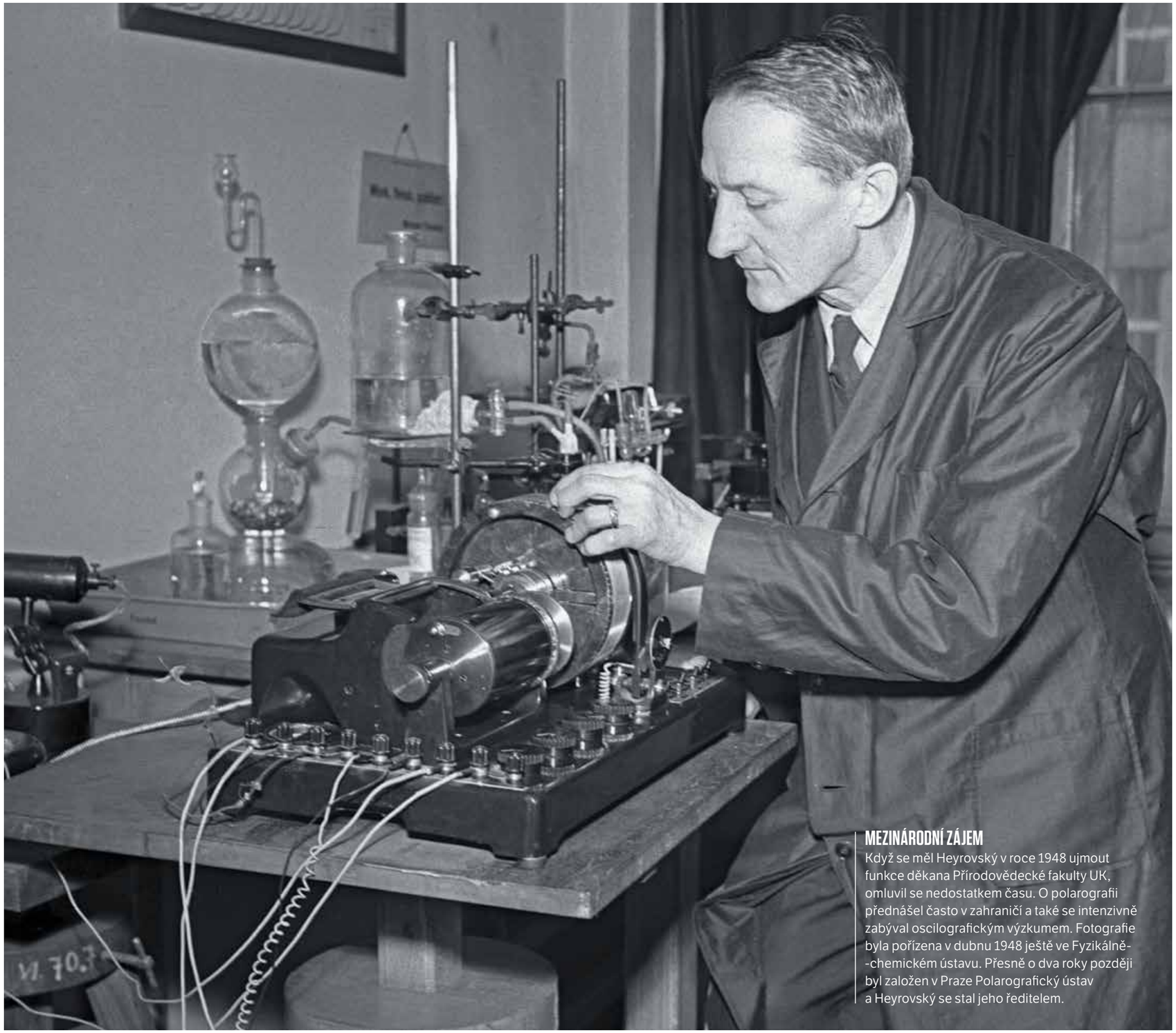
PŘÍBĚH KAPKY: CESTA K NOBELOVĚ CENĚ

Na samotném začátku si profesor Jaroslav Heyrovský vůbec neuvědomoval dosah svého zásadního objevu. V rozhovoru pro Český rozhlas jej kdysi komentoval takto: „Víte, když člověk na něco přijde, to je, jako když najdete v písku hrudku zlata. Říkáte si: Pozor to by mohlo být naleziště a ryjete v tom písku dál. A tak z toho byla nakonec polarografie.“ — *Květoslava Stejskalová*



MEZINÁRODNÍ ZÁJEM
Když se měl Heyrovský v roce 1948 ujmout funkce děkana Přírodovědecké fakulty UK, omluvil se nedostatkem času. O polarografii přednášel často v zahraničí a také se intenzivně zabýval oscilografickým výzkumem. Fotografie byla pořízena v dubnu 1948 ještě ve Fyzikálně-chemickém ústavu. Přesně o dva roky později byl založen v Praze Polarografický ústav a Heyrovský se stal jeho ředitelem.

FOTO: ČTK/HAMPL ALEXANDR

Český fyzikální chemik Jaroslav Heyrovský, nadneseně řečeno, zasvětil rtuťové kapce celý život. Jeho cesta přírodovědce začala už záhy. Narodil se 20. prosince roku 1890 v Křížovnické ulici č. 14 na Starém Městě pražském. V rodině Leopolda Heyrovského, profesora římského práva na české univerzitě v Praze, a jeho ženy Kláry už byly tři děti, všechny dcery: Klára, Marie a Helena. Zanedlouho se však Jaroslavovi narodil mladší bratr Leopold. Právě s Leem později sbírali na rodinných výletech různé zkameněliny. Navíc Jaroslav, jenž už jako chlapec začal sepisovat učebnici přírodopisu, kterou i sám ilustroval, choval doma drobné živočichy a ve škole pomáhal přírodopisci Františkovi Bayerovi pořádat školní sbírky.

Na Akademickém gymnáziu na Smetanově nábřeží v mladém Jaroslavovi vzbudil zájem o chemii a fyziku profesor Jeništa. Rentgenový snímek vlastních rukou posílali pak bratři Heyrovští kamarádům jako novoroční přání. Jindy se jim podařilo celou ulici zamořit dýmem salmiaku vzniklým slučováním amoniaku a chlorovodíku. Ze zábavy středoškolských let se ale u Jaroslava vyvinul vážný zájem o oba zmíněné obory, které se rozhodl studovat. Jeho dalším profesorem byl tehdy například i spisovatel Zikmund Winter, spolužáky mu byli Karel Čapek či Zdeněk Myslbek, syn sochaře Josefa Václava Myslbeka.

Po maturitě v roce 1909 se Heyrovský zapsal na filozofickou fakultu pražské univerzity (samostatná přírodovědecká fakulta tehdy ještě neexistovala) na obor fyziky, chemie a matematiky. Když po roce zjistil, že ve fyzikální chemii, která se stala jeho životním zájmem, nemůže v Praze získat potřebné vědecké vzdělání, pokračoval ve studiu tohoto specifického směru na londýnské University College u profesora Williama Ramsaye, držitele Nobelovy ceny za chemii z roku 1904. Hodnost bakaláře přírodních věd (B.Sc.) získal Heyrovský v roce 1913. U profesora Fredericka George Donnana pak zahájil studium hliníkových elektrod, v pokračování další vědecké práce mu však zabránilo vypuknutí první světové války v roce 1914.

OSUDOVÉ SETKÁNÍ S KAPKOU RTUTI

K rigorózní zkoušce, která předcházela obhajobě disertační práce, se na univerzitu Heyrovský dostavil 27. června 1918 v uniformě desátníka sanitní služby. Examinátory byli profesor anorganické chemie Bohuslav Brauner (1855–1935), profesor farmaceutické chemie Jan Stanislav Štěrba-Böhm (1878–1939) a profesor experimentální fyziky Bohumil Kučera (1874–1921).

Heyrovského disertační práce s názvem O elektroafinitě aluminia měla vynikající úroveň, kandidát byl examinátorům osobně znám, takže zkouška měla spíše charakter vědecké diskuze. V disertaci měl Heyrovský oddíl věnovaný hliníkové amalgámě, která odkapávala ze skleněné kapiláry do roztoku. Tyto pokusy podnítily profesora Kučeru k obecné otázce o elektrokapilaritě, jejímž měřením u rtuti se dlouhodobě sám zabýval. Heyrovský otázku zodpověděl dobře a Kučera jej upozornil na neshody hodnot povrchového napětí měřené jeho metodou navrženou francouzským fyzikem Gabrielem Lippmannem před padesáti lety. K tomu podotkl druhý examinátor, profesor Brauner, bafaje z tlustého doutníku: „To může rozřešit jen fyzikální chemik!“, což byla výzva Heyrovskému, který byl jediným specialistou na fyzikální chemii na celé univerzitě.

Zkouška dopadla výborně, a tak byl 26. září 1918 Jaroslav Heyrovský promován na doktora filozofie. Kučerův problém však Heyrovského značně zaujal, byl to nějaký záhadný nový jev, který nevysvětlil ani tak významný vědec, jakým byl právě profesor Kučera. Heyrovský proto přijal pozvání k návštěvě v univerzitním Fyzikálním ústavu a zde ho Kučera podrobně seznámil s danou problematikou. Ve volných chvílích pak u Kučery pracoval na vysvětlení jeho „anomálií“ na elektrokapilárních křivkách – závislostech povrchového napětí na potenciálu kapkové rtuťové elektrody. Princip měření spočíval ve vážení kapek rtuti 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 nádobky.

ZBÝVAJÍ DNY DO CÍLE

„Cesty k objevům jsou plné slepých uliček a jen nezměrná trpělivost a tvořivost přinášejí růže,“ zapsal si Heyrovský v roce 1921, když samotné měření elektrokapilárních křivek (vážením kapek rtuti) v různých elektrolytech nevedlo k cíli. V prosinci roku 1921 se vrátil zase ke studiu komplexů hliníku pomocí rovnovážných elektrodových potenciálů, ale 29. prosince opět zkoušel elektrokapilární křivky v roztocích chloridu hlinitého. V dalších dnech – i na Silvestra 1921 odpoledne a na Nový rok 1922 – pokračuje v měření elektrokapilárních křivek v roztocích chloridů (chloridu hořečnatého, barnatého, draselného, lithného, sodného, amonného, vápenatého).

Bylo to na Nový rok, kdy se poprvé pokusil měřit elektrický proud, který prochází mezi kapkovou a referentní elektrodou. Zapojil však asi málo citlivý galvanometr, a dostal tak křivku, jež nevypadala zrovna nadějně. Z poznámek v laboratorním deníku je vidět, že měl rozhodně na mysli nějaký experimentální obrat. A tak si zapůjčil citlivější galvanometr od profesora fyziky Františka Závišky.

Dne 9. února 1922 zase měřil elektrokapilární křivky v roztoku chloridu sodného, cosi přitom pozoroval, ale

[…]

„V čem spočívá tvůrčí proces ve vědě? Snad ve schopnosti poznat, co je důležité a co podružné.“

MATURANT A VOJÁK

Jaroslava Heyrovského lákalo už jako maturanta (1909, viz horní fotografie) studium moderní fyzikální chemie, která se však na České universitě nevyučovala. Po roce studia klasických předmětů, jako byly fyzika, matematika a chemie, v Praze na filozofické fakultě odjel do Londýna a nastoupil na University of College. V roce 1914 jeho vědeckou práci přerušila válka a Heyrovský musel narukovat ke zdravotnické jednotce v Táboře a později v Innsbrucku. Pracoval v lékárně a jako rentgenolog. Na spodní fotografii je zachycen v Táboře v roce 1915 (uprostřed).

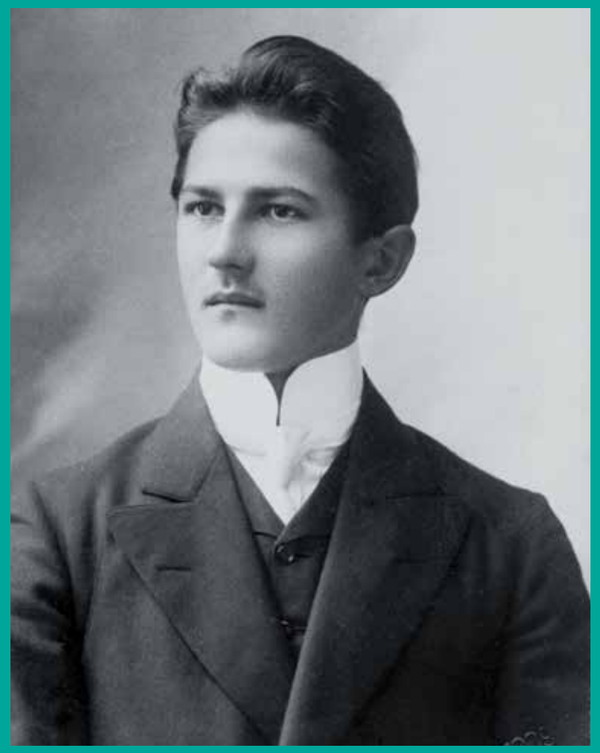


FOTO: ARCHIV VÝSTAVY PŘÍBĚH KAPKY ÚFCH JH AV ČR A REPRO Z KNIHY JAROSLAV HEYROVSKÝ (J. KORYTA, 1976)

FOTO: ARCHIV VÝSTAVY PŘÍBĚH KAPKY ÚFCH JH AV ČR

odbyl to poznámkou: „Na vrcholu (tj. křivky) se něco děje, ale teď není čas to zkoumati.“ Následující den, 10. února 1922, zapojil do měřicího okruhu zrcátkový galvanometr a elektrolyzoval jednomolární roztok hydroxidu sodného (takový roztok se v laboratoři připraví například do 100ml odměrné baňky, ve které se 4 g odváženého hydroxidu rozpustí v destilované vodě a baňka se doplní vodou po rysku). Už při nepatrném vloženém napětí se objevila malá výchylka, její hodnotu si poznamenal a ještě připsal, že index rytmicky osciluje na stupnici podle odkapávání kapek. Pak proud se zvyšováním napětí ještě zesílil a v oblasti –1,9 V až –2,0 V začal náhle prudce stoupat! Heyrovský objevil své „naleziště zlata“.

Dál pracoval s ohromnou intenzitou; během dalších sedmi týdnů popsal svými záznamy dvousetstránkový laboratorní deník. V té době se dal také do sepisování první publikace o své nové metodě (nazval ji polarografií, ale to až později), která byla uveřejněna v 8. říjnovém čísle časopisu Chemické listy. Její název byl *Elektrolysa se rtuťovou kapkovou kathodou*.

METODA DOSTALA JMÉNO

Aby urychlil měření se rtuťovou kapkovou elektrodou, sestrojil Jaroslav Heyrovský se svým japonským spolupracovníkem Masuzó Šikatou v roce 1924 automatický přístroj, který nazvali polarograf. Přístroj plynule měnil vzájemnou elektrickou polaritu obou elektrod a fotografickou cestou přitom zaznamenával proud procházející roztokem a elektrodami v závislosti na měnícím se elektrickém napětí, vkládaném na elektrody. Na výsledné polarizační křivce se objevují stupně, takzvané vlny. Výška vln je mírou koncentrace látek rozpuštěných v roztoku a jejich poloha udává druh těchto látek. Podle přístroje dostala metoda elektrolýzy roztoků rtuťovou kapkovou elektrodou jméno polarografie.

A jak to celé funguje? Je-li ve zkoumaném roztoku přítomna látka, která se může na kapkové elektrodě redukovat či oxidovat, vznikne na křivce stupňovité zvýšení proudu, jemuž říkáme polarografická vlna. Poloha této vlny na ose napětí je charakteristická pro druh látky v roztoku a její výška udává množství, v jakém je látka v roztoku přítomna. Chemicky tedy říkáme, že nám polarografie umožňuje současně kvalitativní i kvantitativní analýzu látky v roztoku. Nalézá-li se v roztoku několik látek současně, ukazuje polarografická křivka příslušný počet vln, z nichž každá nám současně určuje i kvantitu jednotlivých složek roztoku. Zrodila se tak nová, elegantní a jednoduchá metoda chemického rozboru, převyšující v mnoha ohledech všechny tehdejší analytické metody.

Po řadu let byla polarografie „královnou“ mezi analytickými metodami díky své vysoké přesnosti a současně poměrně nízké ceně polarografů. Pražská polarografická škola, kterou tvořili vědci z celého kontinentu, rozšířila tuto metodu po celém světě. V Praze byl v roce 1950 založen Polarografický ústav a Jaroslav Heyrovský se stal jeho ředitelem. Analytické použití polarografie zasahovalo do všech oborů průmyslu, kde bylo třeba chemické analýzy, dále do biologie, farmacie a lékařství (například diagnóza rakoviny). Velké uplatnění nalezly polarografické dlouhodobé analyzátory, přístroje, které automaticky sledovaly množství určité látky v plynulém výrobním procesu a popřípadě ve spojení s vhodným zařízením automaticky kontrolovaly chod výrobní linky. Heyrovský s týmem vědců Polarografického ústavu pracoval i nadále na vývoji dalších polarografických metod (například oscilopolarografie) a celé řady polarografických přístrojů.

PRVNÍ NOBELOVA CENA

Nobelovu cenu někdy dostává vědec několik let po objevu, když je jeho význam ve světě zhodnocen. Jindy však musí čekat na uznání i několik desetiletí. Profesor Jaroslav Heyrovský byl navržen na udělení Nobelovy ceny celkem osmnáctkrát (počítáte-li roky nominací, ne jednotlivé návrhy), ale teprve rok 1959 byl rozhodující. V tomto roce jej doporučili laureáti Nobelovy ceny profesor Archer John Porter Martin a profesor Chandrasekhara Venkata Raman a ještě několik dalších vědců. Nobelův výbor se obrátil s výzvou k návrhu také na chemiky ze slovenských vysokých škol, kteří se jednohlasně postavili za Heyrovského. Udělení Nobelovy ceny pak přispělo na čas k obnovení ubývající životní síly Jaroslava Heyrovského. Avšak brzy se začal jeho zdravotní stav opět zhoršovat. V šedesátých letech se mu dostalo velikého počtu vyznamenání – podruhé byl vyznamenán Řádem republiky, byl zvolen čestným členem řady akademií a vědeckých společností, zahraničním členem Královské společnosti londýnské, byly mu uděleny čestné doktoráty několika evropských univerzit. Vzhledem k zhoršujícímu se zdravotnímu stavu se vzdal v roce 1963 vedení Polarografického ústavu, ne však tvorby či četby polarografických prací.

Poslední týdny života strávil Jaroslav Heyrovský ve Státním sanatoriu na Smíchově, kde 27. března 1967 zemřel. Jeho poslední léta připomínala konec života Michaela Faradaye (objevil elektromagnetickou indukci, definoval zákon elektrolýzy a podobně), jeho velkého vzoru, který zemřel přesně o sto let dříve také na celkové vyčerpání organismu.

NOVÁ METODA

Těsně před druhou světovou válkou Heyrovský přemýšlel o nové metodě, jež by polarografickou analýzu ještě zrychlila a použitím nových principů umožnila výzkum jevů, které klasickou polarografií nelze sledovat. Tak vznikla oscilografická polarografie, při níž se příslušná křivka přímo pozoruje na stínítku obrazovky, podobné obrazovce prvních televizorů.

KAPKA NA CESTÁCH

Vědce Jaroslava Heyrovského si široká veřejnost připomíná od roku 2009 (od 50. výročí udělení Nobelovy ceny) ojedinělou putovní výstavou s názvem Příběh kapky.

Tým tří vědců z Ústavu fyzikální chemie Jaroslava Heyrovského – Květa Stejskalová, Michal Heyrovský (zemřel 12. 4. 2017) a Robert Kalvoda (zemřel 2. 8. 2011) – začal v roce 2008 prohledávat ústavní archiv. Poté dokumenty dlouhá léta uložené v krabicích prostudovali a postupně doplnili o informace z knihy o Jaroslavu Heyrovském, kterou napsal jeho žák Jiří Koryta (Melantrich, 1990), a také o vyprávění jeho dětí, žáků nebo spolupracovníků. Při výběru exponátů v průběhu první poloviny roku 2008 prohlédli desítky kilogramů písemných materiálů, 200 fotografií, 150 diapozitivů a 6 kilometrů celuloidových filmů z 50. a 60. let. Po tom všem bylo jasné, že materiálů – spolu s desítkou přístrojů – by bylo určitě dost na vytvoření výstavy. Ta v komorní podobě proběhla už v listopadu téhož roku, a to v rámci Týdne vědy a techniky organizovaného Akademií věd ČR v prostorách budovy akademie na Národní třídě v Praze. Vzbudila poměrně značný zájem u návštěvníků tohoto vědeckého festivalu, a tak se autorský tým tří vědců rozhodl její uspořádání v následujícím roce rozšířit a v propracovanější podobě ji nabídnout širšímu publiku na několika místech republiky.

Putovní výstava v první části expozice představuje vědce Jaroslava Heyrovského a milníky jeho života ve fotografiích, z nichž některé zapůjčila k pořízení kopií z vlastního alba přímo rodina. Jeho výzkumnou práci pak ilustruje řada fotek a dokumentů z archivu ústavu. Druhou část expozice tvoří zmíněné přístroje (vývojová řada 10 polarografů), skleněné polarografické nádobky, diapozitivy, ukázky knih a tak dále. Filmy zhotovené v 50. a 60 letech pak dokumentují Heyrovského výzkum a bývají promítány v další části expozice. Výstavu Příběh kapky ústav doplňuje doprovodným programem popularizačních přednášek. V letech 2009 až 2019 bylo zatím uspořádáno 31 samostatných výstav, které navštívilo celkem téměř 31 tisíc návštěvníků. Další informace o výstavě naleznete na webové stránce Heyrovsky.cz.

AUTOMATIZACE MĚŘENÍ

Na horní fotografii je Jaroslav Heyrovský se svým japonským spolupracovníkem Masuzó Šikatou v Londýně v roce 1923, kde se také v listopadu zúčastnili schůze Faradayovy společnosti. Poté v Praze začali pracovat na vývoji prvního přístroje pracujícího na principu Heyrovského nové metody, který nazvali polarograf (viz spodní fotografie).

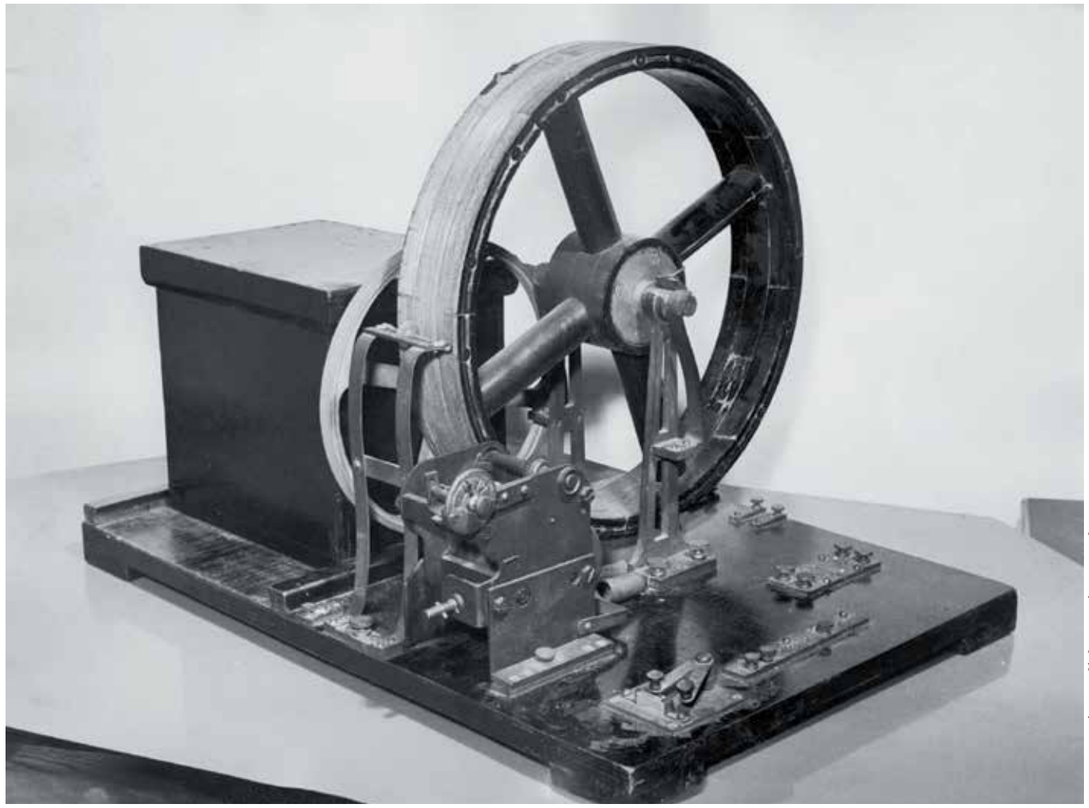


FOTO: ARCHIV VÝSTAVY PŘÍBĚH KAPKY ÚFCH JH AV ČR

[…]

„Pane profesore Heyrovský, Vy jste původcem jedné z nejdůležitějších metod současné chemické analýzy. Váš přístroj je mimořádně jednoduchý, jen něco padajících rtuťových kapiček, ale Vy a Vaši spolupracovníci jste ukázali, že ho lze užít k nejrozmanitějším účelům. Trvalo řadu let, než si polarografické metody povšiml zahraniční svět. Ale od té chvíle její význam stále víc a více roste, ne skoky, aby na sebe upozorňovala nezasvěcené, nýbrž postupně získávala tato metoda důvěru analytických chemiků. Jménem Královské švédské akademie věd dovoluji si Vám vyslovit naše nejvřelejší blahopřání. Prosím Vás, abyste předstoupil a přijal letošní Nobelovu cenu chemickou z rukou našeho Krále.“

Řeč k profesoru Jaroslavu Heyrovskému pronesl Arne Ölander, člen Nobelova výboru pro chemii, v českém jazyce. Bylo to 10. prosince 1959 v Koncertním sále ve Stockholmu. Poté profesor Heyrovský předstoupil před krále.