

Devoir n°4 – Sciences Physiques – 4 heures

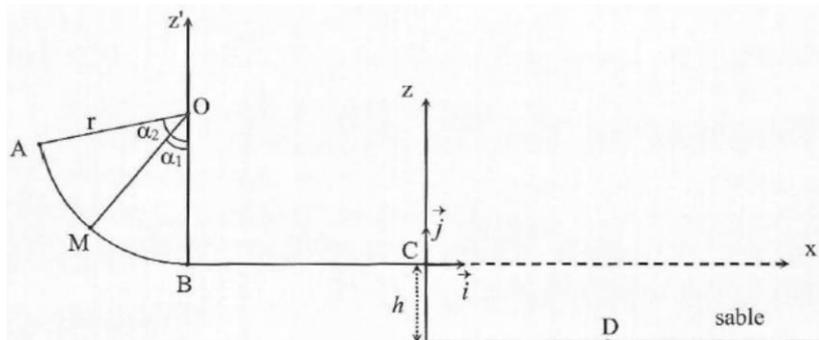
Exercice n°1 : (3 points)

- 1) On chauffe en présence de P₄O₁₀ un acide carboxylique saturé A ramifié. Il se forme un composé organique B de masse molaire M_B = 158 g.mol⁻¹. B réagit avec un alcool secondaire saturé acyclique C pour donner un composé D et A. D contient 24,615 % d'oxygène en masse.
 - a) Quelles sont les fonctions chimiques de B et D.
 - b) Montrer que la masse molaire de A vaut 88 g.mol⁻¹ et en déduire les formules semi-développées et les noms de A et B.
 - c) Établir que la masse molaire de D vaut 130 g.mol⁻¹ et en déduire celle de C.
 - d) Déterminer alors les formules semi-développées et noms de C et D.
- 2) L'acide A réagit avec le chlorure de thionyle (SOCl₂) pour donner un composé organique E. E réagit avec une amine aliphatique primaire F pour donner un composé G contenant 12,2% d'azote en masse.
 - a) Déterminer les fonctions chimiques de E et G.
 - b) En déduire les formules et noms de E, F et G.

Exercice n°2: (5 points)

Dans la cour d'une école maternelle se trouve une glissière dont le profil est représenté dans le plan vertical. Cette glissière est constituée :

- d'un arc de cercle
- d'une partie rectiligne BC, de longueur L, située à une hauteur h du sol.



Un enfant de masse m est en mouvement sur cette glissière. On

se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie G de cet enfant.

1) Étude du mouvement sur AB

Sur ce trajet, l'enfant part sans vitesse initiale du point A. Les forces de frottements sont négligées. La position du centre d'inertie G est repérée au point M par l'angle $\alpha_1 = (\overrightarrow{OM}, \overrightarrow{OB})$.

- a) Déterminer l'expression de la vitesse V_M en fonction de g, r, α_1 et α_2 .
- b) Déduire l'expression de V_B au point B. Calculer V_B.
- c) Calculer la valeur de la réaction du support en B.

2) Étude du mouvement sur BC

L'enfant aborde la partie rectiligne BC avec la vitesse V_B = 3 ms⁻¹. Sur cette partie, les frottements sont équivalents à une force constante \vec{f} de même direction et de sens opposé au vecteur-vitesse. Il atteint le point C avec la vitesse V_C = 1,2 ms⁻¹.

- a) Déterminer la valeur algébrique a_x de l'accélération du mouvement de G.
- b) Déterminer la valeur f de la force de frottements \vec{f} en utilisant le théorème du centre d'inertie.

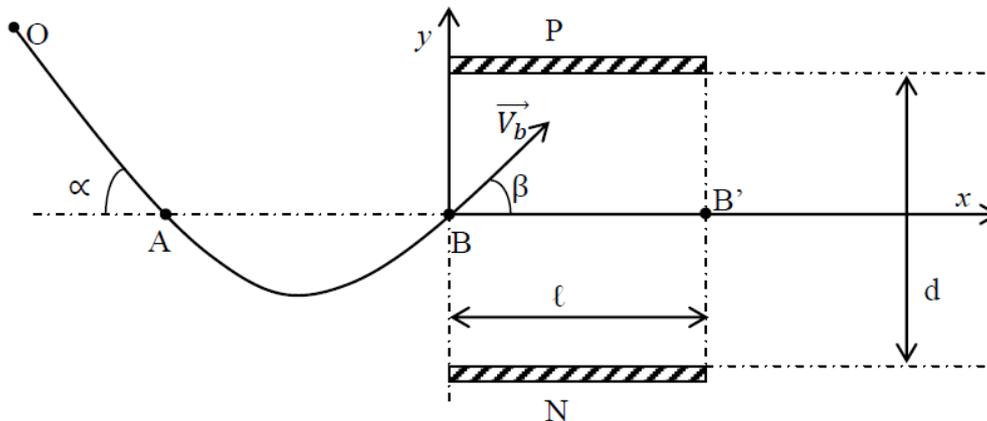
3) Étude du mouvement au-delà de C

L'enfant quitte la piste au point C et atterrit dans le sable au point D sous l'action de son poids. L'instant de passage en C est pris comme origine des dates.

- Montrer que son mouvement est uniformément varié.
- Établir dans le repère (C, \vec{i}, \vec{j}) , les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$.
- Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire $z = f(x)$ du mouvement de G.
- Déterminer au point de chute D les coordonnées x_D et z_D .

Données : $m = 10 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ ms}^{-2}$; $r = 1 \text{ m}$; $h = 10 \text{ cm}$; $BC = L = 1 \text{ m}$; $\alpha_2 = 60^\circ$.

Exercice n°3: (5 points)



Dans tout l'exercice les frottements sont négligés.

- Une bille en verre de masse m , a été électrisée par frottement et déposée sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 20^\circ$ par rapport à l'horizontale. Elle est lâchée en un point O, sans vitesse initiale. Le solide glisse tout le long de la ligne de plus grande pente du plan.
 - Établir l'équation horaire du mouvement entre O et A.
 - En déduire la vitesse de la bille au point A.
- Le plan incliné se raccorde en A à une piste circulaire de rayon R disposée dans le plan vertical contenant la droite (OA). La piste s'arrête au point B situé à la même côte que A. Déterminer la vitesse du solide en B.
- La bille en verre chargée positivement pénètre en B avec la vitesse \vec{V}_B faisant le même angle $\beta = 20^\circ$, à l'intérieur d'un condensateur plan constitué de deux plaques métalliques parallèles horizontales rectangulaires P et N de longueur ℓ et séparées par une distance d. La bille ressort en B' selon le schéma précédent. À l'intérieur des plaques, il existe un champ électrique uniforme.
 - Justifier par un calcul que le poids du solide est négligeable devant la force électrique.
 - Déterminer le signe de la tension $U = V_P - V_N$.
 - Établir l'équation de la trajectoire de la bille entre B et B'.
 - Établir l'expression littérale de la condition que doit vérifier la tension U pour que la bille sorte du condensateur par le point B' situé sur l'axe (B,X). Calculer la valeur de U.
 - La tension U ayant la valeur précédente, déterminer la hauteur maximale atteinte par la bille au-dessus de l'axe (B,X) (à l'intérieur de l'espace compris entre les plaques).

Données : $\ell = 20 \text{ cm}$; $d = 10 \text{ cm}$; $m = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ g}$; $E = 2 \cdot 10^7 \text{ V/m}$; $L = OA = 1,5 \text{ m}$;
 $g = 10 \text{ m/s}^2$; $Q = 2 \cdot 10^{-5} \text{ C}$.

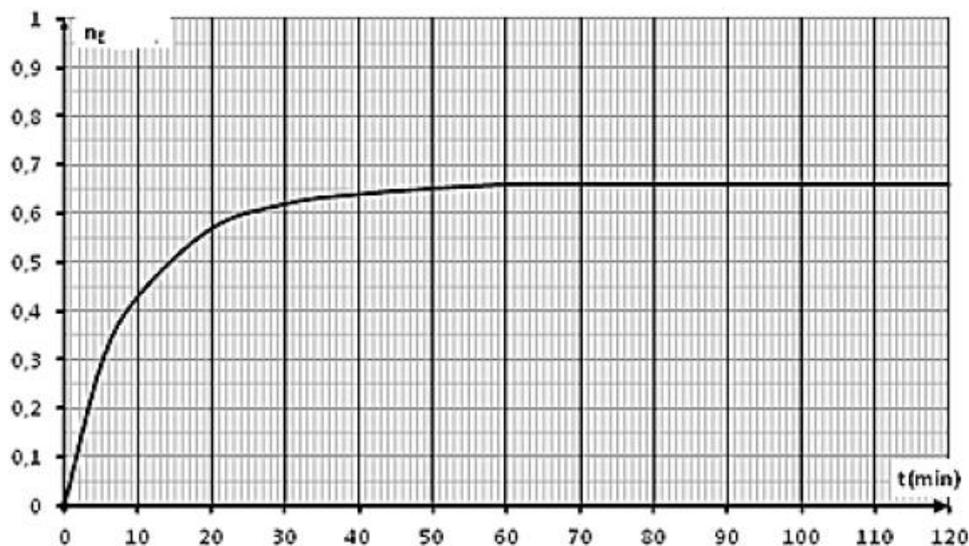
Exercice n°4 : (3 points)

Les esters ont généralement une odeur agréable et sont souvent utilisés en parfumerie ; ce qui justifie la préparation par synthèse d'un certain nombre de ces esters.

Le butanoate de pentyle est un ester qu'on peut préparer par action d'un acide carboxylique A sur un alcool B.

Données : masse volumique de l'acide carboxylique A : $\rho = 0,96 \text{ g.mL}^{-1}$,
 masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{O}) = 16$.

- 1) Ecrire les formules semi-développées et noms de l'acide carboxylique A et de l'alcool B.
- 2) Ecrire l'équation-bilan de cette réaction avec les formules semi-développées de A et B.
- 3) On se propose d'étudier la cinétique de la réaction de synthèse du butanoate de pentyle. Pour ce faire, on réalise à froid un mélange contenant 15,6 mL de A pur, 0,18 mol de B pur et quelques millilitres d'une solution concentrée d'acide sulfurique qu'on répartit ensuite dans des ampoules.
 - a) Préciser le rôle de l'acide sulfurique introduit dans le mélange.
 - b) Le mélange réalisé est-il dans les proportions stœchiométriques ? Justifier la réponse.
- 4) On maintient à froid une des ampoules et, à la date $t_0 = 0$, on plonge les autres dans un bain-marie de température 50°C. A différentes dates, on dose la quantité d'acide présente dans une ampoule par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C = 2 \text{ mol.L}^{-1}$ en présence d'un indicateur coloré. L'équivalence du dosage est obtenue pour un volume V de solution d'hydroxyde de sodium versé.
 - a) Soit V_0 le volume de soude versée à l'équivalence du dosage de l'ampoule maintenue à froid (à $t_0 = 0$). Ecrire la relation entre V_0 , la concentration C , les quantités de matière n_0 d'acide carboxylique et n_s d'acide sulfurique présentes dans l'ampoule.
 - b) Ecrire à nouveau la relation entre le volume V d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence du dosage d'une ampoule à une date quelconque t , la concentration C , les quantités de matière n d'acide carboxylique et n_s d'acide sulfurique présentes à cet instant dans l'ampoule considérée. En déduire que la quantité d'ester formée par mol d'acide éthanoïque à la date t peut s'écrire :
$$n_E = \frac{C(V_0 - V)}{n_0}$$
- 4) Pour des valeurs données de C et V_0 on obtient la courbe représentative de n_E en fonction du temps ci-dessous.



- a) Déterminer le taux d'estérification de l'alcool.
- b) Rappeler la relation définissant la vitesse instantanée de formation de l'ester.
- c) Peut-on déterminer à un instant donné, à l'aide de la courbe $n_E = f(t)$, la vitesse instantanée de formation de l'ester ? Si oui, déterminer graphiquement cette vitesse aux dates $t_0 = 0$; $t_1 = 30$ min et à $t_2 = 100$ min.

Exercice n°5: (4 points)

On suppose que la terre possède une répartition sphérique de masse. On donne : M_T = masse de la terre ; R_T = rayon de la terre.

- 1) Donner l'expression de l'intensité du champ de gravitation g de la terre à l'altitude z en fonction de M_T , R_T , z et de la constante de gravitation G .
- 2) Montrer qu'à l'altitude z l'intensité du champ de gravitation g est donnée par la relation :
$$g = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T + z)^2}$$
 avec g_0 = intensité du champ de gravitation au sol.
- 3) On place à l'aide d'une fusée, un satellite assimilable à un point matériel de masse m , sur une orbite circulaire à l'altitude z .
 - a) Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.
 - b) Établir l'expression de l'intensité de la vitesse V du satellite en fonction de g_0 , R_T et z .
 - c) Calculer la valeur de la vitesse V du satellite pour $z = 10^3$ km.
 - d) Donner l'expression de la période T de révolution du satellite en fonction de R_T , z et V . Calculer sa valeur.
 - e) Exprimer la période du satellite en fonction de R_T , z , G et M_T . En déduire la masse de la terre.
- 4) Un satellite géostationnaire reste constamment à la verticale d'un même point de la surface terrestre.
 - a) Exprimer l'altitude de ce satellite en fonction de la période T , de l'intensité du champ g_0 et du rayon R_T de la terre.
 - b) Calculer la valeur de l'altitude du satellite.

On donne : $R_T = 6\,400$ km ; $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ SI ; 1 jour sidéral = 23 heures 56 minutes ; $g_0 = 9,8$ N/kg.