18PYSCOG11

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2018

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement Obligatoire

Durée de l'épreuve : 3h30 – Coefficient : 6

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

**Les feuilles d'annexes (pages 11/12 et 12/12)
SONT À RENDRE AGRAFÉES À LA COPIE.**

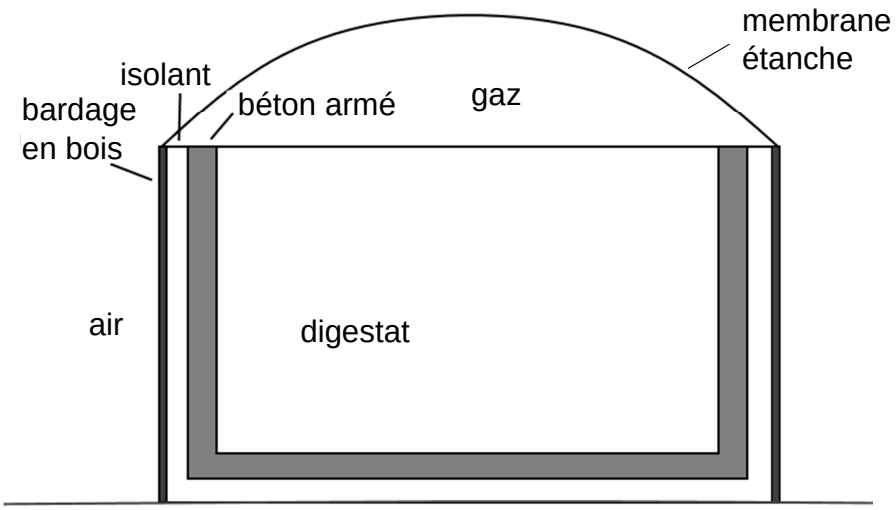
18PYSCOG11

EXERCICE I : VALORISATION DES DÉCHETS D'UN MÉTHANISEUR (7 points)

La méthanisation est une technique mise en œuvre dans des méthaniseurs où le processus naturel biologique de dégradation de la matière organique en absence d'oxygène est accéléré et entretenu pour produire un méthane utilisable (biogaz, dénommé biométhane après épuration). On cherche à atteindre trois objectifs complémentaires : produire de l'énergie, réduire la charge polluante des déchets et des effluents et également, selon la nature du produit de départ, produire un digestat utilisable comme fertilisant ou amendement organique.

1. Maintien à température du digestat

Une partie du méthane produit est utilisée pour chauffer le méthaniseur lui-même. La température doit être maintenue à une valeur proche de 38℃ de façon à optimiser la méthanisation.



Le méthaniseur est assimilable à un cylindre en béton armé, d'épaisseur e_1 = 30 cm, d'un diamètre D = 10,0 m et d'une hauteur h = 5,0 m. Il est isolé par l'extérieur avec du polystyrène d'épaisseur e_2 = 15 cm. Un bardage en bois d'épaisseur e_3 = 2,0 cm protège le dispositif des intempéries. La poche de biogaz au sommet de l'ensemble est retenue par une membrane étanche, comme le montre le schéma ci-dessus.

Données :

- La résistance thermique R_{th} d'une paroi plane est donnée par la relation $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$ où e est l'épaisseur de la paroi (en m), S la surface d'échange en m² et λ la conductivité thermique de la paroi (en $W.m^{-1}.K^{-1}$).
- La surface latérale d'un cylindre de diamètre D et de hauteur h est donnée par $S = \pi Dh$.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

- Valeurs de conductivité thermique :

Matériaux	Béton armé	Polystyrène extrudé	Bois (bardage)
Conductivité thermique λ en $W.m^{-1}.K^{-1}$	1,65	0,038	0,20

- Les résistances thermiques de parois accolées s'additionnent.

- Le flux thermique φ d'un milieu 2 de température T_2 à un milieu 1 de température T_1 à travers une paroi de résistance thermique R_{th} est donné par la relation $\varphi = \frac{T_1 - T_2}{R_{th}}$ *où* φ est exprimé en W, R_{th} en unité du système international, T_1 et T_2 en K.

1.1. Déterminer le mode de transfert thermique à travers les parois latérales du méthaniseur.

1.2. On suppose que le diamètre du méthaniseur est suffisamment grand par rapport à l'épaisseur de la paroi pour pouvoir considérer que la résistance thermique de la partie verticale séparant le digestat de l'air est égale à celle d'une paroi plane de même constitution et de même surface.
Vérifier que la résistance thermique totale de la paroi verticale R_{totale} est égale à $2,7 \times 10^{-2}$ S.I. Préciser son unité.

1.3. On considère la température de l'air égale à sa valeur moyenne annuelle en France, soit 10 °C .

1.3.1. Représenter le flux thermique φ à travers la paroi verticale du méthaniseur par une flèche sur le schéma ci-dessous, à reproduire sur la copie. Justifier.



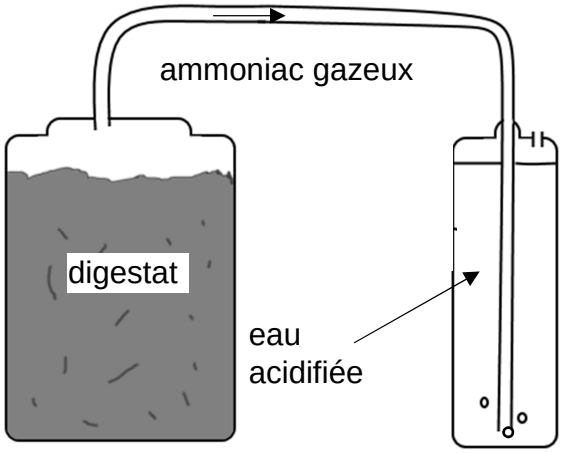
1.3.2. Calculer la valeur du flux thermique qui traverse cette paroi verticale.

1.4. Un méthaniseur de cette taille peut produire 750 000 m^3 de biogaz chaque année. L'énergie que peut produire 1 m^3 de biogaz vaut 21 MJ. Les pertes thermiques de l'installation (flux thermique à travers les parois verticales, le sol et la membrane) sont évaluées à 1,6 kW en moyenne.
Comparer la valeur de l'énergie stockée sous forme de biogaz aux pertes thermiques de l'installation. Commenter.

2. Le digestat, un engrais vert

Un agriculteur souhaite remplacer ses apports en engrais « chimique » azoté par un apport en digestat dont la quasi-totalité de l'azote se trouve sous la forme d'ammoniac (NH_3) dissous. Il demande donc à un laboratoire d'analyser le digestat de manière à connaître sa teneur en azote N.

Pour cette analyse, 1 kg de digestat est chauffé et brassé. L'ammoniac issu du digestat est recueilli puis dissous dans de l'eau acidifiée, comme le montre le schéma ci-dessous :



Données :

- Masses molaires : $M(H) = 1{,}0$ g.mol^{-1} ; $M(N) = 14{,}0$ g.mol^{-1} ; $M(O) = 16{,}0$ g.mol^{-1}

- Couples acide / base et pK_A :
  ion ammonium / ammoniac (NH_4^+ / NH_3), $pK_A = 9{,}2$
  eau / ion hydroxyde(H_2O / HO^-), $pK_A = 14{,}0$

Lorsque la totalité de l'ammoniac s'est échappée du digestat, on recueille l'intégralité de la solution S formée, de volume $V_S = 2{,}0$ L. On mesure le pH de la solution S : il est voisin de 5.

2.1. En s'appuyant sur le diagramme de prédominance du couple ion ammonium / ammoniac, identifier l'espèce azotée majoritaire dans la solution S.

2.2. On dose un volume $V = 10{,}0$ mL de solution S par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)}$ + $OH^-_{(aq)}$) de concentration molaire $C_b = 0{,}10$ mol.L^{-1}. Le suivi pH-métrique permet d'obtenir la courbe fournie en **ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE**.

2.2.1. Écrire l'équation de la réaction support du dosage de l'ion ammonium par la solution d'hydroxyde de sodium.

On suppose que seule cette réaction se produit lors du dosage.

2.2.2. Le laboratoire indique sur la fiche de synthèse de l'analyse une teneur en azote N égale à 2,6 g par kilogramme de digestat.
Cette teneur est-elle cohérente avec le suivi pH-métrique réalisé et donné en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** ? La démarche suivie devra être détaillée.

2.3. L'agriculteur utilisait précédemment un engrais de synthèse, le nitrate d'ammonium NH_4NO_3.
Après avoir calculé la masse d'azote N dans une mole de nitrate d'ammonium NH_4NO_3, comparer les apports en azote du digestat et de cet engrais de synthèse puis donner un avantage et un inconvénient de la valorisation du digestat comme engrais.

EXERCICE II : LE BADMINTON, UN SPORT DANS LE VENT (8 POINTS)

Le badminton est un sport de raquette qui réunit deux joueurs ou deux binômes de joueurs, placés dans deux demi-terrains séparés par un filet. Les joueurs marquent des points en frappant un volant à l'aide d'une raquette pour le faire tomber dans le terrain adverse.

Le volant, d'une masse m égale à 5,0 g, est un projectile aux propriétés aérodynamiques particulières qui lui donnent une trajectoire très différente des balles utilisées dans la plupart des sports de raquette. En effet, les plumes créent une traînée, modélisée par une force $\vec{F}$, qui s'oppose au mouvement du volant dans l'air.

Le mouvement du volant de badminton est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen auquel est associé le repère d'espace (Ox, Oz). L'exploitation de la vidéo du mouvement du volant permet d'obtenir le graphe reproduit sur l'**ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE**. L'intervalle de temps entre deux points de mesure vaut $\Delta t = 50$ ms.

1. Première approche

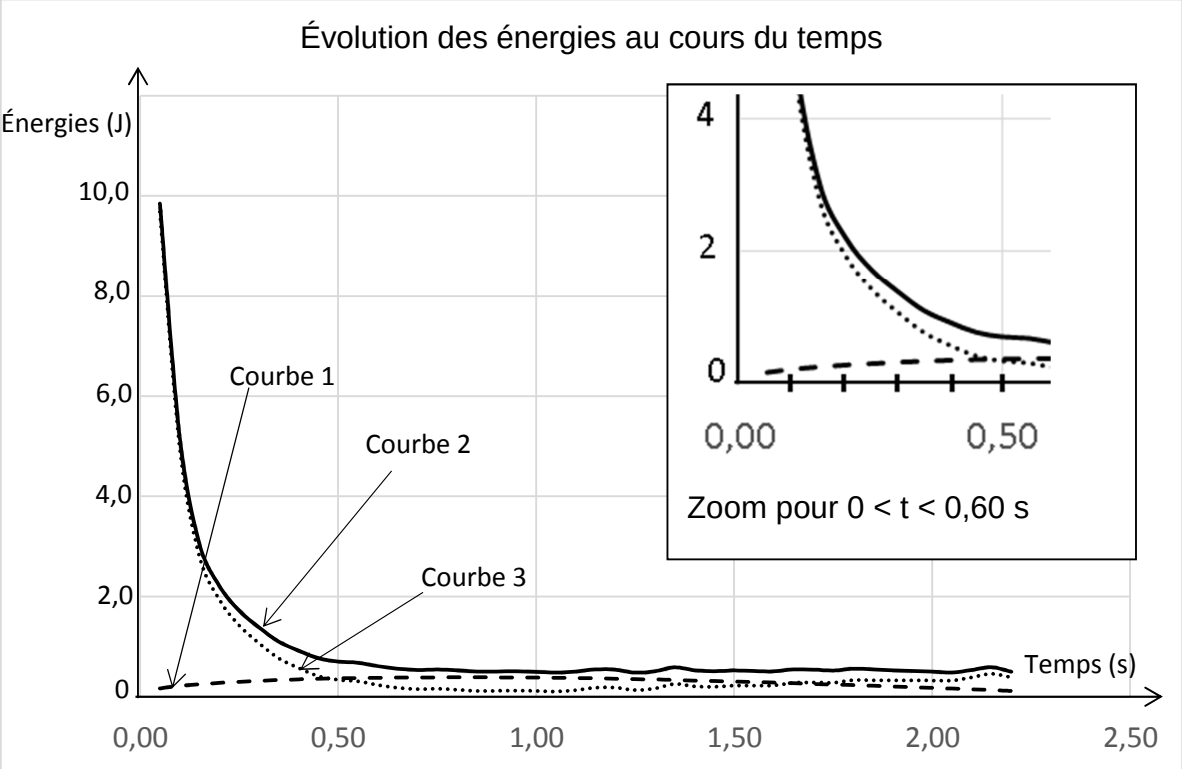
1.1. Justifier le fait que le volant n'est pas en chute libre.

1.2. Comment peut-on en première approximation décrire le mouvement du volant sur la portion AB de sa trajectoire ? Représenter sur le graphe reproduit sur l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, le vecteur accélération $\vec{a}$ (direction et sens uniquement) à la date $t = 100$ ms.
Aucun calcul n'est demandé.

1.3. Représenter sur le graphe précédent, sans souci d'échelle, les forces qui s'exercent sur le volant en un des points de la portion AB. Les intensités de ces forces sont-elles du même ordre de grandeur ? Justifier en utilisant la 2ème loi de Newton.

2. Étude énergétique du mouvement

Grâce aux mesures réalisées, on a pu tracer l'évolution au cours du temps des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique.



Donnée :
Intensité de la pesanteur g = 9,8 m.s^{-2}

2.1. Identifier, en justifiant, la nature de l'énergie correspondant à chaque courbe.

2.2. À partir d'une des trois courbes précédentes, calculer en km.h^{-1} l'ordre de grandeur de la vitesse du volant lorsqu'il occupe la position B.

2.3. Calculer le travail du poids du volant lors du déplacement de A à B. Commenter le signe du résultat obtenu.

2.4. L'énergie mécanique, quant à elle, varie au cours du mouvement. Quelle est la cause de cette variation?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

18PYSCOG11

3. L'expérience de Thomas Pesquet



L'astronaute français, qui s'est envolé vers la station spatiale internationale (ISS) jeudi 17 novembre, a suscité la curiosité des internautes en diffusant une photo de sa valise contenant... un volant de badminton.
"Il s'agira de déterminer comment l'objet se comportera en apesanteur, dans la station spatiale internationale," explique le représentant du CNES.
http://www.lexpress.fr/actualite/sciences/voici-pourquoi-thomas-pesquet-emporte-un-volant-de-badminton-dans-l-espace_1851090.html

À bord de la station ISS, dont l'altitude de l'orbite vaut 400 km, les modules sont pressurisés pour permettre aux astronautes de respirer sans assistance. La pression de l'air y est égale à la pression atmosphérique sur Terre.

Thomas Pesquet a réalisé une expérience en apesanteur en se filmant : il lâche le volant sans vitesse initiale. Deux images extraites de la vidéo, une fois le volant lâché, sont données ci-dessous :



https://jason2-mission.cnes.fr/fr/media/sportifs-et-curieux-thomas-pesquet-une-reponse-pour-vous

Données :
- Constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ SI
- Rayon de la Terre : $R_T = 6380$ km
- Masse de la Terre : $M_T = 5{,}97 \text{x} 10^{24}$ kg

La Terre est supposée à répartition de masse sphérique. L'ISS est considérée ponctuelle et en mouvement circulaire uniforme autour de la Terre dans le référentiel géocentrique (supposé galiléen).

3.1. Décrire le mouvement du volant lorsqu'il est lâché par Thomas Pesquet, d'abord dans le référentiel lié à l'ISS, puis dans le référentiel géocentrique.

3.2. Établir l'expression de la valeur de l'accélération de l'ISS dans le référentiel géocentrique, puis la calculer.

3.3. Expliquer pourquoi le volant reste près de l'astronaute.

18PYSCOG11

EXERCICE III : L'UNIVERS AURAIT UN GOÛT DE FRAMBOISE ET UNE ODEUR DE RHUM (5 points)

Une équipe de l'institut Max Planck a braqué un radiotélescope sur le centre de notre galaxie. Le signal obtenu montre la présence d'une cinquantaine de molécules organiques différentes.
Les trois principales sont : l'aminoacétonitrile (NH_2CH_2CN) représenté figure 1, le méthanoate d'éthyle ($HCOOC_2H_5$) représenté figure 2 et le butanenitrile (C_3H_7CN), représenté figure 3.

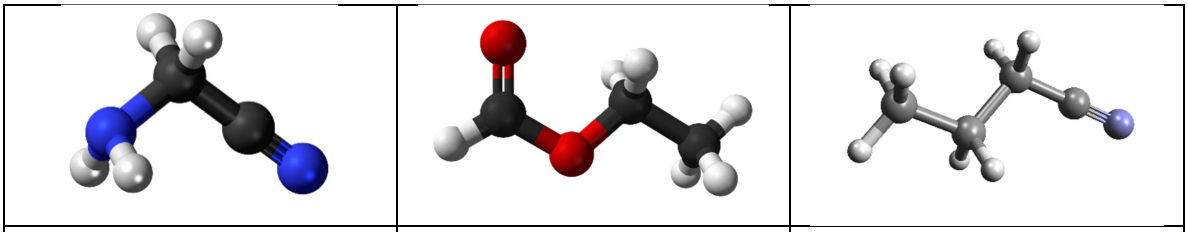


Figure 1	Figure 2	Figure 3

Le méthanoate d'éthyle est la molécule qui a suscité le plus d'intérêt : on la retrouve en grande partie dans les framboises et elle est à l'origine de l'odeur du rhum.
D'après https://sciencepourtous.wordpress.com/2012/01/13/lunivers-aurait-un-gout-de-framboise-et-une-odeur-de-rhum/

Données :

- Masses molaires moléculaires :

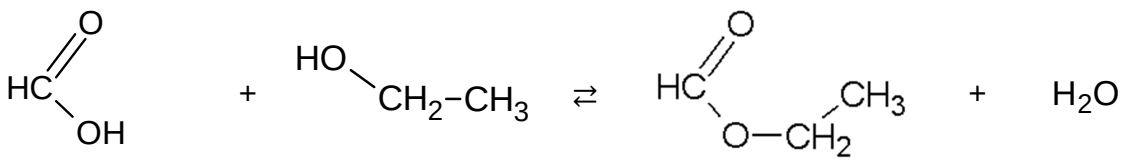
Espèce chimique	acide méthanoïque	éthanol	méthanoate d'éthyle	eau
Masse molaire (en $g.mol^{-1}$)	46	46	74	18

- Table de données pour la spectroscopie infrarouge :

Liaison	Nombre d'ondes σ (cm^{-1})	Intensité
O–H	3200 à 3600	Forte
N–H	3100 à 3500	Moyenne
C–H	2900 à 3100	Moyenne
C=N	2150 à 2250	Forte
C=O	1700 à 1750	Forte
C–O	1000 à 1250	Forte
C–C	1000 à 1200	Moyenne

1. Synthèse du méthanoate d'éthyle

Le méthanoate d'éthyle peut être synthétisé par réaction entre l'acide méthanoïque et l'éthanol, en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique.

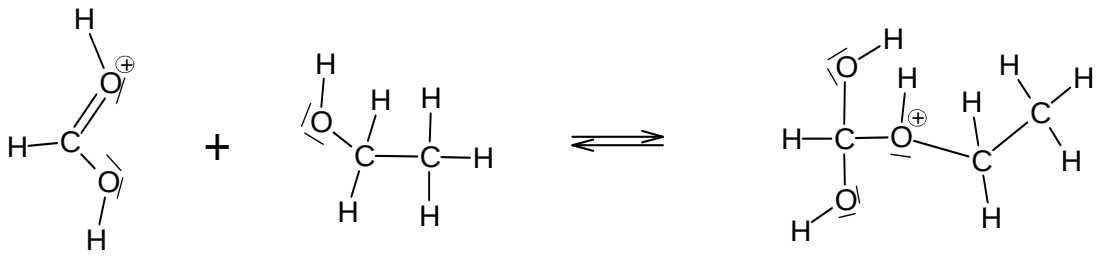


Acide méthanoïque + Éthanol ⇄ Méthanoate d'éthyle + Eau

1.1. Indiquer, en justifiant, à quelle famille chimique appartient le méthanoate d'éthyle.

1.2. Préciser le rôle de l'acide sulfurique introduit dans le mélange initial ainsi que son influence sur la réaction.

1.3. La réaction de synthèse se fait en plusieurs étapes. L'une des étapes est donnée ci-dessous et sur l'**ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE.**



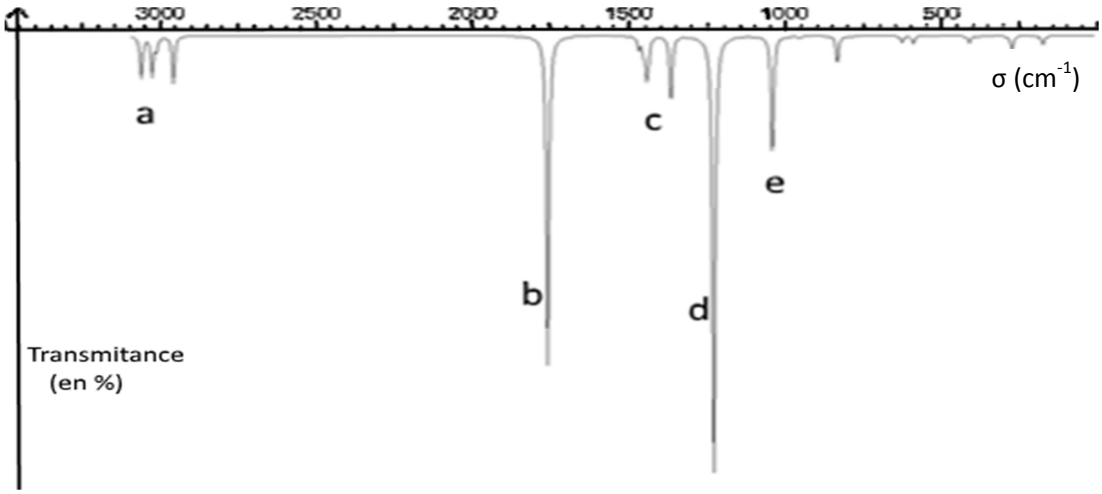
Après avoir identifié le site donneur et le site accepteur mis en jeu, représenter les flèches courbes rendant compte de cette étape sur l'**ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE.**

2. Calcul du rendement

On introduit dans le mélange initial 2,3 g d'acide méthanoïque et 2,8 g d'éthanol.
Déterminer le rendement η de la synthèse sachant qu'on obtient, après extraction, 1,9 g de méthanoate d'éthyle.

3. Analyse spectrale

3.1. Une analyse du méthanoate d'éthyle donne le spectre infrarouge ci-après. Identifier les liaisons correspondant aux bandes d'absorption a,b et d.



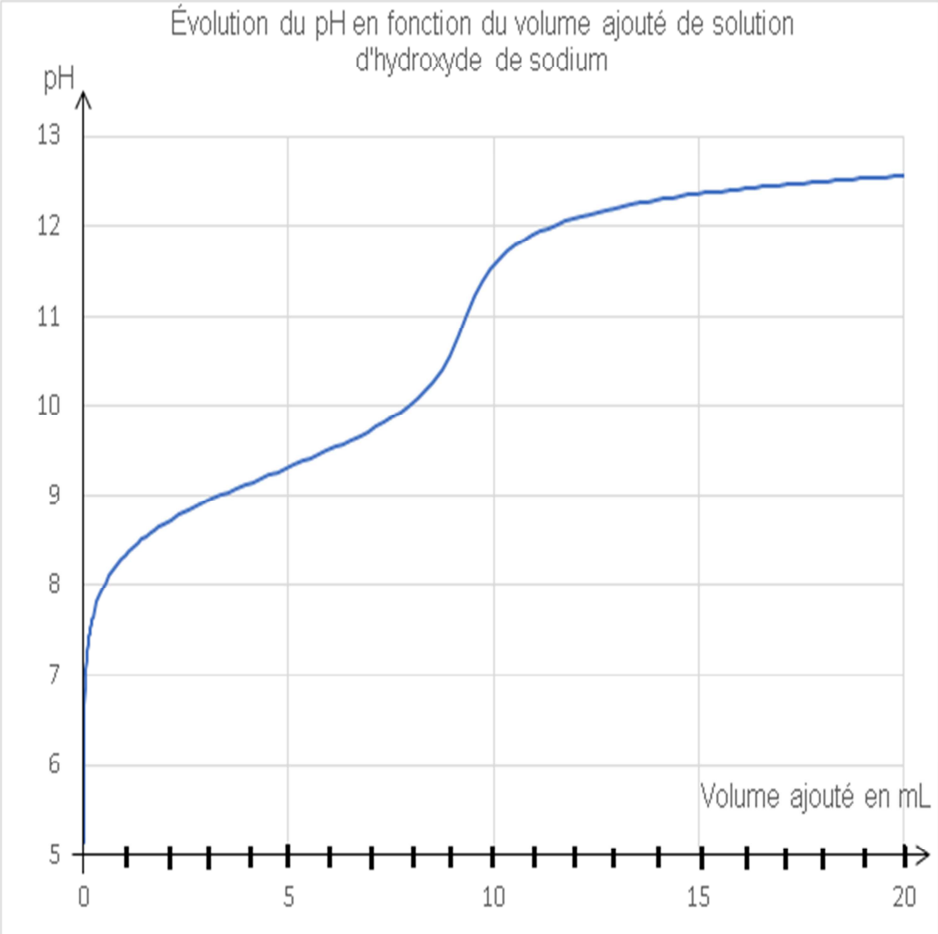
3.2. L'analyse spectrale IR peut être complétée par une spectroscopie de RMN du proton.
Combien de signaux sont présents dans le spectre de RMN du méthanoate d'éthyle ? Préciser, en justifiant, leur multiplicité.

18PYSCOG11

ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE I : VALORISATION DES DÉCHETS D'UN MÉTHANISEUR

Question 2.2



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Modèle CMEN-DOC v2 A4 ©NEOPTEC

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

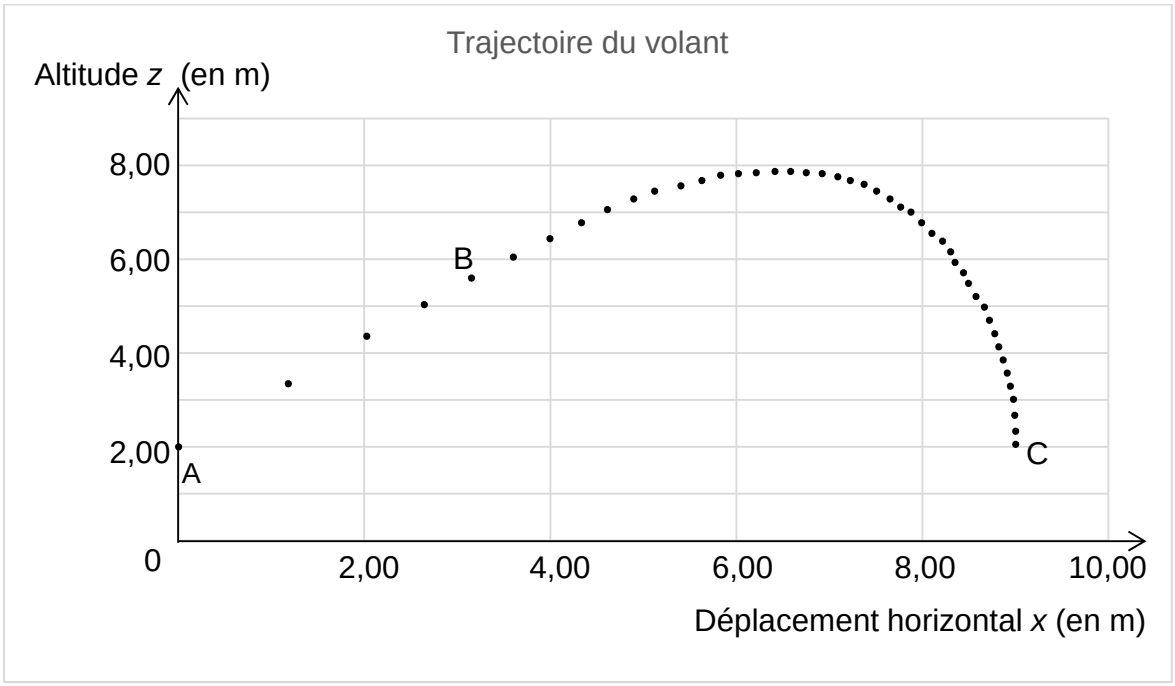
(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

18PYSCOG11

ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE

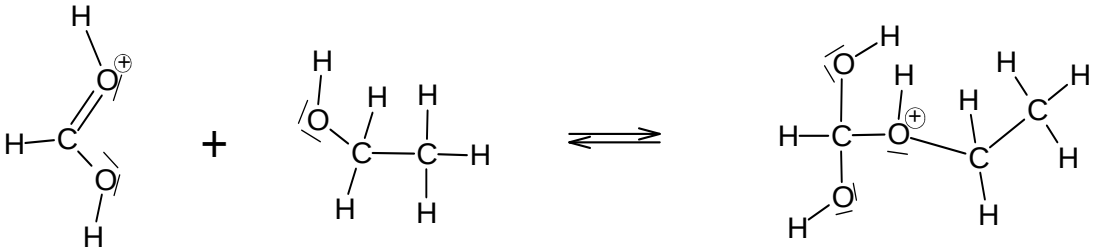
EXERCICE II : LE BADMINTON, UN SPORT DANS LE VENT

Questions 1.2 et 1.3



EXERCICE III : L'UNIVERS AURAIT UN GOÛT DE FRAMBOISE ET UNE ODEUR DE RHUM

Question 1.2



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Modèle CMEN-DOC v2 A4 ©NEOPTEC

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)