

# Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

---

Vítěz Kalous

K 50. výročí udělení Nobelovy ceny profesoru Jaroslavu Heyrovskému

*Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*, Vol. 54 (2009), No. 2, 89--93

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/141892>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2009

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

# K 50. výročí udělení Nobelovy ceny profesoru Jaroslavu Heyrovskému

*Vítěz Kalous, Praha*

Letošního roku, začátkem prosince, tomu bude padesát let, co byla prof. Jaroslavu Heyrovskému, českému fyzikálnímu chemikovi, udělena Nobelova cena za chemii. Událo se tak na zasedání Nobelova výboru ve stockholmském Koncertním sále dne 10. prosince 1959. Po slavnostní řeči prof. A. Ölandera o polarografii a jejím významu, přednesené v českém jazyce, krátce promluvil švédský král Gustav Adolf VI a předal diplom a zlatou medaili laureátovi Nobelovy ceny. Cena byla Heyrovskému udělena za objev polarografie. Je to elektrochemická metoda, při které se měří závislost proudu na elektrickém napětí vkládaném na rtuťovou kapkovou elektrodu a referenční elektrodu, jakou je nejčastěji kalomelová elektroda. Podle současného pojetí je polarografie součástí voltametrie, což je metoda, při které se sleduje závislost proudu procházejícího libovolnou stálou pracovní elektrodou ponořenou v analyzovaném roztoku na potenciálu, který se na tuto elektrodu vkládá z vnějšího zdroje. Uvedme nejprve něco z historie, pak o významu polarografie a v závěru se zamysleme nad podmínkami, jaké měl Heyrovský k dosažení tak vysokého vyznamenání.



Prof. Jaroslav Heyrovský přebírá Nobelovu cenu

---

Prof. RNDr. VÍTĚZ KALOUS, Malostranské náměstí 10, 118 00 Praha 1, e-mail: [vitezkalous@seznam.cz](mailto:vitezkalous@seznam.cz)

## Z historie objevu polarografie

Jaroslav Heyrovský se narodil 20. prosince 1890 v rodině Leopolda Heyrovského, profesora římského práva na Karlo-Ferdinandově universitě v Praze. Pohyboval se od mládí v intelektuálních kruzích, do kterých patřil i přítel rodiny T. G. Masaryk. Po maturitě v roce 1909 započal Heyrovský studium na filosofické fakultě Karlo-Ferdinandovy university, na kterou tehdy patřilo studium matematiky, fyziky a chemie. O rok později odešel do Anglie na University College v Londýně. Tam r. 1913 získal titul bakaláře.

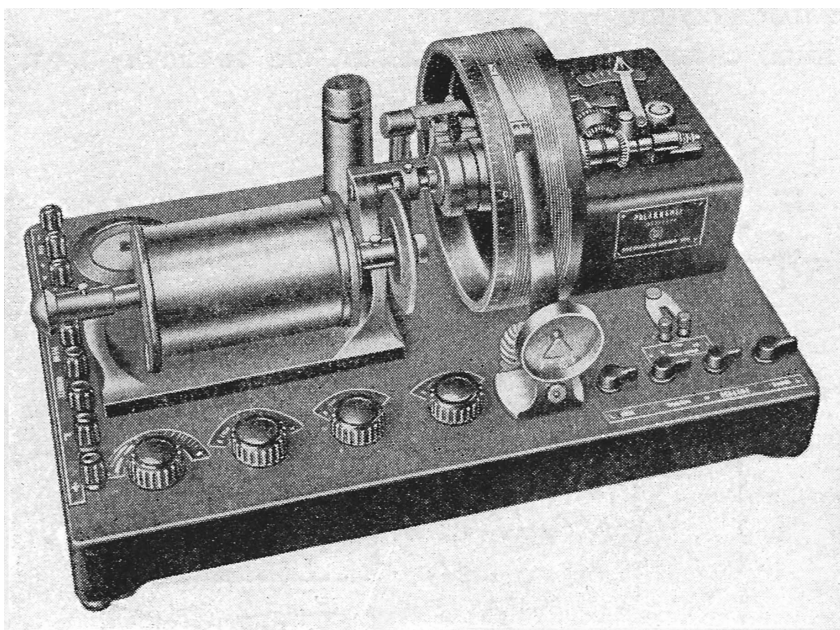
V dalším studiu u prof. F. G. Donnana se poprvé setkal se rtutí při zkoumání amalgamové elektrody aluminia. Po návratu do Prahy jej zastihla 1. světová válka, do které byl vtažen v r. 1915. Vzhledem k nepevnému zdraví pracoval v lékárně a později byl propuštěn do Prahy, kde sepsal a r. 1918 obhájil disertační práci na téma: *O elektroafinitě aluminia*. Při rigorózní zkoušce dostal Heyrovský od fyzika prof. B. Kučery otázku o měření povrchového napětí rtuti. Heyrovský se na tuto otázku předem dobře připravil, protože věděl, že se tímto tématem zabývá jeho examinator. Heyrovský byl potom pozván do Kučerovy laboratoře, kde se seznámil nejen s kapající rtuťovou elektrodou, ale i s jejím elektrickým zapojením.

Po první světové válce pracoval Heyrovský jako asistent na Přírodovědecké fakultě Karlovy university u prof. Braunera, později jako docent a od r. 1926 jako řádný profesor nově založeného oboru fyzikální chemie. Ve výzkumné práci pokračoval v měření povrchového napětí rtuti v závislosti na elektrickém napětí. Použil přitom kapající rtuťové elektrody, tvořené skleněnou kapilárou o vnitřním průměru 0,08 mm, spojené s reservoárem rtuti gumovou hadičkou. Pro usnadnění práce s vážením kapiček rtuti zkusil zařadit do obvodu galvanometr. Od tohoto zlomového okamžiku začal měřit závislosti proudu na napětí vkládaném mezi rtuťovou kapkovou a referenční elektrodu. Zpočátku měřil v různých elektrolytech tzv. rozkladné napětí, při kterém docházelo k prudkému růstu proudu. Při zkoumání směsi elektrolytů, z nichž některé byly v relativně nízké koncentraci, se na křivce objevila stupňovitá zvýšení proudu ve formě vln. Poloha vln na ose napětí byla charakteristická pro měď, kadmium, zinek a další ionty. Velikost napětí udávala tedy kvalitu. Výška vln byla daná koncentrací, tedy kvantitou. Pro úspěšný pokus byl v nádobce s elektrodami nadbytek základního elektrolytu v decimolární koncentraci, který měl komplexotvorné vlastnosti. Stanovovaná látka (tzv. analyt) byla v koncentraci milimolární a nižší.

Výsledky získané počátkem dvacátých let publikoval Heyrovský v r. 1922 v Chemických listech a v rozšířené formě v anglickém časopise. Jedním, kdo rozpoznal perspektivu nového oboru, byl japonský fyzikální chemik M. S. Shikata. Ten v roce 1925 spolu s Heyrovským sestrojil přístroj pro automatickou registraci křivek proudu proti napětí. Přístroj, který velmi usnadnil práci, nazvali polarograf a metodu polarografie.

Popišme krátce, jak klasický fotograficky registrující polarograf vypadal. Skládal se z Kohlrauschova bubínku, na jehož konce byl připojen čtyřvoltový akumulátor a který měl pevný jezdec pro snímání napětí, ze zrcátkového galvanometru s projekční lampou a válcovité kazety, ve které byl navinut fotografický papír. Kazeta měla podélnou úzkou šterbinu, kterou na papír pronikalo světlo odražené od zrcátka galvanometru. Kazeta byla mechanicky spojena s bubínkem a motorkem (zprvu na pero, později elektrickým).

Po spuštění motorku se otáčel bubínek a synchronně s ním papír v kazetě. Průchod proudu se projevil pohybem zrcátka a tím pohybem světelného indexu po štěrbině kazety. Po vyvolání se na papíře objevila polarografická křivka. S výrobou fotografických polarografů bylo u nás započato v třicátých letech na komerční bázi. Výroba začala také v USA, Itálii a Dánsku. U těchto přístrojů byl galvanometr nahrazen zapisovačem, akumulátor nahradilo elektronické vkládání napětí atd. Ve válce navrhl Heyrovský oscilografický polarograf, zaměřený především na studium elektrodoových reakcí.



Klasický fotograficky registrující polarograf vyráběný v třicátých letech českou firmou Nejedlý.

Rostoucí počet žáků a spolupracovníků získal Heyrovský v třicátých letech přednáškami v USA, SSSR a dalších zemích. K rozkvětu polarografie došlo po 2. světové válce na Ústavu fyzikální chemie Přírodovědecké fakulty UK. Zde vedl Heyrovský disertační práce z polarografie a polarografické praktikum, kterým prošla většina studentů chemie. Na týdenních seminářích referovali studenti a externí hosté o publikacích ze světové polarografie. Diskuse byla velkou výměnou zkušeností a zdrojem nových nápadů. Heyrovského charisma vytvářelo velkou polarografickou rodinu, která žila nejen vědou, ale i ve výletech a sportu. Heyrovský, v mládí sportovec, se účastnil v důchodovém věku alespoň symbolicky čestným výkopem. K setkávání polarografistů docházelo také na Polarografických kongresech v Praze, Veszprému, Drážďanech, Cambridge a dalších městech.

Přišla padesátá léta a vědecký život probíhal normálním tempem. Když proskočila zpráva, že Heyrovský jede do Švédska, málokdo tomu věřil. Přípravoval sice přednášku, ale Švédsko bylo v polarografii zaměřeno spíše biochemicky. Nobelova cena se zdála

být nepravděpodobná, protože již několikrát byl navržen a přesto nebyl komitétém zvolen. Pak jako blesk přišla zpráva tiskové agentury, že Heyrovský dostal Nobelovu cenu. Oslava se konala až po návratu manželů Heyrovských ze Švédska na večeři, na kterou byli pozváni přední polarografisté. V šedesátých letech odešel Heyrovský z vedení ústavu, který však nadále navštěvoval. Činil tak až do své smrti v roce 1967.



Dekret laureáta Nobelovy ceny s uvedením příkladů polarografických křivek v metalurgii a medicíně.

## O použitelnosti polarografie

Polarografie je elektroanalytická metoda pro stanovení látek v roztoku. Látka musí mít schopnost přijímat nebo odevzdávat elektrony, tedy se na elektrodě redukovat nebo se oxidovat. Tomuto požadavku vyhovují především ionty těžkých kovů. Při analýze kovových slitin se spíše než hlavní komponenty stanovují kovy přítomné ve slitině v nízkém zastoupení. Kov se musí rozpustit a vzniklý roztok upravit přidáním komplexotvorného činidla. Pro stanovení kovů v biologických materiálech je nutno materiál předem hydrolyzovat nebo po spálení analyzovat jejich popel. Jako příklad uveďme ionty mědi, zinku, kadmia, manganu a chromu. Organické sloučeniny musí obsahovat v molekule aktivní skupinu. Polarograficky se dají studovat aldehydy, ketony, alkaloidy, vitaminy, hormony, bílkoviny, nukleové kyseliny. Polarografie se uplatnila v metalurgii, analýze rud a minerálů, stanovení čistoty anorganických a organických sloučenin, potravinářství, v lékařství, farmacii a biologii.

Klasická polarografie patřila do konce padesátých let k velmi významným metodám v analytické chemii. S časem však klesala její důležitost, neboť její citlivost a

selektivita byla nižší než u spektroskopických metod. Až rozvoj elektroniky v sedmdesátých letech umožnil vznik nových metod založený na polarografickém principu. Stanovení stopových prvků nebylo problémem pro takové metody, jako je Square wave polarography a Differential pulse polarography. Další zvýšení citlivosti přinesly Anodic stripping voltammetry (AVS) a Adsorptive stripping voltammetry (AdSV). Při těchto metodách se analyt hromadí na povrchu elektrody, aby byl zkoumán jedním napěťovým pulsem. Vedle rtuťových mikroelektrod se stále více používají elektrody platinové, zlaté a uhlíkové. Klasická polarografie našla své nové uplatnění jako ukazatel cesty pro moderní pulsní metody.

## Závěr

Závěrem se zamysleme nad podmínkami, které musely být splněny, aby Heyrovský dosáhl takového vědeckého věhlasu, že dostal Nobelovu cenu. Za prvé to musely být jeho osobní vlastnosti, jako je nadání pro vědeckou práci, píle, houževnatost, sebevědomí a hlavně až fanatické zaujetí pro polarografii. Nutné byly odborné znalosti získané především studiem v Anglii. Samozřejmostí byla znalost cizích jazyků, jako je angličtina a němčina, ve kterých Heyrovský přednášel a publikoval. Nermalou roli hrálo štěstí, že byl ve správnou dobu na správném místě. K tomu patří i skutečnost, že získal místo docenta a později profesora na Přírodovědecké fakultě UK, kde pracoval a kde byl právě zřízen ústav Fyzikální chemie. Tím získal jak laboratoře, tak studenty pro práci na disertacích z polarografie. Sám považoval experimentální práci za prioritní, hlavní byly pozorované jevy. Dopracování detailů a teoretický výklad byly na druhém místě. Heyrovský se řídil heslem: *Pracuj, dokonči, publikuj*. Vždy se snažil, aby vědecké poznatky byly co nejdříve aplikovány v praxi.

Jsou dva lidé, kteří se hráli, kromě desítek dalších, v jeho životě významnou úlohu, a to jeho manželka Marie Heyrovská a profesor Rudolf Brdička. Paní Marie o něho pečovala nejen v domácnosti, ale i jako sekretářka. Vedla běžnou korespondenci a rozesílala otisky vědeckých prací do celého světa. Hlavně po několik let sestavovala seznam prací publikovaných o polarografii, aby vyšly jako zvláštní příloha českého cizojazyčného chemického časopisu Collection of Czechoslovak Chemical Communications. Zakladatelem tohoto časopisu byl prof. Heyrovský spolu s prof. Votočkem. Prof. Brdička začínal u Heyrovského jako student, později se stal profesorem, přednostou Ústavu fyzikální chemie ČSAV. Byl to prof. Brdička, který vedle vynikající práce v polarografii nesl břemeno administrativy a běžných starostí.

Jako asistent pro praktická polarografická cvičení, vedoucí Mezinárodního polarografického kurzu na Katedře fyzikální chemie UK a ředitel Kurzu moderních analytických metod pro UNESCO bych chtěl připomenout 50. výročí udělení Nobelovy ceny položením kytičky na jeho hrob na Vyšehradě.