

jedno malé písmeno (pak je heslo již v cíli). Šipka v grafu totiž znamená přidat jen jedno písmenko.

Heslo bENNOZzz začíná malým písmenem a končí dvěma malými písmeny. Heslostroj jej neumožní vytvořit. *Správná odpověď je B*. Naopak ostatní slova v nabídce Heslostroj povolí. Například 123aNNa půjde třikrát smyčkou ve startovním uzlu (čísllice 123), potom přejde dolů (první malé a), potom projde dvakrát dolní smyčkou (velká písmena NN) a nakonec přejde do koncového uzlu (poslední malé a). Úlohu lze tedy řešit i vylučovací metodou.

Z HISTORIE

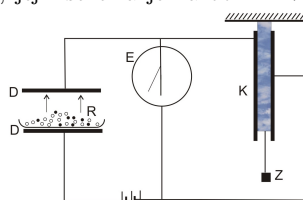
Jak bylo objeveno polonium a radium (K 80. výročí úmrtí Marie Curie-Sklodowské)

O životě dvojnásobné nositelky Nobelovy ceny (1903 za fyziku spolu s *H. Becquerelem* a manželem *Pierrem Curie*, 1911 za chemii) bylo napsáno velmi mnoho prací. Souborné životopisy nalezeme např. v díle její dcery Ève [1] (mladší sestry známější dcery Irène), dále v [2], [3] a nověji např. [4]. V článku připomeneme pouze okolnosti objevů polonia a radia, stěžejní experimentální práce manželů Curieových doprovázené mimořádným pracovním úsilím a obrovskou trpělivostí.

Když *Marie Skłodowska* dokončila v roce 1893 studia fyziky a o rok později i matematiky na pařížské Sorbonně, začala se pod vedením profesora *Gabriela Lippmanna* věnovat studiu magnetických vlastností kovů. Při výzkumu, jehož součástí bylo mnoho pokusů a zkoušek různých druhů ocelí, se mj. rozvinuly její technické schopnosti a neobyčejná manuální zručnost. Obojí našlo později uplatnění na úplně jiném poli výzkumné práce – při výzkumu radioaktivity. Tento výzkum nově se probouzejícího oboru vyžadoval kromě velkého intelektuálního úsilí i značnou dávku zručnosti a technického

důvtipu. Z výzkumu magnetických vlastností ocelí vzešla první vědecká stať *Marie Skłodowské* [5], publikovaná s velkým zpožděním až v době, kdy se hlavním jejím zájmem staly Becquerelovy prozátím tajemné paprsky, objevené roku 1896. Becquerelův objev se stal životní prioritou pozdější nositelky dvou Nobelových cen.

Především se ukázalo se, že radioaktivní (tehdy takto ještě nenazývané) záření má ionizační vlastnosti. Proud, který vyvolávalo, byly velice malé, avšak právě jejich měření mohlo odhalit dosud neznámé zákonitosti. Manželé Curieovi postavili pro měření těchto proudů aparaturu, jejíž schéma je na obr. 1. Vlevo je



Obr. 1

ionizační komora tvořená dvěma deskami o průměru 8 cm od sebe vzdálenými 3 cm. Dolní deska byla trvale spojena s jedním pólem akumulátoru (napětí akumulátoru bylo 100 V), horní deska byla propojena se vstupem na elektroskop E. Druhou část aparatury tvořil krystal madagaskarského křemene, vložený mezi desky se staniolovými polepy a zatížený závažím Z.

Samotné zhotovení aparatury vyžadovalo nejen důmyslnost, ale především mimořádnou zručnost. Kvadrantní elektrometr (obr. 2) měl jako ukazatele neobyčejně tenkou jehličku vyřiznutou z hliníkové fólie, musel být dobře izolován a chráněn před atmosférickou elektrinou. Jen tak mohl být použit pro měření nábojů odpovídajících proudům v řádu až biliontin ampéru. Stejně dokonalá a citlivá musela být část využívající piezoelektrický jev.



Obr. 2 [6]

Jestliže byla na misku v ionizační komoře vložena radioaktivní látka, vzduch mezi deskami se ionizoval a na vstup elektroskopu byl přenesen náboj. Pohyb tohoto náboje způsobil velmi malý elektrický proud, v této části obvodu neměřitelný. Aby manželé Curieovi mohli velikost tohoto proudu zjistit, vyvolávali stejně velký proud v pravé části schématu. K tomu byl využit objev Pierra Curieho – *piezoelektrický jev*. Jestliže závaží Z bylo odlehčováno, změna napínání krystalu na jeho polepech vyvolávala elektrické náboje, z nichž jeden byl opět přiváděn na vstup elektroskopu. Na rozdíl od ionizačního proudu, mohla být velikost proudu vyvolaného křemennou destičkou určena z piezoelektrického jevu. Velice jemným zvedáním závaží bylo možné docílit stavu, kdy oba proudy byly stejně velké, avšak opačné, a na vstupu elektroskopu se by se tak neobjevil žádný náboj, jehla přístroje by oscillovala nepatrně kolem nuly.

S tímto zařízením začala Marie Curie zjišťovat velikosti ionizačních proudů různých látek. Na misku vždy kladla stejně silnou vrstvu rozemleté látky. Některé látky poskytla *École Municipale*, jiné byly zapůjčeny z bohatých sbírek minerálů *Musée National d'Histoire Naturelle*, v němž H. Becquerel (i jeho otec) pracoval. Výsledek měření byl překvapivý. Nejen uran byl „aktivní“, ale např. oxid thoričitý zářil ještě mnohem silněji. Práškový čistý uran dával ionizační proud $24 \cdot 10^{-12}$ A, kdežto oxid thoričitý až $53 \cdot 10^{-12}$ A. Největší překvapení přinesly uranové rudy, které byly významně aktivnější než čistý uran. Např. přírodní chalkolit (fosforečnan uranylomédnantý) dával ionizační proud $52 \cdot 10^{-12}$ A. Marie Curie provedla srovnávací pokus s uměle vytvořeným chalkolitem. Teze byla taková: Pokud přírodní chalkolit bude vyvolávat silnější ionizaci než chalkolit umělý, mohl by obsahovat nějaký dosud neznámý prvek. Vzrušující pokusy tuto myšlenku potvrdily. Zatímco laboratorně připravený chalkolit vyvolával ionizační proud $9 \cdot 10^{-12}$ A, přírodní chalkolit vyvolal proud $24 \cdot 10^{-12}$ A. Ovšem největší překvapení přinesl smolinec. Ten z oblasti Příbrami a Jáchymova vyvolával ionizační proud $67 \cdot 10^{-12}$ A, a smolinec z německé strany Krušných hor dokonce $83 \cdot 10^{-12}$ A. Z toho bylo možné učinit závěr, že některé látky obsahují dosud neznámý prvek aktivnější než uran.

Ovšem oddělit neznámý prvek vyžadovalo nadále obrovské úsilí. Výchozím materiálem byl tedy smolinec – dosud odpadní látka vyvážená ze stříbrných jáchymovských dolů. Kromě oxidu uranu U_3O_8 smolinec obsahuje širokou škálu látek (např. oxidy křemíku, vápníku a železa, sírníky olova a bizmutu, vzácné zeminy aj.). Obvyklými chemickými postupy Curieovi dospěli až k látce s převahou sírníku bizmutu, která vydávala velmi silné radioaktivní záření. Po destilaci této látky v trubici z českého skla při teplotě 700°C zbyl na jejím povrchu povlak bizmutu. Ten

seškrábali a vložili na misku do ionizační komory. Ionizační záření bylo 400krát silnější než záření čistého uranu stejného množství. Neznámý prvek zůstával ale stále v nečistém stavu – vázán na bismut.

Protože manželé Curieovi nebyli členy Akademie, přednesl zprávu o výsledcích jejich práce 18. července 1898 akademik *G. Lippmann* a následně se publikace objevila ve zprávách časopisu Akademie *Comptes rendus* [7] (úvod článku je na obr. 3).

PHYSICO-CHEMIE. — Sur une substance nouvelle radio-active, contenue dans la pechblende (*). Note de M. P. CURIE et de M^{me} S. CURIE, présentée par M. Becquerel.

* Certains minéraux contenant de l'uranium et du thorium (pechblende, chalcélite, uranite) sont très actifs au point de vue de l'émission des rayons de Becquerel. Dans un travail antérieur, l'un de nous a montré que

(*) Ce travail a été fait à l'École municipale de Physique et Chimie industrielles. Nous remercions tout particulièrement M. Bémont, chef des travaux de Chimie, pour les conseils et l'aide qu'il a bien voulu nous donner.

Obr. 3

Jak si můžete povšimnout, zásadní článek je uveden v periodiku jako jiná sdělení – titulke malým nevýrazným písmem, bez nějakého dalšího komentáře. Manželé Curieovi nikdy neopomněli uvést i své pomocníky – zde pod čarou pomoc a účast *M. Bémonta*. Celé sdělení má o něco víc než dvě tiskové stránky. V jeho další části píše Curieovi podmínečně: „Potvrdí-li se existence nového kovu, navrhuje nazvat jej *polonium podle vlasti jednoho z nás*“. Prvek tak byl skutečně pojmenován.

Radioaktivita smolince se ale projevovala ještě v návaznosti na baryum. Curieovi postupně ze smolince odstraňovali různé sloučeniny a získáním čistější baryové frakce pozorovali rostoucí produkci záření. Jejich spolupracovník *Eugen Demarcay*, profesor pařížské *École polytechnique* pak našel spektrální důkaz, že baryová frakce obsahuje ještě další neznámý prvek. Pro jeho silné záření byl nazván radium. Sdělení o druhém novém prvku vyvolávajícím silné Becquerelovo záření bylo předneseno na schůzi Akademie ještě tentýž rok – 26. prosince 1898 – a vyšlo i ve stejném svazku *Comptes rendus* [8] spolu s Demarcayovým článkem o spektroskopickém potvrzení [9]. Zde je také uveden název pro

nový prvek – *radium*. Děj, při němž dochází k emisi tohoto typu záření, je od této chvíle nazván *radioaktivita*.

Splnění snu Marie a Pierra Curieových získat alespoň několik miligramů čistého radia se podařilo jen Marii (Pierre zahynul 19. dubna 1906 pod koly koňského povozu). V roce 1910 za pomoci chemika *A. Debierna*, profesora na Sorbonně, elektrolyticky izolovala z chloridu radnatého v podobě bílého lesklého kovu pár miligramů radia.

Marie Curie-Sklodowska zemřela 4. července 1934 na onemocnění, jehož příčinou byla zřejmě nedostatečná ochrana před radioaktivním zářením.

Literatura

- [1] *Curie, E.*: Paní Curieová. Praha, Mladá fronta. 1964.
- [2] *Bobinská, H.*: Marie Curie-Sklodowska. Praha, Odeon. 1950.
- [3] *Giroud, F.*: Úctyhodná žena: Život paní Curieové. Praha, Odeon. 1987.
- [4] *Lorencová, I.*: Marie Curie-Sklodowska. Sto let od udělení Nobelovy ceny za objev radia. Čs. čas. fyz., roč. 61 (2011), s. 115–121.
- [5] *Sklodowska, M.*: Propriétés magnétiques des aciers trempés. *Comptes rendus*, roč. 125 (1897), s. 1165–1169.
- [6] <http://www.aps.org/publications/apsnews/200412/history.cfm>
- [7] *Curie, M., Curie, P.*: Sur une substance nouvelle radio-active, contenue dans la pechblende. *Comptes rendus*, roč. 127 (1898), s. 175–178.
- [8] *Curie, M., Curie, P., Bémont, G.*: Sur une nouvelle substance fortement radio-active, contenue dans la pechblende. *Comptes rendus*, roč. 127 (1898), s. 1215–1217.
- [9] *Demarcay, E.*: Sur le spectre d'une substance radio-active. *Comptes rendus*, roč. 127 (1898), s. 1218–1221.
- [10] *Běhounek, F.*: Pierre Curie. Praha, Orbis. 1957.

František Jáchim