme un pigment, car il n'y est pas soluble dans le cytoplasme de la cellule ou parce qu'il colore les cellules. (1)
- 2) a. La vitamine A ne possède que cinq liaisons conjuguées successives et, selon le tableau, ce nombre étant inférieur à 7, la molécule ne diffuse pas de rayonnement dans le spectre du visible. (1)
b. Le β -carotène est de couleur jaune. D'après le tableau, cette couleur correspond à un domaine d'absorption compris entre 435 et 480 nm. (1)
c. Le lycopenène possède 13 liaisons doubles dont 11 seulement conjuguées. D'après le tableau, ce nombre correspond à la diffusion de la couleur rouge. (1,5)
- 3) Cette molécule contient 7 liaisons conjuguées. Elle devrait émettre dans le jaune-vert, or elle est bleu ; Ce déplacement de couleurs s'expliquent par le fait que ces liaisons sont toutes portées par des cycles carbonés successifs provoquant une délocalisation des électrons sur l'ensemble de la molécule d'où un déplacement de l'absorption dans le domaine du visible plus vers les grandes longueurs d'onde. De plus, la présence de groupes sur la chaîne carbonée peut renforcer ce phénomène. (1,5)
- 4) a. La structure électronique de l'atome d'oxygène est $(K)^2(L)^6$. Pour appliquer la règle de l'octet, l'oxygène va créer deux liaisons. Sur les six électrons de sa couche externe, $6 - 2 = 4$ restent non engagés dans les liaisons et s'associent par deux pour former deux DNL. (2)
b. L'atome d'azote N (encadré rouge) forme ses trois liaisons avec trois atomes différents et adopte donc une géométrie pyramidale. (1)
L'atome de carbone C (encadré vert) forme ses quatre liaisons avec trois atomes différents et adopte donc une géométrie triangulaire plane. (1)
- 5) Les doublets non liants sont composés d'électrons comme les doublets liants et tous ces doublets se repoussent entre eux entraînant une géométrie apparente au cœur d'un tétraèdre autour de N ou O quand ils établissent leurs liaisons avec autant d'atomes. (1)

Exercice II

- 1) L'anéthol est une molécule organique, car elle est composée d'atomes de carbone, d'hydrogène (auxquels s'est accessoirement associé un atome d'oxygène). (0,5)
- 2) Une réaction se produisant sous l'action de la lumière est dite photochimique. (0,5)
- 3) Pour présenter une isomérisation Z et E, une molécule répond à la formule générale $R - CH = CH - R'$. Or, le carbone (1) ne porte pas d'atome d'hydrogène donc il ne répond pas à cette formule, contrairement au carbone (2). En effet, chaque carbone de la double liaison partant de ce carbone porte un H et un groupe. (1)
- 4) L'isomère présenté est-il un isomère E, car les groupes $-CH_3$ et R se situent de part et d'autre de la double liaison. (1,5)



Exercice III

- 1) a. L'ion chlorure de charge - 1 porte moins une charge élémentaire : $q(Cl^-) = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
L'ion sodium de charge + 1 porte une charge élémentaire : $q(Na^+) = +e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (1)
b. $F_{Cl/Cl} = k \times |q(Cl^-) \times q(Cl^-)| / d^2 = k \times |q(Cl^-) \times q(Cl^-)| / D^2$
 $F_{Cl/Cl} = 9,0 \cdot 10^9 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 1,6 \cdot 10^{-19} / (399 \cdot 10^{-12})^2 = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ N}$
C'est une interaction répulsive. (1,5)
c. Entre les deux interactions, seuls changent les signes des charges dont les effets sont effacés par la valeur absolue : $F_{Cl/Cl} = F_{Na/Na} = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ N}$ (1)
d. Entre un cation et un anion, l'interaction électromagnétique attractive est presque deux fois plus forte ($2,9 > 1,5$) que celle répulsive entre deux ions de même charge donc les ions s'attirent plus qu'ils se repoussent dans cet agencement cristallin d'où la stabilité du cristal. (1,5)
- 2) $F_{Cl/Cl} = F_{Cl/Cl} = G \times m(Cl^-) \times m(Cl^-) / d^2 = G \times m(Cl^-) \times m(Cl^-) / D^2$
 $F_{Cl/Cl} = F_{Cl/Cl} = 6,67 \cdot 10^{-11} \times 5,85 \cdot 10^{-26} \times 5,85 \cdot 10^{-26} / (399 \cdot 10^{-12})^2 = 1,43 \cdot 10^{-42} \text{ N}$ (1)
- 3) Les ordres de grandeur des interactions gravitationnelle et électromagnétique sont 10^{-42} et 10^{-9} N . L'interaction électromagnétique apparaît très largement prédominante au niveau du cristal de chlorure de sodium. (1,5)