Devoir n°2 – Sciences Physiques (4 heures)

Exercice n°1: (3 points)

1) Le benzoate de benzyle est employé dans le traitement de la coqueluche. On peut le préparer en faisant réagir l'acide benzoïque sur le phénylmethanol, où l'alcool benzylique de formule brute C_7H_8O).
   a) Donner les formules semi-développées de l'acide benzoïque et de l'alcool benzylique.
   b) Quel type de réaction a lieu entre ces deux réactifs ?
   c) Ecrire l'équation-bilan de la réaction. Quelles sont ses particularités ?
   d) Citer deux réactifs pouvant remplacer l'acide benzoïque afin d'accroitre le rendement de la réaction. Ecrire les équations-bilans.
   e) Nommer le type de réaction permettant d'obtenir l'acide benzoïque à partir de l'alcool benzylique.
   f) Indiquer la procédure pour réaliser cette réaction en travaux pratiques. Ecrire l'équation-bilan.
2) L'acétanilide, ou N-Phényléthanamide, est un analgésique qui a des effets secondaires toxiques parce qu'il est transformé en aniline dans le corps humain.
   a) Ecrire la formule semi-développée de l'acétanilide.
   b) On peut obtenir l'acétanilide par action de l'anhydride éthanoïque sur la N-phénylamine ou aniline. Ecrire l'équation-bilan de la réaction.
   c) On réalise cette préparation en introduisant dans un ballon sec 10 mL d'acide éthanoïque utilisé ici comme solvant, 5 mL d'anhydride éthanoïque et 5 mL d'aniline. Le mélange réactionnel est chauffé à reflux pendant une quinzaine de minutes. Après refroidissement, le contenu du ballon est versé dans un bécher contenant un demi-litre d'eau froide : l'acétanilide cristallise. Après séparation, purification et séchage, on pèse une masse m = 5,9 g d'acétanilide.
      - Calculer les quantités d'aniline et d'anhydride éthanoïque introduits dans le ballon.
      - Déterminer le rendement de la préparation.

<u>Données</u> : Anhydride : $\mu_1 = 1,082$ g/mL ; $M_1 = 102$ g/mol
Aniline: $\mu_2 = 1,024$ g/mL; $M_2 = 93$ g/mol; Acétanilide: $M_3 = 135$ g/mol

Exercice n°2 : (3 points)

On réalise l'oxydation ménagée d'un alcool A, en phase gazeuse, par le dioxygène, en présence du cuivre chauffé au rouge. La masse d'alcool utilisée est $m_0 = 6$ g.
Les produits obtenus sont récupérés dans de l'eau. Le volume de la solution ainsi obtenue est $V_0 = 500$ mL. On suppose que toute la vapeur d'alcool a réagi.
- On prélève $V_1 = 10$ mL de la solution que l'on dose par une solution de soude de concentration $C_B = 0,1$ mol.L^{-1}. Pour obtenir l'équivalence, il est nécessaire de verser $V_B = 5$ mL de soude.
- On prélève à nouveau $V_2 = 10$ mL de la même solution à laquelle on ajoute du nitrate d'argent ammoniacal (réactif de Tollens) [dont le couple redox est $Ag(NH_3)^{2+}$/ Ag auquel est associé la demi-équation électronique $Ag(NH_3)_2^+ + e^- = 2NH_3 + Ag$]. Il se forme un dépôt d'argent de masse $m_{Ag} = 0,324$ g.
On donne au besoin : $R\text{-}CHO + 3OH^- = R\text{-}COO^- + 2H_2O + 2e^-$

1)
   a) Quelle est la classe de l'alcool A. Donner sa formule générale.
   b) En utilisant la formule générale, écrire les équations – bilans des réactions :
      - de A avec le dioxygène.
      - des produits avec la soude et le nitrate d'argent ammoniacal.

2)
   a) Calculer les quantités de matière des produits obtenus.
   b) Déterminer la masse molaire de A et sa formule semi-développée.

3) L'action d'un chlorure d'acyle B sur A conduit à un ester C. L'hydrolyse d'une masse m_B = 3,14 g de B fournit m_2 = 1,46 g de chlorure d'hydrogène.
   a) Ecrire les équations –bilans de :
      - L'estérification de A.
      - de l'hydrolyse de B.
   b) Déterminer la formule brute de B. Donner sa formule semi-développée et son nom.
   c) Déterminer la formule semi-développée et le nom de C.

<u>Données</u> : Masse molaires atomiques exprimées en $g.mol^{-1}$:
M(H) = 1 ; M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(Cl) = 35,5 ; M(Ag) = 108

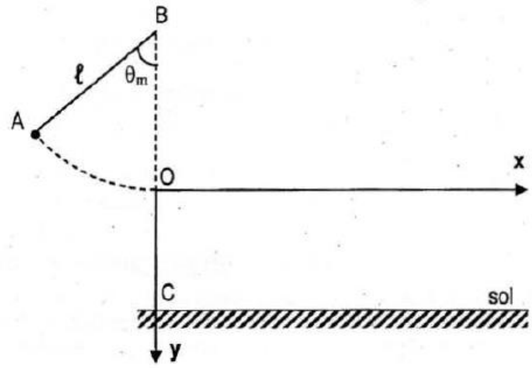
<u>Exercice n°3 : (5 points)</u>

Dans ce problème on négligera tous les frottements et l'action de l'air. On prendra g = 10 ms^{-2} et π^2 =10. Les deux parties I et II sont indépendantes.

<u>Partie I</u>

Une petite sphère S, ponctuelle de masse m = 200g est accrochée à un fil souple, de masse négligeable, inextensible, de longueur ℓ= 1m. L'autre extrémité du fil est attachée à un point fixe.

Figure 2



1) On écarte S de la position d'équilibre ; le fil tendu fait un angle θ_m = 60° avec la verticale. On lâche la sphère sans vitesse initiale (voir figure 2).
   a) Calculer la vitesse de S au passage à la position d'équilibre.
   b) Calculer la tension du fil à la position d'équilibre.

2) Lors de son passage à la position d'équilibre, la sphère se détache du fil et elle n'est plus soumise qu'à la seule action de la pesanteur {on néglige la résistance de l'air).
   a) Déterminer une équation cartésienne de sa trajectoire dans le système d'axe (Ox,Oy) représenté
   b) A quelle-distance du point C, situé à 1,2 m de 0, la sphère arrivera-t-elle au sol ?

c) Calculer la durée de chute.
d) Calculer sa vitesse d'arrivée au sol.

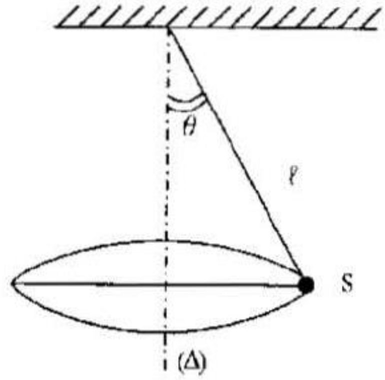


Figure 3

3) L'ensemble {fil + S} tourne à la vitesse angulaire ω constante autour d'un axe vertical (Δ). Le fil fait alors un angle constant θ =30° avec la verticale (Voir figure 3).
   a) En appliquant le théorème du centre d'inertie (T.C.I), trouver une relation entre l'angle θ et la vitesse angulaire ω. Calculer ω.

b) Calculer la tension du fil.

Partie II

On dispose d'une tige homogène OA, de section constante, de longueur 2ℓ, de masse $M = 3m$. La tige est mobile autour d'un axe horizontal (Δ) passant par O. A l'extrémité A est fixé un solide ponctuel S de masse m. Les frottements de la tige sur l'axe, en O, sont supposés négligeables (Voir figure 4).

1) Déterminer la distance OG en fonction de ℓ. G est le centre d'inertie du système.
2) Montrer que le moment d'inertie de ce système par rapport à (Δ) est $J_\Delta = 8\,m\ell^2$.
3) On écarte ce pendule composé d'un angle petit α_0 de sa position d'équilibre verticale, puis on l'abandonne sans vitesse.
   a) Etablir l'équation différentielle du mouvement.
   b) Calculer la longueur ℓ_1 du pendule simple synchrone de ce pendule composé.
      AN : $\ell = 30$ cm

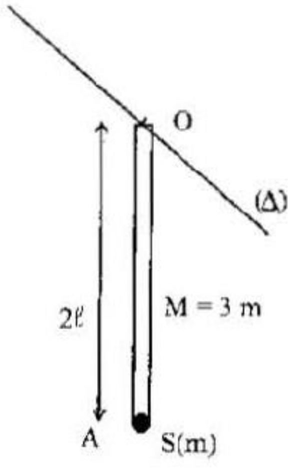


Figure 4

Exercice n°4: (4 points)

3.1. Un canon lance un projectile de masse m, supposé ponctuel, avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$ faisant un angle α avec l'horizontale à partir d'un point M_0 situé à la hauteur H au-dessus du niveau de la mer. Le mouvement du projectile est étudié dans le repère (OX,OY) de plan vertical, d'origine O et de vecteurs unitaires $\vec{i}$ et $\vec{j}$ (figure 2). L'axe horizontal OX est pris sur le niveau de la mer. Dans toute la suite on néglige l'action de l'air.

3.1.1. Faire le bilan des forces appliquées au projectile puis déterminer les composantes de l'accélération du mouvement. **(0,5 pt)**

3.1.2. En déduire les composantes du vecteur vitesse $\vec{v}$ du projectile et celles du vecteur position $\overrightarrow{OM}$ à chaque instant en fonction v_0, g et H. **(0,5 pt)**

3.1.3. Le projectile tombe en un point C centre d'un bateau tel que OC = D.

a) Trouver l'expression du temps de vol t_1 mis par le projectile pour atteindre le point C en fonction de D, v_0 et α. **(0,25 pt)**

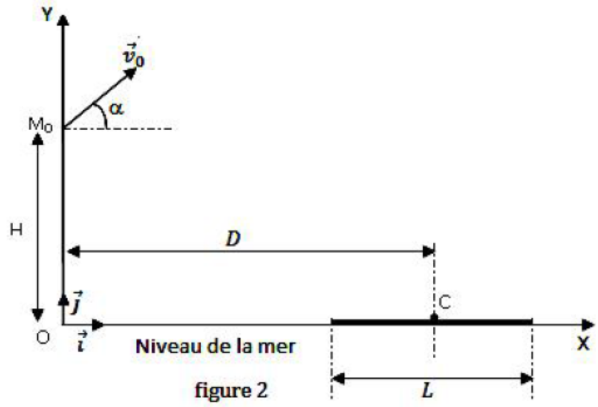


figure 2

b) Donner, en fonction de α, g, H et D, l'expression de v_0 pour qu'il tombe effectivement au point C. Faire l'application numérique. **(0,25 pt)**

c) Etablir l'expression de la hauteur maximale h_m atteinte par le projectile par rapport au niveau de la mer en fonction de D, H et α. **(0,5 pt)**

3.2. Le projectile est maintenant lancé à partir du point O origine du repère avec un vecteur- vitesse $\vec{V}_0$'. Le bateau a une longueur L et de même direction que OX.

Le projectile tombe à une distance $d_1 = \frac{L}{2}$ en deçà de la cible C quand le vecteur vitesse $\vec{V}_0$' fait un angle α_1 avec l'horizontale. Il tombe à une distance $d_2 = \frac{L}{2}$ au-delà de la cible C quand $\vec{V}_0$' fait un angle α_2 avec l'horizontale. Le bateau est supposé immobile pendant toute la durée des tirs.

3.2.1. Exprimer la distance d_1 puis d_2 en fonction de D, g, v_0' et l'angle de tir (α_1 ou α_2). **(0,75 pt)**

3.2.2. En déduire la relation $D = \frac{{v_0'}^2(\sin 2\alpha_1 + \sin 2\alpha_2)}{2g}$ **(0,5 pt)**

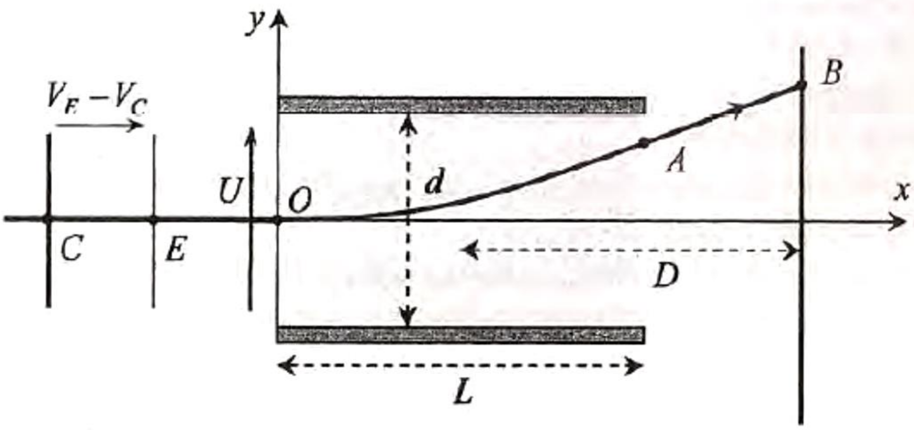
3.2.3. Déterminer en fonction de α_1 et α_2 l'angle θ pour que le projectile atteigne la cible puis calculer sa valeur. **(0,75 pt)**

On donne : g = 10 m.s^{-2}; H = 80 m ; D =1km et α = 30° ; α_1 = 30° et α_2 = 45°

NB : il n'est pas demandé de rendre la figure 2 avec la feuille de copie.

Exercice n°5: (5 points)

Dans un oscilloscope analogique, un faisceau d'électrons émis en un point C, avec une vitesse 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 la vitesse $v_0 \vec{e_x}$, dans le champ électrique $\vec{E}$ supposé uniforme régnant entre deux plaques parallèles métalliques, symétriques par rapport au plan (Oxz), de longueur L 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). L'écran est à la distance D du milieu des plaques.



1. a) Indiquer, en le justifiant, le signe de $V_E - V_C$.

b) Calculer, en fonction de $U_0 = |V_E - V_C|$, la norme v_0 de la vitesse au point O d'un électron, de masse m et de charge $-e$.
Données : $U_0 = 1000$ V ; $m = 9,1.10^{-31}$ kg ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

2. Déterminer l'équation de la trajectoire d'un électron entre O et A. En déduire l'ordonnée y_A du point de sortie A.

3. a) Quel est la nature du mouvement d'un électron entre A et B, où ne règne aucun champ ?

b) Déterminer l'équation de cette trajectoire et montrer que l'ordonnée y_B du spot est proportionnelle à la tension U appliquée entre les plaques.