

TP2 : L'acide phosphorique en solution aqueuse

L'acide phosphorique H_3PO_4 est principalement destiné à la fabrication d'engrais phosphatés, engrais le plus souvent employés, en association avec l'élément azote. En 2022, la capacité mondiale de production est de 220 millions de t, la Chine étant le premier producteur.

L'acide phosphorique est préparé à partir de phosphates naturels, par attaque à l'acide sulfurique.

Dans l'Union européenne, la seule mine de phosphates en activité, exploitée par [Yara](#), est située en Finlande, à Siilinjärvi. Sa production, en 2020, a été de 995 000 t.

Les objectifs de ce TP sont d'illustrer

- la méthode de synthèse industrielle de l'acide phosphorique
- les titrages acido-basiques en solution aqueuse

1^{ère} partie : obtention de l'acide phosphorique

Conformément à la synthèse industrielle, l'acide phosphorique est préparé par action de l'acide sulfurique sur du phosphate de calcium contenu dans les minerais.

Le mode opératoire à mettre en œuvre est le suivant :

Introduire dans un bécher de 250 mL, 75 mL de la solution d'acide sulfurique de concentration $C = 0,5 \text{ molL}^{-1}$. Ajouter progressivement sous agitation 3,90 g de phosphate tricalcique. Après une quinzaine de minutes d'agitation, filtrer, laver le solide à l'eau distillée et **recupérer le filtrat**. Le solide s'identifie à du phosphogypse (sulfate de calcium di hydraté) ; le sécher à l'étuve à 50°C pendant 30 minutes. Peser après séchage.

Q1. Ecrire l'équation -bilan de la réaction modélisant la transformation chimique réalisée.

Q2. Quel est le rôle du lavage à l'eau distillée ?

Q3. A partir de la masse de phosphogypse sec, évaluer le rendement en acide phosphorique et l'utiliser pour évaluer la masse de minerai (phosphate tricalcique) nécessaire à la production d'une tonne d'acide phosphorique.

La suite a pour but de déterminer une deuxième estimation de ce rendement en procédant à un titrage acido-basique du filtrat.

2^{ème} partie : Titrage acido-basique du filtrat

Q4 . Rappeler la chaîne de mesure d'un pH . Indiquer comment étalonner le pH -mètre si besoin.

Q5. Expérience 1 : Diluer 5 fois la solution d'acide sulfurique fournie et procéder au dosage pH-métrique d'un échantillon de 5 mL de la solution diluée par la soude de concentration $C = 0,10 \pm 0,01 \text{ molL}^{-1}$.

Q6. Expérience 2 : Prélever 10 mL du filtrat et diluer 10 fois . Doser 20 mL de la solution diluée par la soude de concentration $C = 0,10 \pm 0,01 \text{ molL}^{-1}$. Tracer soigneusement la courbe de variation du pH au cours de ce dosage .

Q7. A l'aide du logiciel DOZZZAQUEUX , tracer la courbe de simulation de dosage pH-métrique de 10 mL d'une solution d'acide phosphorique par une solution de soude , on prendra la même concentration pour les 2 solutions $C = 0,1 \text{ molL}^{-1}$.

Interpréter l'allure de cette courbe .

Q8. A l'aide du logiciel DOZZZAQUEUX , tracer la courbe de simulation de dosage pH-métrique de 10 mL d'une solution constituée d'un mélange d'acide phosphorique (concentration $C_P = 0,1 \text{ molL}^{-1}$) et d'acide sulfurique (concentration C_S) par une solution de soude de concentration $C = 0,5 \text{ molL}^{-1}$. Faire varier la concentration C_S : $0,05 \text{ molL}^{-1}$ $0,1 \text{ molL}^{-1}$ $0,2 \text{ molL}^{-1}$

Interpréter l'allure des courbes obtenues et leur évolution avec la concentration C_S .

Q9. Interpréter la courbe expérimentale ; en déduire en fonction des volumes équivalents observés le rendement de sa formation ; **l'expression du rendement doit être établie uniquement en fonction des volumes équivalents .**

Comparer à la valeur obtenue à partir de la masse de phosphogypse .

Q10. Connaissez vous des applications du phosphogypse ?

Q11 . Pour aller plus loin : titrage de la soude par H_3PO_4 : A l'aide du logiciel DOZZZAQUEUX , tracer la courbe de simulation de dosage pH-métrique de 10 mL d'une solution de soude $C = 0,01 \text{ molL}^{-1}$ par une solution d'acide phosphorique de même concentration .

Interpréter cette courbe en indiquant les équations bilan des réactions support du dosage dans les différentes parties de la courbe .

Données :

Masses molaires en gmol^{-1} **H : 1 O : 16 S = 32 Ca : 40**

L'acide sulfurique est un diacide , la première acidité est forte , la deuxième est caractérisée par $\text{pK}_a = 2$

L'acide phosphorique est un triacide en solution aqueuse .

Phosphate tricalcique	Formule: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ Poids moléculaire: 310,18 g/mol Point de fusion: 1670 °C Densité: 3,14 g/cm ³ (20 °C)	
Solution aqueuse d'acide sulfurique (H_2SO_4)	Formule: H_2SO_4 Poids moléculaire: 98,08 g/mol	
Solution aqueuse de soude (Hydroxyde de sodium)	Formule: NaOH Poids moléculaire: 40 g/mol Point d'ébullition: ~105 °C (1013 hPa) Densité: 1,327 g/cm ³ (20 °C)	

