

EPREUVE

Chimie inorganique Chim3A – Session 2

Durée : 2 h 00

Aucun document autorisé – calculatrice autorisée

Étude de la corrosion des armatures métalliques d'un béton armé

A. Étude des réactions acido-basiques dans le béton.

Le béton est un matériau constitué de différentes phases solides et d'un réseau poreux contenant une solution aqueuse. Parmi les différentes phases solides, on trouve notamment la portlandite $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$.

A.1. Ecrire l'équilibre de solubilité de la portlandite.

A.2. Calculer la solubilité s de la portlandite dans l'eau.

A.3. En déduire le pH de la solution aqueuse contenue dans les pores du béton, en considérant la présence seule de portlandite.

A.4. Expliquer pourquoi la portlandite a un effet tampon sur le pH de la solution aqueuse des pores du béton.

La carbonatation des bétons est une des causes de la corrosion des structures métalliques du béton armé. Elle résulte de l'action naturelle du dioxyde de carbone $\text{CO}_{2(g)}$ de l'atmosphère, qui diffuse sous forme gazeuse dans le réseau poreux du béton et se dissout en formant de l'acide carbonique au contact de la solution aqueuse présente dans le réseau poreux.

A.5. Ecrire les deux réactions de dissociation acido-basique relatives aux deux acidités successives de l'acide carbonique. Dans les deux cas, donner l'expression littérale de la constante d'équilibre en fonction des concentrations des espèces.

A.6. Donner la prédominance des espèces sur une échelle de pH. Quelle est l'espèce majoritairement présente dans la solution porale du béton ?

La formation d'acide carbonique dans la solution aqueuse des pores conduit à la précipitation de carbonate de calcium.

A.7. Ecrire la réaction de précipitation du carbonate de calcium.

A.8. Expliquer pourquoi la formation de carbonate de calcium conduit à la dissolution de la portlandite.

B. Étude de la corrosion des armatures métalliques.

Lorsque la portlandite, principale source de basicité de la solution aqueuse interstitielle, a été en grande partie consommée, le pH chute à une valeur inférieure à 9, permettant ainsi la corrosion des armatures en acier dans certaines conditions d'humidité et d'accessibilité de l'oxygène aux sites réactifs.

B.1. Calculer le pH de précipitation de l'hydroxyde de fer II pour une concentration totale en fer égale à 10^{-6} mol.L⁻¹.

B.2. Calculer le potentiel E du couple Fe²⁺/Fe pour pH < 9,5 en considérant une concentration totale en fer égale à 10^{-6} mol.L⁻¹.

B.3. Donner l'expression du potentiel E en fonction pour le couple Fe(OH)_{2(s)} / Fe_(s) pour pH > 9,5 (**milieu alcalin**).

B.4. Une corrosion a lieu sur les barres qui constituent l'armature métallique dans le béton armé. Lorsque le processus de corrosion a eu lieu, les couples à prendre en compte sont alors Fe²⁺/Fe_(s) et O_{2(g)} / HO⁻. Donner les demi-équations d'oxydation et de réduction **en faisant apparaître les degrés d'oxydation**, ainsi que l'équation globale d'oxydoréduction correspondant à la corrosion de l'armature métallique.

La protection cathodique des armatures métalliques dans un béton est un traitement appliqué de façon permanente qui permet de ralentir, voire d'arrêter leur corrosion. Le principe de la protection cathodique consiste à polariser l'armature dans le béton, à l'aide d'une anode placée de façon permanente sur le parement ou parfois dans l'enrobage. La densité de courant de polarisation, qui circule de l'anode vers l'armature est d'environ 50 mA par m² de surface d'anode.

B.5. Sachant que la réaction cathodique est inchangée, expliquer pourquoi le zinc est un métal qui peut être utilisé en tant qu'anode protectrice du fer.

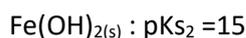
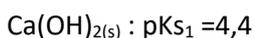
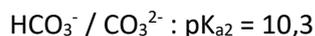
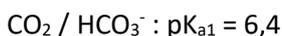
B.6. En considérant un treillis anodique constitué de 50 barres verticales en zinc de 10 mm de diamètre et de 6 m de long placé dans le béton, déterminer la masse de zinc perdue par corrosion en une année.

B.7. Déterminer la durée maximale de la protection.

La peinture des ouvrages de génie civil a pour but de contribuer à la protection du béton. L'acétate de vinyle CH₂=CH-O-C(CH₃)=O est un monomère utilisé dans les peintures vinyliques.

B8. Pourquoi un film étanche permet-il d'augmenter la durabilité du béton armé ?

Données :



$$R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

$$F = 96500 \text{ C}$$

$$M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\rho(\text{Zn}) = 7130 \text{ kg.m}^{-3}$$

Potentiers standards en volts par rapport à l'électrode normale à hydrogène :

