

TB 1	Chapitre C/M	Chimie + mécanique
DS2		

Banque « Agro-Veto »
A TB – 0425

PHYSIQUE-CHIMIE
RÉSOLUTION DE PROBLÈME
Durée : 3 heures

L'usage d'une calculatrice est autorisé pour cette épreuve.

Chaque candidat est responsable de la vérification de son sujet d'épreuve : pagination et impression de chaque page. Ce contrôle doit être fait en début d'épreuve. En cas de doute, il doit alerter au plus tôt le surveillant qui vérifiera et, éventuellement, remplacera son sujet.

Ce sujet comporte 6 pages numérotées de 1 à 6.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Note : les données importantes pour chaque partie sont situées à la fin des parties.

Normalement ici vous trouver un contexte qui vous met en lumière pourquoi ce sujet est important et s'articule bien dans votre formation en tant que scientifiques. Mais comme ici on a peu de connaissances on a pas grand contexte à fournir donc juste on va faire des trucs.

Ce problème est constitué de trois parties indépendantes :

Partie A : Quelques tirs de basket-ball

Partie B : Étude des principaux acides gras présents dans l'huile de colza

Partie C : Autour de l'élément iode

Partie A : Quelques tirs de basket-ball

On étudie les tirs de basket-ball de manière simplifiée. On suppose que le joueur est face au panneau à une distance D de ce dernier. Le cercle du panier est situé à une hauteur $H = 3,05$ m au-dessus du sol et on assimilera dans un premier temps le cercle à un point situé sur le panneau. De même, le ballon sera considéré comme ponctuel. On néglige les frottements fluides de l'air. Le joueur tire d'une hauteur $h = 2,00$ m au-dessus du sol en imposant une vitesse initiale \vec{v}_0 faisant un angle α avec l'horizontale.

A1. Établir un équation donnant l'accélération du ballon lors du tir.

A2. En déduire les équations horaires de ce mouvement.

A3. Déterminer l'équation de la trajectoire du ballon.

A4. On suppose que le module de la vitesse initiale est fixé. Donner l'équation à vérifier par l'angle α pour que le panier soit marqué. On la mettra sous la forme d'une équation du second degré en $\tan(\alpha)$. (Voir les données pour les fonctions trigonométriques)

A5. Montrer que cette équation n'admet des solutions que si le module v_0 de la vitesse initiale vérifie une inéquation du second degré en $\lambda = v_0^2$.

A6. En déduire l'existence d'une valeur minimale de v_0 pour que le panier soit marqué.

A7. Faire l'application numérique pour un lancer franc (la distance D vaut alors 4,60 m) puis pour un panier à trois points (la distance D vaut alors 6,25 m selon les règles de la Fédération Internationale de Basket-ball).

A8. Si la condition précédente est vérifiée, donner l'expression de $\tan(\alpha)$ et en déduire qu'il existe deux angles possibles pour marquer le panier.

A9. Donner les valeurs numériques des angles α permettant de marquer un lancer franc en supposant que $v_0 = 10,0 \text{ m.s}^{-1}$.

A10. Dans la suite, on suppose que l'angle de tir est fixé. Déterminer l'expression de la vitesse initiale v_0 à imposer pour marquer le panier.

A11. Faire l'application numérique pour un lancer franc et un angle de tir $\alpha = 70^\circ$.

A12. On s'intéresse maintenant à l'influence de la dimension du ballon et du cercle du panier. On rappelle que le rayon du ballon est de 17,8 cm et que le diamètre du cercle (panier) mesure 45,0 cm. On note X la distance entre centre du ballon et le panier, à hauteur du cercle du panier. Donner l'intervalle des valeurs de X permettant de marquer le panier.

A13. Quelle équation doit vérifier X ? On pourra la laisser sous la forme d'une équation du second degré en $(D - X)$.

A14. En déduire la condition que doivent vérifier v_0 , α , g , H et h pour que cette équation ait des solutions.

A15. En déduire les valeurs d'angle de tir possibles en supposant la vitesse initiale v_0 fixée. On fera l'application numérique pour $v_0 = 10,0 \text{ m.s}^{-1}$.

A16. Établir l'existence d'une valeur minimale de v_0 à angle de tir fixé. On fera l'application numérique pour $\alpha = 70^\circ$.

A17. Cette condition étant vérifiée, donner l'expression de $(D - X)$.

Données utiles à la partie A :

$$\frac{1}{\cos^2(\alpha)} = 1 + \tan^2(\alpha)$$

Partie B : Étude des principaux acides gras présents dans l'huile de colza

Les huiles sont constituées de triglycérides. Ce sont des triesters du glycérol et d'acides carboxyliques appelés acides gras. La figure 2 explicite le schéma de structure des triglycérides. La composition d'une huile est généralement donnée par les proportions d'acides gras qu'elle renferme

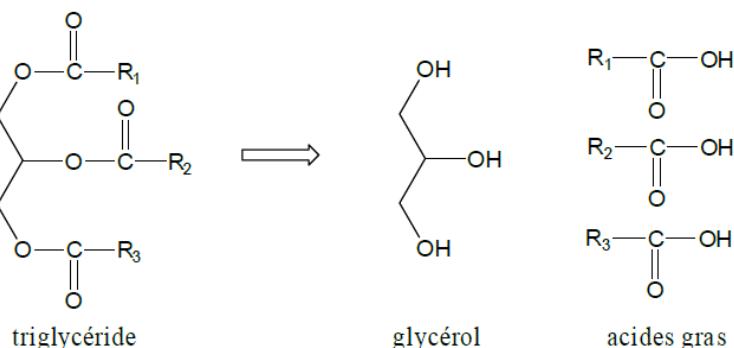


Figure 2 : structure générale des triglycérides

L'huile de colza est très utilisée comme matière première pour la formation de biodiesel. L'huile de colza est constituée de nombreux acides gras, les deux principaux étant l'acide oléique (62 %) et l'acide linoléique (19 %). Le tableau 2 présente quelques propriétés physiques et structurales de trois acides gras. Lorsque l'acide gras est insaturé, une mention ω -z indique la position des insaturations C=C **en partant du côté opposé au groupe acide carboxylique**.

	acide oléique	acide linoléique	acide stéarique
Formule brute	$C_{18}H_{34}O_2$	$C_{18}H_{32}O_2$	$C_{18}H_{36}O_2$
Saturation	mono insaturé ω - 9	polyinsaturé ω - 6,9	Saturé
T_{fus} ($^{\circ}C$)	13	-9	69
Densité	0,898	0,902	0,941
Solubilité dans l'eau ($mg.L^{-1}$)	0,012	0,139	0,597
Solubilité dans le méthanol	Total	Total	Total

Tableau 2 : Propriété physiques de trois acides gras

B1. A l'aide des formules brutes, calculer le nombre d'insaturations présentes dans les acides oléique, linoléique et stéarique.

On souhaite déterminer la stéréoisométrie de la double liaison C=C de l'acide oléique.

B2. Le spectre RMN 1H de l'acide oléique présente à 5,3 ppm un signal d'intégration 2, de type triplet avec une constante de couplage de 7 Hz. Montrer que ces informations ne permettent pas de déterminer la stéréoisométrie de la double liaison C=C.

B3. A l'aide du spectre infrarouge de l'acide oléique donné sur la figure 3, indiquer s'il est possible de déterminer la stéréoisométrie de la double liaison C=C.

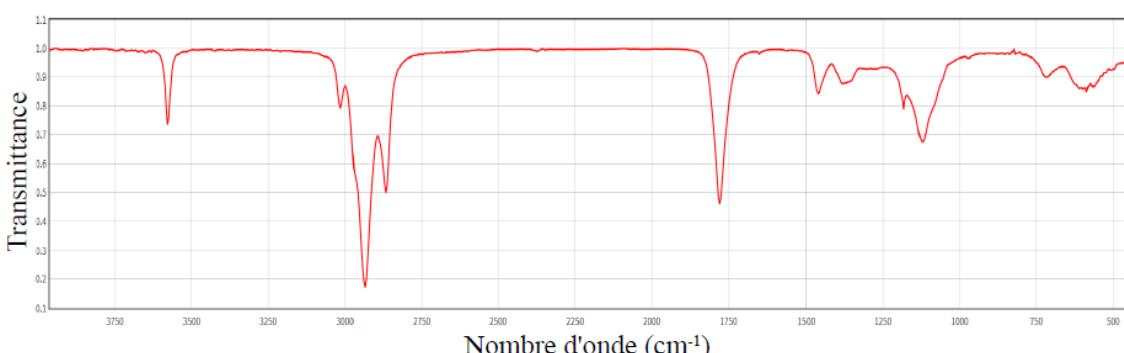


Figure 3 : Spectre infrarouge de l'acide oléique

B4. Représenter la formule topologique de l'acide oléique en tenant compte de la stéréochimie déterminée précédemment.

B5. En admettant que la stéréoisométrie des doubles liaisons de l'acide linoléique est identique à celle de l'acide oléique, représenter la formule topologique de l'acide linoléique, ainsi que celle de l'acide stéarique.

B6. Commenter et expliquer les différences de température de fusion des trois acides données dans le tableau 2.

B7. Commenter et expliquer les différences de solubilités des trois acides entre l'eau et le méthanol données dans le tableau 2.

Données utiles à la partie A :

Numéro atomique :

$$Z(H) = 1 ;$$

$$Z(C) = 6 ;$$

$$Z(O) = 8$$

Données infrarouge :

Déformation	Nombre d'ondes (cm^{-1})	Intensité
H-C=C-H (E)	960-970	Forte
H-C=C-H (Z)	670-730	Moyenne

Données RMN ^1H :

Constantes de couplages :

Environnement			
Constante de couplage J (Hz)	0 à 12	12 à 18	4 à 11

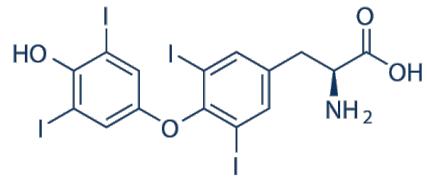
Déplacements chimiques :

Environnement	C=C-H	CH-C=C
Déplacements chimiques (ppm)	4,5 à 8,0	1,5 à 2,0

Partie C : Autour de l'élément iode

Cet élément a été découvert en 1811 par Bernard Courtois, à Dijon. Il a été ensuite nommé iode par Gay-Lussac, du grec « iodes » (de la couleur de la violette) en raison des vapeurs violettes observées lorsqu'on chauffe légèrement du diiode solide (noir et brillant).

Chez l'homme, l'excès et la carence en iode sont associées à des pathologies sévères. Par exemple, le manque d'iode inhibe la croissance ou peut causer divers désordres mentaux. L'iode est nécessaire à la synthèse des hormones thyroïdiennes, comme la thyroxine représentée ci-contre:



L'iode 131, en raison de sa radioactivité B, est l'un des produits de fission nucléaire les plus cancérogènes qui soit, s'il est absorbé par l'organisme et utilisé dans la thyroïde. Les « comprimés d'iode » utilisés pour saturer la thyroïde en cas de contamination à l'iode 131 lors d'un accident nucléaire contiennent typiquement 65 ou 130 mg d'iodure de potassium; ils doivent être absorbés rapidement après l'accident.

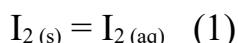
C1. Donner la configuration électronique de l'iode

C2. Quels sont les électrons de cœur et les électrons de valence

C3. Quel ion peut former l'iode pour être stable ? Justifier votre réponse.

Partie N°1: Le corps pur et sa dissolution dans différentes solutions

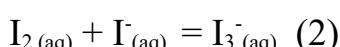
Le diiode est faiblement soluble dans l'eau selon la réaction de bilan :



La constante de cette réaction est notée K_1° . On cherche à déterminer la valeur de cette constante K_1° , à partir de la solubilité massique s du diiode dans l'eau pure (quantité de diiode que l'on peut dissoudre par litre d'eau pure). Dans les tables, on lit que la solubilité du diiode dans l'eau pure à 298 K est égale à 330mg.L⁻¹

C4. Déterminer la valeur de la constante K_1° , de la réaction de dissolution à 298 K.

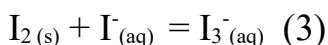
Le diiode est bien plus soluble dans une solution aqueuse contenant des ions iodure (I^-) de concentration $C = 0,500 \text{ mol.L}^{-1}$. En effet, le diiode dissous réagit avec les ions iodure selon la réaction de bilan :



La constante de cette réaction, notée $K_2^\circ = 460$ à 298 K. On dissout 0,100 mol de diiode (I_2) dans le volume $V = 1,00 \text{ L}$ de cette solution. La dissolution n'entraîne pas de variation de volume.

C5. L'équilibre évoqué précédemment s'établit. Déterminer les concentrations de toutes les espèces dissoutes présentes dans la solution, à l'équilibre.

Grâce à la présence d'ion iodure on peut dissoudre une plus grande quantité de diiode solide dans l'eau, par la réaction :



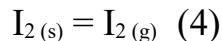
C6. Donner la valeur de la constante thermodynamique d'équilibre K_3° , de l'équilibre ci-dessus, en fonction de K_1° et K_2° .

C7. Exprimer alors la quantité maximale de diiode solide que l'on pourrait dissoudre dans le volume $V = 1,00 \text{ L}$ de la solution d'ions iodure de concentration $C = 0,500 \text{ mol/L}$ en fonction de cette concentration et des deux constantes d'équilibre K_1° , et K_2° .

C8. Calculer cette quantité maximale de diiode et comparer avec la solubilité du diiode dans l'eau pure

Partie N°2 : Le corps pur et la formation de vapeurs

Si on chauffe légèrement des cristaux de diode, on observe la formation de vapeurs violettes, caractéristiques du diode gazeux, selon la réaction de bilan :



Le diiode gazeux est assimilé à un gaz parfait. A 373 K, la constante d'équilibre associée à l'équilibre précédent vaut $K_4^\circ = 6,3 \cdot 10^{-2}$.

C9. Comment se nomme une telle transformation d'un solide en un gaz ?

C710. Dans un réacteur fermé, de volume $V_1 = 5,0 \text{ L}$ préalablement vidé d'air, on introduit n moles de diiode solide. La température du récipient est maintenue constante et égale à la valeur $T = 373 \text{ K}$ et le volume du réacteur ne change pas.

C10.a). Si on introduit $n = 0,030 \text{ mol}$ de diode solide, calculer les quantités de matière en diode solide et en diode gazeux dans l'état final

C10.b). Si on introduit $n = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ de diode solide, calculer les quantités de matière en diode solide et en diode gazeux dans l'état final.

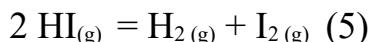
C11. Pour l'expérience décrite précédemment (question C7. a)): une fois l'équilibre établi (volume V_1), on augmente progressivement le volume V du réacteur en maintenant toujours la température constante égale à 373 K.

C11.a). Calculer le volume V_2 , du réacteur quand le diode solide disparaît.

C11.b). Calculer la pression finale régnant dans le récipient quand le volume du réacteur atteint la valeur $V_3 = 20,0 \text{ L}$.

Partie N°3: Décomposition de l'iodure d'hydrogène en phase gazeuse

Des vapeurs de diode peuvent se former, par décomposition spontanée d'iodure d'hydrogène gazeux à haute température, selon la réaction de bilan :



Cette réaction est effectuée à la température de 400°C dans une enceinte fermée de volume constant. On introduit une quantité n d'iodure d'hydrogène (HI). Après avoir attendu le temps nécessaire pour que l'équilibre s'établisse, à partir d'iodure d'hydrogène pur, on constate que 20 % de l'iodure d'hydrogène initial s'est décomposé.

C12. Calculer la valeur de la constante d'équilibre K_5° . de cet équilibre.

C13. Comment a évolué la pression au cours de la transformation

Données utiles à la partie C :

A propos de l'iode :

$$Z(\text{I}) = 53.$$

$$M(\text{I}) = 126,9 \text{ g.mol}^{-1}$$

Il n'existe qu'un seul isotope naturel de l'iode.

Constante des gaz parfait :

$$R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$$