

Nebyla to jen elektrolytická disociace

Jedním ze zakladatelů fyzikální chemie je bezesporu Svante Arrhenius (1859–1927). Již při prvním seznámení s principy fyzikální chemie se student setká s jeho jménem minimálně ve dvou případech. Je to u teorie elektrolytické disociace a při kvantifikaci teplotní závislosti rychlostní konstanty chemické reakce. Arrheniův přínos světové vědě je však mnohem širší a při příležitosti 95 let od jeho úmrtí stojí za to si jej připomenout.

Svante August Arrhenius byl považován za „záračné“ dítě, ve třech letech se sám naučil číst a sledováním otce (zaměstnaného ve správě univerzity) při zápisu do učebních knih zvládl i aritmetiku. Po vcelku průměrném absolvování střední školy nastoupil na univerzitu v Uppsale se zaměřením na matematiku, fyziku a chemii, k nimž si přidal historii, mineralogii, geologii, botaniku a latinu jako další předměty. Diplom získal již po jednom a půl roce studií. Podle životopisců si zpočátku po absolvování nebyl jist, zda se chce věnovat chemii nebo fyzice. V chemii té doby vládl trend syntézy nových látek, ale Arrhenius měl představu disertační práce na rozhraní mezi chemií a fyzikou. Experimenty v této oblasti připadaly v úvahu na Höögskole ve Stockholmu a Arrhenius se pro ni rozhodl. Z mateřské univerzity v Uppsale byl budoucímu školiteli zaslán varovný dopis označující Arrhenia jako liného a nemotorného studenta. Zadané téma jeho doktorské práce bylo studium možnosti stanovení molární hmotnosti látky na základě vodivosti jejího roztoku ve vodě. Arrhenius provedl měření elektrické vodivosti 44 elektrolytů v roztocích různé koncentrace. V doktorské disertaci, publikované v roce 1884, popsal své experimenty a v teoretické části uvedl rané spekulace své teorie, že kyseliny, zásady a soli při rozpouštění ve vodě disociují na ionty – což byl názor, který byl v kontrastu s názorem Faradaye a dalších současníků, kteří měli zato, že ionty v roztoku vznikají pouze pokud jím prochází elektrický proud. Podle stupně disociace rozdělil elektrolyty na silné a slabé. Stockholmská škola v té době nemohla udělovat doktorskou hodnost a obhajoba práce se musela konat na univerzitě v Uppsale. Práci při obhajobě bylo vytýkáno, že se odchýlila od zadání a měření nebyla příliš přesná (teplota měření, čistota vody apod.). Disertaci Arrhenius sice obhájil, ale jen jeden stupeň ho dělil od hodnocení „neuspěl“. Znamenalo to, že jeho budoucí kariéra měla být omezena pouze na učitelství střední školy. Pociť křivdy z tohoto hodnocení v Arrheniovi pak zůstal po celý zbytek života, nicméně se projevil jako bojovník. Rozeslal svou práci několika badatelům, jejichž výsledky respektoval. Kladně zareagoval Ostwald, v té době profesor na polytechnice v Rize. Povzbudil Arrhenia k další práci (byť jen v malé domácí laboratoři) a uplatnil svou prestiž a názor na univerzitě v Uppsale, takže posléze Arrhenius mohl na univerzitě působit jako soukromý docent (bez platu, studentů nebo vlastní laboratoře). V té době Ostwald

a van't Hoff iniciovali založení časopisu věnovanému rodícímu se novému oboru, byl to *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, a v prvním svazku se objevil i Arrheniův článek o elektrolytické disociaci. Po dalších dvou letech byla v časopise publikována i jeho práce o vlivu teploty na rychlost chemické reakce. S Ostwaldovou pomocí získal Arrhenius víceletý cestovní grant pro zahraniční studium a pracoval pak u Ostwalda, van't Hoffa a Kohrausche – veličin v oboru fyzikální chemie. Kontakt s van't Hoffem např. vyústil ve vysvětlení různého osmotického tlaku elektrolytů a neelektrolytů. Spolupráce Arrhenia s Ostwaldem a van't Hoffem znamenala zároveň dlouhodobé přátelství a toto trio bylo nazýváno četnými vědeckými odpůrci jako „divoká armáda ionistů“, případně i hanlivěji jako „divoké stádo ionistů“ (narážející tak zřejmě na jejich bujaré večírky). Placenou pozici získal Arrhenius ve Švédsku až po svém návratu a v roce 1895 se stal profesorem fyziky na Höögskole ve Stockholmu, již jako uznávaná veličina.

Arrheniův neklidný duch se však nezaobíral zdaleka pouze fyzikální chemií. Okolo roku 1894 byl první, kdo vytvořil kvantitativní model skleníkového efektu a odhadoval, že zdvojnásobení koncentrace CO_2 v ovzduší bude mít za následek vzrůst teploty o 5°C . Na rozdíl od současných poznatků tomuto jevu přičítal pozitivní vliv pro zeměkouli. Jeho současník Nernst pak dokonce navrhoval cíleně spalovat uhlí ve vytěžených dolech, aby se zvyšování obsahu CO_2 v ovzduší urychlilo. Další pole zájmu představovala oblast, kterou nazýval kosmická fyzika. Sem spadala i jeho představa vzniku života na planetě prostřednictvím „panspermie“ – spory šířené vesmírem pomocí radičního tlaku, nebo interpretace vzniku polární záře. Další zájmovou oblastí byla fyziologická chemie imunitního systému, kde zaměřil svou pozornost na spojitost mezi teoretickou chemií a imunoterapií, obzvláště séroterapií. Zajímal ho především vztah mezi toxiny a antitoxiny.

Bezesporu je Arrheniovou zásluhou, že Nobelův finanční odkaz byl naplněn způsobem, který z Nobelovy ceny učinil nejprestižnější světové vědecké ocenění. Uplatnil svůj vliv při stanovení postupů pro udělování Nobelovy ceny a sám byl členem výboru pro udělování ceny za fyziku. První Nobelovu cenu za chemii (1901) získal van't Hoff, v roce 1902 to byl organický chemik Emil Fischer. V roce 1903 získal toto ocenění Arrhenius a ve vlastní biografii prezentované při této příležitosti si nezapomněl vyříditi účty s hodnotiteli jeho doktorské práce. Z tria ionistů zůstal bez ocenění až do roku 1909 Ostwald. V literatuře se uvádí, že v tomto roce získal Ostwald Nobelovu cenu na základě zprávy napsané Arrheniem, ale výboru představené pod jménem jiného člena výboru... Schopnost Arrhenia tahat za nitky v pozadí udělování ceny se projevila již dříve, při neudělení ocenění Mendělejevovi. Ten byl nobelovským výborem

pro chemii k udělení ceny v roce 1906 doporučen za objev periodické tabulky prvků. Na zasedání akademie, kde mělo být rozhodnutí výboru potvrzeno, padl neočekávaně další návrh – na Henriho Moissana, podporovaného Svante Arrheniem. Arrhenius se o práci Mendělejeva vyjádřil ve smyslu, že objev je již příliš starý na to, aby mohl být oceněn v roce 1906. Podle mínění současníků byl proti Mendělejevovi Arrhenius motivován především osobně – nemohl se přenést přes Mendělejevovu kritiku své disociační teorie. Po bouřlivé diskusi akademie rozhodla ve prospěch Moissana většinou jednoho hlasu. Obdobně blokoval Arrhenius nominace svého vědeckého oponenta v imunochémii – Paula Ehrlicha (mj. tvůrce léku proti syfilis), třikrát neúspěšně nominovaného v letech 1902, 1904 a 1906, který tak získal cenu až v roce 1908.

Arrhenius byl velkým popularizátorem vědy a jen mezi roky 1906 a 1925 napsal 11 knih popularizujících vědu a sumarizujících vědní pokrok. Participoval i na velkých průmyslových projektech, např. při výstavbě vodních elektráren a s tím související elektrifikaci švédských drah. Bez předsudků svůj intelekt uplatňoval při vstupu do oblastí ležících mimo oblast jeho dosavadních znalostí. Lze konstatovat, že byl vizionářem a předbíhal svou dobu.

Pavel Chuchvalec

LITERATURA

1. Coffey P.: *Cathedrals of Science*. Oxford University Press, Oxford 2008.
 2. Arrhenius G., Caldwell K., Wold S.: *A Tribute to the Memory of Svante Arrhenius*. Royal Swedish Academy of Engineering Sciences (IVA), Stockholm 2008.
- Chuchvalec P.: Chem. Listy 116, 717–718 (2022).
 - <https://doi.org/10.54779/chl20220717>