

tentamen: Environmental Geochemistry

datum: 26 januari 2004

tijd: 14:00-17:00 uur

plaats: C108

docenten: J.P.G. Loch / T.N.P. Bosma

Dit tentamen omvat 8 opgaven. Plaats je antwoorden direkt onder de opgaven.
Ga zo nodig op de achterzijde verder.

1. Door chemische rijping in een pas drooggelegde zeeleipolder verandert de kationenbezetting van het CEC snel in de eerste jaren.
Welke kationen zijn betrokken bij deze initiële veranderingen ?
Waar komen de "nieuwe" kationen aan het complex vandaan ?
Hoe komen ze beschikbaar voor adsorptie ?

Op lange termijn (>100 jaar) mag je verdergaande veranderingen van de kationenbezetting verwachten, met name in de bovengrond.
Welke condities zijn hiervoor nodig ?
Welke kationen zijn hierbij betrokken ?
Waar komen de "nieuwe" kationen aan het complex vandaan ?
Hoe komen ze beschikbaar voor adsorptie ?

2. a) Volgens Pauling regel 3 wordt de stabiliteit van de kristalstructuur van aluminiumsilicaatmineralen verminderd als de polyeders ribben (edges) en vlakken (faces) met elkaar delen. Leg aan de hand van deze regel uit waarom Si-tetraeders alleen hoekpunten met elkaar delen, terwijl Al-octaeders ribben met elkaar delen.

- b) De formule voor de eenheidslaag van het kleimineraal kaolinite is



Beoordeel en verklaar aan de hand van deze formule het zwellingsgedrag van dit kleimineraal. Waaraan ontleent kaolinite zijn CEC ?

3. Voor het Ca/Na omwisselingsevenwicht aan een kleigrond is de selectiviteitscoëfficiënt gegeven als:

$$K_S = \frac{N_{Ca} (Na^+)^2}{N_{Na}^2 (Ca^{2+})}$$

met $K_S \approx 4$

Het adsorptiecomplex is alleen met Ca^{2+} en Na^+ bezet.

- a) Welke richting is hier verondersteld voor de omwisselingsreactie ?
Wat is de betekenis van de variabele N ?
Welk ion heeft de voorkeur van het adsorptiecomplex bij gelijke concentraties in het poriewater ?
- b) Het percentage Na^+ aan het complex is een maat voor de verzilting van de grond.
Wat is het effect van indamping (indroging) van de bodemoplossing op de verzilting ? Leg je antwoord uit met behulp van bovenstaande formule.
- c) Waarom wordt K_V een omwisselingscoëfficiënt en niet een omwisselingsconstante genoemd?

4. Gegeven de formule voor de totale oppervlaktelading, σ_0 , van de bodem:

$$\sigma_0 = \sigma_p + \sigma_H + \sigma_{IS}$$

waarin de subscripten p, H en IS staan voor resp. "permanent", "pH-afhankelijk" en "inner-sphere surface complexes".

Een beekerdgrond in dekzand heeft een (zeer hoog) gehalte ferrihydriet van 5% ; de rest van de minerale vaste fase is kwarts zand.
Het organisch stof-gehalte is 6 % en de pH is 4.

gegeven: voor ferrihydriet $\sigma_H = -0.1\text{pH} + 0.76$
voor organische stof $\sigma_H = -0.6\text{pH} + 0.60$
(σ_H in mol/kg)

Er zijn geen surface complexes.

- Bereken de totale oppervlaktelading voor de grond (in mol/kg).
- Bereken de totale lading van de geadsorbeerde ionen in de diffuse dubbellaag (in mol/kg).
- Bij welk organisch stofgehalte heeft deze grond een PZC van 4?
- Wordt de PZC groter of kleiner als deze grond surface complexen met fosfaat gaat vormen?

5. Veel fosfaat-kunstmest bevat hoge gehalten cadmium. Drijfmest bevat veel fosfaat en koper. Na langdurige bemesting en frequente bekalking hebben veel landbouwgronden daardoor verhoogde gehalten zware metalen en/of fosfaat, vanwege sterke adsorptie aan resp. organische stof en Fe-hydroxiden.

Humeuze zandgronden in de Gelderse Vallei bevatten veel Fe-hydroxiden door kwel. In het huidige landbouwbeleid beoogt men landbouwgronden in dit gebied uit produktie te nemen en om te zetten in natuurgebieden. Mogelijkheden zijn bijvoorbeeld

- aanleg van bossen
- aanleg van "wetlands"

Bespreek de konsekwenties van deze opties voor uitspoeling naar het aquatisch milieu.

6. a) Leg uit waarom het verlies van zuurneutraliserend vermogen (ANC) in kalkhoudende duinzanden (zoals in Castricum, onderzocht door van Breemen et al, 1983) groot is, terwijl er weinig zure depositie is en de pH van deze gronden hoog (ca. 7) blijft.
- b) Voor een gegeven bodem blijkt de basenverzadiging van het adsorptiecomplex (%BS) in het pH-traject 5-7 als volgt lineair evenredig te zijn met de pH:

$$\% \text{ BS} = 33\text{pH} - 141$$

Bereken de bufferintensiteit van het adsorptiecomplex ($\text{mol}_c/\text{kg} \cdot \Delta\text{pH}$) bij een CEC van $0.12 \text{ mol}_c/\text{kg}$.

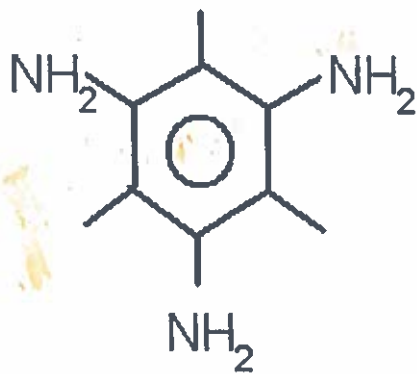
7. Bij sporeconcentraties in een humeuze zandgrond met $\text{pH}=6$ heeft Cd^{2+} een lineaire adsorptie-isotherm, waaruit een distributiecoëfficiënt van $125 \text{ dm}^3/\text{kg}$ wordt afgeleid. De grond heeft een bulk dichtheid van $1,3 \text{ kg}/\text{dm}^3$ en een homogeen vochtgehalte van 15 vol. %. De grondwaterspiegel ligt op een diepte van 100 cm. De percolatiesnelheid van water door deze grond is 200 cm/jaar.

Gegeven is de formule voor de retardatiefactor:

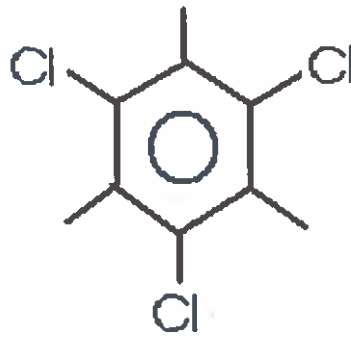
$$R = 1 + (\rho/\theta) K_d$$

Hoe lang duurt het voordat een cadmium-verontreiniging aan het maaiveld de grondwaterspiegel bereikt ?

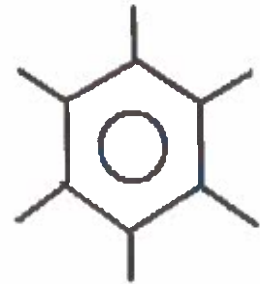
8. Organic Pollutants



I



II



III

These compounds are applied to a loamy, sandy soil with an organic matter content of 5%.

- Which sorption mechanism do you expect for each of them? Explain your answer. Draw the shape of the sorption isotherm for each of the compounds.
- Rank the compounds according to their affinity for the soil (from weak to strong).
- The equilibrium constant K_d of 1,3,5-Trichlorobenzene (II) is 10 L/kg in this soil. Calculate K_d for the same soil when the organic matter content is 50% instead of 5%.
- Consider 100 mg of benzene (I) in 100 mL of saturated soil. Its biodegradation rate is 1 mg/L/h. Is the biodegradation rate of the same amount of benzene in the same volume of water less or more than 1 mg/L/h? Give two reasons.