TRAVAIL PREPARATOIRE A FAIRE POUR LA RENTREE EN Tle

SPE PC

CHIMIE :

Exercice 1 : SPECTRE IR ET NOMENCLATURE

- Données de spectroscopie infrarouge (IR) :

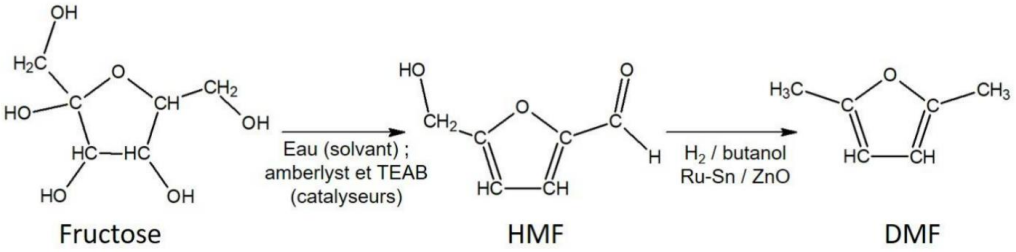
Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Intensité
O-H libre	3500-3700	Forte, fine
O-H liée	3200-3400	Forte, large
O-H acide carboxylique	2500-3200	Forte à moyenne, large
C-H	2800-3000	Forte
C=O aldéhyde et cétone	1650-1730	Forte
C=O acide carboxylique	1680-1710	Forte
C=C	1640-1680	Moyenne

Exemple 1 : Synthèse et identification de produit

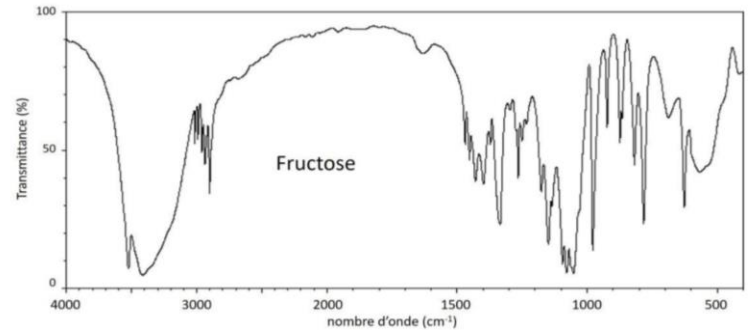
On s'intéresse à une espèce chimique prometteuse comme agrocarburant et qui peut être synthétisée à partir du fructose : le 2,5-diméthylfurane, noté DMF.

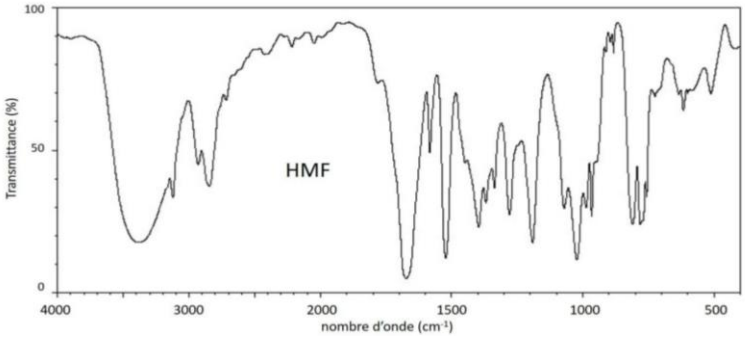
Synthèse du 2,5-diméthylfurane (noté DMF)

La synthèse chimique du 2,5-diméthylfurane (noté DMF) à partir du fructose est représentée ci-dessous ; elle comporte deux transformations successives, la première conduisant à la synthèse d'un produit intermédiaire, le 5-hydroxyméthylfurfural noté HMF. L'étude qui suit porte sur cette première transformation ; l'extrait d'un cahier de laboratoire est fourni ci-après.



Spectres IR :





Problème : Justifier que la réalisation du spectre IR du solide obtenu permet de vérifier la présence de HMF. Indiquer si la réalisation de ce spectre peut permettre de vérifier aussi l'absence de fructose dans le solide obtenu.

Exemple 2 :

On trouve dans un document publié par l'Institut suisse de prévention de l'alcoolisme (ISPA) les informations suivantes :

Quand une personne consomme de l'alcool, celui-ci commence immédiatement à passer dans le sang. Plus le passage de l'alcool dans le sang est rapide, plus le taux d'alcool dans le sang augmentera rapidement, et plus vite on sera ivre. L'alcool est éliminé en majeure partie par le foie. Dans le foie, l'alcool est éliminé en deux étapes grâce à des enzymes. Dans un premier temps, l'alcool est transformé en éthanal par l'enzyme alcool déshydrogénase (ADH). L'éthanal est une substance très toxique, qui provoque des dégâts dans l'ensemble de l'organisme. Il attaque les membranes cellulaires et cause des dommages indirects en inhibant le système des enzymes. Dans un deuxième temps, l'éthanal est métabolisé par l'enzyme acétaldéhyde déshydrogénase (ALDH).

Alcool pur : Ethanol : C_2H_6O

↓ Enzyme ADH

Ethanal C_2H_4O

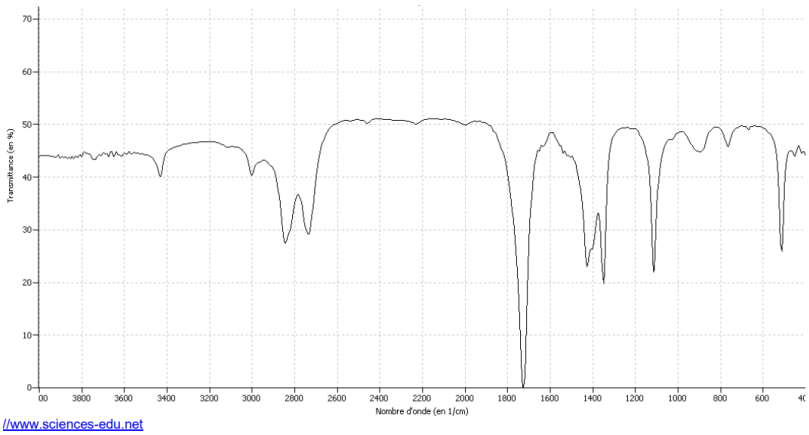
↓ Dégradation ultérieure...

Synthèse du cholestérol

www.sfa-ispa.ch

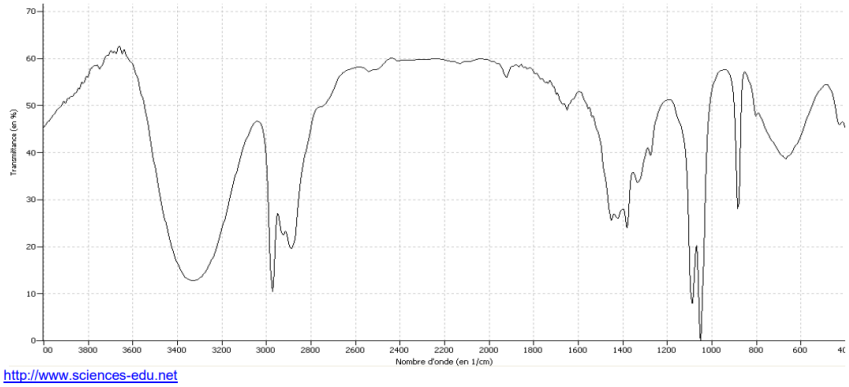
Document 1

On se propose d'étudier la structure et les fonctions organiques de ces molécules par spectroscopie.



//www.sciences-edu.net

Document 2a : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR1



http://www.sciences-edu.net

Document 2b : Spectroscopie Infrarouge en phase liquide. Spectre IR2

1.1. Le document 1 évoque les molécules d'éthanol et d'éthanal : représenter en formule semi-développée ces deux molécules et encadrer leurs fonctions caractéristiques.

1.2. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanol ? À quelle famille appartient cette molécule ?

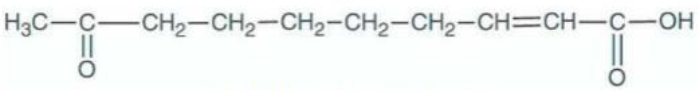
1.3. Quel est le nom du groupe fonctionnel porté par l'éthanal ? À quelle famille appartient cette molécule ?

1.4. En utilisant les données spectroscopiques , associer chaque spectre infrarouge (IR) à la molécule correspondante en justifiant.

Exemple 3 : Pour aller plus loin en nomenclature…

1. La phéromone mandibulaire de la reine

Cette phéromone est composée d'un mélange de 5 espèces chimiques. Une de ces espèces identifiée chez l'abeille domestique, et notamment chez la reine, est l'acide (__,-9-oxodéc-2-ènoïque dont la formule semi-développée est représentée ci-dessous. Elle assure la cohésion de la colonie en commandant aux ouvrières de nourrir la reine, de la toiletter.



Acide 9-oxodéc-2-ènoïque

1.1. Recopier la molécule de l'acide 9-oxodéc-2-ènoïque, encadrer les groupes caractéristiques présents et nommer les familles des fonctions correspondantes.

1.2. Le groupe caractéristique hydroxy étant −OH, représenter l'acide 9-hydroxydéc-2-èneoïque par analogie avec l'acide 9-oxodéc-2-ènoïque.

AIDE pour comprendre : comment est indiqué la présence d'une double liaison ? comment est indiqué la présence du groupe carbonyle lorsqu'il y a aussi un groupe carboxyle ?

Exercice 2 : Spectrophotométrie

La teinture d'iode est une solution antiseptique qui contient du diiode I_2 (s) dissous dans de l'éthanol. Cette solution est utilisée pour désinfecter les plaies et les brûlures superficielles.

On se propose de déterminer les concentrations en quantité de matière et en masse de diiode dans une teinture d'iode officinale.

On commence par diluer 200 fois la teinture d'iode (trop concentrée pour une étude spectrophotométrique directe). La solution aqueuse obtenue à l'issue de cette dilution est appelée solution *S*. Par ailleurs, on dispose d'un ensemble de solutions aqueuses de diiode notées D_i (D_1, D_2, etc.) de concentrations en quantité de matière de diiode connues toutes différentes. Ces solutions ont des colorations proches de celle de la solution *S*.

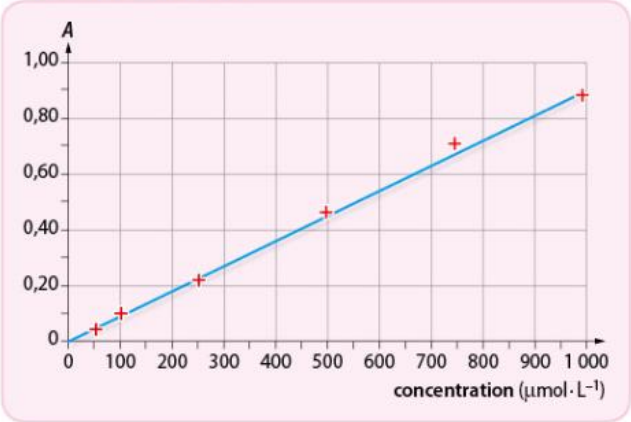
À l'aide d'un spectrophotomètre, on mesure l'absorbance A_i de chaque solution D_i de diiode, puis celle de la solution *S* pour laquelle on trouve une valeur d'absorbance $A_S = 0{,}78$.

DOC 1 Spectre d'absorption d'une solution aqueuse diluée de diiode

DOC 2 Étiquette du flacon de solution de diiode

Teinture d'iode officinale :
– 5,0 % en masse de diiode ;
– masse volumique : $9{,}0 \times 10^2$ g · L^{-1}.

DOC 3 Courbe d'étalonnage de l'absorbance en fonction de la concentration en quantité de matière de diiode



1. a. La liaison covalente de la molécule de diiode est-elle polaire ? Justifier.
   b. Le solide I_2 (s) n'est pas un solide ionique : de quoi est-il constitué ?
2. Le principe de la spectrophotométrie repose sur la mesure de l'absorbance *A* d'une espèce X en solution dans un solvant Y. Expliquer la manière dont on détermine la grandeur *A*.
3. Donner la valeur d'une longueur d'onde qui vous paraît bien appropriée pour les mesures d'absorbance. Justifier brièvement.
4. La courbe d'étalonnage obtenue est-elle en accord avec la loi de Beer-Lambert ? Justifier.
5. Déterminer graphiquement la concentration en quantité de matière de diiode c_S de la solution *S*. En déduire la concentration en quantité de matière de diiode *c* de la teinture d'iode officinale.
6. Vérifier que la concentration en masse de diiode c_m attendue dans cette teinture est 45 g · L⁻¹.

Exercice 3 : Les acides dans le vin

L'acidité totale d'un vin est la somme de son acidité « fixe » (principalement due à l'acide tartrique) et de son acidité « volatile », due à la présence d'acides susceptibles de s'évaporer (dioxyde de soufre, et, principalement, l'acide éthanoïque). Elle rend compte de ses qualités gustatives.

La réglementation européenne définit une limite de l'acidité totale d'un vin, en lien avec la présence d'acide tartrique dans le vin. Par ailleurs, elle impose une teneur maximale en dioxyde de soufre SO_2 (aq).

Un technicien d'un laboratoire départemental d'analyse doit contrôler la concentration en dioxyde de soufre SO_2 (aq) dans un vin blanc.

Pour cela, il effectue un dosage à l'aide d'une solution aqueuse de diiode I_2 (aq). Il introduit dans un bécher, un volume V_1 = 10,00 mL de vin blanc limpide, quelques gouttes d'acide sulfurique incolore et d'empois d'amidon également incolore. Il verse ensuite la solution titrante, de concentration en diiode $c_2 = 1{,}00 \times 10^{-2}$ mol · L⁻¹, jusqu'à l'équivalence. Celle-ci est obtenue après avoir versé un volume V_E = 3,20 mL de solution de diiode.

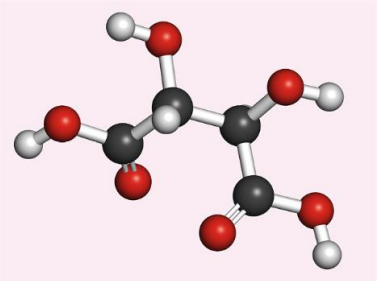
DOC 1 Extrait de la réglementation européenne sur le vin

La réglementation européenne dit :

« La concentration en masse de dioxyde de soufre ne doit pas dépasser 210 mg · L⁻¹ dans un vin blanc [...] »

DOC 2 Les acides du vin

L'acide tartrique est l'acide majoritaire dans le vin :



Parmi les autres acides que peut contenir le vin, on trouve un gaz dissous dont la présence contribue à apporter de l'acidité au vin : le dioxyde de soufre.

DOC 3 Données

- Couples oxydant/réducteur :
  I_2 (aq)/I^- (aq) ; SO_4^{2-} (aq)/SO_2 (aq).
- En présence d'empois d'amidon, le diiode prend une teinte bleu foncé.
- Les ions iodure I^- (aq), les ions sulfate SO_4^{2-} (aq) et le dioxyde de soufre en solution sont incolores.
- Masses molaires en g · mol⁻¹ :

Questions :

1. a. Écrire la formule semi-développée de la molécule d'acide tartrique.
   b. Entourer dans cette formule les groupes caractéristiques présents.
2. Écrire les demi-équations électroniques, puis montrer que l'équation du dosage s'écrit :

   I_2 (aq) + SO_2 (aq) + 2 H_2O (ℓ) → 2 I^- (aq) + SO_4^{2-} (aq) + 4 H^+ (aq)
3. Préciser, en justifiant, la manière dont le technicien repère l'équivalence.
4. a. Déterminer la concentration en quantité de matière de dioxyde de soufre de ce vin c_1.
   b. En déduire que sa concentration en masse de dioxyde de soufre c_m est égale à 0,205 g · L⁻¹.
5. Cette concentration est-elle conforme à la réglementation européenne ? Justifier.

Exercice 4 : La méthanisation

La méthanisation est un processus naturel de dégradation biologique de la matière organique sous l'action de différentes bactéries. Elle présente le double avantage de traiter les déchets organiques comme, par exemple, la cellulose d'origine agricole, tout en produisant du « biogaz », constitué essentiellement de méthane CH_4 (g), qui peut servir à produire de l'électricité. Cela constitue une source d'énergie renouvelable, car le gaz produit se substitue aux énergies fossiles.

Enfin, le résidu de la méthanisation peut être utilisé comme engrais pour l'agriculture.

DOC 1 Étapes de la méthanisation

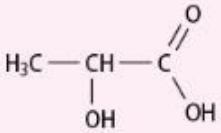
La méthanisation se déroule en plusieurs étapes dans une unité industrielle appelée « digesteur ».

Dans une première étape, la cellulose est transformée en glucose grâce à l'action de bactéries.

La seconde étape du processus de conversion de la matière organique transforme le glucose, de formule brute $C_6H_{12}O_6$, en différents produits, selon l'équation suivante :

$$3\ C_6H_{12}O_6\ (aq) \rightarrow 2\ H_3C{-}CO_2H\ (aq) + 4\ H_3C{-}CH_2{-}CO_2H\ (aq) + 2\ CO_2\ (g) + 2\ H_2O\ (\ell)$$

Cette étape permet également de former de l'acide lactique, de formule semi-développée :



Deux autres étapes conduisent ensuite au méthane.

DOC 2 Données

- Un digesteur produit annuellement $4{,}5 \times 10^5$ m³ de méthane.
- Pouvoir calorifique massique du méthane : $PC = 50$ MJ · kg^{-1}.
- Masses molaires en g · mol^{-1} : $M_C = 12$; $M_H = 1$.
- Volume occupé par une mole de gaz dans les conditions de l'exercice : $V_m = 24$ L · mol^{-1} ;

DOC 3 Extrait du tableau périodique

$_1$H								$_2$He
$_3$Li	$_4$Be		$_5$B	$_6$C	$_7$N	$_8$O	$_9$F	$_{10}$Ne
$_{11}$Na	$_{12}$Mg		$_{13}$Al	$_{14}$Si	$_{15}$P	$_{16}$S	$_{17}$Cl	$_{18}$Ar

1. Écrire le schéma de Lewis des molécules d'eau et de dioxyde de carbone, qui sont deux produits de la transformation du glucose.
2. Nommer les deux autres produits obtenus lors de la première étape de la méthanisation.
3. Recopier la formule de la molécule d'acide lactique et entourer ses groupes caractéristiques. Nommer les familles associées à ces groupes caractéristiques.
4. L'équation de la transformation du glucose est-elle celle d'une réaction de combustion ? Justifier.
5. Écrire l'équation ajustée correspondant à la combustion complète du méthane.
6. Calculer la masse de méthane produite en un an par le digesteur présenté dans le **document 2**.
7. En déduire l'énergie libérée par la combustion de ce méthane.

PHYSIQUE

Exercice 5 : Retour sur Terre

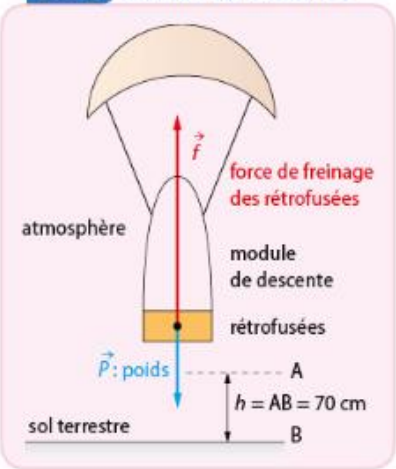
En juin 2017, le vaisseau Soyouz a ramené à son bord Thomas Pesquet qui avait passé 6 mois à bord de l'ISS. Seul le module de descente dans lequel est installé le cosmonaute est équipé d'un bouclier thermique qui résiste aux températures très élevées dues aux frottements de l'air après son entrée dans l'atmosphère.

À 8,5 km du sol, le vaisseau est encore à une vitesse de 800 km · h^{-1} lorsque les parachutes se déploient.

À 5,5 km d'altitude, le bouclier thermique, les hublots extérieurs et les réservoirs sont largués. Le module de descente a alors une masse de 2 500 kg.

À 70 cm du sol, c'est au tour des six rétrofusées de s'allumer pour réduire au maximum la vitesse du module de descente qui passe alors de 22 à 5,0 km · h^{-1} (vitesse lors de l'impact au sol).

DOC 1 Module de descente



DOC 2 Photos du retour sur Terre

1. En vous appuyant sur les **documents**, montrer que l'énergie cinétique E_c du module de descente varie de – 44 kJ entre les points A et B.
2. Exprimer puis calculer le travail $\vec{W}_{AB}(\vec{P})$ du poids. Ce travail $\vec{W}_{AB}(\vec{P})$ est-il moteur ou résistant ? Justifier.
3. Déterminer le travail $W_{AB}(\vec{f})$ de la force de freinage entre les points A et B.
4. En supposant la force de freinage $\vec{f}$ constante entre A et B, déduire l'intensité f de cette force de freinage.

Exercice 6 : La descente en snowboard

On s'intéresse à la descente d'une snowboardeuse de masse m = 60 kg sur une piste enneigée. La piste enneigée ABCDE est représentée dans le **document 1**.

Un traitement informatique de la vidéo de la descente permet de tracer les courbes d'évolution de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur de la snowboardeuse en fonction du temps. On obtient les courbes du **document 2**.

Donnée :
Intensité de pesanteur : $g = 9{,}8\ N \cdot kg^{-1}$.

1. a. En se référant au relief de la piste, dire comment varie entre les points A et C de la piste :
– l'énergie cinétique de la snowboardeuse ;
– l'énergie potentielle de pesanteur de la snowboardeuse.

b. Sur le **document 2**, identifier la courbe correspondant à l'évolution de l'énergie cinétique de la snowboardeuse au cours du temps et celle correspondant à l'énergie potentielle de pesanteur au cours du temps.

2. a. La troisième courbe représente l'évolution de quelle énergie ?

b. Il y a-t-il conservation de cette énergie ici ? Que peut-on en déduire ?

3. a. S'il n'y avait pas de frottements :
– quelles seraient les conversions d'énergie mises en jeu ?
– quelle serait l'allure de la troisième courbe ?

b. En présence de frottements :
– en quelle type d'énergie est convertie une partie de l'énergie de la snowboardeuse ?
– quelle conséquence cela peut-il avoir sur la neige au niveau de la surface du snowboard ? En quoi cela minimise-t-il finalement les frottements ?

4. a. Donner l'expression de l'énergie cinétique E_c en précisant les unités des grandeurs qui interviennent.

b. En déduire l'expression de la vitesse v en fonction l'énergie cinétique E_c et de la masse m de la snowboardeuse.

c. En quel point A, B, C, D ou E l'énergie cinétique de la snowboardeuse est-elle maximale ? Déterminer sa vitesse en ce point en $m \cdot s^{-1}$ et en $km \cdot h^{-1}$.

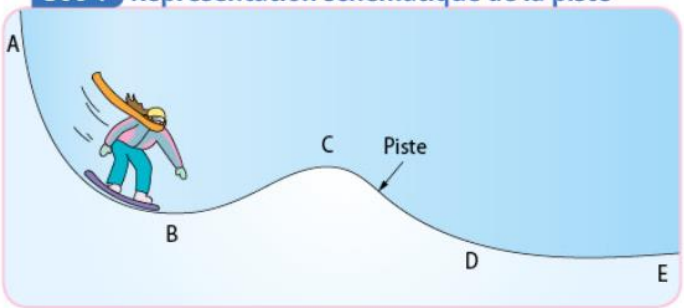
5. a. Donner l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} en précisant les unités des grandeurs qui interviennent.

b. En quel point A, B, C, D ou E l'énergie potentielle de pesanteur de la snowboardeuse est-elle maximale ? D'où provient cette énergie potentielle de pesanteur ainsi acquise par la snowboardeuse ?

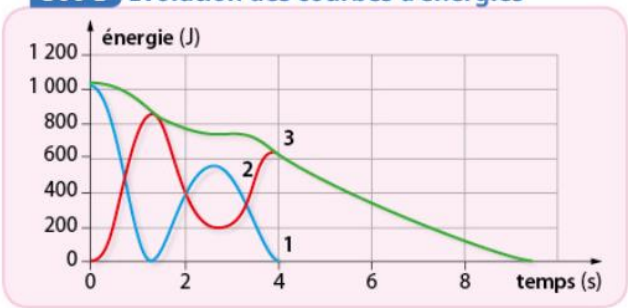
c. Quelle est la hauteur de la piste descendue par la snowboardeuse ?

6. Déterminer le travail du poids dans la descente et montrer qu'il est moteur sur cette descente.

DOC 1 Représentation schématique de la piste



DOC 2 Évolution des courbes d'énergies



Exercice 7 : Détecteur de fumées (Plus difficile)

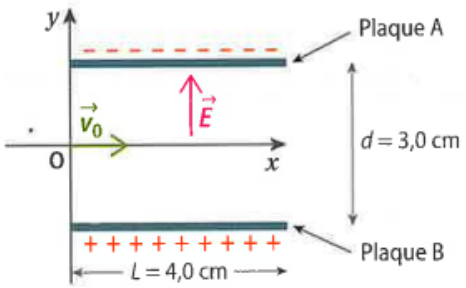
Pour prévenir des risques d'incendies, l'installation de détecteurs de fumées est obligatoire dans tous les logements français depuis janvier 2016.

Le principe des détecteurs de fumées dits *ioniques* repose sur l'ionisation de l'air par des particules α. Cet exercice étudie la trajectoire d'une de ces particules dans la chambre d'ionisation du détecteur.

En l'absence de fumées, ces particules arrachent des électrons aux molécules de dioxygène et de diazote présentes dans la chambre à ionisation.

Les ions et les électrons formés par l'ionisation de l'air sont soumis à un champ électrostatique uniforme entre deux plaques. Un courant électrique de faible intensité apparaît alors dans le circuit électrique.

En présence de fumée, ces ions et électrons sont capturés par les poussières et suies, ce qui provoque une chute de l'intensité du courant et déclenche une alerte.



Doc. 1 Condensateur plan de la chambre d'ionisation.

Données

- Électronvolt : 1 eV = $1{,}6 \times 10^{-19}$ J
- Charge élémentaire : e = $1{,}6 \times 10^{-19}$ C
- Dans un condensateur plan, le champ électrostatique est identique en tout point ; sa norme E est reliée à la tension U et à la distance d qui sépare les plaques par la relation : $E = \frac{U}{d}$.
- Charge de la particule α : $q_\alpha = 2e$
- Masse d'une particule α : $m_\alpha = 6{,}64 \times 10^{-27}$ kg
- Norme du champ de pesanteur terrestre : $g = 9{,}81$ N·kg^{-1}

On s'intéresse au mouvement d'une particule α arrivant dans la chambre à ionisation en l'absence de fumée.

Cette particule arrive au point O avec une vitesse initiale $\vec{v_0}$, parallèle aux plaques du condensateur plan (doc. 1). Le champ électrostatique $\vec{E}$ est identique en tout point entre ces plaques.

Une tension constante $U = 9{,}0$ V est appliquée entre les deux plaques A et B. La norme de la vitesse initiale est $v_0 = 1{,}6 \times 10^7$ m·s^{-1}.

On étudie le mouvement de la particule α dans le référentiel terrestre, supposé galiléen.

Lors de cette étude, on négligera les éventuelles collisions avec les molécules de l'air, ainsi que la norme du poids de la particule α devant la norme de la force électrostatique $\vec{F_e}$ subie par cette particule.

À l'instant $t = 0$, la particule α est au point O.

À l'instant $t = t_S$, la particule est à la sortie de la chambre d'ionisation, au point S d'abscisse $x = L$ et d'ordonnée y_S.

1. (1 point) Vérifier quantitativement que l'hypothèse concernant le poids de la particule α est justifiée.

2. (1 point) Reproduire sur la copie le schéma du doc. 1 puis y représenter la force électrostatique $\vec{F_e}$ que subit la particule α au point O. Justifier.

3. La relation liant la variation du vecteur vitesse de la particule, $\Delta\vec{v}$, pendant un intervalle de temps Δt, à la force électrostatique $\vec{F_e}$ est :

$$\vec{F_e} = m_\alpha \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

3.1. (1 point) Montrer que le mouvement de la particule α selon l'axe (Ox) est uniforme. ***AIDE**

3.2. (1 point) En déduire la durée t_c du passage de la particule α pour parcourir la distance L. ** **AIDE**

3.3. (2 points) Montrer enfin que la coordonnée de la vitesse de la particule α sur l'axe (Oy) au point S s'écrit :

$$v_{Sy} = \frac{2eUL}{m_\alpha d v_0}$$

Calculer sa valeur.

4. On considère que le travail de la force électrique subie par la particule au cours de son passage dans le condensateur s'écrit :

$$W_{OS}(\vec{F_e}) = 2e\frac{U}{d}y_S$$

En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, en déduire l'expression et la valeur de l'ordonnée y_S du point de sortie.

Expliquer pourquoi le mouvement de cette particule peut être considéré comme rectiligne dans la chambre d'ionisation. ***AIDE**

***Aide :** *Le mouvement de la particule est décrit selon deux axes. L'objectif du 3. est de déterminer les coordonnées de la variation de la vitesse et donc de la vitesse selon chaque axe.*

La relation du 3. peut-être écrite selon l'axe Ox avec Δv_x et les forces dirigées horizontalement. (de même selon Oy avec les forces verticales). Si la seule force exercée sur le système est verticale, alors selon Ox l'égalité est nulle.

**Aide : si la vitesse selon Ox ne varie pas, quelle est sa valeur sur l'ensemble du mouvement ?

***Aide :
La norme de la vitesse en un point est calculée par la formule : $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$