DEVOIR N°2 DE SCIENCES PHYSIQUES – 4 HEURES

Exercice 1: 4 points

Données: $M(C) = 12\ g{\cdot}moL^{-1}$; $M(H) = 1\ g{\cdot}moL^{-1}$; $M(O) = 16\ g{\cdot}moL^{-1}$

1.1. A est un alcool secondaire de formule brute C_3H_8O. Donner la formule semi-développée et le nom de A.

1.2. B est un acide carboxylique à chaîne saturée contenant au total *n* atomes de carbone. Écrire l'équation bilan de la réaction qui se produit entre A et B; donner son nom.

1.3. La masse molaire moléculaire du composé organique formé est 116 $g{\cdot}moL^{-1}$. Donner la formule semi-développée et le nom de l'acide B.

1.4. C est un anhydride de l'acide B:

1.4.1. Donner la formule semi-développée et le nom de C.

1.4.2. Écrire l'équation de la réaction entre l'alcool A et l'anhydride C.

1.4.3. Comparer cette réaction à celle étudiée au 2).

1.5. Par action chlorure de thionyle ($SOCl_2$) sur B on obtient un composé organique D.

1.5.1. Écrire l'équation bilan de la réaction de formation de D.

1.5.2. En quoi cette réaction est –elle avantageuse?

1.6. L'action de D sur une amine primaire à chaîne ramifiée conduit à un composé E de masse molaire moléculaire $M = 129\ g{\cdot}moL^{-1}$.

1.6.1. Calculer la masse molaire de l'amine.

1.6.2. Indiquer les différentes formules semi-développées que l'on peut envisager pour cette amine. Les nommer.

1.6.3. En considérant une amine parmi celles définies ci-dessus, écrire l'équation bilan de la formation de E. Donner le nom de E.

Exercice 2: 4 points

2.1. On désire obtenir du propanoate de butyle.

2.1.1. Écrire la formule semi-développée de ce produit. Quelle est sa fonction chimique?

2.1.2. Sachant que la réaction qui a permis de l'obtenir est lente et limitée:

2.2.1. Nommer les réactifs nécessaires. Écrire l'équation-bilan de la réaction en utilisant les formules semi-développées.

2.2.2. Indiquer un moyen pour:

- Rendre cette réaction plus rapide;
- Déplacer l'équilibre dans le sens de la formation du propanoate de butyle.

2.2. L'un des réactifs utilisés que l'on notera A peut subir une oxydation ménagée.

2.2.1. Si l'oxydant est en excès, l'oxydation ménagée de A par le dichromate de potassium conduit à un composé organique B. Donner la fonction chimique, le nom et la formule semi-développée de B.

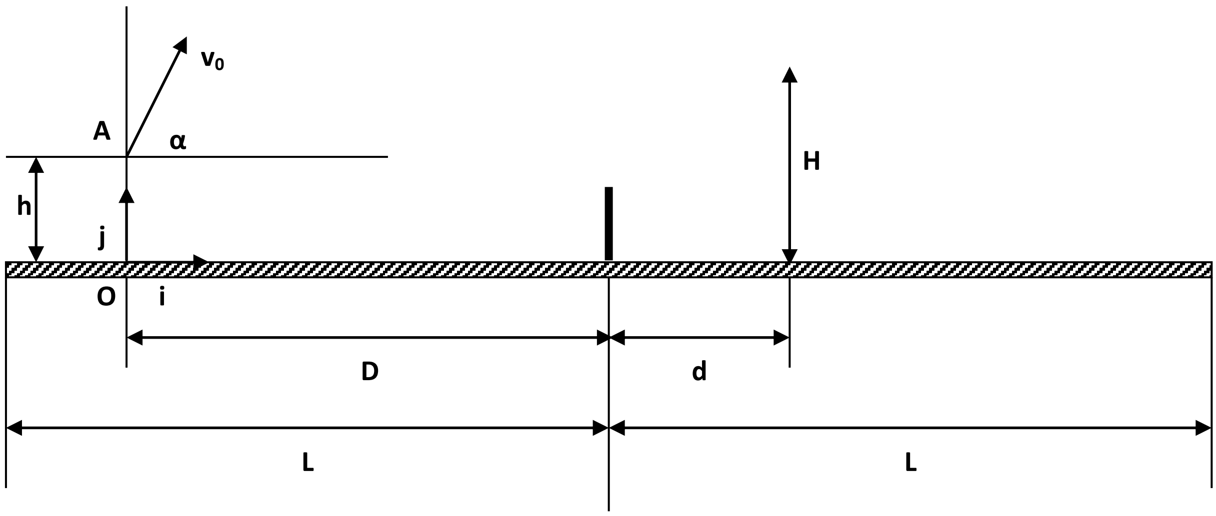
2.2.2. Écrire dans ce cas l'équation de cette réaction d'oxydo-réduction.

2.2.3. Quelle masse minimale de A doit-on oxyder pour obtenir 17,6 g de B?

Exercice 3: 4 points

Roger Federer, situé au fond du court de tennis dans la partie I, tente de lober Rafael Nadal (en faisant passer la balle au-dessus de ce dernier) se trouvant en face à une distance d = 2,00 m derrière le filet dans la partie II du court. Pour cela, il frappe la balle lorsqu´elle se trouve au point A à une distance D = 9,00 m du filet et à une hauteur h = 0,50 m au-dessus du sol.

La balle part alors avec une vitesse inclinée d´un angle α = 57° avec l´horizontale dans un plan vertical perpendiculaire au filet de valeur v_0 = 15 m·s^{-1}. On prendra g = 9,8 m·s^{-2}.



Partie I **Partie II**

La figure proposée illustre la situation mais n’est pas à l’échelle. Dans tout l´exercice, on posera les hypothèses de simplification suivantes :

- la balle de tennis est assimilable à un point matériel G.
- les frottements aérodynamiques sont négligeables.
- la surface de jeu est parfaitement horizontale.

3.1. Établis, dans le repère $(O;\vec{i};\vec{j})$ proposé, les équations horaires x(t) et y(t) de la trajectoire de la balle après le choc avec la raquette, puis déduis-en l´expression littérale de l’équation de la trajectoire y(x).

3.2. En utilisant les données numériques du texte, écris l´équation y(x). Elle sera utilisée pour résoudre la suite de l´exercice.

3.3. Nadal, lobé, saute en tenant sa raquette verticalement à bout de bras de telle sorte que le sommet de sa raquette se trouve à une hauteur H = 3,50 m du sol. Peut-il intercepter la balle avec sa raquette ?

3.4. La balle retombe-t-elle dans la surface de jeu, la ligne de fond de court étant à la distance L = 12 m du filet ? Autrement dit, le lob est-il réussi ?

3.5. Le ballon atteint le plan du court avec une vitesse $\vec{V}_B$. Déterminer les caractéristiques de $\vec{V}_B$ (sa norme et sa direction)

Exercice 4: 4 points

Une bille de masse m = 30g se déplace sans frottement sur un trajet ABS représenté ci-dessous.

- AB est un plan incliné de longueur AB=L=50 cm faisant un angle α=30° avec l'horizontale.
- BC est un arc de cercle de centre O et de rayon r = 20 cm.

À t=0 s, la bille est lâchée sans vitesse initiale au point A.

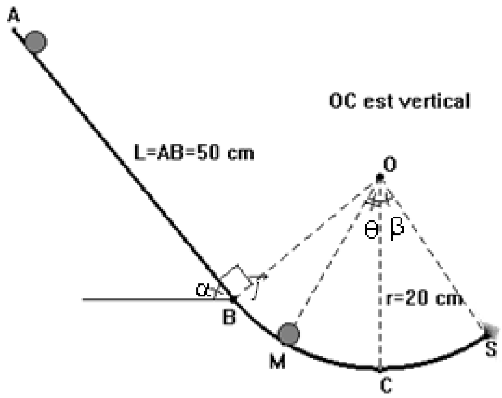
4.1. Déterminer l'expression de l'accélération de la bille sur le plan incliné. En déduire la nature du mouvement.

4.2. Déterminer l'équation horaire de la bille sur le plan incliné (le point A étant choisi comme origine des espaces).

4.3. Déterminer la date et la vitesse de la bille lors de son passage au point B.

La bille aborde la partie circulaire BS avec une vitesse $V_B = 2{,}20\ m\cdot s^{-1}$.

La bille est repérée au point M par son abscisse angulaire $\theta = \widehat{MOC}$.



4.4. Exprimer la vitesse de la bille en M en fonction de g, r, θ, α et V_B sachant que $\widehat{BOC}$=α.

4.5. Exprimer l'intensité de la réaction $\vec{R}$ de la bille en fonction de m, g, r, θ, V_B et α.

4.6. En quel point cette réaction est-elle maximale? Justifier et calculer cette valeur.

4.7. Déterminer la vitesse (direction et norme) $\vec{V}_S$ de la bille au point S sachant que $\beta = \widehat{COS}$ = 20°.

Exercice 5: 4 points

Une particule α ($^{4}_{2}He^{2+}$) pénètre dans le champ électrostatique uniforme créé par deux armatures parallèles et horizontales de longueur ℓ =10 cm et distantes de d = 6 cm. La particule pénètre au milieu des deux armatures avec une vitesse V_0= $3\cdot10^5\ m\cdot s^{-1}$ qui fait un angle de α = 30° (vers le haut) avec l'horizontale.

5.1. Faites une figure soignée et précisez la polarité des armatures pour que la particule soit déviée vers le bas.

5.2. On néglige le frottement et le poids de la particule.

5.2.1. Déterminez son accélération et déduisez-en les équations paramétriques.

5.2.2. Déterminer l'équation cartésienne (formules). Précisez la nature du mouvement et de la trajectoire.

5.3. Quelle est la condition d'émergence du champ de la particule?

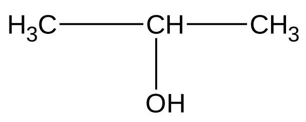
5.4. Déterminez la tension *U* qu'il faut appliquer aux armatures pour que la particule sorte du champ électrostatique à la même hauteur qu'elle y est entrée.

5.5. Calculez la tension accélératrice U_{acc} qui a été nécessaire pour amener la particule en question à la vitesse de $3\cdot10^5$ ms à partir du repos.

DEVOIR N°2 DE SCIENCES PHYSIQUES – 4 HEURES

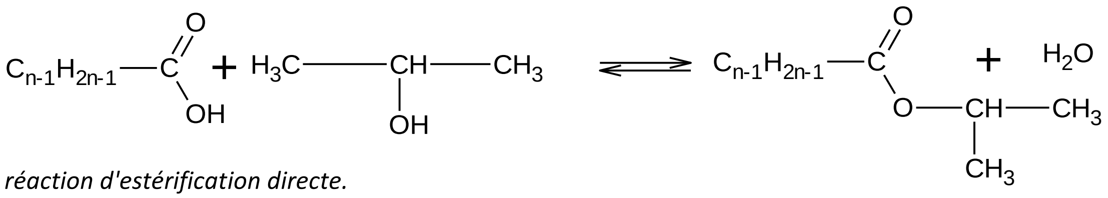
Exercice 1

1.1. semi développée et nom de A



propan-2-ol

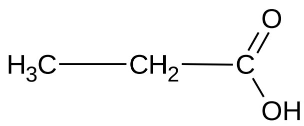
1.2. Équation bilan:



C'est une réaction d'estérification directe.

1.3. Masse molaire: la formule brute de l'ester est: $C_{n+3}H_{2(n+3)}O_2$

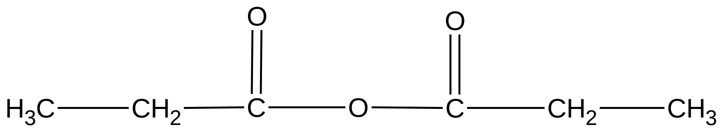
$$M = 12(n+3)+2(n+3)+32 = 116 \Rightarrow n = 3 \text{ d'où } C_6H_{12}O_2$$



acide propanoïque

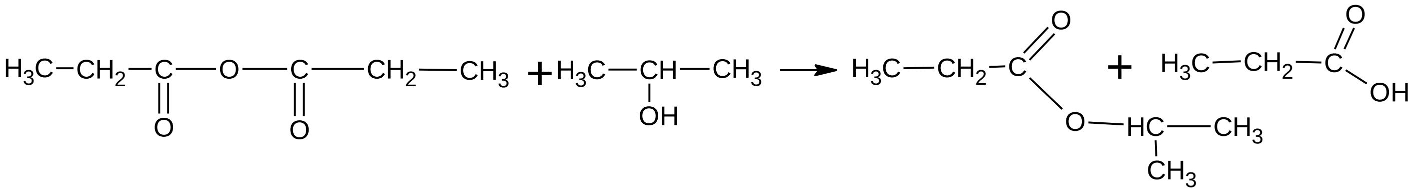
1.4.

1.4.1. Formule et nom de C



anhydride propanoïque

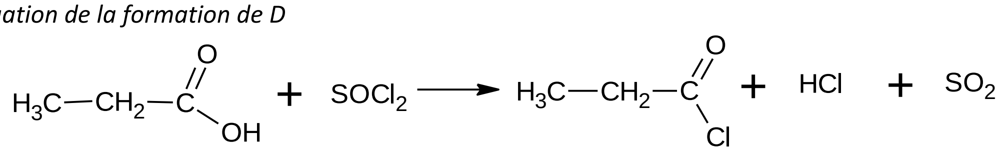
1.4.2. Équation de la réaction entre A et C



1.4.3. La réaction 2) est une estérification directe: elle est lente, réversible et athermique alors que la réaction 4.2 est une estérification indirecte: lente mais totale.

1.5. D est un chlorure d'acide

1.5.1. Équation de la formation de D

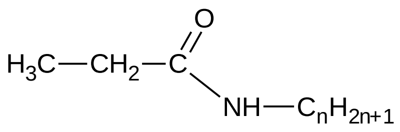


chlorure de propanoyle

1.5.2. L'avantage de cette réaction est que les produits secondaires (HCl et SO_2) formés sont tous gazeux et se dégagent au fur et à mesure de leur formation. Il n'y aura pas donc une phase d'extraction du chlorure d'acyle.

1.6. E est un amide

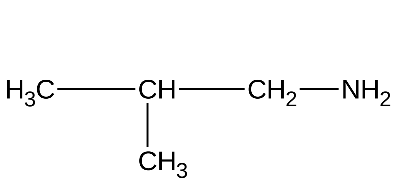
1.6.1. Le produit E a pour formule générale:



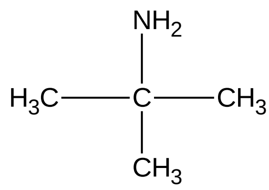
$$M(C_{n+3}H_{2n+7}ON) = 12(n+3)+(2n+7)+16+14 = 14n+73 = 129 \Rightarrow n = 4.$$

Soit M' la masse molaire de l'amine de formule générale $C_nH_{2n+3}N$ donc $M' = 14n+17 = 14\times4+17 = 73\ g{\cdot}mol^{-1}$

1.6.2. La formule brute de l'amine est $C_4H_{11}N$

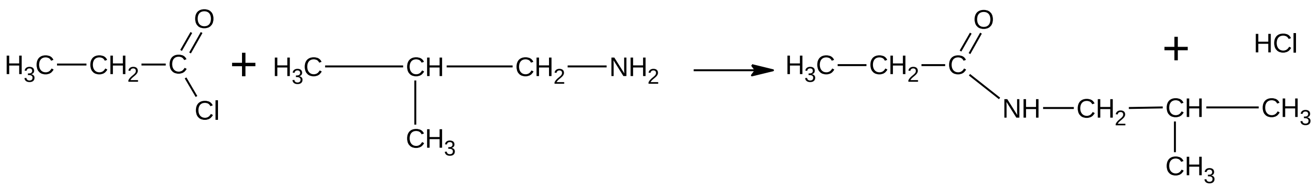


2-methylpropan-1-amine

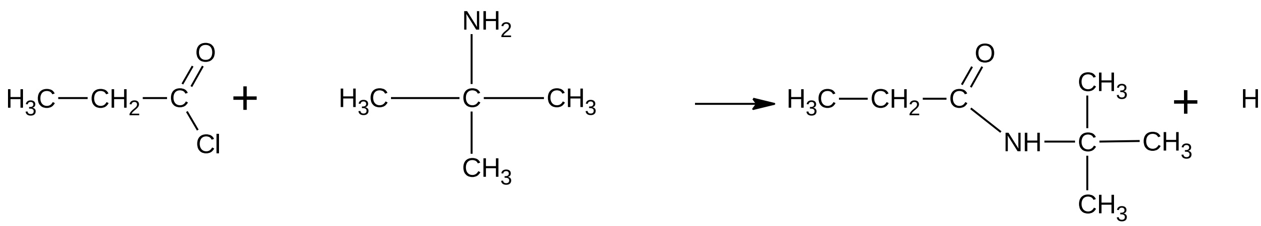


2-methylpropan-2-amine

1.6.3. Proposer une de ces équations



N-(2-methylpropyl)propanamide



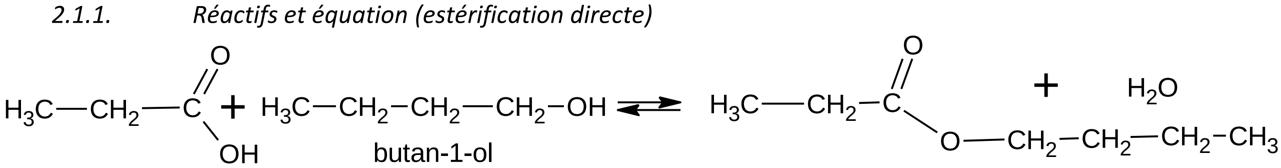
N-1,1-diméthylethylpropanamide

N-tertio-butylpropanamide

Exercice 2

2.1. Préparation du propanoate de butyle

2.1.1. Réactifs et équation (estérification directe)



butan-1-ol

aide propanoïque

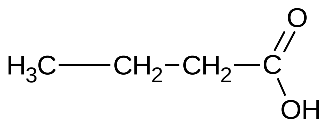
propanoate de butyle

2.1.2.

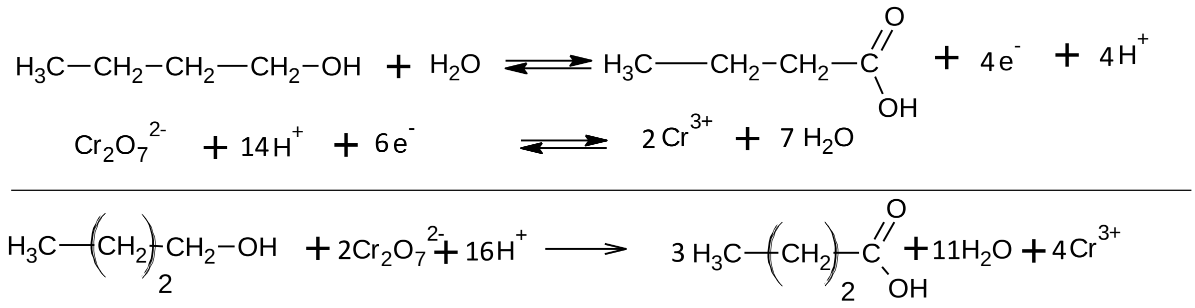
- *Réaction plus rapide: Utilisation d'un catalyseur et augmentation de la température*
- *Déplacement de l'équilibre: extraire l'ester (ou éliminer l'eau) au fur et à mesure de sa formation*

2.2.

2.2.1. B est un acide carboxylique: acide butanoïque



2.2.2. Équation de la réaction



2.2.3. Masse minimale

$$On\ a\ m_A = n_A \times M_A = n_B \times M_A = \frac{m_B}{M_B} \times M_A = \frac{17{,}6}{88} \times 74 = 14{,}8g$$

Exercice 3

3.1. Le système mécanique étudié est la balle de tennis assimilée à son centre de gravité G.
Le référentiel choisi est terrestre. Le repère $(O;\vec{i};\vec{j})$ représenté sur le schéma est galiléen pour un temps court.
Si l'on néglige les forces de frottements, le poids est la seule force appliquée à la balle. On a donc :

$$m \times \vec{a} = \sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} = m \times \vec{g} \qquad donc \qquad \vec{a} = \vec{g} = -g\,.\,\vec{j}$$

$$or \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad donc \quad \begin{cases} a_x = \dfrac{dv_x}{dt} = 0 & d'où \quad v_x = v_{0x} = v_0 \cos\alpha \\ a_y = \dfrac{dv_y}{dt} = -g & d'où \quad v_y = -g\,.\,t + v_{0y} = -g\,.\,t + v_0 \sin\alpha \end{cases}$$

$$et \quad \vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt} \quad donc \quad \begin{cases} v_x = \dfrac{dx}{dt} = v_0 \cos\alpha & d'où \quad x(t) = (v_0 \cos\alpha).t + x_0 \\ v_y = \dfrac{dy}{dt} = -g\,.\,t + v_0 \sin\alpha & d'où \quad y(t) = -\dfrac{1}{2} g\,.\,t + (v_0 \sin\alpha).t + y_0 \end{cases}$$

La balle est à l'instant t = 0 à l'abscisse $x_0 = 0$ et à l'ordonnée $y_0 = h$.

3.2. De la première équation, on peut tirer l'expression du temps t en fonction de x : $t = \dfrac{x}{v_0 \cos\alpha}$

En remplaçant dans la seconde équation, on trouve l'équation du mouvement de la balle de tennis :

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

Application numérique : $y = -0{,}0734x^2 + 1{,}54x + 0{,}5$

3.3. Nadal est deux mètres derrière le filet donc à l'abscisse x = D + d = 9 + 2 = 11 m.

$$y(x = 11) = -0{,}0734 \times (11)^2 + 1{,}54 \times 11 + 0{,}5 = 8{,}5\ \ m$$

La balle passe à cette abscisse à 8,5 mètres de hauteur donc très largement au-dessus de la raquette de Nadal.
Celui-ci est lobé.

3.4. Lorsque la balle retombe au sol, on a : $y = 0$ donc $-0{,}0734x^2 + 1{,}54x + 0{,}5 = 0$
Les deux solutions de cette équation sont $x_1 = -0{,}32$ et $x_2 = 21{,}30$.
La première solution n'a pas de sens ici, et la seconde correspond à l'abscisse à laquelle la balle retombe.

La balle retombe donc à l'abscisse $x_2 = 21{,}3$ m, or le fond du court est à l'abscisse $x_f = D + L = 9 + 12 = 21$ m.
La balle retombe donc 30 cm derrière la ligne de fond de court, le lob n'est pas réussi… Point pour Nadal…

Exercice 4

Partie 1

4.1._ Expression de l'accélération a

$$\text{TCI: } \vec{P} + \vec{R} = m \Rightarrow \mathbf{a = g\sin\alpha}$$

Nature du mouvement: mouvement rectiligne uniformément accéléré.

4.2._ Équation horaire

$$a = g\sin\alpha\ (1) \Rightarrow v = gt\sin\alpha\ (2) \Rightarrow \mathbf{x = \frac{1}{2} \times gt^2\sin\alpha}\ (3)$$

4.3._ Date et vitesse de la bille au point B

$$(3) \Rightarrow L = \frac{1}{2} \times gt^2\sin\alpha \Rightarrow t_B = \sqrt{\frac{2L}{g\sin\alpha}} \Rightarrow t_B = \sqrt{2 \times \frac{0{,}5}{9{,}8\sin 30}} \Rightarrow \mathbf{t_B = 0{,}45\ s}$$

$$(2) \Rightarrow v_B = 9{,}8 \times 0{,}45\sin 30 \Rightarrow \mathbf{v_B = 2{,}21\ m.s^{-1}}$$

Partie 2

4.5._ Expression de la vitesse au point M

$$\text{TEC: } \frac{1}{2}mv_M^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = mgh \Rightarrow v_M^2 - v_B^2 = 2gr(\cos\theta - \cos\alpha) \Rightarrow \mathbf{v_M = \sqrt{v_B^2 + 2gr(\cos\theta - \cos\alpha)}}$$

4.6._ Expression de la réaction R

$$\text{TCI dans la base de Frenet: } \vec{P} + \vec{R} = m\,\vec{a}$$

$$\text{Suivant la normale: } -mg\cos\theta + R = \frac{mv_M^2}{r} \Rightarrow \mathbf{R = m\left[\frac{v_B^2}{r} + g(3\cos\theta - 2\cos\alpha)\right]}$$

4.7._ Point où la réaction est maximale

$$R = R_{max} \Leftrightarrow \cos\theta = 1 \Rightarrow \theta = 0;\ \text{donc la réaction est maximale au point O}$$

Calcul de R_{max}

$$R_{max} = m\left[\frac{v_B^2}{r} + g(3 - 2\cos\alpha)\right] \Rightarrow R_{max} = 0{,}03 \times \left[\frac{2{,}21^2}{0{,}2} + 9{,}8(3 - 2\cos 30)\right] = \mathbf{0{,}446N}$$

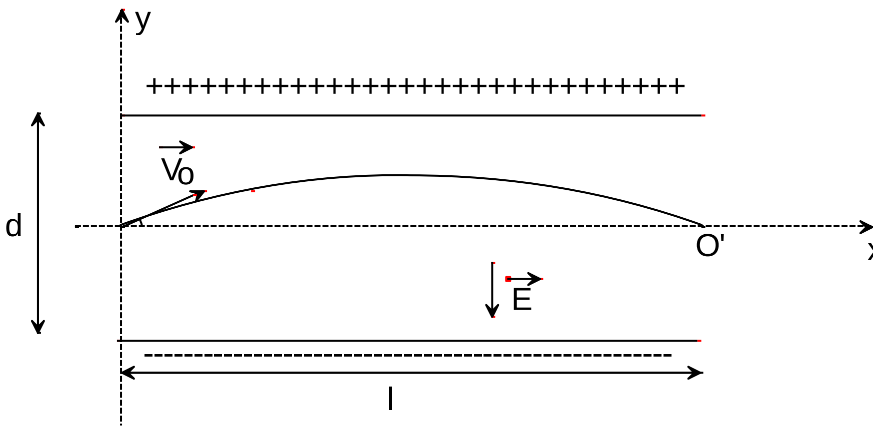
4._ Vitesse de la bille au point S

$$V_S = \sqrt{v_B^2 + 2gr(\cos\beta - \cos\alpha)} \Rightarrow \mathbf{v_S = 2{,}265\ m.s^{-1}}$$

$\vec{V}_S$ fait un angle β avec l'horizontale

Exercice 4

1. $Q = +2e = 3{,}2.10^{-19}\,\mathrm{C}$; $m = Am_n = 4 \times 1{,}67.10^{-27} = 6{,}68.10^{-27}\,kg$



2.

2.1. TCI: $\vec{F} = \overrightarrow{qE} = m\,\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}\vec{E} = \overrightarrow{cte}$

$$\vec{a}\begin{cases}0\\ -\frac{qE}{m}\end{cases} \Rightarrow \vec{v}\begin{cases}v_0\cos\alpha\\ -\frac{qE}{m}t + v_0\sin\alpha\end{cases} \Rightarrow \overrightarrow{OM}\begin{cases}x = v_0\cos\alpha \times t\\ y = -\frac{qE}{2m}t^2 + v_0\sin\alpha \times t\end{cases}$$

2.2. équation cartésienne: $y = -\dfrac{qE}{2mv_0^2\cos^2\alpha}x^2 + x\tan\alpha = \boldsymbol{y = -\dfrac{qU}{2dmv_0^2\cos^2\alpha}x^2 + x\tan\alpha}$

3. condition: pour $y_F < \dfrac{d}{2}$ (y_F ordonnée de la flèche càd le point le plus haut de la trajectoire). À la flèche $V_y = 0$

$V_y = -\dfrac{qU}{md}t_F{}^2 + v_0\sin\alpha = 0$. Déterminer t_F et réinvestir dans l'équation horaire de $y(t)$. On trouve:

$y_F = \dfrac{mdv_0^2}{2qU}\sin^2\alpha < \dfrac{d}{2} \Rightarrow U > \dfrac{mv_0^2}{q}\sin^2\alpha \Rightarrow \boldsymbol{U > 470V}$

4. à la sortie $y = 0$ et $x = \ell \Rightarrow 0 = -\dfrac{qU}{2dmv_0^2\cos^2\alpha}\ell^2 + \ell\tan\alpha \Rightarrow$

$U = \dfrac{2dmv_0^2 \times \cos^2\alpha \times \tan\alpha}{q\ell} = \dfrac{2 \times 0{,}06 \times 6{,}68.10^{-27} \times 9.10^{10} \times \cos^2 30 \times \tan 30}{3{,}2.10^{-19} \times 0{,}1} = \mathbf{976V}$

5. tension accélératrice: $\dfrac{1}{2}mv_0^2 = qU_{acc} \Rightarrow U_{acc} = \dfrac{mv_0^2}{2q} = \dfrac{\cancel{6{,}68.10^{-27} \times 9.10^{10}}}{2 \times 3{,}8.10^{-19}} = \boldsymbol{791V}$