

O "znanstvenih revolucijah"

JANEZ STRNAD
Univerza v Ljubljani
fakulteta za matematiko in fiziko
Oddelek za fiziko
Jadranska cesta 10
SI-1000 Ljubljana

POVZETEK

Prispevek zelo na kratko opiše nekatere vidike mnenj T. S. Kuhna, S. Weinberga in M. Plancka o razvoju fizike. V mnenjih je mogoče zaslediti nekatere skupne poteze, če pomislimo na možnost, da ne zadevajo posameznih teorij, ampak skupine teorij čez daljša razdobja.

Ključne besede: razvoj fizike, fizikalna teorija, skupine fizikalnih teorij

SUMMARY

ON "SCIENTIFIC REVOLUTIONS"

In the contribution very briefly some aspects of the opinions of T. S. Kuhn, S. Weinberg, and M. Planck about the development of physics are reviewed. In these opinions some common traits can be detected if the possibility is considered that they do not refer to single theories but to groups of theories over extended periods.

Key words: development of physics, theory of physics, group of theories

Thomas S. Kuhn, ki je začel strokovno pot kot fizik in končal kot filozof, je znanost opisal kot ponavljajoč se pojav [1]. V "normalnem obdobju" obstaja soglasje o "paradigmi", o tem, kateri pojavi so pomembni, kako jih jemogče pojasniti in kaj sprejmemo kot pojasnilo. Potem nove eksperimentalne ugotovitve ali neskladnosti med deli teorije povzročijo krizo in naposled sprožijo "revolucijo". V njej se raziskovalci spreobrnejo in po njej zastopajo nov pogled: paradigma se spremeni. Kuhn je poskušal zajeti znanost nasploh, vendar se je v resnici omejil na znanosti o naravi, saj je izbiral zglede iz fizike, astronomije in kemije.

Ob spremembi paradigme, ki jo je primerjal s spreobrnjenjem, naj bi se teorija tako močno spremenila, da raziskovalcem po tem ne bi bilo mogoče več pojmovati stare teorije, kot so jo pojmovali dotlej. Od sedanje k prejšnji teoriji ne bi bilo mogoče preiti,

ker naj bi se spremenila tudi pravila za presojo teorije. Zato naj paradigem iz različnih obdobj med seboj sploh ne bi bilo mogoče primerjati. Sprememba paradigme raziskovalcev naj ne bi pripeljala bliže k resnici. Leta 1992 je izjavil, da si sploh ne more zamisliti, kaj naj bi pomenilo, da kaka teorija pripelje "bliže k resnici". Ni sicer zanikal razvoja znanosti, zanikal pa je, da kam vodi.

Kuhn je postal junak filozofov, zgodovinarjev, sociologov in kulturnih kritikov, ki jih moti "objektivnost" naravoslovja in naravoslovne teorije sprejemajo kot družbene tvorbe, ne dosti drugačne, na primer, od nogometa. če namreč z naravoslovnimi merili ni mogoče presoditi, ali gre sprememba na bolje, vsebino naravoslovnih teorij določa družba, ne narava. Kuhn sicer ni odobral tega, kako so se nekateri zastopniki tega kroga sklicevali na njegove zamisli. Odklonil je "močni program" sociologije znanosti, ki naj bi dokazal, da družbeni interesi in moč določajo, katere teorije uspejo in katere ne. Leta 1991 je celo pripomnil: "Sem med tistimi, za katere so zahteve močnega programa absurdne, zgled za pobesnele razdiralne težnje".

Večina fizikov Kuhnov pogled odklanja. Med drugim mu očita, da pojma paradigme ni podrobno definiral in ga je uporabljal v več kot dvajsetih različnih pomenih. Predvsem pa jih moti njegov dvom v to, da nove teorije naravo bolje opišejo kot stare. Še po Kuhnovi smrti leta 1996 so se pojavili ugovori z naravoslovne strani. Enega od teh je pripravil Steven Weinberg, raziskovalec v fiziki delcev in v astrofiziki, pisec učbenikov in knjig za širok krog bralcev [2]. Kuhna je dobro poznal, saj sta bila skupaj člana univerze v Berkeleyu in MIT. Weinberg je pojem paradigme sprejel in ga prevedel kot delovni model. Nasprotoval pa je Kuhnovi trditvi, da raziskovalci ne morejo preklapljati med poznejšo in prejšnjo teorijo in razumeti prejšnje teorije. Kljub spremembi iz klasične mehanike v relativistično današnji študenti najprej spoznajo prvo in je nikoli ne pozabijo.

Današnji fizik sicer težko razume Newtonove *Matematične principe filozofije narave* zaradi geometrijskega načina opisovanja pojavov. To pa ne velja za klasično – "newtonsko" – mehaniko v njeni zreli obliki, ki so jo izdelali francoski mehaniki v 19. stoletju. Tudi Maxwellovo *Razprava o elektriki in magnetizmu* današnji fizik težko bere. A to ne velja za zrelo obliko klasične – "maxwellske" – elektrodinamike okoli leta 1900, ki se je učijo današnji študenti. Po Weinbergovem mnenju je treba presojati zrele teorije, ki izhajajo iz preprostih izhodišč in naravno zajamejo eksperimentalne podatke. Fizikalna teorija naj bi imela "trdi" del, ki ga navadno sestavljajo osnovne enačbe, definicije simbolov in seznam pojavov, ki jih zajame. "Mehki" del teorije pa naj bi vseboval pogled na realnost, s katerim poskusimo pojasniti, zakaj so enačbe uporabne. Ta del se spreminja, saj na primer danes ne uporabljamo več Maxwellovega etra. Trdi del pa je trajen, potem ko teorija doseže zrelo obliko.

Nekaj Kuhnovih sklepov bi utegnili obveljati za mehke dele teorij, a celo v tem primeru je po Weinbergovem mnenju Kuhn morda pomen paradigme za raziskovalce v normalnem obdobju precenil. Ti sami so bili včasih skeptični do mehkih delov svojih teorij. Odkritja anomalij v normalnem obdobju niso bila vedno naključna. V resnici si fiziki v vseh obdobjih prizadevajo, da bi našli pojave nove vrste in razkrili meje veljavnosti obstoječih teorij in prišli do boljših.

Weinbergu se je zdel pomemben Kuhnov odnos do normalnega obdobja kot bistvenega dela razvoja. Do leta 1960 je bila, na primer, kozmologija nepovezana, a leta 1971 so že predlagali "standardni model" vesolja. Nekateri so modelu nasprotovali, vendar ga je večina sprejela. To večinsko mnenje je astrofizikom omogočilo, da so se med sabo sporazumevali in izbrali pomembne poskuse in račune za preizkus teorije. Tudi o "standardnem modelu" delcev so okoli leta 1970 dosegli večinsko mnenje. čeprav je model uspešen, se fiziki zavedajo da je začasen. V njem vidijo zgolj približek "teorije

efektivnega polja" pri majhnih energijah za neznano osnovno teorijo, ki morda sploh ne bo vsebovala polj. Na začasnost opozarja osemnajst parametrov, ki jih je za zdaj treba izbrati tako, da se napovedi ujemajo z merjenji. Vrh vsega model ne zajame gravitacije. Eksperimentalni fiziki si prizadevajo, da bi prišli do podatkov, ki bi nasprotovali napovedim modela. Med take sodi na primer izid merjenj, ki kažejo, da imajo nevtrini majhno, od nič različno maso. Nova teorija bo verjetno imela to maso vgrajeno.

Prehod od Aristotelovega poskusa, da bi sistematično kvalitativno opazoval vsa naravo, k Newtonovemu kvantitativnemu opazovanju izbranih pojavov, na primer gibanja planetov, ki je trajal več stoletij, je po Weinbergu paradigma vseh sprememb paradigem. To je prehod od "prednaravoslovja" k naravoslovju. Pozneje ni bilo več takih sprememb, zagotovo ni mogoče primerjati z njo, na primer, prehoda od klasične k relativistični mehaniki. Weinberg meni, da so zakoni narave realni (karkoli to je) kot skala na tleh. Težko je podrobno povedati, kaj pomeni "realni" ali "resnica". Filozofi si prizadevajo, da bi to razčistili, a zagotovo brez zadrege uporabljajo ti besedi v vsakdanjem pogovoru. Zakaj ju ne bi v takem pomenu uporabljali v trditvah o razvoju naravoslovja? Naravoslovci se dobro zavedajo, da je "naravoslovna resnica" začasna.

Še pred kritiko Kuhnove slike je Weinberg opozoril na "globljo raven" v razvoju naravoslovja in "stališče, ki se počasi spreminja": "Zgodovino naravoslovja ponavadi sestavijo iz poskusov in teorije in njihovega medsebojnega prepletanja. Toda zgodba ima še globljo raven: počasi se spreminja stališče do tega, kaj v naravoslovnih teorijah vzamemo za verodostojno in česa ne. Kakor naše teorije izhajajo iz izkušenj s številnimi poskusi, naše stališče izhaja iz izkušenj s številnimi teorijami. To se navadno razkrije, ko poskušamo pojasniti pogoste nenavadne zakasnitve v razvoju. Najzanimivejši del naravoslovja zadeva stvari, ki se niso zgodile ali ki se niso zgodile tedaj, ko bi se lahko. Da bi razumeli zgodovino te vrste, moramo razumeti počasne spremembe stališča, ki nas vodi. A to ni lahko! O eksperimentalnih odkritjih poročajo dnevni časopisi in o novih teorijah poročajo vsaj fizikalne revije, toda spremembe našega stališča se dogajajo mirno in brezimno, nekako za tablo." [3]

Veliko pred tem je o tem, kako se v fiziki uveljavijo nove zamisli, razmišljal začetnik kvantne fizike Max Planck. Nekateri mislijo, da se nova zamisel v naravoslovju uveljavi iz notranjih, strokovnih razlogov, ker jo izkušnje pri opazovanjih in merjenjih podprejo bolj kot druge zamisli, ki z njo tekmujejo. Drugi postavljajo v ospredje zunanje razloge, ki izvirajo iz sprememb v skupnosti fizikov. Tretji priznavajo oboje razloge in imajo za pomembne strokovne izkušnje in razmere v skupnosti. Planck je v *Znanstveni avtobiografiji* dal prednost zunanjim razlogom: "Ob tem sem imel priložnost ugotoviti dejstvo, ki se mi ga zdi vredno omeniti. Novo znanstveno dognanje se ne uveljavi tako, da njegove nasprotnike prepričajo in ti izjavijo, da so jih poučili, ampak s tem, da nasprotniki postopno izumrejo in da je doraščajoči rod že vnaprej seznanjen z dognanjem." [4]

Te Planckove domneve sociologi na svoj način – vsaj v enem primeru – niso mogli podpreti. Raziskali so, ali mlajši raziskovalci zares raje sprejemajo nove zamisli kot stari. Prešteli so ene in druge med tistimi angleškimi raziskovalci, ki so deset let po objavi sprejeli Darwinov razvoj vrst. Pokazalo se je, da je pravzaprav malo raziskovalcev sprejelo Darwinovo zamisel sprejelo in da med njimi niso prevladovali mladi [5].

Ali ni mogoče v Kuhnovi sliki razvoja naravoslovja, Weinbergovi kritiki in mnenju o "globlji ravni" in "stališču, ki se počasi spreminja" ter Planckovi domnevi zaslediti skupnih potez? Ali ne bi bilo mogoče vseh mnenj zblížati, če Kuhnovega pogleda ne bi uporabili za posamične fizikalne teorije, na primer za klasično in za relativistično mehaniko, ampak za pojave "na globlji ravni", za skupine teorij, ki segajo čez daljša razdobja? Ali ne bi mogle te dolgotrajnejše spremembe biti vezane tudi na razvoj družbe, ki

zajema razvoj tehnike, predvsem naprav in merilnikov, ne samo na naravoslovje? Ali ne bi za skupine teorij in daljša razdobja bilo mogoče sprejeti tudi Planckove domneve? Zagotovo fizik s teoretičnim orodjem z začetka 20. stoletja ne bi mogel nič doseči na začetku 21. stoletja. Pomislimo tudi na zmogljive računalnike, ki so se iz fizike polprevodnikov razrasli in spremenili vsakdanje življenje in tudi raziskovanje narave. Današnje razmere se še v drugih pogledih močno razlikujejo od razmer na začetku 20. stoletja. Tedaj ni bilo velikih in dragih eksperimentalnih naprav, na primer pri raziskovanju delcev ali vesolja, ob katerih se zbirajo mednarodne raziskovalne skupine in objavljajo članke s tristo podpisanimi. Tudi ni bilo obsežnega financiranja raziskovanja z javnimi sredstvi. To se je razmahnilo po drugi svetovni vojni.

Za večje skupine teorij in čez daljša razdobja bi utegnile obveljati nekatere od Kuhnovih trditev. Vseeno pa tudi v tem primeru ne bi mogli trditi, da starih teorij ne moremo primerjati z novimi. To Kuhново mnenje nasprotuje načinu fizikov, ki vneto iščejo "korespondenčna načela", s katerimi novo teorijo povežejo s staro, na primer, napovedi kvantne fizike z napovedmi predkvantne fizike. Odkar se je fizika izvila iz prednaravoslovnega razdobja, namreč nobene stare teorije ni bilo treba zavreči, vselej se je pokazalo, da na danem območju velja kot približek stare.

O tem predlogu ni mogoče odločiti na način, ki je doma v fiziki in pri katerem napovedi primerjamo z izidi merjenj pri poskusih. Ni mu mogoče datikvantitativne oblike in uporabljeni pojmi – na primer večje skupine teorij in daljša razdobja – so precej megljeni. Zato fizik težko presodi, koliko lahko zaupa svojemu razmišljanju. Vseeno se mu zdi vredno, da ga da v presojo – kljub nevarnosti, da ga bodo odklonili na eni in na drugi strani.

Literatura

1. T. S. Kuhn, *Struktura znanstvenih revolucij*, (prev. G. Jurman, S. Krek), Krtina, Ljubljana 1998
2. S. Weinberg, *The Revolution That Didn't Happen*, The New York Review of Books, 8. okt. 1998.
3. S. Weinberg, "Changing attitudes and the standard model", v *The Rise of the Standard Model*, L. Hodder-son, L. Brown, M. Riordan, M. Dresden (ur.), Cambridge University Press, Cambridge 1997.
4. M. Planck, *Physikalische Abhandlungen und Vorträge*, Band II, Vieweg, Braunschweig 1958.
5. D. L. Hull, P. D. Tessner, A. M. Diamond, *Planck's Principle*, Science 202 (1978) 717.