



Composition du premier semestre 2024-2025

Epreuve de : Sciences Physiques

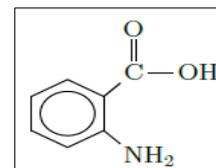
Niveau : Terminale S1

Durée : 04 heures

EXERCICE 1 : (03 points)

L'antranilate de méthyle ou 2-aminobenzoate de méthyle de formule chimique $C_8H_9NO_2$ est un ester à odeur de raisin forte et fruité, l'une de ses principales utilisations est comme agent aromatisant. Très apprécié par son parfum, il est utilisé pour aromatiser les bonbons, les boissons gazeuses (soda), les chewing-gums.

On se propose de synthétiser l'antranilate de méthyle en utilisant l'acide anthranilique (formule semi-développée ci-contre) et le méthanol.



1.1 Préparation de l'acide anthranilique à partir d'un alcool (A)

L'acide anthranilique peut être synthétisé à partir de l'oxydation ménagée d'un alcool (A) en utilisant comme oxydant : le permanganate de potassium ($K^+ ; MnO_4^-$). L'équation-bilan est modélisée par :



1.1.1 Recopier la formule semi-développée de l'acide anthranilique. Encadrer les groupes fonctionnels et les nommer. **(0,5 pt)**

1.1.2 Donner les couples redox utilisés pour réaliser cette transformation. **(0,25 pt)**

1.1.3 Donner le nom de l'acide anthranilique en nomenclature officielle. **(0,25 pt)**

1.2 Synthèse de l'antranilate de méthyle à partir de l'acide anthranilique.

On réalise un mélange **équimolaire** dans un ballon avec un volume V_1 d'acide anthranilique de densité par rapport à l'eau $d_1 = 1,38$ et un volume $V_2 = 10\text{cm}^3$ de méthanol de masse volumique $\rho_2 = 0,792\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ en présence d'acide sulfurique concentré. On chauffe le mélange obtenu pendant quelques minutes.

1.2.1 Ecrire la formule semi-développée de l'antranilate de méthyle. Donner son nom. **(0,25 pt)**

1.2.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de synthèse de l'antranilate de méthyle. Comment appelle-t-on cette réaction ? Donner les caractéristiques de cette réaction. **(0,75 pt)**

1.2.3 Déterminer le volume V_1 d'acide anthranilique pour réaliser le mélange. **(0,25 pt)**

1.2.4 Après réaction, la masse d'antranilate de méthyle obtenu est $m_{ob} = 25\text{g}$. Déterminer le rendement r de la réaction. **(0,25 pt)**

1.3 Préparation du dérivé de l'acide anthranilique

Le rendement de la réaction de préparation de l'antranilate par l'acide anthranilique n'excède pas 67 %, pour améliorer le rendement, on peut utiliser son dérivé par action de l'acide sur le chlorure de thionyle ($SOCl_2$).

1.3.1 Ecrire l'équation-bilan de formation du dérivé d'acide. **(0,25 pt)**

1.3.2 On fait réagir le dérivé d'acide avec le méthanol. Ecrire l'équation-bilan de la réaction puis donner ses caractéristiques. **(0,25 pt)**

EXERCICE 2 : (03 points)

Pour étudier une réaction d'estérification, on mélange 1 mol d'acide propanoïque, 2 cm^3 d'acide sulfurique concentré et on complète le volume du mélange à 100 cm^3 avec de l'éthanol. On chauffe



à reflux, à une date t donnée, on prélève 10 cm³ du mélange réactionnel. On refroidit et on dose par une solution de soude de concentration C_b = 4 mol. L⁻¹. Soit V_b le volume de soude versé à l'équivalence.

2-1. Quel est le but du refroidissement de chaque prélèvement avant dosage ? **(0,25 pt)**

2-2. Écrire l'équation- bilan de la réaction entre l'acide propanoïque avec la soude. **(0,25 pt)**

2-3. Sachant que les 2 cm³ d'acide sulfurique sont neutralisés par 1,8 mL de soude, montrer que la concentration C_a de l'acide propanoïque présent dans le mélange à la date t a pour expression C_a = 400 (V_b - 1,8.10⁻³) avec V_b exprimé en cm³. En déduire que la concentration de l'ester est C_{est} = 40 (26,8.10⁻² - 10 V_b). **(0,75 pt)**

2-4. Le tableau ci- dessous donne le volume de soude versé à différentes dates

t (min)	10	20	30	40	50	60	70	80	100	120
V _b (cm ³)	21,8	19,3	17,3	16	14,8	14,1	13,6	12,8	12,1	11,8

2-4-1. Tracer la courbe représentant la concentration de l'ester en fonction du temps. **(01 pt)**

2-4-2. Déterminer graphiquement la vitesse de formation de l'ester à la date t = 30 min. **(0,25 pt)**

2-5. On reprend l'expérience précédente avec le prélèvement, au lieu de refroidir, on chauffe légèrement avant de doser par la soude, les volumes de soude utilisés seront- ils plus grands ou plus faibles que dans le premier cas ? Justifier. **(0,25 pt)**

Donner l'allure de la courbe obtenue dans le même système d'axe utilisé d'axe utilisé plus haut. **(0,25 pt)**

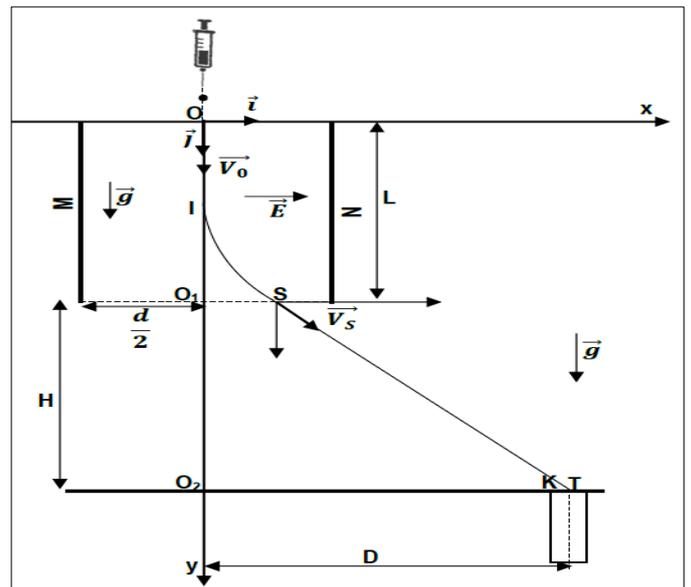
EXERCICE 3 : (04,5 points)

Données : d = 40cm ; L = 50 cm ; V₀ = 150m.s⁻¹ ; g = 10m.s⁻² ; H = 50 cm ; D = 70cm et 1μC = 10⁻⁶C.

Un sélecteur de cellules biologiques électrostatiques produit, depuis l'extrémité d'un entonnoir, un jet de gouttes à vitesse constante \vec{V}_0 . Les gouttes, contenant les cellules à séparer, sont électrisées.

On se propose d'étudier une cellule de type (C), de charge |q| = 2.10⁻⁵μC et de masse m = 2,3.10⁻⁹g se déplaçant à la vitesse constante V₀ suivant l'axe positif (y'Oy). A partir de O, la cellule de type (C) est déviée par un vecteur champ électrique \vec{E} créé par deux plaques parallèles chargées, de longueur L et le champ de pesanteur \vec{g} . La cellule est collectée dans le conteneur placé à une distance D de l'axe (y'Oy).

Le poids est négligeable devant la force électrique si $\frac{F_e}{P} > 1000$.



3.1 On applique une tension U_{MN} = 10⁶V entre les plaques M et N ; la cellule de type (C) soumis à deux forces \vec{F}_e (force électrique) et \vec{P} (poids) décrit une trajectoire parabolique et sort en S avec un vecteur vitesse \vec{V}_s faisant un angle α avec la direction positive de l'axe des y.

3.1.1 Quel est le signe de la charge q portée par la cellule (C). Comparer les valeurs du poids \vec{P} et de la force électrique \vec{F}_e qui s'appliquent sur la cellule K. **(0,75 pt)**

3.1.2 En choisissant comme date initiale t₀ = 0 s l'instant où la cellule (C) pénètre entre les plaques M et N en O (origine du repère), déterminer les équations horaires du mouvement de la cellule (C)



puis montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire est : $x = ay^2$ avec a une constante qu'on exprimera en fonction de m , q , U_{MN} , V_0 et d . **(0,75 pt)**

3.1.3 Déterminer les composantes du vecteur vitesse \vec{V}_S , ainsi que sa norme V_S , puis l'angle α que fait le vecteur vitesse \vec{V}_S avec l'axe (Oy). **(01 pt)**

3.2 A la sortie des plaques, on néglige le champ de pesanteur, la cellule (C) frappe le conteneur en T en suivant une trajectoire rectiligne. La cellule (C) décrit en réalité une trajectoire parabolique et frappe le conteneur en K ; elle est donc soumise à son poids \vec{P} .

3.2.1 Déterminer la durée Δt_1 la durée que met la cellule (C) pour passer de O à T. **(0,5 pt)**

3.2.2 En choisissant comme nouvelle origine des dates, l'instant où la cellule (C) quitte les plaques en S et comme origine des espaces le point S ; montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire est :

$y = bx^2 + cx + d$ avec b , c et d des constantes à préciser. **(0,75 pt)**

3.2.3 Déterminer la durée Δt_2 que met la cellule pour passer de O à K. En déduire $\Delta t = \Delta t_1 - \Delta t_2$. **(0,75 pt)**

EXERCICE 4 : (04,5 points)

La planète « Pluton », découverte par l'américain Clyde Tombaugh en 1930 était considérée comme la neuvième planète de notre système solaire. Le 05 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.

Énoncer précisément la troisième loi de Kepler, relative à la période de révolution d'une planète autour du Soleil, dans le cas d'une orbite circulaire. L'orbite d'Éris se situe-t-elle au-delà ou en deçà de celle de Pluton ? Justifier sans calcul. **(01 pt)**

Données : Période de révolution terrestre : $T_T = 1,00$ an. Période de révolution de Pluton : $T_P = 248$ ans

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.

Données : M_E et M_D sont les masses respectives d'Éris et de Dysnomia. Masse de Pluton :

$M_P = 1,31 \cdot 10^{22}$ kg ; Rayon de l'orbite circulaire de Dysnomia $R_D = 3,60 \cdot 10^7$ m ; Période de révolution de Dysnomia : $T_D = 15,0$ jours ; Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ m³.kg⁻¹.s⁻².

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

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 pt)**



4.2.2. Établir 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. Préciser la direction et le sens de ce vecteur accélération. **(0,5 pt)**

4.2.4. Établir l'expression de la période de révolution T_D de Dysnomia en fonction de R_D , de G et de M_E . **(0,5 point)**

(0,5 point)

4.3. Masse d'Éris

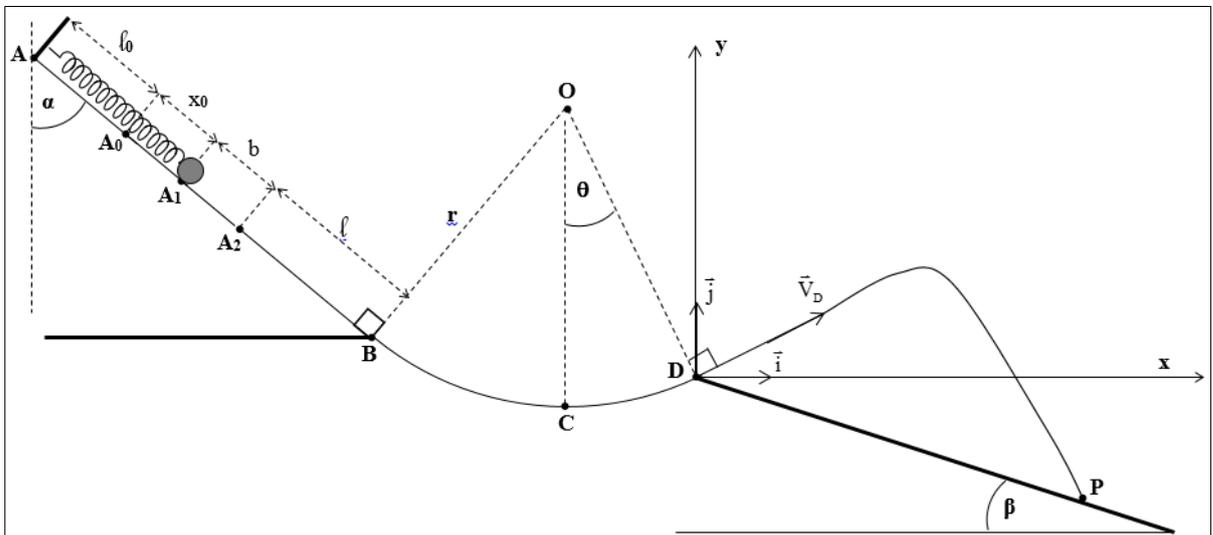
4.3.1. Dédurre de l'expression de T_D (4.2.4) celle de la masse M_E d'Éris. Calculer sa valeur. **(0,5 pt)**

4.3.2. Calculer le rapport des masses d'Éris et de Pluton $\frac{M_E}{M_P}$. **(0,5 pt)**

4.3.3. Expliquer alors pourquoi la découverte d'Éris a remis en cause le statut de planète pour Pluton. **(0,5 pt)**

EXERCICE 5 : (05 points)

Un pendule élastique est constitué d'un ressort de masse négligeable et de raideur $k = 20 \text{ N.m}^{-1}$ et d'un solide de masse $m = 200 \text{ g}$. Il est posé sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 60^\circ$ par rapport à la verticale (voir figure ci-dessous). La longueur à vide du ressort est l_0 . Les frottements sont négligeables sur ce plan incliné et $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.



5.1 Exprimer l'allongement x_0 du ressort à l'équilibre en fonction de m , g , k et α . Calculer x_0 . **(0,75 pt)**

5.2 Un opérateur tire le solide, à partir de la position d'équilibre, vers le bas jusqu'au point A_2 d'une distance $b = 8 \text{ cm}$ et il lâche sans vitesse initiale.

5.2.1 Déterminer la vitesse de passage du solide à la position d'équilibre pour la première fois en fonction de m , k et b . Faire l'application numérique. **(0,5 pt)**

5.2.2 Etablir l'équation différentielle du mouvement. **(0,5 pt)**

5.2.3 Montrer que la solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme

$$x(t) = X_m \cos(\omega t + \varphi)$$

en précisant les valeurs de X_m , ω et φ .

5.2.4 Après plusieurs oscillations, le solide se détache du ressort à partir du point A_2 . Parti sans vitesse initiale, Il glisse suivant la piste A_2BCD formée d'une partie rectiligne A_2B de longueur l et d'une partie circulaire de rayon $r = 1,5 \text{ m}$. On donne $\theta = 20^\circ$. Déterminer la distance l sachant que le solide arrive en B avec une vitesse $V_B = 5 \text{ m.s}^{-1}$. **(0,5 pt)**

5.2.5 Le solide arrive en D avec une vitesse $V_D = 4 \text{ m.s}^{-1}$.

5.2.5.1 Calculer les variations ΔE_p et ΔE_c respectivement de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique du solide entre les points B et D . **(0,75 pt)**

5.2.5.2 Les forces de contact exercées par la partie BD de la piste sur le solide sont-elles toutes conservatives ? Si non, calculer l'intensité de la composante non conservative. **(0,5 pt)**

5.3 Le solide quitte la piste en D . Il atterrit en un point P sur un plan incliné d'un angle $\beta = 25^\circ$ par rapport à l'horizontale.



5.3.1 Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du solide au-delà du point D.

(0,5 pt)

5.3.2 Exprimer les coordonnées x_p et y_p du point P en fonction de β et $d = DP$.

(0,5 pt)

5.3.3 En utilisant l'équation de la trajectoire montrer que la distance $d = OP$ peut s'exprimer par :

$$d = \frac{2V_D^2 \cdot \cos^2 \theta}{g \cdot \cos \beta} (\tan \beta + \tan \theta) . \text{ Calculer } d.$$

(0,5 pt)

*****FIN DU SUJET*****

