

KIRÓL NEVEZTÉK EL?

Inzelt György

■ ELTE Fizikai Kémiai Tanszék

Van 't Hoff törvényei

Van 't Hoff – az első kémiai Nobel-díjas – két nevezetes egyenletet fogjuk tárgyalni. Először van 't Hoffnak azt az egyenletét, amely kémiai reakciók egyensúlyi állandójának (K) hőmérséklet-függését írja le állandó nyomáson [1] (1. ábra):

$$d \ln K / dT = -\Delta_r H^\ominus / RT^2,$$

ahol $\Delta_r H^\ominus$ a reakció standard szabadentalpia-változása, R a gáz-állandó és T a hőmérséklet.

$x = \frac{3,179}{D} - 1$ (3,179 densité de N_2O_4).
En intégrant, en vue du calcul de q , l'équation:
$$\frac{d \cdot \log_{10} K}{d \cdot T} = \frac{q}{2 T^2}$$

on obtient:
$$\log_{10} \frac{K_2}{K_1} = \frac{q}{2} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

 V_2 et K_1 représentant les constantes de l'équilibre aux températures absolues T_2 et T_1 .
Introduisant maintenant la relation:
$$K = \frac{C_2^2}{C_1^2}$$

on obtient:
$$K_2 : K_1 = \frac{x_2^2}{T_2 (1-x_2^2)} : \frac{x_1^2}{T_1 (1-x_1^2)}$$

ÉQUILIBRE HOMOGÈNE.
$$K = \frac{k_2}{k_1} = \frac{C_2^2}{C_1^2} \quad \text{et} \quad \frac{d \cdot \log_{10} K}{d \cdot T} = \frac{q}{2 T^2}$$

ÉQUILIBRE HÉTÉROGÈNE.
Les relations sont identiques aux précédentes:
$$K = \frac{C_2^2}{C_1^2} \quad \text{et} \quad \frac{d \cdot \log_{10} K}{d \cdot T} = \frac{q}{2 T^2};$$

seulement n_1 et n_2 ne se rapportent qu'aux corps qui ne sont pas condensés en partie.

1. ábra. Részletek van 't Hoff „Études de Dynamique chimique” című 1884-es könyvéből. Az egyensúlyi állandó hőmérséklet-függésének levezetése (a $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$ reakcióra), illetve a kinetikai levezetés homogén és heterogén egyensúlyokra

Az 1. ábrán látható, hogy a könyvben $R=2$, míg ma az $R=8,314510 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ értékkel számolunk. Ennek az az oka, hogy akkor még kalóriában számoltak joule helyett, tehát $R=1,9865 \text{ cal fok}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ értékkel.

$$\ln (K_2/K_1) = (\Delta_r H^\ominus / R) (1/T_1 - 1/T_2),$$

tehát ha az egyik hőmérsékleten ismerjük az egyensúlyi állandót, ki lehet számítani az értékét egy másik hőmérsékletre. Ha ismerjük az egyensúlyi állandót mindkét hőmérsékleten, akkor az $\ln K - 1/T$ egyenes iránytangenséből a reakció standard entalpia-változását kaphatjuk.

Ez az egyenlet szigorúan csak akkor érvényes, ha a reakció standard entrópiaváltozása ($\Delta_r S^\ominus$) elhanyagolható, $\Delta_r H^\ominus$ és $\Delta_r S^\ominus$ hőmérsékletfüggése pedig csekély, minthogy a reakció egyensúlyi állandója a standard Gibbs-energiával ($\Delta_r G^\ominus$) van összefüggésben:

$$\Delta_r G^\ominus = -RT \ln K.$$

$$\text{Mivel } \Delta_r G^\ominus = \Delta_r H^\ominus - T \Delta_r S^\ominus$$

$$\ln K = -\Delta_r H^\ominus / RT + \Delta_r S^\ominus / R,$$

a tengelymetszetből a reakció standard entrópiaváltozását kiszámíthatjuk.

Van 't Hoff nagy erénye volt, hogy a termodinamikát aránylag egyszerűen el tudta magyarázni a kémikusoknak, akiknek matematikai felkészültsége általában nem volt túl erős, és egyszerű egyenleteket adott meg, amelyek alapján a mérések kiértékelése kézenfekvővé vált.

Nobel-díjának indoklása így hangzott: „Azon kiemelkedő tevékenysége elismeréséül, amit a kémiai dinamika és az oldatbeli ozmózisnyomás törvényeivel kapcsolatban kifejtett”.

Másodiknak érdemes megnéznünk az ozmózisnyomás koncentrációfüggésére vonatkozó, azonnal nagyon népszerűvé vált egyenletét, ahol azonban a túlzott egyszerűsítés hosszú időre kiható, komoly problémákra vezetett.

Ma a tankönyvekben van 't Hoff törvénye néven rendszerint a következő egyenletet találjuk:

$$\Pi = RT c = RT n_2 / V,$$

ahol V az oldat térfogata és n_2 az oldott anyag móljainak száma. Általában Π -t használnak P helyett az ozmózisnyomás jelölésére, és ez a hivatalos IUPAC-jelölés is. Van 't Hoff természetesen még P -t használt, és az alábbi szövegből látszik, hogy komolyan is gondolta, hogy ez olyan, mint a gáznyomás.

Az egyenletet 1887-ben megjelent cikkében vezette le, amelynek címe a következő volt: „Az ozmózisnyomás szerepe az oldatok és gázok közti analógiában” [2]. Alapvetően hibás modellből indult ki. Ezt írja: „Ugyanakkor hangsúlyoznunk kell, hogy nem mesterségesen kikényszerített analógiával van dolgunk, hanem olyannal, amely mélyen az eset természetében gyökerezik. Az a mechanizmus, amellyel – jelen fogalmaink szerint – a gázok elasztikus nyomása keletkezik, lényegében megegyezik azzal, amelyik az oldatokban létrehozza az ozmózisnyomást. Az első esetben abból származik, hogy a gázmolekulák az edény falának ütköznek; a másodikban abból, hogy a feloldott anyag molekulái a szemipermeábilis membránnak ütköznek, mivel az oldószer molekulái, amelyek a számukra átjárható membrán mindkét oldalán jelen vannak, nem játszanak szerepet ebben a megközelítésben.” [3].

Az analógia alapján a gáztörvényt és az Avogadro-törvényt (azonos térfogatban azonos számú részecske van azonos hőmér-

sékleten és nyomáson) kombinálta. Nem vette figyelembe azt a már ismert tény, hogy az ozmózis jelenségét a vízmolekulák transzportja okozza, amit meggátolhatunk a membránra kifejlesztett ellennyomással (például hidrosztatikai nyomással). Az oldott részecskék nem fejtenek ki nyomást a membránra, mint ahogy egy vizes oldatnak egy pohárban nincs ozmózisnyomása.

Erre a tévedésére már Lothar Meyer (1830–1895) – ő a periódusos rendszerrel kapcsolatos munkája miatt ismert – is felhívta a figyelmét [4, 5, 6]. Mayer így írt: „Az ozmózisnyomás nem az oldott anyag nyomása, hanem az oldószeré [...] vagy általánosítva annak az anyagnak a nyomása, amelyet a fal átenged, és nem azé, amelyik számára a fal átjárhatatlan. Ezt a dolgot így is tekintették mindaddig, míg van ’t Hoff úr az ezzel ellentétes nézetét ki nem nyilvánította.” [4]. Mindazonáltal a kutatók zömének annyira tetszett ez a szép kompakt egyenlet, magának van ’t Hoffnak is, hogy Meyer jogos kritikáját elutasították. Ennek a téveszmének terjesztéséhez nagy segítséget nyújtottak van ’t Hoff barátai, Wilhelm Ostwald (1853–1932) és Svante Arrhenius (1859–1927), de hozzájuk csatlakozott Walther Nernst (1864–1941), majd Albert Einstein (1879–1955) is.

Nernst az elektródpotenciálok koncentrációfüggését leíró képletét is ozmózismodell alapján vezette le, ahol a féláteresztő hátyát az elektródfém felülete játszotta, a fémbe az oldószer-molekulák nem, csak a fémionok tudtak belépni. Még fiktív nyomást is feltételezett az oldat felől (Lösungstension), ami az egyensúly leírásához kellett neki [Zeitschrift für physikalische Chemie (1889) 4, 129.]. Még évtizedekkel később is ragaszkodott hibás modelljéhez: „So there arose in 1889 the osmotic theory of galvanic current generation, which has not been seriously challenged since it was put forward more than thirty years ago and has undergone no appreciable elaboration since its acceptance, surely a clear sign that it has so far satisfied scientific needs.” (Walther Nernst, Nobel Lecture, December 12, 1921, <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1920/nernst/lecture/>)

Pedig 1921-ben már sok repedés jelent meg Nernst művén. Például nem tudta megmagyarázni a redoxireakciókat, ami érthető volt 1889-ben, de hát az elektron létét Joseph John Thomson (1856–1940) 1897-ben már igazolta. Nernst tekintélye bizony még évtizedekig gátolta az elektrokémia fejlődését. Einstein pedig a Brown-mozgás levezetéséhez használta az ozmotikus modellt [Zeitschrift für Elektrochemie und angewandte physikalische Chemie (1908) 14, 235.]. Nernstre is hivatkozott, hogy neki is milyen jól bevált ez az elmélet. Sajnos ez a félrevezető analógia még ma is sok tankegyben, cikkben, szócikkben előfordul, amit érdemes szövé tenni [lásd például „Osmotic pressure and electrochemical potential”, J. Chem. Education, 72 (1995) 713., Comments: G. Inzelt, J. Chem. Education 73 (1996) A294.]

A modell hibás volt, az egyenlet azonban igaz, legalábbis híg oldatokra. A víz azért hatol át a membránon, mert a kémiai potenciálja eltér a féláteresztő membrán két oldalán. A részletes levezetést mellőzzük, megtalálható az irodalomban [5, 7]. Híg oldatokra azért érvényes, mert ekkor a víz móltörtjének logaritmus ($\ln x_1$) helyett, amivel Π arányos, beírhatjuk az oldott anyag móltörtjét (x_2). Tehát $\Pi V_1 = -RT \ln x_1$, de ha fennáll az a körülmény, hogy $x_1 \gg x_2$, vagyis $x_2 \ll 1$, akkor közelítőleg igaz, hogy $\ln(1-x_2) = -x_2$. De ez nem jelenti azt, hogy az oldott anyag részecskéi gyakorolnának nyomást a membránra (vagy az edény falára).

Meg kell emlékeznünk a *van ’t Hoff-tényező*ről, amit i -vel jelölünk, és amivel korrigálni lehet a kolligatív (a részecskék számától függő) tulajdonságoknál (az ozmózisnyomásnál, a fagyás-

pont-csökkenésnél, a forráspont-emelkedésnél) a megfelelő összefüggéseket,

$$\Pi = RT i c,$$

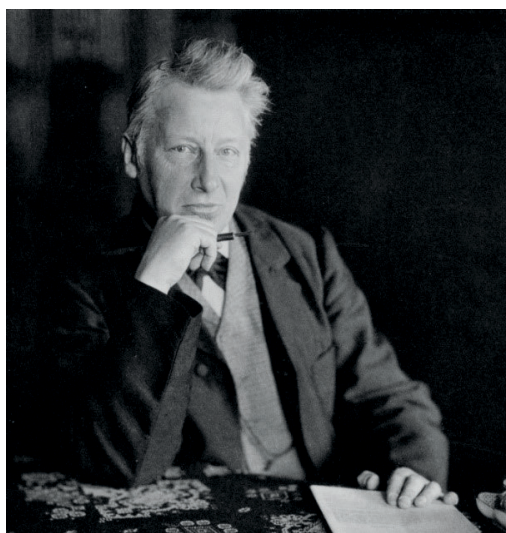
és a disszociáció vagy az asszociáció mértéke (ez ritkább híg oldatoknál) kiszámítható, hiszen ilyenkor a bemért és ismert koncentrációnál (c) nagyobb, illetve kisebb értékeket mérünk. Az i tényező függ a disszociáció fokától (α) és attól, hogy maximálisan hány ionra tud szétesni a molekula (v):

$$i = 1 + \alpha (v - 1).$$

Tehát például egy $c = 0,01 \text{ mol dm}^{-3}$ koncentrációjú NaCl-oldatban $\alpha = 1$ (teljes disszociáció) és $v = 2$, ezért $i = 2$.

Jacobus Henricus van ’t Hoff

Jacobus Henricus van ’t Hoff (Rotterdam, 1852. augusztus 30. – Steglitz (ma Berlin része), 1911. március 1.) apja (1817–1902), aki ugyanezt a nevet viselte, orvos volt. Édesanyja, Alida Jacoba Kolff (1820–1909) hét gyermeket hozott világra, hősünk (2. ábra) a harmadik volt a sorban [8–11].

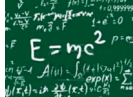


2. ábra. Jacobus Henricus van ’t Hoff 1904-ben

Az elemi és a középiskola elvégzése után 1869-ben iratkozott be a Delfti Műszaki Főiskolára, majd ezt elvégezve a Leideni Egyetemen tanult egy évig, főleg matematikát. 1772-ben Bonnba vezetett az útja, ahol szerves kémikusoknál, nevezetesen August Kekulénél (1829–1896), majd közel háromnegyed évig Charles

3. ábra. Van ’t Hoff által használt keménypapír molekulamodellek a sztereokémia illusztrálására (Rijksmuseum Boerhaave)





Adolphe Würtz (1817–1884) párizsi laboratóriumában dolgozott. 1874-ben tért vissza Hollandiába. Bár van 't Hoffot a fizikai kémia egyik megalapítójaként tiszteljük, és e cikkünk témája is ezzel van kapcsolatban, világhírét az aszimmetrikus szénatom koncepciójának bevezetésével szerezte 1874-ben. Ezzel meg tudta magyarázni a sztereoiszomériát és az optikai aktivitás jelenségét (3. ábra).

Ezt az eredményt jelentős mértékben tanulmányútjain elsajátított és végiggondolt ismereteinek köszönhetette. Kekulé hívta fel a figyelmét a szén vegyértékeinek tetraédes elrendezésére, amit az orosz Alexander Butlerov (1828–1886) javasolt 1862-ben. Würtz-nél jött rá arra, hogy az optikai aktivitást, vagyis azt, hogy egyes szerves molekulák el tudják forgatni a polarizált fényt, meg lehet magyarázni négy különböző szubsztituens két eltérő elhelyezkedésével a szénatom körül. Meg kell említeni, hogy egy másik doktorandusz Würtz laboratóriumában, Joseph Achille Le Bel (1847–1930) tőle függetlenül ugyanígy magyarázta az optikai aktivitást. Van 't Hoff 1874 decemberében szerzett doktorátust Eduard Muldernél (1832–1924) az Utrechti Egyetemen. Bár elismerték kiváló képességeit, és üresedés is volt az egyetemen, nem neveztek ki professzornak. Az egyik ellenérv volt, hogy többet fog bulizni, mint dolgozni. Sőt még egy gimnázium is elutasította, mert szerintük szórakozott, rendetlen az öltözké, és teljes mértékben a felfedezése foglalja le. Egy ideig fizetés nélküli óraadó volt az Utrechti Egyetemen, majd elhelyezkedett az utrechti Állatorvosi Főiskolán. 1878-ban megnősült. Felesége, Johanna Francina Mees két fiúval és két lánnyal ajándékozta meg. A házasságra azért is kerülhetett sor, mert ebben az évben rendeződött a sorsa, kinevezték kémia professzornak az Amszterdami Egyetemre. Itt tanított és dolgozott 18 évig, amikor is elfogadta a berlini professzori meghívást. Ennek fő oka pedig az volt, hogy ott nem kellett oktatni, míg Amszterdamban nagyon sok idejét vették el a kötelező előadások.

1884-ben jelent meg az „Études de Dynamique chimique” (Kémiai dinamikai tanulmányok) (4. ábra), és ezzel megkezdődött van 't Hoff diadalútja a kémiai termodinamika és kinetika területén, ami abban tetőzött, hogy ő lett az első kémiai Nobel-díjas

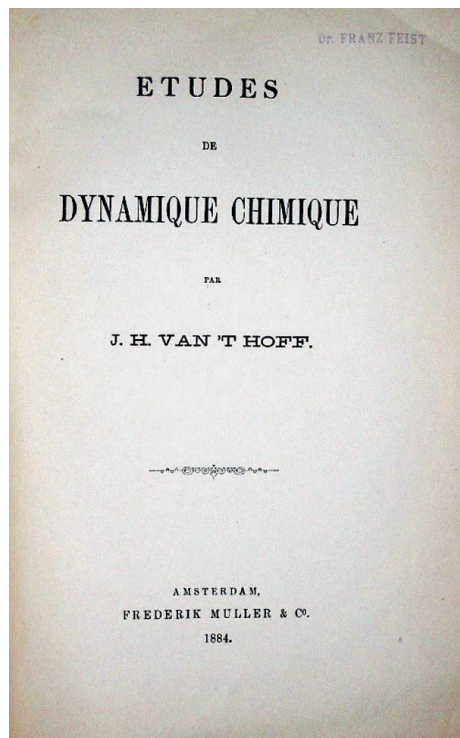
1901-ben. Ehhez a könyvhöz és számos publikációjához, például a Cato Maximilian Guldberg (1836–1902) és Peter Waage (1833–1900) által bevezetett tömeghatás törvényének elméleti levezetéséhez is számos kísérletet kellett végeznie. Viszont alig publikált olyan cikket, amelyben egyedül a kísérletek eredményeit tette volna közzé. Ezért alakult ki az a vélemény, hogy van 't Hoff elméleti ember volt, és nem kísérletező. Ezt cáfolja egyik volt tanítványának visszaemlékezése [11], aki szerint mestere sok időt töltött a laboratóriumában, és nagyon ügyes kísérletező volt (5. ábra). Csak éppen kísérleti adatait önmagukért nem publikálta, ha azokból nem tudott valamilyen általános következtetést levonni.



5. ábra. Van 't Hoff laboratóriuma Amszterdamban, Groenburgwal 44., ahol a kísérleteket végezte a könyvéhez (Rijksmuseum Boerhaave)

Ostwald éppen könyvének a kémiai affinitásról szóló részén dolgozott, amikor a kezébe került van 't Hoff könyve. Erről Ostwald így ír [12]: „Ez a publikáció még több fejfájást okozott, mint Arrhenius cikke. Egy teljesen ismeretlen kutató írta, akinek a neve a címlap szerint J. H. van 't Hoff. [...] Nyilvánvalóvá vált, hogy a szerző nagyobb haladást ért el a termodinamika kémiai alkalmazásában, mint Horstmann – vagy én.”

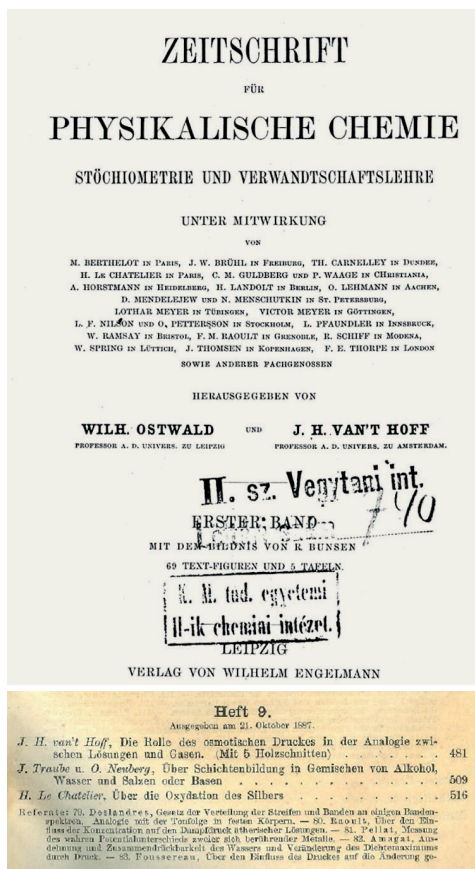
Ostwald már 1886-ban elkezdte szervezni az új tudományterületnek szánt folyóirat, a Zeitschrift für physikalische Chemie Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre kiadását. A legjobbakat hívta meg, és azok el is fogadták a felkérését. Az akkor már széles körben ismert van 't Hoff meghívása társszerkesztőnek kiváló ötlet volt (6. ábra). Van 't Hoff a későbbiekben nem folyt be-



4. ábra. Az Études de Dynamique Chimique címlapja

6. ábra. Van 't Hoff és Ostwald





7. ábra. A Zeitschrift für physikalische Chemie Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre első számának címlapja és részlet a 7–9. számok tartalomjegyzékéből

le a szerkesztői munkába, azt Ostwald csinálta. Van 't Hoffnak ez eleve feltétele volt, viszont ahhoz ragaszkodott, hogy a címlapon szerepeljen (7. ábra). Ostwald csak 1890-ben találkozott először van 't Hoff-fal Amszterdamban, addig leveleztek.

A folyóirat 9. számában jelent meg van 't Hoff cikke az ozmózisnyomás szerepéről a gázok és a folyadékok közötti analógia témájában (7. ábra).

Kétség sincs, hogy van 't Hoff méltó volt arra, hogy elnyerje az első kémiai Nobel-díjat. Ő és a többi első Nobel-díjas megszabta

8. ábra. Van 't Hoff cikke az ozmózisnyomás szerepéről [2] és Meyer kritikája [4] a Zeitschrift für physikalische Chemie-ben



9. ábra. Nobel-díj, 1901. Svéd bélyegen a díjazottak, a Nobel-érme, van 't Hoff oklevele

a díj rangját (9. ábra). Egy szemtanú így írta le az első díjátadó ceremóniát [13]: „Először megjelent a tiszteletet parancsoló, német Wilhelm Conrad von Röntgen nagy, sötét, professzori szakállal, azután a mosolygós, szőke, frissen borotvált holland Jacobus Hendricus van 't Hoff, őt követte az elegáns német orvosi Nobel-díjas Emil Adolf von Behring. Utoljára jött a francia miniszter, aki megbetegedett honfitársa, a költő Sully Prudhomme helyett veszi át irodalmi Nobel-díjat. Végül a Svéd Királyi Zeneakadémia nagytermébe a királyi család vonult be Gusztáv koronaherceg (a későbbi V. Gusztáv király) vezetésével. Oszkár királynak sürgősen Christianiába (ma Osló) kellett utaznia, mert a norvégok éppen fel akarták mondani az uniót.” Behring a diftéria elleni szérumterápia kidolgozásáért kapta az orvosi Nobel-díjat. Lehet, hogy hamarosan megint vakcinakutató kapja az orvosi Nobel-díjat.

IRODALOM

- [1] J. H. van 't Hoff, *Études de Dynamique chimique*. Amsterdam, Frederik Muller, 1884.
- [2] J. H. van 't Hoff, „Die Rolle des osmotischen Druckes in der Analogie zwischen Lösungen und Gasen”. *Zeitschrift für physikalische Chemie* (1887) 1, 481–508.
- [3] <http://chemonet.hu/hun/olvaso/histchem/vanthoff.html>, Gács J. fordítása.
- [4] L. Meyer, *Zeitschrift für physikalische Chemie* (1887) 5, 23–27.
- [5] Inzelt G., *Kalandozások a kémia múltjában és jelenében*. Vince Kiadó, Budapest, 2003. 141–145.
- [6] Horányi G., *Kémiai Közlemények* (1990) 71, 73–130.
- [7] Erdély-Grúz T., Schay G., *Elméleti fizikai kémia II*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964. 57–58.
- [8] <https://www.uu.nl/en/organisation/jacobus-henricus-van-t-hoff>
- [9] Nobel Lectures, Chemistry 1901–1921, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1966.
- [10] <https://hims.uva.nl/about-hims/who-was-van-t-hoff/jacobus-henricus-van-t-hoff.html>
- [11] H. C. Jones, Jacobus Henricus van 't Hoff. *Proceedings of the American Philosophical Society*, Oct.-Dec., 1911, 50 (202) 3–12.
- [12] W. Ostwald, *The Autobiography* (szerk.: R. S. Jack, F. Scholz). Springer, 2017. 123.
- [13] Folke Henschen visszaemlékezése. <https://www.nobelprize.org/ceremonies/from-the-first-nobel-prize-award-ceremony-1901/>

Inzelt György

■ ELTE Fizikai Kémiai Tanszék

A Fick-törvények

A diffúzió törvényeivel mindenki megismerkedik, aki természet- vagy mérnöki tudományt tanul. A diffúzió akkor lép fel, ha az adott részecske koncentrációja két különböző helyen eltér, és a részecskék egyirányú mozgásában nyilvánul meg. A törvények a megalkotójuk, Adolf Eugen Fick nevét viselik.

Az első törvény a lineáris (egydimenziós) diffúzióra vonatkozik. Azt írja le, hogy a fluxus (a diffúzió sebessége, vagyis az egységnyi időtartam alatt egységnyi felületen áthaladó részecskék száma) miként függ két hely közötti koncentrációkülönbségtől (a koncentrációgradienstől):

$$-J_i(x, t) = D_i \left[\partial c_i(x, t) / \partial x \right],$$

ahol J_i (mol cm² s⁻¹) az i részecske fluxusa, $c_i(x, t)$ a koncentrációja (mol cm⁻³) az x helyen a t időpillanatban és D_i (cm² s⁻¹) a diffúziós együttható, ami jellemző az adott részecskére és a közegre, amiben a diffúzió történik. (Együtthatónak azért nevezzük, mert függhet a koncentrációtól is, tehát nem állandó. Mindazonáltal általában állandóként kezeljük.) A ∂x értelemszerűen távolságot jelent az x irányban. A $-$ jel arra utal, hogy a részecskék mindig a nagyobb koncentrációjú helytől a kisebb koncentrációjú hely felé vándorolnak.

Bonyolultabb az eset, amikor a koncentrációgradiens is változik az időben. Erre vonatkozik Fick 2. törvénye:

$$\left[\partial c_i(x, t) / \partial x \right] = D_i \left[\partial^2 c_i(x, t) / \partial x^2 \right],$$

Ezt már kevésbé szeretik a vegyészek, mert ilyenkor megfelelő kezdeti és határfeltételek mellett egy parciális differenciálegyenletet kell megoldani.

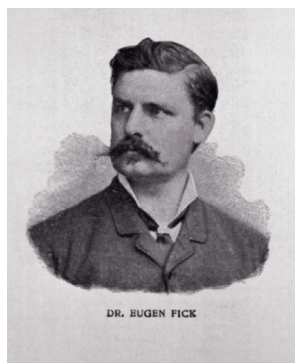
Ha lehetséges, igyekszünk olyan kísérleti feltételeket teremteni, hogy Fick 1. egyenlete legyen érvényes. Például elektrolízis során mindig megindul a diffúziós anyagáramlás, hiszen az elektródfém közelében termelődik vagy fogy valamilyen anyag, tehát a felületi koncentráció nagyobb vagy kisebb lesz, mint a tömbfázisban. Ha viszont keverést (konvekciót) alkalmazunk, akkor a keverés sebességétől függően a koncentrációgradiens állandóan tudjuk tartani. (Keveréssel egyszerre sok részecske helyeződik át, míg a diffúzió molekuláris mechanizmussal zajlik, tehát az egyes részecskék folyadékban csak lépésenként haladnak.)

Az elektrokémiai kinetikában a fenti esetben a következő egyszerűsített egyenletet alkalmazhatjuk:

$$J_i = D_i \frac{c_i^* - c_i(x=0)}{\delta_i}$$

ahol c_i^* az $c_i(x=0)$ a koncentráció a tömbfázisban ($x \rightarrow \infty$), illetve az elektród felületén ($x=0$), és δ_i a diffúziós réteg vastagsága.

Adolf Eugen Fick 1829. szeptember 3-án született Kassalban (1. ábra). Ez akkor Hessen választófejedelemséghez tartozott. Sok helyen egyszerűen Németországot írnak, de ez így nem teljesen



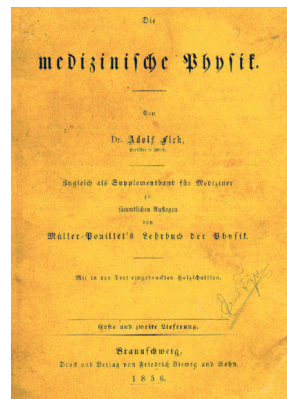
1. ábra. Adolf Eugen Fick fényképe

Egyetem anatómiaprofesszora tanácsára orvosnak tanult Marburgban és Berlinben. Igaz, hogy közben matematikai tárgyakat is felvett. „Tractatus de errore quodam optico asymmetria bulbi effecto” című dolgozata alapján Marburgban kapta meg a diplomáját 1851-ben. (Az orvosi karokon latin volt az oktatás nyelve.)

Bátyja mellett boncolásokat végzett, majd 1852-ben magántanár lett a Zürichi Egyetem Anatómiai Intézetében, ahol Carl Ludwig (1816–1895), a kor kiemelkedő fiziológusa volt a professzor, aki szintén Marburgban tanult és kezdte a pályáját. Mikor hat év múlva Ludwig Bécsbe ment professzornak, Fick lett az utóda. Fick Zürichben ismerte fel a membránon keresztüli diffúzió jelentőségét, és ez vezetett a törvények megalkotásához [A. Fick, Ann. Phys. (1855) 170, 59.; Die medizinische Physik, 1856 (2. ábra)].

IV. Ueber Diffusion; von Dr. Adolf Fick, Professor in Zürich.

Die Hydrodiffusion durch Membranen dürfte billig nicht bloß als einer der Elementarfactoren des organischen Lebens sondern auch als ein an sich höchst interessanter physikalischer Vorgang weit mehr Aufmerksamkeit der Physiker in Anspruch nehmen als ihr bisher zu Theil geworden ist. Wir besitzen nämlich eigentlich erst vier Untersuchungen, von Brücke¹⁾, Jolly²⁾, Ludwig³⁾ und Cloetta⁴⁾ über diesen Gegenstand, die seine Erkenntniß um einen Schritt weiter gefördert haben. Vielleicht ist der Grund dieser spärlichen Bearbeitung zum Theil in der großen Schwierigkeit zu suchen, auf diesem Felde genaue quantitative Versuche anzustellen. Und in der That ist diese so groß, daß es mir trotz andauernder Bemühungen noch nicht hat gelingen wollen, den Streit der Theorien zu



2. ábra. Fick híres diffúziós cikke. A cikkben „boncnok Zürichben” van megjelölve foglalkozásként

A diffúzióról angol publikációja is megjelent: Dr. Adolph Fick, V. On liquid diffusion. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science (1855) 10(63), 30–39. (3. ábra).

V. On Liquid Diffusion.

By Dr. ADOLPH FICK, Demonstrator of Anatomy, Zürich*.

A FEW years ago Graham published an extensive investigation on the diffusion of salts in water, in which he more especially compared the diffusibility of different salts. It appears to me a matter of regret, however, that in such an exceedingly valuable and extensive investigation, the development of a fundamental law, for the operation of diffusion in a single element of space, was neglected, and I have therefore endeavoured to supply this omission.

It was quite natural to suppose, that this law for the diffusion of a salt in its solvent must be identical with that, according to which the diffusion of heat in a conducting body takes place; upon this law Fourier founded his celebrated theory of heat, and it is the same which Ohm applied with such extraordinary success, to the diffusion of electricity in a conductor. According to this law, the transfer of salt and water occurring in a unit of time, between two elements of space filled with differently concentrated solutions of the same salt, must be, *ceteris paribus*, directly proportional to the difference of concentration, and inversely proportional to the distance of the elements from one another.

In mathematical language this may be thus expressed:—In a volume of salt solution, let the concentration in each horizontal elementary stratum be constant and $=y$, a function of the height x of this stratum above any other stratum which may be assumed as the primary horizontal plane; the limitation being made, that the function y must diminish as x increases, that is, each higher stratum must be less concentrated, and therefore lighter, than all the subjacent ones, because it is only under this condition, that the diffusion will not be interfered with by gravity; then from the stratum between the horizontal planes at x and $x+dx$ (in which the concentration is y) there will pass, during an element of time dt , into the immediate superjacent stratum, bounded by the horizontal planes $x+dx$ and $x+2dx$ (in which the concentration $y+\frac{dy}{dx}dx$ prevails), a quantity of salt $= -Q \cdot k \cdot \frac{dy}{dx} dt$, in which Q signifies the surface of the stratum, and k a constant dependent upon the nature of the substances. It is evident that a volume of water equal to that of the salt passes simultaneously out of the upper stratum into the lower.

Exactly according to the model of Fourier's mathematical

* From Poggendorff's *Annalen*, vol. xciv. p. 59; abstracted and communicated by the Author.

3. ábra. Fick
cikke angolul.
Itt a beosztása:
anatómia-
demonstrátor

1868-ban Fick a fiziológia professzorává nevezték ki a Würzburgi Egyetemen. Itt 1870-ben kidolgozta a szív teljesítményét mérő perctérfogató módszerét (Fick: „Ueber die Messung des Blutquantums in den Herzventrikeln”. Verhandlungen der Physiologisch-medizinische Gesellschaft zu Würzburg, 1870 (4. ábra).

XVI

Sitzungsberichte für das Gesellschaftsjahr 1870.

XIV. Sitzung am 9. Juli 1870.

Inhalt: Fick: Ueber die Messung des Blutquantums in den Herzventrikeln. —
Eisner: Ueber Böhlen und Masern.

- 1) Das Protokoll der letzten Sitzung wurde verlesen und genehmigt.
- 2) Neu eingelaufene Bücher werden in Vorlage gebracht.
- 3) Hr. Dr. phil. Röntgen wird als Mitglied angemeldet.
- 4) Hr. Fick hält einen Vortrag über die Messung des Blutquantums, das in jeder Systole durch die Herzventrikel ausgeworfen wird, eine Grösse, deren Kenntnis ohne Zweifel von grösster Wichtigkeit ist. Gleichwohl sind darüber die abweichenden Ansichten aufgestellt. Während Th. Young die in Rede stehende Grösse auf

4. ábra. Fick a perctérfogató méréséről

A cikk előtti, az ülés napirendjét ismertető részben Röntgen nevét is feltűnni látjuk, aki 1869 és 1872, valamint 1889 és 1900 között a Würzburgi Egyetemen dolgozott. (1900-ban távozott Münchenbe, és bár a sugárzást még Würzburgban fedezte fel, már müncheniként vette át az első fizikai Nobel-díjat egy év múlva.)

Fick további fiziológiai eredményeinek ismertetésétől eltekintünk. Annyit még megjegyezzünk, hogy nem különleges, ha valaki orvosi végzettséggel a kémia vagy a fizikai területen ért el alapvető eredményeket. Tudósok hosszú sorát idézhetnénk, a Ficknél kevéssel idősebb Hermann Ludwig Helmholtztól a 20. században alkotó Polányi Mihályig. Ellentétben Fickkel a többségük feladta az orvosi praxist a kémia vagy a fizika kedvéért.

Rátz Tanár Úr Életműdíj, 2021

Az MTA székházában december 1-én 21. alkalommal adták át a Rátz Tanár Úr Életműdíjat azoknak az általános és középiskolában tanító pedagógusoknak, akik a matematika-, fizika-, kémia- és biológiaoktatás területén kimagasló teljesítményt nyújtanak a tantárgyak népszerűsítésében és a tehetséggondozásban.

A díjazottak és az őket köszöntő meghívottak számára is örömteli volt, hogy idén újra ünnepélyes körülmények között, a járványügyi rendelkezések szigorú betartása mellett rendezték meg az eseményt.

„A mi feladatunk, hogy megmutassuk és elismerjük azokat a természettudományos tárgyakat oktató pedagógusokat, akik hivatásukat generációk jövőjére vannak pozitív hatással. Szereplőnként egyúttal példát mutatni a gazdasági szereplőknek is, hogy

lehetőségeikhez mértén támogassák az oktatást, hiszen az igazi befektetés a magyar gazdaság számára a tudásban rejlik, a tudás átadásának kulcsa pedig a pedagógusainkban” – mondta Kroó Norbert professzor, akadémikus, az Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért kuratóriumának elnöke.

2001-ben a következő két kémiatanárnak ítélte oda a díjat a kuratórium:

Fodor Erika, ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Gimnázium,
Sarka Lajos, Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium.

A díjazottaknak gratulálunk és munkájukhoz további sikereket kívánunk!

KT

A díjazottak



Fodor Erika



Sarka Lajos

