

Exercice : La Schtroumpfette

Pour semer la zizanie dans le village des Schtroumpfs et assouvir sa vengeance, Gargamel décide de créer la Schtroumpfette en suivant la recette magique du fameux grimoire des éditions Belzébuth : *Magicae Formulae*.

Mais il manque un ingrédient : Les Schtroumpfs sont bleus... La Schtroumpfette doit donc être elle aussi bleue !

Gargamel décide d'utiliser d'une solution de bleu Schtroumpf (appelé de nos jours du bleu de Prusse).



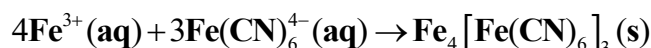
Partie 1 : Synthèse du bleu Schtroumpf

Pour synthétiser le pigment bleu Schtroumpf, Gargamel mélange un volume $V_1 = 20,0$ mL de solution de sulfate de fer (III) de concentration en ions Fe^{3+} $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-1}$ mol.L⁻¹ et un volume $V_2 = 30,0$ mL de solution d'hexacyanoferrate(II) de potassium de concentration en ions cyanoferrate(II) $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-1}$ mol.L⁻¹.

1. On peut représenter, dans un premier temps, la transformation chimique de la manière suivante:



- 1.1. Comment appelle-t-on les ions sulfate (SO_4^{2-}) et les ions potassium (K^+) ?
 - 1.2. Vérifier que les quantités de matière initiales des réactifs introduits sont égales à $2,00 \cdot 10^{-3}$ mol pour les ions fer (III) Fe^{3+} et à $3,00 \cdot 10^{-3}$ mol pour les ions cyanoferrate(II) $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$.
 - 1.3. A quelle condition la transformation chimique va-t-elle s'arrêter ?
2. L'équation de la réaction chimique étudiée est :



Quelle(s) loi(s) applique-t-on pour équilibrer cette équation ? Vérifier cela en prenant l'exemple de l'élément fer.

3. Gargamel veut déterminer les quantités de matière des espèces chimiques présentes à l'état final.
 - 3.1. Etablir le tableau d'avancement de la réaction.
 - 3.2. Quel est le réactif limitant.
 - 3.3. En déduire l'avancement maximal de la réaction chimique.
 - 3.4. Déterminer les quantités de matières des espèces présentes dans l'état final.
4. Quelle est la masse de bleu de Schtroumpfs obtenu ?

Partie 2 : Détermination de la concentration en bleu schtroumpf d'un schtroumpf

Il ne reste plus qu'à trouver la bonne teinte en bleu de Prusse à donner à la Schtroumpfette.

Comme tout chimiste qui se respecte, Gargamel sait que la teinte dépend de la concentration de l'espèce colorante en solution. Il se rappelle qu'en cours de première il avait déterminé la concentration inconnue d'un soluté en solution en mesurant l'absorbance A (c'est une grandeur qui mesure la capacité d'une solution colorée à absorber la lumière) de la solution et en la comparant à l'absorbance d'une échelle de teinte.

Ça tombe bien car il lui reste encore un échantillon de solution schtroumpf obtenu lors de son dernier méfait.

Pour son échelle de teinte, Gargamel dispose d'une solution mère de bleu de Prusse de concentration molaire $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-5}$ mol.L⁻¹. Il prépare 5 solutions fille diluées numérotées de 0 à 5 de volume total 10 mL dans des tubes à essai. Pour chacune des solutions fille obtenues il mesure l'absorbance.

Il reporte ses résultats dans un tableau récapitulatifs ci-dessous :

solutions	0	1	2	3	4	5
Concentration C (mol.L ⁻¹)	$1,0 \times 10^{-5}$	$8,0 \times 10^{-6}$	$6,0 \times 10^{-6}$	$4,0 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-6}$	0
Absorbance A	0,633	0,500	0,368	0,262	0,126	0,0

Enfin il mesure l'absorbance de la solution schtroumpf et trouve $A_{Sch} = 0.29$.

1. Donnez le protocole expérimental pour préparer la solution n° 3.
2. Tracer la courbe $A = f(C)$ sur la feuille de papier millimétré donnée en annexe.
3. A l'aide de la courbe d'étalonnage précédente, déterminer la concentration de la solution de schtroumpf.
4. Quelle masse de bleu de Prusse doit utiliser Gargamel pour préparer un volume $V = 100$ mL de solution schtroumpf ?

Données :

Masse molaire du bleu Schtroumpf $M(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) = 858,6 \text{ g.mol}^{-1}$

Spectre d'absorbance d'une solution aqueuse de bleu de Prusse :

