

Achtergrondinformatie over koolstofdioxide

Vertaald door Piet Das

De Duitse tekst is gemaakt door professor Walter Jansen en het Chemol project en aangepast door Marlene Rau en Andrew Brown.

Chemie

Koolstofdioxide (CO₂; relatieve molecuul massa 44.01) is een kleurloos en reukloos, niet-brandbaar gas. Het heeft een dichtheid van 1.977 g/l (bij 0 °C) en een smeltpunt van -57 °C bij 5.185 bar. In brandblussers wordt vaak vloeibare koolstofdioxide gebruikt. Onder hoge druk wordt het ook gebruikt om natuurlijke stoffen te extraheren. Deze onder hoge druk samengeperste vorm van het gas wordt sinds kort gebruikt om bijvoorbeeld koffie te decafeïneren.

De oplosbaarheid van koolstofdioxide neemt toe als de druk toeneemt: Per 100 waterdeeltjes lossen 171 volume deeltjes CO₂ op bij 0 °C, 119 bij 10 °C, 88 bij 20 °C, 75.7 bij 25 °C en 27 bij 60 °C. Ongeveer 1 l CO₂ gas lost bijvoorbeeld op in 1 l water (bij kamertemperatuur) bij 1 bar (normale luchtdruk); 2 l CO₂ bij 2 bar; 3 l bij 3 bar, en 4 l bij 4 bar. De oplossing in water is licht zuur omdat 0.1% van de opgeloste koolstofdioxidemoleculen met water reageren waarbij koolzuur gevormd wordt. Door de zuurgraad zal een blauw extract van rode biet langzaam roder kleuren en het is ook te herkennen aan de zure smaak.

Belang voor de natuur

Koolzuur is een belangrijk onderdeel van de koolstofkringloop in de natuur omdat het energetisch gezien de meest stabiele vorm van koolstof is. Nadat het is opgenomen uit de omringende lucht reageert koolstofdioxide met water tijdens de fotosynthese in planten waarbij gebruik gemaakt wordt van de energie van de zon. Hierbij verandert koolstofdioxide in energierijke koolhydraten waarbij tegelijkertijd zuurstof vrijkomt. De koolhydraten worden opgenomen door dieren als energievoorziening voor de stofwisseling. In het lichaam worden ze omgezet in biomassa of afgebroken tot koolstofdioxide en water bij de verbranding, waarna het ontstane koolstofdioxide uitgestoten wordt in de omringende lucht. Door de verhouding te bepalen tussen de opgenomen zuurstof en het vrijgekomen koolzuurgas kun je het basale energieverbruik van een dier uitrekenen. Dode dieren of planten staan ook koolstofdioxide af als ze aerob afgebroken worden, dat vervolgens in de atmosfeer terecht komt of in een waterige oplossing.

Gasvormig koolstofdioxide is niet giftig (maximaal toegestane concentratie in het laboratorium is 9000 mg/m³); in het lichaam circuleren relatief grote hoeveelheden koolstofdioxide (in aderlijk bloed 50-60 vol.-%) waarvan meer dan 700 g (meer dan 350 l) dagelijks wordt uitgeademd. In grotere hoeveelheden kan het echter een versuffende werking hebben omdat het zuurstof verdringt. Het menselijk lichaam kan tot 2,5 vol.-% koolstofdioxide in de lucht verdragen zonder belangrijke schade, zelfs als het uren wordt ingeademd. Hoeveelheden van 8 – 10 vol.-% leiden echter tot hoofdpijn, duizeligheid, verhoogde bloeddruk en opgewondenheid; boven 10 vol.-% val je flauw, krijg je

krampen en lage bloeddruk; en boven 15 vol.-% raak je verlamd. Erg hoge concentraties inademen – zoals die op de bodem van fermentatiekelders of grotten te vinden zijn (koolstofdioxide is zwaarder dan lucht) – veroorzaken al snel de dood als je niet snel voorzien kunt worden van zuurstof.

Aantonen

Koolstofdioxide kun je aantonen met kalkwater ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), het gas maakt dit troebel doordat een neerslag van calciumcarbonaat (CaCO_3) ontstaat. Kwalitatieve bepalingen kunnen worden gedaan door gas dat koolstofdioxide bevat te laten reageren met een bekende hoeveelheid kaliumhydroxide (KOH) of door gasanalyse instrumenten te gebruiken.

Voorkomen

Buitenlucht bevat ongeveer 0,0388 vol.-% koolstofdioxide – ongeveer 75×10^{10} ton en in de oceanen zit bij benadering 50 keer zoveel (38×10^{12} ton – gedeeltelijk opgelost en gedeeltelijk in de vorm van carbonaat of waterstofcarbonaat). In de luchtholtes in de bodems die bestaan uit organische stof (humus), kan de koolstofdioxideconcentratie wel tot 7 vol.-% zijn (de lucht in normale grondsoorten bevat 0,4 – 1,4 vol.-%) door de activiteit van bacteriën die cellulose verteren. De lucht die door mensen wordt ingeademd bevat ongeveer 4 vol.-% koolstofdioxide.

In sommige streken ontsnapt koolstofdioxidegas uit de grond. De *Grotta del Cane* (Hondengrot) bij Napels, Italië, bevat ongeveer 70 vol.-% koolstofdioxide, 24 vol.-% stikstof en 6 vol.-% zuurstof. In Mexico werd in 1947 een ondergrondse koolstofdioxidebron verstoord, waaruit soms wel 247.000 m^3 koolstofdioxide per dag vrij kwam. Er zit ook een grote hoeveelheid koolstofdioxide in vulkanische gassen en ook in sommige bronnen met zurig mineraalwater. In gebonden vorm komt koolstofdioxide voor in grote hoeveelheden in carbonaten (zoals calciumcarbonaat en magnesiumcarbonaat).

Elk jaar komt ongeveer 90×10^9 ton koolstofdioxide uit de oceanen vrij in de lucht en andersom. Fotosynthese door planten haalt elk jaar 120×10^9 ton uit de lucht maar bijna dezelfde hoeveelheid komt weer vrij door de verbranding van mensen, dieren en micro-organismen en door rotting. Slechts ongeveer 10^8 ton koolstofdioxide per jaar vormt sapropel (bodemslik, dus sedimenten die rijk zijn aan organisch materiaal) of iets vergelijkbaars, waaruit gedurende duizenden en miljoenen jaren kolen of olie gevormd kunnen worden. Ongeveer dezelfde hoeveelheid komt vrij uit vulkanen en andere geologische bronnen.