

# 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<sup>ère</sup> 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.

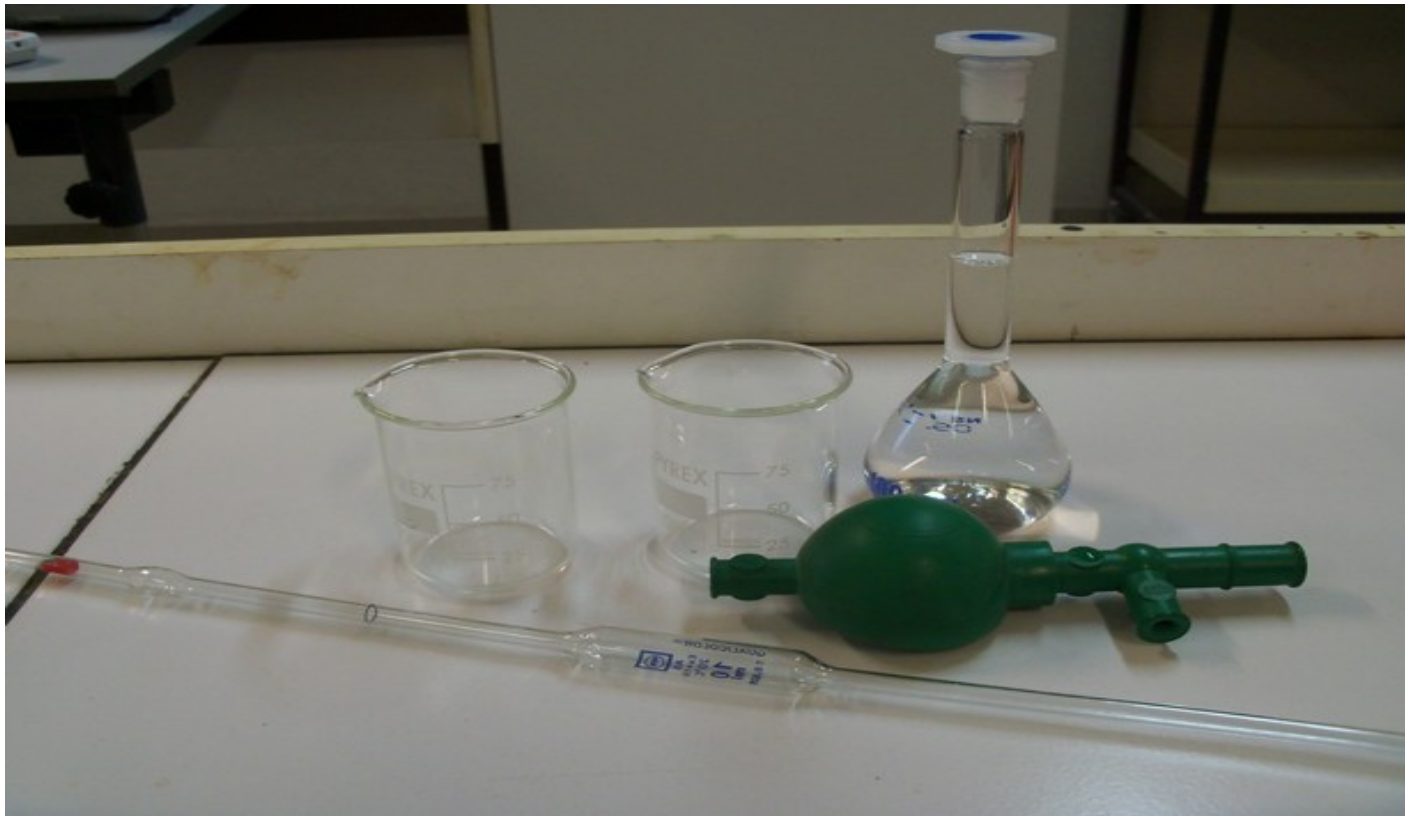




## 2<sup>ème</sup> question préliminaire :

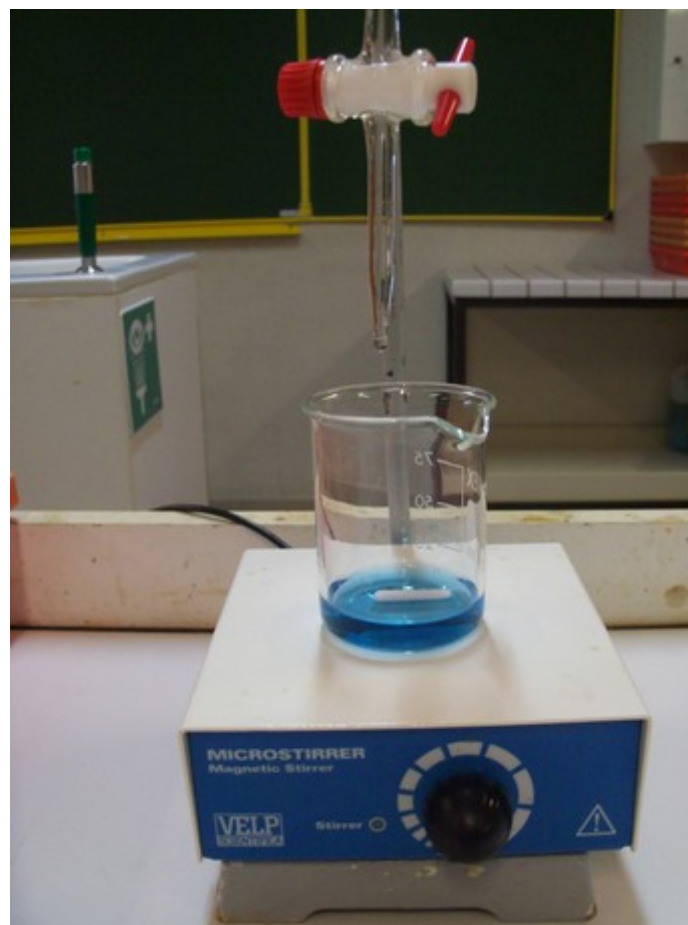
Pratiquer une démarche expérimentale afin de déterminer la concentration molaire  $C$  de la solution de soude diluée et d'en déduire la concentration molaire  $C_0$  de la solution de soude  $S_0$ .

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  $\text{Al}_2\text{O}_3$  :

$$\text{soit } m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 5,0 \text{ kg} \quad \text{et} \quad n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 5,0 \cdot 10^3 / 102 = 49 \text{ mol}$$

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

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

$$\text{alors } n(\text{HO}^-) = 2 \times n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 98 \text{ mol}$$

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

## 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.