

Exo 1. Détermination de la teneur en élément azote d'un engrais

1.1. L'ion ammonium $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ doit perdre un proton $\text{H}^+(\text{aq})$ pour devenir l'ammoniac $\text{NH}_3(\text{aq})$



1.2.1. cf annexe

$$1.2.2. \begin{cases} n = C \times V = 0,15 \times 20,0 \times 10^{-3} = 3,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ n_1 = C_1 \times V_1 = 0,15 \times 10,0 \times 10^{-3} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{cases}$$

$$1.2.3. \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]_f \text{ donc } [\text{H}_3\text{O}^+]_f = 10^{-\text{pH}} \text{ or } K_e = [\text{H}_3\text{O}^+]_f [\text{OH}^-]_f$$

$$[\text{OH}^-]_f = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]_f} = \frac{10^{-\text{p}K_e}}{10^{-\text{pH}}}$$

$$\boxed{[\text{OH}^-]_f = 10^{\text{pH} - \text{p}K_e}}$$

$$\textcircled{\text{AN}} [\text{OH}^-]_f = 10^{9,2 - 14} = 1,6 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

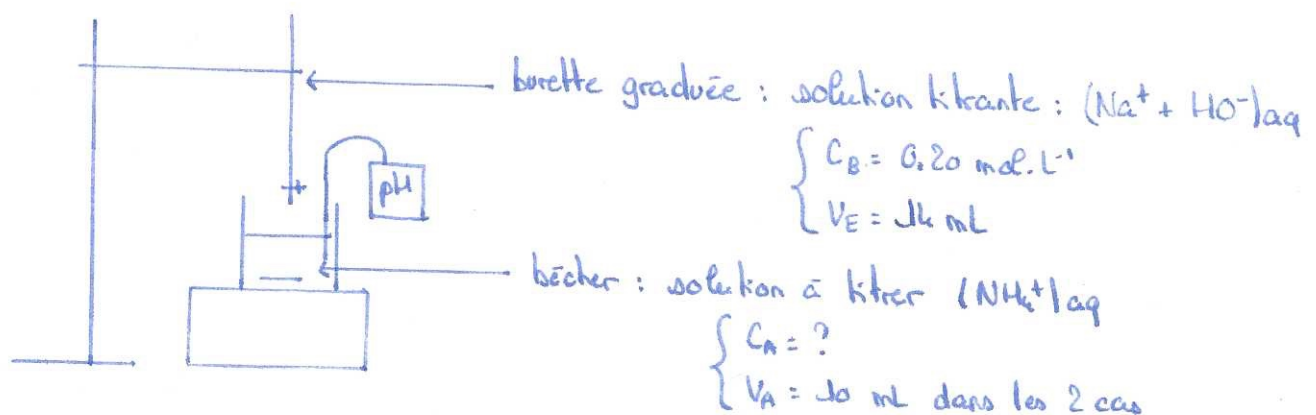
$$\text{d'après le tableau : } n_f(\text{OH}^-) = C_1 V_1 - x_f \text{ or } [\text{OH}^-]_f = \frac{n_f(\text{OH}^-)}{V_1 + V_2}$$

$$\boxed{x_f = -[\text{OH}^-]_f (V_1 + V_2) + C_1 V_1} \quad \textcircled{\text{AN}} x_f = 1,5 \times 10^{-3} - 1,6 \times 10^{-5} (30 \times 10^{-3})$$
$$x_f \approx 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$1.2.4. \left. \begin{array}{l} \text{NH}_4^+ \text{ limitant : } n_f(\text{NH}_4^+) = C V - x_{\max} = 0 \\ x_{\max} = C V = 3,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ \text{HO}^- \text{ limitant : } n_f(\text{HO}^-) = C_1 V_1 - x_{\max} = 0 \\ x_{\max} = C_1 V_1 = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{array} \right\} \text{HO}^- \text{ limitant, } x_{\max} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

1.2.5. $x_f = x_{\max}$, la réaction est totale

2.1.



remq : le volume d'eau n'est pas pris en compte, on dose uniquement l'espèce NH_4^+ se trouvant dans le volume V_A

2.2.1. pour utiliser la méthode des tangentes, il faut un saut de pH marqué
 $\Rightarrow$ courbe bécot B₁

2.2.2. cf annexe

2.2.3. La dilution ne modifie pas la valeur de V_E mais atténue le saut de pH

2.3. on peut utiliser la méthode de la dérivée en traçant $\frac{dpH}{dV} = f(V)$

$\Rightarrow$ l'équivalence correspondra au maximum de la courbe

3.1. l'équivalence est l'instant où les réactifs sont introduits dans les proportions stoechiométriques

3.2. à l'équivalence les réactifs sont épuisés donc $n_F(HO^-) = n_F(NH_4^+) = 0$
seuls sont présents $NH_3(aq)$ et $H_2O(l)$

3.3.

	$NH_4^+(aq) + HO^-(aq) \rightarrow NH_3(aq) + H_2O(l)$			
ei $x=0$	n_1	n_2	0	
ec x	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	
ef $x=x_{max}$	$n_1 - x_{max}$	$n_2 - x_{max}$	x_{max}	

à l'équivalence :

$$n_F(NH_4^+) = n_F(HO^-) = 0$$

$$\begin{cases} n_1 - x_{max} = 0 \\ n_2 - x_{max} = 0 \end{cases} \quad \boxed{n_1 = n_2}$$

3.4. $n_1 = n_2 = C_B V_E = 0,20 \times 14 \times 10^{-3} = 2,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$

3.5. $n(NH_4^+) = 25 \times n_1 = 7,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$



dans une mole de NH_4NO_3 on a 2 moles d'azote donc $n(N) = 2n(NH_4^+) = 1,4 \times 10^{-1} \text{ mol}$

donc $m(N) = n(N) \times M(N) = 1,4 \times 10^{-1} \times 14 = 1,96 \text{ g}$

3.7. $\% (N) = \frac{m(N)}{m} = \frac{1,96}{6,0} = 32,7\%$

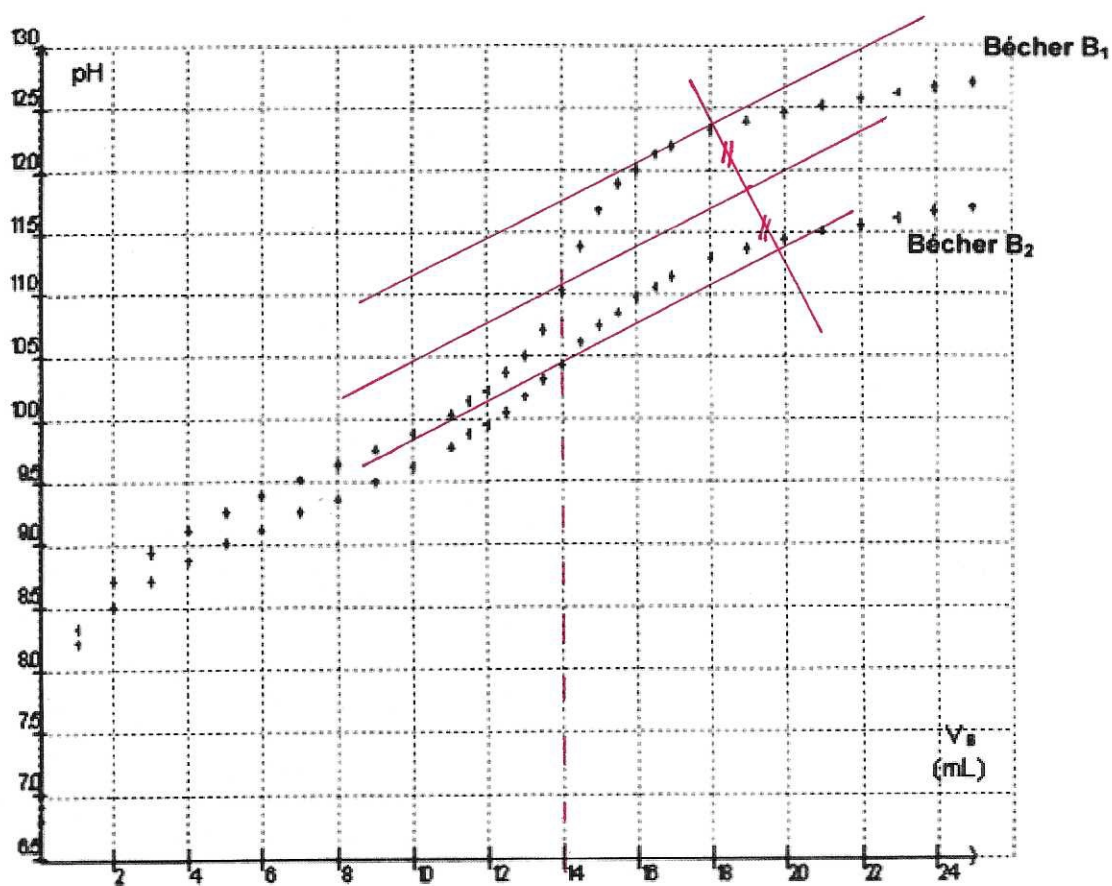
ANNEXE

NOM :

PRENOM :

Exercice 1

Équation chimique		$\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})} = \text{NH}_{3(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	0	CV	C_1V_1	0	exces
État au cours de la transformation	x	$CV - x$	$C_1V_1 - x$	x	exces
État final si la transformation est totale	x_{max}	$CV - x_{\text{max}}$	$C_1V_1 - x_{\text{max}}$	x_{max}	exces
État final réel	x_f	$CV - x_f$	$C_1V_1 - x_f$	x_f	exces



Structures électroniques

$[P]_{15}$ $1s^2 2s^2 2p^6 \underline{3s^2 3p^3}$ 5 électrons de valence

$3p^3$ période 3, 3^{ème} colonne du bloc p : colonne 15

$[V]_{23}$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \underline{4s^2 3d^3}$ 5 électrons de valence

$3d^3$ période 4, 3^{ème} colonne du bloc d : colonne 5

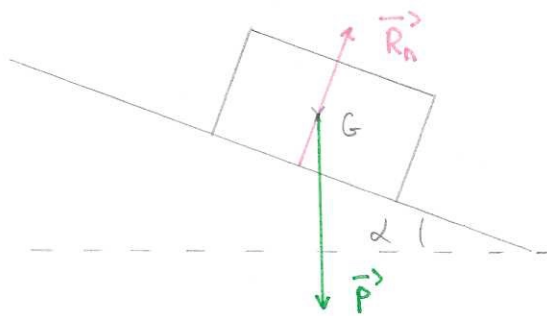
$[At]_{85}$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 \underline{6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^5}$

7 électrons de valence

$6p^5$ période 6, 5^{ème} colonne du bloc p : colonne 17

Exo 3. Jeu du boulet

- 1.1. $\left\{ \begin{array}{l} \text{système : boulet} \\ \text{référentiel terrestre supposé galiléen} \\ \text{bilan des forces : } \left\{ \begin{array}{l} \text{poids } \vec{P} \\ \text{réaction normale } \vec{R}_n \end{array} \right. \end{array} \right.$



1.2.1. $E_{pp}(A) = mgz_A = mgh_A$ avec $h_A = D \sin \alpha$ donc $E_{pp}(A) = mgD \sin \alpha$

(AN) $E_{pp}(A) = 2,45 \times 10^{-2} \text{ J}$

1.2.2. $E_m(A) = E_{pp}(A) + E_c(A)$ avec $E_c(A) = \frac{1}{2} m v_A^2 = 0$ car $v_A = 0$

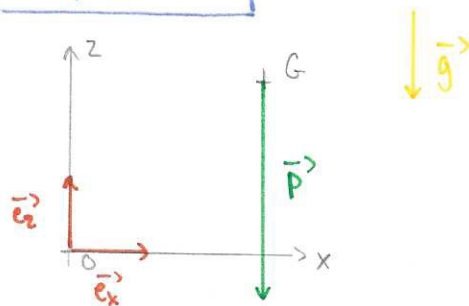
$E_m(A) = E_{pp}(A)$

1.2.3. Le système n'est soumis qu'à des forces conservatives donc $E_m = \text{cste}$

1.3. $E_m(B) = \frac{1}{2} m v_B^2 + mgz_B = \frac{1}{2} m v_B^2$ car $z_B = 0$ donc :

$\frac{1}{2} m v_B^2 = mgD \sin \alpha$ donc $v_B = \sqrt{2gD \sin \alpha}$

- 2.1.1. $\left\{ \begin{array}{l} \text{système : boulet} \\ \text{référentiel terrestre supposé galiléen} \\ \text{bilan des forces : } \vec{P} = m\vec{g} \end{array} \right.$



PFD: $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$ soit $\vec{P} = m\vec{g} = m\vec{a}$ donc $\vec{a} = \vec{g}$

$\vec{a} \left| \begin{array}{l} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{array} \right.$

2.2.1. $\vec{a} \text{ à } t=0 \quad \vec{v}_0 \left| \begin{array}{l} v_{0x} = v_c \\ v_{0z} = 0 \end{array} \right. \quad \vec{OG}_0 \left| \begin{array}{l} x_0 = 0 \\ z_0 = 0 \end{array} \right.$

$\vec{v} \left| \begin{array}{l} v_x = v_c = \sqrt{2gD \sin \alpha} \\ a_z = -g \end{array} \right.$

$\vec{OG} \left| \begin{array}{l} x = \sqrt{2gD \sin \alpha} t \\ z = -\frac{1}{2} g t^2 \end{array} \right.$

2.2.2. $t = \frac{x}{\sqrt{2gD \sin \alpha}}$ donc

$z(t) = -\frac{g}{4gD \sin \alpha} x^2$ donc

$z(t) = -\frac{1}{4D \sin \alpha} x^2$

2.3.1. Lorsque le boulet atteint le sol $z = -h_c$

$-h_c = -\frac{1}{2} g t^2$ donc $t = \sqrt{\frac{2h_c}{g}}$ (AN) $t = 0,29 \text{ s}$

2.3.2. on résout l'équation: $-h_c = \frac{-x_P^2}{4D \sin \alpha}$ donc $\boxed{x_P = 2\sqrt{D h_c \sin \alpha}}$ (AN) $x_P = 0,68 \text{ m}$

$x_P > x_2$ donc le boulet n'atteint pas la cible

2.4. on repart de l'équation $-h_c = \frac{-x_P^2}{4D \sin \alpha}$ donc $\boxed{D = \frac{x_P^2}{4 h_c \sin \alpha}}$ (AN) $D = 0,41 \text{ m}$

Modélisation d'un détecteur capacitif d'humidité

1. Modélisation de la charge du condensateur

1. D'après la figure 2 si la teneur en eau $\uparrow$ alors $\epsilon \uparrow$ aussi or on nous définit la relation $C = \frac{\epsilon S}{d}$ donc si $\epsilon \uparrow$ alors $C \uparrow$ aussi : C est proportionnelle à la teneur en eau

2. Loi des mailles : $E - u_C - u_R = 0$ soit $u_C + Ri = E$ or $i = C \frac{du_C}{dt}$ donc

$$\boxed{RC \frac{du_C}{dt} + u_C = E} \quad \text{on pose } \tau = RC$$

3. $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ donc $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{\tau} e^{-t/\tau}$; en remplaçant dans l'équation différentielle : $\tau \times \frac{E}{\tau} e^{-t/\tau} + E - E e^{-t/\tau} = E$, l'équation est vérifiée

4. $u_C(\tau) = E(1 - e^{-1})$ or $e^{-1} \approx 0,37$ donc $\boxed{u_C(\tau) = 0,63 E}$

2. Modélisation de la mesure de la teneur en eau d'un sol argileux

5. Le micro contrôleur relève 52000 valeurs de tension par seconde, il lui faut donc 200 μs pour obtenir 10 valeurs donc $\boxed{\tau = 200 \mu s}$

6. $\tau = RC$ et $C = \frac{\epsilon S}{d}$ donc $\tau = \frac{R \epsilon S}{d}$ soit $\boxed{\epsilon = \frac{\tau d}{RS}}$

par $\tau = 200 \mu s$, on obtient $\epsilon = 9,1 \times 10^{-11} \text{ F.m}^{-1}$; par lecture graphique cela correspond à une teneur en eau de 15%

7. ce programme permet de calculer la valeur de τ

8. while tension $< 0,63 \times E$

9. on a toujours $\epsilon = \frac{\tau d}{RS}$ donc si $\tau = 0,29 \text{ ms}$ alors $\epsilon = 1,3 \times 10^{-10} \text{ F.m}^{-1}$; par lecture graphique cela correspond à une teneur en eau de 20% $< 24\%$ requis

Expression de la intensité de la lumière

$$1. F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \text{ donc } \epsilon_0 = \frac{1}{4\pi F} \frac{q_1 q_2}{r^2} \text{ donc } [\epsilon_0] = \frac{1}{[F]} \frac{[q_1 q_2]}{[r]^2}$$

$$\text{or } [F] = N \cdot L \cdot T^{-2} \text{ et } [q] = I \cdot T \text{ donc } [\epsilon_0] = N^{-1} \cdot L^{-1} \cdot T^2 \cdot I^2 \cdot T^{-2} \cdot L^{-2}$$

$$\boxed{[\epsilon_0] = N^{-1} \cdot L^{-3} \cdot T^4 \cdot I^2}$$

$$2. F = qvB \text{ donc } B = \frac{F}{qv} \text{ donc } [B] = \frac{[F]}{[qv]} = N \cdot L \cdot T^{-2} \cdot I^{-1} \cdot T^{-1} \cdot L^{-1} \cdot T^1$$

$$\boxed{[B] = N \cdot T^{-2} \cdot I^{-1}}$$

$$\text{rmq: } 1T = 1 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$$

$$3. B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \text{ donc } \mu_0 = \frac{2\pi RB}{I} \text{ donc } [\mu_0] = \frac{[RB]}{[I]} = L \cdot N \cdot T^{-2} \cdot I^{-1} \cdot I^{-1}$$

$$\boxed{[\mu_0] = L \cdot N \cdot T^{-2} \cdot I^{-2}}$$

$$4. \text{ on pose } c^n = \epsilon_0 \mu_0 \text{ sat } L^n \cdot T^{-n} = N^{-1} L^{-3} T^4 I^2 L N T^{-2} I^{-2}$$

$$L^n \cdot T^{-n} = L^{-2} T^2 \text{ donc } \boxed{n = -2}$$

$$\text{sat } \frac{1}{c^2} = \epsilon_0 \mu_0 \text{ d'où}$$

$$\boxed{c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}}$$