

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Victor F. Weisskopf
Je fyzika humánná?

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 22 (1977), No. 4, 222--230

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138139>

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>

činností, tak i náročností a rozsahem zpracovaných témata.

Záverem – z praxe – lze doporučit jediné: venovať čo najväčšiu pozornosť matematike a fyzike vo výuce na všetkých typoch našich škôl, z ktorých by mal vymizieť prakticismus a mal by byť nahradený cieľavedomým vedným s umením aplikovať v čo najširších súvislostiach.

vyučování

Je fyzika humánna?*)

Victor F. Weisskopf, Massachusetts

Áno, je humánna, hoci sa podaktorým zdá, že je vykonštruovaná, matematická, abstraktná a vzdialená (od života); aby sa prekonali tieto záporné dojmy, je úlohou učiteľa fyziky zdôrazňovať jej humánnu stránku.

Je mnoho ľudí, čo tvrdia, že fyzika nie je „humánna“; podľa ich názoru metódy

*) Preložené JÁNOM WEISSOM z časopisu *Physics Today* 29 (1976), č. 6, 23 s láskavým súhlasom autora a redakcie. © American Institute of Physics.

Tento článok je spracovaný podľa prednášky, ktorú mal autor – známy profesor teoretickej fyziky na Massachusetts Institute of Technology (USA) a bývalý generálny riaditeľ CERN – pri preberaní Oerstedovej medaily Americkej spoločnosti učiteľov fyziky na spoločnom zasadnutí tejto spoločnosti a Americkej fyzikálnej spoloč-

fyzikálneho bádania a z neho získané výsledky netýkajú sa hodnôt, citov a náhľadov, ktoré spájame so slovom „humánny“. Fyzika, konštatujú, má málo spoločného s humánnymi vzťahmi, so zážitkami, ktoré sú dôležité vo svete pocitov a emócií, s tým, že sme členmi rodiny a ľudskej spoločnosti, prípadne s čímkofvek, čo sprostredkúva spojenie jednej ľudskej bytosti s druhou.

Jestvuje jedna stránka tejto zdanlivej „nehumánnosti“ fyziky, ktorú by som rád vylúčil z tejto diskusie: v tomto článku nebudem hovoriť o nehumánnostiach, ktoré zapríčiňuje aplikovanie fyziky na technológiu; ani nemienim hovoriť o použití fyzikálnych objavov na projektovanie nových ničivých zbraní, alebo o škodlivých účinkoch modernej, na vede založenej technológie na prírodné a sociálne prostredie, v ktorom žijeme.

Výpady proti fyzike

Prečo pokladá tak mnoho ľudí, vrátane niektorých našich vlastných študentov, fyziku ako vedu za „nehumánnu“? Dovoľte, aby som rozdelil dôvody do štyroch skupín, ktoré možno zhruba charakterizovať nasledujúcimi tvrdeniami:

1. Fyzika je veľmi vzdialená od bezprostrednej ľudskej skúsenosti.

nosti r. 1976. Za podklad mu tiež slúžil podobný článok, ktorý autor prezentoval na Medzinárodnej konferencii o vyučovaní fyziky (31. 7. – 6. 8. 1975) v Edinburgu. Článok vyšiel vo *Physics Education* 11 (1976), 75. Whitmanova báseň na strane 224 je z *Leaves of Grass*, Doubleday, z českej verzie zbierky jeho poézie a prózy, ktorá má názov *Stébla trávy*, Praha, Naše vojsko 1956, 2. vydanie (str. 199), v preklade Jiřího Kolára a Zdenka Urbánka.

2. Fyzika je kvantitatívna a založená na matematike.

3. Základné pojmy fyziky sú príliš abstraktné.

4. Značná časť modernej fyziky sa zaoberá procesmi prebiehajúcimi v podmienkach, ktoré sú veľmi vzdialené od ľudského prostredia.

Začnime prvým bodom, ktorý dáva tušiť, že vo fyzike prístup k javom nezodpovedá našej bezprostrednej skúsenosti. To, čo v prírodnom jave považuje fyzik za podstatné, môže byť celkom niečo iné než to, čo pokladá za podstatné laik. Fyzik sa pokúša izolovať určité procesy od toku udalostí, pretože je presvedčený, že tieto procesy obsahujú podstatnú informáciu, ktorú hľadá. Laikovi sa nezdarujú tieto procesy „prirodzené“. Často som pozoroval údiv laika vstupujúceho do fyzikálneho laboratória, v ktorom sa díva na obvyklý spleť drôtov, elektroniku a iné prístrojové vybavenie. „Hodláte sa dostať s týmito trikmi k podstate prírody? Vyzerá to tak“

ako keby ste ju trýznili a ako keby ste išli zbúrať to, čo sa usilujete objaviť!“

Pred 150 rokmi GOETHE argumentoval tým istým spôsobom proti IZAKOVI NEWTONOVI, keď sa posmieval Newtonovej metóde rozkladu bieleho svetla na farebné zložky. Divil sa, ako možno dostať závažnú informáciu o čírom slnečnom svetle z toho, že svetlo necháme prechádzať cez úzku štrbinu v tmavej miestnosti. Básnické vyjadrenie Goetheho argumentu reprodukuje na tejto strane. Vzniká dojem, že metódy fyziky v určitom zmysle vylučujú istú podstatnú časť prírody z toho, čo poznávame.

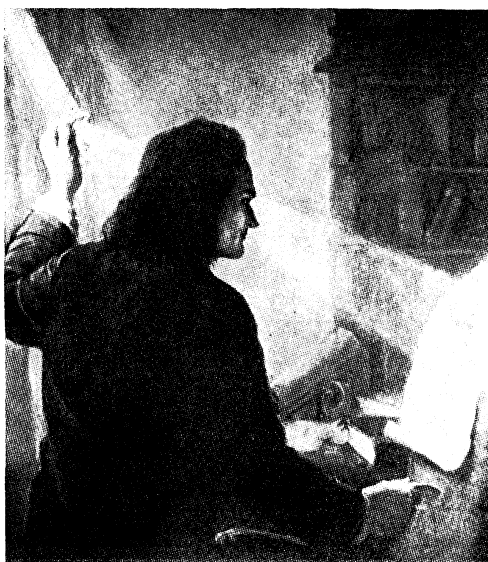
Druhý bod sa zakladá na nepopierateľnom fakte, že značnú časť ľudí odrádza matematika už vo svojej najjednoduchšej forme. Nejdem tu uvádzať argumenty, či by sa to dalo odstrániť lepším spôsobom vyučovania matematiky, alebo či je to všeobecná nevyhnutnosť. V každom prípade mnohí považujú matematickú formuláciu prírodných udalostí za nehumán-

Čo si myslel Goethe o Newtonovom experimente

*Preč, priatelia, z tmy v komorách,
kriví sa svetlo sveta,
kde vládne poverčivých strach
a človek sa v žiali zmieta.
Tam zbožňujú moc autorít,
čo im dosiaľ patrilo čas.
Opustíte klamu temný byt,
ktorý kruto väzní vás.*

*Keď ponoríte jasný zrak
vysoko do blankytu,
slnko sa ako v ohni vták
ponára do úkrytu.
Zrazu sa vás radosť zmocní,
zmizne bolesť, padne strach
a spoznáte zdraví, mocní
základ nauky o farbách.*

*Slovenská verzia fragmentu z Krotkých Xenii
podľa Milana Hamadu a prekladateľa*



ny spôsob rozprávania o ľudskej skúsenosti. Pravda, nedocenenie jednoduchej matematiky je vážnou prekážkou primeraného chápania prírodných udalostí. Raz som spoznal tento aspekt v plnej šírke, keď som sa pokúšal podeliť sa s istou osobou, neskúsenou v matematike, o intenzívnu radosť a uspokojenie, ktoré sme pocítili, keď sme sa oboznámili s Newtonovým argumentom, že voľný pád kamienka na povrch Zeme priamo vedie k mesačnému obehu Mesiaca okolo Zeme, čiste na základe prirodzeného predpokladu, že sila klesá so štvorcovou vzdialenosťou. Tento človek bol mimoriadne citlivá ľudská bytosť s hlbokým záujmom o prírodu a myslenie; avšak nebol som schopný dosiahnuť svoj cieľ, pretože tieto jednoduché matematické kroky zdali sa mu byť stále a stále prerušovaným radom malých logických krokov, v ktorých vyhaslo všetko vzrušenie. Nechže prehovorí ešte raz poeti – tentokrát to je WALT WHITMAN:

*Když jsem slyšel učeného astronoma,
Když se přede mnou řadily do sloupce
obrazce a důkazy,
Když jsem viděl ty tabulky a diagramy,
sčítat, dělit a měřit,
Když jsem seděl v posluchárně a slyšel
astronoma přednášet za velikého potlesku,
Jak brzy a nevysvětlitelně padla na mne únava
a nevolnost,
Až jsem vstal a vyklouzl ven a dal se sám a sám
Tajuplně vláhlým nočním vzduchem, a občas
Vzhlédl v dokonalém tichu ke hvězdám.*

Most medzi národmi

Pre to, aby človek spoznal a mal radosť aj z najelementárnejšieho nahliadnutia do fyziky, vyžaduje si to naučiť sa a ovládať nový jazyk, jazyk matematiky. Nemôže vás predsa baviť báseň v jazyku, ktorý nepoznáte. V tomto zmysle každý kurz

úvodnej fyziky je akoby vyučovaním cudzieho jazyka. Tu sú učitelia fyziky v hroznej nevýhode voči učiteľom humánnych vied. Porovnajme prvoročiacky kurz fyziky s prvoročiackym kurzom v literatúre. Učiteľ literatúry je jednoducho schopný vyprávať študentovi priamo o emóciách a myšlienkach, ktoré vyvolá prečítanie zvláštnej práce z oblasti umenia. Pre učiteľa fyziky to nie je možné; ten musí najprv naučiť jazyk. Vo fyzike je to jednostranná záležitosť: učiteľ vyučuje, študent sa učí, zatiaľ čo v literatúre študent a učiteľ sú na tej istej úrovni prístupu – ak nie sofistické. Elementárne jazykové kurzy vždy majú nedostatok vzrušenia, až kým si študent do určitej miery neosvojí nový jazyk a nezačne ním hovoriť.

Avšak skutočnosť, že si fyzika vyžaduje nový jazyk, má aj svoju kladnú stránku. Tento jazyk je medzinárodným jazykom, ktorý nezávisí od kultúrneho, sociálneho a politického pozadia. Len čo sa ho naučíme, slúži nielen k chápaniu prírody, ale tiež ako most medzi národmi a ako krok na ceste k jednotnejšiemu ľudstvu.

Prejdeme teraz k tretiemu bodu. Pojmy, ktoré patria k najzákladnejším pojmom z hľadiska správneho preniknutia do prírodných procesov, sú skôr abstraktné a veľmi vzdialené od nášho priameho intuitívneho chápania. Máme na to veľa príkladov; dovoľte mi, aby som uviedol pojmy entropie, elektromagnetického poľa, relativity a nakoniec, ale predsa nie menej dôležitý, celý pojmový systém kvantovej mechaniky, na ktorom je založené naše moderné fyzikálne chápanie vlastností hmoty. Ťažkosti, s ktorými sa tu stretáme, nie sú nevyhnutne matematickej povahy: sú to pojmové ťažkosti. Pochopenie významu týchto pojmov si vyžaduje opäť veľa cviku a skúsenosti. Avšak na rozdiel od humánnych vied, sú ako intuitívna prí-

prava, tak pretváranie týchto pojmov do dnešnej kultúry len malé alebo žiadne. A to je príčina, prečo sa tieto pojmy zdajú byť nezasvätenému ‚nehumánnymi‘. Len čo si ich však človek osvojí, sú pre neho výrazom najpodstatnejších vzťahov medzi Človekom a Prírodou.

Štvrtý bod sa týka novej fyziky. Zdá sa, že mnohé procesy, ktoré sú dnes v strede pozornosti, sú príliš vzdialené od bežného ľudského prostredia. Pripomeniem jaderné alebo subjaderné javy, astrofyziku, fyziku nízkych teplôt, fyziku plazmy atď. Záujem dnešných bádateľov sa sústreďuje na hmotu pri veľmi neobvyklých podmienkach, ktoré sa v prírode realizujú len na vzdialených miestach vesmíru. V jadernej fyzike skúmame javy, pri ktorých výmeny medziatómovej energie sú okolo miliónov elektrónvoltov; to sa odohráva v prírode iba v centrách hviezd, alebo v čase hviezdnych výbuchov. V časticovej fyzike sú energetické výmeny aspoň tisíckrát väčšie; odhliadnuc od zriedkavých dejov v kozmických lúčoch, takéto výmeny se vyskytujú iba v neutrónových hviezdach, alebo azda v prvých niekoľkých okamihoch big bangu. Plazmová fyzika sa zaoberá javmi pri neobvyklých tlakoch a teplotách, a to isté platí aj o fyzike nízkych teplôt. Astrofyzika, prirodzene, sleduje javy veľmi vzdialené od nás. Prečo by sme sa mali zaoberať chovaním hmoty pri takýchto „nehumánnych“ podmienkach? Je pochopiteľne intenzívny technologický záujem o niektoré z uvedených príkladov – ale v tomto článku sme hneď od začiatku vypustili toto hľadisko z našich úvah.

Tieto štyri body by mali slúžiť ako príklady a ilustrácie toho, prečo sa zdá fyzika mnohým nehumánnou. Moja odpoveď na otázku, ktorú sme položili do nadpisu tohoto článku, je jednoducho: áno, fyzika je naozaj humánnou; to by sa mohlo a ma-

lo odzrkadliť aj v našej výuke a písaní. To je prvá a najpoprednejšia úloha učiteľa fyziky. Preberme si teraz znova tieto štyri body s niekoľkými poznámkami, ktoré majú spojitost s otázkou, ako sa dá zdôrazniť humánne hľadisko našej vedy.

Prípad na obranu

Vráťme sa k bodu 1. Od začiatku kultúry je človek zvedavý na svet, v ktorom žije. Rané teórie sa vyvíjali v mytologickom rámci. Ľudia zameriavali svoje vysvetlenia na prírodu ako celok; pokúšali sa vysvetliť všetko od začiatku až do konca. Avšak pred päťsto rokmi ľudská zvedavosť vykročila iným smerom: namiesto toho, aby sa ľudia snažili dosiahnuť celú pravdu, začali skúmať izolované a jasne oddelené fenomény. Všeobecné otázky ustúpili v prospech ohraničených otázok.

Toto obmedzenie sa vyplatilo. Zrieknutie sa bezprostredného spojenia s absolútnou pravdou, ustavičné obchádzky cez plejádu mnohorakej skúsenosti, umožnili, že sa vedecké metódy stali prenikavejšie a pohľady týchto metód ešte viac fundamentálne. Skúmanie pohybu telies nás priviedlo k nebeskej mechanike a ku všeobecnej platnosti gravitačného zákona. Skúmanie trenia a plynov vyústilo do obsažnej teórie tepla. Skúmanie trhavých pohybov žabích svalov dovedlo k Maxwellovým rovniciam a k objavu elektrickej povahy hmoty. Podrobným kladením otázok prírode vytvorila sa štruktúra oveľa hlbšieho chápania prírody, než akú sme vôbec kedy predtým mali. Naša predošlá diskusia o prvom bode sa vzťahuje na tieto obchádzky, vedené zjavne bez konca, pri podrobnom kladení otázok prírode; len tieto obchádzky zdajú sa byť nezasvätenému príliš vzdialené od priamej skúse-

nosti, ktorú poskytujú skúmané javy.

Preto jedným zo spôsobov, ako prekonať túto ťažkosť, je prijať historický prístup vo vyučovaní fyziky. Tento spôsob mohol by pomôcť objasniť nutnosť a dôležitosť skúmania javov, ktoré sú vykonštruované špecificky na to, aby sa udržali „sterilné“ podmienky na striktnú separáciu od ďalších vplyvov. Ukázal by, že takýto zdanlivo „neprirodzený prístup“ k prírode už ozaj odhalil podstatné črty prírody a vytvoril hlbší vzťah medzi človekom a jeho prostredím. Je veľkým zázrakom, že veda bola takýmto úspešným podujatím. Ako hovoril ALBERT EINSTEIN: „najnepochopiteľnejším na prírode je fakt, že príroda je pochopiteľná“.

Ďalšia možnosť, pri ktorej sa stretáme s týmto problémom, je včasné zapojenie študenta do experimentálneho výskumu. On alebo ona zbadá, aké dôležité sú všetky tieto drôty, zosilňovače a zariadenia k preniknutiu do podstaty prírodných javov, a – ak si študent nezvolil veľmi zle pracovný team – bude svedkom hlbokého



Najnepochopiteľnejším na prírode je fakt, že príroda je pochopiteľná.

Einstein

humánneho nadšenia, s ktorým sa väčšinou fyzici pokúšajú zmocniť sa týchto javov. Študent bude mať účasť na nesmiernej radosi z objavu čohosi nového, aj keby to bol len maličký kúsok z podstatného nahliadnutia.

Mám skromnú radu, ako napraviť situáciu opísanú v bode dva. Je naozaj nemožné sprostredkovať iným väčšinu fyzikálnych pohľadov bez použitia matematiky. Predsa však niektoré myšlienky môžu sa iným odovzdať s minimom kvantitatívneho myslenia. Keď sa vyučuje úvodný kurz fyziky, učiteľ by mal, kde je to len možné, používať kvalitatívne myslenie. Mal by si uvedomiť, že učí jazyk a že tento jazyk by mal použiť čím skôr k nejakej „básni“ – na odhalenie základných a nečakaných spojitostí v prírode. Študent by mal vidieť a cítiť, že kvantitatívne vzťahy naozaj vedú k odhaleniu podstatných aspektov prírody.

Vzorka do štruktúry

Mal by som viac povedať o bode 3, ktorý sa zapodieva abstraktnou povahou niektorých fundamentálnych pojmov, ale obmedzím sa len na niekoľko poznámok o kvantovej mechanike. Dovoľte mi, aby som poďakoval skutočnosť, že kvantová mechanika zaviedla do fyziky také elementy ako sú forma, tvar a symetria. Príroda – od kryštálov po kvety – je plná stále sa opakujúcich charakteristických tvarov a symetrií. Musí existovať akási základná príčina typických vlastností látok a foriem, ktoré pozorujeme v toku prírodných udalostí. Túto príčinu objavila kvantová mechanika: vlnová povaha elektrónov núti ich, aby vytvárali typické vzorky, tvary stojatých vln v guľovosymetrickom coulombovskom poli. Tieto tvary sú pod-

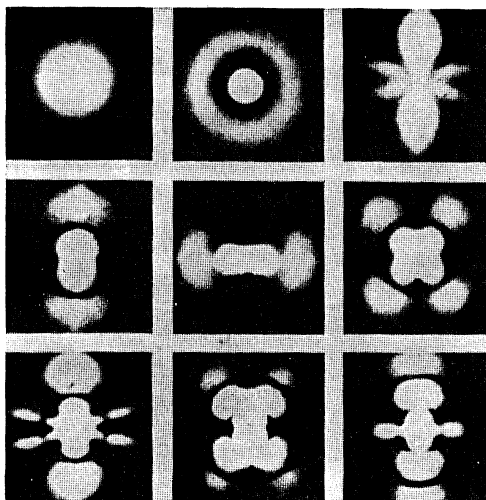
statné vzorky prírody, ktoré sú základom všetkých tvarov, ktoré pozorujeme – nemčina má na to lepší výraz: die Urformen der Natur (čo v hrubom preklade znamená primitívne formy prírody). Na tento „morfický“ charakter kvantovej mechaniky ma upozornil LASZLO TISZA z MIT, ktorý zdôrazňoval základnú dôležitosť tejto črty.

Tieto formy sa vyznačujú nielen typickými tvarmi atómov, ale aj stabilitou voči zmenám a schopnosťou regenerovať sa, ak sú porušené vplyvmi zo svojho okolia. Príroda kombinuje tieto vzorky akoby záhadou na molekulárne štruktúry, vyznačujúce sa neustále sa opakujúcou variétou substancí, ktoré nachádzame v našom prostredí – od minerálov po makromolekuly, ktoré sú základom života.

Význam kvantovej mechaniky stane sa ešte zrejmejším, keď si uvedomíme, že iba vlnovo-korpuskulárna dualita dáva tieto stabilné a regenerujúce sa vzorky, ktoré

tvoria základ prírody. Klasická mechanika so svojimi atómami, ktoré sa uvažujú ako planetárne sústavy, nie je schopná reprodukovat' ani najbežnejšie fazety prírody. Kvantová mechanika je o zjednoduchším vysvetlením nukleárneho atómu, než je klasická teória. Kvantovanie elektrónových dráh a jednoduché zákony superpozície robia z kvantovej mechaniky teóriu, ktorá je ďaleko ľahšou teóriou o skúmaní pohybu elektrónov pod vplyvom jadra, než je klasická mechanika. Na nešťastie ťažký klasický problém nie je iba akademickou úlohou; vyskytuje sa v plazmovej fyzike, keď vysoké teploty nútia elektróny vystúpiť na značne excitované orbity, pričom ale dynamika ostáva tá istá ako u klasického pohybu. Plazmová fyzika nastoľuje opravdu temer nezdolateľné problémy vrátane interakcií mnohých nabitých častíc.

Fyzika vzdialeného



Vlnová povaha elektrónov núti ich vytvárať typické vzorky, tvary stojatých vln v guľovosymetrickom coulombovskom poli.

(H. E. White, Phys. Rev. 37 (1931), 1416)

Teraz prejdeme k bodu 4, ktorý podtrhuje očividný poznatok, že niektoré časti novej fyziky, ako časticová fyzika alebo astrofyzika, sú vzdialené od ľudského záujmu. Proti tomuto obvineniu nie je napodiv potrebná nijaká silná obrana u astrofyziky. Výskumy vesmíru a jeho podivných objektov vždy akosi priťahovali um ľudí z mimoastronomických disciplín. Dnes se stávajú cieľe týchto oblastí dokonca ešte podivnejšie – mám na mysli neutrónové hviezdy, kvazary a bielych trpaslíkov – a história vesmíru sa stáva predmetom vedeckého výskumu. Otázky o začiatku a konci všetkého vstupujú už do okruhu problémov vedy a dokonca sa ukazuje, že existujú pozorovania niektorej z ozvién big bangu, ktorým všetko začalo: 3 K žiarenie naplňujúce vesmír. Tieto otázky majú

silný ľudský dopad, hoci se dotýkajú objektov, ktoré sú enormne vzdialené v čase a priestore od ľudskej scény. Je to hádam preto, že tieto otázky sú tiež otázky, s ktorými sa zaoberali staré mytologické a náboženské tradície; existuje akýsi vrozený pud poznať posledné odkiaľ a kam.

Situácia je iná v jadernej a časticovej fyzike. Tu máme tiež do činenia s javmi veľmi vzdialenými od nášho pozemského prostredia. Vynakladá sa obrovské úsilie na stavbu urýchlovačov, ktoré slúžia na to, aby dávali vznik procesom, na ktoré sa zameriava bádanie. Zdanie, že pri týchto bádaniach nie je dostatok humánnych účinkov vzniká z nastolenia otázky, prečo by sa mal človek zaujímať o procesy, ktoré si vyžadujú na svoju realizáciu také „nehumánne“ úsilie. Nechávam opäť stranou dôležité problémy a výhľady, ktoré priniesla na program dňa jaderná technológia.

Myslím si, že na túto otázku jestvujú priame odpovede, a tie poukazujú na fundamentálnu závažnosť a dôležitosť skúmania jaderných a subjaderných procesov. Na nešťastie vedci, zaangažovaní do tejto práce, neprejavili dosť snahy komunikovať s verejnosťou a ani neukázali dostatok výrečnosti a persúázie, aby presvedčili študentov a laikov o pravom význame svojej práce. Zdá sa, že táto úloha je ťažšia, než u astronómov, a to pravdepodobne preto, že vrozený pud poznať najvšutornejšiu štruktúru hmoty nie je taký mocný, ako vo všeobecnosti pud poznať kozmos.

Je mnoho spôsobov, ako argumentovať proti bodu 4; spomeniem iba niektoré. Predovšetkým je akiste správne povedať, že oveľa viac hmoty sa vo vesmíre nachádza v podmienkach, pri ktorých prebiehajú jaderné procesy, než v podmienkach, kde je relevantnou molekulárna fyzika pozemského druhu (vrátane života). Jaderné

procesy sú skutočne zdrojom hviezdnej energie a preto sú pre ľudskú existenciu *conditio sine qua non*.

V modernej časticovej fyzike je hádam iná situácia, pretože nevyhnutné energetické výmeny, ktoré produkujú javy, pozorované v tejto oblasti, sú natoľko veľké, že ani vnútra hviezd nie sú až také horúce, aby ich mohli vytvárať. Snáď iba častice vo vnútri neutrónových hviezd dávajú približne takéto energetické hladiny; pravdepodobne iba v prvých okamihoch big bangu boli podmienky také, že procesy, ktoré dávajú naše veľké urýchlovače, sa tu hojne vyskytovali. Avšak v snahe vytvárať v našom laboratóriu prírodné procesy, ktoré siahajú späť k ranej ére nášho vesmíru, je určitý duch romantiky a ľudského dobrodružstva. Skúmame a vyvolávame nové svety javov, ktoré za normálnych podmienok ležia ladom v najhlbších hraniciach hmoty.

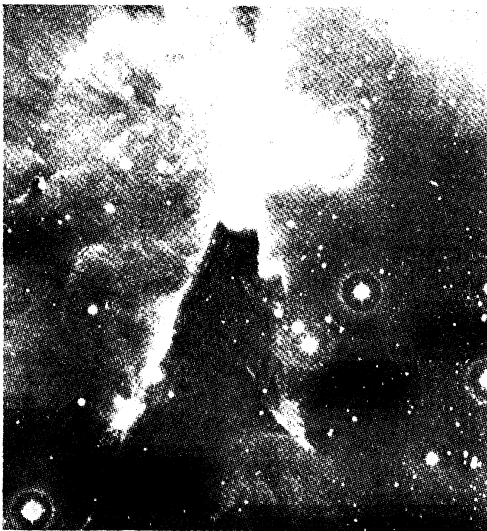
Molekulárna architektúra

Je aj ďalší veľmi dôležitý bod: dnes už máme bázu pre chápanie chemických procesov. Je ňou kvantová mechanika elektrickej interakcie medzi atómovými jadrami a elektrónmi. Chápeme princíp, ak nie aj detaily, prečo elektróny a atómové jadrá tvoria molekuly všetkých druhov, vrátane makromolekúl, ktoré sú bázou života. Jestvuje podstatná črta, ktorá je základom štruktúry molekúl: veľký hmotnostný rozdiel medzi jadrami a elektrónmi. Jadrá sú v medziach tisíc až desaťtisíckrát ťažšie než elektróny. Tento pomer zodpovedá za „architektúru“ molekúl, za štruktúrne vlastnosti, akou je špirálová forma DNK. Umožňuje, aby jadrá mali dobre definované polohy v molekule, zatiaľčo elektróny s ich malou hmotnosťou sa správajú

voči štruktúre ako rozložené lepidlo. Bez tohto veľkého hmotnostného pomeru nebolo by molekulárnej architektúry.

Prečo sú jadrá také ťažké? Skladajú sa z protónov a neutrónov, ktoré sú približne 2000krát ťažšie než elektrón, ale príčinu toho v podstate nepoznáme. Vieme, že tento rozdiel v hmotnosti pochádza z toho, že nukleóny – protóny a neutróny – sú zdrojom jadernej sily, ale nepoznáme pôvod tejto sily. Jediný spôsob, ako dostať vysvetlenie tejto hmotnostnej diferencie je skúmať vnútornú štruktúru a dynamiku nukleónu a to je predmetom časticovej fyziky.

Ďalšia fundamentálna otázka vzťahujúca sa na štruktúru hmoty je povaha elektrického náboja. Prečo sa vyskytuje iba v celočíselných násobkoch e , náboja elektrónu? Vysvetlenie, prečo máme túto a nie inú hodnotu, je naprosto neznáme. Fundamentálny význam pre štruktúru



Vedecké pohľady nášho veku vrhajú na určité aspekty skúsenosti také prenikavé svetlo, že zvyšok dokonca nechávajú ešte vo väčšej tme.

Fierz

(Haleove observatória)

hmoty má zvlášť záhadný pomer veličiny e^2 k súčinu hc , Planckovej konštanty a rýchlosti svetla. Keby tento pomer bol rádovo rovný jednej, svet by, ako vieme, nemohol existovať! Štúdium tohto problému je tiež časťou modernej časticovej fyziky. Tým, že sa fyzici pokúšajú riešiť tieto základné problémy ľudskej existencie, sú zároveň nútení prenikať hlbšie a hlbšie do najvnútornejších oblastí hmoty. Tak bol zrazu odhalený celý nový svet mezonov, hyperónov a kvarkov, ktorý demonštruje, že príroda je oveľa bohatšia a mnohotvárnejšia, než si to mohol kedy ľudský intelekt predstaviť.

Pud zisťovať

Dovoľte mi, aby som sa vrátil k otázke: „je fyzika humánna?“ Rozhodne by som odpovedal na túto otázku kladne. Je humánna, pretože nie je ničím iným, ako vysoko rozvinutou formou pudu pátrať, kde sme v prostredí, v ktorom sme sa narodili. Tento pud je spoločný všetkým ľuďom bez rozdielu ich kultúry alebo národnosti; to je aj vysvetlením, prečo je činnosťou, ktorej sa rovnakým spôsobom môžu zúčastňovať a aj zúčastňujú všetci ľudia.

Tento nadnárodný charakter vedeckej komunity je dôležitým prvkom humánnej stránky vedy. Vedci, zvlášť fyzici, často prispievali k lepšiemu porozumeniu medzi národmi aj v nevedeckých problémoch. Pugwashské hnutie je príkladom toho, že sa vedci dokážu priblížiť k citlivým otázkam ľahšie a s menším nebezpečenstvom, než sa nepochopia, a to práve pre nadnárodný charakter vedy. Ďalším príkladom toho je snáď CERN, stredisko výskumu vysokých energií v Ženeve, kde európske národy dokázali, že sú schopné dosiahnuť

taký stupeň spolupráce, ktorý nebolo možné dosiahnuť v iných oblastiach.

V tomto článku snažil som sa ukázať, že fyzika je naozaj veľmi humánna činnosť, a to v tom, že vyjadruje vzťah medzi prírodou a človekom, vzťah, ktorý, ako rastie chápanie prírody človekom, je čím ďalej tým viac intímnejší a zložitejší. Tento rast bol pomerne rýchly v našom storočí. Viedol ešte k silnejšiemu vzostupu technických aplikácií so všetkými ich sprievodnými javmi tak užitočnými, ako aj škodlivými, pričom tieto javy dali pečať nášmu životu.

Tento prudký rast mal aj ďalšie efekty skôr filozofického charakteru. Švajčiarsky fyzik-filozof MARCUS FIERZ raz povedal, že „vedecké pohľady nášho veku vrhajú na určité aspekty skúsenosti také prenikavé svetlo, že zvyšok ponechávajú dokonca v ešte väčšej tme“. Myslím, že niektoré z averzií voči fyzike a vede vo všeobecnosti majú spojitosť s prudkým rozmachom vedy. Ten viedol až k všeobecne prijatému tvrdeniu, že veda v princípe môže a aj nájde vysvetlenie každej ľudskej skúsenosti.

Nie som si tak istý, či toto tvrdenie je oprávnené – ale aj keby to bola pravda, vedecké vysvetľovanie ľudskej skúsenosti sa celkom určite nedotýka všetkých aspektov tejto skúsenosti. V niektorých prípadoch nemôže naozaj zahrnúť najzávažnejšie aspekty. Jednoduchým príkladom je jav umeleckej skúsenosti, povedzme radosť z Beethovenovej sonáty. Možno ju interpretovať akusticky, alebo neurofyziologicky, alebo aj psychologicky. Avšak jestvuje čosi v tejto skúsenosti, čo nie je pokryté týmito vedeckými opismi; predsa však to niečo je pravdepodobne jej najrelevantnejšia časť.

Vo vzťahoch medzi ľuďmi, ako aj vo vzťahoch medzi človekom a prírodou je

mnoho príkladov, v ktorých vedecká interpretácia nemusí pokryť všetky aspekty ľudskej skúsenosti. To platí hlavne pre tie aspekty, ktoré súvisia s pojmami ako sú láska, dôstojnosť a krása. Krása vedeckého pohľadu je príkladom nevedeckých aspektov hrajúcich významnú úlohu v samotnej vede. Poznanie vnútornej hodnoty fyziky by sa hádam mohlo aj zvýšiť, keby sme si viac uvedomovali, že veda je iba jeden zo spôsobov – hoci veľmi dôležitý – budovania vzťahu medzi ľudstvom a jeho prírodným a sociálnym prostredím.

jubileá & zprávy

K SEDMDESÁTINÁM PROFESORA EMILA KAŠPARA

Dne 10. května 1977 se dožil prof. RNDr. Emil Kašpar, DrSc., sedmdesátí let. Po dobu více než 30 let náleží k významným osobnostem československé didaktiky fyziky.

Prof. Emil Kašpar se narodil v rodině učitele v Řepníkách (okr. Chrudim). Při studiu na střední škole a na přírodovědecké fakultě náležel mezi nejlepší studenty. Aprobace středoškolského profesora matematiky a fyziky dosáhl v r. 1931; titul doktora přírodních věd získal v r. 1932 na základě disertační práce z experimentální fyziky.

Docentem fyziky byl jmenován v r. 1952 na pedagogické fakultě UK. V r. 1956 byl jmenován zástupcem profesora pro obor didaktika fyziky na Vysoké škole pedagogické. V r. 1962 se stal řádným profesorem na matematicko-fyzikální fakultě UK pro obor didaktika a metodika fyziky. V r. 1968 obhájil titul doktora fyzikálně