

PETDESET LET »FEYNMANOVIH PREDAVANJ«

JANEZ STRNAD

Fakulteta za matematiko in fiziko
Univerza v Ljubljani

Leta 1964 so izšla *Feynmanova predavanja o fiziki* (*The Feynman Lectures on Physics*) Richarda P. Feynmana, Roberta B. Leightona in Matthewa Sandsa [4]. Nekateri jih imajo za najznamenitejšo fizikalno knjigo [1], drugi navajajo, da je izšla v največjem številu izvodov [2]. V angleščini jih je izšlo več kot poldrugi milijon. Prevedli so jo v vsaj 12 jezikov in samo v ruščini je izšlo več kot milijon izvodov. Posvetimo učbeniku nekaj pozornosti.

Edini še živeči pisec M. Sands je opisal, kako je prišlo do knjige [2]. Konec petdesetih let prejšnjega stoletja ni bil zadovoljen z uvodnim predavanjem fizike na Kalifornijski tehniški univerzi Caltech. Študenti so se pritoževali, da se v prvih letnikih ne srečajo s sodobno fiziko. Predstojnik oddelka Robert Bacher sprva nad predlogi za spremembe ni bil navdušen. Sands pa je zanje pridobil R. Feynmana. Dobro ga je poznal, odkar sta leta 1944 skupaj delala v Los Alamosu pri načrtu Manhattan. Mnenje so podprli še drugi člani oddelka in Bacher je popustil. Fordova ustanova je načrtu namenila dober milijon dolarjev.¹ Izvajanje načrta je nadzoroval odbor s predsednikom Leightonom in članoma H. Victorjem Neherjem in Sandsom. Neher je kot uspešen eksperimentalist imel na skrbi izdelavo novih poskusov. Leighton je z učbenikom *Principles of Modern Physics* leta 1959 študentom približal sodobno fiziko. Glede sprememb programa pa je bil zadržan. Sestanki so pokazali, da on in Sands ne bosta mogla zblížati stališč.

Že po izstrelitvi Sputnika leta 1957 so osnovali odbor PSSC (Physical Science Study Committe), ki naj bi prenovil ameriško srednješolsko fiziko. Odbor je sprožil tudi pobudo za izboljšanje uvodnega poučevanja fizike na visokih šolah in v ta namen imenoval Komisijo za fiziko na kolidžih (Commission on College Physics). Sands je bil član komisije in ji je med letoma 1964 in 1966 predsedoval.

Sandsu se je zdelo, da zadeve tečejo prepočasi. Pomislil je, da bi šlo hitreje, če bi bil pripravljen prevzeti uvodno predavanje Feynman, ki je bil znan kot uspešen raziskovalec in izreden predavatelj. Sprva so se pojavili ugovori, da še nikoli ni predaval novincem in da je nepogrešljiv na podiplomskem študiju. Postopno se je Feynman navdušil nad predlogom, da lahko uvodno predavanje oblikuje po svoje. Postavil pa je pogoj, da predava samo

¹Ustanovila sta jo leta 1936 Edsel Ford in Henry Ford z namenom, da deluje v dobro človeštva. Nekaj časa je bila najbolj cenjena ustanova svoje vrste na svetu. Med drugim je podpirala tudi razvoj poučevanja.

enkrat. Naposled so ugovore utišali z mislijo, da ne kaže nasprotovati, če si Feynman želi predavati. Večji del dodeljenih sredstev so porabili za izdelavo novih naprav in za plačilo kolegov, ki so prevzeli prejšnje delo sodelavcev novega predavanja.

Po polletni pripravi je Feynman jeseni 1961 začel z uvodnim predavanjem. Na teden je predaval dvakrat po uro. Študenti so imeli še uro vaj, ki so jih vodili podiplomski študenti ali člani oddelka, in tri ure laboratorija pod Neherjevim nadzorom. Predavanja so snemali z magnetofonom in fotografirali popisano tablo. Strojepisna je sproti pretipkala besedilo s trakov. Leighton je kljub začetni zadržanosti zavzeto sodeloval in ob Sandsovi pomoči sproti urejal zapise, ki jih je nazadnje pregledal Feynman. Tako so študenti kmalu po predavanju dobili v roke zapiske predavanj.

Na drugih univerzah so zvedeli za predavanja in poizvedeli, ali bi bilo mogoče dobiti zapise. Oglasili so se tudi založniki. To je pripeljalo do odločitve o učbeniku. Najboljšo ponudbo je dala založba Addison-Wesley, ki je lahko knjigo izdelala od začetka do konca. Obljubila je dostopno ceno, ker ni bilo avtorskih honorarjev [2]. V knjigi je besedilo teklo na notranji polovici strani, slike in preglednice so prišle na zunanjo polovico strani. Tako stolpcev besedila ni bilo treba posebej lomiti. Na predlog za naslov *Fizika ena* s tremi avtorji se je Feynman odzval užaljeno, češ da sta imela Leighton in Sands zgolj »vlogo stenografov«. Pristal pa je na naslov *Feynmanova predavanja o fiziki*.

Leta 1962 so se nadaljevala predavanja v drugem letniku. Leighton je tedaj ponovil predavanje v prvem letniku in prepustil urejevanje zapiskov Sandsu. Odločili so se tudi, da bo poseben, tretji del namenjen kvantni mehaniki. Nekaj predavanj za ta del je Feynman dodal na koncu leta 1963. Delo se je nekoliko zavleklo, ker je Sands tega leta prevzel mesto pomočnika direktorja Stanfordskega centra za izgradnjo velikega elektronskega linearnega pospeševalnika (SLAC). Kljub temu se je vse končalo po načrtu.

Učbenik je doživel veliko ponatisov in posebnih izdaj. Leta 1964 je Feynman imel izredno predavanje *Gibanje planetov okoli Sonca*, ki so ga izgubili. Ko so ga našli, sta David L. Goodstein in Judith R. Goodstein uredila *Feynman's Lost Lecture*. Leto po Feynmanovi smrti 1988 sta David Goodstein in Gerry Neugebauer pripravila *Commemorative Issue*. Skrajšani različici *Six Easy Pieces* leta 1994 in *Six Not-So-Easy Pieces* leta 1998 sta vsebovali samo po šest poglavij. Sledili sta *New Millenium Edition* v uredništvu Michaela A. Gottlieba in Rudolfa Pfeiferja in *Definitive and Extended Edition*. Gottlieb in Ralph Leighton (sin Roberta in Feynmanov prijatelj, ki je z njim bobnal) sta leta 2005 pripravila *Feynman's Tips on Physics. Exercises for the Feynman Lectures on Physics*. Knjiga je zajela štiri poglavja, ki so jih v prejšnjih izdajah spustili, med njimi tri poglavja o reševanju nalog, ter Sandsove spomine [2]. Naloge je spočetka pripravljal Robert Leighton v sodelovanju z Rochusom Vogtom.

Išlo je več broširanih izdaj ter zvočnih in video posnetkov, samostojnih ali dodanih knjigam. Težko je dobiti pregled nad vsemi izdajami, uredniki,

založbami in lastniki založniških pravic. Osnovna *Feynmanova predavanja* so od konca lanskega leta prosto dostopna na spletu vsaj v dveh različicah, Caltechovi in na spletni strani *Predavanj* [4].

Leighton in Sands sta Feynmanu izročila svoji zasnovi programa, a program predavanj je oblikoval Feynman sam. Kolikor je bilo mogoče, so v besedilu ohranili njegov neposredni slog. Zaradi Feynmanove odsotnosti je peto in šesto predavanje prevzel Sands. Predavanji *Čas in oddaljenost* in *Verjetnost* pa nista posegli v osnovno Feynmanovo zamisel. Prvi del je bil v glavnem namenjen mehaniki, sevanju in toploti, drugi elektrodinamiki in tretji kvantni mehaniki. Feynman pa se ni držal ustaljenega reda. Pogosto je posegel naprej in tudi vpletel veliko snovi, ki je sicer uvodna predavanja ne vsebujejo, na primer *Odnos fizike do drugih znanosti*, *Linearni sistemi in pregled*, *Simetrije v fizikalnih zakonih* itd. Na nekaterih mestih je namignil na svoje raziskovalno delo, na primer pri elektromagnetni masi ali načelu najkrajšega časa in načelu najmanjše akcije. Theodore Welton, ki je s Feynmanom študiral na Massachusettski tehniški univerzi MIT, je omenil, da »številna poglavja izvirajo neposredno iz gradiva, s katerim smo se srečali – dodam naj, da z zadovoljstvom – v teh letih« [3].

Feynman je v svojem predgovoru menil, da je »bila vsa stvar v bistvu poizkus. [...] Vprašanje je seveda, kako dobro je poizkus uspel. Moj pogled – zdi se pa, da ga večina ljudi, ki je delala s študenti, ne deli – je pesimističen. Ne mislim, da sem opravil zelo dobro za študente. Če pomislim, kako je večina študentov reševala naloge na izpitih, mislim, da je sistem neuspeh.« Po mnenju Goodsteina in Neugebauerja je bilo novincev na predavanjih vse manj, vse več pa podiplomskih študentov in članov fakultete. Sands je bil drugačnega mnenja. Obžaloval je tudi, da je predlagal predgovor. V naglici ga je Feynman posnel na magnetofon še pod vtisom Sandsovega obvestila o 65-odstotnem uspehu študentov. A kaže, da je Feynman svoje mnenje pozneje spremenil. Enemu od življenjepiscev je namreč izjavil, da so *Predavanja* ena od najboljših stvari, ki jih je naredil. V odzivih v *Fizikalnem forumu* na spletu naletimo na mnenje, da so *Predavanja* »krasne knjige, ki vas bodo naučile pogleda na fiziko od daleč. Navdihnile vas bodo in imele boste občutek, da prvič v življenju zares razumete. Nikakor pa vas ne bodo naučila reševanja fizikalnih problemov ali vas pripeljala do boljše ocene«. Številni študenti se s tem strinjajo. Večina fizikov pa ima predavanja za prvovrsten dosežek. Feynman je v epilogu zapisal: »Želel sem vam dati nekaj občudovanja čudovitega sveta in fizikov pogled nanj, za kar verjamem, da je velik del prave kulture modernega časa.«

LITERATURA

- [1] T. Phillips, *The Feynman Lectures on Physics*, Nature **504** (2013), 30–31.
- [2] M. Sands, *Capturing the wisdom of Feynman*, Phys. Today **58** (2005), 4, 49–53.
- [3] T. A. Welton, *Memories of Feynman*, Phys. Today **60** (2007), 2, 46–52.
- [4] *The Feynman Lectures on Physics*, www.feynmanlectures.caltech.edu, ogled 31. 1. 2014.