

Exercice 1: « Comparer la force de gravitation » (4 pts)

Données :

<p>Jupiter</p>  <p>$M_J = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$</p>	<p>Terre</p>  <p>$M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$</p>	<p>Soleil</p>  <p>$M_S = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$</p>
--	--	---

Distance moyenne Soleil-Jupiter : $d_{SJ} = 7,79 \times 10^8 \text{ km}$; Distance moyenne Soleil-Terre : $d_{ST} = 1,50 \times 10^8 \text{ km}$
 Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$.

Jupiter est la plus grosse et la plus massive des planètes du système solaire.

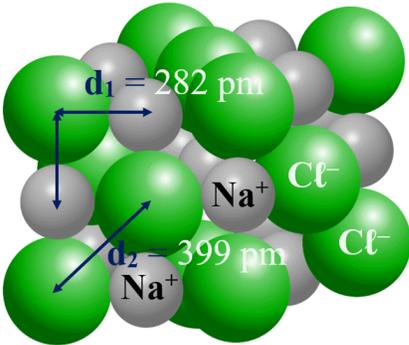
1. Donner l'expression vectorielle de la force exercée par le Soleil sur Jupiter.
2. Calculer l'intensité de cette force, qu'on notera F_1 .
3. Notre planète bleue du système solaire est la seule planète habitable.

Calculer l'intensité de la force de gravitation exercée par le Soleil sur la Terre, qu'on notera F_2 .

4. Comparer F_1 et F_2 puis conclure.

Exercice 2: « Le sel de table » (5 pts)

Le sel de table ou chlorure de sodium est un arrangement ordonné (cristal) d'ions chlorure et d'ions sodium.

	<p>Données :</p> <p>$k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ $d_1 = 282 \text{ pm}$ $d_2 = 399 \text{ pm}$ $1 \text{ p} = 1 \times 10^{-12}$.</p>
---	---

1. Calculer la valeur des forces électrostatiques s'exerçant entre :
 - a. Un ion sodium et un ion chlorure voisins ;
 - b. Deux ions sodium les plus proches ;
 - c. Deux ions chlorure les plus proches.
2. Proposer une explication sur la cohésion du cristal du sel de table.

Exercice 3: « Synthèse de la vanilline et Titrage » (6 pts)

Données :

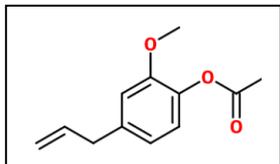
. **Isoeugénol** : nocif en cas d'ingestion, irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau :

$$M_1 = 164,2 \text{ g.mol}^{-1} ; d_1 = 1,08 ;$$

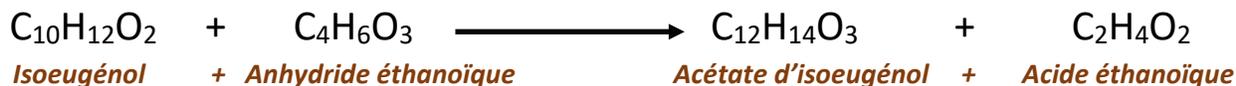
. **Anhydride éthanoïque** : corrosif, inflammable, provoque des brûlures. Réagit avec l'eau en formant de l'acide éthanoïque :

$$M_2 = 102,1 \text{ g.mol}^{-1} ; d_2 = 1,08 ; \rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ g.mL}^{-1}.$$

. **Acétate d'isoeugénol** :



$$M_3 = 206,2 \text{ g.mol}^{-1} ; T_{\text{fusion}} = 80^\circ\text{C}.$$



Voici le mode opératoire de la synthèse de l'acétate d'isoeugénol qui constitue la première étape de la synthèse de la vanilline :

. introduire $m_1 = 10,0 \text{ g}$ d'isoeugénol, $V_2 = 20,0 \text{ mL}$ d'anhydride éthanoïque et quelques gouttes d'acide orthophosphorique dans un ballon ;

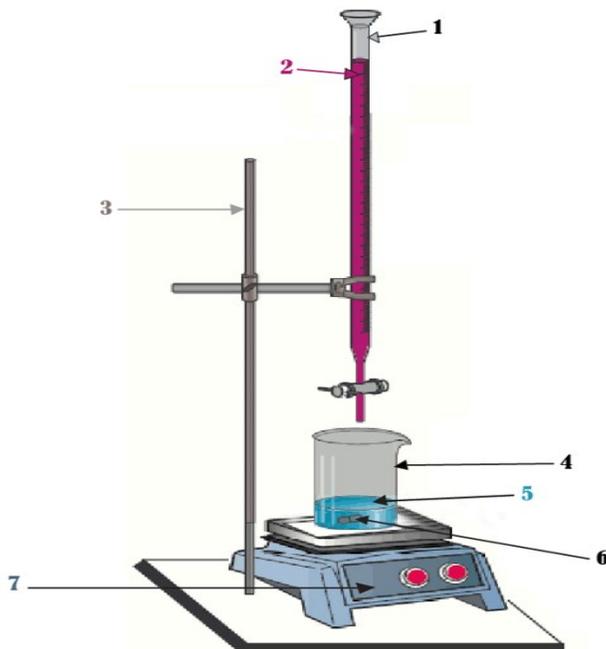
. chauffer à reflux pendant 30 minutes ;

. filtrer sous vide et laver les cristaux formés avec de l'eau glacée.

1. Un groupe de TP a obtenu $m_3 = 11,3 \text{ g}$ de cristaux d'acétate d'isoeugénol. Calculer le rendement de leur synthèse.

2. On réalise le titrage d'une eau oxygénée par les ions permanganate. L'eau oxygénée est une solution de peroxyde d'hydrogène dont la formule est H_2O_2 . Le peroxyde d'hydrogène participe à un couple oxydant réducteur $\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$. Les ions permanganate MnO_4^- participent au couple oxydant réducteur $\text{MnO}_4^-(\text{aq})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$.

a. Légender le montage du titrage suivant : (*sans faire le dessin*)



b. Écrire l'équation de la réaction de titrage.

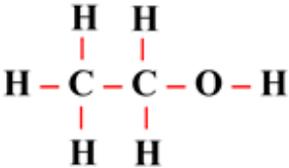
3. On note C_1 la concentration de l'eau oxygénée, C_2 la concentration en ions permanganates, V_1 et V_2 les volumes des deux solutions à l'équivalence. Déterminer la relation à l'équivalence.

4. La solution d'ions permanganate est dans la burette avec $[MnO_4^-] = 0,02 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Dans l'erenmeyer, on a placé $V_1 = 10 \text{ mL}$ d'eau oxygénée. L'équivalence est repérée par l'arrêt de la décoloration de la solution de permanganate de potassium. La solution dans l'erenmeyer passe de l'incolore au violet. Le volume à l'équivalence est $V_2 = 60 \text{ mL}$.

Déterminer la concentration en quantité de matière (concentration molaire) du peroxyde d'hydrogène dans l'eau oxygénée.

On donnera la réponse avec 2 chiffres significatifs et suivie de l'unité qui convient.

Exercice 4 : « Composition du carburant E 15 » (5 pts)

Données	Liaison	Énergie de liaison E_l en ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)
Formule développée de l'éthanol	C-H	413
	C-C	348
	C-O	360
	O=O	496
	O-H	463
	C=O	804
$M(\text{éthanol}) = 46 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$	C=O dans CO_2	796

Le carburant E 15, mélange d'essence et d'agroéthanol, limite la consommation d'énergie fossile.

1. Écrire l'équation de la réaction de combustion complète de l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (l).
2. Estimer l'énergie molaire de combustion de l'éthanol.
3. Calculer le pouvoir calorifique de l'éthanol.



* Correction de la composition n° 2 - 1^{ère} - 2021/2022

Exercice 1 (4pts)

1. L'expression vectorielle de la force exercée par le Soleil sur Jupiter:

$$\vec{F}_{S/J} = -G \times \frac{M_S \times M_J}{d_{SJ}^2} \cdot \vec{u}_{SJ}$$

2. L'intensité de $F_{S/J} = F_1 = G \times \frac{M_S \times M_J}{d_{SJ}^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{1,99 \times 10^{30} \times 1,90 \times 10^{27}}{(7,79 \times 10^8 \times 10^3)^2}$
 on trouve: $F_1 = 4,16 \times 10^{23} \text{ N}$

3. L'intensité de la force de gravitation exercée par le Soleil sur la Terre est:

$$F_{S/T} = F_2 = G \times \frac{M_S \times M_T}{d_{ST}^2} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{1,99 \times 10^{30} \times 5,97 \times 10^{24}}{(1,50 \times 10^8 \times 10^3)^2}$$

On trouve: $F_2 = 3,52 \times 10^{22} \text{ N}$

4. Comparaison entre F_1 et F_2 :

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{4,16 \times 10^{23}}{3,52 \times 10^{22}} = 11,8 \approx 12 \text{ donc } F_1 = 12 \times F_2 \text{ malgré que}$$

la Terre est 5 fois plus proche du Soleil que Jupiter.

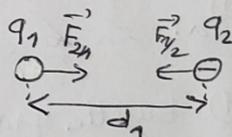
$$\frac{d_{SJ}}{d_{ST}} = \frac{7,79 \times 10^8}{1,50 \times 10^8} = 5,2 = 5$$

Exercice 2 (5pts)

- 15 a. L'intensité de la force électrostatique entre (Na^+) et (Cl^-)

$$F_{1/2} = F_{2/1} = K \times \frac{|q_1| \times |q_2|}{d_1^2} = K \times \frac{e \times |e|}{d_1^2} = K \times \left(\frac{e}{d_1}\right)^2$$

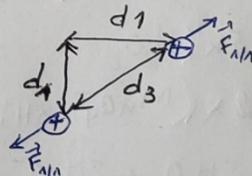
$$= 9,0 \times 10^9 \times \left(\frac{1,6 \times 10^{-19}}{282 \times 10^{-12}}\right)^2 = 2,9 \times 10^{-9} \text{ N} = F_1$$



- 15 b. L'intensité de la force électrostatique entre (Na^+) et (Na^+)

$$F_{1/1} = K \frac{|q_1| \times |q_1|}{d_3^2} = K \times \frac{e^2}{2d_1^2} = \frac{1}{2} K \left(\frac{e}{d_1}\right)^2 = \frac{F_{1/2}}{2}$$

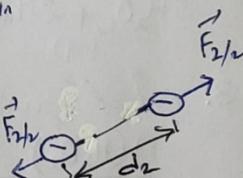
$$= 1,5 \times 10^{-9} \text{ N} = F_2$$



- 1 c. L'intensité de la force électrostatique entre (Cl^-) et (Cl^-)

$$F_{2/2} = K \frac{|q_2| \times |q_2|}{d_2^2} = K \frac{|e| \times |e|}{d_2^2} = K \times \left(\frac{e}{d_2}\right)^2$$

$$= 9,0 \times 10^9 \times \left(\frac{1,6 \times 10^{-19}}{399 \times 10^{-12}}\right)^2 = 1,5 \times 10^{-9} \text{ N} = F_3$$



13. La cohésion du cristal du sel de table (Na^+Cl^-); NaCl(s)
 Deux charges de mêmes signes se repoussent et deux charges de signes contraires s'attirent. or: $F_1 > F_2 = F_3$; les forces d'attraction sont supérieures aux forces de répulsion. L'interaction électrostatique attractive, entre les ions sodium et les ions chlorure, assure la cohésion du solide ionique. Chaque ion est soumis à des forces dont les effets se compensent.

Exercice 3: (6 pts)

2. 1. Quantité de matière initiale d'isoeugénol, notée n_1 :

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{10,0}{164,2} = 6,10 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Quantité de matière initiale d'anhydride éthanoyique, notée n_2 :

$$n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{d_2 \times \rho_{\text{eau}} \times V_2}{M_2} = \frac{1,08 \times 1,00 \times 20,0}{102,1} = 0,212 \text{ mol}$$

Comme les coefficients stœchiométriques valent tous "1", et que: $6,10 \times 10^{-2} \times 10^{-2} \text{ mol} < 0,212 \text{ mol}$, la quantité maximale d'acétate d'isoeugénol qui aurait pu être synthétisée est $n_{\text{max}} = 6,10 \times 10^{-2} \text{ mol}$ (il s'agit du réactif limitant).

Quantité de matière d'acétate d'isoeugénol obtenue, notée n_3 :

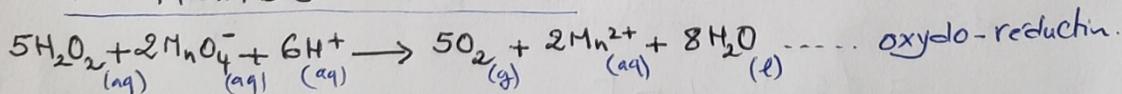
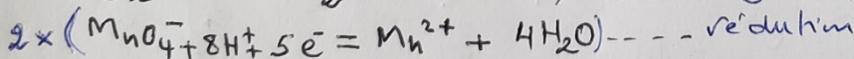
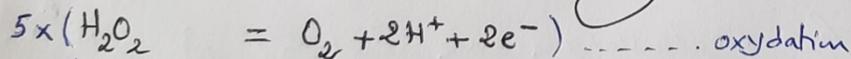
$$n_3 = \frac{m_3}{M_3} = \frac{11,3}{206,2} = 5,48 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Le rendement $\eta = \frac{n_3}{n_{\text{max}}} = \frac{5,48 \times 10^{-2}}{6,10 \times 10^{-2}} = 0,898 = 89,8\%$

2. 1. a. La légende du montage:

- ① burette graduée ; ② solution titrante ; ③ potence (support)
 ④ bécher ; ⑤ solution à titrer ; ⑥ barre aimantée ; ⑦ agitateur magnétique

1. b. L'équation de la réaction de titrage.



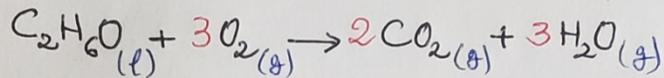
1. 3. À l'équivalence le mélange est stœchiométrique soit:

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O}_2)}{5} = \frac{n(\text{MnO}_4^-)}{2}, \quad \left\{ \frac{C_1 \times V_1}{5} = \frac{C_2 \times V_2}{2} \right\} \text{ relation à l'équivalence.}$$

1. 4. $C_2 = [\text{MnO}_4^-] = 2 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\left\{ C_1 = \frac{5}{2} \times C_2 \times \frac{V_2}{V_1} \right\} = \frac{5}{2} \times 2 \times 10^{-2} \times \frac{60}{10} = 0,30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Exercice 4: (5pts)

1. L'équation de réaction de combustion complète de l'éthanol ($C_2H_6O(l)$)



2. - Énergie molaire de combustion E_{comb} de l'éthanol, au cours de la combustion d'une mole d'éthanol.

* Les liaisons rompues:

1 x 5 moles de liaisons C-H

1 x 1 mole de liaisons C-O

1 x 1 mole de liaisons H-O

1 x 1 mole de liaisons C-C

3 x 1 mole de liaisons O=O

$$E_{\text{rompues}} = 5 \times E_l(C-H) + 1 \times E_l(C-O) + 1 \times E_l(O-H) + 1 \times E_l(C-C) + 3 \times E_l(O=O)$$

$$E_{\text{rompues}} = 5 \times 413 + 1 \times 360 + 1 \times 463 + 1 \times 348 + 3 \times 496 = 4,72 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

* Les liaisons formées:

2 x 2 moles de liaisons C=O

3 x 2 moles de liaisons H-O

$$E_{\text{formées}} = 4 \times E_l(C=O) + 6 \times E_l(H-O)$$

$$= 4 \times 796 + 6 \times 463 = 5,96 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$E_{\text{comb}}(C_2H_6O) = E_{\text{rompues}} - E_{\text{formées}} = 4,72 \times 10^3 - 5,96 \times 10^3 = -1,24 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

3. Le Pouvoir Calorifique PC de l'éthanol: $E_{comb} = -M \times PC$

soit $PC = -\frac{E_{comb}}{M}$ ou $(PC = \frac{|E_{comb}|}{M})$; $PC = -\frac{1,24 \times 10^3}{46 \cdot 10^{-3}}$

$$PC = 26,9 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 26,9 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$