

Voorbeeldtoets chemisch rekenen (havo/vwo)

Opgave 1

Urineren in het zwembad is nu officieel ongezond. Het urinezuur reageert met chloorverbindingen in het water tot vluchtige stoffen die schadelijk zijn voor de longen ontdekte een Chinees-Amerikaans team in Environmental Science and Technology.

Om precies te zijn gaat het om cyanogeenchloride (CNCl) en trichlooramine (NCl₃). Jing Li en Ernest Blatchley hebben nu tijdens een reeks laboratoriumproeven vastgesteld dat je heel gemakkelijk CNCl en NCl₃ krijgt wanneer je urinezuur chloreert. Een beetje van dat urinezuur komt inderdaad uit zweet maar de onderzoekers schatten dat in de praktijk meer dan 90 procent afkomstig moet zijn in urine - anders zou je niet zulke hoge concentraties krijgen.

Van trichlooramine is bekend dat het longproblemen kan geven terwijl cyanogeenchloride de longen, het hart en het centrale zenuwstelsel aantast - in de Eerste Wereldoorlog is het gebruikt als gifgas. (Bron: website C2W)

Een manager van een zwembad vraagt zich af of hij maatregelen moet nemen. Hij zoekt daarom eerst nog wat informatie op:

- De molecuulformule van urinezuur is C₅H₄N₄O₃. Dit reageert met HOCl uit zwembadwater tot cyanogeenchloride en trichlooramine.
- In een zwembad kan 1,00 mol urinezuur reageren tot 1,08 mol trichlooramine.
- Urine bevat gemiddeld 0,047 massa% urinezuur.
- De grenswaarde van trichlooramine in een overdekt zwembad is 0,50 mg/m³.
- De gemiddelde dichtheid van menselijke urine is 1,003 g/mL.

Hij schat in dat 20 mensen gemiddeld 300 mL plassen op een dag in zijn zwembad. In zijn zwembad zit 500 m³ water.

a(3p) Bereken hoeveel gram urinezuur deze mensen op een gemiddelde dag in het zwembad plassen.

b(3p) Bereken hoeveel gram trichlooramine er per dag gevormd kan worden uit deze hoeveelheid urinezuur. Als je bij a geen antwoord hebt ga dan uit van het (foute) antwoord op vraag a: 3,5 gram urinezuur.

c(2p) Bereken hoeveel m³ de inhoud van het gebouw van het zwembad mag zijn zonder dat de grenswaarde van trichlooramine wordt overschreden. Ga er vanuit dat alle trichlooramine in de lucht in het zwembad komt (en dus niet oplost in het zwembadwater).

Als je vraag b niet hebt ga hier dan uit van het foute antwoord op vraag b: 2,4 gram trichlooramine.

Opgave 2

Een diëtiste heeft een gesprek met een vrouw die aan een lichte vorm van bloedarmoede lijdt. Via www.thuisarts.nl heeft de vrouw al de volgende informatie over bloedarmoede gevonden:

Bloedarmoede betekent dat er te weinig rode bloedcellen in het bloed zitten of dat de rode bloedcellen niet goed werken. In de rode bloedcel zit hemoglobine (Hb). Hemoglobine is nodig om zuurstof te vervoeren vanuit uw longen naar alle delen van het lichaam. Om te bepalen of u bloedarmoede heeft, wordt gekeken naar de waarde van het Hb in het bloed. Onder een bepaalde grens spreken we van bloedarmoede. Voor mannen is dat lager dan 8,1 mmol/L voor vrouwen lager dan 7,5 mmol/L.

Bloedarmoede kan ontstaan door het eten van te weinig ijzer, vitamine B12 of foliumzuur (vitamine B11).

De aanbevolen dagelijkse hoeveelheid ijzer is 15 mg voor een volwassen vrouw. IJzer wordt vaak in de vorm van het zout ijzerfumaraat aan vitaminepillen toegevoegd. De diëtiste vraagt zich af of het hier om ijzer(II)fumaraat of ijzer(III)fumaraat gaat. De formule van het fumaraat ion is $C_2H_4O_4^{2-}$.

Op het etiket van een pot vitaminepillen staat dat er 40 mg ijzerfumaraat in een tablet zit en dat dit voor een volwassen vrouw voldoende is om de aanbevolen dagelijkse hoeveelheid ijzer binnen te krijgen.

a(3p) Laat met een berekening zien of het hier om ijzer(II)fumaraat of ijzer(III)fumaraat gaat.

Stel dat elk hemoglobinemolecuul gebonden is aan één ijzerion.

b(3p) Bereken hoeveel gram aan hemoglobine gebonden ijzer een volwassen vrouw die geen bloedarmoede heeft minimaal in haar bloed heeft. Ga er vanuit dat de vrouw 5,0 liter bloed heeft.

De diëtiste vraagt aan de vrouw of ze misschien zwanger is. Zwangere vrouwen krijgen het advies om foliumzuur te slikken, dat kan een open ruggetje bij haar baby voorkomen.

c(2p) Leg uit waarom er vaak ijzer wordt toegevoegd aan foliumzuurpillen.

Opgave 3

In Chemisch2Weekblad stond op 19 augustus 2014 het volgende:

Het lood dat je nodig hebt voor perovskietzonnecellen, kun je het beste uit gebruikte auto-accu's halen. Werkt net zo goed als vers looderts en spaart het milieu, stellen onderzoekers Angela Belcher en Paula Hammond.

Ze ziet het vooral als een manier om op de langere termijn van die accu's af te komen. Nu wordt het lood uit oude accu's nog bijna helemaal verwerkt in nieuwe accu's. Maar de auto-industrie begint de voordelen van lithium-ionetechnologie te ontdekken, en het lijkt een kwestie van tijd voordat we met een enorme loodberg komen te zitten.

Het grootste bezwaar tegen perovskietzonnecellen is juist dat er lood in wordt verwerkt. De formule van perovskiet is $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$. En loodmijnen hebben een kwalijke reputatie op milieugebied. Er worden wel pogingen gedaan om het lood te vervangen door een 'schoner' metaal, zoals tin, maar de resultaten vallen tegen.

De onderzoekers presenteren een recept om van gebruikte accu's perovskiet te maken. Ze rekenen voor dat de perovskietlaag in een zonnepaneel zó dun is dat één gebruikte accu voldoende paneeloppervlak oplevert om dertig huishoudens van stroom te voorzien. En dat lood zit veilig opgeborgen gedurende de levensduur van het paneel - hetgeen betekent dat we 20 jaar hebben om een grootschalig recyclingproces voor die panelen te verzinnen.

Een recyclingbedrijf besluit naar aanleiding van dit artikel met lood uit oude accu's perovskiet te gaan maken. Dit kunnen ze verkopen aan een bedrijf dat zonnepanelen maakt.

Perovskiet is een zout dat bestaat uit drie soorten ionen. Eén van deze ionen is CH_3NH_3^+ .

a(2p) Leg uit wat de lading van de loodionen in perovskiet is.

b(2p) Bereken hoeveel massapercentage lood nodig in perovskiet. Geef je antwoord in drie significante cijfers.

Onderzoekers hebben geprobeerd lood in perovskiet te vervangen door het schonere tin.

c(2p) Leg uit waarom onderzoekers uit alle mogelijke metalen in het periodiek systeem tin hebben gekozen om lood te proberen te vervangen.

In een gemiddelde auto-accu zit 4,2 kg lood.

d(3p) Bereken hoeveel gram perovskiet je zou kunnen maken met het lood uit een accu.

De dichtheid van perovskiet is $4,1 \text{ g/cm}^3$.

e(2p) Bereken hoeveel m^3 perovskiet je kunt maken met het lood uit één accu. Als je geen antwoord hebt bij vraag d reken dan door het (foute) antwoord op vraag d: $1,0 \times 10^4$ gram perovskiet

f(3p) Bereken hoeveel mm de perovskietlaag in een zonnepaneel is als je met het lood uit een accu zoals in het artikel staat, 30 huishoudens van stroom kunt voorzien.

Ga er vanuit dat een huishouden 3000 kWh per jaar verbruikt en dat een zonnepaneel van 1,0 m bij 1,8 m jaarlijks 220 kWh opwekt.

Als je geen antwoord hebt op vraag e, reken hier dan met het (foute) antwoord op vraag e van $2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ perovskiet.

EINDE

maximumscore: 30 punten