Exercice 1: Identification d'un ester – Quelques réactions de l'acide méthanoïque (8 pts)

A- Un ester E provient de l'action d'un acide carboxylique saturé A sur un monoalcool saturé B.

1- B peut être obtenu par hydratation d'un alcène. L'hydratation de 2,8g d'alcène produit 3,7 g de monoalcool.
Montrer que la formule brute de B est $C_4H_{10}O$, puis déterminer les formules semi-développées possibles de B. Les nommer.

2- L'oxydation ménagée de B donne un composé qui réagit avec la 2,4- dinitrophénylhydrazine (DNPH) mais qui ne réagit pas avec la liqueur de Fehling.
Quel est la formule semi-développée de B?

3- On dose un volume v = 10 mL d'une solution contenant 0,40 g de l'acide A avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique c = 0,500 $mol \cdot L^{-1}$. Il faut verser 17,5 mL de cette solution pour obtenir l'équivalence.
En déduire la formule semi-développée et le nom de A.

4- Écrire l'équation-bilan de la réaction entre A et B. Donner la formule semi-développée et le nom de E.

B- Afin d'étudier quelques propriétés chimiques de l'acide méthanoïque, on procède aux expériences suivantes.

1- On fait réagir sur l'acide méthanoïque un agent chlorurant, le PCl_5. Écrire l'équation-bilan de la réaction et nommer le(s) composé(s) obtenu(s).

2- On fait agir sur l'acide méthanoïque un déshydratant puissant, le P_4O_{10}. Écrire l'équation-bilan de la réaction et nommer le(s) composé(s) obtenu(s).

3- On fait agir sur l'acide méthanoïque l'ammoniac. Le composé obtenu est ensuite déshydraté par un chauffage prolongé. Écrire l'équation-bilan de la réaction et nommer le(s) composé(s) obtenu(s).

Exercice 2: Étude du mouvement d'un satellite terrestre – Énergie mécanique (6 pts)

Un satellite, supposé ponctuel, de masse m, décrit une orbite circulaire d'altitude h autour de la Terre assimilée à une sphère de rayon R_T. On fera l'étude dans le référentiel géocentrique supposé galiléen.

1- Établir l'expression de l'intensité $\mathscr{G}$ du vecteur champ de gravitation à l'altitude h en fonction de sa valeur au sol g_0 de R_T et h.

2- Montrer que le mouvement de ce satellite est uniforme.

3- Déterminer l'expression de la vitesse V du satellite, celle de sa période T en fonction de h, R_T et g_0 puis celle de son énergie cinétique E_c en fonction de m, R_T, G_0 et h.
Faire l'application numérique: h = 400 km; $g_0 = 9{,}81\ m.s^{-2}$; m = 1020 kg; R_T = 6400 km.

4- L'énergie potentielle du satellite dans le champ de gravitation à l'altitude h est donnée par la relation: $E_p = -\frac{GmM}{R_T + h}$, M est la masse de la Terre, G la constante universelle de gravitation.

a) Justifier le signe négatif.
b) Exprimer E_p en fonction de m, R_T, g_0 et h.
c) Donner l'expression de l'énergie mécanique E_m du satellite en fonction de m, R_T, g_0 et h. Comparer cette énergie mécanique à l'énergie cinétique E_c du satellite.

5- Le satellite se trouvant dans les hautes couches de l'atmosphère est soumis à des forces de frottement. Comment va évoluer son énergie mécanique? En déduire qualitativement l'évolution de la vitesse v et de l'altitude du satellite.

Exercice 3: Mouvement d'une particule dans un champ électrique (6 pts)

Les deux plaques (A et B) horizontales de longueur L et séparées par une distance d, constituent un condensateur plan. On travaille dans le repère $\mathscr{R}$ $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ où le point O est équidistant des deux plaques. Toute l'expérience a lieu dans le vide et on néglige les forces de pesanteur.

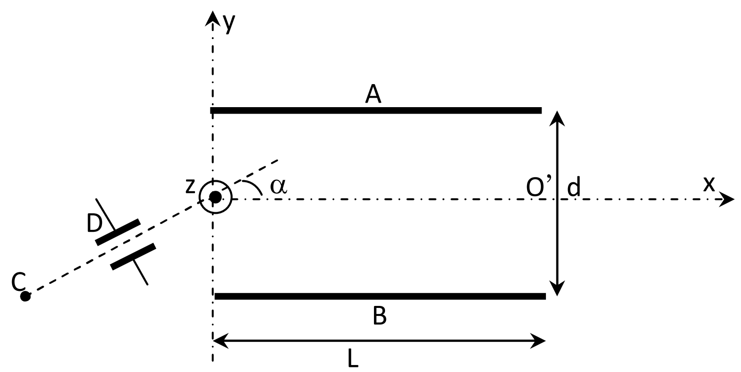
Un faisceau de protons homocinétique, émis en C à la vitesse nulle, est accéléré entre les points C et D, situé dans le plan $(O,\vec{i},\vec{j})$. Il pénètre en O, en formant l'angle α avec $\vec{i}$, dans le champ $\vec{E}$ supposé uniforme.

1- Indiquer, en le justifiant, le signe de $V_D - V_C$.
Calculer en fonction de $U = |V_D - V_C|$ la vitesse V_0 de pénétration dans le champ $\vec{E}$.

A.N: $|V_D - V_C| = U = 1000$ V, $m_p = 1{,}6.10^{-27}$ kg, $e = 1{,}6.10^{-19}$ C.

2- Indiquer, en le justifiant, le signe de $V_A - V_B$ pour que le faisceau de proton puissent sortir par le point O' de coordonnées (L, 0, 0).
a) Établir l'équation de la trajectoire des protons dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ en fonction de U, $U' = |V_A - V_B|$, α et d. Quelle est la nature du mouvement des protons ?
b) Calculer la valeur numérique de U' permettant de réaliser la sortie en O' pour $\alpha = 30°$, L = 20 cm et d = 7 cm.

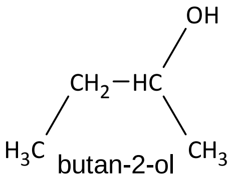
3- Dans le cas où la tension U' a la valeur précédemment calculée, déterminer à quelle distance minimale de la plaque supérieure passe le faisceau de protons.



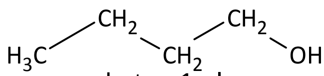
Exercice 1: Identification d'un ester – Quelques réactions de l'acide méthanoïque

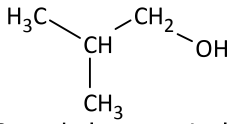
A_ 1_ $C_nH_{2n} + H_2O \rightarrow C_nH_{2n+2}O \Rightarrow \dfrac{2,8}{14n} = \dfrac{3,7}{14n+18} \Rightarrow n = 4 \Rightarrow B \Leftrightarrow C_4H_{10}O$ 1 pt

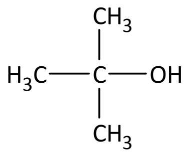
isomères de $C_4H_{10}O$


butan-2-ol

1 pt

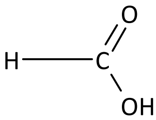

butan-1-ol


2-methylpropan-1-ol


2-methylpropan-2-ol

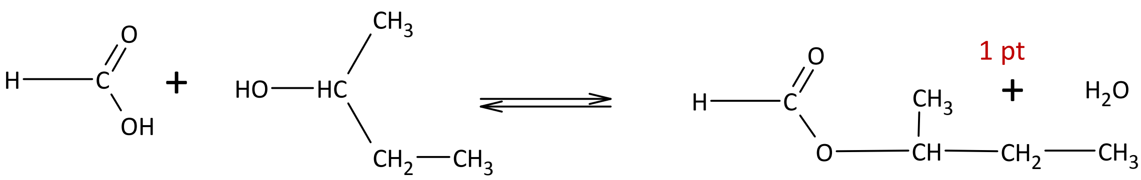
2_ B est le butan-2-ol (voir ci-dessus) 0,5 pt

3_ $n_A = \dfrac{m_A}{M_A} = cv \Rightarrow \dfrac{0,4}{14n+32} = 0,5 \times 17,5.10^{-3} \Rightarrow n = 1$ d'où A $\Leftrightarrow$ HCOOH (acide méthanoïque)



0,5 pt

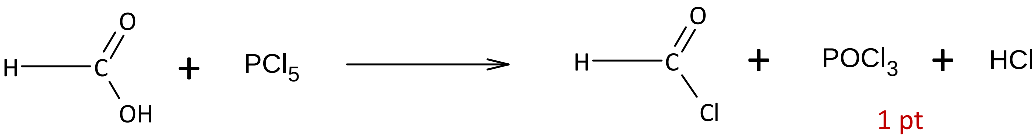
4_ Équation bilan de la réaction entre A et B.



1 pt

éthanoate de 1-methylpropyle

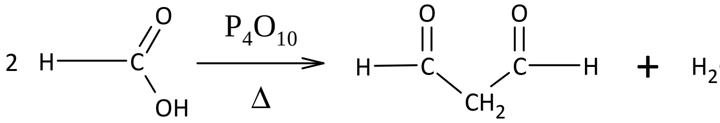
B_ 1_



chlorure de méthanoyle

1 pt

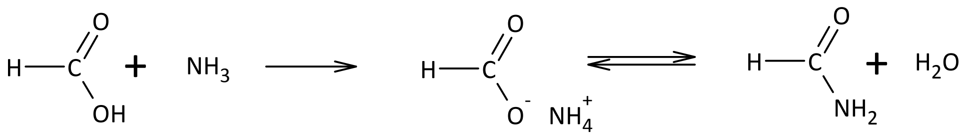
2_



anhydride méthanoique

1 pt

3_



méthanoate d'ammonium méthanamide 1 pt

Exercice 2: Étude du mouvement d'un satellite terrestre – Énergie mécanique

1. $\mathscr{G} = \dfrac{GM_T}{(R_T+h)^2}$ or au sol: $g_0 R_T{}^2 = GM_T \Rightarrow \mathscr{G} = g_0 \dfrac{R_T{}^2}{(R_T+h)^2}$ 0,5 pt
2. $\vec{F} = -\dfrac{GMm}{r^2}\vec{u} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \dfrac{GM}{r^2}\vec{N} = a_n\vec{N} + a_t\vec{T} \Rightarrow a_t = 0 = \dfrac{dv}{dt} \Rightarrow v = cte$: le mouvement est circulaire uniforme. 0,5 pt
3. $a_n = \dfrac{v^2}{r} = \dfrac{g_0R^2}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{\dfrac{g_0R^2}{R+h}}$; 0,5 pt $v = 7687\ \text{m·s}^{-1}$ 0,25 pt

   $T = \dfrac{2\pi r}{v} = 2\pi\sqrt{\dfrac{(R+h)^3}{g_0R^2}}$; 0,5 pt $T = 5558 s$ 0,25 pt

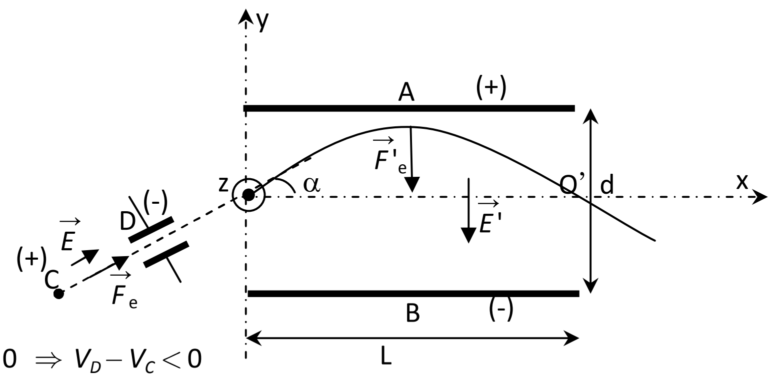
   $E_C = \dfrac{1}{2}mV^2 = \dfrac{mg_0R^2}{2(R+h)}$; 0,5 pt $E_C = 3{,}34.10^{-10}$ J 0,25 pt
4. a)_ le signe moins (-) s'explique par le choix à l'infini de l'énergie potentielle de gravitation.

   b)_ $Ep = -\dfrac{GmR^2}{R+h} = -\dfrac{g_0mR^2}{R+h}$ 0,5 pt

   c)_ $Em = Ec + Ep = \dfrac{mg_0R^2}{2(R+h)} - \dfrac{g_0mR^2}{R+h} = -\dfrac{mg_0R^2}{2(R+h)}$ 0,5 pt

   Comparaison: $Em = -Ec$ 0,5 pt
5. Em diminue; l'altitude h diminue et la vitesse v augmente 0,75 pt

Exercice 3: Mouvement d'une particule dans un champ électrique



0,5 pt

1. $V_C - V_D > 0 \Rightarrow V_D - V_C < 0$

   $\dfrac{1}{2}mV_0^2 = W(\vec{F}_e) = q(V_C - V_D) = qU \Rightarrow V_0 = \sqrt{\dfrac{2eU}{m}} = 4{,}47.10^5\ \text{m·s}^{-1}$ 1 pt
2. $V_A - V_B > 0$ voir schéma 0,5 pt

a)_ Le TCI donne: $\vec{a} = q\dfrac{\vec{E'}}{m}$; $\vec{a}\begin{cases}0\\ -\dfrac{eE'}{m}\end{cases} \Rightarrow \vec{v}\begin{cases}V_0\cos\alpha\\ -\dfrac{eE'}{m}t + V_0\sin\alpha\end{cases} \Rightarrow \overrightarrow{OM}\begin{cases}x = V_0\cos\alpha\times t\\ -\dfrac{eE'}{2m}t^2 + V_0\sin\alpha\times t\end{cases}$

$y = -\dfrac{eE'}{2mV_0^2\cos^2\alpha}x^2 + x\tan\alpha$ or $E' = \dfrac{U'}{d}$ et $V_0 = \sqrt{\dfrac{2eU}{m}}$ d'où $y = -\dfrac{U'}{4dU\cos^2\alpha}x^2 + \tan\alpha$ 1,5 pt

Le mouvement est parabolique 0,5 pt

b)_ O'(L,0) $\in \mathscr{C}$ donc $0 = -\dfrac{U'L^2}{4dU\cos^2\alpha}x^2 + L\tan\alpha \Rightarrow U' = \dfrac{2dU\sin2\alpha}{L}$

$U' = \dfrac{2\times7\times1000\times\sin60}{20} = 606{,}2\,V$ 1 pt

3. L'équation numérique est: $y = -2{,}887x^2 + 0{,}5774x \Rightarrow y' = -5{,}774x + 0{,}5774$
   $y' = 0 \Rightarrow x_F = 0{,}1m$ et $y_F = 0{,}0289m \approx 3cm$
   $d_{min} = \dfrac{d}{2} - y_F = 3{,}5 - 3 = 0{,}5cm$ 1 pt