CORRIGÉ NON OFFICIEL

BTS Industries Céramiques

E4 - Réponse à une affaire

Session 2007

Proposition de corrigé rédigée par FormaV pour s'entraîner. Ce n'est pas le corrigé officiel de l'examen et elle ne remplace pas les éléments de correction officiels.

Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BTS IC, veuillez visiter :
btsic.fr/annales-sujets-et-corriges

BTS Industries Céramiques – Session 2007

E4 – Physique, Chimie, Céramurgie

U42 – Travaux pratiques de caractérisation des matériaux, Partie B (durée 1 heure 30, coefficient 1)

PROPOSITION DE CORRIGÉ

Proposition de corrigé établie par FormaV à partir du sujet, non officielle. Elle ne préjuge pas des consignes nationales de correction données aux jurys.

Le sujet comporte deux énoncés (sujet n° 1 et sujet n° 2) ; le candidat n'en traite qu'un. Les courbes pH-métrique (sujet 1) et conductimétrique (sujet 2), ainsi que les volumes équivalents mesurés, ne figurent pas dans le document fourni. Les réponses sont donc données sous forme littérale, en fonction du volume équivalent lu sur la courbe ; les valeurs numériques de V_2, V_1 et $V_{éq}$ doivent être reportées à partir des mesures effectuées au cours du TP.

SUJET 1 : DURETÉ TOTALE ET CARBONATÉE D'UNE EAU

C. EXPLOITATION DES RÉSULTATS ET QUESTIONS – 1. DURETÉ CARBONATÉE

Question 1.1

Écrire l'équation-bilan du dosage.

Le dosage porte sur les ions hydrogénocarbonate HCO_3^- par les ions oxonium apportés par l'acide chlorhydrique ($HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$). L'équation-bilan est :

HCO_3^- (aq) + H_3O^+ (aq) → H_2CO_3 (aq) + H_2O (l)

(on peut également écrire H_2CO_3 sous la forme CO_2, H_2O (aq)).

Question 1.2

Calculer la concentration molaire volumique C en ions hydrogénocarbonate de l'eau étudiée.

À l'équivalence, les quantités de matière d'ions oxonium versés et d'ions hydrogénocarbonate présents sont égales :

$n(HCO_3^-) = n(H_3O^+)$ versé, soit $C \times V_A = C_{HCl} \times V_2$

avec V_A = 20 mL d'eau A, $C_{HCl} = 1{,}0 \cdot 10^{-2}$ mol·L^{-1} et V_2 le volume équivalent (en mL) lu sur la courbe $pH = f(V_{HCl})$ par la méthode des dérivées.

$C = \dfrac{1{,}0 \cdot 10^{-2} \times V_2}{20}$ soit **$C = 5{,}0 \cdot 10^{-4} \times V_2$ mol·L^{-1}** (V_2 en mL).

Question 1.3

Calculer son titre massique, t, en g·L^{-1}.

Masse molaire de l'ion hydrogénocarbonate : $M(HCO_3^-) = 1 + 12 + 3 \times 16 = 61$ g·mol^{-1}.

$t = C \times M(HCO_3^-) = 61 \times 5{,}0 \cdot 10^{-4} \times V_2$

$t = 3{,}05 \cdot 10^{-2} \times V_2$ g·L^{-1} (V_2 en mL), valeur à calculer à partir du volume équivalent mesuré.

Question 1.4

Déterminer, d'après le graphique, la valeur du pK_a du couple H_2CO_3 / HCO_3^-.

À la demi-équivalence, c'est-à-dire pour $V = V_2 / 2$, les quantités d'acide H_2CO_3 et de base HCO_3^- sont égales : $[H_2CO_3] = [HCO_3^-]$. La relation de Henderson, $pH = pK_a + \log([HCO_3^-]/[H_2CO_3])$, donne alors $pH = pK_a$.

On lit donc sur la courbe l'ordonnée du point d'abscisse $V_2 / 2$: **$pK_a = pH\ (V = V_2 / 2)$**.

C. EXPLOITATION DES RÉSULTATS ET QUESTIONS – 2. DURETÉ TOTALE

Question 2.1

Déterminer la relation existant entre la concentration des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} avec Y^{4-} à l'équivalence.

Les réactions $Ca^{2+} + Y^{4-} \rightarrow CaY^{2-}$ et $Mg^{2+} + Y^{4-} \rightarrow MgY^{2-}$ sont totales et se font mole à mole. À l'équivalence, tous les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} présents dans les 20 mL d'eau ont réagi avec l'EDTA versé :

$n(Ca^{2+}) + n(Mg^{2+}) = n(Y^{4-})$ versé, soit **$[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] = [Y^{4-}] \times V_1 / V_{eau}$**

avec V_{eau} = 20 mL et V_1 le volume équivalent.

Question 2.2

Déterminer la concentration volumique des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} dans cette eau.

Avec $[Y^{4-}] = 1{,}0 \cdot 10^{-2}$ mol·L^{-1} et V_{eau} = 20 mL :

$[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] = 1{,}0 \cdot 10^{-2} \times V_1 / 20 =$ **$5{,}0 \cdot 10^{-4} \times V_1$ mol·L^{-1}** (V_1 en mL).

Le dosage à l'EDTA ne donne que la somme des concentrations des deux ions ; les concentrations individuelles en Ca^{2+} et en Mg^{2+} nécessiteraient un dosage complémentaire spécifique du calcium.

Question 2.3

En déduire la dureté totale de l'eau en degré TH.

Par définition, 1 °TH = $1{,}0 \cdot 10^{-4}$ mol·L^{-1} d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} :

$TH = ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]) / 1{,}0 \cdot 10^{-4} = 5{,}0 \cdot 10^{-4} \times V_1 / 1{,}0 \cdot 10^{-4}$

$TH = 5{,}0 \times V_1$ °TH (V_1 en mL).

Question 2.4

Le volume équivalent trouvé lors du dosage de l'eau B est de $V_{éq}$ = 0,0 mL. Que vous inspire ce résultat ?

Un volume équivalent nul signifie qu'aucune quantité d'EDTA n'est nécessaire pour complexer les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} : la concentration de ces ions dans l'eau B est nulle ou inférieure au seuil de détection de la méthode. La dureté totale de l'eau B est donc nulle (TH = 0 °TH) : c'est une eau très douce, pratiquement dépourvue d'ions calcium et magnésium.

SUJET 2 : DOSAGE CONDUCTIMÉTRIQUE DES IONS SULFATE

Question 1

Écrire l'équation-bilan du dosage.

Le dosage repose sur la précipitation du sulfate de baryum, peu soluble :

Ba^{2+} (aq) + SO_4^{2-} (aq) → $BaSO_4$ (s)

Question 2

Quels sont les ions qui disparaissent progressivement et quels sont ceux qui les remplacent au cours du dosage ?

Les ions sulfate SO_4^{2-} de l'eau disparaissent progressivement par précipitation avec les ions Ba^{2+} ajoutés, qui sont eux-mêmes consommés tant que l'équivalence n'est pas atteinte.

Les ions sulfate sont remplacés par les ions chlorure Cl^-, introduits avec la solution titrante de chlorure de baryum (Ba^{2+} + 2 Cl^-) et qui restent en solution.

Question 3

Pourquoi observe-t-on une forte pente positive, sur la courbe, après l'équivalence ?

Après l'équivalence, les ions sulfate ont totalement précipité et les ions Ba^{2+} ajoutés ne sont plus consommés : ils s'accumulent en solution avec les ions Cl^-. La conductance augmente donc à chaque ajout de solution titrante. Avant l'équivalence, chaque ion SO_4^{2-} (λ = 160 S·cm²·mol⁻¹) éliminé par précipitation est remplacé par deux ions Cl^- (2 × 76 = 152 S·cm²·mol⁻¹) : la conductance varie peu (légère diminution). Après l'équivalence, plus aucun ion n'est éliminé et chaque ajout apporte Ba^{2+} et 2 Cl^-, soit 127 + 152 = 279 S·cm²·mol⁻¹ par mole de $BaCl_2$ versée : la conductance augmente fortement, d'où la forte pente positive.

Question 4

Déduire du graphe $G_{réelle} = f(V)$, les coordonnées du point d'équivalence correspondant au point d'intersection des deux segments de droite.

Les deux portions linéaires sont modélisées par deux fonctions affines $G_1 = a_1V + b_1$ (avant équivalence) et $G_2 = a_2V + b_2$ (après équivalence). Le point d'équivalence a pour coordonnées :

$V_{éq} = (b_2 - b_1) / (a_1 - a_2)$ et $G_{éq} = a_1 \times V_{éq} + b_1$

Les valeurs numériques ($V_{éq}$ en mL, $G_{éq}$ en S) sont celles données par la modélisation Regressi de la courbe obtenue.

Question 5

Déterminer la concentration molaire des ions sulfate.

À l'équivalence, la quantité d'ions Ba^{2+} versés est égale à la quantité d'ions SO_4^{2-} présents dans les 100 mL d'eau A :

$n(SO_4^{2-}) = n(Ba^{2+}) = 4{,}0 \cdot 10^{-2} \times V_{éq} \times 10^{-3}$ mol ($V_{éq}$ en mL)

$C(SO_4^{2-}) = n / 0{,}100$ L = $\mathbf{4{,}0 \cdot 10^{-4} \times V_{éq}}$ **mol·L⁻¹** ($V_{éq}$ en mL, valeur lue sur le graphe).

Question 6

En déduire le titre massique des ions sulfate.

$M(SO_4^{2-}) = 32,1 + 4 \times 16 = 96,1\ g \cdot mol^{-1}$.

$t = C \times M(SO_4^{2-}) = 4,0 \cdot 10^{-4} \times 96,1 \times V_{éq} = 3,84 \cdot 10^{-2} \times V_{éq} \approx$ **$3,8 \cdot 10^{-2} \times V_{éq}$ g·L⁻¹** ($V_{éq}$ en mL).

Question 7

Quelle masse de chlorure de baryum a-t-il fallu peser pour préparer 500 mL de solution mère ?

$M(BaCl_2) = 137,3 + 2 \times 35,5 = 208,3\ g \cdot mol^{-1}$.

$n = C \times V = 0,20\ mol \cdot L^{-1} \times 0,500\ L = 0,10\ mol$

$m = n \times M = 0,10 \times 208,3 =$ **20,8 g** de chlorure de baryum à peser.

Question 8

Le dosage conductimétrique de l'eau B indique un volume équivalent de 0,0 mL. Que peut-on dire de ce type d'eau ?

Un volume équivalent nul indique que l'eau B ne contient pas d'ions sulfate en quantité détectable : il s'agit d'une eau très peu chargée en ions sulfate, ce qui est compatible avec la fiche technique de la porcelaine de coulage qui impose une eau peu chargée en ces ions.

Question 9

On trouve dans une table $pK_S(BaSO_4) = 9,7$. En déduire le produit de solubilité K_S et donner son expression en fonction de la concentration des ions baryum et sulfate.

Par définition, $pK_S = -\log K_S$, donc $K_S = 10^{-pK_S}$.

$K_S = 10^{-9,7} =$ **$2,0 \cdot 10^{-10}$**

Pour l'équilibre $BaSO_4\ (s) \rightleftharpoons Ba^{2+}\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq)$, l'expression du produit de solubilité est : **$K_S = [Ba^{2+}] \times [SO_4^{2-}]$** (concentrations à l'équilibre, en $mol \cdot L^{-1}$).

Question 10

Déterminer la solubilité des ions sulfate (on néglige la basicité des ions sulfate).

La dissolution de $BaSO_4$ libère autant d'ions Ba^{2+} que d'ions SO_4^{2-} : si s désigne la solubilité, $[Ba^{2+}] = [SO_4^{2-}] = s$.

$K_S = s^2$ donc $s = \sqrt{K_S} = 10^{-9,7/2} = 10^{-4,85}$

$s = 1,4 \cdot 10^{-5}\ mol \cdot L^{-1}$

Continue à t'entraîner

Retrouve tous les sujets et corrigés du BTS IC, classés par épreuve et par année :
btsic.fr/annales-sujets-et-corriges

Pour réviser tout le programme avant l'examen, les Fiches de Révision du BTS IC reprennent l'essentiel de chaque épreuve :
btsic.fr/fiches-de-revision

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.