

NOTE SUR 20

N° d'anonymat

**LICENCE PROFESSIONNELLE INDUSTRIES
PHARMACEUTIQUES, COSMETOLOGIQUES ET DE
SANTÉ Option APC**

Année universitaire 2015/2016

1^{ère} session

Epreuve de Spectrophotométrie IR
UE 7

Correcteur de l'épreuve : Lionel GODIN

Durée de l'épreuve : 1 h
Documents non autorisés, tablette comprise
Calculatrice autorisée

1 - Instructions générales

- Ne pas dégrafer le fascicule
- Ecrire lisiblement
- Ne rien inscrire dans les marges
- Respecter les modalités de réponses proposées
- Toute fraude ou tentative de fraude fera l'objet de poursuites disciplinaires (décret n° 92-657 du 13 juillet 1992)

2 - Instructions particulières à l'épreuve

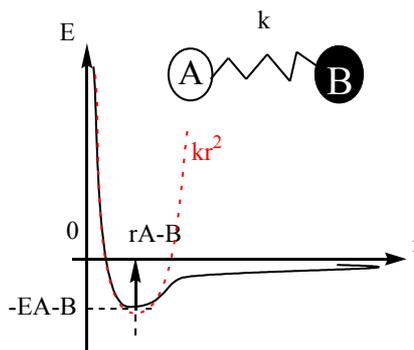
- Vérifier que le cahier est complet : il comporte 8 feuilles numérotées de 1 à 8, celle-ci comprise.

1ère PARTIE : THÉORIE (7 points)

1^{ère} question

(2 points)

Dans le modèle classique appliqué à une molécule diatomique, l'excitation vibrationnelle peut être envisagée en considérant deux atomes A et B unis par une liaison comme étant deux masses m_A et m_B reliées par un ressort de constante de raideur k .



Dans cette représentation, les masses oscillent autour de leur position d'équilibre avec une fréquence ν_0 , indépendante de l'élongation mais fonction de la constante de raideur k et de la masse réduite μ du système.

Rappeler l'expression de la masse réduite μ du système en fonction des masses m_A et m_B .

Calculer la masse réduite du groupement carbonyle $C=O$.

Données : Masses molaires : $M(C) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

et nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Réponse du candidat :

2^{ème} question

(2 points)

L'application du théorème du centre d'inertie au système réduit donne l'équation différentielle suivante :

$$\mu \cdot \frac{d^2 r}{dt^2} = -k \cdot r \quad \text{soit} \quad \mu \cdot \frac{d^2 r}{dt^2} + k \cdot r = 0$$

En déduire les expressions successives de la pulsation propre ω_0 , fréquence propre ν_0 et nombre d'onde σ_0 de l'oscillateur.

Calculer σ_0 toujours dans le cas du groupement carbonyle.

Données : Célérité de l'onde IR dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;

Constante de force pour la liaison C=O : $k = 1196 \text{ N.m}^{-1}$.

Réponse du candidat :

3^{ème} question

(1 point)

Dans le cas de molécules polyatomiques, la situation est plus complexe car les différents oscillateurs constitués de deux atomes liés par une liaison covalente sont couplés. Les liaisons subissent non seulement des mouvements de vibration, d'élongation, mais aussi d'autres mouvements de déformation angulaire qui modifient les angles des liaisons.

Donner le nombre N de mode de vibration en fonction de n atomes dans le cas d'une molécule non linéaire.

Ce nombre N comprend-il l'ensemble des modes de vibration ou seulement les vibrations d'élongation ?

Réponse du candidat :

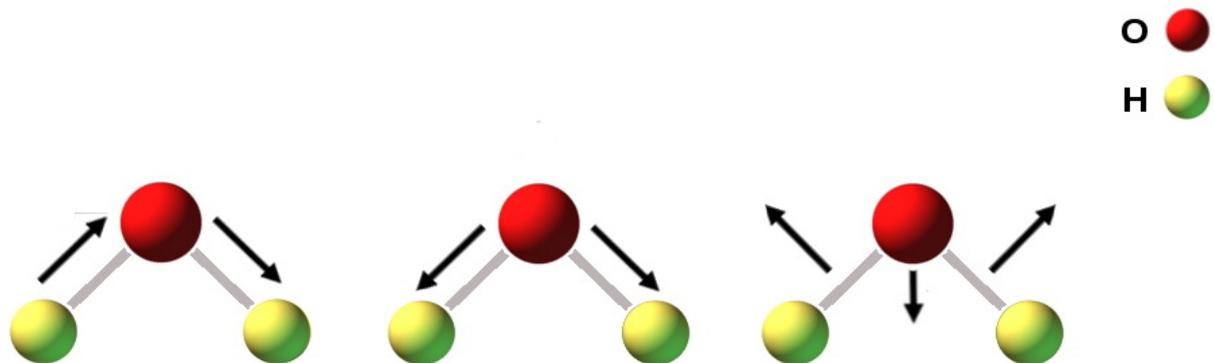
4^{ème} question

(2 points)

Calculer le nombre de modes de vibrations de la molécule d'eau H_2O .

Réponse du candidat :

Les modes de vibration de la molécule d'eau sont représentés ci-dessous :



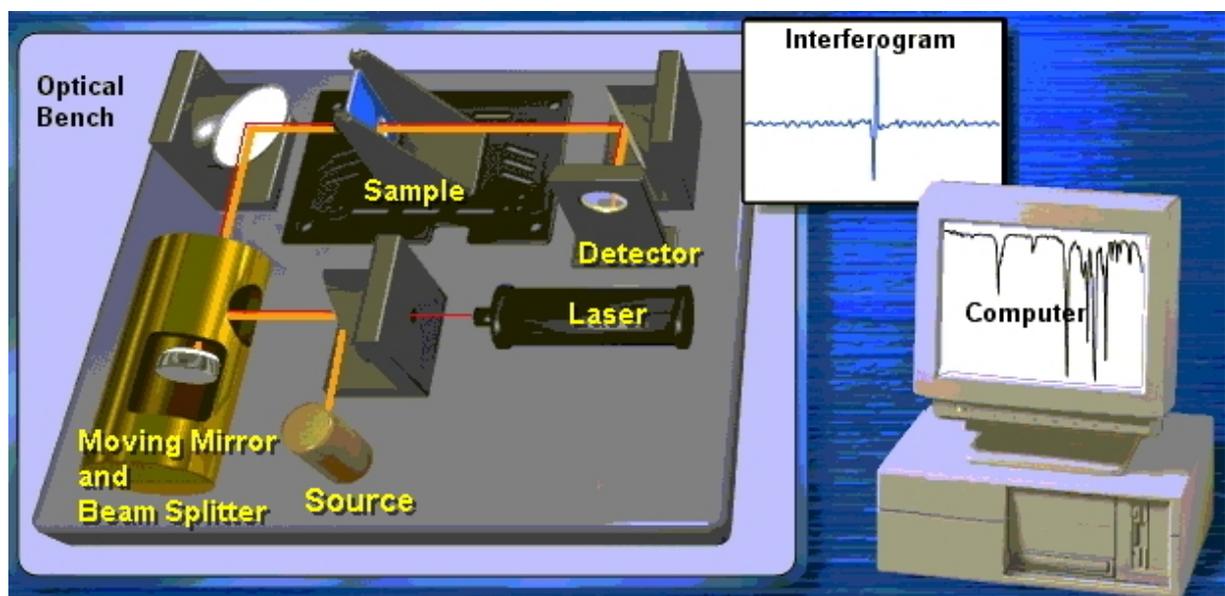
Indiquer, directement au-dessus des molécules, le type de modes de vibration.

2ème PARTIE : INSTRUMENTATION (5,5 points)

5^{ème} question

(0,5 point)

La structure interne d'un spectrophotomètre IRTF est présentée ci-dessous :



Que veut dire l'acronyme IRTF ?

Réponse du candidat :

6^{ème} question

(2,5 points)

Indiquer entre quels éléments du spectromètre se trouve l'interféromètre de Michelson.

Préciser son rôle, sans détailler le principe de fonctionnement même de l'interféromètre.

Réponse du candidat :

7^{ème} question

(2,5 points)

Indiquer le type de signal délivré par le détecteur, et celui qui est observé sur l'écran d'un ordinateur.

Préciser l'opération qui a été effectuée pour passer de l'un à l'autre.

Quel est l'intérêt du laser ?

Réponse du candidat :

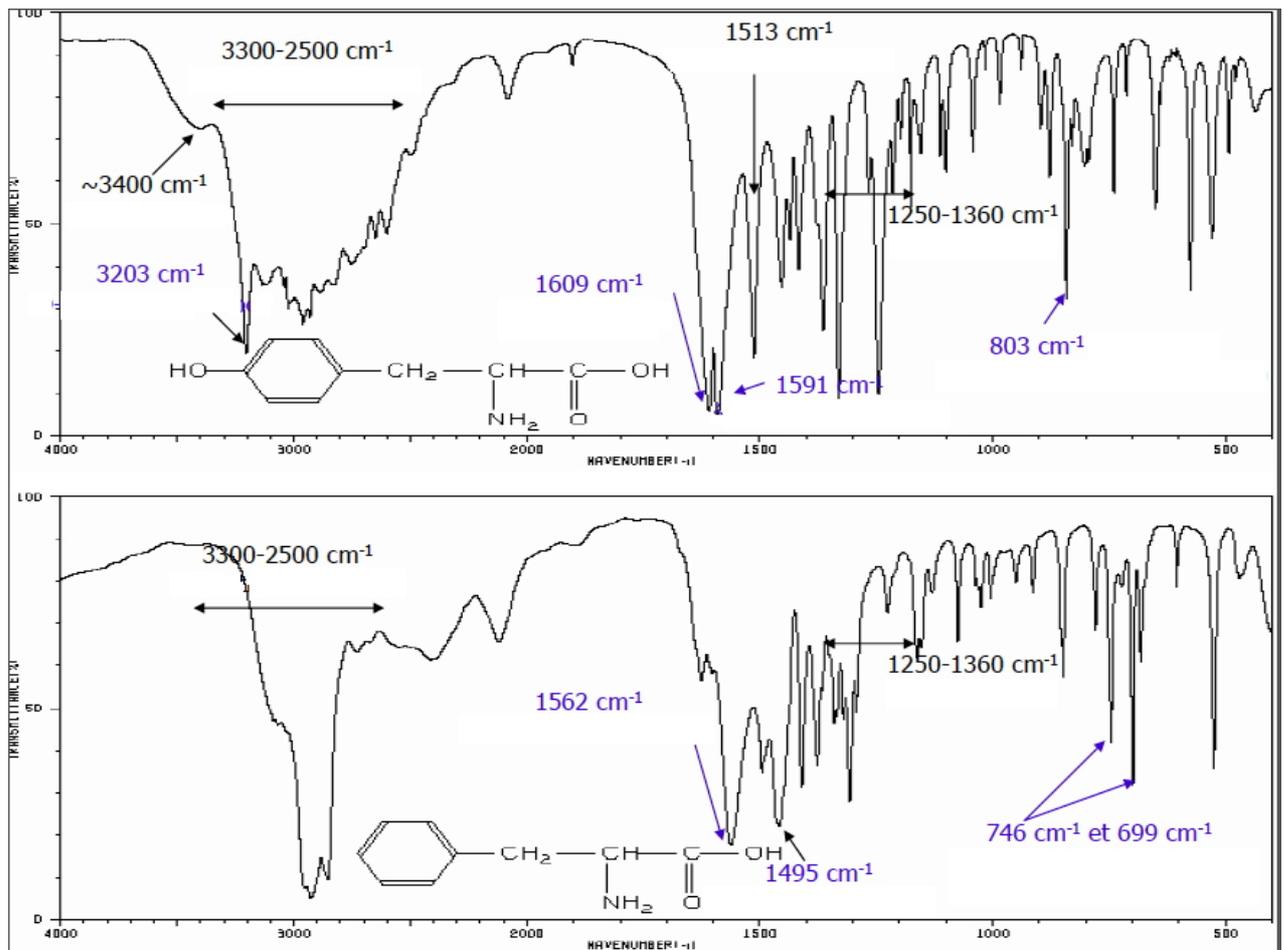
3ème PARTIE : ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE SPECTRALE (7,5 points)

8ème question

(3,5 points)

On cherche à doser la phénylalanine et la tyrosine dans un échantillon alimentaire par spectroscopie IR.

SPECTRES IR de la tyrosine (spectre du haut), et de la phénylalanine (spectre du bas)

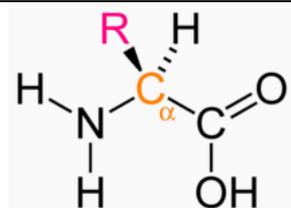


Analyser les spectres IR en précisant les bandes caractéristiques des vibrations de valence et de déformation des principaux groupements fonctionnels (en regard des flèches) directement sur les spectres.

Remarque :

Structure générique d'un acide L- α -aminé, classe d'acides aminés majeure en biochimie entrant notamment dans la constitution des protéines.

La chaîne latérale est ici représentée par le symbole R en magenta, tandis que le carbone α est orangé.



9^{ème} question

(2 points)

Préciser pour chaque composé, les bandes caractéristiques utilisables pour le dosage.

Réponse du candidat :

10^{ème} question

(2 points)

L'échantillon alimentaire contenant la tyrosine et la phénylalanine est sous forme d'un liquide. Indiquer les techniques possibles (en précisant le mode opératoire pour chacune d'elles) permettant de réaliser le spectre de cet échantillon en spectrophotométrie infrarouge.

Réponse du candidat :

TABLE IR

liaison	nature	nombre d'onde (cm ⁻¹)	intensité
O-H alcool libre	valence	3 580 – 3 670	F ; fine
O-H alcool lié	valence	3 200 – 3 400	F ; large
N-H amine	valence	3 100 – 3 500	m
imine			
N-H amide	valence	3 100 – 3 500	F
C _{di} -H	valence	3 300 – 3 310	m ou f
C _{tri} -H	valence	3 000 – 3 100	m
C _{tri} -H aromatique	valence	3 030 – 3 080	m
C _{tét} -H	valence	2 800 – 3 000	F
C _{tri} -H aldéhyde	valence	2 750 – 2 900	m
O-H acide carboxylique	valence	2 500 – 3 200	F à m ; large
C≡C	valence	2 100 – 2 250	f
C≡N	valence	2 120 – 2 260	F ou m
C=O anhydride	valence	1 700 – 1 840	F ; 2 bandes
C=O chlorure d'acyle	valence	1 770 – 1 820	F
C=O ester	valence	1 700 – 1 740	F
C=O aldéhyde et cétone	valence	1 650 – 1 730	F
		abaissement de 20 à 30 cm ⁻¹	
		si conjugaison	
C=O acide	valence	1 680 – 1 710	F
C=C	valence	1 625 – 1 685	m
C=C aromatique	valence	1 450 – 1 600	variable ; 3 ou 4 bandes
N=O	valence	1 510 – 1 580	F ; 2 bandes
		1 325 – 1 365	
C=N	valence	1 600 – 1 680	F
N-H amine ou amide	déformation	1 560 – 1 640	F ou m
C _{tét} -H	déformation	1 415 – 1 470	F
C _{tét} -H (CH ₃)	déformation	1 365 – 1 385	F ; 2 bandes
C-O	valence	1 050 – 1 450	F
C-C	valence	1 000 – 1 250	F
C-F	valence	1 000 – 1 040	F
C _{tri} -H aromatique monosubstitué	déformation	730 – 770	F ; 2 bandes
		690 – 770	
C _{tri} -H aromatique o-disubstitué	déformation	735 – 770	F
m-disubstitué	déformation	750 – 810	F et m ; 2 bandes
		680 – 725	
p-disubstitué	déformation	800 – 860	F
C _{tri} -H aromatique trisubstitué	déformation	770 – 800	F et m ; 2 bandes
1,2,3		685 – 720	
1,2,4	déformation	860 – 900	F et m ; 2 bandes
		800 – 860	
1,3,5	déformation	810 – 865	F ; 2 bandes
		675 – 730	
C-Cl	valence	700 – 800	F
C-Br	valence	600 – 750	F
C-I	valence	500 – 600	F

F : fort ; m : moyen ; f : faible

Table des nombres d'onde des vibrations de valence et de déformation de quelques groupes fonctionnels.
 Distingue les atomes de carbone tétraonaux (notés C_{tét}), trigonaux (notés C_{tri}) et digonaux (notés C_{di}).

C-N	valence	1250-1360	variables ; 3 ou 4 bandes
-----	---------	-----------	---------------------------