

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

J. Kracík

Postavení fyziky v současné vědeckotechnické revoluci

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 22 (1977), No. 4, 190--194

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138140>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1977

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>

Postavení fyziky v současné vědeckotechnické revoluci*)

Jiří Kracík, Praha

Chceme-li ukázat postavení fyziky ve společnosti nebo v celé naší civilizaci v souvislosti s vědeckotechnickým rozvojem současné doby, je vhodné si všimnout alespoň stručně historického zařazení této vědní disciplíny ve vývoji lidstva. Podobně jako nejstarší části geometrie a matematiky, i nejstarší zkušenosti z mechaniky sloužily především vládnoucí třídě k hospodářským, vojenským a náboženským nebo nábožensko-astronomickým či astrologickým potřebám. Asi už pračlověk získal každodenním bojem o zachování života určitou rutinu v uplatňování těchto zkušeností a primitivními úvahami pak začínal využívat jednoduché přírodní zákony, jako např. výhodu (pěstního) klínu, páky atd.

Postupem doby vyžadoval rozvoj společnosti čím dál větších znalostí dějů, které se odehrávaly v přírodě. Šlo o různé mechanismy, optické jevy, nebeskou mechaniku atd. Někde v této řadě narůstajících znalostí docházelo zákonitě ke kvalitativnímu zlomu, ke kvalitativnímu skoku v myšlení člověka, v názorech člověka na přírodní dění. V pradávnou byl oním kvalitativním skokem objev ohně, před několika staletími to byla zřejmě nebeská mechanika, jež dokázala, že člověk je s to přírodu aktivně vysvětlovat, a byla počátkem období, které bylo dovršeno sestrojením parního stroje. Parní stroj, podobně jako oheň, začal měnit strukturu výrobního vztahu, umožnil rozvoj hospodářství a pomáhal nastolovat nové společenské uspořádání.

Už z uvedených příkladů plyne, že vzájemné ovlivňování věd o přírodě a požadavků rozvoje společnosti vedlo k pokroku jak v přírodních vědách samotných, tak ve společnosti, a to v její nadstavbě i především ve výrobě.

Bylo to např. v mořeplavectví a ve válečné technice, v prvopočátcích velkých manufaktur, ale současně v úvahách nad novými poznatky přírodních věd, jež vedly k vytváření nových filozofických směrů v představách o světě a o společnosti. Tyto nové, mnohdy velmi smělé myšlenkové proudy začaly umožňovat vnitřní rozvoj přírodovědy, hlavně matematiky a fyziky. Vznikaly nové teoretické představy, např. o teple, které začaly zpětně ovlivňovat výrobu. Fyzika v tomto období dospěla k významným poznatkům, ale praxe, ani ta nejlepší průmyslová, nebyla společensky tak dalece zralá, aby poznatky vědy mohly rychle přecházet ve své využití, jako je tomu dnes. Stojí za to na tomto místě připomenout, že sice poznatky přírodovědy byly využívány i za mnoho desetiletí, avšak ani po svém zavedení do praxe nenabývaly takových nebezpečných forem, že by se vymykaly společenské kontrole.

*) Pro tisk upravený referát, který autor přednesl na semináři JSMF o vyučování fyzice na vysokých školách technických.

Konec minulého století a celé naše století přinášelo a přináší nové, velmi významné přírodovědné poznatky. Jsou dostatečně známy a není nutné je popisovat, avšak je nevyhnutelné zdůraznit jeden velmi významný jev naší doby, tvořený souborem dříve neznámých skutečností. Především je to exploze informací, která častokrát vede k opakování výzkumu, dále pak možnost rychlé aplikace v praxi (nejen v průmyslu, ale i v zemědělství a v terciální sféře) a tím zpětného ovlivnění vědy samotné, hybridizace a tím vzájemné oplodňování vědních oborů z dříve naprosto odlišných směrů (např. biofyzika, kvantová chemie apod.), narušená ekologie životního prostředí, projevující se nedostatek energie a konečně možnost zničení celé zemské civilizace v několika chvílích fyzikálními nebo biofyzikálními prostředky. Kvalitativní dialektický skok v naší době, který jsme si zvykli nazývat vědeckotechnickou revolucí v souvislosti s rozvojem techniky v důsledku využití vědeckých poznatků, má ovšem nejen světlé, ale i stinné stránky. Dává však člověku také současně možnost tyto stinné stránky zvládnout.

Obraťme nyní svou pozornost od obecných souvislostí fyziky a lidské společnosti k některým jejím vnitřním otázkám. Je zde otázka velmi problematického dělení na fyziku tzv. čistou a na fyziku tzv. aplikovanou. Dodal bych, že by sem náležel ještě termín fyzika aplikovatelná, neboť ne každý čistý nebo lépe řečeno základní problém lze hned aplikovat, ale také ne každý aplikovaný výzkum může vést k aplikovatelným výsledkům. Je nesporné, že bez základního, čistého výzkumu by nebylo lidského pokroku, a tedy ani výzkumu aplikovaného, který bezprostředněji ovlivňuje vědeckotechnický rozvoj, tj. v krátkém čase od objevu je nebo může být tento objev technicky využit. Ovšem poznatky základního výzkumu mohou změnit ve svých důsledcích celá odvětví techniky.

Všiml bych si nyní vlastního jádra čisté fyziky. Podle všech zkušeností je zde rozhodující fyzika prostoru a času. V tom jsou obsaženy problémy kosmogonie i elementárních částic. Kromě toho také otázka platnosti některých zákonů zachování a vůbec fundamentálních zákonů přírodních věd (např. otázka entropie v obecném smyslu apod.). I když to jsou nejzákladnější problémy rozvoje fyziky (a k „ničemu se nehodící“), přesto souvisejí s obecnými problémy rozvoje společnosti, s obecným rozvojem civilizace, totiž s filozofickým nazíráním na objektivní realitu. Nejen to. Jde o souvislost s obecnými výzkumy jiných věd, která vede k hybridizaci oborů, k rozšiřování oblasti myšlení, k překonávání překlad oborů atd. Lze tvrdit, že nové, hluboké poznatky o prostoru a času se nebudou k ničemu hodit? To snad bylo možné před sto lety. Nyní podle historických zkušeností však víme, že nové poznatky, především přírodních věd, ovlivňují výrobní procesy, názory panující v oblasti nadstavby společenského dění, tím ovlivňují kulturní dění společnosti, z toho pak i další rozvoj technické úrovně atd.

Další moderní směr ve fyzice je fyzika velmi složitých systémů, tvořených velkým množstvím částic. Fundamentální zákony kvantové nerelativistické mechaniky jsou sice známé, ale pravidelné, a to určitým způsobem pravidelné, uspořádání obrovského počtu částic vede ke kvalitativně jinému pojmání buď starých zákonitostí, nebo ukazuje na zatím skryté zákonitosti nové. Jde tu zejména o zákonitosti života, tj. zákonitosti makromolekulárních systémů, které dokáží samy existovat, přijímat z vnějšího okolí energii, popř. potravu, dokáží vyměšovat a množit se.

Rozvoj biologie za posledních několik desetiletí byl dán novými fyzikálními a chemickými poznatky použitými při zkoumání živé hmoty. Tyto poznatky k odhalení

molekulárních mechanismů mnohých biologických dějů, které vyvolaly vznik oborů molekulární biologie, genetiky a biofyziky jako nových oborů, které v současné době do značné míry ovládají nejen prostředky pro exaktní analýzu biologických procesů, ale i možnosti měnit živé organismy.

To je jistě velké vítězství lidského ducha, které přivedlo také k poznání, že došlo k zásadní změně v postavení člověka v přírodě. Do té doby jsme se museli bránit pouze proti přirozeně se vyskytujícím patogenním mikroorganismům. Nyní si můžeme nebezpečné mikroorganismy vyrábět plánovitě, ale bohužel také i nahodile. Týká se to také oblasti nádorového onemocnění, kde sice lidský nádorový virus dosud izolován nebyl, ale zřejmě nic nestojí v cestě k jeho umělému vytvoření.

Chtěl bych v této souvislosti upozornit na téměř samo se nabízející srovnání počítače s živým organismem. Připomeneme-li si vývoj počítačů např. srovnáním starého počítače ENIAC s novým kapesním počítačem HP 45. Kapacita pamětí registrů pro data je 20 u ENIAC a 9 u HP 45, tedy shodná řádově a kapacita pamětí pro instrukce pro program je 750 u ENIAC a 100 u HP 45. Tedy opět řádově shodná. Avšak u ENIAC je příkon o pět řádů vyšší a rozměry více než o pět řádů větší. To ukazuje na pokrok v technologii a v miniaturizaci, ke kterému přispěla aplikovaná fyzika. Další miniaturizace myslících strojů se bude rozvíjet se zřetelem na velké možnosti k molekulárním, popř. makromolekulárním systémům a jistě zde nastane okamžik, kdy bude možno přikročit k realizaci biofyzikálních živých systémů. Nezdá se skutečně fantazií, že by počítače, překladatelé či tlumočníci nebo automatické řídicí systémy byly vytvářeny na bázi živé hmoty. Bude zřejmě ovšem nevyhnutelné podrobně zkoumat kvantově statistické a termodynamické zákony toho, čemu jsme si zvykli říkat život, což ovšem nebude otázkou jednoduše řešitelná. Snad je i vhodné v této souvislosti upozornit na společenskou návaznost řešení takových problémů, dnes obvykle vyjadřovanou termínem biohazard. Nebezpečí zneužití je a bude obrovské. Jedině morálně vyspělá civilizace dokáže těchto nových poznatků využít ke svému prospěchu a rozkvětu, nikoliv k sebezničení nebo k degeneraci. Jistě lze očekávat, že i v tomto případě pak nové poznatky rozšíří myšlenkové bohatství, biologie zpětně ovlivní fyziku, matematiku, gnoseologické představy.

Právě v této souvislosti vyniká důležitost nových matematických metod, nového matematického aparátu. Dříve zcela abstraktní matematické obory jako topologie, moderní algebra, geometrie, zvláště pak metody Hilbertova prostoru, začínají být téměř běžným nástrojem přírodních a technických věd. Přírodní vědy se dosud ve svých zákonitostech jevily z matematického hlediska převážně lineárními.

I takto vysvětlily mnoho. Zdá se však zcela samozřejmé, že příroda ve své mnohotvárnosti je silně nelineární. Teoretické zvládnutí přírodních jevů na tomto vyšším stupni bude zřejmě spojeno s nepředstavitelnými obtížemi (například jen v počtu informací, které bude nutné zpracovat a syntetizovat). Bude muset dojít k novému kvalitativnímu skoku v myšlení, v praxi, v životě civilizace. Zde bude asi nutné se vypořádat s pozoruhodným paradoxem, na který už naráželi v počátcích materialističtí filozofové. Totiž fyzikální teorie vypovídá o tom, jak se na určitém stupni poznání jeví příroda člověku (čeho výpovědí je např. zákon zachování hybnosti?) a i když člověk dokáže podle této teorie konstruovat např. stroje, neznamená to, že opravdu víme, jak příroda

ve své podstatě vypadá, jak žije. Poznání ovšem postupuje a člověk může odraz objektivní reality doplňovat. Nová poznání pak rozšiřují a upřesňují starší představy.

Lze tedy zřejmě tvrdit, že pokud se budou uvedené fundamentální obory fyziky rozvíjet, budeme moci hovořit o rozvoji fyziky ve vlastním slova smyslu. Pokud by se nerozvíjely, neměl by ani vědeckotechnický pokrok z čeho vycházet, neboť aplikovaný výzkum bez nových fundamentálních objevů se může vyčerpat, i když se pochopitelně může sám účinně ve svých možnostech rozvíjet a rovněž i zpětně ovlivňovat onu fundamentální část fyziky (např. účinnými přístroji).

Obory fyziky, které můžeme nazývat snadněji nebo bezprostředněji aplikovatelné, mohou popohnat vývoj, zabezpečit výrobu, blahobyt, ekologii a zřejmě také odstranit příznak nedostatku energie, zkrátka pomoci ve vědeckotechnickém rozvoji. Je dosud mnoho nejasností v názorech na obory aplikované (nebo aplikovatelné) a na jejich vlastní „základní“ výzkum nebo prostě výzkum, který má určité zaměření, nebo známý či předpokládaný cíl (někdy se mluví o směrovaném nebo cílovém výzkumu). Právem lze odsoudit takové „základní výzkumy“, které ani za několik pětiletok nenašly svou aplikovatelnost, realizaci v praxi. Řekl bych ještě něco k tomuto tzv. základnímu výzkumu v bezprostřednější aplikovatelné oblasti. V zásadě má fyzika ve svém celospolečenském kontextu sama také zkoumat potřeby praxe a praxi poskytovat pomoc, anebo má či měla by své základní poznatky vypracovat až do stadia, kdy jsou schopny realizace. To totiž vyplývá z dlouholeté zkušenosti naší doby rozvinutého budování socialismu. Tento postup nijak fyziku nedeklasuje na „technický“ obor nebo na služebný, servisní předmět.

Ve fyzice pevných látek lze rozhodně očekávat nové poznatky např. u supračistých látek, u nových materiálů při studiu supravodivého stavu. Toto studium se stává naléhavou potřebou.

Naopak v technických oborech, např. kvantové elektronice, je nesmírně mnoho nových a rozmanitých fyzikálních problémů a výsledků, bezprostředně ovlivňujících vědeckotechnický rozvoj. Jde např. o časovou a prostorovou kompresi informací, o přenos informací prostřednictvím fotonů, pomocí světlovodů a laserů, který se jeví mnohem účinnější než přenos prostřednictvím elektronů, protože jednak je rychlejší, jednak se v důsledku frekvenční oblasti u laserů přenesení více informací. Otázku dalšího pokroku ve zpracování informací vyřeší molekulární obvody, což vede – jak už bylo zde konstatováno – na makromolekulární a biofyzikální objekty. Nyní je už možné vyrobit impulsy kratší než 10^{-12} s. Z toho pak plyne možnost konstrukce zařízení s obrovskou rozlišovací schopností a kompresí informací. Uvažuje se o přenosu energie laseru, zvláště v kosmickém prostoru, ale i v atmosféře, podaří-li se ovšem v atmosféře nalézt náležitě propustné frekvenční pásmo, tedy jakési „okno“. Lze sem zahrnout optickou i rentgenovou holografii, podobně lze řešit různé problémy počítačovými experimenty, zvláště u adaptivních systémů apod.

Obraťme nyní svou pozornost k fyzice plazmy. Nechci zde mluvit o kosmické plazmě, která je v určité souvislosti s otázkami prostoru a času, ale o plazmě z oblasti pozemských laboratoří. Lze nyní bez nadsázky říci, že jedině plazmatické reaktory s řízenou termojadernou fúzí dokáží odvrátit energetickou krizi. Zde jde o problém koncentrace energie do prostoru a času. Tokamaky jsou dostatečně populární, takže je není nutné

popisovat. Druhá cesta je pomocí laserů. Jsou zde také souvislosti s osvětlováním, životním prostředím apod.

Na uvedeném příkladu s řízenou termojadernou fúzí je velmi zřetelná aplikovatelnost vědy, ovšem při značně velikých finančních, materiálových a technických prostředcích a investicích. Cílovost výzkumu je zřejmá – zefektivnění přeměn jedné formy energie na druhou.

Ony investice věnované výzkumu, jak fundamentálním oborům, tak oborům aplikovaným, se zřejmě začnou vyplácet až od určité poměrně vysoké výše. Soustředění prostředků a sil musí být v moderní době mimořádné. To nelze dělat jen v rámci ČSSR. Pro inovaci průmyslu je nevyhnutelná mezinárodní integrace, především v rámci RVHP. Věda a technika nejsou zaměřeny třídně, ale způsob jejich uplatnění má výslovně třídní charakter.

S tím vším, co bylo řečeno, souvisí splupráce významných vědeckých, vědeckotechnických, vědeckovýzkumných a vysokoškolských pracovišť. Jednotlivec sám není s to v důsledku obrovského toku informací, složité experimentální techniky a hybridizace oborů zvládnout náročné výzkumné úkoly. Forma vědeckovýzkumné práce se změnila na práci v týmech. Ovšem kvalitu týmu vytváří kvalita jednotlivce. Jen kvalitní jednotlivec může pomoci k vynikající práci týmu. Dochází tedy i zde ke kvalitativní změně.

Chtěl bych ale v závěru říci něco o spolupráci fyziků s techniky, o spojení školy a ústavů s výrobou. Je jasné, že vědecká a vědeckopedagogická pracoviště přírodovědných a technických škol musí mít s výrobou živý styk jak pro samotnou výzkumnou práci, tak také pro výchovu studentů.

Pro zefektivnění výuky, především výuky matematiky a fyziky na školách všech stupňů a druhů, bude nevyhnutelná spolupráce ministerstev školství a ČSAV, Jednoty čs. matematiků a fyziků, ČSVTS a odborového svazu pracovníků školství a vědy. Výchova se tak stává nedílnou součástí vědeckotechnického pokroku.

Co mám předpovídat o vyučování matematice v r. 2000 či spíše 2010? Odpověď je zcela prostá. Nebude existovat, rozplyne se. Nebude žádný vyučovací předmět zvaný matematika, nebudou žádné hodiny matematiky v rozvrhu, nebudou žádné učebnice pro výuku (samotné) matematice.

Samozřejmě jsem si jist, že matematice se bude v budoucnu vyučovat, protože je pravdivá a přesvědčující. Ale zároveň, a z téhož důvodu, je toho druhu, že ji nemůžeme vyučovat jako separovaný předmět. Matematická činnost bude vykonávána stejně jako čtení, psaní, kreslení, zpívání, dýchání v integrovaném vyučování. Ve všeobecném vzdělání bude mnohem více matematiky než kdykoliv předtím, ačkoliv se jí nebude vyučovat jako předmětu; výjimkou ovšem bude vyšší stupeň

ve specializovaném vzdělávání, které asi opravdu zahrne více žáků než dnes.

Neptejte se však nikdy, kolik matematiky se může dítě naučit. Ptejte se raději, v jaké míře může matematika ve vzdělání dítěte přispět k jeho lidské důstojnosti.

Vzdělávání je rozsáhlý organismus, který se řídí vlastními zákony, jak reagovat a bránit se vnějším podnětům, a žije vlastním životem. Vůbec není necitlivé, může být výrazně ovlivňováno, pokud ovšem víte, jak to udělat, což nikdo neumí. Nebo spíše ti, kteří to dovedou, nevědí, že to dovedou, a ti, kteří si myslí, že to umějí, se mohou hrozně mýlit.

H. Freudenthal