

Fiziki in zgodovina fizike

JANEZ STRNAD

POVZETEK

Zgodovina fizike ni samostojna znanost. Fiziki gojijo svojo zgodovino fizike in zgodovinarji svojo. Prva je velikopotezna: gradi na današnjem znanju in presoja z današnjega gledišča. Gre ji predvsem za razvoj pojmov, količin in zakonov in njihove povezave. Od fizika ni mogoče pričakovati, da bi gojil drugačno zgodovino fizike. Zgodovino fizike pogosto poskušajo izkoristiti v poučevanju fizike. V tem primeru jo navadno prikrojijo, da bi dobili logično povezan niz dogodkov, ki bi si ga bilo lahko zapomniti. Proti prikrojevanju utegne pomagati kritično preverjanje virov. Zgodovinarjeva zgodovina fizike je podrobniška: gradi na podrobnostih in na znanju fizike v času, ki ga raziskuje. Najboljšo sliko bi dobili, če bi bilo mogoče izkoristiti oba pogleda.

ABSTRACT

PHYSICISTS AND THE HISTORY OF PHYSICS

History of physics is not an independent science. There exists a physicist's history of physics as well as a historian's history of physics. The first one is whiggish: it is built on contemporary knowledge and takes the contemporary view. It is concerned mainly with the development of concepts, quantities, and laws and their interconnections. One cannot expect that physicists could practise another kind of history of physics. History of physics is often used in physics education. In this case it is usually transformed to quasi history in order to get a logically connected set of events to be memorized easily. A remedy against such adaption may be the critical analysis of sources. The historian's history of physics is priggish and is built on details and on the knowledge of physics of the period studied. The best picture would be obtained if one could exploit both views.

FIZIKOVA ZGODOVINA FIZIKE

Zgodovina in fizika sta samostojni znanosti. Prva sodi v družboslovje in druga je osnovna veja naravoslovja. Njune raziskovalne metode se močno razlikujejo. Zgodovinarji se najbrž strinjajo s fiziki, da zgodovina fizike - in katerekoli druge znanosti - ni samostojna znanost. Zgodovina znanosti nasploh je v tem pogledu na slabšem, saj v tem smislu ne obstaja enotna znanost, ne enotno družboslovje in ne enotno naravoslovje.

Tako kot na zgodovino katerekoli znanosti, je mogoče na zgodovino fizike gledati z različnih vidikov. Dva skrajna pogleda imenujmo *fizikovo zgodovino fizike* in *zgodovinarjevo zgodovino fizike*. Tukaj se bomo ukvarjali predvsem s prvim pogledom. Ime je uporabil R. P. Feynman: "Mimogrede, kar sem vam pravkar razložil, imenujem 'fizikovo zgodovino fizike', ki nikoli ni prava. Pripovedujem vam dogovorjeno in mitično zgodbo, ki jo fiziki pripovedujejo svojim študentom in ti svojim študentom in ki ni nujno povezana z zgodovinskim razvojem - tega v resnici ne poznam."¹ Feynman je nekoliko pretiraval in ni upošteval, da se nekateri fiziki podrobneje ukvarjajo z razvojem fizike in njenih delov kot on sam. Zgledov ne manjka: delo J. Mehre in H. Rechenberga o razvoju kvantne fizike², delo S. G. Brusha o razvoju termodinamike in kinetične teorije³, delo B. S. Cohena o Newtonu⁴. Za vsa ta dela in druga dela, ki imajo fiziku kaj povedati in ki jih šteje k zgodovini fizike, je značilno, da vsebujejo enačbe in račune, brez katerih raziskovanje v fiziki ne more prebiti. Zelo verjetno zgodovinarji štejejo ta dela k "čisti fiziki" in si z njimi ne znajo veliko pomagati. To velja tem bolj, čim novejša območja fizike je v delu zajeto^{2,5}. Delom, ki so jih napisali fiziki o zgodovini fizike in se ne ukvarjajo s katerim izmed njenih ožjih območij, pa gre predvsem za pregleden razvoj pojmov in zakonov. Kot zgled lahko navedemo Lauejevo⁶, Hundovo⁷ ter Holtonovo in Brushevo⁸ knjigo.

VELIKOPOTEZNA ZGODOVINA FIZIKE

Odnos fizika do zgodovine fizike opredeljujejo okvirno raziskovalne metode v fiziki. Povzemimo jih s širokim zamahom in se ne spuščajmo v podrobnosti, o katerih bi se utegnili pojaviti med fiziki deljena mnenja. Na poti do novih spoznanj se v fiziki tesno prepletata dve sestavini: *izkustvena* in *racionalna*. Prva zajema opazovanja in merjenja pri poskusih v nadzorovanih okoliščinah, druga pa razmišljanje in uvajanje novih zamisli, pogosto v obliki tveganih domnev. Oboje je neločljivo povezano prek zahteve, da je treba vsako novo zamisel ali domnevo strogo preskusiti z opazovanji in merjenji, in tisto, ki jim nasprotuje, prilagoditi ali zavreči. Zato fizika svoja stališča razmeroma hitro spreminja, uvaja nove pojme in stare zanemarljivo, nekatere od njih kar izloči.

Ni malo fizikov, ki mislijo, da je zgodovina fizike pomembna, češ da je: "znanost brez svoje zgodovine kot človek brez spomina"⁹. Prav jim pride celo Dionizij iz Halikarnasa s posodobljeno izjavo, da je zgodovina fizike fizika, "ki jo učimo z zgledi"¹⁰. Vendar imajo pri tem v mislih fizikovo zgodovino fizike. Fizik, ki se podrobneje ukvarja z zgodovino svoje znanosti ali njenega dela, namreč ne more izključiti svoje stroke in njenega sedanjega znanja. Zato v svoji zgodovini presoja vse z današnjega gledišča in po njem izbira snov, s katero se ukvarja, in poudarke v njej. Rad med seboj poveže sorodne zamisli iz različnih obdobij in rad zasleduje njihov razvoj skozi daljše obdobje. Njegov pogled je *dihronski*. Pri tem ga zanimajo predvsem zamisli, ki so se pozneje pokazale za uspešne in ki so v veljavi dandanes. Ker ni vzgojen tako, da bi se znal kolikor mogoče celovito živeti v pretekla obdobja, pri tem rad spregleda za zgodovinarja pomembne podrobnosti.

Fiziki se zavedajo te značilnosti, ki je tesno povezana z njihovo vzgojo in poklicem. V angleščini imenujejo tako zgodovino *whigovsko*.^{*} Poenostavljeno smemo reči,

* Ime so fiziki prevzeli od zgodovinarja H. Butterfielda.¹⁰ Whig je bil pristaš politične stranke, ki je v Angliji v 17. in 18. stoletju stavila na oblast parlamenta in iz katere se je v 19. stoletju razvila liberalna stranka.

da taka zgodovina zbuja vtis, kot da je do preteklih dogodkov prišlo z namenom, da se doseže današnje stanje. Fizikom se zdi, da se ta pogled zgleduje po deduktivni metodi. A pojmi niso tako podrobno opredeljeni, kot so ponavadi pojmi v fiziki, in jih različni pisci razumejo bolj ali manj po svoje. Nič nenavadnega ne bi bilo, če bi jih zgodovinarji uporabljali v drugačnem pomenu kot fiziki. Samo za naše trenutne potrebe imenujmo pogled fizikov na zgodovino fizike *velikopotezen*.

PRIKROJENA ZGODOVINA

Težko ali nemogoče je ugotoviti, kako pridejo fiziki do novih zamisli ali domnev, posebno do tistih najpomembnejših, ki prelomijo z dotedanjim prepričanjem. Pri vsej dobri volji tega pogosto sami ne morejo pojasniti, če pa to poskušajo, jim iz različnih razlogov ni mogoče popolnoma zaupati. Že koraki ob poznejši utemeljitvi se navadno znatno razlikujejo od koraka ob odkritju. V angleščini zgodovinarji fizike ločijo *context of justification* in *context of discovery*. Primerilo pa se je tudi že, da so pogledi drugih na kako odkritje vplivali na poznejše pojasnilo odkritelja. McCutcheon pravi: "Nikoli ne moremo zanesljivo vedeti, kaj je vodilo koga k novemu odkritju; včasih tega še sam ne ve. Pogosto lahko ugotovimo, če si prizadevamo, kdo je naredil kaj in kdaj je to naredil. Toda ..., zakaj je kdo kaj naredil, je velika vrela negotovost. Kot znanstveniki bi morali poznati svoje mesto v Vesolju, zato si ustvarimo zgodovino, dovolj preprosto, da jo razumemo, zgodovino z majhnim številom nezmotljivih velikanov, ki logično zidajo korak za korakom drug na prispevkih drugega in naredijo vse, kar je pomembno. Ta urejena slika je nepoštena in pusta. Očem zastre pravo dramo, uspehe in neuspehe sijajnih mož."¹¹

Navadno ne moremo hkrati upoštevati zgodovinskih podatkov in preprosto sestaviti iz dogodkov, ki so pripeljali do kakega odkritja, *logično povezan niz*. V njem naj bi vsak poznejši dogodek logično in nujno izhajal iz prejšnjega. Mislimo si, da poznamo začetne razmere pred odkritjem in končne razmere po njem. O *prikrojeni zgodovini* govorimo, če ustvarimo preprost logično povezan niz, pa se pri tem nezavedno oddaljimo od zgodovinskih podatkov o poti od začetnega stanja do končnega. Ime uporabljamo v takem pomenu kot M. A. B. Whitaker *kvazi zgodovino*: "Zdi se zgodovina, toda v njej si ne prizadevajo, da bi podajali zgodovino zvesto; namen je samo podati znanstvena dejstva in 'zgodovina' je samo ogrodje, s katerim je mogoče preprosto zajeti znanstvena dejstva, v njem se zdijo smiselna in si jih lahko zapomnimo za izpit."¹² K prikrojeni zgodovini, ki je zaradi svoje narave najbolj razširjena v poučevanju, se bomo še vrnili.

Prikrojeno zgodovino kaže razlikovati od logične rekonstrukcije, ki jo je uvedel I. Lakatos.¹³ Pri tem vodi pot od začetnega stanja do končnega prek zamišljenih, med seboj logično povezanih korakov, kakor bi jih dandanes delal raziskovalec, ki bi na vsakem koraku ravnal racionalno. Takemu logično rekonstruiranemu poteku je v opombah pod črto dodan dejanski potek. Rekonstruirani potek pri tem ne poskuša opisati dejanskega razvoja, ampak predvsem opozoriti na odstopanje razvoja od dejanskega razvoja, ki bi ga pričakovali ob pogledu v preteklost. Omenimo še *psevdozgodovino* v Kleinovem smislu, v kateri samo navedemo začetno in končno stanje, ne da bi sploh omenili pot od prvega do drugega.¹⁴

Ni presenetljivo, da je zgodovina v poučevanju fizike velikokrat prikrojena. Z njo poskusimo doseči, da si študenti zapomnijo izmišljeni potek dogodkov, se ga naučijo, in ga znajo ponoviti. Zgodovino pogosto vključijo v poučevanje, da bi razbili enoličnost in popestrili poučevanje.

Zgodovina fizike v poučevanju je prikrojena še iz enega razloga. Študenti imajo dokaj ozeke pogled na fiziko. Ni časa, da bi jih seznanili s povezanostjo fizike s tehničnim in tudi z družbenim razvojem in z vlogo skupnosti raziskovalcev. Preprosteje je v ospredje postaviti posameznega raziskovalca: "Tako prikrojena zgodovina poda odkritje novega znanstvenega pojma kot eno izmed dveh skrajnosti, ali kot skoraj samoumevno ali kot skoraj skrivnostno. Za oba primera je vsaj delno krivo to, da posvetijo premalo pozornosti medsebojnemu delovanju v družbi."¹²

Prav tako ni časa, da bi jih v okviru fizike opozorili na številne neuspešne korake, ki spremljajo uspehe. "Prava" pot od začetnega stanja pred odkritjem do končnega stanja je navadno prezapletena, da bi jo mogli doumeti. Še fiziku, ki to pot raziskuje, vse podrobnejši pogled razkrije nove in nove zaplete. Neprikrojeni opis kaknega odkritja ni za študente samo težko razumljiv, ampak jih utegnejo številni koraki, ki jih je naknadno težko ali nemogoče logično pojasniti, celo zмести. S te strani je mogoče razumeti Brushevo nekoliko zaostreno vprašanje, ali naj bo zgodovina fizike za študente prepovedana.¹⁵

PROTI PRIKROJEVANJU

Trije zgledi pokažejo, kako se lahko s kritičnim preverjanjem virov izognemo prikrojevanju, če se zavedamo fizikalne vsebine. Zgodovinarji preverjanje dobro poznajo, fiziki pa poznajo fizikalno vsebino. Izbrani zgledi segajo daleč v preteklost in ne zahtevajo obsežnega znanja fizike, ki ga je sicer pri tem sicer tudi treba uporabiti.

V številnih učbenikih fizike najdemo Aristotelovo trditev, da telesa prosto padajo tem hitreje, čim težja so. Zares je v razpravi *O nebu* zapisal: "Večja količina zlata ali svinca se giblje navzdol hitreje kot manjša, in to velja za vsa težka telesa".¹⁶ Najprej je treba dobiti dober prevod, ker fiziki večinoma ne znajo stare grščine. Upoštevati je treba tudi to, da v Aristotelovem času še ni bilo fizike v današnjem smislu in da tedaj ni bilo v navadi kvantitativno gledanje z merjenjem in računanjem. Tako ni mogoče ugotoviti, kaj natančno mu je pomenilo "hitreje". Zares je Aristotelu prepričanje, da ne more obstajati prazen prostor, preprečilo, da bi razmišljal o mejnem primeru, ko okoli telesa ni sredstva. Vendar je znal dobro opazovati. Zato je blizu misel, da hitrosti ni razumel v današnjem smislu, ampak jo je povezoval s tem, kar je postalo pozneje impetus in je danes gibalna količina. Mislimo si, da padeta telesi z različno težo iz enake višine na mehek pesek. Telo se tem globlje vgrezne v pesek, čim težje je. Najbrž nikoli ne bomo vedeli, kaj je Aristotel zares mislil. Njegovih izjav ne smemo šteti v fiziko v današnjem smislu, ker je bil njegov pogled na svet tako različen od današnjega. Svet je poskušal zajeti celovito z enim pogledom, ki je ostal prav zato površen.

Galileo Galilei, ki ga imamo za prvega fizika v današnjem smislu, je gledal na svet že kvantitativno. To mu je omogočilo, da je odkril zakon prostega padanja. Vendar ni res, da bi prišel do njega s poskusi, pri katerih naj bi spuščal kamne s poševnega stolpa v Pisi. V njegovem rokopisnem delu *De motu* iz let 1589 do 1592 je trditev: "Za telesa iz različnih snovi so hitrosti njihovega gibanja navzdol v razmerju njihovih tež - ne njihovih tež kot takih, ampak tež pri tehtanju v sredstvu, skozi katero se gibljejo." Ta trditev se od Aristotelove razlikuje le po tem, da upošteva vzgon, ki ga je odkril Arhimed. Zanimivo vprašanje je, kako bi tekel razvoj, če bi Galilei zares naredil poskus. Železna kroglica bi namreč dosegla tla, ko bi bila enako velika lesena kroglica še več metrov v zraku, če bi spustili kroglici sočasno.

Galilei je odkril zakon prostega padanja po letu 1604, ko ni več živel v Pisi. Do njega je prišel z razmišljanjem, preskusil pa ga je z nadomestnim poskusom, pri kate-

rem so se krogle kotalile po rahlo nagnjenem žlebu. Leta 1632 je v *Dialogu* zapisal: "Če povežemo telesi, ki imata različni naravni hitrosti, se hitreje giblje nekoliko počasneje zaradi počasnejšega in počasnejše nekoliko hitreje zaradi hitrejšega... Uvidimo, da se gibljejo majhna in velika telesa z enako hitrostjo, če imajo enako specifično težo." Ugotovitev je navedel prvič G. Benedetti že leta 1554. Zares je Galilejev življenjepisec Vincenzio Viviani omenil poskus na poševnem stolpu. A pri tem se je motil. To ne preseneča, saj je bil tedaj spis *De motu* pozabljen in Galilejev zakon prostega padanja sprejet.

V učbenikih fizike naletimo tudi na trditev, da je Isaac Newton prišel do gravitacijskega zakona v letu 1665 ali 1666, ko je bila cambridška univerza zaradi kuge zaprta in je preživljal prisilne počitnice v rodnem Woolsthorpu. Sedel naj bi na vrtu in jabolko, ki je padlo z drevesa, naj bi sprožilo misli: "Zakaj pade jabolko navpično navzdol? Zakaj Luna ne pade na Zemljo?" Morda je Newton tedaj razmišljal o gravitaciji kot veliko drugih fizikov in morda dobil osnovne spodbude za poznejše delo. Toda gravitacijskega zakona ni odkril pred letom 1685. Dobrih pet let prej ga je namreč R. Hooke opozoril na to, da lahko gibanje planeta razdelimo na gibanje v smeri zveznice s Soncem proti Soncu in na gibanje v smeri pravokotno na zveznico. Dotlej je Newton kot R. Descartes, C. Huygens in drugi razmišljal o "centrifugalni težnji". Opazovali so mravlje na vrtečem se drogu, kako se upirajo tej težnji. Newton tedaj tudi še ni vedel, da se giblje planet pod vplivom sile, obratno sorazmerne s kvadratom razdalje, po elipsi. To je ugotovil do leta 1684, a v rokopisnem spisu *De motu*, iz katerega se je pozneje razvil prvi del *Principov*, še ni bilo gravitacijskega zakona. Šele nova inačica spisa iz leta 1685 je vsebovala zakon o vzajemnem učinku. Po tem zakonu deluje planet na Sonce, če deluje Sonce na planet. Na opazovani planet delujejo tudi vsi drugi planeti. Keplerjevi zakoni zaradi tega veljajo samo približno: giblje se tudi Sonce in opazovani planet motijo še drugi planeti. Potemtakem gravitacijskega zakona Newton ni odkril pred letom 1685. S pripovedovanjem zgodb - podobno je zapisal v osnutku za pismo - je Newton poskušal prestaviti odkritje gravitacijskega zakona skoraj za dvajset let verjetno zato, da bi se izognil prepričanju z R. Hookom, ki je terjal svoj del priznanja.

ZGODOVINARJEVA ZGODOVINA FIZIKE

V nasprotju s fizikom, zanimajo zgodovinarja podrobnosti. Pri tem se niti malo ne ozira na poznejši razvoj fizike. "Nova zgodovina znanosti se ravna po Kuhnovi maksimi: 'Kolikor mogoče ... naj zgodovinar ne uporablja znanosti, kot jo pozna', ampak naj se pouči 'iz učbenikov in revij obdobja, ki ga preučuje.' čim manj zgodovinar pozna današnjo znanost, tem manj prikrojuje včerajšnjo."²⁰ Fiziki imenujejo zgodovinarjevo zgodovino fizike *podrobniško*.²¹ Zdi se, da se pogled zgleduje po induktivni metodi, in nasprotujejo temu, da bi obveljal kot edini dopustni: "Ta filozofija, ki se sprijazni z neznanjem sodobne znanosti, se nevarno približa namigovanju, da vse sodobno znanje - ne samo znanost - bolj prikriva kot razkriva in da naj zgodovino zapisuje prazna, ne polna glava ... Poklicni zgodovinarji znanosti morda zaradi svoje zgodovinske vzgoje vidijo preteklost sestavljeno iz življenjepisov posameznikov in dejavnosti ustanov, znanstveniki pa raje vidijo v preteklosti mrežo med seboj povezanih poskusov in teorij."²² Zgodovinarji in fiziki, ki se ukvarjajo z zgodovino fizike, so si nekako razdelili delo. Prvi se zanimajo predvsem za starejše dele fizike in za podrobnosti v

²⁰ Najbrž so angleško priig izbrali tudi zato, ker zveni podobno kot beseda *whig*. Tukaj namesto *dlakočepca* uporabljamo manj ostro besedo *podrobnež*.

življenju posameznikov in delovanja ustanov, drugi pa za novejša dela fizike, razvoj pogledov in medsebojne vplive.

Fiziki, ki se ukvarjajo z zgodovino fizike, si lahko pomagajo s prijemi zgodovinarjev, denimo, s kritičnim preverjanjem virov. Podobno bi lahko fizika koristila zgodovinarjem, ki se ukvarjajo z zgodovino fizike. Prav bi jim prišlo, če bi se podrobneje seznanili s fiziko časa, ki ga raziskujejo, in s pregledom poznejšega razvoja. Kljub temu spoznanju sta se fizikova in zgodovinarjeva zgodovina fizike razšli in sta vezani vsaka na svoje revije. Vsaj med fiziki se širi spoznanje o interdisciplinarni naravi zgodovine fizike. Najboljši mogoči pogled bi dobili, če bi mogli zajeti oboje: fizikovo in zgodovinarjevo zgodovino fizike, velikopotezni in podrobniški ali diahronski in sinhronski vidik. V tej zvezi je poučna prisposodba o raziskovanju porečja Amazonke. Velikopotezno je mogoče raziskati iz visokoletnega letala tok reke in njenih pritokov od izvira do izliva. Podrobniško je mogoče raziskati življenje ljudi in rastline in živali v kaki vasi ob reki. Najboljši pogled bi dobili, če bi mogli zajeti oba vidika.²⁰ Zdi se, da mu pritrjujejo tudi filozofi in znanstveni teoretiki. Kako gledajo na to zgodovinarji, ki se ukvarjajo z zgodovino fizike, iz fizikalnih revij ni mogoče zvedeti.

LITERATURA

1. R.P. Feynman, *QED, the Strange Theory of Light and Matter*, Princeton University Press, Princeton, N.J. 1985.
2. J. Mehra, H. Reichenberg, *The Historical Development of Quantum Theory*, Springer, New York 1982 (4 deli, 7 knjig).
3. S.G. Brush, *The Kind of Motion we Call Heat*, North Holland, Amsterdam 1976; *Kinetic Theory*, Pergamon, Oxford 1965 (3 deli).
4. B.S. Cohen, *Introduction to Newton's Principia*, Cambridge University Press, Cambridge 1971.
5. G. Gale, J. Urry, *Philosophical midwifery and the birthpangs of modern cosmology*, American Journal of Physics 61 (1993) 66.
6. M.V. Laue, *Geschichte der Physik*, Athenäum, Bonn 1950; *Kratka zgodovina fizike*, DMFA, Ljubljana 1982.
7. F. Hund, *Geschichte der physikalischen Begriffe*, Bibliographisches Institut, Mannheim 1972.
8. G. Holton, S.G. Brush, *Introduction to Concepts and Theories in Physical Science*, Addison-Wesley, Reading, Mass. 1973.
9. C. Russell, *Whigs and professionals*, Nature 308 (1984) 777.
10. H. Butterfield, *The Whig Interpretation of History*, Bell, London 1968.
11. C.W. McCutcheon, Physics Today 25 (1972) 9 (2).
12. M.A.B. Whitaker, *History and quasi-history in physics education*, Physics Education 14 (1979) 108, 239.
13. I. Lakatos, *Criticism and the Growth of Knowledge*, (ur. I. Lakatos, A. Musgrave), Cambridge University Press, London 1970.
14. M. Klein, *History in the Teaching of Physics*, (ur. S.G. Brush, A.I. King), University Press of New Hampshire, Hanover 1972.
15. S.G. Brush, *Should the history of science be rated X?*, Science 183 (1974) 1164.
16. B. M. Casper, *Galileo and the fall of Aristoteles: A case of historical injustice?*, American Journal of Physics 45 (1977) 325.
17. A. Franklin, *Galileo and the leaning tower: an Aristotelian interpretation*, Physics Education 14 (1979) 60.
18. C.G. Adler, B.L. Coulter, *Galileo and the tower of Pisa experiment*, American Journal of Physics 46 (1978) 199.
19. J.B. Cohen, *Newton's discovery of gravity*, Scientific American 244 (1981) 24 (3).
20. E. Harrison, *Whigs, prigs, and historians of science*, Nature 329 (1987) 213.