Devoir n°2 Sciences Physiques

EXERCICE 1 : **(03 points)**

l. On considère le composé organique A de formule semi-développée :

$$(CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- \quad + \quad NH_4^+)$$

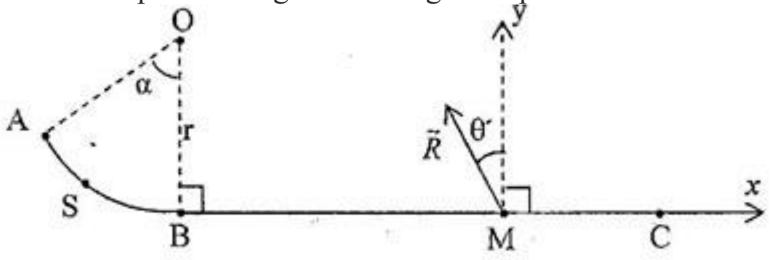
1.1. Donner le nom du composé A
1.2. Ecrire l'équation bilan de la réaction qui a servi à la synthèse de A.
1.3. Le chauffage de A permet d'obtenir un corps A'.
Ecrire l'équation bilan de la transformation de A en A'
2. Le corps A est obtenu à partir d'un composé organique B.
Donner la formule semi-développée et le nom de B.
3. Le corps B réagit avec le propan-2-ol pour donner un corps organique C.
Ecrire l'équation bilan de cette réaction. Indiquer le nom et les caractéristiques de cette réaction.
4. Le corps C peut être obtenu à partir d'un corps organique D suivant une réaction totale avec le propan-2-ol.
4.1. Donner les formules semi-développées possibles de D et leur nom.
4.2. Ecrire les équations bilan possibles de la réaction et indiquer les caractéristiques.
4.3. La réaction de D avec le propan-2-ol pour obtenir C a été réalisée avec un mélange de n = 0,3 mol de propan-2-ol et de 39 g de D en excès. Identifier D.
4.4. Cette quantité de C formé réagit avec l'hydroxyde de potassium (KOH) pour donner un corps organique E.
4.4.1. Ecrire l'équation bilan de cette réaction. Indiquer le nom et les caractéristiques de cette réaction.
4.4.2. Déterminer la masse de E sachant que le rendement de cette réaction est de 60%.
On donne: M(C) = 12 g/mol; M(H) = l g/mol; M(O) = l6 g/mol; M(K) = 39 g/mol; M(N) = 14 g/mol.

EXERCICE 2 : **(03 points)**

Le paracétamol est un principe actif de formule semi-développée : $HO-C_6H_5-NH-CO-CH_3$
1.1. Retrouver les formules semi-développées de l'acide carboxylique et du composé azoté dont il est issu.
1.2. Pourquoi utilise-t-on de l'anhydride acétique plutôt que l'acide acétique pour synthétiser le paracétamol ? Ecrire l'équation-bilan de la réaction correspondante en considérant que l'amine utilisée ne réagit pas avec l'acide formé au cours de la réaction.
1.3. Le rendement de cette synthèse par rapport au para-aminophénol ($HO-C_6H_5-NH_2$) est égal à r = 79,7 %. Déterminer la masse de para-aminophénol nécessaire à la synthèse d'une masse de 3,00g de paracétamol, masse globale de principe actif contenue dans une boite de Doliprane pour enfant.
Quel est le volume V minimal d'anhydride acétique qui est alors nécessaire ?
Données : densité de l'anhydride acétique d = 1,08 ; masse volumique de l'eau : ρ_{eau} = 1,00 $g.mL^{-1}$.

EXERCICE 3 : **(04 points)**

Une piste ABC est formée de deux parties AB et BC situées dans un même plan vertical. AB est une portion circulaire de rayon r et de centre O, telle que $(\widehat{OA,OB}) = \alpha$. BC est une partie rectiligne verticale horizontale. Une bille de masse m = 150g assimilée à un point matériel part sans vitesse initiale du point A et glisse le long de la piste ABC. Il n'existe pas de frottement sur la portion AB.



1. Faire l'inventaire des forces extérieures agissant sur la bille entre A et B. Représenter ces forces sur schéma au point S. On fera apparaître sur ce schéma la tangente sur la piste en ce point.

2.

2.1. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer l'expression de la vitesse V_B de la bille en B en fonction de r, α et g.

2.2. Calculer la valeur de la vitesse V_B pour r = 0,75 m ; α = 30° ; g = 10 m.s^{-2}

3. La bille évolue maintenant sur la partie BC. L'existence des forces de frottement fait que la réaction exercé par la piste sur la bille est inclinée d'un angle θ = 15° par rapport à la verticale. On suppose que la valeur de V_B =1,4m.s^{-1}.

3.1. En appliquant le théorème du centre d'inertie à la bille :

3.1.1. Montrer que $R = \frac{mg}{cos\theta}$. Calculer sa valeur.

3.1.2. Etablir l'expression de l'accélération en fonction de θ et g. Faire l'application numérique.

3.2. Déduire de la **question 3.1.2,** la nature du mouvement de la bille entre B et C.

3.3. Etablir l'équation horaire du mouvement, en considérant pour origine des espaces le point B et pour origine des dates, l'instant où la bille passe en B.

EXERCICE 4 : **(05 points)**

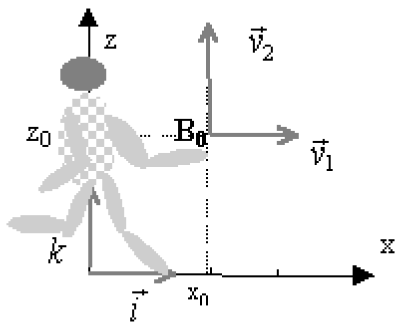
Une gymnaste, tout en étant en mouvement, doit lancer en l'air un ballon et le rattraper.

« On se propose de montrer dans cet exercice que pour être au bon moment et au bon endroit pour rattraper un ballon préalablement lancé en l'air, une solution simple pour la gymnaste consiste à lancer le ballon avec une vitesse verticale et à continuer son déplacement horizontal en gardant une vitesse constante. La coïncidence en temps et en lieu sera ainsi assurée et, cela, quelle que soit la grandeur de la vitesse verticale donnée au ballon ».

D'après un extrait de l'ouvrage : Physique pour les sciences du sport (Alain Durey)

Dans un référentiel lié à la salle de gymnastique, la gymnaste est en mouvement rectiligne uniforme à la vitesse V_1. Dans ce même référentiel à l'instant du lancer la vitesse du ballon est V_0 dont la composante horizontale V_0x est égale à V_1. Sa composante verticale V_{0z} sera notée V_2.

L'instant du lancer est choisi comme origine des dates t = 0. Dans le référentiel de la salle ; on considère le repère $(O,\vec{\imath},\vec{k})$ défini de la manière suivante : l'origine O correspond à la projection du centre d'inertie G_0 de la gymnaste sur le sol horizontal à l'instant du lancer ; l'axe Ox est horizontal et l'axe Oz vertical ascendant. Le centre B du ballon se trouve au point B_0 de coordonnées (x_0 ; z_0) à l'instant du lancer.



1. Mouvement de la gymnaste

Déterminer l'équation horaire $x_G(t)$ du mouvement du centre d'inertie G de la gymnaste sur l'axe Ox.

2. Mouvement du ballon

2.1. De l'étude dynamique du mouvement du centre d'inertie B du ballon déduire les équations horaires $x_B(t)$ et $z_B(t)$ du point B.

2.2. En déduire l'équation de la trajectoire du point B et tracer l'allure de la courbe correspondante en y faisant apparaître le vecteur V_0

2.3. Quelles sont les caractéristiques du vecteur vitesse du point B au sommet de sa trajectoire? Quelle est la hauteur maximale atteinte par le point B ?

3. Rattraper le ballon par la gymnaste

3.1. La gymnaste récupère le ballon lorsque son centre B repasse à l'altitude z_0. Déterminer le « temps de vol » t_V du ballon (durée séparant les instants du lancer et du rattraper).Comment la gymnaste peut-elle augmenter ce « temps de vol » ?

Dans la salle le champ de pesanteur uniforme est noté g. Dans tout le problème on négligera l'action de l'air. Aucun calcul numérique n'est demandé.

Toutes les réponses seront exprimées en fonction des données : g, V_1, V_2, x_0 et z_0.

3.2. Déterminer la distance parcourue par le centre d'inertie B du ballon suivant l'axe horizontal Ox pendant le « temps de vol ». De quel(s) paramètre(s) dépend cette distance.

3.3. Montrer que la distance parcourue par le centre d'inertie G de la gymnaste pendant ce « temps de vol » est la même.

4. Critique du texte introductif

4.1. Dans l'extrait de l'ouvrage cité en début d'exercice deux vitesses sont mentionnées. Dans quel référentiel chacune est-elle définie ?

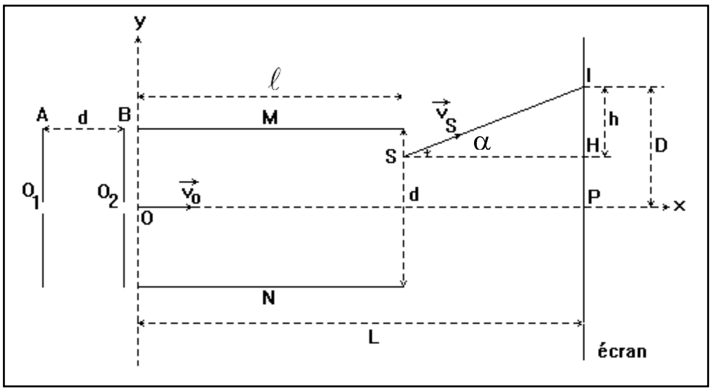
4.2. Justifier la dernière phrase de l'extrait : « la coïncidence en temps...vitesse verticale donnée au ballon »

EXERCICE 5 : **(05 points)**

Un oscilloscope est un instrument de mesure destiné à visualiser un signal électrique, le plus souvent variable au cours du temps. Il est utilisé par tous les scientifiques afin de visualiser soit des tensions électriques, soit diverses autres grandeurs physiques préalablement transformées en tension au moyen d'un convertisseur adapté.

1. Etude du canon à électrons :

Le canon à électrons est constitué d'un filament qui, lorsqu'il est porté à haute température, émet des électrons de vitesse initiale négligeable. Ces électrons sont ensuite accélérés à partir d'un point O_1 à l'intérieur d'un condensateur plan dont les armatures A et B sont verticales et distantes de d. La différence de potentiel entre les deux plaques est de $U_{AB} = U_0 = - 1{,}8$ kV.



1.1. Montrer que la tension U_{AB} aux bornes du condensateur doit être négative pour permettre à un électron d'être accéléré.
1.2. Déterminer l'expression de la vitesse v_0 d'un électron lorsqu'il parvient à la plaque B du condensateur au point O en fonction de e, m et U_0.
1.3. Un raisonnement rigoureux est attendu. Calculer la valeur de cette vitesse.

<u>2. Etude de la déflexion due au condensateur:</u>
On s'intéresse maintenant à la déviation du faisceau dans le condensateur, constitué de plaques planes parallèles M et N. Celui-ci est soumis à une tension $U_{MN} = U$ positive. On considère que le mouvement de l'électron est plan et s'effectue dans le plan Oxy.
Un électron arrive en O avec la vitesse v_0 de direction Ox à la date $t_0 = 0$. On appelle M la position de l'électron à la date t.
2.1. En utilisant le théorème du centre d'inertie, établir l'équation de la trajectoire d'un électron dans le condensateur.
2.2. L'électron sort du condensateur en un point S, avec une vitesse v_S faisant un angle α avec l'horizontale, puis vient frapper l'écran en un point I. On appelle H la projection orthogonale du point S sur l'écran. On définit la distance h = HI. La distance du point I au centre P de l'écran est appelée déflexion, on la note D. On note ℓ la longueur d'une plaque, d la distance entre les plaques, et L la distance OP.
2.2.1. Quelle est la nature de la trajectoire entre S et I ? Justifier.
2.2.2. Exprimer les composantes du vecteur vitesse au point S. En déduire une expression de tan α en fonction de e, U, ℓ, m, d, v_0.
2.2.3. Exprimer tan α en fonction de h, L, ℓ.
2.2.4. Exprimer alors h en fonction de e, U, ℓ, m, d, v_0 et L.
2.2.5. Démontrer que D a pour expression: $D = \dfrac{e\ell(2L-\ell)}{2mdv_0^2}U$.
2.2.6. Cet appareil peut être utilisé comme voltmètre. Justifier cet emploi à partir de l'expression de la déflexion.
N.B : Dans tout l'exercice, l'effet du poids de l'électron sera toujours négligé.
Données : Charge de l'électron : q = -e, avec e charge élémentaire : e = + $1{,}6.10^{-19}$C ; masse de l'électron: m = 9.10^{-31} kg.

Correction

EXERCICE 1 :

1.1. Nom du composé A : propanoate d'ammonium.

1.2. Equation bilan :

$$CH_3-CH_2-CO_2H + NH_3 \rightleftharpoons CH_3-CH_2-CO_2^- + NH_4^+$$

1.3. Equation bilan de la transformation de A en A' :

$$CH_3-CH_2-CO_2^- + NH_4^+ \rightleftharpoons CH_3-CH_2-C(=O)-NH_2 + H_2O$$

2. Formule semi-développée et le nom de B : acide propanoïque

$CH_3-CH_2-CO_2H$

3. Estérification directe (lente, réversible et athermique)

$$CH_3-CH_2-CO_2H + CH_3-CH(OH)-CH_3 \rightleftharpoons CH_3-CH_2-C(=O)-O-CH(CH_3)-CH_3 + H_2O$$

4.1. Formules semi-développées possibles de D et leur nom :

$CH_3-CH_2-C(=O)-Cl$ $H_3C-CH_2-C(=O)-O-C(=O)-CH_2-CH_3$

Chlorure de propanoyle   anhydride propanoïque

4.2. Les équations bilan possibles de la réaction et caractéristiques.

$$\underset{(D_1)}{CH_3-CH_2-C(=O)-Cl} + CH_3-CH(OH)-CH_3 \longrightarrow CH_3-CH_2-C(=O)-O-CH(CH_3)-CH_3 + HCl$$

$$\underset{(D_2)}{CH_3-CH_2-C(=O)-O-C(=O)-CH_2-CH_3} + CH_3-CH(OH)-CH_3 \longrightarrow CH_3-CH_2-C(=O)-O-CH(CH_3)-CH_3 + CH_3\text{-}CH_2\text{-}CO_2H$$

Réactions rapides et totales.

4.3. Identifier D : pour D_1 : $m_1 = 27{,}75g$, pour D_2 : $m_2 = 39$ g

D correspond donc au chlorure de propanoyle.

4.4.1. Saponification (lente et totale)

$$CH_3-CH_2-C(=O)-O-CH(CH_3)-CH_3 + (K^+ + OH^-) \longrightarrow (CH_3-CH_2-CO_2^- + K^+) + CH_3-CH(OH)-CH_3$$

4.4.2. La masse de E : $\mathbf{m_E = 20{,}2\ g}$.

EXERCICE 2 :

1.1. Formules semi-développées de l'acide carboxylique et du composé azoté :

CH_3CO_2H et $HO\text{-}C_6H_5\text{-}NH_2$

1.2. Avec l'utilisation de l'anhydride, on gagne en temps et en rendement (réaction rapide et totale).

$$CH_3-C(=O)-O-C(=O)-CH_3 + H_2N-C_6H_5-OH \longrightarrow CH_3-C(=O)-NH-C_6H_5-OH + CH_3-C(=O)-OH$$

1.2. La masse de para-aminophénol nécessaire : $\boldsymbol{m_A = \frac{m_P M_A}{r M_P} = 2{,}724\ g}$

Le volume V minimal d'anhydride acétique : $\boldsymbol{V_{min} = \frac{m_A M_E}{d \rho_e M_A} = 2{,}34\ mL}$

EXERCICE 3 :

1. Forces : le poids $\vec{P}$ et la réaction $\vec{R}$.

2.1. TEC : $\boldsymbol{v_B = \sqrt{2gr(1 - \cos\alpha)}}$

2.2. $\boldsymbol{v_B = 1{,}42\ m/s}$

3.1.1. TCI : $\vec{P}+\vec{R}=m\vec{a}$

Suivant (My) : $\boldsymbol{R}=\frac{mg}{cos\theta}=\boldsymbol{1,55\ N}$

Suivant (Mx) :$a=-\frac{R}{m}sin\theta \Rightarrow \boldsymbol{a=-gtan\theta=-2,68\ m/s^2}$

3.2. MRUD

3.3. x = -1,34t^2+ 1,4t

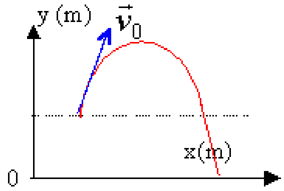
EXERCICE 4 :

1. La gymnaste est en mouvement rectiligne (horizontal) uniforme à la vitesse V_1 : **x(t) = V_1t**.

2.1. Le ballon une fois lancé est en mouvement de chute libre : il n'est soumis qu'à son poids.

TCI : $\vec{P}=m\vec{a} \Rightarrow \vec{a}=\vec{g} \Rightarrow \vec{v}\begin{cases}\dot{x}=v_1\\ \dot{z}=-gt+v_2\end{cases} \Rightarrow \boldsymbol{\overrightarrow{OM}}\begin{cases}\boldsymbol{x=v_1t+x_0}\\ \boldsymbol{z=-\frac{1}{2}gt^2+v_2t+z_0}\end{cases}$

2.2. $\boldsymbol{z=-\frac{g}{2v_1^2}(x-x_0)^2+\frac{v_2}{v_1}(x-x_0)+z_0}$



2.3. Au sommet de la parabole, la composante horizontale de la vitesse est V_1 alors que la composante verticale de la vitesse est nulle. -gt + V_2=0 d'où $t=\frac{v_2}{g} \Rightarrow \boldsymbol{z=\frac{v_2^2}{2g}+z_0}$.

3.1. Lorsque la gymnaste rattrape le ballon : z = z_0 d'où $\boldsymbol{t_v=\frac{2v_2}{g}}$

En augmentant la composante verticale de la vitesse elle augmente le temps de vol.

3.2. Abscisse de B : x = $\frac{2v_1v_2}{g}+x_0$. Distance : **d = x-x$_0$** = $\boldsymbol{\frac{2v_1v_2}{g}}$

Distance parcourue par le centre d'inertie de la gymnaste durant ce temps de vol : x= V_1 t_v = $\frac{2v_1v_2}{g}$.

La coïncidence en temps et en lieu sera ainsi assurée et, cela, quelle que soit la grandeur de la vitesse verticale donnée au ballon.

EXERCICE 5 :

1.1. $\vec{F}$ orienté de A vers B ; $\vec{E}$ orienté de B vers A car la charge q < 0 : $V_B > V_A$ donc $U_{AB} < 0$.

1.2. Théorème de l'énergie cinétique appliqué entre A et B, la vitesse initiale en A étant négligeable :

$\boldsymbol{v_0=\sqrt{\frac{-2eU_0}{m}}}$ **=2,53.10^7 m/s.**

2.1. TCI : $q\vec{E}=m\vec{a} \Rightarrow \vec{a}=\frac{q\vec{E}}{m} \Rightarrow \vec{v}\begin{cases}\dot{x}=v_0\\ \dot{y}=\frac{eU}{md}t\end{cases} \Rightarrow \overrightarrow{OM}\begin{cases}x=v_0t\\ \dot{y}=\frac{eU}{2md}t^2\end{cases} \Rightarrow \boldsymbol{y=\frac{eU}{2mdv_0^2}x^2}$

2.2.1. MRU

2.2.2. $\boldsymbol{\overrightarrow{v_S}\begin{cases}\dot{x_S}=v_0\\ \dot{y_S}=\frac{eU\ell}{mdv_0}\end{cases} \Rightarrow tan\alpha=\frac{eU\ell}{mdv_0^2}}$

2.2.3. $\boldsymbol{tan\alpha=\frac{h}{L-\ell}}$

2.2.4. $\boldsymbol{h=\frac{eU\ell(L-\ell)}{mdv_0^2}}$

2.2.5. $tan\alpha=\frac{D}{L-\frac{\ell}{2}}=\frac{eU\ell}{mdv_0^2} \Rightarrow D=\frac{e\ell(2L-\ell)}{2mdv_0^2}U$

2.2.6.

Dans l'expression de la déflexion D on trouve des facteurs (e, ℓ, m, d, v_0 et L) qui sont des constantes pour un appareil donné; en conséquence **D = k U** avec k constante.

La déflexion D est proportionnelle à la tension appliquée entre les plaques.

Cet appareil peut donc être utilisé en voltmètre.