

T.P.C5 : Dosage du cuivre dans un alliage

Objectifs : Réaliser et exploiter une courbe d'étalonnage pour faire un dosage.

Toutes les pièces de centimes CFA contiennent du cuivre dans des proportions différentes : on indique leur composition par le "**titre**" (masse en g de cuivre pour 100 g d'échantillon).

Nous disposons d'une pièce de 5 centimes CFA dont on désire déterminer le titre.

Pour ce faire, on fait d'abord « passer » le métal cuivre à l'état d'ions cuivre II Cu^{2+} (aq), par réaction d'oxydoréduction avec une solution d'acide nitrique, puis on détermine la concentration molaire de la solution par dosage par étalonnage.

I.- Préparation de la solution à doser

E.1. : Sur une balance au centigramme, on pèse la pièce de monnaie. On note la masse m exacte : $m = \dots \dots \text{g}$

E.2. : Cet échantillon est ensuite placé **sous la hotte** dans un erlenmeyer contenant 10 mL de solution d'acide nitrique concentrée (acide nitrique à 60 %).

Attention à la manipulation de l'acide : le port de la blouse, de lunettes de protection et de gants est obligatoire

Q.3. : Observer la coloration que prend la solution ainsi que la couleur du gaz qui se dégage (dioxyde d'azote). Noter les observations. La réaction se poursuit sous la hotte jusqu'à disparition complète du solide (environ 30 minutes).

E.4. : Lorsque la réaction est terminée, on verse la solution obtenue dans une fiole jaugée de 500 mL partiellement remplie d'eau distillée, et complétée jusqu'au trait de jauge. On obtient une solution S.

Q.5. : La réaction qui a lieu est une réaction d'oxydoréduction entre le cuivre métal et les ions nitrate NO_3^- (aq) en milieu acide. Etablir l'équation de la réaction, sachant que les couples mis en jeu sont : Cu^{2+} (aq) / Cu (s) et NO_3^- (aq) / NO (g).

Q.6. : En déduire la relation entre la masse de cuivre métal présent dans le fil de laiton et la concentration molaire volumique en ions cuivre II Cu^{2+} (aq) de la solution S.

Q.7. : Le gaz roux observé est en fait du dioxyde d'azote NO_2 (g). Comment expliquer la couleur du dégagement gazeux observé. Ecrire l'équation de la réaction qui a lieu.

II.- Dosage par étalonnage

C.8. : Les solutions aqueuses contenant des ions cuivre Cu^{2+} (aq) sont colorées. On peut donc déterminer par mesure d'absorbance la concentration en ion cuivre. Pour cela, on construit dans un premier temps **une courbe d'étalonnage**, en mesurant à **une longueur d'onde bien choisie** l'absorbance de solutions étalon, de concentrations connues avec précision composant une **échelle de teinte**.

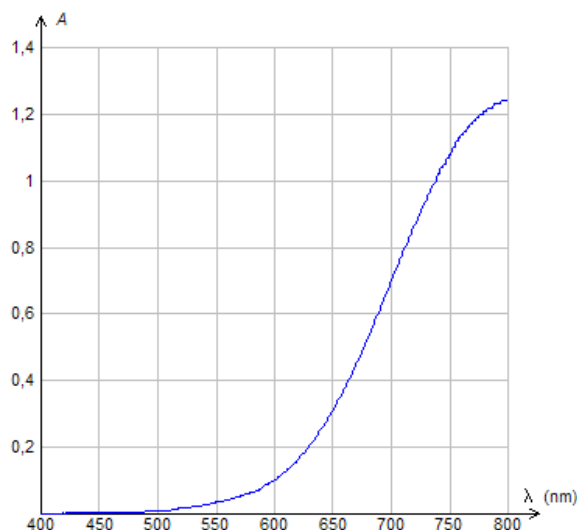
La mesure de l'absorbance de la solution S permet alors de déduire sa concentration en ions cuivre.

1) Choix de la longueur d'onde d'étude

Ci-contre le spectre d'absorption d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre de concentration molaire en CuSO_4 (s) $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Q.9. : Le spectre de bandes d'absorption ci-contre est-il en accord avec la coloration de la solution ? Expliquer.

Q.10. : D'après le spectre d'absorption, à quelle longueur d'onde doit-on travailler ? Justifier votre réponse. Comment appelle-t-on cette longueur d'onde ?



2) Réalisation des solutions étalon

E.11. : A partir de la solution-mère de concentration molaire en sulfate de cuivre CuSO_4 (s) apportée $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, préparer 50,0 mL de chacune des solutions « filles » figurant dans le tableau ci-dessous (chaque groupe préparera une des solutions). On dispose de fioles jaugées de 50,0 mL, et de pipettes jaugées de 5, 10 et 20 mL, ainsi que de béchers.

S_i	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
C_i ($\times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$)	1	2	3	4	5	6	8
Facteur de dilution f							
V_0 : volume de solution mère à prélever (en mL)							
Absorbance							

Q.12. : Donner le volume de la solution-mère à prélever pour la solution fille que vous avez à préparer en la justifiant.

Q.13. : Donner le mode opératoire pour la préparation de cette solution avec des schémas.

Q.14. : Regrouper les solutions dans des tubes à essais devant. Evaluer la concentration de la solution S par un encadrement. Quel est l'intérêt de l'utilisation du spectrophotomètre par rapport à l'œil ?

3) Mesure de l'absorbance et tracé de la courbe d'étalonnage

E.15. : Sélectionner la longueur d'onde d'étude choisie et faire le "blanc" (absorbance nulle).

E.16. : Chaque groupe mesure l'absorbance de la solution qu'il a préparée (il est inutile de refaire le « blanc » pour les différentes mesures car la longueur d'onde ne change pas). Consigner les valeurs d'absorbance mesurées dans le tableau ci-dessus. Les résultats sont repris par l'ensemble des groupes.

E.17. : Tracer sur papier millimétré ou sur **REGRESSI** la courbe d'étalonnage $A = f(C_i)$.

Q.18. : La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée ? Justifier.

Q.19. : Quel est l'intérêt de faire un blanc ?

4) Dosage de la solution préparée à partir de l'échantillon de laiton

E.20. : Sans refaire le « blanc », on mesure l'absorbance de la solution S, à la même longueur d'onde que précédemment :

$$A = \dots\dots\dots$$

Q.21. : A l'aide de la courbe d'étalonnage, déterminer la concentration molaire en ions cuivre II Cu^{2+} (aq) de la solution S.

Q.22. : En déduire la masse de cuivre dans l'échantillon de laiton pesé. (masse molaire atomique du cuivre : $63,5 \text{ g.mol}^{-1}$).

Q.23. : A l'aide de la masse m de cet échantillon, calculer le titre du laiton, exprimé en %.