Exercice 1 - Autour du basket-ball

1. Étude d'une trajectoire idéale

Q1. **Système** : ballon de masse *m* et de centre de masse *G* ;
Référentiel : terrestre supposé galiléen ;
Repère : donné par l'énoncé, soit (Oxy) d'axe Oy, vertical, orienté vers le haut ;
Bilan des forces : chute libre. Le ballon n'est soumis qu'à son poids : $\vec{P} = m.\vec{g}$
2e loi de Newton : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{P} = m.\vec{a}$ soit $m.\vec{g} = m.\vec{a}$ et donc $\vec{a} = \vec{g}$
Projection sur Ox et Oy :

$$\boxed{\vec{a}(t)\begin{cases} a_x(t) = g_x = 0 \\ a_y(t) = g_y = -g \end{cases}}$$

Q2. $\vec{a} = \dfrac{\overrightarrow{dv}}{dt}$ donc $a_x(t) = \dfrac{dv_x(t)}{dt}$ et $a_y(t) = \dfrac{dv_y(t)}{dt}$

Les primitives de $\vec{a}$ sont
$$\boxed{\vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t) = Cst_1 \\ v_y(t) = -g.t + Cst_2 \end{cases}}$$

Les conditions initiales déterminent les constantes.

Vitesse initiale :
$$\boxed{\vec{v}(0)\begin{cases} v_{0x} = v_0.\cos\alpha \\ v_{0y} = v_0.\sin\alpha \end{cases}}$$
voici les constantes Cst_1 et Cst_2

et donc :
$$\boxed{\vec{v}(t)\begin{cases} v_x(t) = v_0.\cos\alpha \\ v_y(t) = -g.t + v_0.\sin\alpha \end{cases}}$$

Q3. Les primitives de $\vec{a}$ nous ont donné $\vec{v}$. Les primitives de $\vec{v}$ nous donneront $\overrightarrow{OM}$, le vecteur position.

En effet, à chaque instant $\vec{v} = \dfrac{d\,\overrightarrow{OM}}{dt}$, donc $v_x(t) = \dfrac{dx(t)}{dt}$ et $v_y(t) = \dfrac{dy(t)}{dt}$

Les primitives de $\vec{v}$ sont :
$$\boxed{\overrightarrow{OM}(t)\begin{cases} x(t) = v_0.\cos\alpha.t + Cst_3 \\ y(t) = -\dfrac{1}{2}g.t^2 + v_0.\sin\alpha.t + Cst_4 \end{cases}}$$

C. I. : À $t = 0$, le ballon est en M_0 { 0; H_m) donc : 0 + $\mathbf{Cst_3 = 0}$ et 0 + 0 + $\mathbf{Cst_4 = H_m}$

$$\boxed{\overrightarrow{OM}(t)\begin{cases} x(t) = v_0.\cos\alpha.t \\ y(t) = -\dfrac{1}{2}g.t^2 + v_0.\sin\alpha.t + H_m \end{cases}}$$

Remarque : Partout, l'angle α est l'angle **initial** entre $\vec{v}_0$ et l'horizontale. Il aurait pu s'écrire α_0.

Q4. **Équation de la trajectoire**. La durée peut s'exprimer $t=\frac{x(t)}{v_0.\cos\alpha}$ Dès lors, y(x) serait :

$$y(x)=-\frac{1}{2}.g.\left(\frac{x}{v_0.\cos\alpha}\right)^2+v_0.\sin\alpha.\frac{x}{v_0.\cos\alpha}+H_m$$

$$\boxed{y(x)=-\frac{g}{2.v_0^2.\cos^2\alpha}.x^2+x.\tan\alpha.+H_m}$$

Q5. Le centre du panier **C{L ; Ha}** appartient à la trajectoire. Et donc,

$H_a=-\frac{g}{2.v_0^2.\cos^2\alpha}.L^2+L.\tan\alpha.+H_m$ On cherche l'expression de v_0. Isolons le terme avec v_0.

$\frac{g}{2.v_0^2.\cos^2\alpha}.L^2=-H_a+L.\tan\alpha+H_m$ et donc $g.L^2=(-H_a+L.\tan\alpha+H_m).2.v_0^2.\cos^2\alpha$

et donc $v_0^2=\frac{g.L^2}{2.\cos^2\alpha.(-H_a+L.\tan\alpha+H_m)}$ et donc $v_0=\sqrt{\frac{g.L^2}{2.\cos^2\alpha.(L.\tan\alpha+H_m-H_a)}}$

Q6. $\boxed{v_0=\sqrt{\frac{9,8\,x\,4,6^2}{2.\cos^2 49,5°.(4,6.\tan 49,5°+2,30-3,05)}}}$ = $\boxed{7,3\ m.s^{-1}}$

(la calculatrice en mode degrés)

Q7. La vitesse minimale correspond au point le plus bas de 2-a (ou mieux, de 2-b qui est un agrandissement de 2-a). Nous lisons une valeur proche de **55,2°**.

55,2° > 49,5° Plus le joueur est proche du panier, plus il shootera en cloche.

Q8. Si α = 90°, alors cos α = 0 La dernière formule nous dit qu'alors $v_0 \to \infty$. C'est pour cela que la courbe tend vers une asymptote.

Q9. $\boxed{max(y)<Ha}$ En français, cela dit : "La position la plus haute du centre de masse du ballon est plus basse que la position du cerceau." Autrement dit : *"le ballon ne passera jamais au-dessus de l'arceau"*

Q10. La condition 2 apparaît dans Q8 : *"Un ballon qui rebondit sur le bord du panier avant d'en atteindre le centre ne donne pas un tir parfait."*
Ligne **86** du code donne le nom d'une fonction **d_bord(x,y)** :
Ligne **87** Cette fonction est la distance cerceau-G *(le commentaire après le signe # explique)*
Ligne **88** vide
Ligne **89** déclare une variable booléenne *(true ou false)* nommée "test".
Ligne **90** for i in range (N) amorce une boucle exécutée N fois, i prenant des valeurs de 0 à N-1
Ligne **91** et **92** : si **d_bord** < **Rb** (rayon du ballon) alors **test=true**
Ligne **93** et **94** si **test** est vrai, alors le message *"Le ballon touche l'arceau"* s'affiche. La condition 2 n'est pas respectée.

Q11. Le site internet conseille un angle de tir compris entre 47° et 55°. L'angle minimal indiqué par la simulation serait de 45°. C'est cohérent.

2. Étude du dribble et du rebond du ballon

Q12. Le ballon est lâché sans vitesse initiale. *h* diminue et *Epp* = *m.g.h* aussi, avant de remonter après le rebond. La courbe 2 ▲ correspond à Epp. Si h diminue, v augmente et Ec aussi. La courbe 3 **x** correspond à *Ec* = *½.m.v². Et Em = Epp + Ec.* Donc, la courbe 1 ● montre Em.

Q13. La courbe 1 ● montre en effet une marche. De 6,0 J environ, Em tombe à 3,5 J après le rebond. Soit une énergie perdue d'environ $\boxed{2{,}5\ \text{J}}$

Q14. Avant et après le rebond, l'énergie mécanique semble se conserver, à quelques hésitations près. On pourrait négliger les frottements devant le poids.

Q15 - Le ballon doit remonter à la même altitude. Oublions donc Epp. La main doit communiquer 2,5 J d'énergie cinétique pour compenser la perte au moment du rebond.

½.m.v² = 2,5 J *et donc* $v^2=\frac{2{,}5\times 2}{m}$ *soit* $v=\sqrt{\frac{2{,}5\times 2}{m}}$ La vitesse à communiquer :

A.N. : $$\boxed{v=\sqrt{\frac{2{,}5\times 2}{0{,}600}}=2{,}9\ \ m.s^{-1}=10\ \ km.h^{-1}\ \ (en\ \ x\ \ par\ \ 3{,}6)}$$

3. Entendre l'arbitre lors d'un match

Q16 - Le joueur le plus éloigné doit entendre le sifflet. Or,le niveau du bruit ambiant est 80 dB. Il faut donc + 3 dB, soit **83 dB**. Cela nous mène à I_1 (indice 1 comme dans d_1) nécessaire.

Formule L_{son} donnée : $\boxed{L_1=10.\log\left(\frac{I_1}{I_0}\right)}$ soit $\frac{L_1}{10}=\log\left(\frac{I_1}{I_0}\right)$ soit $\frac{I_1}{I_0}=10^{\frac{L_1}{10}}$ soit $I_1=I_0\times 10^{\frac{L_1}{10}}$

A. N. : $I_1=10^{-12}\times 10^{\frac{83}{10}}=10^{-12+8,3}=10^{-3,7}\ \ W.m^{-2}$ dont nous pouvons déduire la puissance *P* car

$I_1=\frac{P}{4.\pi.d_1^2}$ et donc $P=I_1.4\pi.d_1^2$

Connaissant *P*, on peut chercher I_2 du son du sifflet à 1,0 m, là où se trouve le remplaçant :

$I_2=\frac{P}{4.\pi.d_2^2}=\frac{I_1.4\pi.d_1^2}{4.\pi.d_2^2}=\frac{I_1.d_1^2}{d_2^2}$ soit $I_2=\frac{10^{-3,7}\times 20^2}{1{,}0^2}=8{,}0\times 10^{-2}\ \ W.m^{-2}$ et on calcule L_2 :

$L_2=10.\log\left(\frac{I_2}{I_0}\right)=10.\log\left(\frac{10^{-3,7}\times 20^2}{1{,}0\times 10^{-12}}\right)$ $\boxed{L_2=109\ \ dB}$

Cette valeur se trouve au-dessus du seuil de danger. Les remplaçants sont plus exposés que les titulaires. Mais aucun joueur de basket ne porte de protection auditive...

Exercice 2 - Un champignon parfumé

1. Étude des réactifs de la synthèse du cinnamate de méthyle

Q1 - Le mot acide et le suffixe ...**oïque** de l'acide 3-phénylprop-2-én**oïque** disent que sa famille fonctionnelle est celle des **acides carboxyliques**.

Q2 - C'est la formule **A** car elle est seule à contenir le groupe **carboxyle** -COOH.

2. Synthèse du cinnamate de méthyle à partir du chlorure de cinnamoyle

Q3 - Réaction de **substitution**. $C\ell$ est remplacé par $-O-CH_3$

Q4 - Blouse et lunettes sont obligatoires.
Le pictogramme de l'énoncé rappelle que le dichlorométhane est nocif ou irritant : on portera des gants. On manipulera sous hotte à cause des vapeurs.

Q5 - **Réaction de l'étape 1** : La colonne du **dichlorométhane** du tableau des données nous informe qu'il est **soluble** pour le chlorure de cinnamoyle **et** pour le méthanol. Si les réactifs avaient été dans des phases différentes, la réaction eut été difficile.

Q6 – **Réaction de l'étape 2**. C'est une réaction acide-base entre l'acide du couple $\mathbf{H_3O^+}/H_2O$ et la base de $CO_2/\mathbf{HCO_3^-}$, par l'intermédiaire d'un échange de protons H^+.

Libération d'un proton : $H_3O^+{}_{(aq)} = H_2O_{(\ell)} + \mathbf{H^+}$

Capture du proton : $HCO_3^-{}_{(aq)} + \mathbf{H+} = CO_{2\,(aq)} + H_2O_{(\ell)}$

$$\boxed{H_3O^+{}_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)} = 2\,H_2O_{(\ell)} + \mathbf{CO_2}{}_{(aq)}}$$

L'effervescence observée est due au dégagement de **CO_2** *qui reste peu en solution à la P_{atm}.*

Q7 - Pour connaître le volume d'hydrogénocarbonate de sodium nécessaire pour éliminer l'acidité du milieu, il faut trouver la quantité $n(H_3O^+)$ produite par la **réaction de l'étape 1** *(coeff. stoech.égaux).*

$$La\,quantité\quad n=\frac{m}{M}=\frac{8,3}{166,6}=5,0.10^{-2}\,mol\ de\,chlorure\,de\,cinnamoyle\,sera-t-elle\,consommée\,?$$

$$Oui\,car\,n(méthanol)\,n=\frac{m}{M}=\frac{\rho.V}{M}=\frac{0,792\times4,0}{32,0}=9,9.10^{-2}\,mol\ est\,supérieure\,(coef.stoe.égaux\,!)$$

Les coeff. stoech. étant égaux, $n(H_3O^+) = n(Hc\ell) =$ **$5,0.10^{-2}$ *mol***

Et les coeff. stoe. étant égaux aussi dans la **réaction de l'étape 2,** il faudra donc $5,0.10^{-2}$ *mol* d'hydrogénocarbonate de sodium. Soit un volume de :

$$\boxed{\mathbf{V}=\frac{5,0.10^{-2}\,mol}{0,50\,mol.L^{-1}}=\mathbf{0,10\ L}}$$

Q8 - Masse de cinnamate de méthyle obtenu : m = 6,2 g
Masse molaire de ce produit : $M = 162,2\ g\cdot mol^{-1}$

$$n_{produit}=\frac{m}{M}=\frac{6,2}{162,2}=3,8.10^{-2}\,mol$$

$n_{cinnamate\ de\ méthyle}$ obtenu si la réaction était idéale = $n_{idéal} = n_{chlorure\ de\ cinnamoyle} = 5,0.10^{-2}$ *mol*

$$\boxed{\mathbf{Rendement}\quad \eta=\frac{n_{produit}}{n_{idéal}}=\frac{3,8.10^{-2}}{5,0.10^{-2}}=0,76\quad soit\quad \mathbf{76\,\%}}$$

Exercice 3 - Batterie Lithium - Soufre

1. Le lithium

Q1 - Le réducteur **cède** des électrons. Dans $2Li_{(s)} + 2H_2O_{(\ell)} \rightarrow 2Li^+_{(aq)} + 2HO^-_{(aq)} + H_{2(g)}$ on voit $Li_{(s)} \rightarrow Li^+_{(aq)} + e^-$ Le lithium Li est donc bien un **réducteur**.

Q2 - 0,5 g de lithium correspond à $n_{(Li)} = \dfrac{0,5}{6,9}\ mol$

J'attends la fin du calcul pour calculer et arrondir car 0,5 n'a qu'un seul chiffre significatif…

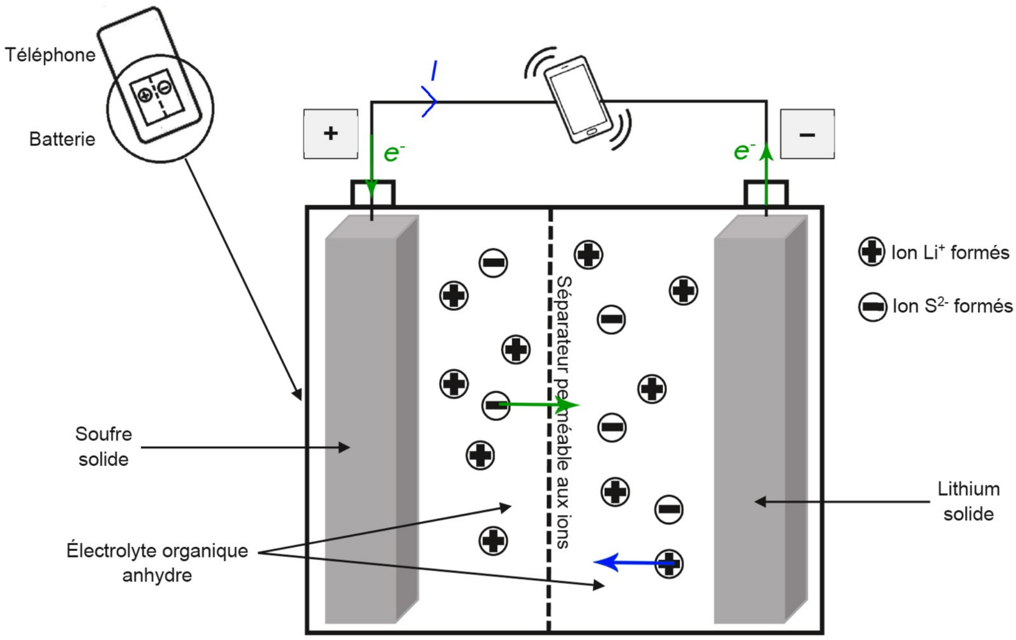
La réaction est totale, donc $\dfrac{n_{(Li)}}{2} = \dfrac{n_{(H_2)}}{1} = \dfrac{V}{V_m}$ et donc $V = \dfrac{n_{(Li)}}{2} \times V_m = \dfrac{0,5}{6,9 \times 2} \times 24,4 = 0,88\ L$

Si l'on tient compte des chiffres significatifs : $\boxed{V = 0,9\ L}$

2. La batterie lithium – soufre

Q3 - Électrons fournis au circuit au "moins" : $\mathbf{Li_{(s)} \rightarrow Li^+_{(aq)} + e^-}$ (oxydation, soit don d'él)
Les électrons reviennent au "plus" : $\mathbf{S_{(s)} + 2e^- \rightarrow S^{2-}_{(aq)}}$ (réduction, soit capture d'él)

Q4 -



Q5 –

$Li_{(s)} \rightarrow Li^+_{(aq)} + e^-$ (x 2)
$S_{(s)} + 2e^- \rightarrow S^{2-}_{(aq)}$

$2\ Li_{(s)} + S_{(s)} \rightarrow 2\ Li_{(aq)} + S_{(aq)}$

En tenant compte de l'énoncé qui dit que les ions précipitent, on a :

$$\boxed{2\ Li_{(s)} + S_{(s)} \rightarrow Li_2S_{(s)}}$$

Q6 – $Q = I \times \Delta t$ soit $\Delta t = \dfrac{Q}{I}$ avec $Q = 3500\ mAh = 3500.10^{-3}\ Ah$ et $I = 0,55\ A$

A. N. : $\boxed{\Delta t = \dfrac{3500.10^{-3}}{0,55} = 6,4\ h}$

Q7 – L'énoncé nous donne la capacité massique moyenne par gramme de matière active d'une batterie lithium – ion : $Q_{massique}$ = Q/m = 300 $mAh \cdot g^{-1}$.
Pour une batterie neuve Q = 3500 mAh.

$$m = \frac{Q}{Q_{massique}} = \frac{3500}{300} = \mathbf{11{,}7\,g}\ \text{soit environ}\ \mathbf{12\,g}\ \text{pour rejoindre la proposition de l'énoncé}$$

La durée ramenée à 1 g : $\frac{6{,}4}{11{,}7} = \mathbf{0{,}55\,h.g^{-1}}$

Q8 - Calcul de Q = $n_{(e-)}$ x F

D'après $S_{(s)} + 2e^- \rightarrow S^{2-}{}_{(aq)}$ on a : $\frac{n_{(e^-)}}{2} = \frac{n_{(S\,initial)}}{1}$

Donc $Q = 2 \times n_{(S\,initial)}\, x\, F = 2 \times \frac{m_{(S\,initial)}}{M_{(S)}} \times F = 2 \times \frac{1{,}0}{32{,}1} \times 96500 = \mathbf{6{,}0.10^3\,C}$

$Q = \frac{6.10^3}{3{,}6} = \mathbf{1{,}7.10^3\ mAh}$

$\Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{1{,}7.10^3\ mAh.g^{-1}}{0{,}55\,A} = \frac{1{,}7\ \ Ah.g^{-1}}{0{,}55\,A} = \mathbf{3{,}1\,h.g^{-1}}$

Comparons : **3,1 $h.g^{-1}$ >> 0,55 $h.g^{-1}$**

La piste d'une batterie lithium-soufre est intéressante