

## Kén-dioxid a légkörben és a környezetszennyezés

Az, hogy a füst és a kéntartalmú ködök szennyezik a levegőt, nem újkeltű probléma, 1661-ből származik az egyik legrégebbi értekezés e témakörben („A füst és bűz birodalma, avagy a kiszipolyozott London füstös levegője szülte bosszúságok”). Hatalmas mennyiségű, a természetben lejátszódó folyamatokból származó illékony kénvegyület van a környezetben. Különösen vulkanikus folyamatok eredményeképpen nagy mennyiségű kén-dioxid, kisebb mennyiségű kén-hidrogén, kén-trioxid, elemi kén és szulfáttartalmú por juthat a környezetbe. Globális mértékben ez kevesebb mint egy százalékát teszi ki az illékony kénvegyületeknek.

A legfontosabb forrásnak a kéntartalmú vegyületek biológiai redukciója tekinthető. Ilyenkor leginkább kén-hidrogén képződik, de más vegyületek (pl. fémszulfidok) szintén keletkeznek. A légkörbe kerülő kénvegyületek egyik forrása a tengervíz is, melyben a szulfát a második leggyakoribb anion, anyagmennyisége egyhatede a kloridénak. Bár a szél által elfújta tengervízpermet sok ként szállít, ezek környezeti hatása nem jelentős. Sokkal veszélyesebb azon illékony kénvegyületeknek, főleg a kén-dioxidnak a hatása, amelyek az emberi lakókörnyezetből és az ipari tevékenység során kerülnek a légkörbe. Az így képződött kén-dioxid mennyisége mintegy 200 millió tonnára becsülhető évente, miközben az összes természeti folyamatban felszabaduló kén mennyisége  $3,1 \times 10^8$  tonna évente.

Sajnos, éppen a képződés természetéből adódóan a kén-dioxid a sűrűn lakott területek szívében képződik. Itt okoz nagy rombolást az emberek és állatok légzőszerveiben, az épületekben, és legveszélyesebb módon – a „savas esők” által – a növényekben, a tavak vizében és általában a vízi életben. A magas kéményekkel való szétosztatás nem igazi megoldás, mivel ez pusztán csak más régiókba juttatja a füstöt és a gázokat. Például annak a  $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{SO}_4$  szennyezésnek, ami Svédország tavait, folyóit szennyezi, csak egytizede ered a svédországi kibocsátásból, másik egytizede Nagy-Britanniából, négyötöde pedig Észak-Európából származik. A kén-dioxid kibocsátás fő forrása a szén alapú villamosenergia-termelés. Ez (más, szén és koks alapú technológiákkal együtt) a kibocsátás 60%-át teszi ki. Elvileg a szennyezés csak a kén-dioxidnak a véggázokból való teljes eltávolításával kerülhet el, de a törvényben előírt teljes eltávolítás műszakilag és gazdaságilag is elérhetetlen.

Sokféle eljárás áll rendelkezésre a kén-dioxid-koncentráció egészen alacsony értékre való csökkentésére, de a nagymértékű áramtermelés és háztartási szén- és olajtüzelés még mindig a kén-dioxid számottevő kibocsátását eredményezik. A kén-dioxid eltávolítható „mésztejes” ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) mosással. Egy másik lehetőséget jelent a kén-dioxid részleges redukciója kén-hidrogénné, majd a két gáz átalakítása kénné és vízzé.

„Greenwood: Az elemek kémiája” alapján

- Kémiai értelemben mi a különbség a füst és a köd között?
- Adja meg két olyan vegyület molekulájának az alakját és polaritását, mely a vulkáni folyamatok eredményeként kerül a levegőbe!
- Számítással határozza meg, mekkora a tengervíz szulfát-koncentrációja, ha a kloridion jelenléte  $30 \text{ g/dm}^3$  ?

d) Hányszor több kén szabadul fel a természeti folyamatokban évente ahhoz képest, mint amennyi kén az emberi lakókörnyezetből és az ipari tevékenységből együttesen a légkörbe kerülő kén-dioxidban megtalálható? A számítás menetét írja le!

e) Írjon 3 példát arra, hogy milyen károkat okoz a légkörbe került kén-dioxid!

f) Írjon fel egy rendezett egyenletet, amely a kén-dioxid levegőből történő eltávolítását mutatja!

(2011. május II.)

**Megoldás:** (15 pont)

- a)** Füst: levegőben (gázban) szétosztatott szilárd anyag, *1 pont*  
a ködben pedig folyadék van szétosztatott állapotban. *1 pont*
- b)** SO<sub>2</sub>: V-alakú molekula és poláris (dipólus) *1 pont*  
SO<sub>3</sub>: síkháromszög-alakú és apoláris. *1 pont*  
(Megoldás lehet a S<sub>8</sub>: gyűrűs (korona), apoláris és a H<sub>2</sub>S: Valak, dipólus is.)
- c)**  $c(\text{Cl}^-) = 30 \text{ g/dm}^3 : 35,5 \text{ g/mol} = 0,845 \text{ mol/dm}^3$  *1 pont*  
a szulfát-koncentráció egyhetede ennek: *1 pont*  
 $c(\text{szulfát}) = 0,12 \text{ mol/dm}^3$  (vagy:  $0,12 \text{ mol/dm}^3 \cdot 96 \text{ g/mol} = 11,6 \text{ g/dm}^3$ ) *1 pont*
- d)** 200 millió tonna SO<sub>2</sub> keletkezik  
 $3,1 \cdot 10^8$  tonna az összes természeti folyamatban keletkezett kén. *1 pont*  
 $M(\text{SO}_2) = 64 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$ , így 200 millió tonna SO<sub>2</sub>-ben  
100 millió ( $1 \cdot 10^8$ ) tonna kén van *2 pont*  
310 millió ( $3,1 \cdot 10^8$ ) tonna : 100 millió ( $1 \cdot 10^8$ ) tonna =  
3,1-szer több kén szabadul fel. *1 pont*
- e)** Pl. károsítja az emberek és állatok légzőszervét, rombolja az épületeket, savas esőt okoz. *2 pont*  
(3 példa 2 pont, 2 példa 1 pont, de nem csak a szövegben szereplő példák fogadhatók el. A savas esők hatása is részletezhető.)
- f)**  $\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{S} = 3 \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$  *2 pont*  
vagy:  $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
(1 pont a helyes képletekért, 1 pont a rendezésért.)