

KIRÓL NEVEZTÉK EL?

Inzelt György

■ ELTE Fizikai Kémiai Tanszék

Henry és Dalton törvényei

Henry törvénye

A Henry-törvény (1802) a gázok folyadékokban való oldhatóságára vonatkozik, és azt mondja ki, hogy az oldhatóság arányos az oldat fölött uralkodó nyomással, pontosabban a gáz parciális nyomásával, ha gázelegyről van szó. Henry az oldhatóság mértékül a folyadék térfogategységében oldott gáz mennyiségét (koncentrációját, c) tekintette. Amíg a nyomás kicsi, a gázt tökéletesnek tekinthetjük (nincs kölcsönhatás a molekulák között, és azok térfogata elhanyagolható). Mivel ekkor érvényes a $p = RTc$ összefüggés, Henry-törvényét ilyen alakban írhatjuk:

$$c_i (\text{oldat}) / c_i (\text{gáz}) = L,$$

ahol L az (Ostwald-féle) abszorpció együttható. Henry törvényét általános formában a következő alakban szokták írni:

$$p_i = k x_i \text{ vagy } f_i = k x_i,$$

ahol p_i az i komponens (parciális) nyomása, x_i a móltörtje, f_i a fugacitása. A fugacitást akkor használjuk, ha kiterjesztjük a számítást a reális rendszerekre (hasonlóan, mint amikor az oldatoknál a koncentráció helyett bevezetjük az aktivitást). A k a gáz minőségétől és hőmérsékletétől függő állandó ideális viselkedésű rendszereknél, reális rendszereknél egyes esetenként kísérletileg vagy elméleti számítással meg kell határozni [1, 2].

A parciális nyomásokra vonatkozó törvényt Dalton fogalmazta meg. Mivel a gázelegyek összetevőinek oldhatósága is igen fontos, röviden ismertetjük Dalton-törvényét is.

Dalton törvénye

Dalton törvénye (1802) kimondja, hogy egy (ideális) gázelegy össznyomása egyenlő a gázelegyet alkotó tökéletes gázok parciális nyomásainak összegével.

$$P = p_1 + p_2 = x_1 P + x_2 P$$

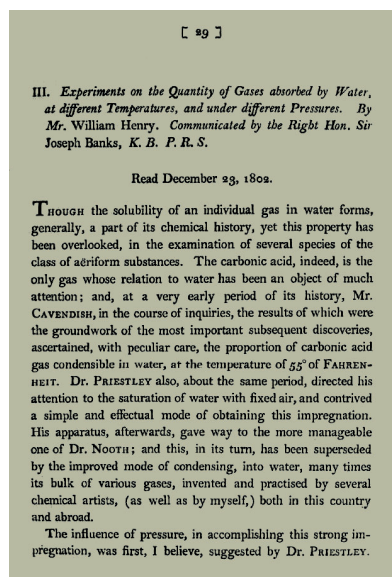
ahol P a gázelegy teljes nyomása, p_1 és p_2 a gázkomponensek parciális nyomása a gázelegyen, x_1 és x_2 a gázkomponensek móltörtje a gázelegyen.

Gázelegyek folyadékban való elnyelődése (abszorpciója) esetén figyelembe kell venni a folyadék gőznyomását is ($+ x_3 P$). Továbbá azt is, hogy a gáz(ok) esetleg kémiai reakcióba lép(nek) az oldószerrel [3, 4].

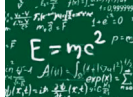
A gázok előállításáról, vizsgálatáról és hasznosításáról

A gázok már az ókortól felkeltették azok érdeklődését, akiket izgatott a természet titkainak feltárása. A munkaanyag sokáig a levegő vagy a gőz volt. Ezek tulajdonságait tanulmányozták egyre fejlettebb eszközökkel és módszerekkel különböző körülmények között. A 18. században és a 19. században annyiban változott a helyzet a korábbiakhoz képest, hogy egyre többféle gázt (új elemeket és molekulákat) állítottak elő a kémikusok, és ezeknek a gázoknak vizsgálata is a tudományos kutatás homlokterében került. A gáztörvényekről (Boyle–Mariotte, Gay-Lussac, Avogadro, később van der Waals) már írtunk e folyóirat hasábjain. Jelen témánk egy aránylag különleges kutatás és a vizsgálati eredményekből levont törvény, de kitérünk a gázok oldhatóságának elméleti és gyakorlati fontosságára is.

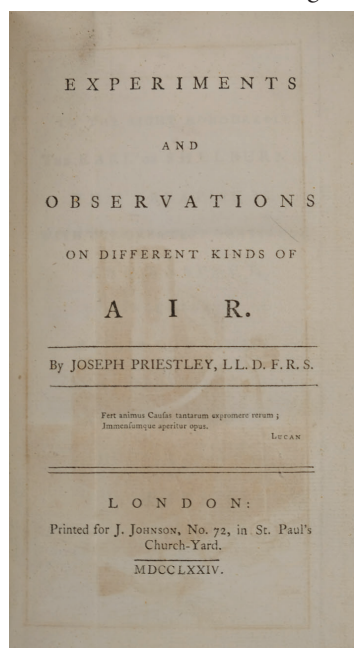
William Henry angol kémikus gázok és gázelegyek oldhatóságát tanulmányozta különböző folyadékokban és különböző hőmérsékleteken. 1803. január elsején jelent meg az a cikke, amelyben az utóbb róla elnevezett törvényt publikálta folyóiratban [5], de 1802. december 23-án már felolvasástak a Royal Societyben: Sir Joseph Banks (1743–1820), aki 1778 és 1820 között volt a Royal Society elnöke, ismertette Henry munkáját (1. ábra).



1. ábra.
William Henry
híres cikkének [5]
első oldala



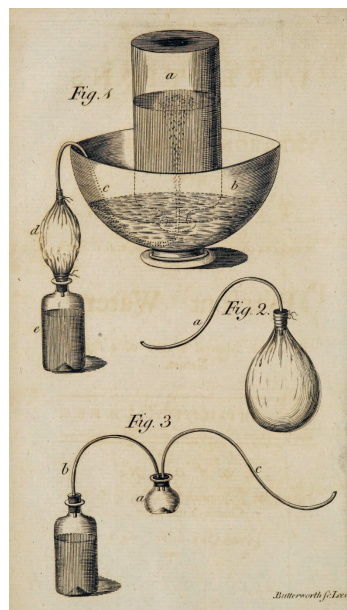
Henry jól ismerte elődei és kortársai munkáját a gázok oldódása tekintetében. Henry Cavendishre (1731–1810), Joseph Priestley-re (1733–1804), valamint – többek között – John Mervin Nooth (1737–1828) és William Brownrigg (1712–1800) orvosokra hivatkozik. (Sok orvosi végzettségű tudós szerepel a történetben, mert a kémiai képzés abban az időben az orvosi karokon folyt, így nálunk is.) Érdekes néhány mondatot rájuk szánni a gázok területén végzett munkájukkal kapcsolatban, bár van, aki (például Cavendish) fizikusként jobban ismert, de kiváló kémikus is volt. Cavendish a levegőből választott le és sűrűségméréssel azonosított több gázt, egyebek között a hidrogént, amiről ő ismerte fel, hogy önálló elem. 1783-ban (James Watt-tal egy időben) felismerte, hogy a víz nem elem, hanem a hidrogén égésterméke. Megállapította, hogy a levegő oxigén és nitrogén keveréke, ami-ben mintegy egy százaléknyi inert gáz is található. Bevezette a fázisátmenetek, a látens olvadási- és a párolgáshő fogalmát. Priestley, aki Wiltshire-ben dolgozott, az oxigén egyik felfedezője volt (1774). 1773-ban Carl Wilhelm Scheele (1742–1786) már előállította ezt a gázt Uppsalában, az oxigén nevet pedig Antoine Lavoisier (1743–1794) adta 1777-ben. Priestley szerteágazó kémikusi és egyéb tevékenységére nem térünk ki, de azt megemlítjük, hogy az elektrosztatikai munkássága is alapvető és iránymutató volt.



2. ábra. Priestley gázokról írt könyvének belső címlapja (1774)

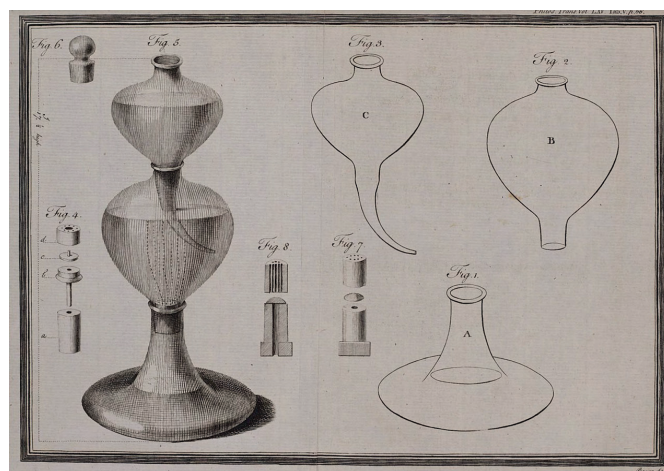
(1707–1782) a himlő elleni oltás technikáját. Még emberi himlővírust használtak, a pörkökből vettek mintát, és azt juttatták a szervezetbe különböző módokon (például karcolással vagy belégzéssel). Ezt a módszert Ázsiában és Afrikában már évszázadok óta használták. Edward Jenner (1783–1824) tehénhimlőből nyert vakcinája csak 1796-tól terjedt el, noha kollégája, John Fewster (1738–1824) már 1768-ban felfedezte, hogy a tehénhimlővel fertőzött emberek immunissá válnak az emberi himlővel szemben. Számunkra érdekes, hogy Pringle Ingenhouszt küldte Ausztriába, amikor 1768-ban Mária Terézia (1717–1780) – a bécsi orvosok ellenkezése ellenére – úgy határozott, hogy beoltatja a családját himlő ellen, és ehhez a brit királytól kért segítséget. A művelet olyan jól sikerült, hogy Ingenhousz Mária Terézia udvari orvosa lett. Le is telepedett egy ideig Bécsben, ahol 1775-ben elvette feleségül Agatha Maria Jacquint, Nikolaus Joseph von

Priestley *Experiments and Observations on Different Kinds of Air* könyve 1. kötetében (2. ábra) többek között leírja a nitrogén-oxid, a sósav, az ammónia, a dinitrogén-oxid és az oxigén előállítását, e gázokkal folytatott kísérleteit (3. ábra), többek között hatásukat a növényekre. Ez utóbbi hozzájárult ahhoz, hogy a holland születésű, majd Angliában letelepedő Jan Ingenhousz (1730–1799) orvos, biológus, kémikus felfedezze a fotoszintézist és a sejtlegzést. (1771-es látogatásakor Priestley mutatta meg neki a laboratóriumában, hogy a növények gázokat bocsátanak ki és nyelnek el.) Ingenhousz azért ment Angliába, hogy megtanulja Sir John Pringle-től



3. ábra. Joseph Priestley szén-dioxid-fejlesztője (1772) [6]

elven működő készüléket Kipp-készülékként ismerjük, amelyet Petrus Jacobus Kipp (1808–1864) tervezett meg 1844-ben.



4. ábra. J. M. Nooth berendezése (1775) [7]

A két készülék hasonlított, de Noothé három részből összerakott, könnyen kezelhető üveggészülék volt, míg Priestley állati hólyagot használt a szén-dioxid tárolására. A szén-dioxidot híg kénsavval fejlesztették márványból vagy krétából (mészközből).

William Brownrigg is orvosként dolgozott, de tudományos kutatásokat is folytatott. A szén-dioxiddal kapcsolatos eredményeiért megkapta a Copley-érmet 1766-ban. Ő volt az is, aki Charles Wood (1702–1774) Jamaicából hozott platínamináit részletesen elemezte, és kimutatta, hogy új elemről van szó.

Az elméleti haladáson túl már korán megnyilvánult a gáznyelődés vizsgálatának a gyakorlati haszna is. A szén-dioxidot nagyon sokan vizsgálták. Priestley a közeli sörgyárból szerezte be nagy mennyiségben. Priestley előtt már William Brownrigg is készített szódavizet 1740-ben, de Priestley volt, aki kidolgozta a hasznosítható módszert (1772). Maga nem aknáztta ki az ipari-kereskedelmi hasznát, de ezt megtette helyette egy német-svájci óragyártó és amatőr vegyész, Johann Jacob Schweppe (1740–1821), aki később áthelyezte a székhelyét Genfből Londonba. Ala-

Jacquin (1727–1817), a neves kémikus, geológus, botanikus hűgát. Jacquin nagy szerepet játszott a magyarországi kémia fejlődésében is. 1763-tól annak professzorként modern intézetté szervezte át a selmecbányai Bergschulét, ami „akadémia” rangot kapott, és európai hírnű kutatóhelyé vált.

John Mervin Nooth (1737–1828) angliai, majd kanadai (a brit hadsereg kórházainak felügyelő tábornoka volt) orvosi tevékenysége mellett folytatott tudományos kutatásokat. 1774-ben szerkesztett egy gázfejlesztő készüléket, amit kezdetben széndioxid és szénsavas víz előállítására használt (4. ábra). A

Nooth-készülékhez hasonló

pított egy manufaktúrát és céget (1783-ban) nemcsak szódavíz, hanem a ma is ismert Schweppes italok gyártására, és forgalmazta a szódavízzel készült palackozott italokat, még királyi beszállító is lett. A Schweppes név nekünk sem ismeretlen. Ezután sorban alapították a szén-dioxid-gyártó üzemeket, mert a szódavíz, és a vele készült üdítőitalok igen népszerűek lettek. Nálunk közel fél évszázaddal később Jedlik Ányos próbálkozott szódavíz gyártásával. Ezt őrzi a „Fóti dal” (Vörösmarty Mihály, 1842) körüli legenda (például: Cultura, 2014. július 14.), de a leírt történet elég kétséges. A nyelvészek szerint még a spritzer vagy fröccs szavaink is későbbiek. Annyi igaz, hogy Jedlik foglalkozott a témával, cikket is írt (5. és 6. ábra) és egy nem igazán sikeres üzemet is alapított.

Jedlik a cikkében leírja, hogy már több helyen és nagy mennyiségben gyártanak szódavizet.

Bereitung künstlicher Sauerlinge;

von

P. A. Jedlik in Raab.

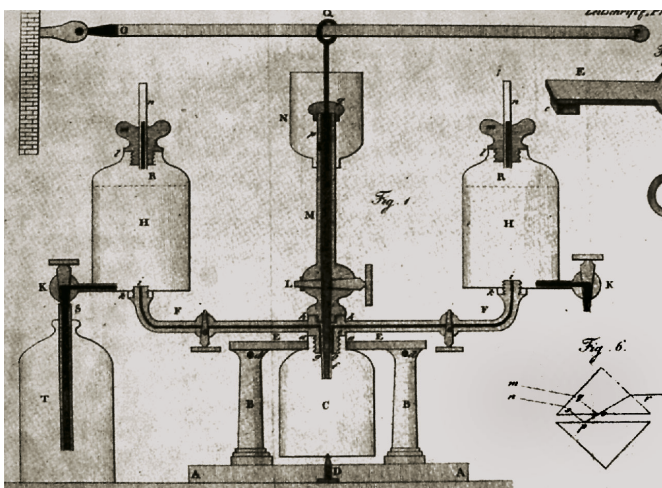
Die Säuren kommen in der Natur wegen ihrer starken Verwandtschaft zu so vielen andern Körpern, die häufig und unter begünstigenden Umständen mit ihnen zusammentreffen, selten in reinem Zustande vor. Mit diesen Körpern vereinigt bilden sie bald Salze, und werden bald vom Wasser absorbiert, dem sie einen säuerlichen Geschmack mittheilen.

Das mit Kohlensäure geschwängerte Wasser löst durch dessen Hülfe viele andere Substanzen in sich auf, und erhält dann den Namen eines Sauerbrunnens. Von den Kranken als Heilmittel angewendet, und auch von Gesunden wegen ihres angenehmen Geschmacks gerne gebraucht, aber von der Natur, wenn zwar mit freier Hand, doch nicht allenthalben in genügender Fülle gespendet, wurden diese Heilwässer von jeher ein Geheimnis.

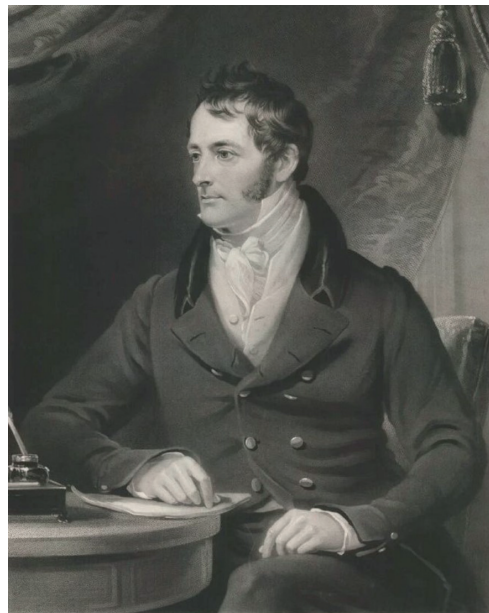
Kaum hatten D. Black und Priestley die Natur dieser Sauerbrunnen erforscht, und die Möglichkeit ihrer künstlichen Bereitung außer Zweifel gesetzt, so erdachten schon Parker, Baader und Withering Apparate für obige Zwecke ¹⁾, und das von ihnen Erfundene wurde fortwährend vervollkommenet und verbessert. Nach dem Zeugnisse Fourcroy's ²⁾ bereitete Nic. Paul zu Genf in Gesellschaft des Apothekers Goffe schon seit 1789 eine solche Menge Sauerbrunnen, daß er jährlich mehr als 40,000 Flaschen Selterwasser abzog. Im Jahre 1799 untersuchte eine eigene Commission des franz. Nationalinstitutes seine Fabrik, und Fourcroy, einer ihrer Mitglieder, sagt ³⁾: Die theils auf trockenem, theils auf nassem Wege entwickelte Kohlensäure sey durch Druck mit dem Wasser vereinigt, und dann durch Schütteln in kurzer Zeit eine so starke Absorption bewirkt worden, daß das Wasser mehr Kohlensäure aufnahm, als irgend ein anderer künstlich bereiteter oder natürlicher Sauerbrunnen je enthielt; ja Paul habe es dahin gebracht, daß 1 Vol. Wasser 3 Vol. Luft absorbirte. — Den Apparat selbst übergeht der Berichterstatter mit Stillschweigen, weil der Erfinder denselben sich und seinem Associé als Geheimniß vorbehielt.

5. ábra. Jedlik cikkének első sorai. Eredeti latin szövegét lefordították németre [8]

6. ábra. Jedlik „savanyúvízi készület”-ének rajza



William Henry



7. ábra. William Henry arcképe. Henry Cousins (1809–1864) metszetének részlete, amelyet James Lonsdale (1777–1839) festménye után készített (British Museum)

William Henry (Manchester, 1774. december 12. – Pendlebury, 1836. szeptember 2.) [9–15] (7. ábra) Thomas Henry (Wrexham, 1734 – Manchester, 1816) gyógyszerész, sebész, orvosi és kémiai könyvek írója, Fellow of the Royal Society (F.R.S) (1775) fiaként született. Az apa fordította angolra Lavoisier esszéit és kommentálta azokat 1776-ban (8. ábra) [16].

Essays Physical and Chemical, by M. Lavoisier, Member of the Royal Academy of Sciences, &c. — Volume the first. Translated from the French, with Notes, and an Appendix, by Thomas Henry F. R. S. 8vo. 6s. J. Johnson.

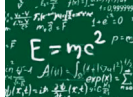
“It has been observed by one of the greatest philosophers of the present age, that ‘if those who unhappily spent their time and substance in search after an imaginary production that was to reduce all things to gold, had, instead of that fruitless pursuit, bestowed their labour in searching after that much neglected volatile *Hermes*, who has so often escaped through their burly receivers in the disguise of a subtle spirit, a mere statulent explosive matter; they would then, instead of reaping vanity, have found their researches rewarded with very considerable discoveries.’”

“It will appear that this observation has been strongly verified. Since men have ceased to pay attention to the arrogant pretensions and idle dreams of the old alchemists, and have directed their inquiries on physical principles, a very rapid progress has been made in the improvement of chemistry. Mystry and empiricism have given place to systematical perspicuity; men of the first character in philosophy, and of the highest rank and opulence, have become cultivators of the science, and chemistry, instead of confining her pursuits to the transmutation of metals or the discovery of panaceas, has now taken a more liberal and enlarged field of action, and has greatly contributed, and it is hoped, from the progress which she every day makes, will still more extensively contribute to the improvement of the other arts and sciences. By her assistance philosophers have been enabled to make greater discoveries in a few years, than they were before capable of effecting in an age. Instead of building on the sandy foundation of hypothesis, they now establish more durable systems supported by experiment and rational induction. These are the trials to which every new opinion is to be submitted; and, however plausible its appearance or respectable its inventor, no theory can be admitted which will not stand the test of this examination.”

8. ábra. Thomas Henry Lavoisier-esszék fordítása kommentárjaival (1776) [16]

William 1795-ben orvosi tanulmányokba kezdett Edinburghban, ahol 1807-ben doktori fokozatot is szerzett. Thomas Percivalnál (1740 –1804) gyakornokoskodott a Manchesteri Kórházban, aki arról ismert, hogy elsőként foglalkozott orvosi etikával és a munkahelyi balesetek kérdésével.

Egészségi problémák miatt abbahagyta az orvosi praxist, és

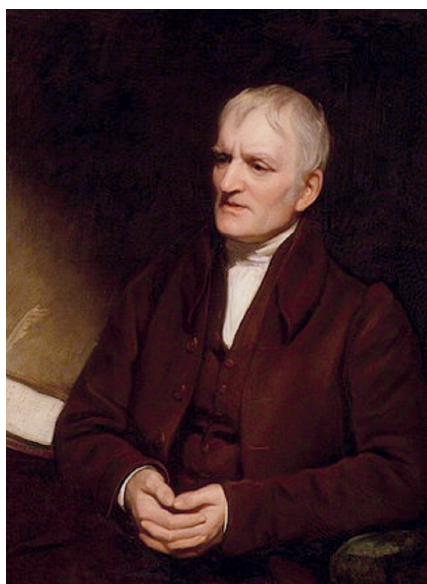


kémiai kutatással kezdett foglalkozni, különösen a gázok érdekelték. Priestley-ről, az oxigénről és a szódavízről már otthon is hallott apjától, aki gyártott is mesterséges ásványvizet. Thomas Henry az ásványvíz-üzletből, valamint a MgO előállításából és gyógyászati felhasználásából tett szert jelentős jövedelemre. A Henry-törvényt is tartalmazó, 1803-as cikkről, ami a hírnevet hozta meg a számára, már írtunk [5]. 1803-ban feleségül vette Mary Bayley-t (1837–?), Thomas Butterworth Bayley JP FRS (1744–1802) bíró, filantróp lányát.

Henry a Mechanics' Institute egyik alapítója volt; ennek az intézetnek a jogutódja a University of Manchester Institute of Science and Technology. A Manchesteri Literary and Philosophical and Natural History Societies alelnöke is volt. (Akkor „natural history”-nak hívták a természettudományokat. Nálunk természetrajzra fordították.) 1808-ben választották a Royal Society Fellow-jává, 1809-ban kitüntették a Copley-éremmel. *Elements of Experimental Chemistry* (1799) című könyve 11 kiadást ért meg 30 év alatt, még Charles Darwinnak is tetszett. Fiától tudjuk [11], hogy kínzó gyomorbetegsége és egy ifjúkori balesetből származó, időnként visszatérő idegi fájdalmai ellenére rengeteg gázvizsgálatot folytatott, így kísérletezett metánnal, olefinek és metán elválasztásával klórozási reakció útján, klórgáz hatásával olajra és szénázra, nitrogénvegyületekkel, sósavval, ammóniával. Használt finom eloszlású platinát is 1824-ben a reakciók tanulmányozásához, ami ma is az egyik legjobb katalizátor hidrogén és hidrogénvegyületek esetén. Kiemelkedő szakértője volt a gázok analizésének. Amikor egy fájó daganat miatt nem tudott kísérletezni, elkezdett a fertőzésekkel foglalkozni, különös tekintettel az akkor dúló kolerajárványra [17].

Élete tragikus véget ért. Nem tudta tovább elviselni a betegségekkel járó egyre fokozódó megpróbáltatásokat, 1836-ban agyontette magát. Fia, William Charles Henry (1804–1892) is neves orvos és vegyész lett, őt is megválasztották a Royal Society tagjának.

John Dalton



9. ábra.
John Dalton
arcképe.
Thomas Phillips
olajfestménye,
1835
(National Portrait
Gallery, London)

John Dalton (Eaglesfield, 1766. szeptember 5. vagy 6. – Manchester, 1844. július 27.) (9. ábra). Angliában, kvéker családban született. Apja, Joseph takács volt, aki egy helyi kvéker család lányával, Deborah Greenuppal házasodott össze 1755-ben. Három gyermekük érte meg a felnőttkort, John volt a legfiatalabb [15, 18–20].

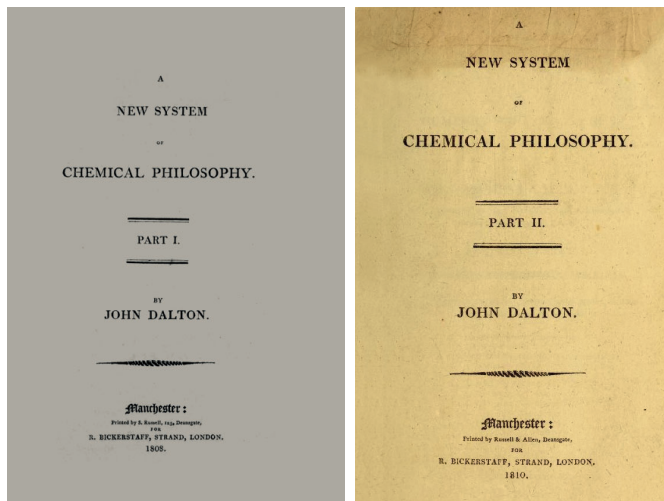
Kezdetben apja taníttatta, majd egy kvéker iskolába járt a szomszéd faluba. A család olyan szegény volt, hogy Johnnak már tízéves korában el kellett magát tartania. Egy gazdag kvékerhez, Elihu Robinsonhoz (1734–1809) szegődött el, akitől meteorológiai, műszerkészítési és matematikai ismereteket sajátított el.

15 éves korától bátyja kvéker iskolájában tanított Kendalban. 23 éves korában egyetemen szeretett volna jogásznak vagy orvosnak tanulni, de az angol egyetemekre csak anglikán vallású hallgatókat vettek fel. John Gough (1757–1825) természetfilozófus tanította, aki hároméves korában, miután elkapta a himlőt, megvakult. Gough segítségével elsajátította az akkori matematikai, természettudományos és nyelvi (latin és görög) ismereteket, és ezeket adta tovább Daltonnak 1782 és 1790 között Kendalban. Később Dalton azt mondta róla, hogy Goughnak csodálatos tehetsége volt a tudományos ismeretek felfogását illetően. Gough javaslatára Daltont 1793-ban a Manchester Academyra (ez nem anglikán vallásúak felsőoktatási intézménye volt) nevezték ki matematika- és természetfilozófia-tanárnak. Itt hét évig dolgozott, de az intézmény romló anyagi helyzet miatt távozott, és privát oktatással kezdett foglalkozni. 1800-ban a Manchester Literary and Philosophical Society titkára lett. (1817-től haláláig pedig elnöke.) 1801-től itt tartott előadásokat a gázkeverékekről, a gőz nyomásáról, a párolgásról, gázok hőkiterjedéséről. Ezek nyomtatásban is megjelentek a *Memoirs of the Literary and Philosophical Society of Manchester* 1802-es számában. 1803. október 21-én tartotta a „On the Absorption of Gases by Water and other Liquids” („Gázok abszorpciója vízben és más folyadékokban”) című előadását, amelynek publikációja 1805-ben jelent meg. Ez tartalmazta a parciális nyomások törvényét, amit Dalton-törvénynek nevezünk. Henry és Dalton ismerték egymást, ugyanabban a tudományos társaságban mozogtak, és közös témán dolgoztak. A Henry- és a Dalton-törvényeket összevonva Henry–Dalton- vagy Dalton–Henry-törvényeknek is szokták nevezni. Érdekes összehasonlító jellemzést tudhatunk meg Eilhard Mitcherlich (1794–1863) Jöns Jacob Berzelius-hoz (1779–1848) intézett 1824. december 15-ei leveléből: „Henry fiatal, de igen szeretetreméltó ember, ezzel szemben Dalton viszont nagyon furcsa [személyiség].” („Henry is ein junger, recht angenehmer Mann, Dalton dagegen sehr sonderbar”.)

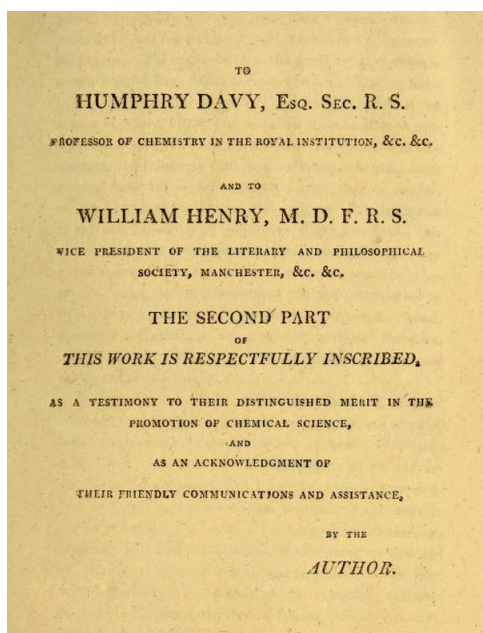
Dalton a Robinsontól tanultakat is hasznosította, 1787-ben kezdte meteorológiai feljegyzéseit vezetni, és 1844-ig több mint 200 000 megfigyelést rögzített. A *Meteorological Observations and Essays* című könyve 1793-ban jelent meg.

Dalton születésétől fogva vörös-zöld színtévesztő volt. *Extraordinary facts relating to the vision of colours* című könyve 1794-ben jelent meg. Ebben a munkájában kísérletet tett a színvaktság okának megmagyarázására, és arra is rájött – mivel bátyja is színtévesztő volt –, hogy ez örökletes állapot. A végére hagytuk Dalton atomelméletét, ami minden kémia-, fizika- vagy általános tudománytörténettel foglalkozó könyvben megtalálható [21–24]. Dalton laboratóriumi jegyzetei szerint arra akart magyarázatot találni, amit ma a többszörös súlyviszonyok törvényének hívunk. Ugyanis felismerte, hogy ha két elem többféleképpen is vegyül egymással (a reakció végterméke különböző), akkor az egyik elem azon mennyiségei, amelyek a másik elem egy adott mennyiségével maradéktalanul reagálni képesek, úgy aránylanak egymáshoz, mint a kis egész számok. Jegyzőkönyvei szerint Cavendish és Lavoisier analitikai adatait is felhasználva már 1803-ban kidolgozta kémiai atomelmélete alapjait, és javaslatot is tett néhány elem relatív atomsúlyára. 1808-ban publikálta atomelméletét (10–12. ábra) [24], amelynek főbb pontjai a következők voltak:

1. Az elemeket rendkívül kis részecskék építik fel, az atomok. 2. Egy elem atomjai egyforma méretűek, tömegűek, és ugyanazok más tulajdonságaik is, míg különböző elemek ezen tulajdonságai különböznek. 3. Az atomot nem lehet osztani, létrehozni vagy megsemmisíteni. 4. Különböző elemek atomjai úgy egyesülnek, hogy a képződő kémiai vegyületben az arányok egyszerű egész számok. 5. A kémiai reakcióban az atomok egyesülnek, szétválnak vagy átrendeződnek.



10. ábra. Az *A New System of Chemical Philosophy* első (1808) és a második részének (1810) címlapja. Dalton az atomelméletet 19 éven keresztül fejlesztette, és a könyv sok kiadásban megjelent [24]



11. ábra. Dalton Humphry Davynek és William Henrynek ajánlotta a könyvét [24]

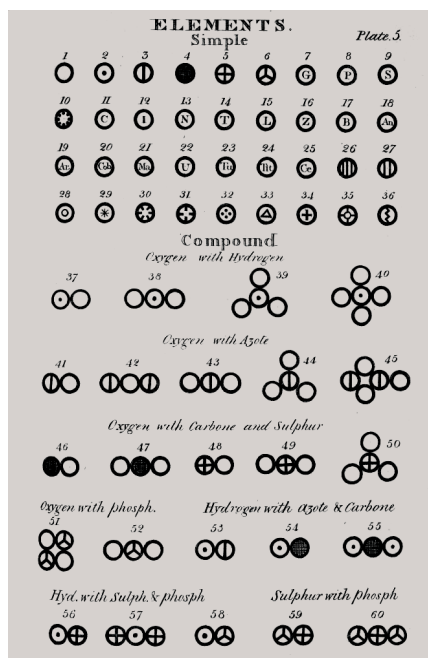
Dalton relatív atomszámokat is megállapított hat elemre (hidrogén, oxigén, nitrogén, szén, kén és foszfor), amelyeket a hidrogénéhez viszonyított, annak atomszámát 1-nek véve (13. ábra). Ezeket a víz, az ammónia, a szén-dioxid és más vegyületek saját maga és mások által végrehajtott analízise alapján becsülte.

Vallásából is következően Dalton szerény életet élt. Csak néhány barátja volt, nem nősült meg. 1818-tól haláláig a botanikus Johns tiszteletes és felesége házában egyik szobájában lakott

CHAP. IV. On Elementary Principles	PAGE
SECTION 1. On Oxygen	221
2. On Hydrogen	228
3. On Azote or Nitrogen	231
4. On Carbone or Charcoal	234
5. On Sulphur	238
6. On Phosphorus	240
7. On the Metals	242
CHAP. V. Compounds of two Elements	289
SECTION 1. Oxygen with Hydrogen	
Water	270
Fluoric acid	277
Muriatic acid	286
Ozymuriatic acid	297
Hyperozymuriatic acid	309
SECTION 2. Oxygen with Azote	316
Nitrous gas	332
Nitrous oxide	339
Nitric acid	343
Ozymitric acid	364
Nitrous acid	366
SECTION 3. Oxygen with Carbone	368
Carbonic oxide	370
Carbonic acid	378
SECTION 4. Oxygen with Sulphur	
Sulphurous oxide	383
Sulphurous acid	388
Sulphuric acid	394
SECTION 5. Oxygen with Phosphorus	407
Phosphorous acid	408
Phosphoric acid	410

12. ábra.

A Dalton-könyv második kötetében levő tartalomjegyzékének első oldala [24]

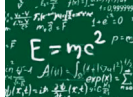


13. ábra.

Különböző atomok és molekulák relatív atom- illetve molekulasúlyai (1808) [24]

Manchesterben. Napjait teljesen kitöltötte a tanítás és a laboratóriumi munka. Ritkán mozdult ki, évente egyszer kirándult a Tóvidékre, időnként Londonba utazott, 1822-ben rövid látogatást tett Párizsban, ahol kiemelkedő francia tudósokkal találkozott. Részt vett az 1831-ben alapított British Association korai ülésein Yorkban, Oxfordban, Dublinban és Bristolban.

1816-ban lett levelező, 1830-ban pedig külső tagja a Francia Tudományos Akadémiának (Académie des Sciences), 1822-ben pedig Fellow of the Royal Society (már 1810-ben is lehetett volna, de anyagi okokból nem vállalta). 1834 az American Academy of Arts and Sciences is tiszteleti tagjává választotta. Anyagi helyzete akkor szilárdult meg, amikor 1833-ban az Earl Grey vezette kormány jelentős, évi 150 £ összegű (ma kb. 18 000 £, illetve 8 400 000 Ft) nyugdíjat állapított meg, amelyet három év múlva megduplázott. 1837-ben és 1838-ban szelvése volt, az utóbbi beszédnehézséget okozott. A laboratóriumi kísérleteit azonban folytatta. Utolsó agyvérzése végzetesnek bizonyult. Dísztemetése volt, a manchesteri



városházán ravatalozták fel. Itt városi vezetőkön kívül a tudományos és társadalmi élet számos képviselője megjelent és 40 000 ember rőtta le tiszteletét.

Fontosak-e még ma is a gázok oldódásáról szóló ismeretek?

Általában is elmondhatjuk, hogy az elmúlt évszázadokban felfedezett törvényeket azóta is használjuk. Ez még akkor is igaz, ha azóta bővültek az ismereteink. Az általános elméletek közül több elavult, ilyen például a flogiszonelmélet. Ez volt az első olyan tudományos elmélet, amely valamennyi oxidációs jelenséget (égés, fémek rozsdásodása stb.) egységesen próbált értelmezni. Eszerint valamennyi éghető test azonos, flogiszonnak nevezett alkotórészt tartalmaz, amely az éghetőséget biztosítja. Például Priestley még hitt benne, a kortársai nagy része már nem.

Szénsavas italokat ma is gyártunk. Nagyobb nyomáson nyelik el a gázt (a szódavízben a nyomásnak kell biztosítania a megfelelő mennyiségű szén-dioxid elnyelődését, illetve a szifonból a víz kinyomását is). Túl nagy nyomást sem alkalmazhatunk szétrobbanás veszélye miatt. A szódavíz készítésekor 4–6 bar nyomáson szén-dioxidot áramoltatnak át ivásra megfelelő vízen. A víz telítődik szénsavval, amelynek egy része szénsav képződése közben reagál a vízzel. Az oldott CO_2 -tartalom kb. 7–8 g/liter, a pH értéke 3 és 4 közötti.

Kisebb hőmérsékleteken több gáz oldódik, ami a hőmérséklet emelésével eltávozik. Ilyen gejzírhatást már mindenki tapasztal, amikor hűtött üdítőt nyitott ki.

Búvárok vagy nagy nyomású munkahelyen (keszonban) dolgozók esetében – amikor a vizet akarják távol tartani – fellép a keszonbetegség. A vérben a nagy nyomás (túlnyomás) hatására feloldódott nitrogén a felszínre érkezéskor hirtelen felszabadul, és ez végzetes következményekkel járhat. Az oxigént a szervezet felhasználja, de a nitrogént nem lehet teljes mértékben kicserélni oxigénre, mert 1,4 bar parciális nyomás felett az oxigén mérgezést okozhat, a gyakorta alkalmazott 32:68 oxigén–nitrogén arány mellett. Olyan gázt is lehet használni, amelyik kevésbé oldódik a vérben, mint a nitrogén. Ilyen a hélium, de itt is van egy keverési határ. Fűtési rendszerekben légtelenítőt alkalmaznak. Mert ha például 10 °C-os vizet 75 °C-ra melegítünk, köbméterenként 40 dm³ levegő szabadul fel kis buborékok formájában. Kisebb tavakban a nyári halpusztulások is azzal vannak összefüggésben, hogy csökken a vízben az oxigén koncentrációja.

A magassági (hegyi) betegség azért lép fel, mert a hegyek magasságával csökken a légköri nyomás (tehát az össznyomás, P), és mivel az oxigénarány 20,9 % körüli értéken marad (ez mintegy 100 km tengerszint feletti magasságig igaz), a parciális nyomások is csökkennek, így az oxigéné (p_{O_2}) is. A tengerszinten az oxigén parciális nyomása kb. 21 kPa. (Dalton kirándulásai során barométerrel mérte a hegyek magasságát.) Az emberi szervezet a tengerszinten működik a legjobban. Az egészséges emberi test-

ben ez a nyomás elegendő, hogy a vérbe elég oxigén kerüljön, a vérben található hemoglobinnal reverzibilisen megkösse és a tüdőtől a test többi részébe szállítsa az oxigént. Kb. 2500 m felett a szervezet megpróbál alkalmazkodni: szaporább lesz a légzés (hogy több levegő és oxigén jusson el a tüdőnkbe), felgyorsul a szív-működés (hogy az oxigénnel kevésbé telített vért gyorsabban áramoltassa a tüdők és a test többi része között), kitágulnak az erek (szintén a megnövekedett véráramlás következtében). 5000 m feletti magasságokban a nyomás már csak kb. a fele annak, ami a hegy lábánál mérhető. Ilyen magasságban, illetve e felett egyre veszélyesebb tünetek lépnek fel, és a világ fokozatosan élhetlenné válik az ember számára. A globális felmelegedés hatása is befolyásolja a gázok oldódását, például a szén-dioxidét az óceánokban.

IRODALOM

- [1] Erdey-Grúz T., Schay G., Elméleti fizikai kémia II. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964, 47–49.
- [2] Veszprémi T., Általános kémia. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2008, 166–168.
- [3] Erdey-Grúz T., Schay G., Elméleti fizikai kémia II. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964, 12–13.
- [4] Veszprémi T., Általános kémia. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2008, 160–163.
- [5] W. Henry, Experiments on the Quantity of Gases Absorbed by Water, at Different Temperatures, and under Different Pressures. Philosophical Transactions of the Royal Society (1803) 93, London, 29–274.
- [6] J. Priestley, Directions for impregnating water with fixed air: in order to communicate to it the peculiar spirit and virtues of Pyrmont water, and other mineral waters of a similar nature. London, 1772.
- [7] J. M. Nooth, The description of an apparatus for impregnating water with fixed air; and of the manner of conducting that process. Philosophical Transactions of the Royal Society of London (1775) 65, 59–66.
- [8] A. Jedlik, Bereitung Künstlicher Sauerlinge. Zeitschrift für Physik und Mathematik, Bécs (1830) 7, 47–58.
- [9] C. Thornber Thomas Henry, FRS and his son, William Henry, MD, FRS, GS. <https://www.thornber.net/cheshire/ideasmen/henry.html>
- [10] R. T. Jenkins, Henry, Thomas (1734–1816), apothecary, physician, and chemist. Dictionary of Welsh Biography, National Library of Wales, 2011.
- [11] W. C. Henry, A biographical account of the late Dr. Henry. F. Looney. Manchester, 1837.
- [12] W. V. Farrar, K. K. R. Farrar, E. L. Scott, The Henrys of Manchester Part 5: William Henry: Contagion and Cholera; The Textbook. Ambix (1976) 23, 27–52.
- [13] W. V. Farrar, K. K. R. Farrar, E. L. Scott, The Henrys of Manchester Part I: Thomas Henry (1734–1816). Ambix (1974) 20, 183–208.
- [14] W. V. Farrar, K. K. R. Farrar, E. L. Scott, The Henrys of Manchester Part 2. Thomas Henry's Sons: Thomas, Peter and William. Ambix (1974) 21, 179–207.
- [15] W. V. Farrar, K. K. R. Farrar, E. L. Scott, The Henrys of Manchester Part 3. William Henry and John Dalton. Ambix (1974) 21, 208–228.
- [16] Thomas Henry F. R. S. "Essays Physical and Chemical by M. Lavoisier – Translated from the French, with Notes, and an Appendix, by Thomas Henry", note from The London Review of English and Foreign Literature by W. Kenrick, Vol IV. T. Evans, Pater-Noster-Row, 1776, 211–215.
- [17] W. V. Farrar, K. K. R. Farrar, E. L. Scott, The Henrys of Manchester Part 5: William Henry: Contagion and Cholera; The Textbook. Ambix, (1976) 23, 27–52.
- [18] W. C. Henry, Memoirs of the life and scientific researches of John Dalton. Harrison, London, 1854.
- [19] R. A. Smith, Memoir of John Dalton and History of the Atomic Theory. London, H. Bailliere, 1856.
- [20] S. Ross, „John Dalton”. Encyclopedia Britannica, 2024, <https://www.britannica.com/biography/John-Dalton>.
- [21] Veszprémi T., Általános kémia. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2008, 37–38.
- [22] J. Gribbin, A tudomány története 1543-tól napjainkig. Akkord Kiadó, Budapest, 2004, 334–346.
- [23] Balázs L., A kémiai története. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996, 375–380.
- [24] J. Dalton, A New System of Chemical Philosophy. S. Russell for R. Bickerstaff, London, 1808. II. kötet, 1810, további kótetek 1827-ig.

„Szüntelen szénsav buborékokat hány”

A Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 1841-es egyiki nagygyűlésén Jedlik Ányos ismertette szódavízgyártó eljárását (a másikon elektromágneses jelenségeket mutatott be), és hallgatóságát meg is kínálta az itallal: „Bátor vagyok tehát t. gyülekezetnek ezennel kétnemű savanyú vizet bemutatni. Egyik palackban foglaltatik a savanyú vizeknek legegyszerűbbike, melyben a közönséges vizen, és avval egyesült szénsavon kívül semmi más ásványos rész nem található. Ezen víz nagyobb mértékben bírja magában tartani a szabad szénsavat, mint az, melyben a szénsavon kívül még többféle savak is feloldvadnak; s azért azon csípőssége, melyet a pezsgő borban kedvelünk, nagyon kielégíthető; pohárba töltetvén szüntelen szénsav buborékokat hány, még a szénsav nagyobb része el nem röpi; legjobb tehát a poharat azonnal, hogy megtöltetett, ki is üríteni, különben a víz sokat vesztene kellemes csípősségéből.” (Radnai Gyula nyomán)