

Détermination du pourcentage massique de cuivre dans une pièce de monnaie de 10 centimes : étude de la réaction de l'acide nitrique sur le cuivre (TP)

Source partielle:

http://www.physagreg.fr/Cours1ere/Chimie/TP/Chimie-TP3-echelle_de_teinte-prof.pdf

1-Objectifs:

- Se servir de l'échelle des potentiels redox pour savoir si une réaction est possible.
- Lire un protocole expérimental et le comprendre.
- Observer les résultats d'expérience sur des photographies.
- Ecrire l'équation d'une réaction d'oxydoréduction.
- Calculer une masse molaire moléculaire et des concentrations de solutions diluées.
- Calculer un pourcentage massique...
- .-Découvrir le nom du matériel de verrerie utilisé en chimie.

2-Attaque de la pièce de monnaie par l'acide nitrique:

Protocole expérimental à suivre:

Expérience collective à réaliser de préférence par le professeur.

Déposer une pièce de monnaie de masse $m=3,0g$ dans le fond d'un erlenmeyer de 250mL.(fig1)

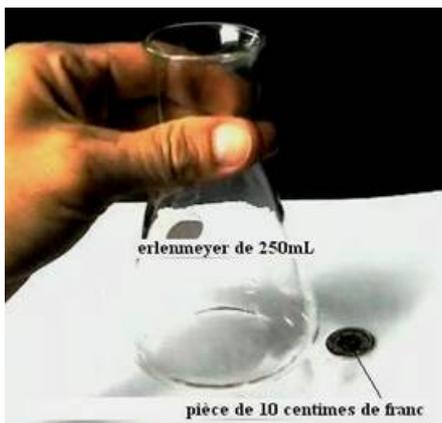


fig 1

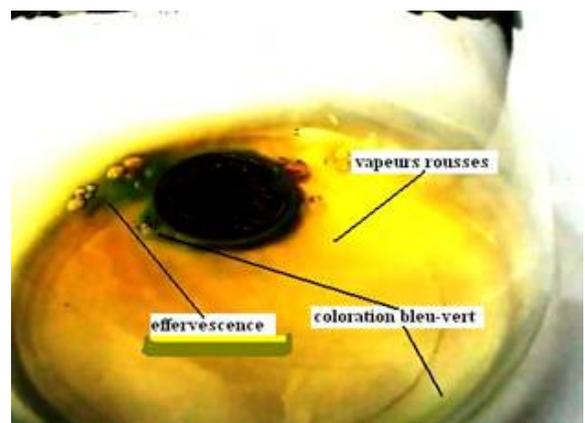


fig2

Sous la hotte, introduire doucement de l'acide nitrique concentré (incolore) dans le récipient pour immerger la pièce de monnaie. Une vive effervescence se produit autour de celle-ci (fig2).

Des vapeurs rouges se forment (fig3).

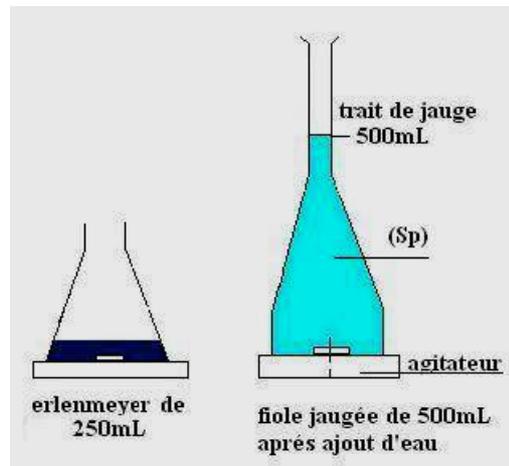


L'ajout d'eau dans la solution montre la coloration bleu-vert de la solution (fig 4).



Le gaz formé est du monoxyde d'azote NO incolore. Ce dernier s'oxyde rapidement au contact de l'air pour donner du dioxyde d'azote NO_2 (vapeurs rouges). Lorsque la réaction est terminée, verser le contenu de l'erlenmeyer dans une fiole jaugée. Agiter. Compléter avec de l'eau jusqu'au trait de jauge (fig 5).

Nous désignons par (Sp) cette solution (elle contient la totalité de l'élément cuivre initialement présent dans la pièce de monnaie)



(fig 5)

Questionnaire n°1:



2-1-Justifier l'emploi de l'acide nitrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$) pour attaquer le cuivre plutôt que l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$)

2-2-Identifier l'espèce chimique formée dans la solution après la réaction.

2-3-Ecrire les demi-équations électroniques de chaque couple et l'équation bilan.

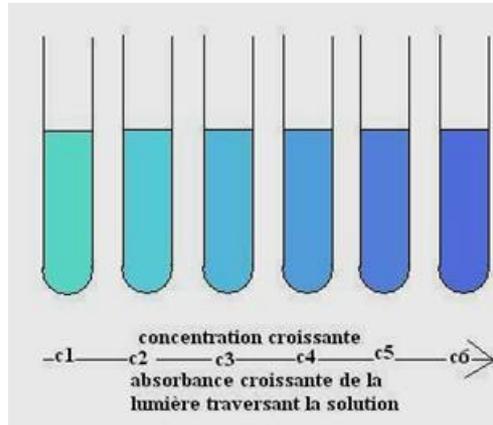
2-4-Pourquoi faut-il rincer l'erlenmeyer et verser l'eau de rinçage dans la fiole? On donne les potentiels normaux des 3 couples suivants:

NO_3^- (aq)	NO (g)	0,96
Cu^{2+} (aq)	Cu (s)	0,34
H_3O^+ (aq)	H_2 (g)	0,0

III- Réalisation d'une «échelle de teinte» par dilution d'une solution mère de sulfate de cuivre (So):

3-1-Qu'est-ce qu'une échelle de teinte?:

Réaliser une échelle de teinte consiste à préparer à partir d'une solution mère, une série de solutions S_1, S_2, \dots de concentrations différentes et connues c_1, c_2, \dots . Chaque solution prend une teinte plus ou moins foncée suivant l'absorbance(*) de la solution. Pour déterminer la concentration d'une solution inconnue il suffit d'estimer à l'œil la solution qui a la couleur la plus proche de celle-ci. C'est une méthode approchée. (Une méthode plus précise consisterait à mesurer l'absorbance de la solution inconnue: celle-ci nécessite l'utilisation d'un spectrophotomètre).



Exemple d'échelle de teinte: (*) l'absorbance d'une radiation de longueur d'onde donnée est proportionnelle à l'épaisseur traversée et à la concentration de la solution.

3-2 Préparation de la solution mère (S_0):

Chaque groupe d'élèves doit suivre le protocole suivant pour la préparer:

- Peser 7,5g de sulfate de cuivre pentahydraté (le soluté de formule: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).
- Verser les cristaux dans une fiole de 100mL.
- Ajouter un peu d'eau et agiter jusqu'à obtenir la dissolution complète des cristaux.
- Compléter jusqu'au trait de jauge, boucher et agiter.

Questionnaire n° 2:

3-2 1-Ecrire l'équation de la réaction de dissolution du soluté dans l'eau (celle-ci étant totale).

3-2-2-Calculer la masse molaire moléculaire du sulfate de cuivre pentahydraté:

On donne $M_{\text{Cu}}=63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{O}}=16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, $M_{\text{S}}=32\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{H}}=1,0\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

3-2-3- En déduire la concentration C_0 de la solution mère en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

3-3 Préparation des solutions «filles»:

Protocole à suivre:

- Préparer successivement 4 solutions diluées n°1, n°2, n°3 et n°4 en prélevant un volume $V_{m1}, V_{m2}, V_{m3}, V_{m4}$ de la solution mère.

- Verser chaque prélèvement de volume V_m dans une fiole jaugée de 10,0mL. Compléter avec de l'eau jusqu'au trait et agiter
- Verser un peu de chaque solution dans des tubes essais.

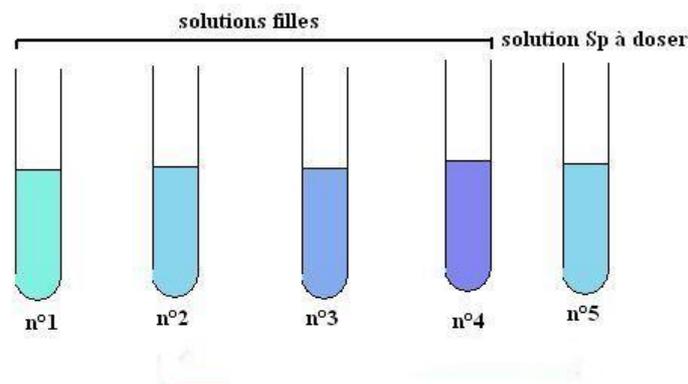
Questionnaire n°3:

Calculer les concentrations $[Cu^{2+}]_{aq}$ dans chaque solution n°1, n°2, n°3 et n°4, sachant que les volumes prélevés sont respectivement: $V_{m1}= 1,0mL$; $V_{m2}=3,0mL$; $V_{m3}=6,0mL$; $V_{m4}=9,0mL$.

Présenter les résultats dans un tableau.

3-4 Détermination de la concentration de la solution Sp :

Verser un peu de la solution (Sp) dans un 5^{ème} tube à essai, comparer sa couleur à celle des 4 tubes de l'échelle (voir fig ci-dessous).



Questionnaire n°4:

- Que vaut la concentration de la solution Sp?
- En déduire la quantité n_p d'ions cuivre (II) dans la solution (Sp)?.
- Sachant que l'acide nitrique transforme tous les atomes de cuivre de la pièce de monnaie en ion cuivre (II), déterminer la masse de cuivre m_p contenue dans la pièce
- Quel est le pourcentage massique en cuivre de la pièce.?

Comparer la valeur trouvée avec la valeur théorique 92%.