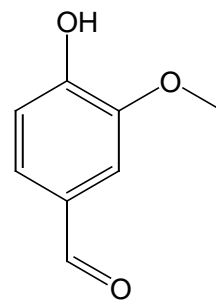


## EXERCICE I

La vanilline est une molécule bien connue des gourmets et des gourmands, mais aussi des pharmacologistes.

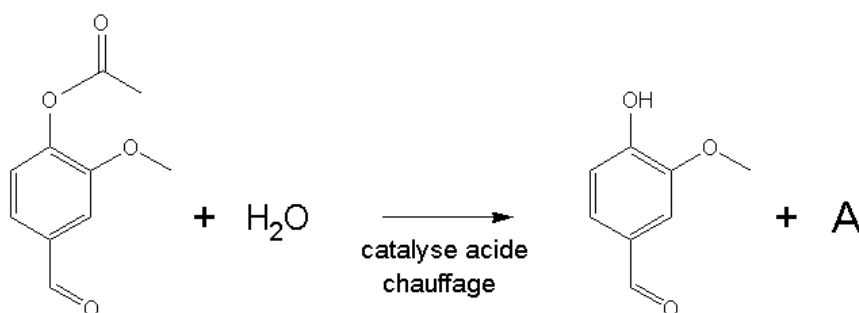
Elle peut s'obtenir par extraction à partir du vanillier, mais elle est aujourd'hui principalement produite par synthèse chimique.

Sa formule topologique est représentée ci-contre.



I-1- Donner la formule brute de la vanilline.

La dernière étape de sa synthèse est décrite ci-dessous :



I-2- Donner nom et la formule semi-développées de A.

I-3- Entourer deux fonctions chimiques présentes dans la molécule de vanilline et les nommer.

La vanilline existe sous la forme d'un couple acido-basique noté : VanOH / VanO<sup>-</sup>, de pKa = 7,4

I-4- Représenter les deux formes du couple acide / base sur le diagramme de prédominance.

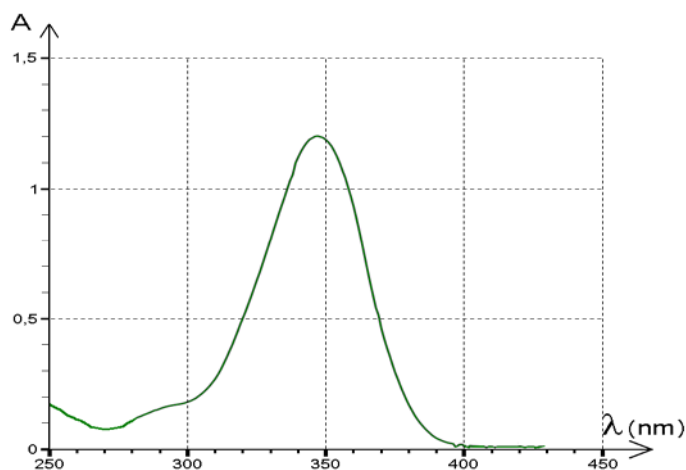
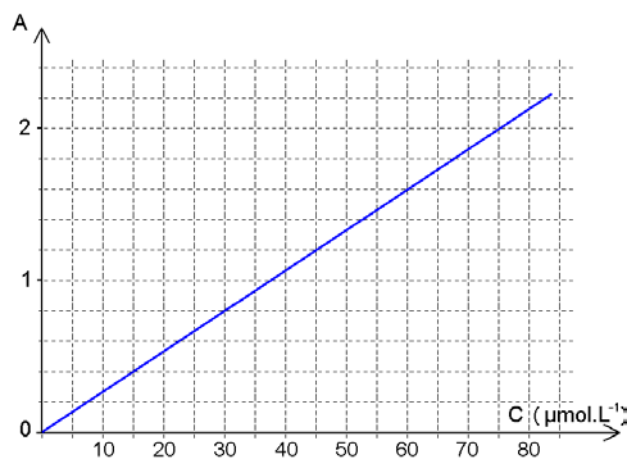
On se propose de doser la vanilline présente dans du sucre vanillé commercial par spectrophotométrie.

On prépare dans un premier temps des solutions étalon par dissolution de vanilline dans une solution aqueuse de soude (NaOH) de concentration  $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

I-5- Donner le nom systématique de la soude.

I-6- Déterminer le pH de la solution de soude qui sert à préparer les étalons.

On réalise alors le spectre de chacun de ces étalons. L'absorbance mesurée au maximum d'absorption est ensuite portée graphiquement en fonction de la concentration en vanilline :

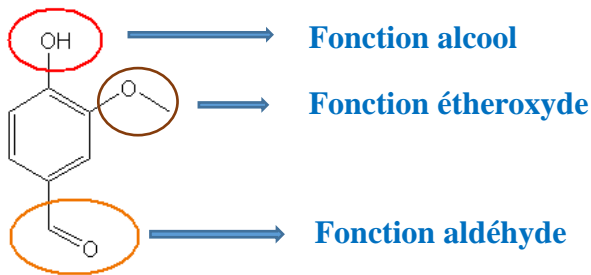
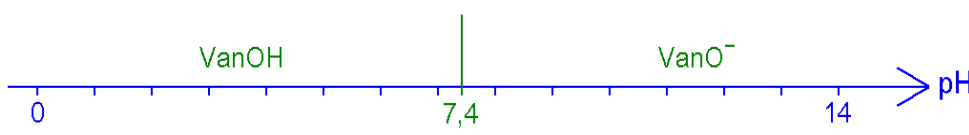


La solution S est préparée en dissolvant la vanilline extraite de  $m=1,00\text{ g}$  de sucre vanillé dans  $V=100,0\text{ mL}$  de la solution de soude précédente. Le spectre d'absorption de la solution S est reproduit précédemment.

- I-7- Dans quel domaine du spectre électromagnétique la vanilline absorbe-t-elle ?  
 I-8- Donner la concentration molaire en vanilline de la solution S.  
 I-9- Déterminer la masse de vanilline contenue dans  $1,00\text{ g}$  de sucre vanillé.

Données :  $M(\text{vanilline}) = 152\text{ g.mol}^{-1}$ .

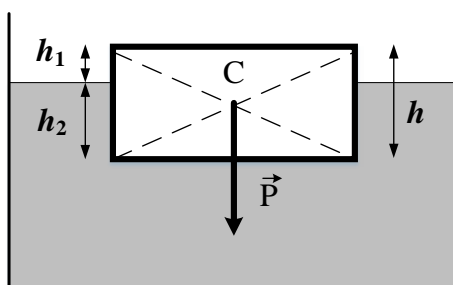
### REPONSES A L'EXERCICE I

I-1-	Formule brute : <b><math>\text{C}_8\text{O}_3\text{H}_8</math></b>	
I-2-	Nom de A : <b>Acide éthanoïque</b>	Formule semi-développée : <b><math>\text{CH}_3\text{COOH}</math></b>
I-3-	Entourer et nommer 2 fonctions :	
I-4-	Diagramme de prédominance	
		
I-5-	Nom de la soude : <b>Hydroxyde de sodium</b>	
I-6-	<b>pH = 13</b>	
I-7-	Domaine spectral : (cocher la réponse exacte) <input type="checkbox"/> rayons X <input checked="" type="checkbox"/> <b>ultraviolet</b> <input type="checkbox"/> visible <input type="checkbox"/> infra-rouge <input type="checkbox"/> micro-ondes <input type="checkbox"/> radiofréquences	
I-8-	Concentration : <b><math>c = 45\text{ }\mu\text{mol.L}^{-1}</math></b>	
I-9-	Masse :	
	Exp. Litt. : <b><math>m = c V M_{(\text{vanilline})}</math></b>	Appl. Num. : <b><math>m = 6,8 \cdot 10^{-4}\text{ g}</math></b>

## EXERCICE II

Un glaçon d'eau solide flotte à la surface de l'eau liquide dans un verre.

Le glaçon a la forme d'un parallélépipède rectangle (format boîte à chaussures) de hauteur  $h$ . Sa base horizontale est un rectangle d'aire  $S$ . On note  $V = S \cdot h$  son volume.



Le glaçon est immergé dans l'eau sur une hauteur  $h_2$ , et émerge sur une hauteur  $h_1$  :  $h = h_1 + h_2$ .

Il est soumis à son poids  $\mathbf{P} = \mathbf{M} \cdot \mathbf{g} = \rho_{\text{sol}} \cdot \mathbf{V} \cdot \mathbf{g}$  et à sa poussée d'Archimède  $\mathbf{F} = \rho_{\text{liq}} \cdot \mathbf{V}_2 \cdot \mathbf{g}$ .

On note  $C$  le centre de gravité du glaçon.

$M$  : masse du glaçon

$g$  : accélération de la pesanteur  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

$V_1$  : volume de la partie émergée du glaçon

$V_2$  : volume de la partie immergée du glaçon

$\rho_{\text{liq}} = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$  : masse volumique de l'eau

$\rho_{\text{sol}} = 920 \text{ kg.m}^{-3}$  : masse volumique de la glace.

**II-1-** Rappeler la loi qui définit l'équilibre du glaçon dans l'eau.

**II-2-** Quelle est le point d'application de la force  $\vec{F}$  ? Dessiner sur le schéma du document réponse le vecteur force  $\vec{F}$ .

**II-3-** Ecrire la relation reliant le rapport  $r = \frac{h_1}{h_2}$  et le rapport des masses volumiques  $\frac{\rho_{\text{liq}}}{\rho_{\text{sol}}}$ .

Calculer ce rapport en pourcentage.

Le glaçon est déplacé et maintenu au fond du verre. Il est alors soumis toujours à son poids  $\mathbf{P} = \mathbf{M} \cdot \mathbf{g}$  et à une nouvelle poussée d'Archimède  $\mathbf{F}' = \rho_{\text{liq}} \cdot \mathbf{V} \cdot \mathbf{g}$ .

A l'instant  $t=0$ , le glaçon est libéré et remonte vers la surface. On considérera que le glaçon est toujours entièrement immergé et on négligera les forces de frottement.

On note  $z$  l'axe vertical, positif vers le haut, d'origine  $z = 0$  en  $C$  au fond du verre.

**II-4-** Ecrire la relation liant  $a_z$ ,  $\mathbf{F}'$  et  $\mathbf{P}$ .

**II-5-** En déduire l'expression littérale de l'accélération verticale  $a_z$  en fonction de  $g$ ,  $\rho_{\text{liq}}$  et  $\rho_{\text{sol}}$ .

**II-6-** En déduire l'expression littérale de  $z$  en fonction du temps  $t$ , soit  $z(t)$ .

**II-7-** Calculer le temps  $t_1$  nécessaire au glaçon pour remonter dans le verre d'une hauteur de 10 cm.



### EXERCICE III

On souhaite étudier les déperditions thermiques d'un chalet vosgien durant les mois d'hiver et analyser la quantité d'émission de gaz à effet de serre produite. Les 3 parties du problème sont indépendantes.

Données :

- Conductivité thermique utile  $\lambda$  (en  $W.m^{-1}.K^{-1}$ ) pour les divers matériaux envisagés :

Pin autoclave	Polystyrène	Panneaux d'agglomérés de bois	Verre	Air	Argon
0,15	0,042	0,16	0,81	0,025	0,018

- Capacité calorifique massique de l'eau :  $c_{eau} = 4185 J.kg^{-1}.^{\circ}C^{-1}$

#### Etude des cloisons verticales du chalet.

Les cloisons verticales d'une habitation à ossature en bois sont constituées (en partant de l'extérieur vers l'intérieur de la cloison) d'épaisseur :

- 8 cm de pin traité autoclave de résistance thermique  $R_1$ .
- 10 cm de polystyrène pour l'isolation de résistance thermique  $R_2$ .
- 4 cm de panneaux d'agglomérés de bois pour la finition de résistance thermique  $R_3$ .

La résistance thermique d'une paroi, d'aire S, d'épaisseur L et de conductivité thermique  $\lambda$ , est donnée par la relation  $R_{th} = \frac{L}{\lambda S}$ .

III-1- Quelle est l'unité internationale de  $R_{th}$  ?

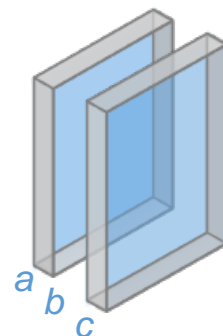
III-2- Calculer la résistance thermique  $R_2$  du polystyrène pour 1 m<sup>2</sup> de superficie.

III-3- Calculer la résistance thermique totale  $R_{Total}$  de la cloison pour 1 m<sup>2</sup> de superficie.

III-4- La température extérieure est de  $\Theta_{ext} = -10^{\circ}C$  et celle intérieure est maintenue à  $\Theta_{int} = +20^{\circ}C$ . Calculer le flux thermique  $\phi$  (en Watt) à travers la paroi pour le chalet à ossature bois en considérant que la surface totale des murs est  $S=100 m^2$ .

#### Etude des vitrages du chalet.

Dans une fenêtre double vitrage (a-b-c), a et c représentent respectivement en millimètre les épaisseurs de la vitre extérieure et la vitre intérieure et b représente en millimètre l'épaisseur du gaz séparant les deux vitres. Ce gaz peut être soit de l'air soit de l'argon.



III-5- Comparer sans faire de calculs les formats (4-16-4) air avec (4-16-4) argon, (10-10-4) air et (10-10-4) argon en précisant lequel est le plus efficace thermiquement et le moins efficace.

### Etude du système de chauffage.

Cette maison est chauffée grâce à une chaudière au gaz. Elle récupère l'eau provenant des radiateurs à la température  $\theta_f = 48^\circ\text{C}$  et la réchauffe à la température  $\theta_c = 55^\circ\text{C}$ . L'installation comporte dix radiateurs. On note  $Q = 111 \text{ MJ}$  ( $111 \cdot 10^6 \text{ J}$ ), la quantité de chaleur dégagée par les 10 radiateurs pendant trois heures, et  $M$  la masse d'eau circulant dans la chaudière pendant 3 heures.

III-6- Calculer la puissance thermique dégagée par les 10 radiateurs.

III-7- Exprimer la quantité de chaleur  $Q$  dégagée par les 10 radiateur pendant trois heures en fonction de  $M$ ,  $\theta_f$ ,  $\theta_c$  et  $c_{\text{eau}}$ .

III-8- En déduire la valeur de la masse  $m$  d'eau transitant dans un radiateur pendant trois heures de chauffage.

La chaudière utilise du propane  $\text{C}_3\text{H}_8$  comme combustible. Elle en consomme  $n = 70 \text{ moles}$  pour fournir la quantité de chaleur  $Q = 111 \text{ MJ}$ .

III-9- Ecrire l'équation chimique de combustion complète du propane.

III-10- Calculer la masse de dioxyde de carbone dégagée pendant les 3 heures,

Rappel : masse molaire  $\text{CO}_2 = 44 \text{ g.mol}^{-1}$ .

### REPONSES A L'EXERCICE III

III-1-	Unité de $R_{\text{th}}$ : $\text{K.W}^{-1}$		
III-2-	$R_2 = 2,4 \text{ K.W}^{-1}$	III-3-	$R_{\text{Total}} = 3,2 \text{ K.W}^{-1}$
III-4-	Flux thermique : $\phi = 950 \text{ Watt}$		
III-5-	Entourer le format le plus efficace thermiquement et barrer le moins efficace <del>(4-16-4) air</del> <del>(10-10-4) air</del> <u>(4-16-4) argon</u> (10-10-4) argon		
III-6-	Puissance : $P_{\text{thermique}} = 10,3 \text{ kW}$		
III-7-	Quantité de chaleur : $Q = M c_{\text{eau}} (\theta_c - \theta_f)$		
III-8-	Masse d'eau : $m = 380 \text{ kg}$		
III-9-	Equation chimique : $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{ O}_2 \rightarrow 3 \text{ CO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$		
III-10-	Masse $m(\text{CO}_2) = 9,2 \text{ kg}$		

## EXERCICE IV

Un guitariste (en A) joue sans amplification sur une scène. Un ingénieur du son est situé à 10 m de A. Il mesure un niveau d'intensité acoustique  $L_A = 67 \text{ dB}$ .

On considère le guitariste A comme une source ponctuelle de bruit. L'intensité acoustique peut alors s'écrire  $I_A(r) = \frac{W_A}{S(r)}$  avec  $S(r) = 4\pi r^2$  l'aire de la sphère de rayon  $r$  et de centre A.

Le niveau d'intensité acoustique s'écrit alors  $L_A(r) = 10 * \text{Log}_{10} \left( \frac{I_A(r)}{I_0} \right)$  avec  $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^2$ .

**IV-1-** Quelles sont les unités des grandeurs  $I_A(r)$  et  $W_A$ .

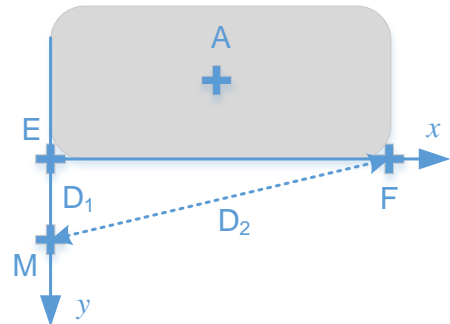
**IV-2-** Calculer littéralement  $L_A(r' = 2r)$  en fonction de  $L_A(r)$ .

**IV-3-** En se plaçant à 40 m du guitariste, quelle est le niveau d'intensité acoustique mesurée en dB ?

L'intensité acoustique du guitariste sans amplification est trop faible pour un concert en plein air. On décide de recourir à une amplification. Deux ensembles d'enceintes sont placés en E et F.

$D_1$  est la distance entre les points E et M, et  $D_2$  est la distance entre les points F et M.

Les enceintes sont alimentées par un seul amplificateur, on considère que ces enceintes sont les seules sources de son et qu'elles sont en phases et cohérentes l'une avec l'autre.



**IV-4-** Lors d'essais avec un son pur, l'ingénieur M observe qu'en s'éloignant de la scène (direction  $Ey$  voir schéma) le son fluctue en intensité. Quel phénomène est à l'origine de cette fluctuation ?

Soit la relation entre la différence de chemin parcourue  $\delta = D_2 - D_1$  et la longueur d'onde  $\lambda$  du son en un point de maximum ou de minimum d'intensité acoustique :  $\delta = n \frac{\lambda}{2}$

**IV-5-** Que peut-on dire de  $n$  en un point d'intensité maximale ?

**IV-6-** Que peut-on dire de  $n$  en un point d'intensité minimale ?

En s'éloignant de la scène, des points de maxima et minima d'intensité sont perçus. On mesure pour chacun de ces points les distances  $D_1$  et  $D_2$  (voir tableau ci-dessous).

INTENSITE DU SON	$D_1$ (en m)	$D_2$ (en m)	$D_2 - D_1$ (en m)
minimum	127,75	129,30	1,55
maximum	62,71	65,82	3,11
minimum	40,51	45,18	4,67
maximum	29,02	35,24	6,22
minimum	21,81	29,60	7,78

**IV-7-** Quelle est la longueur d'onde du son utilisé pour cette série de mesure ?

**IV-8-** Sachant que la température extérieure était de 20°C (293 K) au moment des mesures et que la vitesse du son  $v$  (en  $m.s^{-1}$ ) est  $v = 20 \times \sqrt{T}$ , calculer la fréquence  $f_1$  du son pur utilisé pour ces essais.

**IV-9-** On utilise un son pur de fréquence deux fois plus élevée. Le point de coordonnées (0 ; 127,75 m) correspond à un maximum d'intensité, à un minimum d'intensité ou aucun des deux ?

**IV-10-** Si on utilise une guitare, plutôt qu'un son pur pour créer une note de fréquence fondamentale  $f_1$ , quelle sera la sensation sonore au point M de coordonnées (0 ; 21,81 m) ?

### REPONSES A L'EXERCICE IV

<b>IV-1-</b> Unité $I_A(r)$ : <b><math>W.m^2</math></b>	Unité $W_A$ : <b>Watt</b>
<b>IV-2-</b> $L_A(2r) = L_A(r) - 6 \text{ dB}$	
<b>IV-3-</b> Niveau d'intensité acoustique à 40 m : $L_A = 55 \text{ dB}$	
<b>IV-4-</b> Phénomène : <b>Interférence</b>	
<b>IV-5-</b> $n$ est : <b>pair</b>	<b>IV-6-</b> $n$ est : <b>impair</b>
<b>IV-7-</b> Longueur d'onde : $\lambda = 3,11 \text{ m}$	
<b>IV-8-</b> Fréquence : $f_1 = 110 \text{ Hz}$	
<b>IV-9-</b> Position $D_1 = 127,75 \text{ m}$ <span style="float: right;">(cocher la réponse exacte)</span>	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Maximum</b> <input type="checkbox"/> Minimum <input type="checkbox"/> Ni maximum ni minimum	
<b>IV-10-</b> Sensation sonore :	
<input checked="" type="checkbox"/> <b>le timbre du son de la guitare sera perturbé</b> <input type="checkbox"/> la hauteur du son de la guitare sera perturbée <input checked="" type="checkbox"/> <b>le minimum sera moins marqué qu'avec un son pur</b> <input type="checkbox"/> le minimum sera plus marqué qu'avec un son pur <input type="checkbox"/> aucun changement <span style="float: right;">(cocher la ou les réponses exactes)</span>	