



République Du Sénégal
Un Peuple – Un But – Une Foi
 Ministère de l'Éducation nationale
 INSPECTION D'ACADEMIE DE PIKINE-GUEDIAWAYE



COMPOSITION DU PREMIER SEMESTRE 2025-2026

Classe de TS₂

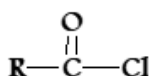
Epreuve de Sciences physiques

Durée : 04H

Exercice 1 : (04 points)

Les dérivés d'acide carboxylique constituent une famille importante des composés organiques obtenus à partir d'acide carboxylique par substitution du groupe hydroxyle. Cet exercice a pour but de reconnaître ces dérivés, d'identifier leurs fonctions chimiques, comprendre leurs principales propriétés et réaction et de renforcer les notions fondamentales de la chimie organique.

1.1. Dans une première expérience, on réalise la réaction entre le méthanol $\text{CH}_3 - \text{OH}$ et le chlorure d'acyle de formule ci-dessous :



Il se forme un ester E_1 de formule brute $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ et du chlorure d'hydrogène HCl .

1.1.1. Préciser les formules semi-développées du chlorure d'acyle utilisé et de l'ester E_1 . Les nommer. (0,5 pt)

1.1.2. Ecrire l'équation qui traduit cette réaction chimique. (0,25 pt)

1.2. Dans une seconde expérience, on fait réagir un anhydride d'acide de formule $\text{R}_1 - \text{CO} - \text{O} - \text{CO} - \text{R}_1$ avec un alcool ($\text{R}_3 - \text{OH}$). Il se forme l'isomère E_2 de l'ester E_1 et un acide carboxylique.

1.2.1. Préciser les formules semi-développées et les noms de l'anhydride d'acide, de l'alcool et de E_2 . (0,75 pt)

1.2.2. Ecrire l'équation qui traduit la réaction chimique qui a lieu. (0,25 pt)

1.3. On fait réagir séparément :

- Le chlorure d'acyle sur une amine primaire A_1 ; $\text{H}_3\text{C} - \overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{NH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
il se forme le composé (1) de formule ci-contre :
- L'anhydride d'acide sur une amine secondaire A_2 ; $\text{H} - \overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{N}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
il se forme le composé (2) de formule ci-contre :

1.3.1. Indiquer la famille à laquelle appartiennent les deux composés (1) et (2). Donner leurs noms. (0,75 pt)

1.3.2. Déterminer les formules semi-développées de A_1 et A_2 . (0,5 pt)

1.3.3. Ecrire les équations des réactions chimiques qui conduisent aux composés (1) et (2). (0,5 pt)

1.4. Le composé E_2 peut être obtenu également à partir de la réaction entre un acide carboxylique et un alcool.

Donner les formules semi-développées de l'alcool et de l'acide carboxylique utilisés. (0,5 pt)

Exercice 2 :

Données : masses molaires atomiques en gramme par mole ;

$$\text{M}(\text{C}) = 12 ; \text{M}(\text{H}) = 1 ; \text{M}(\text{O}) = 16 ; \text{M}(\text{Na}) = 23 ; \text{M}(\text{N}) = 14$$

L'arôme de banane est dû :

- ✓ Soit à la présence d'extraits naturels de banane ;
- ✓ Soit à la présence d'un composé artificiel, l'acétate de butyle (ou éthanoate de butyle).

2-1/ L'acétate de butyle a pour formule semi-développée $\text{CH}_3 - \text{COO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$.

La synthèse de l'acétate de butyle, noté (E), peut être réalisée à partir d'un acide carboxylique (A) et d'un alcool (B).

Parmi les composés cités ci-dessous identifier les composés (A) et (B) nécessaires à la synthèse de (E). (0,5 pt)

Acides carboxyliques	Alcools
acide méthanoïque	butan – 1 – ol
acide éthanoïque (ou acide acétique)	éthanol
acide butanoïque	propan – 1 – ol

INSPECTION D'ACADEMIE DE PIKINE-GUEDIAWAYE

2-2/ On se propose de synthétiser au laboratoire l'acétate de butyle (E) à partir des composés (A) et (B) et de réaliser un suivi cinétique de cette synthèse. Pour cela, on introduit dans un bécher placé dans un bain d'eau glacée,

- ✓ un volume $V_A = 5,8$ mL d'acide carboxylique (A) ;
- ✓ un volume $V_B = 9,2$ mL d'alcool (B) (soit 0,10 mol) ;
- ✓ quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

Données	Masse molaire (g.mol ⁻¹)	Masse volumique (g.mL ⁻¹)	Température d'ébullition (°C)
A	60	1,05	118,2
B	74	0,81	117,8
E	116	0,87	126,5
Eau	18	1,00	100

2-2-1/ Montrer que le mélange initial (acide + alcool) est équimolaire. En déduire la masse d'acide carboxylique (A) contenue dans le volume V_A . (0,5 pt)

2-2-2/ On agite le mélange initial et on répartit avec précision le mélange dans 10 tubes à essais placés préalablement dans un bain d'eau glacée. Chaque tube contient ainsi un dixième du volume du mélange initial.

On place ensuite simultanément tous les tubes dans un bain thermostaté à 80 °C et on déclenche alors le chronomètre (instant de date $t_0 = 0$ s).

Afin de réaliser un suivi temporel de la synthèse de l'acétate de butyle, on dose, à des dates déterminées, l'acide carboxylique (A) restant, dans chacun des tubes par une solution de soude de concentration molaire volumique $C = 1,0$ mol.L⁻¹. Avant chaque titrage, on plonge le tube dans un bain d'eau glacée.

Les résultats expérimentaux des titrages successifs sont donnés ci-dessous. On désigne par V_{eq} le volume de soude nécessaire au titrage de l'acide carboxylique.

t (en min)	0	5	10	15	20	25	35	45	60	75	90
V_{eq} (en mL)	10,0	7,2	5,5	4,6	4,0	3,7	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3
$n(\text{ester}).10^{-3}$ mol											

2-2-2-1/ Justifier la nécessité de placer initialement chaque tube dans un bain d'eau glacée avant chaque titrage. (0,25 pt)

2-2-2-2/ Montrer que la quantité de matière d'ester formée, à une date t , est donnée par une relation de la forme : $n(\text{ester}) = 0,10 - 10 \times C \times V_{eq}$. (0,5 pt)

2-2-2-3/ Compléter le tableau puis tracer la courbe $n(\text{ester}) = f(t)$. (0,25 + 0,75 pt)

Echelles : 1 cm $\rightarrow$ 5 min et 1 cm $\rightarrow$ 5.10⁻³ mol.

2-2-2-4/ Définir la vitesse de formation de l'ester. Calculer sa valeur aux instants $t_0 = 0$ s et $t_1 = 10$ min. (0,75 pt)

2-2-2-5/ Définir puis déterminer le temps de demi-réaction. (0,5 pt)

EXERCICE 3 : (04 points)

Une bille de masse $m = 300$ g, supposée ponctuelle, est initialement au repos en A. On la lance sur une piste en faisant agir sur elle une force constante $\vec{F}$ d'intensité $F = 9,51$ N. La force $\vec{F}$ agit sur la bille entre les points A et D telle que la distance $AD = \frac{L}{2}$.

La piste est constituée d'une partie rectiligne AB de longueur $L = 2$ m inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale et d'une partie circulaire BO de rayon $r = 1$ m, de centre O' et d'angle $\beta = \widehat{BO'O} = 30^\circ$ (figure ci-dessous). La force $\vec{F}$ est parallèle à AB.

INSPECTION D'ACADEMIE DE PIKINE-GUEDIAWAYE

On donne : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Mouvement sur piste et dans champ de pesanteur

3.1. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre A et O, montrer que la vitesse de la bille au point O

s'écrit : $V_O = \sqrt{\frac{L}{m} (F - 2mg \sin \alpha) - 2gr[\cos \alpha - \cos(\alpha + \beta)]}$

En déduire la valeur de la vitesse $\vec{V}_O$ de passage de la bille au point O.

(0,5 pt)

3.2. En appliquant le théorème du centre d'inertie, montrer que la réaction de la piste en O peut s'écrire sous

la forme : $R_O = \frac{L}{r} (F - 2mg \sin \alpha) + mg[3 \cos(\alpha + \beta) - 2 \cos \alpha]$. Calculer sa valeur.

(0,5 pt)

3.3. La bille quitte la piste en O à un instant pris comme origine des dates, avec une vitesse $\vec{V}_O$ faisant un angle $\theta = 60^\circ$ avec l'horizontal et de valeur $V_O = 6 \text{ m.s}^{-1}$, et poursuit son mouvement dans le champ de pesanteur terrestre suivant la parabole OSC.

3.3.1. Etablir, dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$, les équations horaires du mouvement de la bille au-delà de O. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire. (0,75 pt)

3.3.2. La bille tombe dans un réceptacle en passant par le point C (voir figure). La partie inférieure du réceptacle est fermée par un clapet (K). La bille s'immobilise au fond du réceptacle après quelques rebonds. Déterminer l'abscisse du point C sachant $y_C = 1,37 \text{ m}$. (0,5 pt)

Mouvement de chute verticale dans un fluide

3-4. A un instant pris comme nouvelle origine des dates, on ouvre le clapet K ; la bille, de masse $m = 300 \text{ g}$, de rayon $r_b = 2,5 \text{ cm}$ et de volume $V_b = 65,45 \text{ cm}^3$, tombe sans vitesse initiale dans le puit rempli d'un fluide de masse volumique ρ et de viscosité η (en Pa.s).

La bille est soumise à :

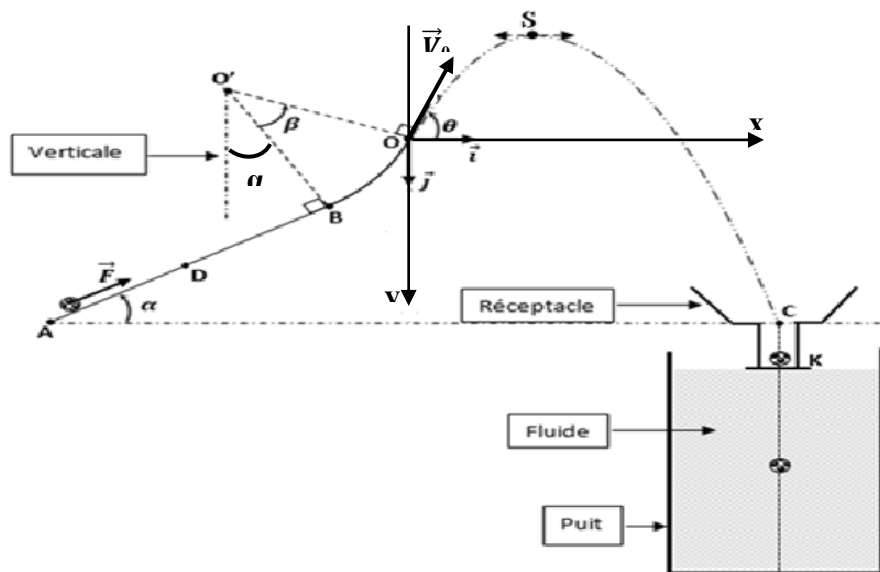
- son poids $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$
- la poussée d'Archimède $\vec{F} = -\rho \cdot V_b \cdot \vec{g}$ avec $\vec{g}$: vecteur champ de pesanteur
- la force de frottement visqueux $\vec{f} = -6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot \vec{v}$ avec $\vec{v}$: vecteur vitesse de la bille

3.4.1 En appliquant le théorème du centre d'inertie la bille, montrer que l'équation différentielle vérifiée par la vitesse v est : $\frac{dv}{dt} + A \cdot v = B$ où A et B sont des constantes qu'on exprimera. (0,75 pt)

3.4.2. Déduire l'expression de la vitesse limite v_{lim} en fonction de A et B. (0,25 pt)

3.4.3. Quelle est l'unité de B ? Déterminer la masse volumique ρ du fluide sachant que $B = 7,25 \text{ S.I.}$ (0,5 pt)

3.4.4. Sachant que la vitesse limite vaut $v_{lim} = 3,1 \text{ m.s}^{-1}$, déterminer la viscosité η du fluide. (0,25 pt)



EXERCICE 4**(04 points)**

La planète Pluton, découverte par l'américain Clyde Tombaugh en 1930 était considérée comme la neuvième planète de notre système solaire. Le 5 janvier 2005, une équipe d'astronomes a découvert sur des photographies prises le 21 octobre 2003 un nouveau corps gravitant autour du Soleil. Provisoirement nommé 2003 UB313, cet astre porte maintenant le nom d'Éris du nom de la déesse grecque de la discorde. La découverte d'Éris et d'autres astres similaires (2003 EL.61, 2005 FY9 ...) a été le début de nombreuses discussions et controverses acharnées entre scientifiques sur la définition même du mot « planète ». Au cours d'une assemblée générale, le 24 août 2006 à Prague 2500 astronomes de l'Union Astronomique Internationale (UIA) ont décidé à main levée de déclasser Pluton comme planète pour lui donner le rang de « planète naine » en compagnie d'Éris et de Cérès (gros astéroïde situé entre Mars et Jupiter). **NASA, ESA and M. Brown (California Institute of Technology).**

4-1. Orbite d'Éris :

Éris parcourt une orbite « circulaire » autour du Soleil avec une période de révolution T_E environ 557 années terrestres.

Données :**Période de révolution terrestre : $T_T = 365$ jours. Période de révolution de Pluton : $T_P = 248$ ans ;****Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$.**

4-1-1/ Rappeler l'expression de la troisième loi de Kepler, relative à la période de révolution d'une planète autour du Soleil, dans le cas d'une orbite circulaire. **(0,25 pt)**

4-1-2/ L'orbite d'Éris se situe-t-elle au-delà ou en deçà de celle de Pluton ? Justifier. **(0,75 pt)**

4-2. Découverte de Dysnomia :

Les astronomes ont découvert ensuite qu'Éris possède un satellite naturel qui a été baptisé Dysnomia (fille d'Éris et déesse de l'anarchie ...). Six nuits d'observation depuis la Terre ont permis de reconstituer l'orbite de Dysnomia.

Le mouvement de Dysnomia autour d'Éris est supposé circulaire et uniforme.

Données : M_E et M_D sont les masses respectives d'Éris et de Dysnomia ; Masse de Pluton : **$M_P = 1,31 \cdot 10^{22} \text{ kg}$; Rayon de l'orbite circulaire de Dysnomia $R_D = 3,60 \cdot 10^7 \text{ m}$; Période de révolution de Dysnomia : $T_D = 15,0$ jours terrestre.**

4-2-1. Définir le référentiel permettant d'étudier le mouvement de Dysnomia autour d'Éris. Par la suite, ce référentiel sera considéré comme galiléen. **(0,5 point)**

4-2-2. Etablir l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$ du centre d'inertie de Dysnomia en fonction de G , M_E et R_D . **(0,5 pt)**

4-2-3. Etablir l'expression de la vitesse Dysnomia en fonction de G , M_E et R_D . **(0,5 pt)**

4-2-4. Etablir l'expression de la période de révolution T_D de Dysnomia en fonction de R_D , G et M_E . **(0,5 pt)**

4-3. Masse d'Éris :

4-3-1. Dédurre de l'expression de T_D (4-2-4), celle de la masse M_E d'Éris. Calculer sa valeur. **(0,5 pt)**

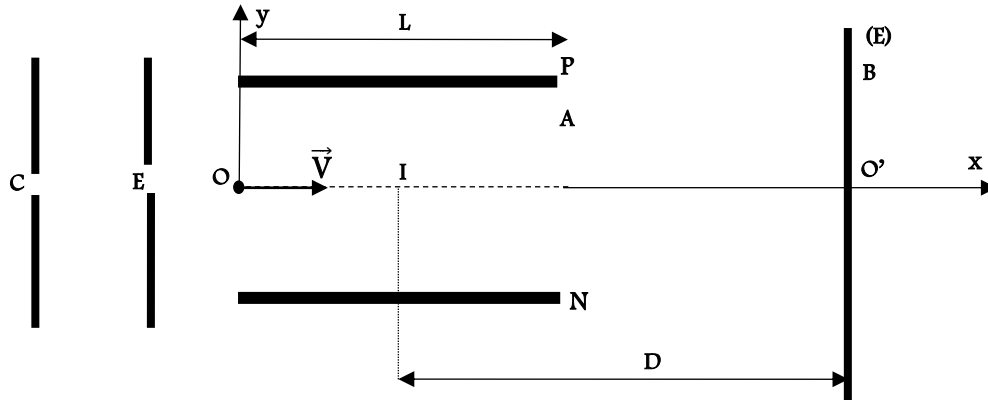
4-3-2. Calculer le rapport des masses d'Éris et de Pluton $\frac{M_E}{M_P}$. **(0,25 pt)**

4-3-3. Expliquer alors pourquoi la découverte d'Éris a remis en cause le statut de planète pour Pluton **(0,25 pt)**

Exercice 5 :

Dans un oscilloscope analogique, un faisceau d'électrons émis en un point C, avec une vitesse initiale quasi nulle, est accéléré par une tension U_0 entre les points C et E situés sur un axe (Ox). Puis il pénètre en O, avec une vitesse V_0 , dans un champ électrique $\vec{E}$ supposé uniforme de norme $E = 5,0 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ régnant entre deux plaques métalliques horizontales, parallèles et symétriques par rapport au plan xOy, de longueur $L = 20 \text{ cm}$ et séparées par une distance d .

Le champ est créé par une tension U appliquée entre ces plaques. Le faisceau sort en A de la zone où règne le champ, puis il atteint finalement l'écran de l'oscilloscope en un point B (spot lumineux). On néglige le poids de l'électron.



I/ Mouvement entre C et E :

5-1/ Quel doit être le signe de la tension accélératrice $V_E - V_C$? Justifier. (0,5 pt)

5-2/ Exprimer la norme V_0 de la vitesse en E d'un électron en fonction de sa masse m , de sa charge q et de la tension $U_0 = V_E - V_C$ puis calculer V_0 . (0,75 pt)

On donne $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ et $V_E - V_C = 1000 \text{ V}$

N.B : pour la suite, on prendra $V_0 = 2 \cdot 10^7 \text{ m.s}^{-1}$.

II/ Mouvement entre O et A :

Les électrons pénètrent ensuite avec la vitesse $\vec{V}_0$, en O origine d'un repère (Ox, Oy), entre les armatures P et N d'un condensateur où règne un champ électrique vertical $\vec{E}$ se déplacent à vitesse constante de E jusqu'en O, origine d'un repère (Ox, Oy), et se trouvant au milieu des deux armatures P et N. Ils sont déviés vers le haut puis sortent du champ en un point A.

5-3/ Etablir les équations horaires du mouvement de l'électron dans le repère (Ox, Oy).

En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire d'un électron. (1 pt)

5-4/ Calculer la durée du parcours entre O et A. (0,25 pt)

5-5/ Déterminer l'ordonnée y_A du point de sortie A. (0,25 pt)

5-6/ Exprimer, en fonction de m , V_0 , d , q et L , la condition sur la tension $U = V_P - V_N$ pour que les électrons sortent du champ sans heurter les plaques. (0,5 pt)

III/ Mouvement entre A et B :

Cette condition étant réalisée, les électrons arrivent ensuite sur un écran fluorescent (E) situé à la distance D du centre de symétrie I des armatures.

5-7/ Exprimer la déviation $O'B$ du point d'impact des électrons et montrer qu'elle est indépendante des caractéristiques des électrons. (0,75 pt)

Fin de sujet !