

NOVE KNJIGE

Carlo Rovelli, Zapovrstje časa, prevod Alojz Kodre, DMFA – založništvo, Ljubljana, 2019, 156 str.

Poleg drobne uspešnice »Sedem kratkih lekcij iz fizike« je dr. Rovelli, vodja raziskovalne skupine za kvantno gravitacijo na Univerzi Aix-Marseille, napisal vrsto poljudnih in strokovnih knjig. V njih poskuša bralcu razložiti dokaj zapletene osnove svojega raziskovalnega področja. Za lažje razumevanje zajema analogije in prisposode iz zgodovine fizike, pogosto se ozre tudi k modrecem antičnega sveta, ki so poskušali razložiti svet s tedanjim védenjem in so prispevali številne globoke razmisleke.

Knjiga »Zapovrstje časa« se dotakne kvantne gravitacije oziroma »zankovne teorije« le v osrednjem delu, kjer čas pravzaprav izgine. Bolje rečeno, v opisu sveta v Planckovem merilu, globoko pod razsežnostmi in življenjskimi dobami najmanjših osnovnih delcev, postane nebitven. Planckova dolžina je reda velikosti 10^{-35} m, Planckov čas pa 10^{-43} s. V tem neznatnem merilu je svet le vrvenje kvantov prostorčasa in njihovih interakcij. Rovellijeva pripoved se začne z našo utrjeno predstavo o času: o njegovem enakomernem in enosmernem teku, neodvisnem od okoliščin. Pokaže nam, da ta predstava ni od vselej: jonski modrec Anaksimander v kratki opazki, ki je edini ohranjeni drobec njegovega pisanja, času sicer pripiše vesoljno veljavo:

Stvari se spreminjajo iz ene v drugo po nujnosti in si delijo pravico po zapovrstju časa.

Toda nekaj generacij pozneje vidi antični enciklopedist Aristotel v času le mero spreminjanja. Če ni sprememb, tudi čas ne teče. Naša ustaljena predstava o času pa izvira od Newtona: on je uvedel razlikovanje med *relativnim, navideznim ali splošnim časom*, ki nam je dosegljiv s čuti, in *absolutnim*,



pravim ali matematičnim časom, ki teče enakomerno po svoji naravi, brez sleherne zunanje opore.

Sintezo obeh pogledov je napravil Einstein: po njegovem zares obstaja absolutni čas, ki je komponenta prostorčasa, a ni povsem neodvisen od okoliščin. V višinah, to je v šibkejšem gravitacijskem polju, ga je več – tam teče hitreje. Njegov tek je odvisen tudi od hitrosti gibanja: predmet v gibanju občuti krajše trajanje od mirujočega predmeta. Oba učinka sta v svetu, ki je dosegljiv človeku, sicer majcena, a dandanes merljiva: razlike v teku časa znesejo do nekaj tisočink sekunde na leto. Veličina Einsteinove sinteze je v dejstvu, da je za desetletja prehitela razvoj tako natančnih meritev. Te so dandanes bistvene za delovanje sistemov satelitske navigacije (GPS).

Rovelli v nadaljevanju pokaže, da ob spremenljivem teku časa ni več absolutne sočasnosti dogodkov. »Zdaj«, ki po ustaljeni predstavi velja po vsem vesolju, seže v resnici samo tako daleč, do kamor pride svetloba v trajanju naše časovne ločljivosti: če je to tisočinka sekunde (kolikor dandanes izmerijo štoparice v športu), obsega mehurček »zdaj« samo 300 km. Cela Zemlja je sočasna, če se zadovoljimo z ločljivostjo nekaj stotink sekunde. Dlje pa naš »zdaj« ne seže: za dva prostorsko ločena dogodka v vesolju na splošno ne moremo reči, kateri je »prej«.

To dejstvo ima pomembno, za naše dožemanje sveta presenetljivo posledico – izgubo vzročnosti. Bertrand Russel je to pokomentiral nekoliko zajedljivo: »Zakon vzročnosti . . . je ostalina minulih časov, tako kot monarhija: [ohranja se] samo zaradi zmotne podmene, da ne more napraviti škode.« Zares: če ni jasno, kaj je prej in kaj pozneje, tudi ni vzroka in posledice.

Najhujši pretres naše ustaljene predstave o času pa prinaša kvantna teorija – le da končne slike še ne poznamo. Einstein je s svojo relativnostno teorijo ustvaril moderno predstavo o času, pravzaprav o prostorčasu, ki ni neodvisni okvir sveta, temveč samo polje, kot so druga polja v fiziki. Prostorčas je namreč gravitacijsko polje in Einstein se je zavedal, da mora imeti to polje v svojem najmanjšem merilu tudi kvantne lastnosti. Do konca življenja je iskal tako združeno teorijo, a se mu ni posrečila. Glede na neznatnost v začetku omenjenega Planckovega območja, v katerem lahko pričakujemo zaznavne učinke, seveda tudi ne moremo upati, da bi za tako teorijo dobili namig iz eksperimentov ali meritev. Obstaja nekaj smeri raziskav, Rovellijevo področje zankovne teorije je ena od njih. Njena osnovna enačba pa kaže pomembno posebnost. Vse teorije, ki opisujejo področja fizike –

Newtonove enačbe mehanike, Maxwelllove enačbe za elektromagnetno polje, Schrödingerjeva in Diracova enačba kvantne mehanike, enačbe za polja sil med osnovnimi delci – podajajo spremembe polj s časom. V zankovni teoriji pa je prostorčas polje samo in enačba opisuje le interakcije kvantov polja med seboj, ne pa časovne odvisnosti njihovega gibanja.

Ali je torej treba reči, da v najmanjših razsežnostih fizikalnega sveta časa sploh ni? To je gotovo pretirana trditev, saj v teh razsežnostih tudi drugih fizikalnih količin in lastnosti ni oziroma se jih ne da definirati: barve na primer ali površinske napetosti ali temperature in sploh večine termodinamskih spremenljivk z izjemo energije. Gotovo pa je, da v Planckovih razsežnostih ni enosmernosti časa, ki je za našo izkušnjo njegova najpomembnejša značilnost. Rovelli razloži, da so vse prej navedene vodilne enačbe fizike obrnljive v času, da torej ne določajo njegove smeri. Le v prenosu toplote je smer časa določena: toplota vedno teče od toplejšega telesa k hladnemu. Ali povedano drugače, z entropijo:

$$dS \geq 0.$$

V velikem svetu teče čas tako, da v njem entropija samo narašča. Tak je tudi izvir našega subjektivnega občutenja časa: v procesu mišljenja se, kakor v delovanju telesa na splošno, sprošča in prenaša toplota. Dogodki v okolici in v nas samih puščajo sledi, ki sestavljajo naš spomin in nazadnje tudi občutek zavedanja sebe. S smerjo časa se povrne tudi smisel pojma vzročnosti – s povezovanjem vzrokov in posledic se je naše znanstveno dojemanje sveta sploh začelo.

V poglavjih v izteku knjige Rovelli večje in na široko preplete fizikalno razlago z razmisleki iz filozofije ter dosežki kognitivne znanosti, obogati pa jo tudi z zgovornimi navedki iz umetnosti – z raznoterimi pričevanji, kako doživljamo čas, zapovrstja dogodkov v njem in tudi same sebe.

Knjiga obsega 153 strani, razdeljena je v 13 poglavij, ki so povezana v tri dele: Sesutje časa, Svet brez časa, Izviri časa. Pisana je povsem poljudno, edina matematika v knjigi je zgoraj citirana entropijska neenačba, pa še ta bolj za okras. Za zahtevnejšega bralca je dodana obsežna zbirka opomb. Obsežno je tudi stvarno kazalo.

Alojz Kodre

Knjigo lahko naročite pri DMFA – založništvo po ceni 16,00 EUR.