

Résolution de problème à caractère expérimental

Thème : Les matériaux

Domaine d'étude **Le cycle de Vie**

Mots clés :

Elaboration et recyclage

Lien avec le programme spécifique

Agir : défis du XXIème siècle

Contrôle de la qualité par dosage

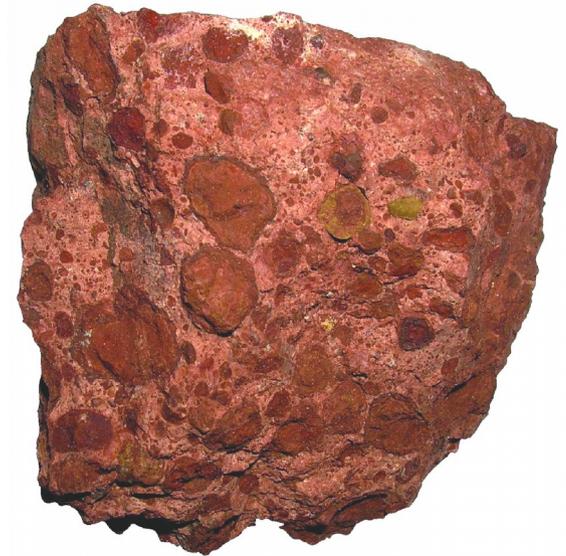
Dosage par titrage direct

- Repérage de l'équivalence par utilisation d'un indicateur coloré
- Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage par le suivi d'une grandeur physique et par visualisation d'un changement de couleur.

Extraction de la Bauxite

- **Problématique** :

Pour une heure de traitement de bauxite en continu, quelle masse d'hydroxyde de sodium solide faut-il introduire dans le réacteur afin de maintenir la concentration de la soude constante ?

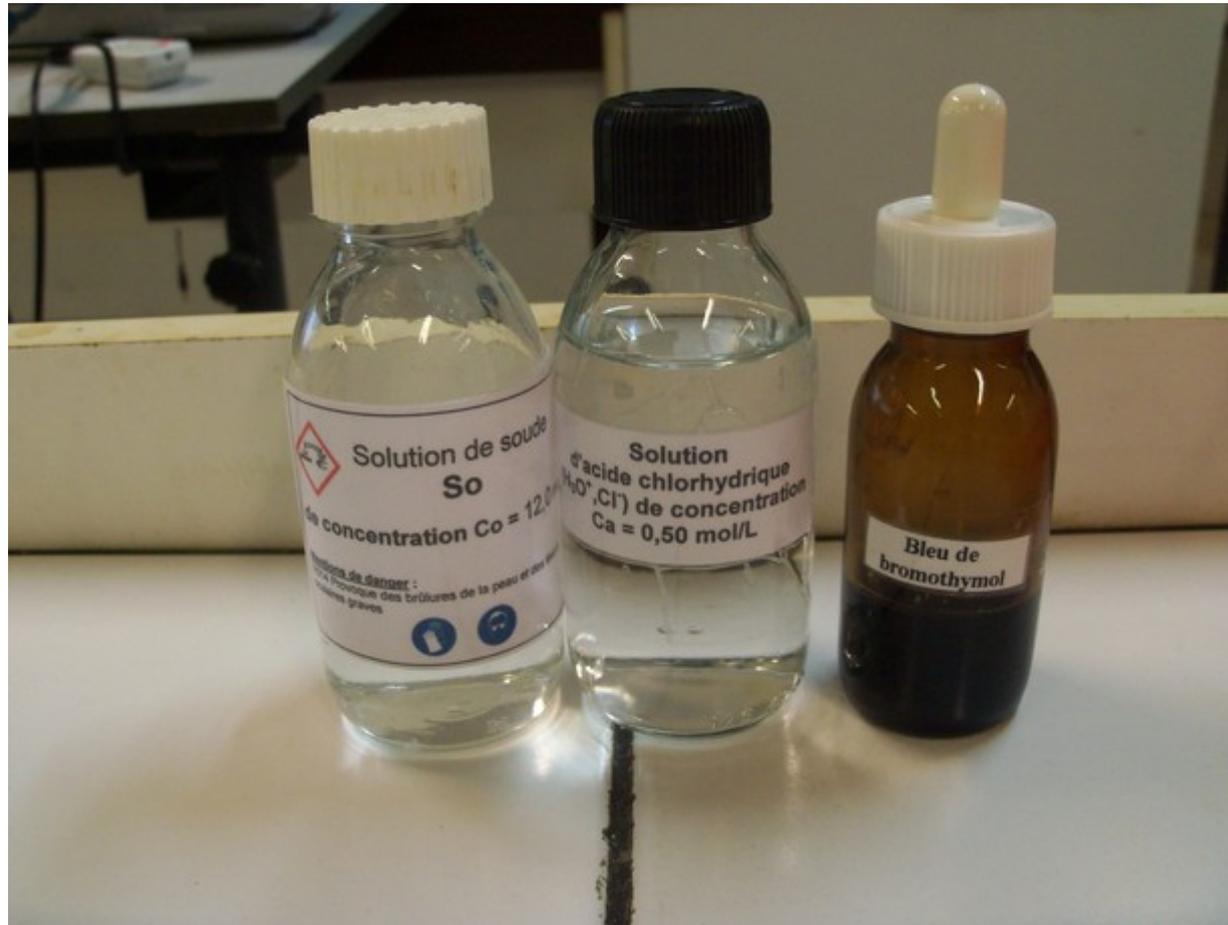


Le matériel nécessaire :



- 4 béchers de 100 mL
- Pipettes jaugées de 5,0 mL ,10,0 mL , 20,0 mL
- Fioles jaugées de 50,0 mL , 100,0 mL et 200,0 mL .
- Eprouvette graduée de 25 mL
- Poire à pipeter
- Un agitateur magnétique et son turbulent
- Une burette graduée de 25,0 mL
- Un verre à pied
- Une pissette d'eau distillée
- Gants et lunettes

Les produits nécessaires :



- Un flacon de 100 mL contenant la solution S_0 de soude de concentration inconnue C_0 ($C_0 = 12 \text{ mol/L}$) :
 - prévoir une réserve conséquente de soude en pastilles, car cela nécessite 48g de soude par poste élève soit 480g pour 10 postes. Et on va ajouter 0,5g à la masse totale, soit 1 %, pour tenir compte du caractère hygroscopique de la soude. Coût total pour 485g = 6€
- Un flacon de 100 mL contenant une solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+, \text{Cl}^-$) de concentration $C_a = 0,50 \text{ mol/L}$. Coût = quelques centimes d'euro.
- Un flacon compte-gouttes contenant du Bleu de Bromothymol (BBT)
(Préparation : 0,2g dans 250mL d'eau chaude du robinet, puis compléter à 1L avec de l'eau distillée).

1^{ère} question préliminaire :

Proposer un protocole, avec le matériel à disposition, afin de diluer par 20 la solution S_0 de soude nécessaire au traitement de la bauxite.



2^{ème} question préliminaire :

Pratiquer une démarche expérimentale afin de déterminer la concentration molaire C de la solution de soude diluée et d'en déduire la concentration molaire C_0 de la solution de soude S_0 .

Préparation de la prise d'essai de 10,0 mL pour le dosage colorimétrique



Réalisation du dosage colorimétrique avec 10 gouttes de BBT



VIDEO

Visualisant la zone de virage
qui permet d'obtenir le
volume équivalent du
dosage.

Détermination de la concentration molaire C_0

Le volume équivalent est $V_E = 11,8 \text{ mL}$.

$V_B = 10,0 \text{ mL}$ le volume de la prise d'essai de la solution de soude diluée.

L'équation support de titrage est $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques ainsi

$$n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{équivalence}} = n(\text{HO}^-)_{\text{sol.diluée}}$$

$$C_a \cdot V_E = C \cdot V_B$$

La solution de soude utilisée dans le procédé est 20 fois plus concentrée,

elle a pour concentration $C_0 = 20 \cdot C$

$$C_0 = 20 \times (0,50 \times 11,8 / 10) = 11,8 \text{ mol.L}^{-1} = \mathbf{12 \text{ mol.L}^{-1}}$$

Problème

Pour une heure de traitement de bauxite en continu, quelle masse d'hydroxyde de sodium solide faut-il introduire dans le réacteur afin de maintenir la concentration de la soude constante ?

Les besoins en soude solide correspondent :

- à la soude nécessaire à la réaction ;

- à la soude perdue lors du procédé notamment dans les boues (estimées à 2,5 % de la masse de soude utilisée pour le traitement de la bauxite).

1) Soude nécessaire à la réaction

En 1 heure , il y a 10 kg de bauxite de consommé dont 50% d'alumine Al_2O_3 :

$$\text{soit } m(Al_2O_3) = 5,0 \text{ kg} \quad \text{et} \quad n(Al_2O_3) = 5,0 \cdot 10^3 / 102 = 49 \text{ mol}$$

L'équation de réaction entre l'alumine et la soude nous indique :

une mole d'alumine réagit avec 2 moles d'ions hydroxyde

$$\text{alors } n(HO^-) = 2 \times n(Al_2O_3) = 98 \text{ mol}$$

$$\text{soit } m(NaOH) = 98 \times 40 = 3920 \text{ g} = 3,9 \text{ kg}$$

2) Soude perdue lors du procédé

En une heure, on introduit 338 L de soude liquide de concentration $C_0 = 12 \text{ mol/L}$.

$$\text{Soit } n(\text{NaOH}) = 4056 \text{ mol} = 4,1 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

$$\text{Et } m(\text{NaOH}) = 4056 \times 40 = 162240 \text{ g} = 1,6 \cdot 10^5 \text{ g}$$

On sait que 2,5% de cette masse introduite est perdue

$$\text{soit } m(\text{soude perdue}) = 4,1 \text{ kg}$$

Conclusion

La masse de soude nécessaire est égale à $3,9 + 4,1 = 8,0 \text{ kg}$

Toutes les heures, il faut injecter 8,0 kg de soude en plus des 154 kg recyclés afin de maintenir la concentration totale de soude constante

Regard critique :

La masse de soude totale utilisée est de 162 kg ce qui est largement supérieure à celle nécessaire à la réaction : **3,9 kg**.

Cela est en accord avec la phrase « Un très large excès de solution de soude dans le réacteur permet de rendre cette réaction quasi-totale. ».

Il demeure indispensable d'en recycler une grande partie.