

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 9 (1981/1982)

Številka 3

Strani 148-151

Janez Strnad:

DVE O ENERGIJSKEM ZAKONU IN ENERGIJI

Ključne besede: fizika.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/9/9-3-Strnad.pdf>

© 1982 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2009 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.



DVE O ENERGIJSKEM ZAKONU IN ENERGIJI

Obstaja dejstvo ali, če hočete, *sakon*, ki so mu podrejeni vsi danes znani pojavi v naravi. Ne poznamo nobene izjeme in, kolikor vemo, velja ta zakon natančno. Imenujemo ga *ohranitev energije*. Zakon zagotavlja, da obstaja neka količina - imenujemo jo energijo, ki se pri spremembah v naravi ne spremeni. Po tej zelo abstraktni zamisli - matematičnem načelu, obstaja količina, ki se ne spremeni, ko se nekaj zgodi. To ni opis kakega mehanizma ali česa oprijemljivega. To je samo svojevrstno dejstvo, da lahko izračunamo neko število in ko nehamo opazovati naravo pri njenih zvijačah in zopet izračunamo število, dobimo enak rezultat (nekako tako, kot je na šahovnici lovec, ki je na črnem polju, po določenem številu potez še vedno na črnem polju).

Mislite si otroka, denimo Denisa Pokoro, ki ima popolnoma nezlomljive in nedeljive kocke. Vzemimo, da jih ima 28! Zjutraj ga zapre mati z njegovimi kockami v sobo. Zvečer je radovedna in skrbno prešteje kocke. Pri tem odkrije svojevrsten zakon: ne glede na to, kaj dela Denis s kockami, jih je vedno 28. To se ponavlja nekaj dni, dokler nekega dne ni samo 27 kock. Majhna preiskava pa pokaže, da je kocka pod preprogo. Mati mora pogledati prav povesod, preden se lahko prepriča, da se število kock ni spremenilo. Toda nekega dne se zdi, da se je število spremenilo - kock je samo 26. Skrbna preiskava pa pokaže, da je bilo odprto okno. Ko mati preišče okolico, najde preostali kocki. Nekega drugega dne skrbno štetje razkrije, da je kock 30. Zaradi tega je mati osupla, dokler ne ugotovi, da je bil na obisku Mihec, ki je prinesel s seboj svoje kocke in jih pus

til pri Denisu. Mati odstrani Mihčeve kocke, zapre okno in Mihcu ne dovoli vstopa.

Potem je nekaj časa vse v redu, dokler nekoč ne našteje samo 25 kock. V sobi je zaboj za igrače in mati ga hoče preiskati. Denis pa začne vpiti in ji tega ne dovoli. Mati torej ne sme odpreti zaboja. Ker pa je zelo radovedna in tudi nekoliko prebrisana, naredi načrt. Ve, da tehta posamezna kocka 0,3 kg. Stehta zaboj, ki tehta 1,5 kg, ko vidi vseh 28 kock. Naslednjič, ko preverja število kock, zopet stehta zaboj, odšteje 1,5 kg in deli z 0,3 kg. Tako ugotovi, da velja

$$(\text{število kock, ki jih vidi}) + (\text{masa zaboja} - 1,5 \text{ kg}) / 0,3 \text{ kg} = \text{konstantno.}$$

Potem pride do novih težav. Kocke spet zmanjkujejo. Toda skrbno proučevanje pokaže, da se tedaj dvigne gladina umazane vode v banji. Denis meče kocke v vodo, a mati jih ne more videti, ker je voda umazana. Koliko kock je v vodi, pa ugotovi po legi gladine in doda svoji enačbi nov člen. Ker je prvotna višina vode 15 cm in se dvigne na račun vsake kocke gladina za $\frac{1}{2}$ centimetra, je nova enačba

$$(\text{število kock, ki jih vidi}) + (\text{masa zaboja} - 1,5 \text{ kg}) / 0,3 \text{ kg} + (\text{višina vode} - 15 \text{ cm}) / \frac{1}{2} \text{ cm} = \text{konstantno}$$

Ko postaja materin svet vse bolj zapleten, vpelje celo vrsto členov, ki ustrezajo načinom za računanje števila kock na krajih, na katere ne sme pogledati. Tako pride naposled do zapletene enačbe za količino, ki *jo mora izračunati* in ki v njenih razmerah ostaja vedno nespremenjena.

V čem je podobnost tega z ohranitvijo energije? Najpomembnejše, kar moramo odmisлити, so kocke, ki *jih v resnici ni*. Z izjemo prvega člena v obeh enačbah računamo bolj ali manj abstraktne reči. Podobnost pa je v tem: prvič, ko računamo energijo, enkrat nekaj energije zapusti naš sistem, drugič pa je nekaj pride vanj. Ko preverjamo ohranitev energije, moramo poskrbeti, da sistemu ne dodamo nič energije in mu je nič ne odvezamo. Drugič, energija ima veliko različnih oblik in za vsako imamo

posebno enačbo. To so: gravitacijska potencialna energija, kinetična energija, notranja energija, energija mase... če upoštevamo enačbe za vse te prispevke, se energija ne spremeni, razen kolikor je sistem prejel ali oddal. Zavedati se moramo, da danes v fiziki ne vemo, kaj energija je. Nimamo slike, v kateri bi energija nastopala v obliki majhnih, določenih obrokov. Ne, tako že ni! Obstajajo pa enačbe za računanje neke s števili izražene količine in, če vse seštejemo, dobimo "28" - vedno isto število. To je abstraktna reč, ker ne pove nič o mehanizmih ali *razlogih* za veljavnost raznih enačb...

R.P.Feynman, R.B.Leighton, M.Sands, *The Feynman Lectures on Physics*, Addison-Wesley, Reading, Mass. 1963, 1. del, str. 4-1.

Znan ameriški fizik R.P.Feynman, ki je leta 1965 skupaj z J.Schwingerjem in S.I.Tomonago dobil Nobelovo nagrado, je v šolskih letih 1961/62 in 1962/63 pripravil v okviru načrta za izboljšanje pouka fizike dveletno uvodno predavanje za univerzo (Kalifornijski tehnični inštitut v Pasadeni). Po magnetofonskem zapisu sta R.B.Leighton in M.Sands izdelala učbenik v treh delih, ki je sicer dokaj zahteven, a je prava zakladnica novih pedagoških prijemov.

Kmet ima majhen ribnik, v katerega doteka potoček in iz katerega odteka potoček. Ribnik dobiva vodo še od priložnostnega dežja in jo izgublja z izhlapevanjem. Vzemimo, da je ribnik naš *sistem*, voda v njem *notranja energija*, voda, ki priteče ali odteče v potočkih, *dovedeno* ali *odvedeno delo*, voda, ki jo prinese dež ali odnese izhlapevanje, pa *dovedena* ali *odvedena toplota*.

Z opazovanjem ribnika v določenem trenutku ne moremo ugotoviti, koliko vode, ki je v njem, je priteklo vanj v potočku in koliko je je prinesel dež.

Vzemimo, da bi radi izmerili maso vode v ribniku. Z merilnikoma pretoka izmerimo, koliko vode priteče ali odteče v potočkih. Za dež pa nimamo takega merilnika. Lahko pa pokrijemo ribnik s po-



njavo. Lastnik ribnika torej postavi v ribnik navpično merilno letev, prekrije ribnik s ponjavo in vstavi merilnika pretoka v pritekajoči in v odtekajoči potoček. S tem da zapre pritok ali odtok in upošteva podatek drugega merilnika, lahko umeri maso vode v ribniku z višino vode, ki jo kaže letev. Tako (na adiabarno izoliranem sistemu) določi maso vode v ribniku pri katerem koli stanju.

Nato odstrani ponjavo. Maso vode, ki jo je danega dne prinesel dež, določi poslej tako, da ugotovi razliko med maso vode v ribniku, kakor jo kaže letev, in maso pritečene vode, kakor jo kaže merilnika pretoka. Razlika kaže maso dežja.

H.B. Callen, *Thermodynamics*, J.Wiley Sons, New York 1960, str. 19, citirano po F. Reif, *Statistical Physics*, McGraw-Hill, New York 1967, str. 205.

Berkeleyjska univerza je v okviru obsežnega načrta za izboljšanje pouka fizike pripravila učbenik v petih delih za dveletno uvodno predavanje. Reifova *Statistična fizika* je peti del tega "berkeleyjskega tečaja fizike". Menda pa so pozneje učbenik opustili, češ da je prezahteven.

Izbral in prevedel
Janez Strnad
