



## ÉPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE

### INSTRUCTIONS AUX CANDIDATS

L'usage de la calculatrice ou de tout appareil électronique est **interdit**.

L'épreuve comporte 16 exercices indépendants. Vous ne devez en traiter que 12 maximum. Si vous en traitez davantage, **seuls les 12 premiers** seront corrigés.

Un exercice comporte 4 affirmations repérées par les lettres a, b, c, d. Vous devez indiquer pour chacune d'elles si elle est vraie (V) ou fausse (F).

Un exercice est considéré comme traité dès qu'une réponse à une des 4 affirmations est donnée (l'abstention et l'annulation ne sont pas considérées comme réponse).

Toute réponse exacte rapporte un point.

Toute réponse inexacte entraîne le retrait d'un point.

L'annulation d'une réponse ou l'abstention n'est pas prise en compte, c'est-à-dire ne rapporte ni ne retire aucun point.

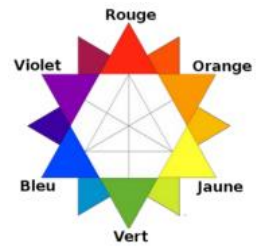
Une bonification d'un point est ajoutée chaque fois qu'un exercice est traité correctement en entier (c'est-à-dire lorsque les réponses aux 4 affirmations sont exactes).

L'attention des candidats est attirée sur le fait que, dans le type d'exercices proposés, une lecture attentive des énoncés est absolument nécessaire, le vocabulaire employé et les questions posées étant très précis.

Masses molaires atomiques en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  :

H	C	O
1,0	12,0	16,0

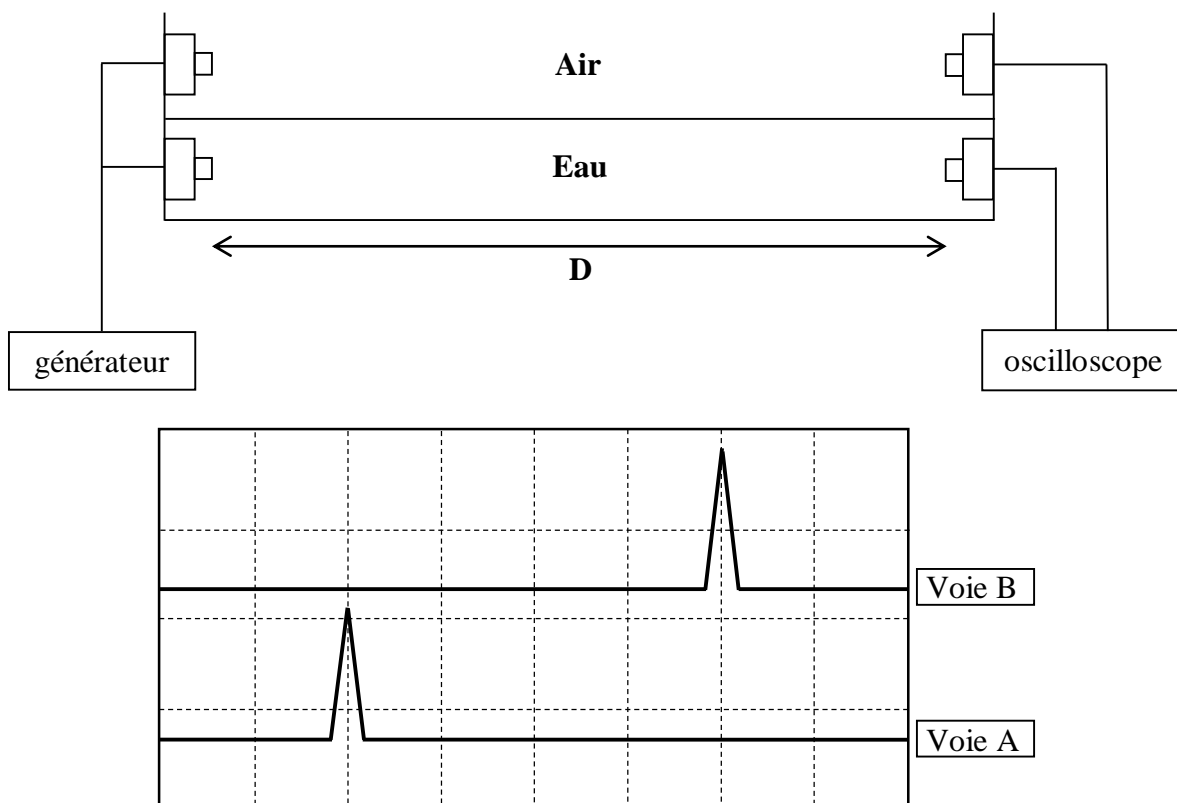
Étoile chromatique :



## Exercice n°1

### Onde progressive

Dans une cuve remplie d'eau, on dispose à une extrémité deux haut-parleurs qui sont reliés à un générateur de fonctions et qui émettent simultanément une impulsion sonore. De l'autre côté de la cuve, on place deux récepteurs, l'un dans l'air, l'autre dans l'eau. Les récepteurs sont à une distance  $D = 3,0 \text{ m}$  des émetteurs et sont reliés à un oscilloscope dont l'oscillogramme est donné ci-dessous.



**Données :** vitesse du son dans l'air  $\approx 3 \times 10^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ; vitesse du son dans l'eau  $\approx 1,5 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ .

- Une onde sonore est une onde mécanique transversale.
- Le récepteur placé dans l'eau est branché sur la voie A de l'oscilloscope.
- La durée de balayage de l'oscilloscope est de  $2 \text{ ms}$  par division.
- Pour effectuer cette expérience, l'impulsion sonore doit avoir une durée inférieure à  $8 \text{ ms}$ .

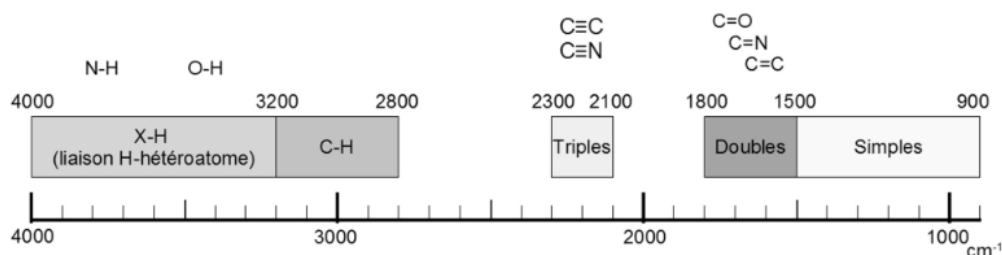
## Exercice n°2

## Spectroscopie et chimie organique

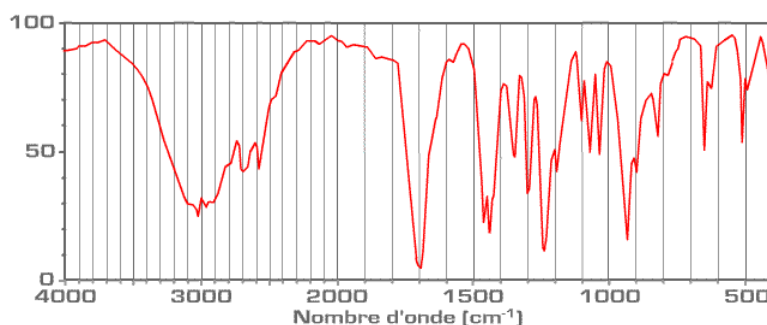
On fait réagir en milieu acide une molécule A de formule brute  $C_2H_4O_2$  avec le butan-2-ol. La molécule formée est un ester.

Données :

Bandes d'absorption en spectroscopie I.R.

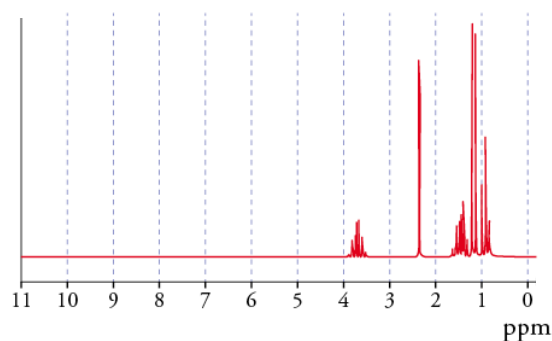


Spectre IR de la molécule A :



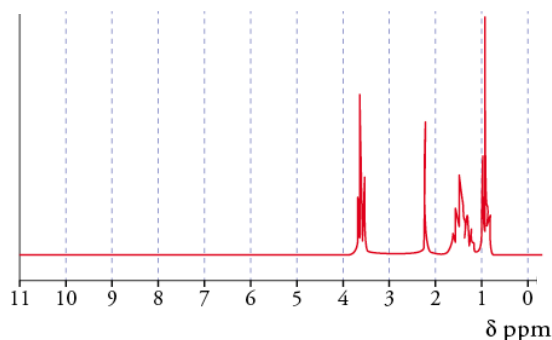
Spectre de RMN du butan-2-ol :

$\delta$ (ppm)	0,93	1,17	1,46	2,37	3,7
intégration	3H	3H	2H	1H	1H
signaux	t	d	M	s	M
s : singulet ; d : doublet ; t : triplet ; M : multiplet					



Spectre de RMN de la molécule B :

$\delta$ (ppm)	0,94	1,39	1,53	2,24	3,6
intégration	3H	2H	2H	1H	2H
signaux	t	M	M	s	t
s : singulet ; t : triplet ; M : multiplet					



- La molécule A est l'acide éthanoïque.
- Le signal de déplacement chimique à 2,37 ppm correspond au proton de l'atome d'hydrogène lié à l'atome de carbone qui porte la fonction alcool.
- L'éthanoate de 1-méthylpropyle qui est un produit de cette réaction est une molécule chirale.

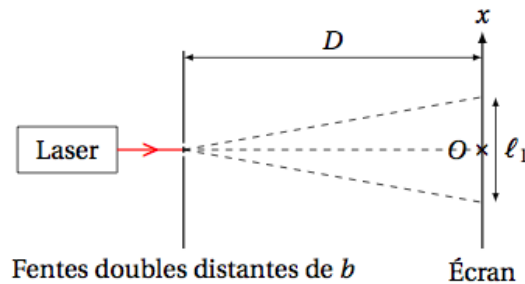
On peut former un autre ester en faisant réagir la molécule A avec une molécule B isomère de constitution du butan-2-ol.

- La molécule B est le 2-méthylpropan-1-ol.

### Exercice n°3

#### Fentes d'Young

En 1801, Thomas Young réalisa une expérience qui mit en évidence le caractère ondulatoire de la lumière. On renouvelle cette expérience, dite des fentes d'Young, avec un laser de longueur d'onde  $\lambda = 550 \text{ nm}$ , deux fentes de largeur  $a$  identique ( $a = 150 \mu\text{m}$ ) séparées d'une distance  $b = 0,525 \text{ mm}$  et un écran blanc situé à la distance  $D = 3,00 \text{ m}$  des fentes (cf schéma).



**Données :**  $\frac{5,25}{1,5} = 3,5$ ;  $\frac{5,5 \times 3,0}{5,25} \approx 3,1$ .

- a) La largeur de la tache centrale de diffraction est donnée par la relation  $\ell_1 = \frac{2\lambda D}{b}$ .
- b) La largeur  $\ell_1$  de la tache centrale est de 2,2 cm.

La position  $x$  des franges brillantes se détermine à l'aide de la relation  $x = k \frac{\lambda D}{b}$  avec  $k \in \mathbb{Z}$ .

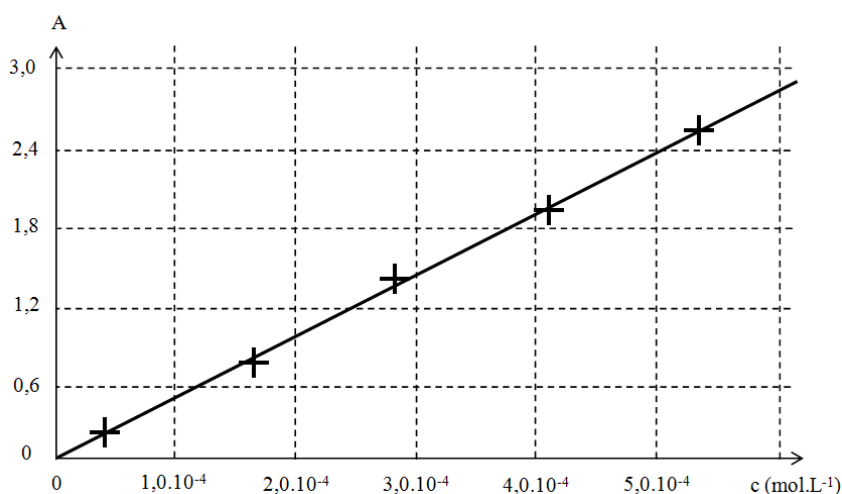
- c) Le point  $O$  est sur un maximum d'intensité.
- d) Il y a 7 franges brillantes contenues dans  $\ell_1$ .

## Exercice n°4

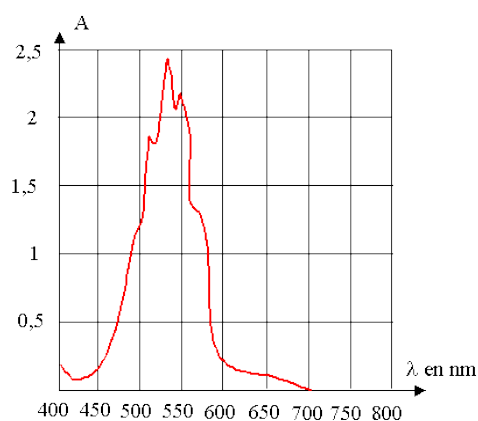
### Spectroscopie uv-visible

La spectrométrie ultraviolet-visible est une technique de spectroscopie mettant en jeu les photons dont les longueurs d'onde sont dans le domaine de l'ultraviolet (200 nm – 400 nm), du visible (400 nm – 750 nm) ou du proche infrarouge (750 nm - 1400 nm). Un spectrophotomètre est un appareil qui permet de mesurer l'absorbance  $A$  d'une solution à une longueur d'onde donnée ou sur une région donnée du spectre.

On donne la droite d'étalonnage permettant le dosage d'une solution de permanganate de potassium ( $\lambda = 530$  nm) et le spectre d'absorption d'une solution de permanganate de potassium de concentration inconnue.



Courbe d'étalonnage



Spectre d'absorption de la solution de permanganate de potassium de concentration inconnue

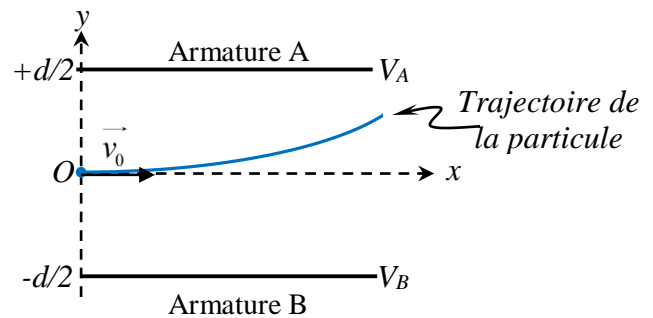
- L'énergie d'un photon visible est plus grande que celle d'un photon ultra-violet.*
- Lorsque le spectre d'une molécule présente un pic d'absorption à une longueur d'onde donnée, les photons émis par la source polychromatique sont tous absorbés par cette molécule.*
- La concentration de la solution de permanganate de potassium est de  $5,0 \times 10^{-4}$  mol.L<sup>-1</sup>.*
- La solution est de couleur verte.*

## Exercice n°5

### Mouvement d'une charge électrique

Un condensateur plan est constitué de deux armatures planes horizontales distantes de  $d$ , soumises à une différence de potentiel  $U_{AB} = V_A - V_B = 10 \text{ kV}$ , où  $V_A$  (respectivement  $V_B$ ) est le potentiel de l'armature A (respectivement B). Le champ électrostatique  $\vec{E}$  entre les armatures est uniforme, de valeur  $5,0 \times 10^4 \text{ V.m}^{-1}$ .

Au point O de coordonnées (0 ; 0), une particule de charge  $q$  pénètre, avec une vitesse  $\vec{v}_0$  selon l'axe ( $Ox$ ), dans la zone où règne le champ électrostatique et décrit la trajectoire représentée sur le schéma ci-contre.



**Donnée :** Valeur absolue de la charge électrique de la particule :  $|q| = e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

- La distance  $d$  séparant les deux armatures est de 20 cm.
- L'intensité de la force électrostatique est de  $8,0 \times 10^{-14} \text{ N}$ .
- La charge de la particule est positive.

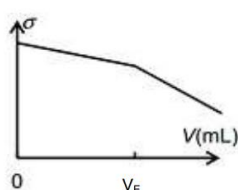
d) Sachant que les équations horaires du mouvement de la particule sont  $\begin{cases} x(t) = v_0 t \\ y(t) = \frac{eE}{2m} t^2 \end{cases}$ , l'équation de la

trajectoire de la particule est  $y(x) = \frac{eE}{mv_0^2} x^2$ .

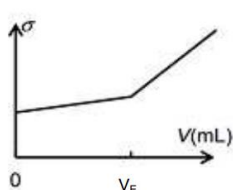
## Exercice n°6

### Titration acido-basique

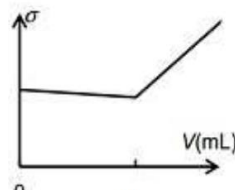
L'organisme humain puise la vitamine C dans les aliments tels que les fruits et légumes. Une carence prolongée provoque des pathologies qui conduisent le médecin à prescrire un complément en comprimé. Pour vérifier la masse de vitamine C dans un comprimé, on décide de réaliser un titrage acidobasique suivi par conductimétrie. La représentation de l'évolution de la conductivité  $\sigma$  du mélange en fonction du volume  $V$  de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé se trouve parmi les 4 graphes ci-dessous.



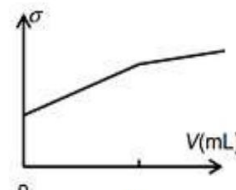
Représentation 1



Représentation 2



Représentation 3



Représentation 4

On dispose au laboratoire de deux solutions d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$ ) :

- une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium  $S_1$  de concentration  $C_{B1} = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium  $S_2$  de concentration  $C_{B2} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Pour ce titrage, on dissout un comprimé entier contenant une masse égale à 176 mg d'acide ascorbique dans un volume  $V = 200,0 \text{ mL}$  d'eau, puis on en prélève un volume  $V_A = 20,0 \text{ mL}$  que l'on titre par la solution  $S_1$ .

#### Données :

- $\text{p}K_A(\text{vitamine C} / \text{ion ascorbate}) = 4,1$  à  $37^\circ\text{C}$  ;
- Masse molaire moléculaire de l'acide ascorbique  $M = 176 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- Conductivités molaires ioniques (en  $\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$ ) à  $25^\circ\text{C}$  :  
 $\lambda(\text{Na}^+) = 5,0$  ;  $\lambda(\text{HO}^-) = 20$  ;  $\lambda(\text{ion ascorbate}) = 3,4$  ;
- $\text{pH}$  de la salive compris entre 5,5 et 6,1.

- L'ion ascorbate est la forme de la substance active ingérée lors de la prise du comprimé de vitamine C sur la langue.*
- Le volume de solution  $S_1$  versé à l'équivalence est  $V_E = 10,0 \text{ mL}$ .*
- La courbe n°3 correspond à l'allure de l'évolution de la conductivité du mélange en fonction du volume  $V$  de solution d'hydroxyde de sodium versé lors du titrage réalisé ici.*
- La solution  $S_2$  est plus appropriée pour réaliser le titrage que la solution  $S_1$ .*

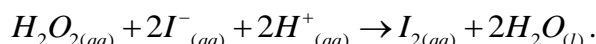
## Exercice n°7

### Pendule simple et cinétique chimique

En 1818, Louis Jacques Baron Thenard, chimiste Français, découvre le peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$  plus couramment connu aujourd'hui sous le nom d'eau oxygénée. Son collaborateur Bernard Courtois reçut le prix de l'académie des sciences en 1831 pour la découverte du diiode  $I_2$ .

Dans le laboratoire de l'école polytechnique, ils entreprennent l'étude cinétique de la transformation totale entre le peroxyde d'hydrogène et les ions iodure  $I^-_{(aq)}$ .

L'équation chimique modélisant cette transformation s'écrit :



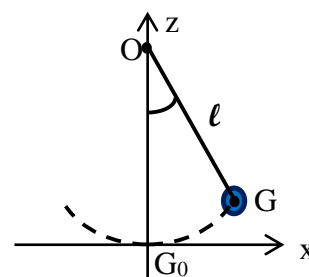
Pour mesurer le temps lors de cette cinétique, ils utilisent le pendule de Galilée en suspendant une bille de plomb de masse  $m = 50$  g et de centre d'inertie  $G$ , à un fil de longueur  $\ell$  accroché en  $O$  comme l'indique la figure du document 1 ci-dessous :

#### Document 1

La position à l'équilibre  $G_0$  de  $G$  est choisie comme origine des altitudes  $z$ . Pour un amortissement faible, la pseudo période  $T$  du pendule est voisine de sa période propre  $T_0$ . L'expression de la période propre du pendule est l'une des propositions suivantes :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\ell} ; T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} ; T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{g}{\ell}} ; T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\ell}}.$$

$\ell$  désigne la longueur du fil et  $m$  la masse du pendule.



**Données :** Intensité du champ de pesanteur :  $g \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$  ;  
Masse molaire moléculaire approximative du diiode  $I_2$  :  $M \approx 100 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  
On prendra :  $\pi^2 \approx 10$  ;

Louis demande à son assistant de réaliser un pendule qui « bat la seconde » afin de faciliter les mesures pour la cinétique.

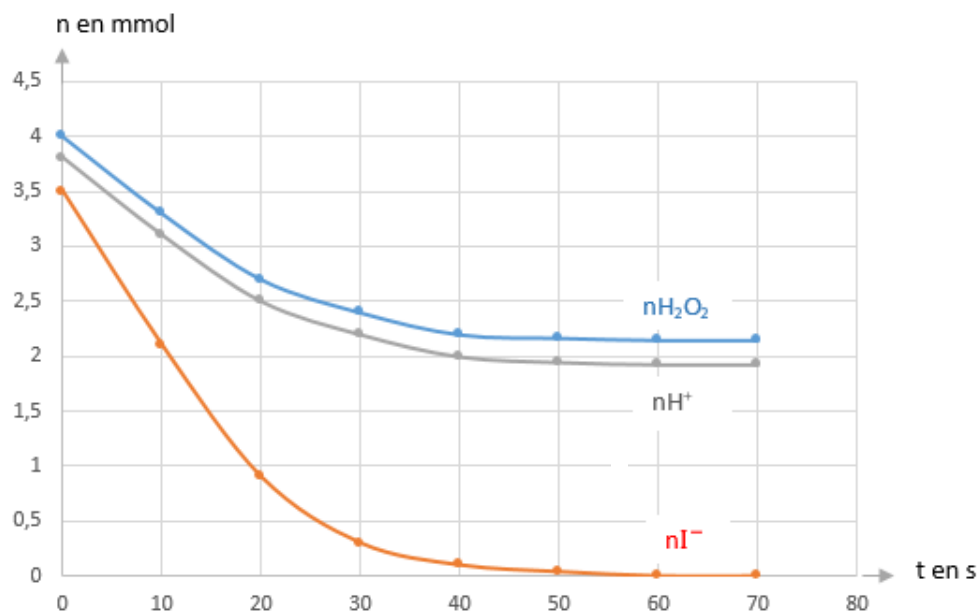
a) L'expression de la période propre du pendule simple qui convient parmi celles proposées est :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{g}{\ell}}.$$

b) Le fil utilisé par Bernard a une longueur  $\ell \approx 1$  m.



**Le document 2** ci-dessous présente les résultats de la cinétique étudiée : évolution de la quantité de matière respective des trois réactifs en fonction du temps.



- c) L'état final de la réaction est atteint à partir de 70 s.  
d) La masse de diiode obtenue est environ égale à 0,18 g.

## Exercice n°8

### Feux d'artifice

La pyrotechnie, du grec « pyros » feu et « teckhnê » savoir-faire, est la technique des feux d'artifice inventée par les chinois, il y a plus de mille ans. Une fusée pyrotechnique de masse  $M = 400 \text{ g}$  est tirée verticalement depuis un mortier fixé au sol, avec une vitesse initiale  $V_0 = 50,0 \text{ m.s}^{-1}$ . Le mouvement de son centre d'inertie  $G$  s'effectue dans un repère vertical  $(O, \vec{j})$  orienté vers le haut. On choisit l'instant  $t_0 = 0 \text{ s}$  lorsque le centre d'inertie  $G$  est confondu avec l'origine du repère  $O$ .

Les courbes du **document n°1**, représentent l'évolution temporelle de l'énergie cinétique  $E_c$ , de l'énergie potentielle de pesanteur  $E_p$  et de l'énergie mécanique totale  $E_m$  de la fusée lors de son mouvement ascendant dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

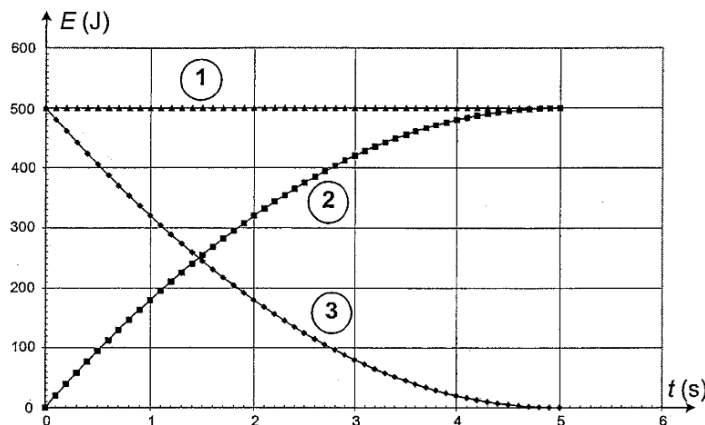
On prend l'origine de l'énergie potentielle de pesanteur au point  $O$ .

A l'apogée (au sommet), une charge d'éclatement provoque l'explosion de la fusée et disperse les garnitures pyrotechniques appelées « étoiles ». Le mouvement d'une « étoile » produite lors de l'explosion de la fusée à l'apogée de sa trajectoire s'effectue dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ . On prend comme nouvelle origine des temps l'instant où l'« étoile » est projetée à partir du point  $A$  à une altitude  $y_A$ , avec un vecteur vitesse initiale  $\vec{v}_A$  appartenant au plan  $xOy$  et incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale.

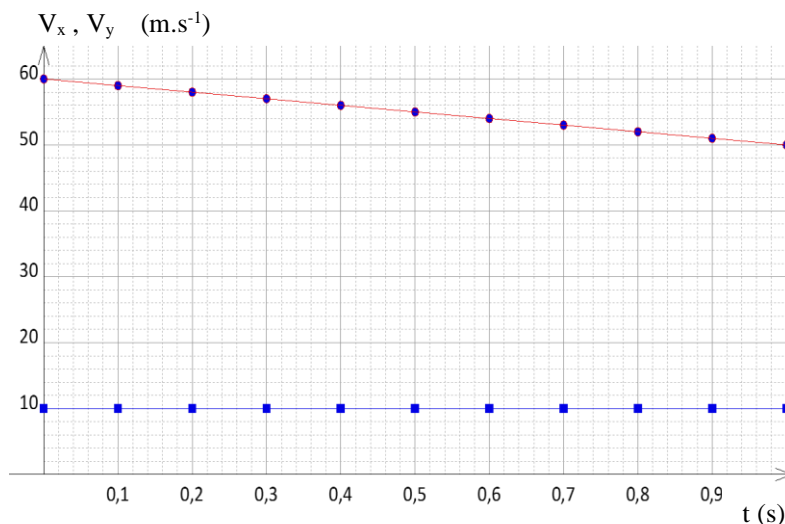
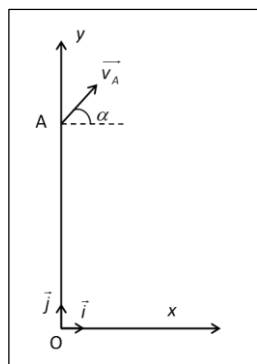
Les courbes du **document n°2**, représentent l'évolution temporelle des composantes  $V_x$  et  $V_y$  du vecteur vitesse  $\vec{v}$  d'une « étoile ». On néglige les actions mécaniques liées à l'air (poussée d'Archimède et force de frottements).

**Données :** Intensité du champ de pesanteur :  $g \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $60,8^2 \approx 3700$ .

**Document n°1 :**



## Document n°2 :



- L'évolution de l'énergie potentielle de pesanteur de la fusée est représentée sur la courbe n°2 du document 1.
- La fusée explose 1,5 s environ après son décollage.
- La fusée atteint son apogée à 100 m du sol.
- La vitesse  $V_A$  d'une étoile lors de l'explosion a une valeur supérieure à 180 km.h<sup>-1</sup>.

## Exercice n°9

## Réaction acidobasique et pH

Le chlorure d'hydroxylammonium de formule  $\text{NH}_3\text{OHCl}(\text{s})$  est un solide ionique blanc, utilisé dans le domaine industriel pour la synthèse de colorants et de produits pharmaceutiques.

On dissout une masse de 13,9 g de chlorure d'hydroxylammonium dans un volume d'eau. La réaction de dissolution est totale et le volume après dissolution est égal à 20 L.

La solution aqueuse obtenue de chlorure d'hydroxylammonium ( $\text{NH}_3\text{OH}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ) de concentration molaire C a un pH voisin de 4,0.

**Données :** pKa du couple ( $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} / \text{NH}_3_{(\text{aq})}$ ) = 9,2 ;  $\frac{13,9}{69,5} = 0,20$  ;

Masse molaire moléculaire en g.mol<sup>-1</sup> du chlorure d'hydroxylammonium  $\text{NH}_3\text{OHCl}_{(\text{s})}$  : 69,5.

- La base conjuguée de l'ion hydroxylammonium est l'hydroxylamine de formule  $\text{NH}_2\text{OH}_{(\text{s})}$ .
- La transformation entre l'ion hydroxylammonium et l'eau est totale.
- Le pKa du couple (ion hydroxylammonium/hydroxylamine) est voisin de 6.
- L'ion hydroxylammonium  $\text{NH}_3\text{OH}^+$  est un acide plus dissocié dans l'eau que l'ion ammonium  $\text{NH}_4^+$ .

**Exercice n°10****Durée de vie d'un pion**

Un pion  $\pi^-$  est une particule qui peut être émise lors d'une collision entre un proton et un deuton. Le pion est une particule instable dont la durée de vie est de  $\tau = 2,60 \times 10^{-8} \text{ s}$  dans le référentiel dans lequel il est au repos. On considère un pion qui se dirige en ligne droite à une vitesse de  $0,70 c$ , dans le référentiel terrestre, vers un détecteur situé à une distance de  $5,0 \text{ m}$  de la source qui émet la particule. On rappelle que

les durées propre  $\Delta t_0$  et mesurée  $\Delta t$  sont reliées par la relation  $\Delta t = \gamma \Delta t_0$  où  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

( $v$  représente la vitesse relative du référentiel propre par rapport à un autre référentiel galiléen).

**Données :**  $\frac{1}{\sqrt{0,51}} = 1,40$  ;  $1,4 \times 2,6 \approx 3,6$  ;

Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

- Le référentiel dans lequel le pion est au repos est en translation rectiligne uniforme par rapport au référentiel terrestre.*
- $\tau$  est un temps mesuré.*
- La durée de vie du pion dans le référentiel terrestre est d'environ  $3,6 \times 10^{-8} \text{ s}$ .*
- Le pion ne sera pas détecté par ce dispositif.*

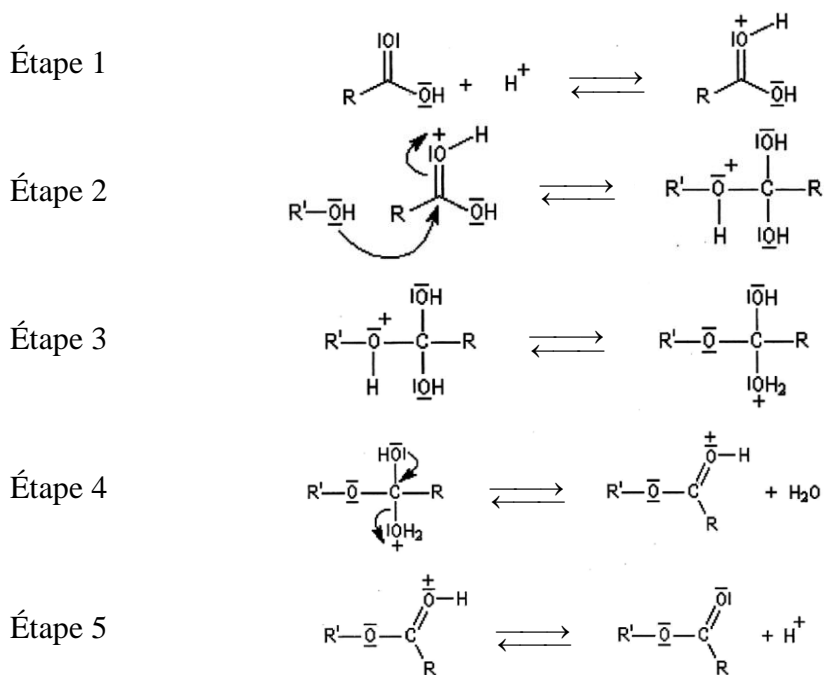
## Exercice n°11

### Chimie organique et mécanismes réactionnels

Le propanoate d'éthyle de formule brute  $C_5H_{10}O_2$  est un liquide organique utilisé, dans l'industrie agroalimentaire, dans certains arômes fruités avec une note de rhum. Il peut être obtenu lors d'une réaction d'estérification entre un acide carboxylique et un alcool.

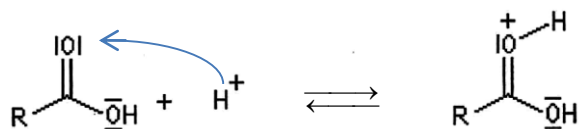
L'équation chimique modélisant la transformation s'écrit :  $R-COOH + R'-OH \rightleftharpoons C_5H_{10}O_2 + H_2O$ .

Le mécanisme réactionnel modélisant la réaction de synthèse du propanoate d'éthyle comporte cinq étapes :



**Donnée :** L'élément Oxygène est plus électronégatif que l'élément Carbone.

- L'alcool utilisé lors de la synthèse du propanoate d'éthyle est le propan-1-ol.
- Dans l'étape 1, l'atome de carbone du groupe carboxyle porte une charge partielle  $-\delta$ .
- La flèche courbe (proposée ci-dessous), modélisant le mouvement des doublets d'électrons, est correctement orientée.



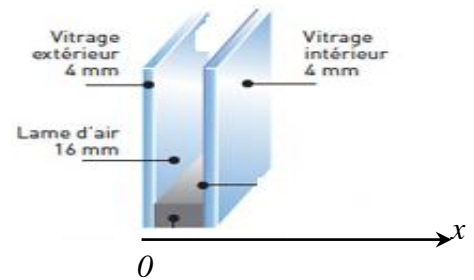
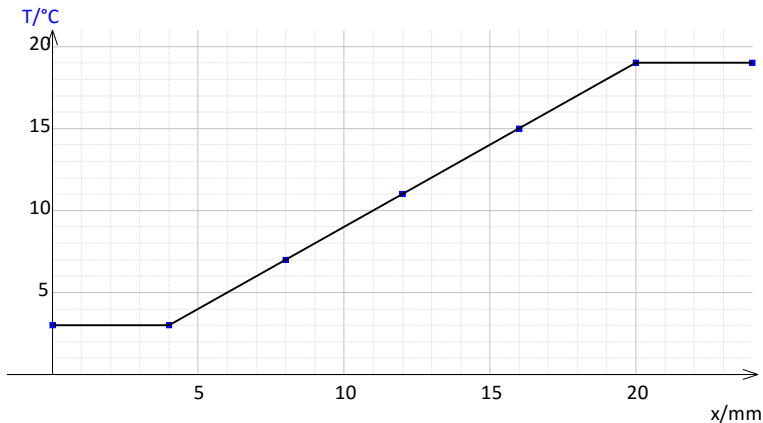
- L'étape 4 est une élimination.

## Exercice n°12

### Transferts thermiques

Le vitrage d'une fenêtre d'immeuble a une surface  $S = 2,5 \text{ m}^2$ . Il est constitué de deux vitres d'une épaisseur  $e_1 = 4,0 \text{ mm}$  chacune, séparées par une couche d'air d'épaisseur  $e_2 = 16 \text{ mm}$ , soit une épaisseur totale de  $24 \text{ mm}$ .

Le graphique ci-dessous représente l'évolution de la température dans ce double vitrage en fonction de la distance  $x$  mesurée depuis la face extérieure.



Les températures des deux faces externes du double vitrage sont constantes au cours du temps. Le flux thermique qui traverse l'ensemble est égal à  $40 \text{ W}$ .

**Données :** Le flux thermique  $\phi$  (en watt) s'exprime en fonction de la résistance thermique  $R_{\text{th}}$  et de la différence de température  $\Delta T$  (en Kelvin) selon la relation  $\phi = \frac{\Delta T}{R_{\text{th}}}$ .

Résistance thermique d'une paroi de  $2,5 \text{ m}^2$  :

Matériau	$R_{\text{th}}$ (en $\text{K.W}^{-1}$ )
Vitre de $24 \text{ mm}$ d'épaisseur	$8,0 \times 10^{-3}$
Béton de $20 \text{ cm}$ d'épaisseur	$8,5 \times 10^{-2}$

- Il fait plus chaud à l'intérieur de l'immeuble qu'à l'extérieur.
- La résistance thermique de la paroi vitrée double vitrage est égale à  $0,40 \text{ K.W}^{-1}$ .
- Un mur de béton de même surface et de  $20 \text{ cm}$  d'épaisseur est un meilleur isolant thermique que la paroi en double vitrage.

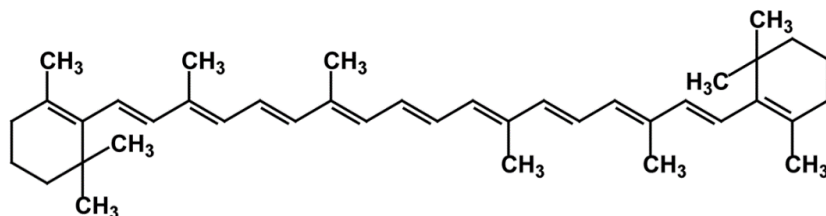
On remplace le double vitrage d'épaisseur totale égale à  $24 \text{ mm}$  par un simple vitrage d'épaisseur  $e_3 = 24 \text{ mm}$  et de même surface.

- Le flux thermique est 5 fois plus élevé.

## Exercice n°13

### Le $\beta$ -carotène

Le  $\beta$ -carotène est un pigment dont la couleur est due à l'absorption des longueurs d'onde essentiellement comprises entre 400 et 500 nm et présentant un maximum d'absorption pour une longueur d'onde  $\lambda_{\max} = 450$  nm. Ci-dessous la formule de ce pigment.



**Données :**

Constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  ;

Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;

Nombre d'onde :  $\sigma = \frac{1}{\lambda}$  ;

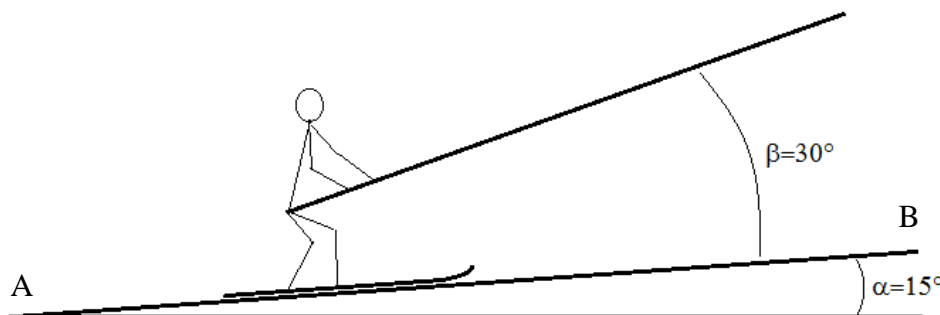
$$\frac{1}{45} = 0,022 ; \quad \frac{6,63 \times 3,00}{450} = 0,0442 ; \quad \frac{450}{6,63 \times 3,00} = 22,6 .$$

- La présence d'un nombre important de doubles liaisons conjuguées permet d'expliquer que la longueur d'onde correspondant au maximum d'absorption se situe dans le domaine visible.
- La longueur d'onde de la radiation la plus absorbée lors de la variation d'énergie  $\Delta E$  est donnée par la relation  $\lambda = hc/\Delta E$ .
- Le nombre d'onde associé à cette longueur d'onde  $\lambda_{\max}$  est égal à environ  $2,2 \times 10^6 \text{ cm}^{-1}$ .
- La variation d'énergie  $\Delta E$  associée à ce maximum d'absorption a pour ordre de grandeur  $10^{-19} \text{ J}$ .

## Exercice n°14

## Skieur

Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, on considère un skieur remontant une pente faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale, en tenant une perche dont la direction fait un angle  $\beta$  avec la piste. La masse du skieur et de son équipement est de 90 kg. Il remonte la piste rectiligne à une vitesse constante de  $2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . On considère l'ensemble des forces de frottements constant, opposé au vecteur vitesse, et de valeur égale à 20 N.



**Données :** Intensité du champ de pesanteur  $g \approx 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ;

$$\sin(30^\circ) = \frac{1}{2} ; \sin(15^\circ) \approx \frac{1}{4} ; \cos(30^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2} ; \cos(15^\circ) \approx 1 ; \sqrt{3} \times 3 \approx 5,2.$$

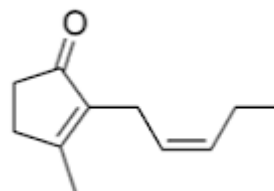
- L'unité newton équivaut au  $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$ .
- La résultante des forces est orientée selon la direction des skis.
- La tension de la perche vaut  $2,6 \times 10^2 \text{ N}$ .
- Le travail des forces de frottements sur un déplacement  $AB = 100 \text{ m}$  est égal à  $-2,0 \times 10^3 \text{ J}$ .

## Exercice n°15

## Huile essentielle et isomérisie

La jasmone est une molécule organique odorante qui peut être extraite du jasmin. Une huile essentielle de densité 0,90 contient environ 2 % en masse de jasmone.

La formule topologique de la jasmone est donnée ci-contre :



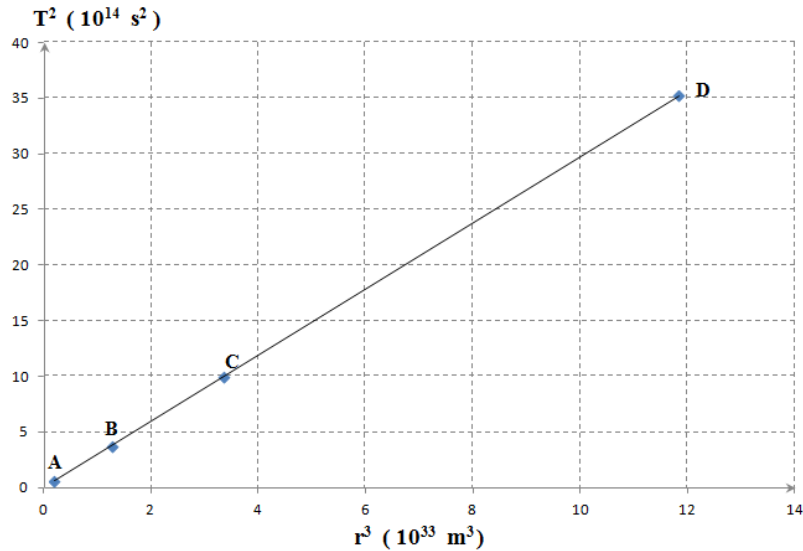
- La masse molaire moléculaire de la jasmone est égale à  $164 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- La jasmone possède un carbone asymétrique.
- La jasmone présente deux diastéréoisomères.
- La masse de jasmone dans un flacon de 25 mL d'huile essentielle est supérieure à 0,5g.



## Exercice n°16

### Mouvement des planètes

On modélise les trajectoires des planètes du système solaire par des cercles de rayons  $r$  dont le centre  $O$  est le soleil de masse  $M_s$ . Sur le graphe ci-dessous, on représente l'évolution du carré de la période de révolution ( $T$ ) de quatre planètes en fonction du cube du rayon de leur orbite.



Données :  $\frac{1}{(3,65 \times 3,6 \times 2,4)^2} = 1,0 \times 10^{-3}$  ;  $M_s = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$  ;

Constante de gravitation universelle  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ S.I.}$

- La planète associée au point C du graphe est la terre.
- La norme de l'accélération d'une planète s'écrit  $\frac{GM_s}{r^3}$ .
- L'unité de  $G$  dans le système international est le  $\text{m}^2 \text{s}^{-2} \text{kg}^{-1}$ .
- La valeur de la constante de Kepler  $\frac{T^2}{r^3}$  est de  $3 \times 10^{-34} \text{ an}^2 \cdot \text{m}^{-3}$ .