

- 1) Deux protons, considérés comme des objets ponctuels, sont placés à la distance  $d = 5 \times 10^{-15}$  m l'un de l'autre.

a. Exprimer et calculer la valeur de la force de gravitation qu'exerce chaque proton sur l'autre.

$$F_{\text{grav}} = \frac{Gmm}{d^2}, \text{ le résultat donne } F_{\text{grav}} = 7,7 \times 10^{-36} \text{ N Et on n'oublie pas l'unité !}$$

b. Même question avec la force électrique.

$$F_{\text{élec}} = \frac{kqq}{d^2} = 9,2 \text{ N}$$

c. Laquelle des deux forces précédemment calculées peut être négligée par rapport à l'autre ?

**C'est la force de gravitation qui est négligeable et c'est en faisant le quotient des deux valeurs précédemment calculées que l'on justifie pleinement la réponse :  $\frac{F_{\text{élec}}}{F_{\text{grav}}} = \text{environ } 10^{36}$ ,  $F_{\text{élec}}$  est environ  $10^{36}$  fois plus forte que  $F_{\text{grav}}$ .**

d. On constate que les deux protons se collent en fait l'un à l'autre. Expliquer.

**On ne peut pas l'expliquer avec les deux forces précédentes, vu que celle qui domine est répulsive (entre deux protons portant des charges égales et de même signe). Il y a donc une force attractive à cette distance : l'interaction forte.**

e. Aurait-on observé le même phénomène attractif si les deux protons s'étaient trouvés initialement à la distance  $d' = 1 \times 10^{-10}$  m l'un de l'autre ?

**Non, parce que l'interaction forte est à très courte portée, elle devient quasiment nulle au-delà de  $10^{-14}$  m.**

f. Représenter (schéma) le vecteur caractérisant le champ électrique créé par un proton en un point M situé à 0,5 cm de celui-ci (échelle : 1 cm pour  $2 \times 10^{-5}$  V.m<sup>-1</sup>)

**La valeur du champ sera :  $E = \frac{kq}{d^2}$  avec  $d = 0,5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$  et  $q = +e$ . On calcule  $E = 5,76 \times 10^5 \text{ V.m}^{-1}$ .**

**D'après l'échelle choisie, nous tracerons un vecteur de longueur 2,9 cm :**



#### Données :

- Constante de la gravitation universelle  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  S.I.
- constante  $k$  présente dans l'expression de la valeur de la force électrique  $k = 9 \times 10^9$  S.I.
- masse du proton :  $m = 1,7 \times 10^{-27}$  kg
- charge électrique du proton :  $q = +e = 1,6 \times 10^{-19}$  C

#### 2) Echauffement « rédox »

a. Donner les définitions des termes suivants : « oxydant », « réducteur », « oxydation », « réduction ».

**Oxydant : espèce chimique accepteuse d'électrons ; réducteur : espèce chimique donneuse d'électrons.**

**Oxydation : processus chimique correspondant à une perte d'électrons ; réduction : processus chimique correspondant à un gain d'électrons**

**Rappel de la recette pour obtenir sans se tromper ni perdre de temps une équation de réaction d'oxydation correctement équilibrée :**

**Nous commençons par écrire chaque demi-équation :**

- *L'élément dont le caractère (oxydant, réducteur) est modifié est au préalable équilibré (par exemple pour passer de  $\text{Cl}^-$  à  $\text{Cl}_2$ , nous plaçons un nombre 2 devant  $\text{Cl}^-$ ).*
- *L'élément oxygène est équilibré avec des molécules d' $\text{H}_2\text{O}$  ;*
- *L'élément hydrogène est équilibré avec des ions  $\text{H}^+$  ;*
- *Les charges électriques sont équilibrées avec des électrons.*

b. Ecrire la demi-équation de réduction de l'ion dichromate  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  en ion chrome (III)  $\text{Cr}^{3+}$ .



c. Ecrire la demi-équation d'oxydation de l'eau en dioxygène.

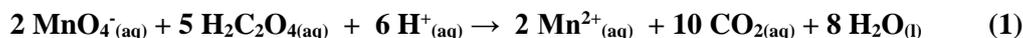


d. Ecrire la demi équation de réduction du dichlore en ion chlorure.



3) De l'acide oxalique  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  est oxydé en dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$  par des ions permanganate  $\text{MnO}_4^-$  qui, de leur côté, sont réduits en ion manganèse (II)  $\text{Mn}^{2+}$ .

L'équation de la réaction est donnée :

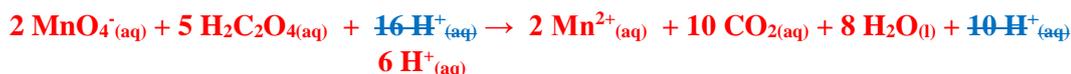


a. En écrivant les demi-équations correspondantes et en les associant judicieusement, expliquer comment on peut obtenir l'équation de la réaction (1).

**Les demi-équations sont :**



**On multiplie les coefficients par les valeurs indiquées de manière à équilibrer le bilan électronique : il faut qu'il y ait autant d'électrons fixés par la réduction du permanganate que d'électrons libérés par l'acide oxalique, ici  $5 \times 2$  ou  $2 \times 5$  soit 10 électrons. Ces électrons n'apparaîtront donc pas dans l'équation de réaction. De même certaines espèces qui peuvent se retrouver des deux côtés de l'équation lorsque l'on réunit les deux demi-équations doivent voir leur quantité ajustée, elles ne doivent apparaître que d'un côté :**



Parmi les espèces intervenant dans la transformation chimique, seul l'ion permanganate  $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$  est coloré (il est rose). Dans un erlenmeyer de 250 mL, on mélange  $V_1 = 50,0$  mL d'une solution de permanganate de potassium ( $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{MnO}_4^-(\text{aq})$ ) de concentration  $c_1 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  et 0,9 g d'acide oxalique (poudre blanche très soluble dans l'eau). L'ensemble est installé et sécurisé sur un agitateur magnétique. Au bout de 20 minutes, le contenu de l'erlenmeyer est parfaitement limpide et incolore.

b. Réaliser un schéma annoté du montage.

**Description : un erlenmeyer tenu avec une pince au niveau du col (« sécurisé »), un agitateur magnétique. Le contenu de l'erlenmeyer doit être présenté (nature et volume des solutions mélangées). Un barreau aimanté est représenté dans l'erlenmeyer.**

c. Que vaut la concentration en acide oxalique dans l'erlenmeyer à l'issue des 20 minutes d'agitation du mélange ? (on considèrera que le volume de solution est resté égal à 50 mL)

**Il faut bien entendu considérer la réaction (1) et la travailler, par exemple à l'aide d'un tableau d'avancement :**

	$2 \text{MnO}_4^-(\text{aq})$	+	$5 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq})$	+	$6 \text{H}^+(\text{aq})$	$\rightarrow$	$2 \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$	+	$10 \text{CO}_2(\text{aq})$	+	$8 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
<b>Etat initial :</b>	$n_1$		$n_2$		excès		0		0		solvant
<b>Etat en cours</b>	$n_1 - 2x$		$n_2 - 5x$		excès		$2x$		$10x$		solvant
<b>Etat final</b>	0		$n_2 - 5x_{\text{max}}$		etc.						

**Pourquoi 0 mol de permanganate dans l'état final ? parce que la solution est décolorée, tout le permanganate a été consommé, il s'agit donc du réactif limitant et nous écrivons :**

$$n_1 - 2x_{\text{max}} = 0, \text{ soit } x_{\text{max}} = \frac{n_1}{2} = \frac{c_1 V_1}{2} = 5 \times 10^{-5} \text{ mol.}$$

$$\text{La quantité d'acide oxalique apporté est } n_2 = \frac{m}{M} = \frac{0,9}{90} = 1 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

**Dans l'état final il nous reste  $n_2 - 5x_{\text{max}} = 1 \times 10^{-2} - 2,5 \times 10^{-4} = 9,75 \times 10^{-3} \text{ mol}$ , dans un volume toujours égal à**

$$\text{50 mL (0.05 L), ce qui donne une concentration } c_{\text{finale}} = \frac{9,75 \times 10^{-3}}{0,05} = 0,195 \text{ mol.L}^{-1}$$

d. La solution de permanganate de potassium a été préparée en dissolvant 0,63 g de  $\text{KMnO}_4(\text{s})$  dans de l'eau déminéralisée de manière à obtenir 2,0 L de solution.

i. Ecrire l'équation de dissolution de  $\text{KMnO}_4(\text{s})$  dans l'eau.



ii. Vérifier que les ions permanganate sont bien à la concentration  $c_1$  dans cette solution.

**0,63 g de  $\text{KMnO}_4$  correspondent à  $n = 0,63/M_{\text{KMnO}_4} = 0,63 / 158 = 4,0 \text{ mol}$ .**

**Ces 4 mol ont été apportées pour obtenir 2 L de solution. Cela nous donne une concentration :**

$$c = \frac{n}{V} = \frac{4,0}{2,0} = 2,0 \text{ mol.L}^{-1}$$

iii. Avec quelle verrerie a-t-on réalisé le prélèvement du volume  $V_1 = 50,0 \text{ mL}$  de solution ? (nom + schéma)

**Il s'agit d'un prélèvement précis, on choisit donc de la verrerie précise. Pour ce volume (50,0 mL), il récipient le mieux adapté est la fiole jaugée.**

*Masses molaires atomiques en  $\text{g.mol}^{-1}$  : C : 12 ; H : 1 ; O : 16 ; K : 39 ; Mn : 55*