

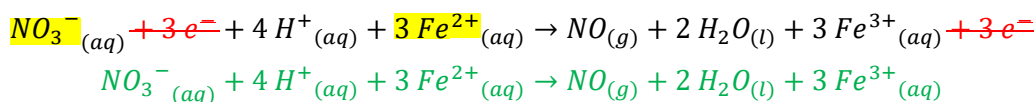
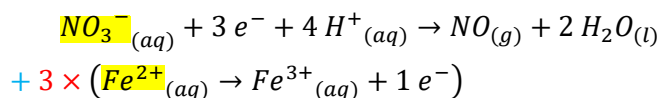
DM – Structure des molécules et réaction chimique – Correction

1. Protocole expérimental et principe de la méthode (9 points)

- 1) Les réactifs sont : NO_3^- (aq) ; Fe^{2+} (aq) et H^+ (aq) (0,25 point)
Les produits sont : NO (g) ; Fe^{3+} (aq) et H_2O (l) (0,25 point)

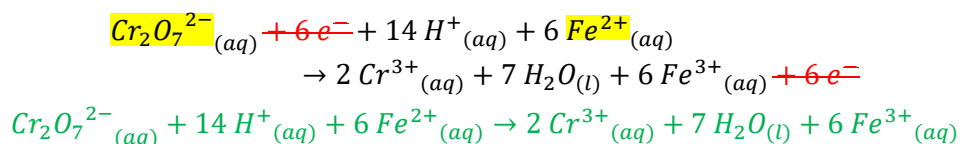
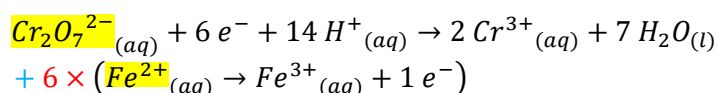
- 2) L'équation de la première réaction est : (2 points)

Couples $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ et NO_3^-/NO , les demi-équations redox sont donc :

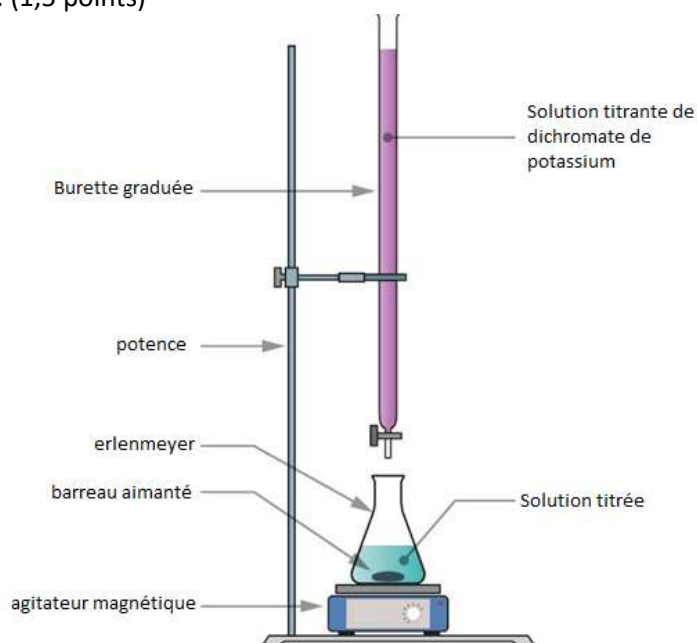


- 3) La solution titrante est la solution de dichromate de potassium (K^+ et $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$). (0,25 point)
4) L'espèce titrante correspond aux ions dichromate ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$). (0,25 point)
5) L'espèce titrée correspond aux ions Fe^{2+} (aq). (0,25 point)
6) Les réactifs sont : $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (aq) ; Fe^{2+} (aq) et H^+ (aq) (0,25 point)
Les produits sont : Cr^{3+} (aq) ; Fe^{3+} (aq) et H_2O (l) (0,25 point)
7) L'équation de la première réaction est : (2 points)

Couples $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ et $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$, les demi-équations redox sont donc :



- 8) Voir schéma : (1,5 points)



- 9) Une réaction de titrage doit être totale, unique et rapide. (0,75 points)

DM – Structure des molécules et réaction chimique – Correction

10) Il n'est pas possible de titrer directement les ions nitrates NO_3^- par les ions Fe^{2+} car cette réaction est lente : « L'ensemble est légèrement chauffé afin d'accélérer la réaction relativement lente entre les ions nitrate NO_3^- de l'engrais, les ions $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ de la solution de sel de Mohr ainsi que les ions $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ provenant de l'ajout d'acide. »

2. Exploitation des résultats

- 1) On a $n_i(\text{Fe}^{2+}) = n_R(\text{Fe}^{2+}) + n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+})$ donc $n_R(\text{Fe}^{2+}) = n_i(\text{Fe}^{2+}) - n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+})$. (0,5 point)
- 2) On a $n_i(\text{Fe}^{2+}) = [\text{Fe}^{2+}] \times V_1 = 0,20 \times 20,0 \times 10^{-3} = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$. (0,5 point)
- 3) On a $n_E(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = V_E \times C_2 = 10,0 \times 10^{-3} \times 1,7 \times 10^{-2} = 1,7 \times 10^{-4} \text{ mol}$. (1 point)
- 4) Voir le tableau suivant : (2 points)

Équation 2	Avancement	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 6 \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 14 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 6 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\ell)$			
État initial	0	$n_E(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$	$n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+})$	excès	X
En cours	x	$n_E(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) - x$	$n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+}) - 6x$	excès	
État final (E)	$x_E = n_E(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+})/6$	$n_E(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) - x_E = 0$	$n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+}) - 6x_E = 0$	excès	

- 5) Ainsi d'après le tableau on a $x_E = n_E(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+})/6$ et donc $n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+}) = 6 n_E(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 6V_E C_2$. (1 point)
- 6) On a : $6V_E C_2 = 6 \times 10,0 \times 10^{-3} \times 1,7 \times 10^{-2} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$. (0,25 point)
- 7) D'après les questions précédentes on a $n_R(\text{Fe}^{2+}) = n_i(\text{Fe}^{2+}) - n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+}) = 4,0 \times 10^{-3} - 1,0 \times 10^{-3} = 3,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$. (0,25 point)
- 8) Voir le tableau ci-dessous : (2 points)

Équation 1	Avancement	$\text{NO}_3^- (\text{aq}) + 3\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + 3\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\ell)$					
État initial	X = 0	$n_i(\text{NO}_3^-)$	$n_i(\text{Fe}^{2+})$	Excès	0	0	Excès
En cours	x	$n_i(\text{NO}_3^-) - x$	$n_i(\text{Fe}^{2+}) - 3x$	Excès	x	3x	Excès
État final (f)	$x_f = n_i(\text{NO}_3^-) = (n_i(\text{Fe}^{2+}) - n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+}))/3$	$n_i(\text{NO}_3^-) - x_f = 0$	$n_i(\text{Fe}^{2+}) - 3x_f = n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+})$	Excès	x_f	$3x_f$	Excès

- 9) On sait que $n_R(\text{Fe}^{2+}) = n_i(\text{Fe}^{2+}) - n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+})$ et que $n_i(\text{Fe}^{2+}) - 3x_f = n_{\text{ex}}(\text{Fe}^{2+})$ par identification il vient $n_R(\text{Fe}^{2+}) = 3x_f$. Ainsi $x_f = n_R(\text{Fe}^{2+})/3 = 3,0 \times 10^{-3}/3 = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$. (1 points)
- 10) Les ions nitrate étant l'espèce limitante dans la **réaction 1**, on peut en déduire que $n_i(\text{NO}_3^-) - x_f = 0$. Ainsi $n_i(\text{NO}_3^-) = x_f = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$. (1 point)
- 11) La quantité de matière précédente ne représente qu'un dixième de la quantité de matière totale de nitrate dans les 25 g d'engrais (25 mL sur les 250 mL), on a donc $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ de nitrate dans les 25 g d'engrais liquide. (0,5 point)
- 12) D'après la relation donnée par l'énoncé on trouve : (1 point)

DM – Structure des molécules et réaction chimique – Correction

$$P_m = \frac{n(\text{NO}_3^-) \cdot M(\text{N})}{\text{masse m d'engrais}} \times 100 = \frac{1,0 \times 10^{-2} \times 14}{2,5} \times 100 = 5,6 \%$$

On obtient le même ordre de grandeur car l'étiquette indique 6% d'azote nitrique. (0,5 point)