

HOGYAN FEDEZTÉK FÖL A LEVEGŐT?

A levegő a Föld légkörének elnevezése, amely utal a bolygónkat körülvevő gázburkok összetételére. Nevezetesen arra, hogy légkörünk 21,0 térfogatszázalék oxigénből, 78,0 térfogatszázalék nitrogénből és 1,0 térfogatszázalék egyéb gázból, főleg argonból áll. Ez az egyedi összetétel jelentős mértékben a földi bioszféra (pontosabban a fotoszintetizáló baktériumok, illetve növények) jelenlétének köszönhető. Ugyanakkor a légzésen keresztül meghatározó szerepet játszik az élet, az emberek és az állatok fenntartásában. Levegő nélkül létünk elképzelhetetlen. Percenként mintegy tizenöt-húszszor lélegzünk, és egy lélegzésnél fél liter levegőt szívunk be, illetve fújunk ki. Eközben a belélegzett levegő térfogatának 5,0 százalékát kitevő oxigén kerül a szervezetbe és ezt szervezetünk az anyagcseréjében használja föl.

A görögök tisztában voltak a légzés tényével. Ebből arra a következtetésre jutottak, hogy a szél tulajdonképpen az istenek légzéséből származik. Időszámításunk előtt a hatodik században Anaximandrosz (kb. i. e. 610-546) azonban már úgy gondolta, hogy a szél független az istenektől, és egyszerűen a levegő áramlása.

A középkorban nem nagyon foglalkoztak a levegővel és, az arabokat kivéve, a természettudományokkal is kevesen. A levegő megismerése szempontjából fontos első kísérlet Joseph Black (1728-1799) nevéhez fűződik. A skót fizikus 1756-ban magnézium-karbonátot, illetve mészkövet izzított, és megmérte, hogy a hőmérséklet emelkedése közben mind a magnézium-karbonát, mind a mészkő veszít a súlyából, és egy nehéz gáz keletkezik, amely nem táplálja a tüzet. Ugyanakkor azt is megfigyelte, hogy az égetett mész vagy az oltott mész kémiaileg megköti ezt a gázt, szilárd anyagként fixálja (rögzíti). Black úgy okoskodott, hogy a gáz bizonyos vegyületekben kötött formában van jelen, ezért "kötött levegőnek" nevezte el. A gáznak később Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) adta a ma is használatos szén-dioxid nevet. Érdeemes megjegyezni, hogy Black arra is rájött: szén-dioxid a kilélegzett levegőben is jelen van, következésképpen a levegő egyik alkotója. A nitrogén felfedezéséhez vezető kísérletet 1772-ben Daniel Rutherford (1749-1819) végezte. Ma már kissé megütközünk kísérletén. Zárt térben addig tartott egy állatot, amíg az meg nem döglött (el nem használta az oxigént), majd a maradék gázt vetette vizsgálat alá. A gázt később nitrogénnek nevezték el. A kísérletből következik, hogy Rutherford tudta, hogy a levegőben létezik egy gáz, amely az állatok életéhez elengedhetetlen. Az angol Joseph Priestley (1733-1804) az égetési és az állatkísérletek eredményei alapján a levegőt összetett „test”-nek tekintette. Kimutatta, hogy a szén elégetése a levegőnek mintegy ötödét fogyasztja el. 1770-ben salétrom (nátrium-nitrát) hevítésével már előállította az oxigént, de ennek jelentőségét akkor még nem vette észre.

A következő években már több más anyagból is ugyanehhez a gázhoz jutott: a minium (Pb_3O_4), az ólom(II)-nitrát, a higany(II)-oxid és a higany(II)-nitrát hevítésekor szintén oxigéngáz keletkezett. A keletkezett gázzal megállapította, hogy vízben nem túl jól oldódik, ugyanakkor megdöbbenéssel tapasztalta, hogy benne az égés rendkívül hevesse válik. A 18. század végén Lavoisier munkái bizonyították, hogy a levegő maradék négyötöd részét nitrogén teszi ki. A 19. század első felében már-már úgy tűnt, hogy befejeződött a levegő felfedezése. A század második fele azonban bebizonyította, hogy ez egyáltalán nincs így. Christian Friedrich Schönbein (1779-1868) 1839-ben felfedezte az ózont. A név onnan származik, hogy a német kémikus elektromos kísérleteknél speciális szagot érzett (görög

ozein: szaglani). Majd rájött, hogy a szagot valamilyen gáz okozza. Arra azonban nem jött rá, hogy milyen fontos anyagról van szó. A felfedezés jelentősége akkor vált nyilvánvalóvá, amikor Walter N. Hartley (1846- 1913) 1881-ben rámutatott, hogy a napsugárzás földfelszínén mérhető spektruma 300 nm alatt azért hiányzik, mivel az ultraibolya sugárzást az ózon elnyeli. Az már csak a 20. század elején derült ki, hogy az ózonmolekulák többsége nem a talajközeli levegőben található. A 19. század második felében fedezték fel a nemesgázokat is. A levegőben legnagyobb koncentrációban előforduló argon felfedezése Lord Rayleigh nevéhez fűződik. Abból indult ki, hogy az oxigéntől megtisztított légköri nitrogéngáz 0,5 %-kal nehezebb, mint a kémiai úton előállított tiszta nitrogén. Munkatársával, Sir William Ramsay-vel (1852-1916) megállapította, hogy a különbséget egy további gáz jelenléte okozza, amelyet argonnak neveztek el (görög argos: lusta, rest), utalva a gáz kémiai inertiájára.

A levegőben levő nyomgázok vizsgálata a 20. században történt. Ha a vízgőztől eltekintünk, akkor a nyomgázok a levegő térfogatának kevesebb, mint 0,04 %-át alkotják. Ennek a hányadnak túlnyomó részét szén-dioxid teszi ki. Éghajlati hatásukat tekintve a nyomgázok közül kiemelkednek az üvegházhatású gázok, amelyek a napsugárzást átengedik, míg a Föld által kisugárzott hősugárzást elnyelik. Koncentrációjuk így szoros kapcsolatban van a hőmérséklet alakulásával. Üvegházhatás nélkül a Föld átlagos hőmérséklete $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ volna, szemben a tényleges $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ értékkel. Az üvegházhatású gázok tartózkodási ideje tíz, esetleg száz év, így a légkörben viszonylag egyenletesen keverednek el. Koncentrációjuk ezért kevésbé változékonny. A koncentrációt is figyelembe véve a legfontosabb üvegházhatású gáz a szén-dioxid, amelynek mérését már a 19. században elkezdték, de megbízható módszer csak 1958-tól áll rendelkezésre. A szén-dioxid koncentrációja a levegőben az emberi tevékenység miatt növekszik. A jelenlegi átlagérték 370 mmol/mol . A légköri metánt először Marcel V. Migeotte azonosította 1948-ban. Koncentrációja évente közel 1 %-kal növekszik. A jelenlegi koncentráció mintegy $1,7\text{-}1,8\text{ mmol/mol}$. A dinitrogén-oxidot ugyancsak kimutatták, közepes koncentrációja $0,31\text{ mmol/mol}$, amely évente 0,25 %-kal emelkedik. *Mészáros Ernő, az MTA rendes tagja, egyetemi tanár megjelent cikke (Magyar Tudomány, 2005/4, 426. oldal) és Dr. Balázs Lóránt, A kémia története (Nemzeti Tankönyvkiadó, 1996) c. könyve alapján*

A fenti szöveg és a kémiai ismeretei alapján válaszoljon az alábbi kérdésekre!

- Egy levegővételnél ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, standard nyomáson) átlagosan hány mól és hány gramm oxigént használ fel a szervezet? ($1\text{ l} = 1\text{ dm}^3$)
- Milyen vegyületekből kiindulva jutott a szén-dioxidhoz Joseph Black? Írja fel egyik esetben a lejátszódó folyamat egyenletét is!
- „Az oltott mész szilárd anyagként rögzíti a szén-dioxidot.” Írja fel a lejátszódó folyamat egyenletét!
- Priestley számos vegyületekből kiindulva jutott oxigénhez. Sorolja fel ezeket a vegyületeket (képlettel)!
- Írja fel a higany(II)-oxid hevítésekor lejátszódó reakció egyenletét!
- Miért tölt be az ózonréteg igen fontos védős szerepet a Föld légkörének felső részén? Kinek a nevéhez fűződik ennek felismerése?
- Sorolja fel képlettel megadva, milyen nyomgázok jelenlétét mutatták ki a levegőben?

(2008. október)

Megoldás: (9 pont)

- a) Egy lélegzetvételnél fél dm³ levegőt szívunk be, ennek 5 %-a hasznáódik el:
 $V(\text{O}_2) = 0,025 \text{ dm}^3$ **1 pont**
 $n(\text{O}_2) = 1,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol}, m(\text{O}_2) = 0,0326 \text{ g}$ **1 pont**
- b) magnézium-karbonát (MgCO₃) és mészkő – kalcium-karbonát (CaCO₃) **1 pont**
 $\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$
vagy $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ **1 pont**
- c) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ **1 pont**
- d) NaNO₃, Pb₃O₄, Pb(NO₃)₂, HgO, Hg(NO₃)₂ **1 pont**
- e) $2 \text{HgO} = 2 \text{Hg} + \text{O}_2$ **1 pont**
- f) Walter N. Hartley ismerte fel azt, hogy az ózon elnyeli a 300 nm alatti (káros) ultraibolya sugárzást. **1 pont**
- g) CO₂, CH₄, N₂O **1 pont**