

Corrigé du bac 2016 : Physique- Chimie Spécialité Série S – Asie

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2016

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Spécialité

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3 h 30 – COEFFICIENT : 8

L'usage des calculatrices EST autorisé.

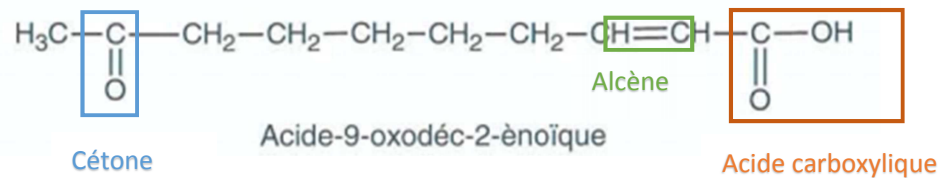
Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

EXERCICE I – L'ALANINE EN INFRAROUGE (7 points)

A) La communication chez les abeilles

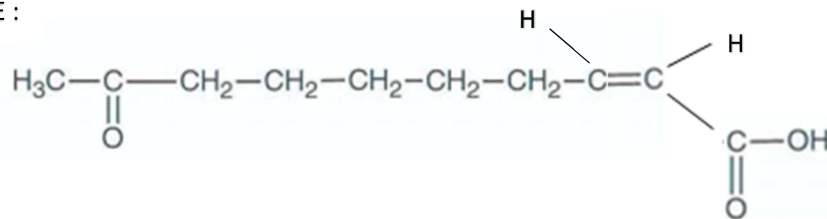
1) La phéromone mandibulaire de la reine

1.1)

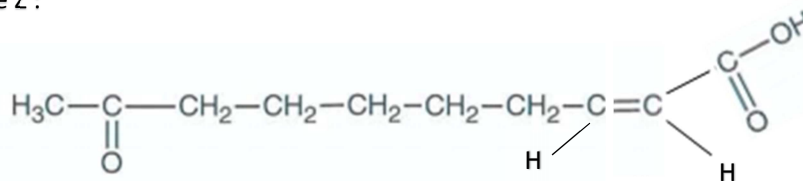


1.2) L'acide-9-oxodéc-2-énoïque ne possède pas de carbones asymétriques, mais possède une double liaison C=C. Cette molécule va donc posséder deux stéréoisomères Z et E.

Stéréoisomère E :

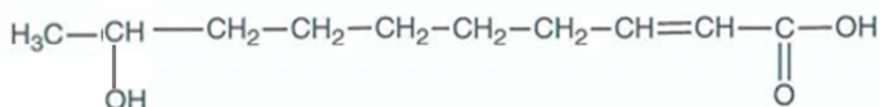


Stéréoisomère Z :



1.3) L'acide 9-hydroxydéc-2-énoïque possède :

- Une chaîne carbonée de 10 C (« -déc »)
- Un groupement hydroxyle sur le 9^{ème} carbone (« 9-hydroxy- »)
- Un groupement acide carboxylique (« acide [...] -oïque »)
- Une double liaison au niveau du 2^{ème} carbone (2-ène)



1.4) L'acide 9-hydroxydéc-2-énoïque possède un carbone asymétrique, il possède donc deux stéréoisomères (des énantiomères).

De plus, la présence d'une double liaison C=C induit la présence d'une stéréoisomérisation Z/E, donnant des diastéréoisomères.

2. Phéromone d'alarme et phéromone d'attaque

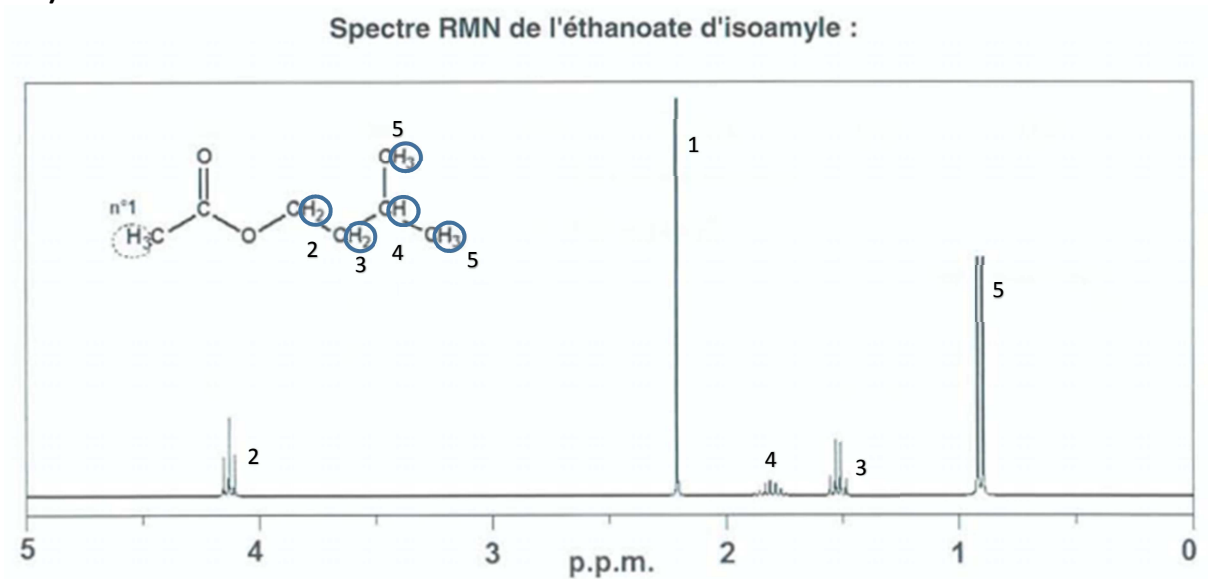
2.1) Les deux spectres infrarouges se ressemblent très fortement, et c'est normal car les deux molécules étudiées se ressemblent beaucoup elles aussi. On peut noter cependant la présence dans l'éthanoate d'isoamyle d'une liaison C-O, absente dans l'heptan-2-one.

Le spectre infrarouge d'une telle molécule possèdera entre 1200 et 1300 cm^{-1} une bande forte, ce qui ne sera pas le cas sur le spectre IR de l'heptan-2-one.

On retrouve cette bande dans le spectre IR n°1.

Le spectre IR n°1 correspond donc à l'éthanoate d'isoamyle, et le n°2 à l'heptan-2-one.

2.2)



Les protons du groupe 1 n'ont pas de voisin : on a un singulet à 2,2 ppm.

Les protons du groupe 2 ont deux voisins : on a un triplet à 4,1 ppm.

Les protons du groupe 3 ont trois voisins : on a un quadruplet à 1,5 ppm.

Le proton du groupe 4 possède huit voisins : on a un nonuplet à 1,8 ppm.

Les protons du groupe 5 ont un seul voisin : on a un doublet à 0,9 ppm.

B) Le miel : source de nourriture

1) Tout le glucose et le fructose doivent être consommés par le DNS lors de la réaction si nous voulons connaître la concentration en sucres réducteurs. Le DNS doit alors être introduit en excès, et le glucose et le fructose doivent être les réactifs limitants.

2) Travaillons tout d'abord avec la solution 1, celle dont nous disposons des informations principales pour calculer la concentration massique :

L'absorbance de la solution S₁ vaut 0,4. En utilisant l'équation de la courbe d'étalonnage, on a

$$C_m(S_1) = \frac{A}{0,68} = \frac{0,4}{0,68} = 0,59 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

La solution S₁ ayant été diluée 10 fois, la solution S₀ est alors 10 fois plus concentrée.

$$\text{Ainsi, } C_m(S_0) = 10 * C_m(S_1) = 5,9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Si nous calculons maintenant la masse de sucres réducteurs dans 50 mL de solution S₀, on obtient $m = C_m(S_0) * V = 5,9 * 50 \cdot 10^{-3} = 0,294 \text{ g}$.

Il y a donc 0,294 g de glucose dans 0,6 g de miel, ce qui fait 49 g de glucose dans 100 g de miel.

Ce miel respecte donc la norme concernant les sucres réducteurs puisque la teneur en glucose dépasse 45g.

EXERCICE II - LES LIDAR « LIGHT DETECTION AND RANGING » (10 points)

1) Le LiDAR topographique embarqué

1.1) Les deux propriétés caractéristiques du rayonnement émis par les lasers sont :

- La nature monochromatique du rayonnement : le rayonnement laser ne contient théoriquement qu'une seule longueur d'onde.
- La nature unidirectionnelle : contrairement à la lumière ordinaire, toutes les ondes lumineuses se déplacent dans la même direction. Le rayon laser est très peu divergent.

1.2) Les lampes flash servent au pompage optique.

Remarque : Le pompage optique est un procédé qui permet de changer d'une manière appréciable les valeurs des populations des états quantifiés des atomes, des molécules et des ions (on désigne par le mot « population » le nombre d'atomes dans un état quantique donné).

1.3) Pour calculer la valeur de cette longueur d'onde, on se sert de la formule utilisée pour calculer l'énergie d'un photon :

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Ce qui nous donne :

$$\lambda = \frac{hc}{E_3} = 6,62 \cdot 10^{-34} * \frac{3,00 \cdot 10^8}{2,458 \cdot 10^{-19}} = 808 \text{ nm}$$

1.4) L'impulsion effectue un aller-retour depuis l'avion jusqu'au sommet de la montagne en dessous (elle est arrêtée par la montagne). On aura alors 2 fois la distance sommet-avion, qui vaut H-h.

D'après la formule reliant le temps, la distance parcourue et la célérité d'une onde, on a :

$$\Delta t = \frac{2(H - h)}{c}$$

1.5) La durée Δt du trajet aller-retour de l'impulsion laser est plus grande lorsque le sommet de la montagne est plus bas en altitude. A $t=0$, on doit donc prendre la courbe qui présente le Δt le plus élevé (car le sommet est très bas) : il s'agit du graphique a.

1.6) En se servant de la formule trouvée en 1.4), on a :

$$H - h = \frac{\Delta t}{2} * c$$

Puis

$$h = H - \frac{\Delta t}{2} * c = 3,50 - \frac{13,6 \cdot 10^{-6}}{2} * 3,00 \cdot 10^8 = 1,46 \cdot 10^3 \text{ m}$$

1.7) La vitesse de l'avion est de 450 km/h, soit 125 m/s.

On sait que la durée Δt du trajet aller-retour de l'impulsion laser est de 13,6 μs , donc la distance parcourue par l'avion durant cette durée est de $125 \cdot 13,6 \cdot 10^{-6} = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.

Cette distance est très inférieure à celle de H (3,50 km). L'hypothèse est donc bien vérifiée.

2) Le LiDAR bathymétrique

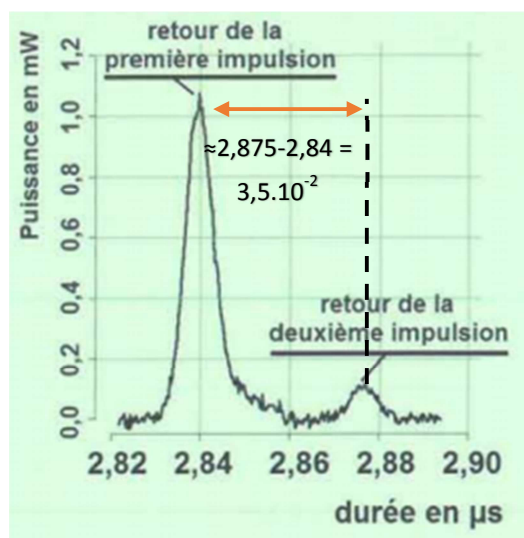
2.1) Le premier laser vert possède une longueur d'onde comprise entre 500 et 800 nm (domaine du visible) : il s'agit du laser de longueur d'onde égale à 532 nm.

Le second laser possède une longueur d'onde hors du domaine du visible car situé dans l'infrarouge : il s'agit du laser de longueur d'onde égale à 1064 nm.

2.2) D'après le spectre n°1, on observe une très forte absorption par l'eau des radiations dont les longueurs d'ondes situées dans l'infrarouge, ce qui est tout à fait le contraire pour celles dont les longueurs d'ondes situées autour de 500 nm qui sont très peu absorbées (différence d'un facteur 100 de l'absorption).

Il ne serait donc pas judicieux du tout de travailler avec des lasers émettant dans l'infrarouge.

2.3) Le document n°2 nous fournit une donnée sur le temps entre deux impulsions. C'est à dire le temps mis par une impulsion pour parcourir la profondeur de l'eau deux fois !



La profondeur de l'eau est donc obtenue en effectuant le calcul :

$$D = \frac{c_{eau} * 3,5 \cdot 10^{-2}}{2} = \frac{2,26 \cdot 10^8 * 3,5 \cdot 10^{-2}}{2} = 4,0 \text{ m}$$

3) Le LiDAR à effet Doppler

3.1) Les expériences utilisent le mouvement : il s'agit d'ondes mécaniques qui nécessitent un milieu de propagation, contrairement au LiDAR qui utilise des ondes électromagnétiques.

3.2) La vitesse v_{exp1} calculée va être une vitesse moyenne. En faisant la moyenne des durées inscrites dans le tableau de l'expérience 1, on a : $\tau_{moy} = 2,078 \approx 2,08$.

$$v_{exp1} = \frac{d}{\tau_{moy}} = \frac{30,0}{2,08} = 14,4 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

En tenant compte de l'incertitude sur la vitesse :

$$\frac{U(v)}{v} = \sqrt{\left(\frac{U(\tau)}{\tau}\right)^2 + \left(\frac{U(d)}{d}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,02}{2,08}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{30,0}\right)^2} = 0,02$$

Puis

$$U(v) = v * 0,02 = 14,4 * 0,02 = 0,3 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Ainsi,

$$v = 14,4 \pm 0,3 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

3.3) La fréquence f_2 du chariot en mouvement est plus faible que celle du chariot immobile : le chariot s'éloigne donc de l'ensemble émetteur-récepteur. En effet, plus le chariot s'éloigne, plus la distance à parcourir est grande, donc plus la fréquence spatiale diminue.

3.4) Pour l'expérience n°2, on utilise la formule de la valeur absolue de la variation de fréquence :

$$|\Delta f| = \frac{2 * v * f_{em}}{c}$$

Qui nous donne la valeur de la vitesse v :

$$v = \frac{|\Delta f| * c}{2 * f_{em}} = \frac{(42170 - 42134) * 340}{2 * 42170} = 14,5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$$

Avec une incertitude de 5% :

$$\frac{U(v)}{v} = 0,05$$

D'où

$$U(v) = 0,05 * v = 0,05 * 14,5 = 0,7 \text{ cm. s}^{-1}$$

Pour l'expérience n°2, on a une valeur de vitesse de :

$$v = 14,5 \pm 0,7 \text{ cm. s}^{-1}$$

Les deux expériences donnent des valeurs de vitesses compatibles : la première vitesse est située dans l'intervalle [14,1 ; 14,7] et la deuxième dans l'intervalle [13,8 ; 15,2] qui se recoupe.

EXERCICE III (spé) - UNE MICROPILE A COMBUSTIBLE (5 points)

Question préalable

Calculons le volume de la batterie. Avec les dimensions fournies dans les données, on a :

$$V = h * L * e = 6,2 * 5,0 * 0,5 = 15,5 \text{ cm}^3$$

Remarque : Volume que l'on a exprimé en cm^3 car les valeurs d'énergie volumiques sont données en Wh/cm^3 .

La batterie de téléphone est une batterie Li-ion dont l'énergie est de 7,98 Wh (cf. photo de la batterie fournie dans le sujet). On a alors une énergie volumique pour une batterie Li-ion qui vaut :

$$E_v = \frac{E}{V} = \frac{7,98}{15,5} = 0,51 \text{ Wh/cm}^3$$

Cette valeur est bien comprise dans l'intervalle 0,25 - 0,60 Wh/cm^3 pour les batteries Li-ion.

Problème

« Dans l'hypothèse de l'utilisation d'une micropile DMFC, calculer la taille du réservoir de méthanol assurant la même autonomie au téléphone qu'une batterie Li-ion et exercer un regard critique sur la valeur trouvée. »

L'autonomie d'une batterie Li-ion est de deux jours d'après l'énoncé (cf. introduction).

Pour ce type de batterie, l'énergie donc on dispose vaut (en J) :

$$E = 7,98 * 3600 = 2,873.10^4 \text{ J}$$

La pile à combustible utilise du méthanol liquide pour produire de l'énergie. Sur l'énoncé, au niveau du descriptif de la pile DMFC, on remarque que le méthanol (CH_3OH) ne circule que dans l'anode. Des deux réactions, seule celle qui se produit à l'anode va donc nous intéresser.

Calculer la quantité de matière, et donc par la suite le volume de méthanol, revient à calculer la quantité de matière du CO_2 , des ions H^+ et des électrons. Cependant, nous n'avons aucune information ni sur le CO_2 , ni sur les protons.

Il ne nous reste qu'à travailler avec les électrons. En effet, en calculant la charge électrique de la pile, nous pouvons en déduire la quantité de matière des électrons, et de ce fait, celle du méthanol (en faisant bien attention aux nombres stœchiométriques).

Remarque : Lorsque l'on a affaire à un exercice sur les piles, il ne faut jamais négliger la potentielle contribution des électrons (qui s'annulent souvent lors d'un bilan total). L'énergie d'une pile doit vous faire penser à utiliser les électrons dans l'exercice !

Calculons la quantité de matière d'électrons présente dans la pile :

$$n_e = \frac{Q}{F} = \frac{E}{U * F} = \frac{2,873.10^4}{0,50 * 9,65.10^4} = 0,595 \text{ mol}$$

La quantité de matière de méthanol est la quantité de matière d'électrons que l'on divise par le nombre stœchiométrique adéquat :

$$n_m = \frac{n_e}{6} = \frac{0,595}{6} = 9,924.10^{-2} \text{ mol}$$

On en déduit ensuite la masse, puis le volume de méthanol :

$$m_m = n_m * M_m = 9,924.10^{-2} * (12 + 4 * 1 + 16) = 3,18 \text{ g}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{3,18}{0,792} = 4,0 \text{ cm}^3$$

Le texte nous indique également qu'il faut tenir compte des contraintes techniques qui assurent un rendement de cette pile de 40%.

On a alors

$$V = \frac{4,0}{0,40} = 10 \text{ cm}^3$$

Il faudra donc remplir tous les deux jours un réservoir d'environ 10 cm^3 de méthanol, produit extrêmement inflammable et toxique par de nombreuses voies. De plus, ce volume semble être à la limite haute au regard de la taille de nos batteries de smartphones actuelles.