

# Annales L2

## Spectroscopie S4

## **Sommaire**

- Sujet session 1, Eval1, 2019-2020 : page 3
- Correction session 1, Eval1, 2019-2020 : page 7
  
- Sujet session 1, Eval2, 2019-2020 : page 10
- Correction session 1, Eval2, 2019-2020 : page 12



## **Amicale Paris Sciences**

### **Licence Sciences Biomédicales 2019-2020**

**Session 1 – Eval1 – S4  
Sujet**

### **Bases physiques de la spectroscopie**

Les annales reprises par l'association Amicale Paris Sciences ne présentent en rien des documents officiels distribués par l'UFR Biomédicale. Aucune réclamation ne pourra être effectuée à l'encontre de l'UFR.

Siège administratif : Amical Paris Sciences – 45 Rue des Saints-Pères – 75006 Paris

<http://www.aps-paris5.fr> - Email : [assosaps@gmail.com](mailto:assosaps@gmail.com)

Association régit par la loi 1901 enregistrée à la préfecture de Paris

**Photo de la carte d'étudiant**

**Exercice (durée 20 mn)**

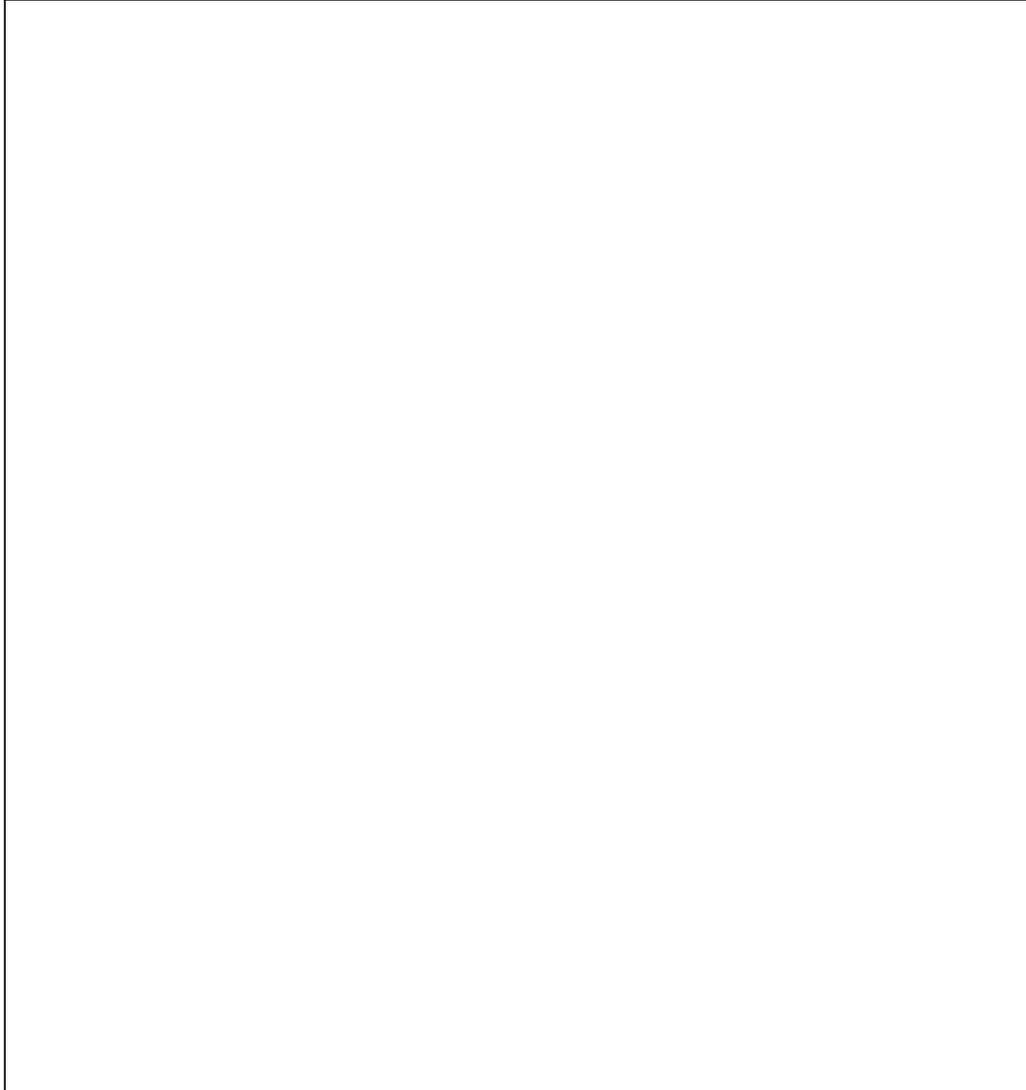
**Répondre dans les cases si possibles. Si vous utilisez une feuille séparée, bien indiquer le n° de la question sur votre copie**

Caractéristiques d'un thermomètre sans contact.

En temps de crise du COVID 19, il est nécessaire de disposer d'un thermomètre permettant de mesurer sans contact la température des différentes personnes. Ce thermomètre est basé sur la loi de Wein. On rappelle que la valeur de la constante de la loi de Wien est de  $2,88 \cdot 10^{-3} \text{ K.m}$  et que la vitesse de la lumière est  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

1) Rappeler la loi de Wien

2) On souhaite mesurer une gamme de température variant de 32°C à 42°C. En déduire la gamme de fréquence que doit être capable de détecter le capteur du thermomètre. On l'exprimera en nombre d'ondes ( $cm^{-1}$ ) et en  $Hz$



3) On peut approximer la variation  $\Delta f$  d'une fonction  $f(x)$  pour une petite variation  $\Delta x$ ,

par la relation :  $\Delta f = \frac{df}{dx} \cdot \Delta x$ . Calculer en *Hz* la variation minimum de fréquence que doit être

capable de mesurer le détecteur (appelée résolution) pour que le thermomètre puisse détecter une variation de  $0,05^\circ\text{C}$ .



**Amicale Paris Sciences**

**Licence Sciences Biomédicales  
2019-2020**

**Session 1 – Eval1 – S4  
Correction**

**Bases physiques de la spectroscopie**

Les annales reprises par l'association Amicale Paris Sciences ne présentent en rien des documents officiels distribués par l'UFR Biomédicale. Aucune réclamation ne pourra être effectuée à l'encontre de l'UFR.

Siège administratif : Amical Paris Sciences – 45 Rue des Saints-Pères – 75006 Paris

<http://www.aps-paris5.fr> - Email : [assosaps@gmail.com](mailto:assosaps@gmail.com)

Association régit par la loi 1901 enregistrée à la préfecture de Paris

Caractéristiques d'un thermomètre sans contact.

En temps de crise du COVID 19, il est nécessaire de disposer d'un thermomètre permettant de mesurer sans contact la température des différentes personnes. Ce thermomètre est basé sur la loi de Wien.

On rappelle que la valeur de la constante de la loi de Wien est de  $2,88 \cdot 10^{-3} \text{ K.m}$  et que la vitesse de la lumière est  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

1) Rappeler la loi de Wien

$$T \cdot \lambda_{\max} = \text{cst} = 2,88 \times 10^{-3} \text{ K.m}$$

1) On souhaite mesurer une gamme de température variant de  $32^\circ\text{C}$  à  $42^\circ\text{C}$ . En déduire la gamme de fréquence que doit être capable de détecter le capteur du thermomètre. On l'exprimera en nombre d'ondes ( $\text{cm}^{-1}$ ) et en  $\text{Hz}$

$$\lambda_{\max} = \frac{2,88 \times 10^{-3}}{T(K)} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_1 = \frac{2,88 \times 10^{-3}}{305} \approx 9,45 \cdot 10^{-6} \text{ m} \approx 9,45 \cdot 10^{-4} \text{ cm} \\ \lambda_2 = \frac{2,88 \times 10^{-3}}{315} \approx 9,14 \cdot 10^{-6} \text{ m} \approx 9,14 \cdot 10^{-4} \text{ cm} \end{cases}$$

$$\text{En nombre d'onde on obtient : } \begin{cases} n_1 = \frac{1}{9,45 \cdot 10^{-4}} \approx 1058 \text{ cm}^{-1} \\ n_2 = \frac{1}{9,14 \cdot 10^{-4}} \approx 1095 \text{ cm}^{-1} \end{cases}$$

$$v = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \begin{cases} v_1 = \frac{3 \times 10^8}{0,945 \cdot 10^{-5}} \approx 3,175 \cdot 10^{13} \text{ Hz} \\ v_2 = \frac{3 \times 10^8}{0,914 \cdot 10^{-5}} \approx 3,282 \cdot 10^{13} \text{ Hz} \end{cases}$$

- 2) On peut approximer la variation  $\Delta f$  d'une fonction  $f(x)$  pour une petite variation  $\Delta x$ , par la relation :  $\Delta f = \frac{df}{dx} \cdot \Delta x$ . Calculer en Hz la variation minimum de fréquence que doit être capable de mesurer le détecteur (appelée résolution) pour que le thermomètre puisse détecter une variation de  $0,05^\circ\text{C}$ .

On cherche  $T(\nu)$ . On a :

$$\left. \begin{array}{l} \lambda = \frac{2.88 \times 10^{-3}}{T(K)} \\ \nu = \frac{c}{\lambda} \end{array} \right\} \Rightarrow T = \frac{2.88 \times 10^{-3} \cdot \nu}{c} \text{ et } \Delta T = \frac{dT}{d\nu} \cdot \Delta \nu$$

$$\frac{dT}{d\nu} = \frac{2.88 \times 10^{-3}}{3 \times 10^8}$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{2.88 \times 10^{-3}}{3 \times 10^8} \cdot \Delta \nu \Rightarrow \Delta \nu = \frac{3 \times 10^8}{2.88 \times 10^{-3}} = \frac{10^{12}}{9,6} \Delta T$$

$$\Delta T = 0,05 = 5 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \Delta \nu = \frac{5 \cdot 10^{10}}{9,6} \approx 5 \cdot 10^9 \text{ Hz}$$



## **Amicale Paris Sciences**

### **Licence Sciences Biomédicales 2019-2020**

**Session 1 – Eval2 – S4  
Sujet**

### **Bases physiques de la spectroscopie**

Les annales reprises par l'association Amicale Paris Sciences ne présentent en rien des documents officiels distribués par l'UFR Biomédicale. Aucune réclamation ne pourra être effectuée à l'encontre de l'UFR.

Siège administratif : Amical Paris Sciences – 45 Rue des Saints-Pères – 75006 Paris

<http://www.aps-paris5.fr> - Email : [assosaps@gmail.com](mailto:assosaps@gmail.com)

Association régit par la loi 1901 enregistrée à la préfecture de Paris

**Question de cours (durée 20 mn)**

Expliquez le concept de résonance et son rôle dans une mesure de spectroscopie.

Ce concept de résonance reste-t-il valable en mécanique classique et en mécanique quantique de façon identique ou bien présente-t-il du point de vue expérimental des différences que l'on explicitera ?

On ne dépassera pas deux pages

**Photo de la carte d'étudiant**



## **Amicale Paris Sciences**

### **Licence Sciences Biomédicales 2019-2020**

**Session 1 – Eval2 – S4  
Correction**

### **Bases physiques de la spectroscopie**

Les annales reprises par l'association Amicale Paris Sciences ne présentent en rien des documents officiels distribués par l'UFR Biomédicale. Aucune réclamation ne pourra être effectuée à l'encontre de l'UFR.

Siège administratif : Amical Paris Sciences – 45 Rue des Saints-Pères – 75006 Paris

<http://www.aps-paris5.fr> - Email : [assosaps@gmail.com](mailto:assosaps@gmail.com)

Association régit par la loi 1901 enregistrée à la préfecture de Paris

## Correction bases physique de la spectro

La fréquence de résonance est celle où un système (le système étudié) est capable d'échanger par émission ou absorption de l'énergie avec le milieu extérieur (ou un autre système). Cette fréquence est intimement liée à la structure du système étudié. L'étude par spectroscopie peut s'opérer de deux façons

- 1) On mesure les fréquences des ondes spontanément émises par le système. Elles correspondent aux différentes fréquences de résonance du système.
- 2) On « éclaire » le système avec des ondes dont on fait varier la fréquence (ou longueur d'onde) et on mesure l'absorption (donc la perte d'intensité) de ces ondes après qu'elles aient traversé le système. Il n'y aura absorption qu'aux fréquences de résonances.

Dans tous les cas, le but de l'expérience est de mesurer la(les) fréquence(s) de résonance pour identifier la structure du système.

Le concept est général et donc valable en mécanique classique comme en mécanique quantique. Cependant, en mécanique quantique, les niveaux d'énergie accessibles au système sont « discrets » et bien définis ce qui entraîne que les fréquences de résonance le sont également (bien définies). En mécanique classique, on modélise les interactions internes au système par des oscillateurs harmoniques. Un oscillateur idéal, sans interaction avec le monde extérieur ne présente qu'une seule fréquence de résonance  $\omega_0$  mais dès que l'on introduit une interaction avec le milieu extérieur (nécessaire pour l'échange) comme un frottement, on « élargie » la gamme de fréquences auxquelles le système peut échanger de l'énergie et on obtient donc un pic « large » (ou bande) centré sur  $\omega_0$  et dont la largeur dépend du coefficient de frottement, via le facteur de qualité.