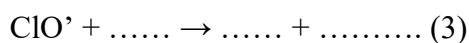


## A freonok és az ózonlyuk

2005. június végén a meteorológusok ózonlyukat fedeztek fel Közép-Európa felett. Cseh szakemberek rekordértékű ultrabolya sugárzást mértek az ország területén. Szerintük az ok egyértelműen az ózonréteg elvékonyodása, ami Németország, Ausztria és Szlovákia egyes részei felett is tapasztalható volt. Az Európai Űrhivatal atmoszférát figyelő szervezete a hónap végére magas UV-indexet jósolt Berlin, Frankfurt és Bécs környékére. (forrás: <http://index.hu>) A sztratoszférikus ózonréteget leggyakrabban ózonpajzsnek nevezik, ami azonban nem teljesen pontos elnevezés, mert az UV-sugárzás egy része átjut rajta, s eléri a földfelszínt. Az ózon koncentrációja természetes körülmények között is nagymértékben ingadozik, ezért nem könnyű eldönteni mi tekinthető természetes ingadozásnak, s mi antropogén eredetűnek. Az 1970-es évektől az Antarktisz felett rendszeresen tapasztalják, hogy a tavasz kezdetén készített térképeken megjelenik, és tendenciájában egyre nagyobb kiterjedésű a 150 dobsonnál kevesebb ózont tartalmazó terület. (Egy dobson azt a légköri ózommennyiséget fejezi ki, amely a földfelszíni körülmények között 0,01 mm vastag réteget alkotna.) Ezt a jelentős ózonritkulást „ózonlyuknak” szokták nevezni, bár a kifejezés még kevésbé találó, mint az ózonpajzs. Az „ózonlyuk” ugyanis képes csökkenteni az UV-sugárzás mértékét, vagyis az nem hatolhat át rajta akadálytalanul. Időszakossága miatt sem szerencsés a kifejezés. Sokáig klimatikus okokkal magyarázták a jelenséget. Majd azt feltételezték, hogy a szuperszonikus repülők által kibocsátott nitrogén-oxidok és a vízgőz vezettek az ózon bomlásához. 1974-ben álltak elő azzal az elmélettel, ami a halogénezett szénhidrogéneket teszi felelőssé a káros folyamatokért. Közismert rövidítésük a CFC (chlorofluorocarbon), a mindennapi szóhasználatban pedig a freon gyűjtőfogalom a leggyakoribb. Azt, hogy mely vegyületről van szó, a név után írt 2-4 számjegy jelzi. A jobb oldali számjegy a fluoratomok számát adja meg, az attól balra álló számjegy mindig eggyel nagyobb, mint a hidrogénatomok száma. Jobbról a harmadik számjegyet – ha van – megkapjuk, ha a szénatomok számából egyet kivonunk (a nullát nem írják ki). A klóratomok számát nem tüntetik fel, mert az a szén-, hidrogén- és fluoratomok számából adódik. Ha a vegyület telítetlen, a három számjegy elé negyedik számjegyként 1 kerül. A leggyakoribb a freon-12, azaz a  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ . A freonok nagyon stabil vegyületek, kémiaiilag változatlan formában jutnak fel a sztratoszférába. Kb. 30 km magasságban az ózon védőhatásának hiányában igen erős az ibolyántúli sugárzás. Ez képes lehasítani egy klóratomot a molekuláról, pl. az (1) egyenlet a freon-11 molekula átalakulását írja le. A szabad klóratom reagál az ózonnal, így módon klórmonoxid és kétatomos oxigénmolekula keletkezik (2):



A (3) lépésben a klór-monoxiddal reagálva újabb ózonmolekula bomlik oxigénre, s a keletkezett klóratom ismét beléphet a (2) reakcióba. Az „ózonpajzs” lassú pusztulásához vezető folyamatok még korántsem tisztázottak minden részletükben. Az azonban biztosnak látszik, hogy a CFC-k meghatározó szerepet töltenek be a reakciókban. Az ózonréteg megmentése csak nemzetközi összefogással érhető el. Az első lépést 1987-ben tették a legfejlettebb ipari országok azzal, hogy aláírták az „Ózonréteg Károsító Anyagok Montreáli Jegyzőkönyvét”. Ebben megállapodtak, hogy a halogénezett szénhidrogének termelését az 1986-os szinten befagyasztják, 1999-re pedig felére csökkentik. Ezekre az intézkedésekre azért volt szükség, mert a CFC-k rendkívül hosszú élettartamúak a légkörben. (forrás: Kerényi Attila: *Általános környezetvédelem, Furka Árpád: Szerves kémia*)

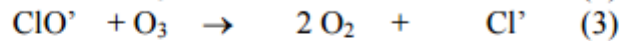
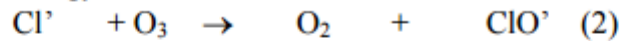
a) Írja fel az (1) és a (2) reakció rendezett egyenletét!

b) Milyen szerepe van az ózonpajzsnek a földi élet szempontjából?

- c) Mit fejez ki egy dobson?
- d) Helyes-e az ózonlyuk kifejezés? Miért?
- e) Mi a szerepe a szabad klóratomnak (klórgyöknek) a fenti folyamatokban? A választ indokolja!
- f) Mi a neve ennek a freonnak:  $\text{CF}_3\text{-CClF}_2$ ?
- g) Soroljon fel három olyan területet, ahol a halogéntartalmú szénhidrogéneket még ma is használják!
- h) Miért volt szükség a legfejlettebb ipari országok megállapodására a halogénezett szénhidrogének csökkentéséről?
- (2005. október)

**Megoldás:** (10 pont)

**a) A befejezendő egyenletek:**



**2 pont**

**b) Lehetővé tette a földi élet kialakulását, illetve a szárazföld meghódítását. Jelenleg is védi az élővilágot az UV-sugárzással szemben.**

**1 pont**

**c) Azt a légköri ózommennyiséget fejezi ki, amely a földfelszíni körülmények között 0,01 mm vastag réteget alkotna.**

**1 pont**

**d) Nem, mert nem az ózon teljes hiányát jelenti. Képes csökkenteni az UV-sugárzás mértékét, vagyis az nem hatolhat át rajta akadálytalanul, időszakossága miatt sem szerencsés a kifejezés.**

**1 pont**

**e) Az ózon bomlását katalizálja, a reakciót elindítja és a folyamatokban újratermelődik.**

**1 pont**

**1 pont**

**f) Freon-115**

**1 pont**

**g) Spray-k (aeroszolok) hajtógáza, hűtőfolyadék (hűtőben, légkondicionálóban), műanyag (PVC, teflon) előállítás, oldó- és zsírtalanító szerek, tűzoltószerek.**

**(Legalább három darabért!)**

**1 pont**

**h) Azért, mert a CFC-k rendkívül hosszú élettartamúak.**

**1 pont**