

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Bohumil Smola

Nobelova cena za fyziku 1986: Ernest Ruska

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 32 (1987), No. 6, 315--316

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139475>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1987

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>

NOBELOVA CENA ZA FYZIKU V ROCE 1986: ERNEST RUSKA

Bohumil Smola, Praha

Loňská Nobelova cena za fyziku byla rozdělena na dvě poloviny. První obdržel západoněmecký fyzik Ernest Ruska za práce v elektronové optice a za konstrukci prvního elektronového mikroskopu. Druhou obdrželi dva fyzici, západoněmecký fyzik Gerd Binnig a švýcarský fyzik Heinrich Rohrer za konstrukci prvního řádkovacího mikroskopu využívajícího tunelový jev.

Na první pohled by se mohlo zdát, že konstrukce těchto přístrojů je záležitostí techniků, proč tedy došlo k udělení ceny za fyziku. Avšak tento názor je nesprávný. Při první konstrukci fyzikálních přístrojů užívajících nové fyzikální principy a jevy vždy jde o pokračování fyzikálního studia těchto jevů a jejich využití ke zkoumání i objasnění dalších jevů. Tak tomu bylo i při konstrukci obou uvedených mikroskopů. V obou jsou využity fyzikální kvantové vlastnosti elementárních stavebních částic hmoty – elektronů, které slouží ke studiu a objasnění mikrostruktury hmoty. Velmi stručně by bylo možno říci, že Nobelova cena za fyziku v roce 1986 byla udělena za „dosažení vysoké rozlišovací schopnosti při zkoumání struktury hmoty“.

Ernest Ruska zahájil tuto cestu v roce 1931 konstrukcí prvního transmisního (prosvěcovacího) elektronového mikroskopu s magnetickými čočkami. Gerd Binnig s Heinrichem Rohrerem tuto cestu zatím dovršili konstrukcí prvního řádkovacího tunelového mikroskopu, který dosahuje prostorového rozlišení pěti biliontin metru (5 pikometrů).

Pro srovnání – vlnová délka zeleného světla je přibližně půl mikrometru (tj.

100 000krát větší) a taková je i rozlišovací schopnost optického světelného mikroskopu. Řádkovací tunelový mikroskop posunul rozlišení do subatomových rozměrů, vždyť „poloměr“ atomu je asi 150 až 200 pikometrů. I když oba mikroskopy využívají korpuskulárně vlnových vlastností elektronů, jejich princip konstrukce a interakce užívané při zobrazení hmoty jsou odlišné. Transmisní elektronový mikroskop (TEM) je analogií optického světelného mikroskopu, užívá svazku urychlených elektronů, který soustřeďuje optická soustava magnetických čoček. Řádkovací tunelový mikroskop (STM – scanning tunneling microscope) využívá tzv. tunelového proudu elektronů, který teče mezi povrchem vzorku a hrotem (nedotýkajícím se tohoto vzorku). Hrot se pohybuje v řádcích těsně nad povrchem (asi 1 nanometr = 10^{-9} m).

Připomeňme si stručně historii objevů fyziky, které předcházely konstrukci prvního elektronového mikroskopu a podmínily sestavení i prvního tunelového mikroskopu. Především to byl objev samotného elektronu jako nositele elementárního záporného elektrického náboje a určení poměru náboje a hmotnosti J. J. Thomsonem v roce 1897. Experimentální fyzik R. A. Millikan v roce 1913 změřil přesně náboj elektronu, a tím i jeho hmotnost. Teoretičtí fyzici H. A. Lorentz (1916) a A. Einstein (1905) odvodili, první na základě Maxwellovy teorie elektromagnetického pole, druhý ve své speciální teorii relativity, závislost hmotnosti elektronu na jeho rychlosti, která byla experimentálně objevena již v roce 1901.

Studium vlastností světla vedlo k vyslovení kvantové hypotézy Planckem již v roce 1900, ale teprve objevy struktury atomu a s ní související emise světla si vynutily předpokládat vlnové vlastnosti i pro hmot-

né částice. Ve své slavné disertaci vyslovil L. de Broglie v roce 1924 hypotézu o vlně spojené s částicí a odvodil i velikost vlnové délky $\lambda = h/m \cdot v$, kde h je tzv. Planckova konstanta, m hmotnost částice a v její rychlost. Již v roce 1927 potvrzují Davisson s Germerem a G. P. Thomson s Reidem objevem difrakce elektronů na krystalové mříži vlnovou podstatu elektronů i velikost jejich vlnové délky předpověděné L. de Brogliem.

Po tomto objevu byla již samozřejmá snaha fyziků využít elektronových svazků, u nichž je možno dosáhnout velmi malých vlnových délek ve vysokém urychlovacím napětí (asi 4 pikometry při 100 000 V) k zobrazení detailů struktury hmoty.

Tyto práce dospěly nejrychleji k cíli na Elektrotechnickém institutu Vysoké školy technické v Berlíně. V roce 1931 uveřejňují Max Knoll a Ernest Ruska v časopise *Zeitschrift für Technische Physik* konstrukci prvního elektronového mikroskopu s magnetickými čočkami. Vývoj elektronového mikroskopu pokračoval nejen v Německu. Před druhou světovou válkou byly elektronové mikroskopy zkonstruovány i v jiných evropských zemích, ve Spojených státech amerických a v Sovětském svazu.

Byl to ovšem opět Ernest Ruska, který byl spolukonstruktérem elektronového mikroskopu s rozlišením lepším než dva nanometry. Tento mikroskop byl základem pro konstrukci nejuspěšnějšího poválečného komerčního elektronového mikroskopu Elmiskop I fy. Siemens-Halske. Ernest Ruska se též podílel na interpretaci zobrazení struktury v elektronovém mikroskopu.

Tak pionýrská práce Ernesta Rusky předznamenala a započala bouřlivý rozvoj elektronové transmisní mikroskopie, která dnes je neodmyslitelnou metodou

studia strukturních vlastností kovů, slitin, polovodičů, tenkých vrstev různých materiálů, biologických preparátů, bakterií, virů a dnes již i struktury molekul. Transmisní elektronová mikroskopie dosáhla hranice rozlišení jednotlivého atomu, nejmodernější mikroskopy mají rozlišovací schopnost 150 pikometrů.

Byla ovšem i začátkem vývoje dalších typů mikroskopů užívajících elektronový svazek k zobrazení struktury – odrazový EM, emisní EM, řádkovací (scanning) EM, zrcadlový EM, jakož i metod užívajících jevů difrakce elektronového svazku ke studiu struktury i analýzy složení. Ocenění, kterého se E. Ruskovi po 55 letech dostalo, je nejen oprávněné, ale osobně se domnívám, že k němu mělo dojít již mnohem dříve.

Literatura

- [1] Rudé Právo z 16. 10. 1986.
- [2] R. D. HEIDENREICH: *Fundamentals of Transmission electron microscopy*. Interscience pub., London, 1964.
- [3] E. RUSKA: *Die frühe Entwicklung der Elektronenlinsen und der Elektronenmikroskopie*. Acta Historica Leopoldina, Leipzig, 12, 1979.
- [4] G. BINNIG and H. ROHRER: *Scanning Tunnel-Microscopy*. Trends in Physics. Proc. of 6-th Gen. Conf. of EPS, Prague, 1984, p. 38.

NOBELOVA CENA ZA FYZIKU
1986: G. BINNIG A H. ROHRER

Vladimír Gregor, Praha

Zatímco první část Nobelovy ceny za fyziku pro r. 1986 byla udělena za objev, který v průběhu více než 50 let našel mnohostranné využití v mnoha oborech, spatřil řádkovací tunelový mikroskop