

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL BLANC

Lycée de Chamalières — Octobre 2012

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 3h — Sur 16 points — COEFFICIENT : 6

L'usage des calculatrices est autorisé

Ce sujet comporte deux exercices de PHYSIQUE et un exercice de CHIMIE, présentés sur 9 pages numérotées de 1 à 9, y compris celle-ci. Les feuilles annexes des exercices 1 et 2 (pages 8 et 9), à la fin du sujet, SONT À RENDRE AVEC LA COPIE.

Le candidat doit traiter les trois exercices sur des feuilles doubles séparées. Les trois exercices sont indépendants les uns des autres.

- | | | |
|------|--------------------------|--------------|
| I. | Différents types d'ondes | (4 points) |
| II. | Applications des ondes | (5,5 points) |
| III. | La chimie de la ruche | (6,5 points) |

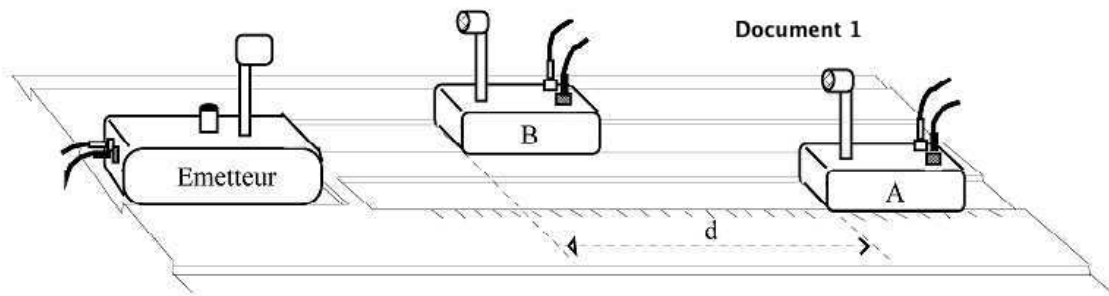
Exercice I – 4 points Différents types d'ondes

Cet exercice comporte une annexe,
notée ANNEXE 1 page 8, à rendre avec la copie.

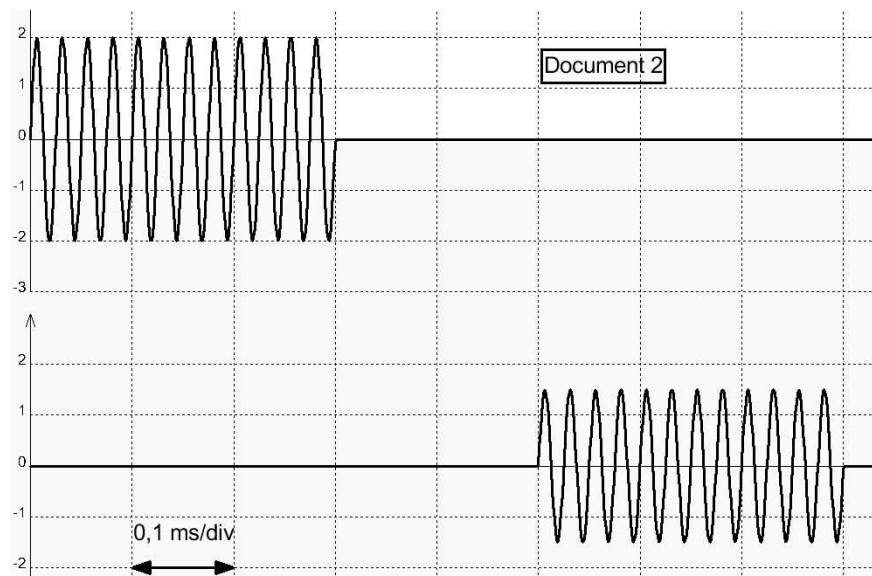
L'exercice suivant est destiné à aborder différents types d'ondes et à étudier leurs propriétés. Les deux parties sont totalement indépendantes.

1. Les ultrasons

Un émetteur produit dans l'air des ultrasons par salves. Face à lui sont placés deux récepteurs distants de la distance $d = 17,1$ cm l'un de l'autre (voir ci-dessous document 1). Les salves ultrasonores reçues par ces récepteurs sont transformées en signaux électriques visualisés sur un oscilloscope.



Le coefficient de balayage (ou base de temps) des deux voies de l'oscilloscope est de $0,10$ ms/div. Les oscillogrammes (voir document 2) sont ceux des tensions produites par les deux récepteurs après réception d'une salve ultrasonore émise par l'émetteur.



- 1.1. Quel est le retard τ du récepteur 2 par rapport au récepteur 1 ?
- 1.2. Calculer la célérité v , en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, des ultrasons dans l'air.
- 1.3. Si on avait sélectionné le calibre de $0,5$ ms/div, quel serait le décalage (exprimés en divisions) entre les deux oscillogrammes ?
- 1.4. Si la distance séparant les deux récepteurs était $d' = 9,0$ cm, de combien de divisions seraient décalés les deux oscillogrammes ? Le coefficient de balayage reste à de $0,10$ ms/div.
- 1.5. À l'aide des oscillogrammes, déterminer la période T puis la fréquence f des ondes ultrasonores émises.

2. La corde vibrante

Une perturbation se propage le long d'une corde élastique à la célérité $v = 3,0$ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. La figure 1 de l'annexe 1 page 8, à rendre avec la copie, représente l'aspect de la corde à une date t .

- 2.1. L'onde est-elle transversale ou longitudinale ? Justifier votre réponse.
- 2.2. Tracer, sur l'annexe 1, l'aspect de la corde à la date $t_1 = t + 0,50$ s (figure 2) et à la date $t_2 = t - 1,5$ s (figure 3). Expliquer une des deux constructions.
- 2.3. Pendant quelle durée un point de la corde est-il affecté par le passage de la perturbation ?
- 2.4. Tracer le mouvement de la source S en fonction du temps t sur la figure 4 de la feuille réponse. Préciser les échelles choisies sur chacun des axes.

Exercice II – 5,5 points Applications des ondes

L'exercice suivant est destiné à aborder différentes applications pratiques des ondes. Les deux parties sont totalement indépendantes.

1. Les radars routiers

Document 1 – Texte officiel sur le cinémomètre MESTA.

Le cinémomètre MESTA 208 mesure la vitesse instantanée des véhicules routiers et fonctionne en application de l'effet Doppler dans le domaine des micro-ondes.

L'onde électromagnétique émise rayonne son énergie au moyen d'une antenne directive. Après réflexion sur le mobile, une partie de l'onde est recueillie par la même antenne et comparée dans un mélangeur à une fraction de l'onde émise. Le décalage en fréquence FD du signal Doppler résultant de ce mélange est proportionnel à la vitesse du mobile et au cosinus de l'angle formé par le vecteur vitesse du véhicule et l'axe de rayonnement de l'antenne, soit :

$$FD = \frac{2v \cos \alpha}{\lambda}$$

λ : longueur d'onde d'émission, en mètres ;

α : angle formé par l'axe du faisceau d'ondes dirigées et la trajectoire des véhicules.

D'après www.industrie.gouv.fr/metro/approb/decisions/8810123310.pdf

Document 2 – Texte officiel sur la précision des cinémomètres.

Les erreurs maximales tolérées applicables pour les cinémomètres à poste fixe sont les suivantes :

- plus ou moins $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, pour les vitesses inférieures à $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$;
- plus ou moins 5 % de la vitesse, pour les vitesses égales ou supérieures à $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

D'après legifrance.gouv.fr



Document 3 – Article sur la fiabilité des contrôles radar.

Deux contrevenants flashés par un radar automatique dans le Gard ont été relaxés en octobre 2008. L'argument utilisé par les plaignants, appuyés par les associations, se basait pourtant sur un rapport officiel de la... Police, datant d'octobre 2007, qui démontrait certaines failles quant à l'angle de flash du radar. Réglementairement, l'appareil doit être tourné à 25 degrés par rapport à l'axe de la route, et dans le cas contraire **le moindre degré de différence peut faire varier la vitesse enregistrée, parfois d'une bonne dizaine de $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ pour un simple écart de deux ou trois degrés.**

D'après www.autonews.fr

- 1.1. Calculer la longueur d'onde d'émission du radar, sachant que la fréquence d'émission est :

$$\nu = 24,125 \text{ GHz.}$$

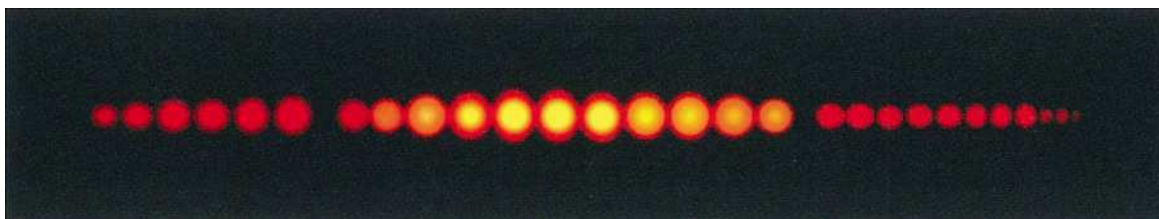
Cette onde est-elle bien dans le domaine des ondes centimétriques ?

- 1.2. Calculer la vitesse d'un véhicule dont le décalage en fréquence mesuré réglementairement est de 5,18 kHz.
- 1.3. Calculer l'écart relatif de vitesse engendré par un écart d'angle de trois degrés. Cette erreur est-elle tolérable d'après le document 2 ?

1.4. Sans faire de calculs mais en s'aidant des résultats trouvés aux questions 4 et 5, que penser de la phrase en gras du document 3 ?

2. Les fentes d'Young

Lorsqu'on envoie la lumière d'un laser de longueur d'onde $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ sur deux fentes verticales identiques d'ouverture a et distantes entre elles d'une longueur ℓ , on obtient l'image ci-dessous sur l'écran, situé à la distance $D = 2,0 \text{ m}$ des fentes.



2.1. Deux phénomènes caractéristiques des ondes se produisent ici.

2.1.1. Quels sont ces phénomènes ?

2.1.2. Analyser la figure, en précisant la contribution de chaque phénomène.

2.2. On mesure un écart angulaire $\theta = 1,6 \times 10^{-3} \text{ rad}$.

2.2.1. Quel phénomène est caractérisé par l'écart angulaire ?

2.2.2. Calculer l'ouverture des fentes a .

2.3. On mesure une distance de 9,5 cm entre 11 franges sombres.

La distance i entre deux franges sombres est donnée par la relation :

$$i = \frac{\lambda D}{\ell}$$

2.3.1. Que peut-on dire quant aux deux ondes lumineuses au niveau des franges brillantes ? Sombres ?

2.3.2. Déterminer l'écart ℓ entre les deux fentes.

2.4. Prévoir l'évolution de la figure observée si l'on modifie les paramètres suivants, les autres paramètres expérimentaux restant inchangés :

2.4.1. on écarte les deux fentes ;

2.4.2. on diminue l'ouverture des fentes ;

2.4.3. on remplace le laser rouge par un laser vert.

Données : Domaine de longueur d'onde du rouge : 620-780 nm ; du vert : 500-578 nm.

Exercice III – 6,5 points

La chimie de la ruche

L'exercice suivant est destiné à aborder différentes applications de la chimie à l'apiculture. Les trois parties sont totalement indépendantes.

1. Nomenclature

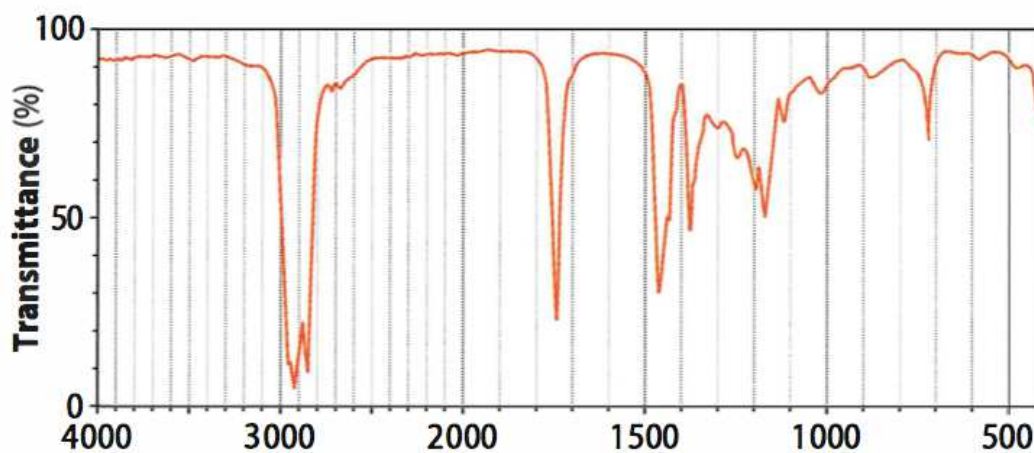
Compléter le tableau en annexe 2 page 9, à rendre avec la copie, avec selon les cas la représentation de la molécule, son groupe caractéristique, sa fonction chimique, et son nom.

2. La cire d'abeille

La cire d'abeille est essentiellement composée d'esters dérivés de l'acide palmitique. En présence d'eau, les esters s'hydrolysent en alcool et en acide palmitique.

Lors des fouilles archéologiques il est fréquent de trouver des outils ou des poteries présentant des traces de cire d'abeille. Lorsque celle-ci a été conservée en milieu humide, dans ce qui fut un lac par exemple, elle présente des traces d'alcool et d'acide palmitique. Les archéochimistes ont alors recours à la spectroscopie infrarouge.

Le spectre infrarouge suivant a été effectué sur un résidu se trouvant sur le manche d'une hache de pierre taillée provenant du site archéologique de l'île d'Ouessant en Bretagne.



2.1. Représenter la formule générale d'un ester.

En déduire les bandes d'absorption devant apparaître sur un spectre infrarouge.

2.2. Reprendre la question 1 pour un acide carboxylique et un alcool.

2.3. Après analyse du spectre du prélèvement, expliquer pourquoi les archéochimistes pensent que la hache a été conservée en milieu sec.

Données : bandes d'absorption en spectroscopie infrarouge (« lié » en présence de liaisons hydrogènes, « libre » en l'absence de liaisons hydrogènes).

Liaison	Gamme de nombre d'onde σ (cm^{-1})	Type de bande
O-H alcool libre	3 590-3 650	Intense et fine
O-H alcool lié	3 200-3 600	Moyenne et large
C-H alcane	2 850-2 970	Moyenne
C-H aldéhyde	2 700-2 900	Moyenne
O-H acide carboxylique	2 500-3 200	Intense et large
C=O ester	1 735-1 750	Intense
C=O aldéhyde et cétone	1 700-1 725	Intense
C=O acide carboxylique	1 700-1 725	Intense
C=C alcène	1 620-1 690	Moyenne
C-H alcane	1 400-1 500	Moyenne
C-O-C ester	1 050-1 300	Intense

3. Nettoyage de la ruche

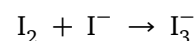
L'apiculteur a une ruche inutilisée, qu'il souhaite désinfecter avant de la stocker.

Document 1 – La solution de Lugol.

La solution de Lugol est un antiseptique proposé par le médecin français Jean Guillaume Auguste LUGOL au XIX^e siècle. C'est une solution aqueuse de diiode I_2 et d'iodure de potassium ($\text{K}^+ + \text{I}^-$). LUGOL a suggéré que sa solution iodée pourrait être utilisée dans le traitement de la tuberculose. Cette assertion a suscité un grand intérêt à l'époque. Bien qu'inefficace dans le traitement de la tuberculose, la solution de Lugol a été utilisée avec succès dans le traitement de la thyrotoxicose par PLUMMER. La solution de Lugol est aussi utilisée comme colorant vital en endoscopie digestive : elle est absorbée par les cellules normales de l'œsophage. Les zones ne prenant pas

le colorant sont anormales et les biopsies orientées à leur niveau permettent d'améliorer le dépistage du cancer de l'œsophage dans les groupes à haut risque.

En présence d'un excès d'ions iodure I^- , le diiode réagit pour donner l'ion triiodure I_3^- selon la réaction :

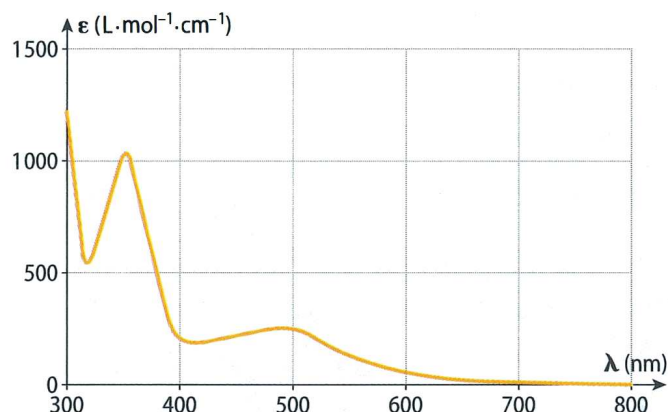


Cette solution antiseptique est donc une solution de triiodure de concentration molaire voisine de $c = 0,04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

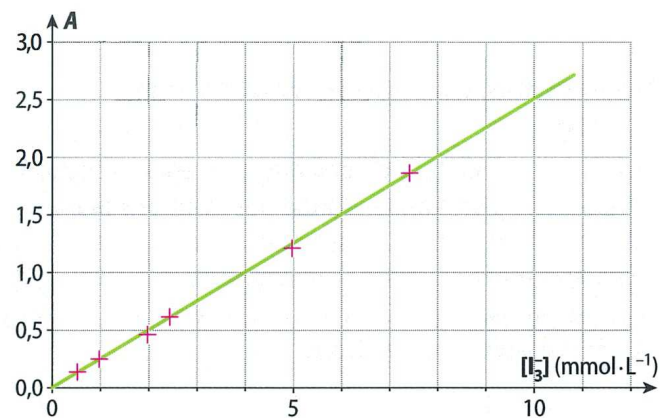
D'après fr.wikipedia.org/wiki/Jean_Lugol

Document 2 – Spectre UV-visible de l'ion triiodure I_3^- en solution aqueuse.

ϵ est le coefficient d'extinction molaire de l'espèce.



Document 3 – Courbe d'étalonnage de l'ion triiodure I_3^- à une longueur d'onde $\lambda = 500$ nm, dans une cuve d'épaisseur $\ell = 1$ cm.



- 3.1.1.** Quel est l'ordre de grandeur du coefficient d'absorption molaire ϵ_{350} de l'ion triiodure I_3^- à $\lambda = 350$ nm ?
- 3.1.2.** À partir de cette valeur, calculer l'absorbance théorique A_{350} d'une solution de Lugol à 350 nm, dans une cuve d'épaisseur $\ell = 1$ cm.
- 3.1.3.** L'absorbance maximale mesurable avec le spectrophotomètre dont l'apiculteur dispose pour ses tests est égale à 2. Justifier que les mesures soient effectuées à $\lambda = 500$ nm, après dilution d'un facteur dix.
- 3.2.** Déterminer, par le calcul, le coefficient d'absorption molaire ϵ_{500} de l'ion triiodure I_3^- à 500 nm.
- 3.3.1.** La solution diluée au dixième possède une absorbance $A' = 1,00$. Que vaut sa concentration C' ?
- 3.3.2.** Déterminer la concentration de la solution de Lugol C_L .

★ ★
★

ANNEXE 1 — À rendre avec la copie

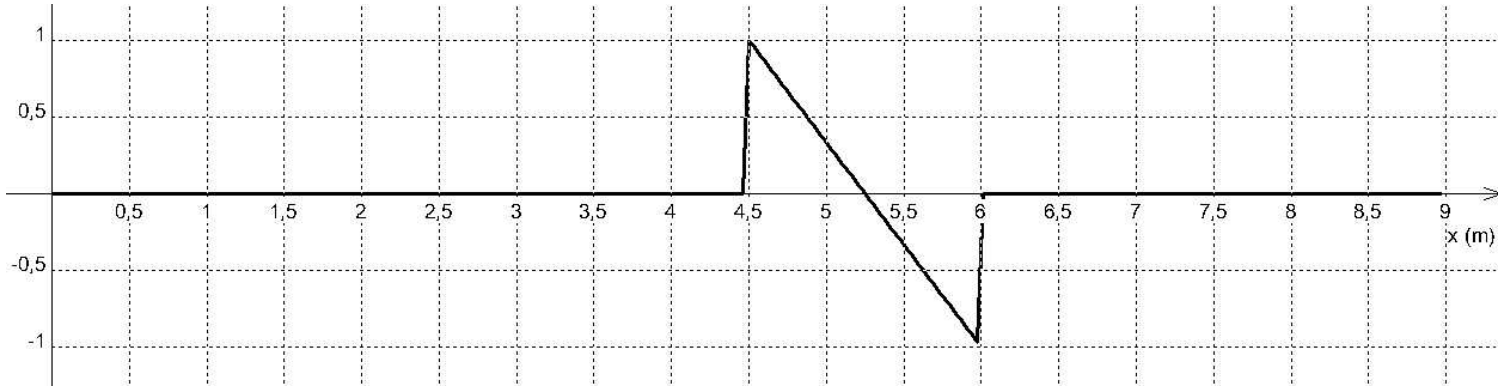


Figure 1

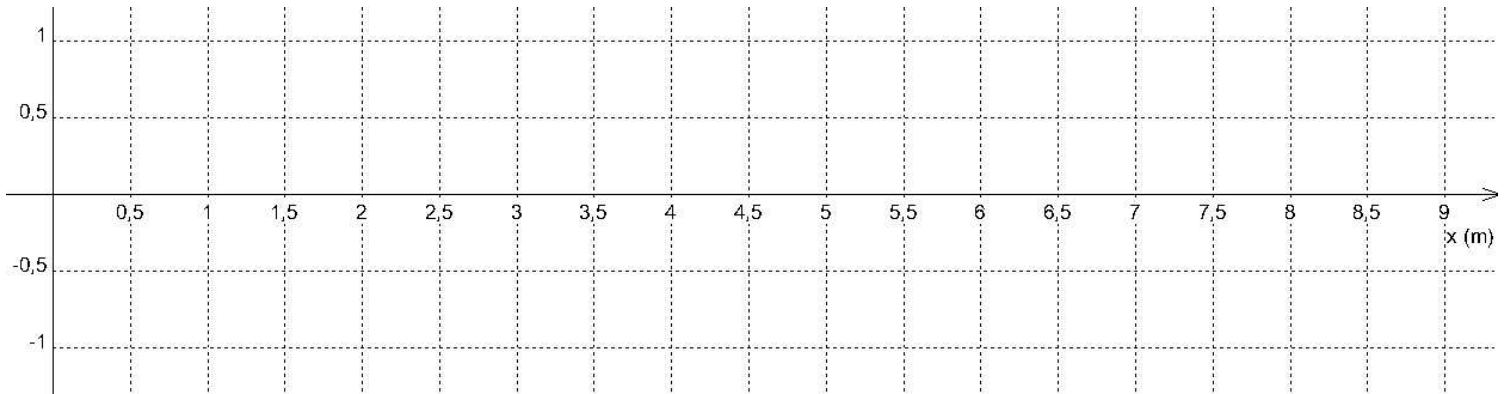


Figure 2

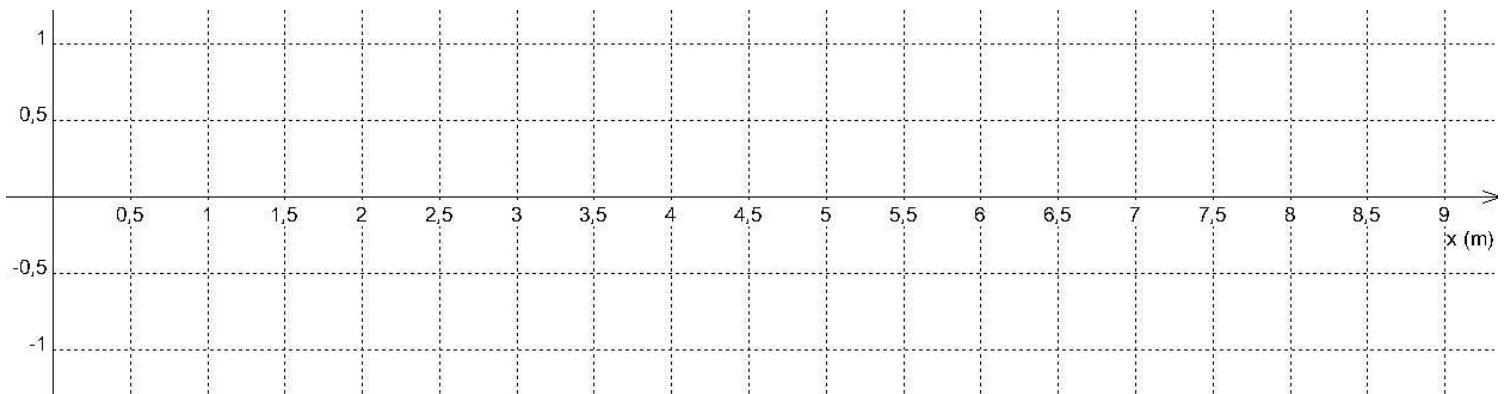
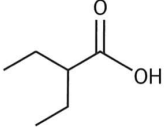
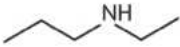


Figure 3



Figure 4

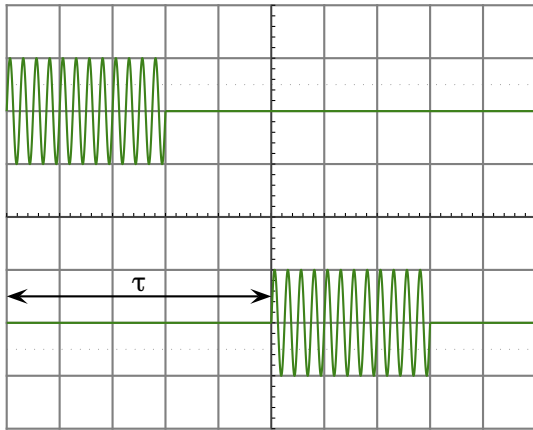
ANNEXE 2 — À rendre avec la copie

Représentation	Groupe	Fonction	Nom
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$			
$\begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{O} & & \text{H} & \\ & & & & & / & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{N} & & \\ & & & & & \backslash & \\ & \text{H} & \text{H} & & & \text{H} & \end{array}$			
$\begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_3 & & & & \\ & & & & & & \\ \text{H}_3\text{C} & -\text{CH} & -\text{C} & -\text{CH}_3 \\ & & & \\ & & \text{O} & \end{array}$			
$\begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{O} & & \\ & & & & // & & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & & \\ & & & & \backslash & & \\ & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{O} & -\text{H} & \end{array}$			
			
			
			pentanoate de méthyle
			hex-1-ène
			3,4-diméthylpentanal
			Éthanamide

Exercice 1 – Différents types d'ondes

1. Les ultrasons

1.1. On mesure l'écart entre deux points identiques des deux salves, par exemple le début de chaque salve :



Cinq divisions, avec une base de temps de 0,1 ms/div :

$$\tau = 5,0 \times 0,10 = 0,50 \text{ ms}$$

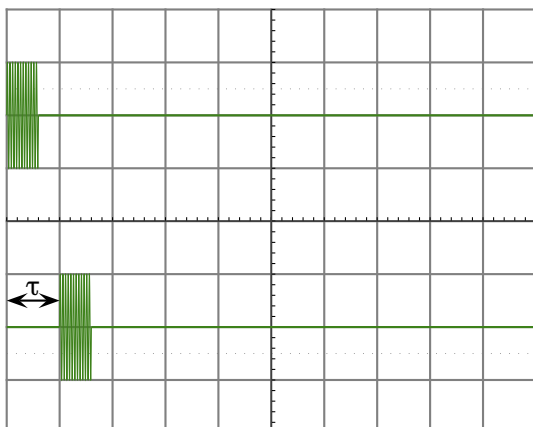
Le résultat est exprimé avec deux chiffres significatifs, car la mesure du nombre de divisions est réalisée au dixième (5,0 et pas 5, on le verrait sur l'enregistrement si c'était 4,9 ou 5,1). La valeur de la base de temps (0,10 ms/div) est censée être connue très précisément.

1.2. Célérité des ondes :

$$v = \frac{d}{\tau} = \frac{17,1 \times 10^{-2}}{0,50 \times 10^{-3}} = 3,4 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

On garde deux chiffres significatifs pour cette célérité, le retard τ précédent ayant été mesuré à deux chiffres significatifs.

1.3. À 0,5 ms/div le décalage sur l'enregistrement serait cinq fois plus petit que pour 0,10 ms/div : une seule division, au lieu de cinq.



1.4. Nouveau temps de retard :

$$v = \frac{d'}{\tau'} \Leftrightarrow \tau' = \frac{d'}{v}$$

Application numérique :

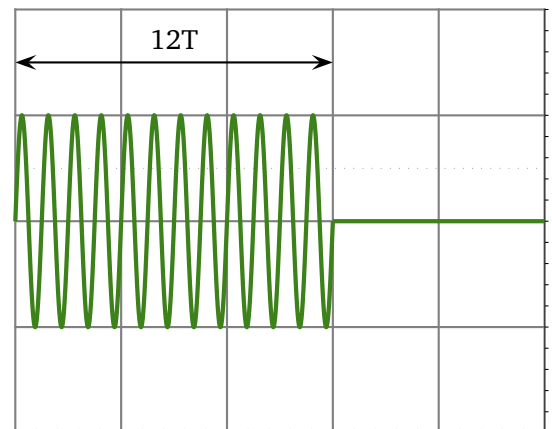
$$\tau' = \frac{9,0 \times 10^{-2}}{3,4 \times 10^2} = 0,26 \text{ ms}$$

Avec une base de temps à 0,10 ms/div, le décalage entre les deux salves serait donc de 2,6 divisions :

$$\frac{0,26 \text{ ms}}{0,10 \text{ ms/div}} = 2,6 \text{ div}$$

Tout est linéaire dans ce problème, donc une simple règle de trois pouvait aussi convenir pour obtenir ce résultat.

1.5. Pour augmenter la précision de la mesure de la période T des ondes ultrasonores, on effectue la mesure sur un grand nombre de périodes. On compte douze périodes pour trois divisions :



$$T = \frac{3,0 \times 0,10}{12} = 25 \mu\text{s}$$

La fréquence est l'inverse de la période :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{25 \times 10^{-6}} = 40 \text{ kHz}$$

Les émetteurs et récepteurs à 40 kHz sont très courants car économiques.

2. La corde vibrante

2.1. Il s'agit d'une onde transversale : la direction de perturbation (Oy) est perpendiculaire à la direction de propagation (Ox).

2.2. Il est sous-entendu que l'onde progresse selon les abscisses (Ox) croissantes lorsque le temps t s'écoule ; calculons les distances d_1 et d_2 parcourues par l'onde pendant les durées $\Delta t_1 = t_1 - t = 0,50 \text{ s}$ et $\Delta t_2 = t_2 - t = -1,5 \text{ s}$:

$$v = \frac{d}{\Delta t} \Leftrightarrow d = v \cdot \Delta t$$

$$\begin{cases} d_1 = 3,0 \times 0,50 = 1,5 \text{ m} \\ d_2 = 3,0 \times (-1,5) = -4,5 \text{ m} \end{cases}$$

Il est alors facile de reproduire l'onde avec le déca-

lage qui convient. Par exemple, le début de l'onde est à $x = 4,5 \text{ m}$ au temps t , donc à $x_1 = x + d_1 = 4,5 + 1,5 = 6,0 \text{ m}$ au temps t_1 et à $x_2 = x + d_2 = 4,5 - 4,5 = 0,0 \text{ m}$ au temps t_2 .

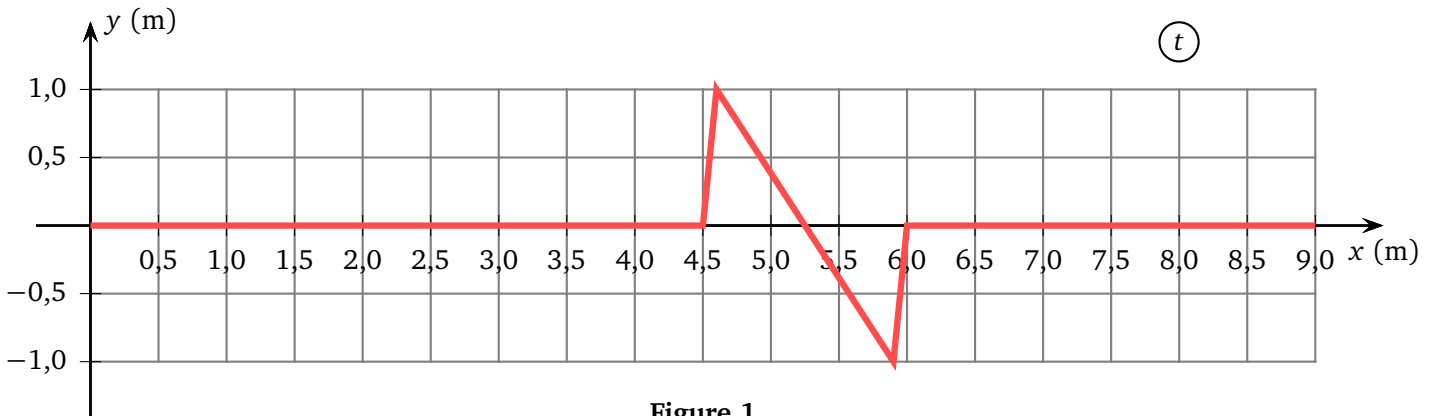


Figure 1

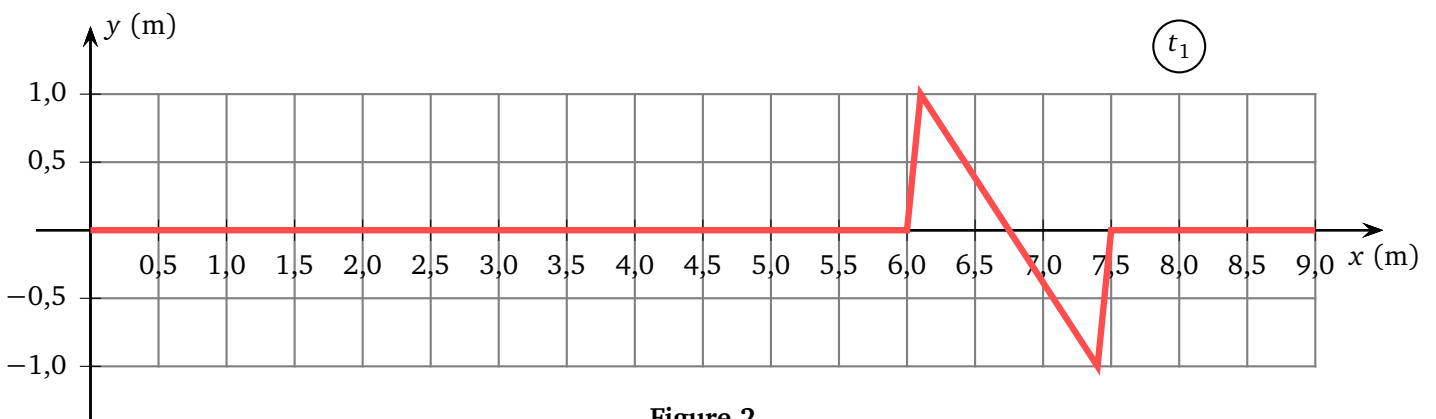


Figure 2

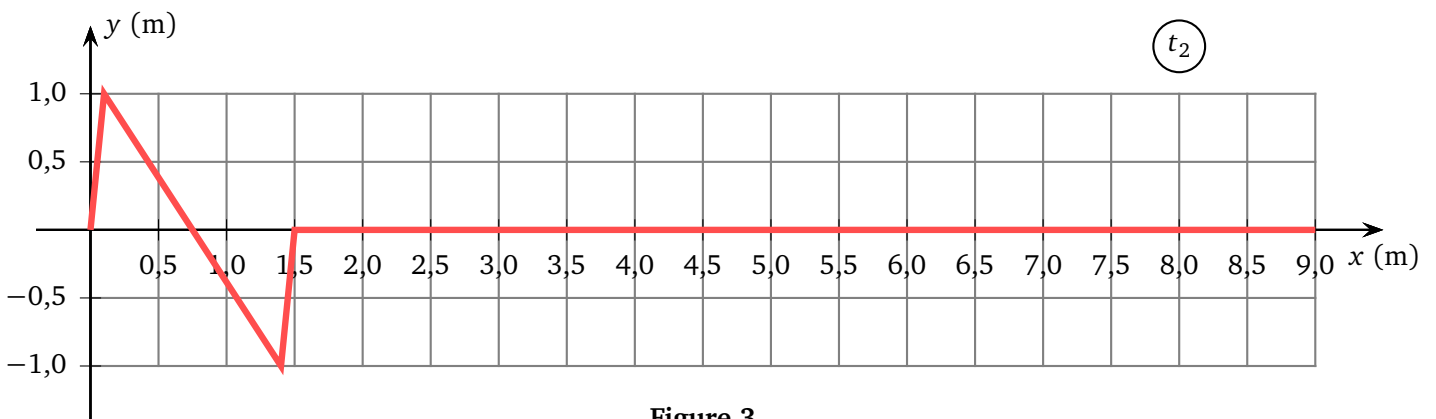


Figure 3

2.3. La perturbation a une étendue spatiale $\Delta d = 6,0 - 4,5 = 1,5 \text{ m}$; la durée Δt pendant laquelle chaque point est affecté par la perturbation est donc :

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{\Delta d}{v}$$

Application numérique :

$$\Delta t = \frac{1,5}{3,0} = 0,50 \text{ s}$$

2.4. On constate sur la figure 3 ci-dessus que la source de l'onde, supposée placée à l'origine O, est revenue au repos à l'instant t_2 , après avoir émis l'onde pendant une durée $\Delta t = 0,50 \text{ s}$, conformément au calcul de

la question précédente.

On fait le choix de $t = 0 \text{ s}$ pour le début de l'émission de l'onde à l'origine O, émission terminée au temps $\Delta t = 0,50 \text{ s}$.

Par commodité on décide d'une échelle de temps telle que $\Delta t = 0,50 \text{ s}$ corresponde à trois divisions horizontales : la représentation $y(t)$ aura ainsi la même forme que sur les courbes $y(x)$, ce qui facilite le tracé.

La source émet tout d'abord un pic vers le bas, émis quasi-instantanément à $t = 0 \text{ s}$, pic qui progresse le premier, puis un pic vers le haut, avec un retour à

zéro quasi-immédiat à $t = 0,50$ s. Au delà la source est au repos. On constate la fameuse inversion de la forme de l'onde.

Toute graduation de l'axe des temps sera acceptée,

dès lors que la forme de l'émission est correcte et qu'elle a bien une durée $\Delta t = 0,50$ s.

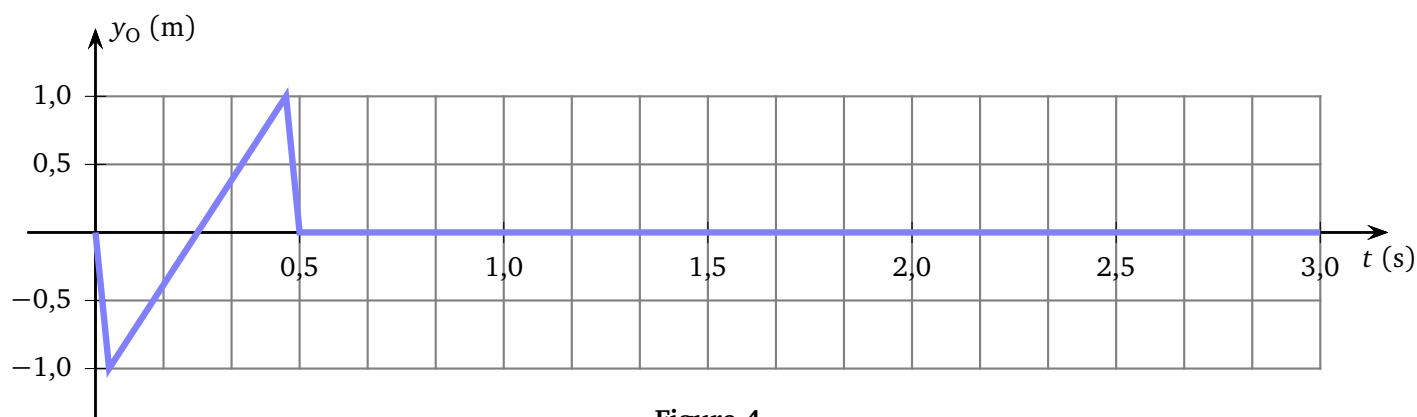


Figure 4

Exercice 2 – Applications des ondes

1. Les radars routiers

1.1. La longueur d'onde λ est liée à la célérité c et à la fréquence ν des ondes électromagnétiques par :

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3,00 \times 10^8}{24,125 \times 10^9} = 0,0124 \text{ m}$$

c'est-à-dire 1,24 cm. Il s'agit bien d'ondes centimétriques.

1.2. Avant toute chose, on trouve la formule littérale donnant la vitesse ν du véhicule contrôlé, en fonction des données du problème :

$$FD = \frac{2\nu \cos \alpha}{\lambda} \Leftrightarrow \nu = \frac{\lambda FD}{2 \cos \alpha}$$

Application numérique, le radar étant orienté à $\alpha = 25^\circ$, tel qu'indiqué dans le document 1 :

$$\nu = \frac{0,0124 \times 5,18 \times 10^3}{2 \cos 25^\circ} = 35,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\nu = 35,4 \times \frac{3600}{1000} = 127 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

Devant le lycée la vitesse est limitée à 30 km/h donc on constate une infraction.

1.3. Si l'angle est 3° trop fort :

$$\nu' = \frac{0,0124 \times 5,18 \times 10^3}{2 \cos 28^\circ} = 36,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\nu' = 36,4 \times \frac{3600}{1000} = 131 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

Écart en pourcentage :

$$\frac{\nu' - \nu}{\nu} = \frac{131 - 127}{127} = 3,14\%$$

Cet écart est acceptable, puisque d'après le document 2 le maximum toléré est de 5% pour les vitesses supérieures à 100 km/h.

1.4. La phrase en gras force le trait. Une erreur de 3% sur une vitesse de 100 km/h ne fait que 3 km/h de différence. Il faudrait mesurer une vitesse de l'ordre de 300 km/h pour avoir un écart de l'ordre de la dizaine de km/h.

2. Les fentes d'Young

2.1.1. La photo du devoir surveillé a mal supportée la photocopie. Examinez l'image en niveaux de gris inversés ci-dessous :



On observe deux phénomènes :

- des interférences, avec une vingtaine de franges visibles, toutes avec le même interfrange, donc régulièrement espacées ;
- de la diffraction, avec une tache centrale et ici seulement deux taches latérales, les taches latérales étant deux fois plus petites que la tache centrale.

2.1.2. Les deux phénomènes se superposent ; ainsi, la tache centrale de diffraction « contient » une dizaine de franges d'interférences, quant aux taches latérales de diffraction, elles contiennent cinq ou six franges chacune.

2.2.1. L'écart angulaire caractérise traditionnellement le phénomène de diffraction.

2.2.2. L'écart angulaire θ est lié à la longueur d'onde λ et à la taille de l'objet diffractant (ici, la taille des fentes) a par :

$$\theta = \frac{\lambda}{a} \Leftrightarrow a = \frac{\lambda}{\theta}$$

Application numérique :

$$a = \frac{632,8 \times 10^{-9}}{1,6 \times 10^{-3}} = 4,0 \times 10^{-4} \text{ m}$$

c'est-à-dire $a = 0,40 \text{ mm}$.

- 2.3.1.** Au niveau d'une frange brillante, les deux ondes lumineuses sont en phase : il s'agit d'une interférence constructive.

Au niveau d'une frange sombre, les deux ondes lumineuses sont en opposition de phase : il s'agit d'une interférence destructive.

- 2.3.2.** Tout d'abord, il faut exprimer l'écart ℓ par une formule littérale :

$$i = \frac{\lambda D}{\ell} \Leftrightarrow \ell = \frac{\lambda D}{i}$$

Ensuite, on compte onze franges pour 9,5 cm, donc dix interfranges (piège classique...) :

$$i = \frac{9,5}{10} = 0,95 \text{ cm}$$

Enfin, l'application numérique :

$$\ell = \frac{632,8 \times 10^{-9} \times 2,0}{0,95 \times 10^{-2}} = 1,3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

c'est-à-dire $\ell = 0,13 \text{ mm}$.

- 2.4.1.** Si on écarte les deux fentes (i.e., $\ell \nearrow$), l'interfrange i diminue, on aura plus de franges sur la figure. La figure de diffraction reste identique.

- 2.4.2.** Si on diminue l'ouverture des fentes (i.e., $a \searrow$), l'écart angulaire θ augmente, la taille de la tache centrale de diffraction augmente, de même que la taille des taches latérales : la figure de diffraction sera plus étalée. La figure d'interférence reste identique.

- 2.4.3.** Un laser vert a une longueur d'onde plus petite qu'un laser rouge. L'interfrange i diminue, ainsi que l'écart angulaire θ . Les franges seront plus resserrées, la figure de diffraction sera moins étalée. La figure résultante sera identique, mais plus petite. En revanche l'œil est plus sensible au vert qu'au rouge donc on peut éventuellement apercevoir plus de taches et de franges.

Exercice 3 – La chimie de la ruche

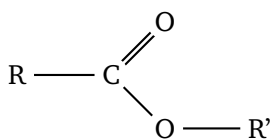
1. Nomenclature

Représentation	Groupe	Fonction	Nom
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$	carbonyle	aldéhyde	méthanal
$\begin{array}{ccccccc} & \text{H} & & \text{H} & & \text{O} & & \text{H} \\ & & & & & & & / \\ \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{N} \\ & & & & & & & \backslash \\ & \text{H} & & \text{H} & & & & \text{H} \end{array}$	amide	amide	propanamide
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$	carbonyle	cétone	3-méthylbutan-2-one
$\begin{array}{ccccccc} & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{O} \\ & & & & & & & // \\ \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \\ & & & & & & & \backslash \\ & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{O} - \text{H} \end{array}$	carboxyle	acide carboxylique	acide butanoïque

Représentation	Groupe	Fonction	Nom
	carboxyle	acide carboxylique	acide 2-éthylbutanoïque
	amine	amine	N-éthylpropan-1-amine
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O} - \text{CH}_3 \end{array}$			groupe et fonction ester pentanoate de méthyle
	alcène	alcène	hex-1-ène
$\text{CH}_3 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}} - \overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}} - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$		aldéhyde	groupe carbonyle 3,4-diméthylpentanal
$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{CH}} - \text{NH}_2$	amide	amide	Éthanamide

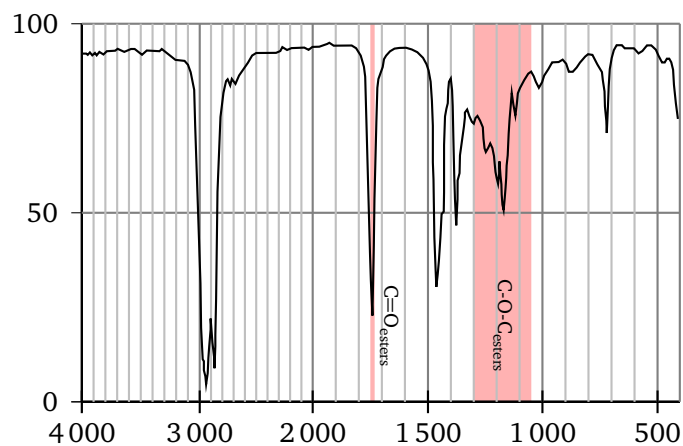
2. La cire d'abeille

2.1. Formule générale d'un ester :

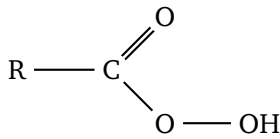


où R' est un groupe alkyle, et R un groupe alkyle ou éventuellement un hydrogène.

Si un ester est présent dans l'échantillon, on aura une bande intense entre 1735 et 1750 cm^{-1} , caractéristique du C=O des esters, ainsi qu'une autre bande intense entre 1050 et 1300 cm^{-1} , caractéristique de C-O-C.

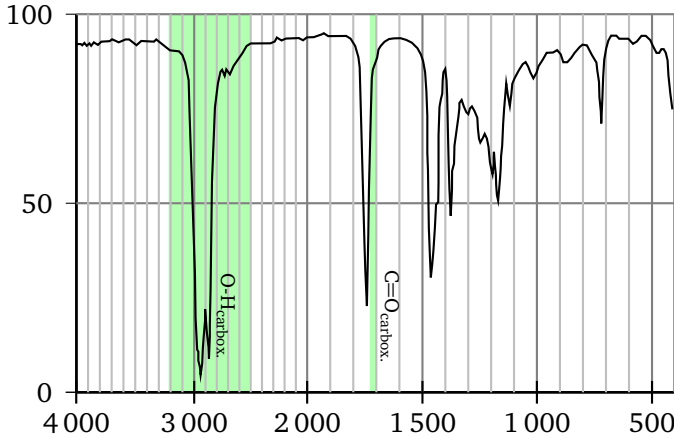


2.2. Formule général d'un acide carboxylique :



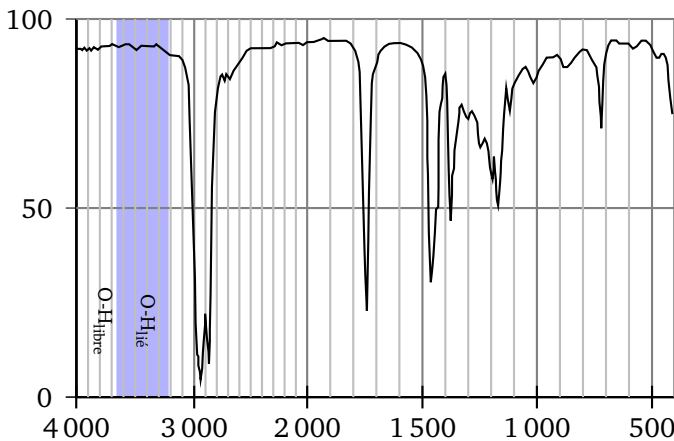
où R est un groupe alkyle ou éventuellement un hydrogène.

Si un acide carboxylique est présent dans l'échantillon, on aura une bande intense et large entre 2500 et 3200 cm^{-1} pour le O-H, et une bande intense entre 1700 et 1725 cm^{-1} pour le C=O.



Formule générale d'un alcool : R-OH, où R est un groupe alkyle.

Si un alcool est présent, on aura éventuellement une bande intense et fine entre 3590 et 3650 cm^{-1} pour le O-H libre, et une bande moyenne et large entre 3200 et 3600 cm^{-1} pour le O-H lié.

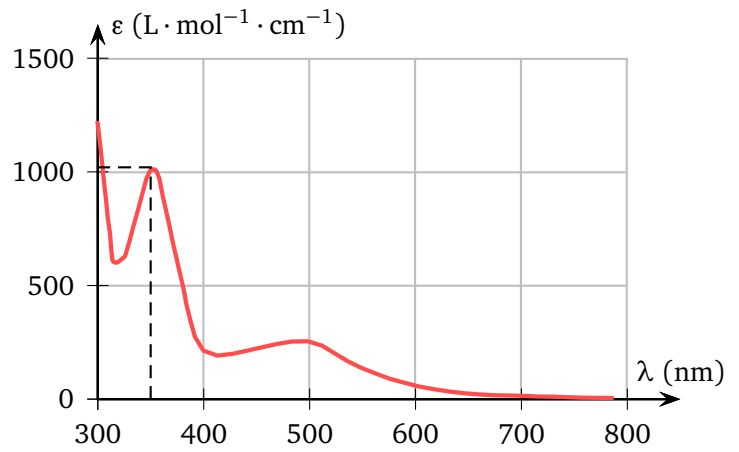


2.3. On constate que le spectre ne présente aucune bande caractéristique des alcools O-H. Une bande caractéristique du C=O est présente, il s'agit précisément du C=O d'un ester. L'ester du miel a été conservé tel que, il n'a pas été hydrolysé en alcool et en acide carboxylique, le miel a donc été conservé en milieu sec.

3. Nettoyage de la ruche

3.1.1. Lecture graphique du coefficient d'extinction molaire ϵ à $\lambda = 350 \text{ nm}$:

$$\epsilon_{350} = 1025 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$



3.1.2. Loi de Beer-Lambert :

$$A_{350} = \epsilon_{350} \ell c$$

$$A_{350} = 1025 \times 1 \times 0,04 = 41$$

3.1.3. À $\lambda = 500 \text{ nm}$, l'absorbance est bien plus faible, d'un facteur trois ; de plus, la dilution par dix va encore diminuer l'absorbance, d'un facteur dix. Avec une diminution d'un facteur trente environ, l'absorbance précédente serait de l'ordre de $41/30 = 1,4$. Or l'absorbance maximale mesurable ici est de 2 (et de 3,3 avec le spectrophotomètre du lycée, plus performant). En diluant et en ne choisissant pas un maximum d'absorption on évite d'être hors gamme de fonctionnement du spectrophotomètre.

3.2. Loi de Beer-Lambert, dans l'hypothèse que seul l'ion triiodure I_3^- absorbe :

$$A_{500} = \epsilon_{500} \ell [\text{I}_3^-]$$

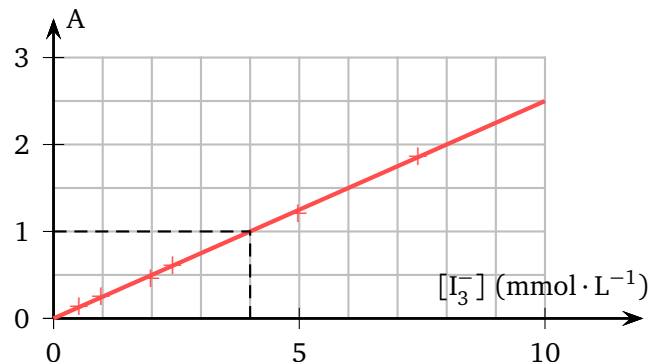
Le document 3 présente la courbe d'étalonnage, droite $A = k[\text{I}_3^-]$ de pente k :

$$k = \frac{\Delta A}{\Delta [\text{I}_3^-]} = \frac{2,5}{10 \times 10^{-3}} = 250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Par identification :

$$k = \epsilon_{500} \ell \Rightarrow \epsilon_{500} = \frac{k}{\ell} = 250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

3.3.1. Par lecture graphique sur le document 3, pour $A' = 1,00$, $C' = [\text{I}_3^-] = 4,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.



3.3.2. $C_L = 10C' = 40 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

1. Différents types d'ondes .../10

- $\tau = 0,50 \text{ ms}$
- $v = d/\tau = 3,4 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Une division, expliqué
- $\tau' = 0,26 \text{ ms}$ donc 2,6 divisions
- $T = 25 \mu\text{s}$ sur plusieurs périodes
- $f = 1/T = 40 \text{ kHz}$
- Onde transversale
- Ondes à 6,0 m et 0 m, justifiés
- $\Delta t = 0,50 \text{ s}$, calculé
- Forme inversée, justifié

2. Application des ondes .../14

- $\lambda = cv = 1,24 \text{ cm}$ + ondes centimétriques
- $v = \lambda FD/2 \cos \alpha = 35,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- $v' = 36,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pour $+3^\circ$
- 3 % d'écart, acceptable // document 2
- Erreur moindre qu'indiqué en gras
- Diffraction et interférences
- Franges régulières + 3 tâches dont une centrale
- Écart angulaire = diffraction
- $a = \lambda/\theta = 4,0 \times 10^{-4} \text{ m}$
- Frange brillante et frange sombre expliquées
- $i = 9,5/10 = 0,95 \text{ cm}$
- $\ell = \lambda D/i = 1,3 \times 10^{-4} \text{ m}$
- $i \searrow$; $\theta \nearrow$; plus petit
- $i \searrow$; $\theta \nearrow$; plus petit

3. Chimie de la ruche .../16

- Nomenclature : 5 noms
- Nomenclature : 1 nom, 4 formules
- Nomenclature : 10 groupes et fonctions
- Ester + bandes
- Acide carboxylique + bandes
- Alcool + bandes (libre et lié)
- Bandes de l'ester, donc milieu sec, justifié
- Bandes de l'ester, donc milieu sec, justifié
- $\epsilon_{350} = 1000 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
- $A_{350} = \epsilon_{350} \ell c = 41$
- Dilution + absorbance \Rightarrow dans la gamme du spectro
- Dilution + absorbance \Rightarrow dans la gamme du spectro
- $k = 250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\epsilon_{500} = k/\ell = 250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
- $C' = 4,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- $C_L = 10C' = 40 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

Total .../40

Note .../20

1. Différents types d'ondes .../10

- $\tau = 0,50 \text{ ms}$
- $v = d/\tau = 3,4 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Une division, expliqué
- $\tau' = 0,26 \text{ ms}$ donc 2,6 divisions
- $T = 25 \mu\text{s}$ sur plusieurs périodes
- $f = 1/T = 40 \text{ kHz}$
- Onde transversale
- Ondes à 6,0 m et 0 m, justifiés
- $\Delta t = 0,50 \text{ s}$, calculé
- Forme inversée, justifié

2. Application des ondes .../14

- $\lambda = cv = 1,24 \text{ cm}$ + ondes centimétriques
- $v = \lambda FD/2 \cos \alpha = 35,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- $v' = 36,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pour $+3^\circ$
- 3 % d'écart, acceptable // document 2
- Erreur moindre qu'indiqué en gras
- Diffraction et interférences
- Franges régulières + 3 tâches dont une centrale
- Écart angulaire = diffraction
- $a = \lambda/\theta = 4,0 \times 10^{-4} \text{ m}$
- Frange brillante et frange sombre expliquées
- $i = 9,5/10 = 0,95 \text{ cm}$
- $\ell = \lambda D/i = 1,3 \times 10^{-4} \text{ m}$
- $i \searrow$; $\theta \nearrow$; plus petit
- $i \searrow$; $\theta \nearrow$; plus petit

3. Chimie de la ruche .../16

- Nomenclature : 5 noms
- Nomenclature : 1 nom, 4 formules
- Nomenclature : 10 groupes et fonctions
- Ester + bandes
- Acide carboxylique + bandes
- Alcool + bandes (libre et lié)
- Bandes de l'ester, donc milieu sec, justifié
- Bandes de l'ester, donc milieu sec, justifié
- $\epsilon_{350} = 1000 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
- $A_{350} = \epsilon_{350} \ell c = 41$
- Dilution + absorbance \Rightarrow dans la gamme du spectro
- Dilution + absorbance \Rightarrow dans la gamme du spectro
- $k = 250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\epsilon_{500} = k/\ell = 250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
- $C' = 4,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$
- $C_L = 10C' = 40 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

Total .../40

Note .../20