

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

W. Gerlach

[Ukázky z knihy W. Gerlacha Die Sprache der Physik]

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 16 (1971), No. 5, 250--252

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/139358>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1971

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>

- [1] PETRŽÍLKA V.: Čs. Čas. Fys., *A 21* (1971), 91.
- [2] DEE P. I.: Proc. Roy. Soc., *A 298* (1967), 103.
- [3] RUTHERFORD E., CHADWICK J., ELLIS C. D.: *Radiation from Radioactive Substances*, Cambridge University Press, Cambridge 1930.
- [4] RUTHERFORD E., SODDY F.: Phil. Mag. *4* (1902), 569; *5* (1903), 441, 561.
- [5] RUTHERFORD E., GEIGER H.: Proc. Roy. Soc. *A 81* (1908), 141.
- [6] RUTHERFORD E., ROBINSON F. D.: Phil. Mag. *28* (1914), 552.
- [7] RUTHERFORD E., ROYD C. F.: Phil. Mag., *17* (1909), 281.
- [8] RUTHERFORD E.: Phil. Mag. *21* (1911), 669.
- [9] GEIGER H., MARSDEN E.: Phil. Mag., *25* (1913), 604.
- [10] CHADWICK J.: Phil. Mag., *40* (1920), 734.
- [11] RUTHERFORD E.: Popular Science Monthly (1915), 127.
- [12] RUTHERFORD E.: *The Newer Alchemy*, At the University Press, Cambridge 1937.
- [13] CHADWICK J.: Proc. Roy. Soc. *A 136* (1932), 692.
- [14] RUTHERFORD E.: Phil. Mag. *37* (1919), 581.
- [15] COCKCROFT J. D., WALTON E. T. S.: Proc. Roy. Soc. *A 137* (1932), 229.

Potřebuje fyzika dorozumivací řeč?

Jazyk ve fyzice není problémem z hlediska potřeby mezinárodního dorozumění, je však problémem při tvorbě slov a definic pojmů. Totiž to, co se má vyjádřit slovy, neexistovalo předtím v představě lidí a nemá tedy v naší řeči žádný ekvivalent, žádný symbol; může vyžadovat takový způsob myšlení, který do té doby neexistoval v myšlení formovaném našim smyslovým světem. Je otázka, zda náš jazyk může být k tomu přizpůsoben, zda fyzika vůbec potřebuje jazyk v obvyklém smyslu slova.

Předměty naší řeči zůstávají v oboru našeho smyslového světa, slova jsou symboly jeho zkušeností. Fyzika se však zabývá vnější přírodou. My sami jsme jistě částí přírody, jsme s ní materiálně spojeni, jsme však také materiálně závislí na přírodních dějích, které se vymykají smyslovému vnímání — to je výsledek přírodovědného bádání, k jehož formulaci se již používá jazyka vycházejícího ze smyslového vnímání.

Avšak slova nejsou jedinými symboly, které máme k dispozici pro vyjadřování a sdělování smyslových vjemů — vzpomeňme jen na umělecká díla, jako je obraz, socha, hudba.

Potřebuje tedy fyzika dorozumivací řeč? Neexistují jiné symboly, jde-li o vnější přírodu? Ve skutečnosti tomu tak je: existují matematické vzorce. Je-li jednou poznatek získán, postačí symboly, aby se o něm jednalo, aby se s nimi jednalo. Zcela jasně to ukazuje programování používané na počítačích strojích. H. HERTZ při provonávání výsledků svých pokusů s Maxwellovou teorií napsal: „Při studiu této podivuhodné teorie se nemůžeme občas zbavit dojmu, že matematickým vzorcům přísluší samostatný život a vlastní rozum, jako by byly chytřejší než my, dokonce chytřejší než jejich vynálezce, jako by poskytovaly více, než co do nich bylo svého času vloženo. To je možné tehdy, jestliže správnost vzorců přesahuje míru toho, co mohl vynálezce určitě vědět.“

Jestliže překvapivější příklady pro to máme v novější fyzice — matematicky zdůvodněné předpovědi existence pozitronu, mezonů, antihmoty — tedy nejen předpovědi věcí, ale i předpovědi

nového způsobu myšlení. Ale právě tento příklad svědčí o nepostradatelnosti jazyka: jazyková formulace matematických vztahů a symbolů může vést teprve k experimentu, k zajištěným novým poznatkům.

Matematika jako jazyk fyziky je prostředkem a zároveň konečným stupněm. Fyzika však potřebuje a používá prostředků řeči, aby dospěla od smyslového vnímání, od existence věcí k příčině věcí. Přitom přetváří, doplňuje a rozšiřuje každodenní jazyk, aby se výsledky myšlení staly sdělitelnými, a to jak při uvádění do vědy, tak při dobývání nových oborů pro vědu.

Planety nebo satelity?

Když GALILEI objevil r. 1610 tělesa obíhající kolem Jupitera, nazval je nejprve „Jupiterovy planety“.

KEPLER nesouhlasil s tímto pojmenováním. Ve svém díle *Mysterium cosmographicum* došel k závěru, že „smí“ existovat jen šest planet, ani více, ani méně. Poněvadž nemůže existovat to, co nesmí existovat, vytvořil ve svém díle *Naratio* nový výraz pro tělesa obíhající kolem Jupitera: Jupiterovy satelity — „Jovis satellites“.

Také Galilei později změnil název Jupiterových planet, avšak ze zcela jiného důvodu. Nazval je „Medicejské hvězdy“ na počest rodu svého příznivce, velkověvody toskánského.

Jak se vyvíjel obsah pojmu atom

Odborný název atom prošel v dějinách fyziky hlubokými pojmovými změnami. Lze říci, že dnes získal znovu svůj původní význam, tj. vyjadřovat něco nedefinovaného. Je to v samé tvorbě slova. Řecké slovo „atomos“ a latinské „atomus“ jsou přídavná jména: nepatrný, nerozřezatelný. DEMOKRIT a EPIKUR odtud vytvořili podstatné jméno — to atomon — pro něco myšleného, blíže nepopsatelného, nepatrného, nedělitelného. Cicero převzal slovo do latiny a používal vedle sebe „atomi“ a „corpora individua“; pro nedefinované časové určení používal výrazu „in atomo“. Demokritův výraz „to atomon“ je terminus technicus pro určité pojetí struktury hmoty, rozšířené zvláště básní Lucreciovou. Je možno ji chápat takto: mnohost a zároveň při vši změně existující konstantnost materiálních jevů přírody lze chápat racionálně, jestliže je možno je převést na nejrozmanitější složeninu z několika málo neproměnných částic.

Jasnou definici v tomto smyslu podal teprve r. 1808 J. DALTON: existuje omezený počet chemických prvků, jejichž nejmenším množstvím je atom; všechny atomy téhož chemického prvku jsou stejné, jsou nedělitelné, jejich vlastnosti jsou neměnné a neměnitelné. Liší se od sebe hmotností a způsobem chemické reakce. O tomto pojmu atom následovaly dlouhé diskuse, vedené především AVOGADREM v Turíně a AMPÉREM v Paříži. Pojmy atom a valence byly vyjasněny teprve kolem r. 1850.

S Daltonovým pojmem atom mohla být rychle vybudována chemie. Fyzika převzala atom za předpokladu dokonalé pružnosti definitivně do kinetické teorie plynů a tepla na základě prací KRÖNIGOVÝCH a CLAUSIOVÝCH. Avšak diskuse, zda atomy jsou reálné objekty nebo jen představy, ani potom nezanikla. Připomeňme jen E. MACHA a W. OSTWALDA, kteří ještě v našem století odmítali pojem atomu. Také HELMHOLTZ a PLANCK se o něm vyjadřovali velmi kriticky i odmítavě. Nejenergetičtější zastáncem atomu byl L. BOLTZMANN.

Když Planck dospěl „atomizaci“ energie dokonale černého tělesa ke správnému zákonu záření, vypočetl z konstant záření základní veličiny klasické atomistiky: Avogadrovu konstantu, hmotnost atomu vodíku a elektrické elementární kvantum.

Řadou experimentálních zjištění kolem r. 1900 ztratil atom své existenční oprávnění ve fyzice: emise elektronů, přirozená radioaktivní přeměna atomu v jiný atom, důkaz průchodnosti atomu pro elektrony a alfa-částice. Z rozptylu alfa-částic na atomech vypracoval RUTHERFORD hypotézu koncentrace hmotnosti atomu v části s kladným elektrickým nábojem, kterou nazval jádro — nukleus, a později hypotézu, že i jádro je složené a dělitelné. R. 1932 objevil CHADWICK neutron. Atom byl sice ještě „atomos“ — velmi malý, ale přestal být „to atomon“ — nedělitelný.

Význam slova atom závisí na tom, v jaké souvislosti se používá. Z fyzikálního jazyka však mizí; mluvíme o nuklidech místo o atomových jádrech, o jaderné fyzice nebo nukleonice místo o atomové fyzice, která skutečně již necharakterizuje podstatu nového fyzikálního „atomového výzkumu“.

Jak vznikl název polarizace světla

Polarizace světla patří k těm odborným výrazům, které se dávají novým jevům podle určitého názoru a ještě dnes se mezinárodně používají, ačkoli se ukázalo, že jevy jsou něčím zcela jiným, než se domnívali jejich objevitelé při volbě názvu. Již název sám nás zarazí: svůj původ má v řeckém slově „poloz“ — vír. „Poloi“ znamenají konce osy, kolem níž se otáčí těleso, např. Země. R. 1269 nazval PETRUS PEREGRINUS místa magnetovce, která přitahují nejvíce železných pilin, póly magnetu. R. 1600 dokázal WILLIAM GILBERT, že Země je magnet, jehož magnetické póly jsou přibližně i zeměpisnými póly, a že každý magnet má dva póly pojmenované podle toho, zda pól směřuje k severu nebo k jihu; severní pól magnetu odpuzuje severní pól jiného magnetu a přitahuje jižní pól jiného magnetu. Kus železa v blízkosti jednoho pólu nabývá dvou pólů, stává se magneticky „polarizovaný“. V tomto smyslu byly později vytvořeny názvy: elektrické póly, elektrická polarizace, permanentní nebo indukovaný dipól, kvadrupól.

R. 1808 provedl MALUS pokus se zrcadlem: světelný paprsek odražený od skleněné desky pod určitým úhlem se změnil; ztratil svou odrazivost na jiném stejném zrcadle, jestliže při stejném úhlu dopadu byla jeho rovina dopadu kolmá k rovině prvního zrcadla.

Jak je zde možno použít pojmů póly a polarizace? Malus vychází z názoru světelných částic, kterému dával přednost Newton. Představuje si, že v odraženém paprsku částice samy o sobě „polarizované“ se pohybují ve směru svých pólů (vzhledem k rovině dopadu nebo k rovině zrcadla). O kmitech nebo dokonce příčných kmitech zde není řeči. Teprve z představy kmitů, vyvinuté FRESNELEM z YOUNGOVA vysvětlení interference, dochází ARAGO k rozhodujícímu pokusu: dva paprsky v Malusově smyslu kolmo k sobě „polarizované“ Malusovými sadami skleněných desek nedávají interferenci: jev interference dokazuje kmitavý děj, Malusův pokus jeho transversálnost.

Ačkoli se zcela změnila představa, název, jakkoli málo vhodný pro novou představu, se zachoval. Jestliže dnes mluvíme o polarizovaných elektronech, atomech, neutronech, používáme slova opět v původním Malusově smyslu: jsou to částice v částicovém paprsku souhlasně orientované vzhledem k svému spinovému vektoru.

*Uvedené čtyři úryvky jsou vybrány z knihy
W. Gerlacha: Die Sprache der Physik, Bonn 1962.*