

Dwutlenek węgla – informacje podstawowe

Tłumaczyła Ola Jeglińska

Tekst napisał prof. Walter Jensen w ramach projektu Chemol, a zaadaptowali Marlene Rau i Andrew Brown.

Chemia

Dwutlenek węgla (CO_2 ; względna masa cząsteczkowa: 44.01) jest bezbarwnym, bezzapachowym i niepalnym gazem. Jego gęstość wynosi 1.977 g/l (w temperaturze 0°C), a temperatura topnienia -57°C (przy ciśnieniu 5.185 bara). Dwutlenek węgla w stanie płynnym jest często stosowany w gaśnicach. Pod wysokim ciśnieniem służy też do wydobywania zasobów naturalnych. Także kawa bezkofeinowa otrzymywana jest głównie za pomocą dwutlenku węgla.

Rozpuszczalność dwutlenku węgla wzrasta razem z ciśnieniem: 100 części wody rozpuszcza 171 części dwutlenku węgla w temperaturze 0°C , 119 w 10°C , 88 w 20°C , 75.7 w 25°C i 27 w 60°C . Na przykład, 1 litr CO_2 rozpuszcza się w 1 l wody (w temperaturze pokojowej) przy ciśnieniu wynoszącym 1 bar (normalne ciśnienie powietrza); 2 l CO_2 przy 2 barach; 3 l przy 3 barach, i w 4 l przy 4 barach. Roztwór wodny jest lekko kwaśny ponieważ 0.1% molekuł rozpuszczonego dwutlenku węgla reaguje z wodą dając kwas węglowy. Jego kwaśność zabarwia niebieski ekstrakt z buraka na czerwono i ma gorzko-kwaśny smak.

Znaczenie fizjologiczne

Dwutlenek węgla jest ważnym elementem w obiegu węgla w przyrodzie ponieważ pod względem energetycznym stanowi najbardziej stabilną postać węgla. Rośliny wchłaniają dwutlenek węgla z powietrza – w ich wnętrzu, pod wpływem promieniowania słonecznego reaguje on z wodą podczas fotosyntezy. W procesie tym dwutlenek węgla przekształcony jest w wysokoenergetyczne węglowodany, czemu towarzyszy wydzielanie tlenu. Węglowodany zawarte w roślinach są następnie spożywane przez zwierzęta, stanowiąc źródło energii koniecznej do przemiany materii. W organizmie zwierzęcia węglowodany przekształcane są w biomasę albo rozkładane na dwutlenek węgla i wodę podczas oddychania, z czego gaz jest wydychany, ponownie mieszając się z powietrzem. Stosunek pobranego tlenu do wydalonego dwutlenku węgla to bazowy współczynnik metabolizmu zwierzęcia. Nieżywe organizmy zwierzęce i roślinne także produkują dwutlenek węgla podczas rozpadu gnilnego. Tak powstały gaz miesza się z powietrzem lub wodą.

Dwutlenek węgla w stanie wolnym nie jest trujący (maksymalne bezpieczne stężenie w miejscu pracy to 9000 mg/m^3); w ciele człowieka relatywnie duże ilości dwutlenku węgla stale znajdują się w obiegu (w krwi żyłnej, 50-60%) z czego 700 g (ponad 350 l) wydychane jest dziennie. Większa ilość dwutlenku węgla w powietrzu może jednak spowodować uduszenie, ponieważ dwutlenek węgla wypiera tlen. Organizm człowieka może przetrwać do 2.5% dwutlenku węgla w powietrzu bez większej szkody, nawet jeśli wdychany jest on godzinami. 8-10% dwutlenku węgla w powietrzu powoduje ból głowy, podniesione ciśnienie i pobudzenie; ponad 10% prowadzi do omdleń, skruczów i

obniżonego ciśnienia, a ponad 15% do paraliżu. Wdychanie powietrza o dużym stężeniu dwutlenku węgla – na przykład w jaskiniach czy piwniczkach z winem (dwutlenek węgla jest cięższy niż powietrze) – szybko prowadzi do śmierci jeżeli tlen nie jest odpowiednio szybko dostarczony.

Wykrywanie

Dwutlenek węgla może być wykryty przy użyciu wody wapiennej ($\text{Ca}(\text{OH})_2$): gaz powoduje jej mętnienie gdy wydziela się węglan wapnia (CaCO_3). Pomiary ilościowe pobrać można poprzez dodanie gazu zawierającego dwutlenek węgla do określonej ilości wodorotlenku potasu (KOH) lub za pomocą specjalnych urządzeń.

Występowanie

Powietrze atmosferyczne zawiera około 0.0388% dwutlenku węgla – około 75×10^{10} ton, a woda morska zawiera w przybliżeniu 50 razy więcej (38×10^{12} ton, częściowo rozpuszczonego, a częściowo pod postacią węglanów i wodorowęglanów). W szczelinach powietrznych gleby zbudowanej z materii organicznej (próchnicy), stężenie dwutlenku węgla spowodowane działaniem bakterii fermentujących celulozę może sięgać nawet 7% (powietrze w normalnej glebie zawiera 0.4-1.4% dwutlenku węgla). Powietrze wydychane przez człowieka zawiera około 4% dwutlenku węgla.

W niektórych miejscach, dwutlenek węgla wydostaje się z ziemi. Na przykład, powietrze w Grotta del Cane (Jaskini Psa) w pobliżu Neapolu, we Włoszech, zawiera około 70% dwutlenku węgla, 24% azotu i 6% tlenu. W Meksyku, w 1947 roku, podziemne źródło dwutlenku węgla zostało naruszone od czasu do czasu uwalniając 247 tys m^3 dwutlenku węgla na dzień. Duża ilość dwutlenku węgla znajduje się też w gazach wulkanicznych oraz w niektórych źródłach kwaskowatej wody mineralnej. W chemicznej postaci, dwutlenek węgla występuje w dużych ilościach w węglanach (takich jak węglan wapnia i węglan magnezu).

Każdego roku około 90×10^9 ton dwutlenku węgla uwalnianych jest z wody morskiej w powietrze i na odwrót. Około 120×10^9 ton dwutlenku węgla rocznie pobierane jest przez rośliny w ramach fotosyntezy, lecz niemal ta sama ilość wydychana jest w tym samym czasie przez ludzi, zwierzęta i mikroorganizmy oraz na skutek rozpadu gnilnego. Zaledwie 10^8 ton dwutlenku węgla rocznie formuje sapropel (muł denny bogaty w materię organiczną) i podobne substancje, z których na przestrzeni tysięcy milionów lat tworzy się węgiel lub ropa. Mniej więcej ta sama ilość dwutlenku węgla wyrzucana jest przez wulkany i inne źródła geologiczne.