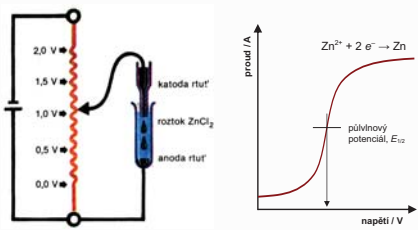


Jaroslav Heyrovský

Princip polarografie

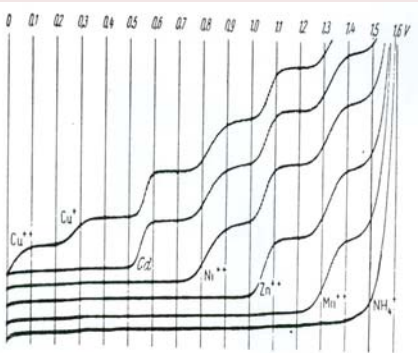
Polarografie je metodou analýzy, která umožňuje určení přítomnosti (**kvalita**) a zároveň i koncentrace (**kvantita**) redukovatelných nebo oxidovatelných neznámých látek v roztoku. Základem metody je **elektrolýza**, tedy změna chemického složení roztoku způsobená průchodem elektrického proudu roztokem.

Do studovaného roztoku je vložena dvojice elektrod, z nichž jednou je **rtuťová kapající elektroda**, na níž se ukládá lineárně rostoucí napětí. Pokud neprobíhá elektrolýza (vložené napětí je malé), je rtuťová kapající elektroda **polarizována** (nabita) a elektrickým okruhem protéká jen malý proud. V okamžiku, kdy napětí na elektrodě dosáhne takové hodnoty, že se látka přítomná v roztoku začne redukovat (nebo oxidovat) se tato skutečnost projeví vzrůstem proudu a na závislosti proudu na napětí se objeví **polarografická vlna**. Její výška je přímo úměrná koncentraci látky, poloha označovaná jako **půlvlnový potenciál** je charakteristická pro druh látky. Naměřené závislosti tedy mají tvar vln, jejichž poloha charakterizuje jednotlivé druhy látek a z výšky vln lze určit koncentraci příslušné látky.



▲ Vznik polarografické vlny v roztoku chloridu zinečnatého.

Polarografické spektrum, demonstrující, jak se jednotlivé analyzované látky navzájem neovlivňují. Do měřeného roztoku byly postupně přidávány ionty (zprava doleva) manganaté (Mn^{2+}), zinečnaté (Zn^{2+}), nikelnaté (Ni^{2+}), kadmennaté (Cd^{2+}) a měďnaté (Cu^{2+}).



Další vývoj polarografie

Jaroslav Heyrovský a jeho následovníci polarografii nadále rozvinuli a dones rozvíjejí a dali vzniknout mnoha **dalším metodám elektroanalytické chemie** (oscilografická polarografie, diferenční polarografie, amperometrie, aj.). Tyto metody se vyznačují jak **extrémní citlivostí** umožňující měřit velmi nízké koncentrace látek (rozpočetní voltametrie), tak zejména možnosti automatizace měření a jeho miniaturizace.

S dílem profesora Heyrovského se tak dnes můžete například setkat v **glukometru**, přístroji pro stanovení koncentrace glukosy v krvi.



Jakkoliv je vždy ošidné měřit vědecký úspěch a vědecký význam, bezesporu nejznámější osobností Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy je za uplynulých 100 let nositel Nobelovy ceny profesor Jaroslav Heyrovský.

Narodil se **20. prosince 1890** v Praze 1 v Křížovnické ulici do přední pražské rodiny profesora římského práva na České Karlo-Ferdinandově univerzitě Leopolda Heyrovského. K přírodním vědám tíhnul Jaroslav Heyrovský již od mládí, včetně provádění domácích chemických pokusů. Po absolvování gymnázia se proto v roce 1909 zapisuje ke studiu fyziky, chemie a matematiky na České Karlo-Ferdinandově univerzitě, ale nakonec absoluuje na londýnské University College u proslulého chemika Williama Ramsaye, kde v roce 1913 získává hodnost bakaláře přírodních věd (BSc.). Po vypuknutí I. světové války se v roce 1914 vrací domů. Část vojenské služby stráví jako nemocniční lékárník v Innsbrucku, kde ve volných chvílích pracuje na dizertační práci o elektroafinitě hliníku. Rigorózní zkoušku složil 27. června 1918 a byl promován doktorem filozofie (PhDr.).

Již ve své dizertační práci se Heyrovský věnoval elektrodě z hliníkového amalgámu, což zaujalo profesora experimentální fyziky Bohumila Kučeru (1874–1921) a nabídl mu spolupráci. Jedním z témat bylo **měření elektrokapilarity rtuť** vážením kapek rtuť vykapávajících ze skleněné kapiláry do roztoku různých iontů. Kapající rtuť, připojená na zdroj stejnosměrného napětí, přitom sloužila jako jedna elektroda, druhou elektrodou byla rtuť hromadící se na dně nádoby. Nicméně zpočátku se zdálo, že jde o slepou uličku výzkumu. Současně začal Heyrovský působit jako asistent profesora Bohuslava Braunera. Roku 1920 se habilitoval a začal přednášet nový obor, fyzikální chemii. Následně se na jaře 1922 se stal mimořádným a v květnu 1926 řádným profesorem fyzikální chemie.

V prosinci roku 1921 se Heyrovský vrátil ke studiu elektrokapilárních křivek rtuť v roztocích chloridu hlinitého, přičemž jej napadlo měřit i elektrický proud, který prochází mezi rtuťovou kapající elektrodou a protielektrodou. Skutečně první závislost, která zřetelně vykazovala přítomnost vln závislých na složení roztoku (později získala název **polarizační křivka**) naměřil v **únoru 1922** a objev prezentoval v říjnovém čísle časopisu *Chemické listy pro vědu a průmysl*. O dva roky později se svým japonským spolupracovníkem Masuzóem Šikatou (1895–1964) sestavili přístroj pro automatický záznam křivek závislosti proudu na napětí, který nazvali **polarograf**. Od roku 1929 se u nás začal polarograf vyrábět i komerčně.

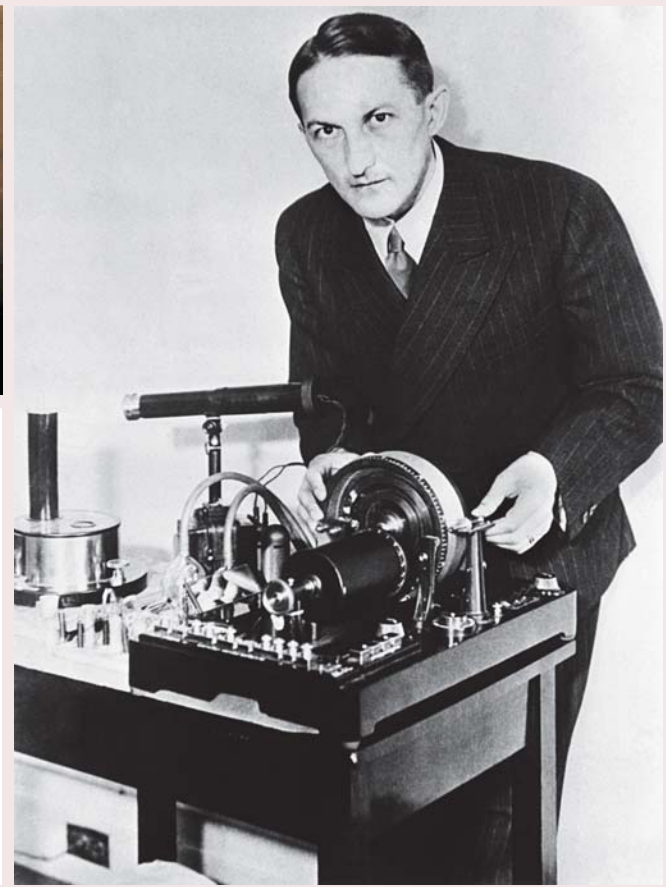
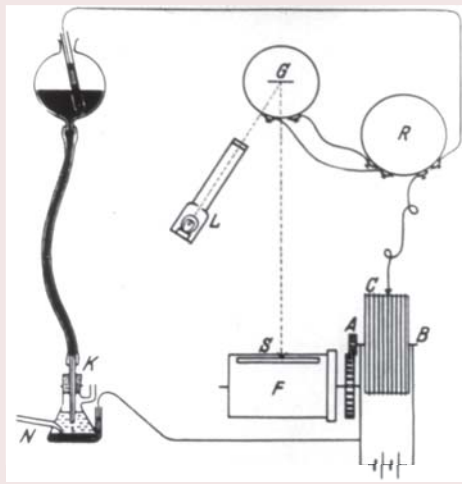
Protože metoda měla **ohromný potenciál v praktické chemické analýze** – mimo jiné umožňovala stanovení velmi nízkých koncentrací v té době nedosažitelných jinou metodou – stala se rychle velmi využívanou. Její analytické použití zasahuje do všech oborů lidské činnosti, průmyslu, vojenství, biologie, farmacie a lékařství (například diagnóza rakoviny). Metoda se posléze stala základem široké větve elektroanalytických metod.

V roce 1950 byl v Praze založen Polarografický ústav (dnes Ústav fyzikální chemie Jaroslava Heyrovského, Akademie Věd ČR) a Jaroslav Heyrovský se stal jeho ředitelem a se svými spolupracovníky vyvíjel další typy polarografických metod a přístrojů. Za svůj přínos chemii byl oceněn **Nobelovou cenou roku 1959**. Dostalo se mu i dalších státních i vědeckých vyznamenání, byl zvolen čestným členem řady akademií a byly mu uděleny čestné doktoráty několika evropských univerzit. Jeho životní dráha se uzavřela **27. března 1967**, pochován byl na Vyšehradě.

Polarograf

Polarizační křivku lze získat měřením závislosti proudu na napětí vkládaném na rtuťovou kapkovou elektrodu, na níž probíhá redukční (oxidační děj) a druhou elektrodu. Pro automatický záznam této závislosti sestrojil Jaroslav Heyrovský spolu s Masuzóem Šikatou přístroj, který nazvali **polarograf**. Jádrem přístroje je rtuťová kapající elektroda (rezervoár, hadička, kapilára **K**), ponořená do nádoby **N** se studovaným roztokem. Rtuť na dně této nádoby tvoří druhou elektrodu. Elektrické napětí, vkládané na tyto dvě elektrody, se plynule zvyšuje pomocí tzv. Kohlrauschova bubnu **B**, tedy válce na kterém je navinut odporový drát, po němž se pohybuje smýkavý kontakt **C**. Buben se otáčí pomocí hodinového strojku a je převodem **A** spojen s kazetou **F** opatřenou štěrbinou **S**, ve které je umístěn fotografický papír svinutý do válce. Štěrbinou ve stěně kazety dopadá na papír paprsek lampy **L** odražený od zrcátkového galvanometru **G**, a který tak na papír (otáčející se synchronně s otáčením Kohlrauschova bubnu) zaznamená proudovou odezvu.

Od dob svého vzniku prodělal polarograf bouřlivý rozvoj (stejně jako techniky polarografické analýzy) a zejména pokročilá mikroelektronika a spojení měření s výpočetní technikou umožňují dnes využívat širokou paletu metod a miniaturizované přístroje.



Dlouhá cesta k úspěchu

Jaroslav Heyrovský byl na Nobelovu cenu za chemii navržen celkem osmáctkrát, poprvé v roce 1934 německým chemikem Wilhelmem Böttgerem. V následujících letech byl opakovaně nominován celkem 63 vědeckými kolegy, a kromě ceny za chemii byl jednou navržen i na cenu za fyziku a pro dopad polarografie do klinické analýzy byl i čtyřikrát navržen na cenu za fyziologii a lékařství. Teprve zasedání Švédské Královské akademie věd 26. října 1959 rozhodlo o udělení Nobelovy ceny Jaroslavu Heyrovskému „**za objev a rozpracování analytické polarografické metody**“, tedy s přihlédnutím k významu, který jeho objev měl (a má) pro analýzu v chemii (a nejen v ní).

