

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Vladislav Čápek

Stanovisko některých československých fyziků k problému nízkoteplotní jaderné syntézy ke dni 30. 6.1989

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 35 (1990), No. 3, 129--135

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137617>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1990

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>

Literatura

- [1] MUELLER, W. M., BLACKLEDGE, J. P., LIBOWITZ, G. G.: *Metal Hydrides*. New York: Academic Press 1968; BAMBAKADIS, G. (Ed.): *Metal Hydrides*. New York: Plenum Press 1981.
- [2] DANDAPANI, B., FLEISCHMANN, M.: *J. Electronal. Chem.* 39 (1972), 323.
- [3] FRUMKIN, A. N., ALADZHALOVA, N. A.: *Acta Physicochim. U.R.S.S.* 19 (1944), 1.
- [4] FLEISCHMANN, M., PONS, S., nepublikované výsledky.
- [5] FLEISCHMANN, M., HAWKINS, M., PONS, S.: *J. Electronal. Chem.*, bude nabídnuto k tisku.

Martin Fleischmann

*Department of Chemistry, The University, Southampton, Hants,
SO9 5NH (Great Britain)*

Stanley Pons

*Department of Chemistry, University of Utah, Salt Lake City,
UT 84112 (USA)*

Stanovisko některých československých fyziků k problému nízkoteplotní jaderné syntézy ke dni 30. 6. 1989

Vladislav Čápek

Stručně řečeno, problém se jeví jako nejasný. Z hlediska teorie se zdá být fúze při pokojových teplotách prakticky vyloučena, pokud se nevezme do úvahy možnost tunelování dvou deuterónů k sobě za účasti lázně (okolí). Tam je situace dosud nejistá. Experimentálně toho nevíme o mnoho více. Po počáteční euforii vyvolané oznámením Fleischmannových a Ponsových výsledků [1] následovalo období zklamání, kdy byly předchozí pozitivní výsledky řady autorů ověřující výsledky Fleischmanna a Ponse postupně odvolávány a objevila se řada negativních výsledků. Pokud lze soudit ze zaručených zpráv (třebas i o předběžných, ale veřejně oznámených výsledcích) dostupných k 30. 6. 1989 v ČSSR, zdá se, že se atmosféra uklidnila a objevily se první solidnější práce, z nichž některé jsou dokonce kompatibilní s výsledky [1], pokud jde o tepelný zisk, resp. s detekcí neutronů oznámenou Jonesem a spolupracovníky [2] – viz např. zpráva z konference v Santa Fe v Novém Mexiku [3]. Současně se však objevují zprávy o záporných výsledcích jak v detekci neutronů, tak i v produkci tepla [3] (resp. zpráva ze zasedání Elektrochemické společnosti v Los Angeles [4]). Zdá se, že se začíná klást důraz na metalurgii a čistotu palladiových elektrod [4, 5]. Pochyby zůstávají v interpretaci γ -záření v experimentech Fleischmanna a Ponse (viz [6]) i v tom, jakého původu je někdy pozorovaný [3, 4] tepelný zisk (nejaderného původu [7, 8] či jaderného původu, ale jiného než fúze [9]). Podle mého soukromého názoru nelze to v současné době definitivně rozhodnout. V každém případě, ať už se experimenty Fleischmanna a Ponse a jejich interpretace potvrdí, či ne, byla odkryta nová mimořádně zajímavá oblast výzkumu.

- [1] FLEISCHMANN, M., PONS, S.: J. Electroanal. Chem. 261 (1989), 301.
- [2] JONES, S. E., PALMER, E. P., CZIRR, J. B., DECKER, D. L., JENSEN, G. L., THORNE, J. M., TAYLOR, S. F., RAFELSKI, J.: Nature 338 (1989), 737.
- [3] LINDLEY, D.: Nature 339 (1989), 325.
- [4] LINDLEY, D.: Nature 339 (1989), 84.
- [5] GITTUS, J.: Nature 339 (1989), 105.
- [6] PETRASSO, R. D., CHEN, X., WENZEL, K. W., PARKER, R. R., LI, C. K., FIORE, C.: Nature 339 (1989) 183.
- [7] PAULING, L.: Nature 339 (1989), 105.
- [8] SEITZ, R.: Nature 339 (1989), 185.
- [9] JACKSON, J. C.: Nature 339 (1989), 345.

Jozef Kvasnica

Mohu stručně zrekapitulovat své stanovisko na katedrálním semináři 11. dubna 1989, tj. asi tři týdny po agenturním ohlášení tohoto objevu. Měl jsem už v té době k dispozici preprint Fleischmannova a Ponsova článku, k němuž se vztahovaly i moje poznámky.

Především zarazí mizivá kontrola radiační situace před pokusem. Poněvadž pozorovaná produkce neutronů, resp. následného gama-záření není statisticky příliš výrazná, je nutné dokonale prověřit i stopovou přítomnost alfa-zářičů v elektrodách a v elektrolytu; tyto zářiče by mohly za vhodných podmínek vést k produkci neutronů, které bychom chybně připsali deuteriové syntéze. Přenášení přístroje o několik pater, o němž se autoři zmiňují, nemůže tyto a obdobné jevy vyloučit.

Nejsem odborníkem na kalorimetrická měření, avšak i zde zůstává několik otevřených otázek. Při několikadenním „pumpování“ deutéria do palladiové elektrody je nutné velice pečlivě zvažovat všechny procesy, které mohou mít vliv na výslednou energetickou bilanci. Nejde jen o deformaci krystalové mřížky, ale i o změny elektronové struktury vlivem deutéria komprimovaného v palladiové mřížce. To se určitě projeví na elektrochemickém potenciálu a odhadech veličin s tím spojených. Při dosahovaných hustotách deutéria v palladiu nelze palladium a deutérium považovat za nezávislé anebo kvazinezávislé systémy. To podstatně ovlivní některé odhady. Z těchto a obdobných důvodů nelze považovat předložené výsledky za průkazné.

Nekamenujme však autory za to, že nepředložili dokonale čistý experiment. Sami uvádějí, že jejich výsledky vyvolávají více otázek, než kolik dávají odpovědí. Vidina převratného objevu byla příliš lákavá. Vždyť i Otto Hahn ještě po publikaci svého objevu štěpení uranu pochyboval, zdali jeden z produktů je opravdu báryum.

Nebudu opakovat známé teoretické argumenty proti studené jaderné syntéze; pokusím se naopak najít některé podpůrné teoretické argumenty či spíše spekulace o možnosti takového procesu. Takovým příznivým faktorem by mohl být prudký lokální vzrůst hustoty deuteriového clusteru v palladiové mřížce. Poněvadž potřebná hustota je neobyčejně vysoká, mohla by jí napomoci pouze mimořádně příznivá úlitba bohům. Bohové mají různé rozmery, takže kdo ví? Dá se také uvažovat o vhodném polarizačním mechanismu. Na vymezeném rozsahu několika řádků se musím uchýlit ke zjednodušenému názornému popisu, i když tím pobouřím nesmiřitelné profesionální kritiky. Deuteron má tvar protáhlého doutníku, jehož „podélný rozměr“ převyšuje dosah jaderných sil. Kdyby se podařilo něja-

kým polarizačným mechanizmom orientovať deuterony tak, aby sa k sebe približovali „neutronovými konci“, pak značne zmenšená Coulombova repulze by usnadnila jadernú syntézu. Teprve podrobné výpočty môžu vyjasniť, zdali a za jakých podmienok môže takový polarizačný mechanizmus v palladiu existovať.

Svůj osobní názor mohu shrnout do této věty: proces studené jaderné syntézy by byl natolik výjimečným jevem, že by se dal přirovnat k největšímu zázraku přírody – živé hmotě.

P.S. Zvláštní skupina expertů pověřených americkou vládou dospěla 16. 7. 1989 k závěru, že „dosavadní výsledky nejsou přesvědčivým důkazem, že tzv. studená syntéza by mohla představovat využitelný zdroj energie“.

Štefan Jánoš

Ak mám odpovedať na túto otázku, potom moja odpoveď bude tá istá, ako som ju dal v máji na seminári o studenej jadrovej syntéze, ktorý organizoval prof. Pišút na MFF UK v Bratislave. Na tomto seminári som uviedol prehľad experimentálnych údajov o vlastnostiach hydridov a deuteridov paládia a ďalších kovov. Mnohých som vtedy asi sklamal, keď som na záver povedal, že v paládiu ani v inom kove nevidím žiadnu možnosť pre vytvorenie podmienok vhodných pre zlučovanie jadier deutéria. Svoj záver som podporil aj jednoduchým výsledkom z kvantového tunelovania, z ktorého vychádza, že napríklad v 1 kg čistého deutéria pri tlaku 600 miliónov atmosfér môže nastať zlúčenie dvoch jadier deutéria asi raz za minútu, alebo v 1000 l kvapalného deutéria raz za 10^{21} rokov. Ak by sme podobnou cestou chceli objasniť namerané toky neutrónov, bolo by nevyhnutné radikálne zmeniť doterajšie predstavy o tunelovaní jadier deutéria a o elektrónovej štruktúre deutéria v paládiu. Ak by takýto proces existoval, určite by neunikol pozornosti pri implantácii tenkých vrstiev paládia deutériom alebo pri precíznych meraniach merného tepla deuteridu paládia pri veľmi nízkych teplotách, kde by sa dodatočný parazitný zdroj tepla musel určite prejaviť.

Neoverené senzácie o nízkoteplotnej jadrovej syntéze a taktiež o objave supravodičov pri izbových teplotách ukázali, že aj vo fyzike sa niekedy riadime skôr zbožnými prianiami než zdravým kritickým rozumom. Mali by sme sa z toho poučiť, aby z fyzikálnych laboratórií nevychádzali predčasne do sveta neoverené výsledky.

Pavel Povinec

Aj napriek obrovskému úsiliu stoviek kolektívov, ktoré sa v posledných mesiacoch mimoriadne aktívne zapojili do preverovania experimentu FP [1], neboli získané také výsledky, ktoré by umožnili zaujať jednoznačné stanovisko k procesu nízkoteplotnej jadrovej fúzie. Získané poznatky skôr vyvracajú závery FP, pretože v žiadnom renomovanom laboratóriu sa ich nepodarilo plne potvrdiť. Ide predovšetkým o zaregistrovanie produktov jadrovej fúzie, t.j. neutrónov (resp. kvánt gama), trícia a hélia v takých množstvách, ako deklarovali FP. Spektrometria neutrónov a žiarenia gama, podobne ako meranie aktivity

trícia vo vode sú slabou stránkou laboratória v Salt Lake City a urobené merania boli evidentne chybné (k týmto záverom sme prišli už pri čítaní ich preprintu, tu však nemáme dostatok miesta na ich podrobnejšiu diskusiu). Problémom zostáva uvoľňované teplo pri elektrolýze, kde boli dosiahnuté pozitívne aj negatívne výsledky vo viacerých laboratóriách (faktom ostáva aj roztavená Pd elektróda u FP). Ak sa aj v ďalších experimentoch jednoznačne preukáže, že energetická bilancia je pozitívna, absencia produktov fúzie v týchto experimentoch potvrdzuje, že teplo nepochádza z jadrového zdroja, ale je chemického pôvodu, čo značne znižuje význam, ako aj využitie tohoto objavu.

Pochopiteľne v čase, keď sme získali prvé výsledky v Bratislave, nepoznali sme závery práce FP, a preto sme ich nemohli ani s nimi konfrontovať. Naša pozornosť bola sústredená na meranie nízkych neutrónových tokov, kde má naše pracovisko už dlhodobé skúsenosti. Dlhodobé merania s vysokocitlivým neutrónovým detektorom na báze mnoho-*vláknovej* proporcionálnej komory s náplňou ^3He , umiestneným v nízkopozadovom tieniacom kryte ukázali, že zapnutý elektrolyzer s Pd-Pt elektródami ponorenými v 0,1 M LiOD spôsobil prevýšenie počtu neutrónov o 5σ a v opakovanom experimente o 4σ nad pozadie, čomu po prepočítaní na účinnosť detektora zodpovedala emisia 0,007 neutrónov $\cdot \text{s}^{-1} \text{g}^{-1}$ paládia. Keď sme však zistili, že FP uvádzajú aspoň o 5 rádoov vyššiu emisiu neutrónov, vytvorili sme dva nezávislé meracie systémy s ^3He komorou a s HPGe detektorom, kde sme síce so zníženou citlivosťou mohli analyzovať viac vzoriek. V ďalších experimentoch sme použili celkom 18 elektrolyzerov, katódu tvorili Pd, Ti, Lu, Zr, CeAl 3 a LaNi 3 . Elektródy rôznej konfigurácie z rôznych zdrojov boli špeciálne mechanicky, chemicky a vákuovo pripravené pred použitím. Ďalej sme využili elektrický výboj v D $_2$ atmosfére s Ti elektródou a explóziu Pd a Ti drôtov nasýtených deutériom. Vo všetkých týchto experimentoch nebol zaznamenaný zvýšený tok neutrónov. Hoci analýza všetkých meraní nie je ešte ukončená, predbežná emisia neutrónov bola v priemere menšia ako 0,1 n/s. Kalorimetrické merania nepotvrdili vznik prebytku tepla v elektrolyzeroch. Negatívny výsledok so vzorkou CeAl $_3$ potvrdil, že hypotéza s ťažkými fermiónmi, ktoré by mohli katalyzovať priebeh nízkoteplotnej jadrovej fúzie, je nepravdepodobná. Počas týchto experimentov sme súčasne zistili, že Jones et al. [2], ako aj niektoré ďalšie laboratória namerali toky neutrónov, ktoré odpovedali našim predchádzajúcim výsledkom. Väčšina laboratórií však získala len negatívne výsledky, čo pravdepodobne súvisí s nízkou citlivosťou ich zariadení, s malým výberom a nesprávnou prípravou vzoriek.

Našu pozornosť sme ďalej orientovali na výskum plynového sýtenia Pd a Ti deutériovým plynom, kde sme mohli lepšie prispôsobiť podmienky experimentov fázovým prechodom v systémoch Pd a Ti s deutériom. Špeciálne pripravené vzorky Ti a Pd boli sýtené deutériovým plynom pri tlakoch do 3 MPa, ochladzované na -196°C , opätovne ohrievané a simultánne analyzované na emisiu neutrónov a kvánt gama. V dvoch z 50 experimentov bolo zaregistrované prevýšenie početnosti o 4σ nad pozadie, ktoré bolo pozorované pri ohrievaní reaktora na izbovú teplotu. Najvýznamnejšie zvýšenie počtu neutrónov bolo však pozorované vo forme spŕšky, keď vo dvoch detektoroch bolo počas 300 s zaregistrovaných 50 neutrónov. Podobných experimentov bolo urobených vyše 60, avšak s negatívnym výsledkom. Počas jedného z experimentov došlo pri sýtení Pd a Ti deutériom k roztaveniu Pd pliešku v reaktore, hoci teplota ohrievača nepresiahla 900°C (teplota topenia Pd je 1550°C).

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že skúmaný jav sa vyznačuje slabou reprodukovateľ-

ností (z vyše 200 experimentov len 5 bolo $\geq \sigma$), ktorá pravdepodobne súvisí s jeho podstatou. Emisia neutrónov je veľmi málo pravdepodobná a môže prebiehať aj vo forme spršok. V poslednom čase sme preto našu pozornosť zamerali na využitie koincidenčnej metódy registrácie spršok neutrónov a na objasnenie podmienok ich vzniku.

Záverom možno konštatovať, že súčasné výsledky jednoznačne vyvracajú poznatky FP o emisii častíc pri nízko-teplotnej jadrovej syntéze. Zostáva paradoxom, že FP iniciovali rozsiahly výskum tohto javu, ale svojím detekčným zariadením ho nemohli vidieť. Ide zrejme o dva rôzne javy. 1. uvoľňované teplo v experimente FP nie je jadrového pôvodu, 2. pozorované neutróny sú výsledkom jadrovej fúzie, ktorá navonok môže prebiehať pri izbovej teplote, avšak v Pd(Ti) nasýtenom deutériom môžu vznikať v dôsledku trhlín miesta s vysokým rozdielom potenciálov, ktoré spôsobujú urýchľovanie deuterónov. Fúzia „studených“ deuterónov tunelovaním aj pri znížení potenciálovej bariéry tienením naráža stále na značné teoretické ťažkosti.

Jadrová fúzia pri izbovej teplote zostáva teda veľmi zriedkavým fyzikálnym javom, ktorý vyžaduje ďalší teoretický a experimentálny výskum, kým sa tento proces podarí uspokojivo objasniť. Perspektíva využitia tohto javu v praxi na súčasnej úrovni poznania je preto málo pravdepodobná.

Poznámka: Podrobný článok o výsledkoch experimentov, na ktorých participovalo 15 spolupracovníkov, je v štádiu prípravy.

[1] FLEISCHMANN, M., PONS, S.: J. Electroanal. Chem. 261 (1989), 301.

[2] JONES, S. E. et al.: Nature 338 (1989), 737.

Karel Jungwirth

Všeobecne se zdá, že interval medzi dvoma po sobe nasledujúcimi prevratnými objavmi ve vede se stále zkracuje. Současne však zdaleka ne všechny revoluční novinky úspěšně přežívají prověrku časem. Podle původních představ redakce bych proto měl asi nyní věcně okomentovat práci [1], s jejímž českým překladem se lze seznámit právě v tomto sešitě Pokroků matematiky, fyziky a astronomie. Takových komentářů se však mezitím vyvojila ve světě celá řada. Navíc, dříve než se tyto řádky dostanou ke čtenáři, bude nejspíše už s definitivní platností experimentálně odmítnut (nebo snad přece jen potvrzen?!) i samotný „objev studené fúze“, velmi dramaticky ohlášený prostřednictvím televize Martinem Fleischmanem z univerzity v Southamptonu a Stanleyem Ponssem z univerzity v Utahu právě na Velký pátek 24. března t. r.

Čtenáře pak ovšem bude stěžejší příliš zajímat, že už v době vzniku tohoto komentáře bylo možno se opodstatněně domnívat, a to i na podkladě velmi pravděpodobné existence četných kontrolních experimentů s negativním výsledkem (velká většina z nich nebyla ovšem z pochopitelných důvodů zveřejněna), že při elektrolýze těžké vody neprobíhají v palladiové elektrodě fakticky žádné jaderné reakce. To by ostatně bylo v souladu i s našimi dosavadními všeobecně akceptovanými představami o kvantových jevech pod vlivem elektrických, resp. jaderných sil, ale zato v zásadním rozporu s tvrzeními nejen už zmiňovaných autorů práce [1], ale i některých dalších experimentátorů.

Připomeňme v této souvislosti, že činnost „konkurenční“ skupiny S. E. Jonese [2] ze sousední mormonské univerzity Brigham Younga také v Utahu, ale s titanovou elektrodou namísto palladiové, patrně vyprovokovala přinejmenším nekonvenční formu původního sdělení prostřednictvím masových sdělovacích prostředků. Další skupiny, ohlašující pak postupně obdobným způsobem potvrzení „objevu“, současně mezi sebou zřejmě soupeřily i o co nejlepší následné umístění „na cílové pásce“, a tím i o podíl na prestiži rozdělované sdělovacími prostředky. Zbylo však dnes vůbec něco po oněch dnech plných napětí?

Tak či onak, realitou v každém případě zůstane mimořádný ohlas odborné i širší veřejnosti na sdělení Fleischmana a Ponse, který už sám o sobě stojí za zamyšlení a zhodnocení. Proto také i nadále považují publikaci českého překladu práce [1] za záslužný čin redakce a věřím, že i s odstupem času vzbudí tento text přiměřenou pozornost čtenářů. Ti si tak budou moci připomenout také původní ovzduší s aureolou pretence na další Nobelovu cenu pro „malou laboratoř“ a zhodnotit současně i opačný průběh historie tohoto objevu ve srovnání s životním úspěchem badatelů Müllera a Bednorze. Ostatně od samého počátku se nabízely i širší paralely mezi už oceněným objevem supravodivosti při „netradičních“ teplotách, které se pak rychle blížily pokojovým, a jadernou fúzí v analogických podmínkách, což jistě spoluvytvářelo příznivé klima pro počáteční euforii ve prospěch dalšího „objevu“.

Připočteme-li extrémní jednoduchost experimentu a dalekosáhlost případných gnozeologických i praktických důsledků, je zřejmé, proč se po celém světě prakticky v každé laboratoři, kde k tomu byly podmínky, chemici i fyzikové neprodleně pustili do kontrolních experimentů. Současně ale také začali na tyto pracovníky vykonávat mimořádný nátlak zástupci masových sdělovacích prostředků, kteří se alespoň v některých zemích přímo dožadovali pozitivních výsledků a zahájili v této souvislosti dokonce cejchování vědeckých pracovišť na „úspěšná“ (rozuměj ta, která „objev“ potvrdila) a na ta druhá. Přesto však nelze mít reportérům příliš za zlé jejich snahu nejen především upoutat pozornost veřejnosti, ale zaštitit se přitom i dobrozdáním někoho odborně kvalifikovaného.

Na vědecké pracovníky je ovšem třeba klást podstatně větší nároky. Jsou to sice také pouze lidé zdaleka ne vždy imunní vůči lákadlům zvýšení osobní popularity, a tím třeba i následného institucionalizovaného společenského uznání nebo především v malých laboratořích univerzitního typu riskující třeba jen kvůli uhájení holé existence v konkurenci s velkými laboratořemi. Jen popularizace vědy akcentující zájem o fakta a ne o kariéru však zaručuje, že nebude překročena propast mezi statisticky nevyhnutelnými a na cti netraticími vědeckými omyly a pseudovědou. Taková popularizace je činnost nesmírně záslužná a myslím, že speciálně u nás i dosud silně nedoceňovaná, přestože máme několik velmi kvalitních časopisů typu Vesmír, které se cílevědomě snaží situaci změnit.

Případ studené fúze je ovšem do jisté míry unikátní jak svou jednoduchostí, tak i intenzitou vzbuzeného zájmu a veřejné kontroly, a proto zřejmě rozvinutí pseudovědeckého fenoménu příliš nehrozilo. Ani v opačném případě by však pro nikoho, kdo spěchal s ujištěním široké veřejnosti o svém úspěchu při experimentálním ověření „objevu“ studené fúze, nemělo být obtížné dodržet základní pravidlo vědecké práce týkající se pravdivosti a sdělit následně především odborné veřejnosti své finální stanovisko podložené pečlivě provedenými kontrolními experimenty. Přitom jde zejména o ty případy, kdy se dodatečně zjistí, že původně ohlášený předběžný výsledek nebyl dalšími měřeními potvrzen.

Věda má sice schopnosť zbavovať sa během času chybných výsledků nezávisle na konkrétných dočasných autoritách a fyzika jistě i v tomto prípade dokáže, že je vedou exaktní. Jen přísné dodržování etických norem však ve vědě zabráňuje být jen přechodné záměně pracovního procesu poznávání např. nepodloženou, ale zato často lákavou vírou v „zázraky“. V širších souvislostech není navíc koncem 20. století bohužel vůbec třeba dokládat, že hrubá narušení základních norem vědecké práce mohou mít za určitých vnějších podmínek i katastrofální dopad dokonce daleko za hranicemi samotné vědy. A naopak i ve vlastním mikrosvětě vědeckých kolektivů jsme leckdy svědky vědy nedůstojných faulů. Každé falšování je nepřijatelné, ovšem mýlit se je lidské právě tak jako touha být první. Neetické by však bylo omyl nepřiznat, nebo se snažit být první za každou cenu. A proto vzdejme dík „objevu“ studené fúze alespoň za názorné připomenutí základních pravidel etiky vědecké práce, kdyby se jinak jednalo fakticky jen o bezvýznamnou epizodu v historii fyziky.

[1] FLEISCHMAN, M., PONS, S.: J. Electroanal. Chem. 261 (1989) 301.

[2] JONES, S. E. et al.: Nature 338 (1989) 737.

Začneme politickým vyznaním? Znie: Štát je pre ľudí a nie ľudia pre štát. O vede možno povedať to isté, čo o štáte. Sú to staré heslá, hlásané ľuďmi, ktorí považujú ľudskú osobnosť za najvyššiu ľudskú hodnotu. Hanbil by som sa to opakovať, keby to vždy neupadalo do zabudnutia, zvlášť v našej dobe organizovania a šablónovitosti. Za najdôležitejšiu úlohu štátu považujem chrániť jednotlivca a umožňovať mu, aby sa mohol rozvíjať do tvorivej osobnosti.

Môj politický ideál je demokracia. Každý nech je rešpektovaný ako osobnosť a nikto nech nie je zbožňovaný. ... Viem veľmi dobre, že je treba, aby jeden človek myslel, riadil a mal mimoriadnu zodpovednosť, ak sa má dosiahnuť akýkoľvek organizátorský cieľ. Ale nech tí, ktorí sú vedení, nie sú donucovaní, ale majú možnosť si svojho vodcu zvoliť.

Človek sa pokúša primerane si vytvoriť zjednodušený a prehľadný obraz sveta, a tak prekonať svet zážitkov tým, že sa ho snaží do určitej miery nahradiť týmto obrazom. Tak to robí maliar, básnik, špekulatívny filozof i prírodovedec, každý svojím spôsobom. Do tohto obrazu a do jeho vytvárania kladie ťažisko svojho citového života, aby tak hľadal kľud a stálosť, ktoré nemôže nájsť v príliš úzkom kruhu rozvíreného a osobného zážitku.

Bez viery v to, že je možno zmocniť sa reality nášho sveta, by nemohla existovať žiadna veda. Táto viera je a navždy zostane základným motívom každej vedeckej tvorby. V celom našom úsilí, v každom dramatickom boji medzi starými a novými názormi poznávame večné smerovanie k poznaniu, neotrasiteľnú vieru v harmóniu nášho sveta

Nezdá sa mi, že veda môže učiť ľudí morálku. Neverím, že je možné zostrojiť filozofiu morálky na vedeckom základe. Napríklad nemôžete naučiť ľudí, aby išli zajtra na smrť v záujme vedeckej pravdy. Veda nemá takú moc nad ľudským duchom. Ocenenie života a všetkých jeho najušľachtilejších prejavov závisí iba na tom, čo duch očakáva od svojej vlastnej budúcnosti. Akýkoľvek pokus zredukovať etiku na vedecké vzorce je nutne odsúdený na neúspech. O tom som úplne presvedčený. Na druhej strane ale nie sú žiadne pochybnosti o tom, že najvyššie časti vedeckého bádania a všeobecný záujem o vedec-kú teóriu má ohromný význam, vedie ľudí k správnejšiemu hodnoteniu výsledkov duchovnej činnosti. Obsah vedeckej teórie sám osebe ale nevytvára morálne základy jednania osoby ... Avšak pomocou logického myslenia a empirických vedomostí je možné urobiť etické normy racionálne a nerozporné.

A. Einstein