

# PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 4 (1976/1977)

Številka 3

Strani 145-149

Janez Strnad:

## KAJ JE ENERGIJA?

Ključne besede: fizika.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/4/4-3-Strnad.pdf>

© 1977 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.



## KAJ JE ENERGIJA ?

Pri poučevanju in pri učenju fizike ne kaže postavljati v ospredje *definicij*. Mnogo bolj kot ob definicijah si pridobivamo znanje in razumevanje ob opisovanju *pojmov* in uporabi *zakonov*. Pogosto katerega izmed pojmov tudi ni mogoče definirati, ne da bi hkrati definirali druge. Pojmi v fiziki so kot vozli v mreži: vsak vozlel je povezan z večjim številom drugih. Niso kot vozli na ravni vrvici, na kateri je pred vsakim vozlom eden in za njim eden.

Včasih pa se znajde fizik v položaju, ko se ne more izogniti definiciji. Do tega pride na primer pri sestavljanju slovarjev in leksikonov. Pri splošnih slovarjih in leksikonih opravijo delo navadno tudi pri fizikalnih pojmih nefiziki - z večjo ali manjšo srečo (Sl.1). Pri strokovnem leksikonu pa čaka celo izkušenega fizika veliko težav. Dodatna težava izvira še iz zahtev po jedrnatosti definicije. Vse kaže, da moramo biti s slovarji in leksikoni zadovoljni že, če dajo pravi vtis in če v

energija - *sl. 1.* v fiziki veličina, s katero merimo količino gibanja telesa (pri vseh oblikah gibanja ostane količina energije ista; zakon o ohranitvi energije, ki izraža snovitost materialnega sveta, je osnovni zakon narave).

Verbinca, Slovar tujk

energija 2. zloga dela, močnost za dela. V mehaniki ločimo gibalno energijo in potencialno energijo (o. lega) teles. Tudi neke oblike energije, vezane na električne naboje, je potencialna energija, druga oblika električne energije pa ni vezana na naboje, ampak skupna z magnetno energijo predstavlja elektromagnetno energijo elektromagnetnega polja; k njej spada tudi svetloba. Energije se ne da niti ustvariti niti uničiti (zakon o energiji), ampak le spremenjati iz ene oblike v drugo. Vsaki masi ustreza določena energija in vsaki energiji določena masa.

Češičkom Cankarjeva založba (prevod Volkmarovskausa)

Sl.1 "Energija" v Slovarju tujk F. Verbinca (Cankarjeva založba, Ljubljana 1968), str. 184 (a) in v Leksikonu Cankarjeve založbe (Ljubljana 1973), str. 229 (b).

njih ni preočitnih laži. Trditve, ki ne zajemajo podrobnosti ali niso popolnoma splošne in kaj zamolčijo, pa so skoraj neizbežne.

Take misli so me obhajale, ko sem pregledoval rokopis prevo-da malega fizikalnega leksikona založbe Herder, ki ga namerava izdati Cankarjeva založba. Tedaj - zaradi naštetih težav sem delal s precejšnjim odporom - mi je šinila v glavo neka misel. Ali ne bi bilo poučno za učence in dijake, ki jim je leksikon namenjen, če bi jim podrobneje razčlenil katero od definicij? Tako bi se bolje seznanili s tistim pojmom, pogledali v ozadje definicije in spoznali, čemu lahko služijo leksikoni in kakšne meje so jim postavljene.

Kar samo od sebe se je vsililo geslo "energija". To je eden od najpomembnejših pojmov v fiziki; nekaterih ni strah napisati, da je najpomembnejši. V novi izdaji ameriškega srednješolskega učbenika PSSC (Physical Science Study Committee), katerega prva izdaja je znana pri nas po srbskohrvaškem prevodu, teče energija kot rdeča nit od začetka do konca.

V originalu Herderjevega leksikona (Sl.2) energija ni posrečeno razložena. Trditev, da je energija zmožnost za opravljanje dela ali zaloga dela, močno zavaja, čeprav jo srečamo tudi drugje. Če bi držala, danes še ne bi bilo skrbi o pomanjkanju energije v prihodnosti. R.L. Lehrman je v članku *Energija ni zmož-*

**energija** [iz grškega - *energeia*, delavnost, sila] zmožnost sistema, da opravi delo, njegova delazmožnost. Oblike energije, ki jih lahko spreminjamo drugo v drugo, so po ohranitvenem izreku za energijo v določenem razmerju, ki ga podaja *energijski ekvivalent* (= ekvivalentnost). Oblike mehanske energije: *potencialna energija* zaradi lege telesa v gravitacijskem polju ali drugem polju sil ali zaradi prožnosti deformacije (vzmet); *kinetična energija* (= energija gibanja) zaradi translacije ali vrtenja telesa z dano hitrostjo, sem sodi tudi kinetična energija neurejenega gibanja molekul, ki se kaže kot *toplotna energija* (ozirano temperatura), energija, ki je potrebna za nastanek električnih in magnetnih polj, *energija svetloba* (elektromagnetnega valovanja in *energija električnega toka*, ki se v splošnem spremeni v Joulovo toploto, *kemijaka energija* izvira od električnih polj v elektronskih oblikah atomov in molekul, *atomska energija*, boljše *jadrska energija*, pa izvira od polj v notranjosti atomskih jeder. Po - teoriji relativnosti sta + masa in energija med seboj ekvivalentni (= ekvivalentnost). Enote za energijo so + joule = erg oz. - elektronvolt.

Sl.2 "Energija" v Herderjevem leksikonu *Fizika* (skoraj dobeseden prevod iz nemščine). Puščice (kazalke) opozarjajo, da je vredno poiskati v leksikonu ustrezna gesla za dodatna pojasnila.

nost za opravljanje dela\* nekoliko zajedljivo ugotovil, da bi na kratko smeli energijo definirati le kot zmožnost za oddajanje toplote. Dvomim, da bi bil kdo zares zadovoljen s to definicijo.

Poskusimo sestaviti definicijo, ki ne bo zavajala, ne bo napačna in ne bo predolga (Sl.3). Po formalni logiki naj vsebuje definicija nadrejeni pojem in značilnosti, po katerih se naš pojem razločuje od drugih pojmov svoje vrste. Energija je *fizikalna količina* - mirno lahko pristavimo ena od najpomembnejših. Zanja je značilno, da nastopa v *energijemskem zakonu*, ki je tudi eden najimenitnejših zakonov. Toda to je ne opredeljuje dovolj.

Pomudimo se ob energijemskem zakonu, ki daje energiji njeno veljavo. Preden uporabimo ta zakon, se moramo dogovoriti, kaj bomo šteli k *sistemu*. Tako pravimo telesu ali skupini teles, za katera se zanimamo. Vsa druga telesa štejemo k *okolici*. *Energija sistema* je skupna energija vseh teles v sistemu. Sistem lahko izmenjuje energijo z okolico: lahko prejme energijo iz okolice in se mu energija poveča, lahko pa energijo okolici odda in se mu energija zmanjša.

Sistem izmenja energijo z okolico kot *delo*, kot *toploto* ali kot *delo in toploto*. *Toplotno izoliran sistem* prejme *delo*, ko zunanja sila katerega izmed teles iz okolice premakne telo v sistemu v svoji smeri.

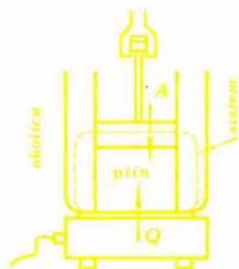
energija , ena izmed najpomembnejših fizikalnih količin, nastopa v - energijskem zakonu; sprememba polne energije sistema je enaka vsoti dovedenega dela in dovedene toplote. Polna energija sestavljajo - kinetična energija, ki jo ima telo zaradi svojega gibanja, + potencialna energija, ki jo ima telo zaradi svoje lege glede na druga telesa, delujoča nanj z gravitacijsko silo (težnostna potencialna energija) ali z električno silo (elektrostatična potencialna energija), + energija električnega polja, ki jo ima električno polje, + energija magnetnega polja, ki jo ima magnetno polje, + notranja energija , ki jo ima telo zaradi svojega stanja, + lastna energija, ki jo ima telo zaradi svoje lastne mase... Kinetična, potencialna energija in nekatere druge energije so "zaloge dela"; telo delo prejme, ko se mu poveča energija, in ga lahko v celoti zopet odda, ko se mu zmanjša energija. Za notranjo energijo ta trditev ne velja, če jo izkoriščamo v - toplotnih strojih. - entropijski zakon = ireverzibilnost. Enota za merjenje energije je - joule.

### Sl.3 "Energija" v slovenski izdaji Herderjevega leksikona *Fizika*

\* R.L. Lehrman, *Energy is not the ability to do work*, The Physics Teacher, 11 (1) (1973) 15.



## ENERGIJSKI ZAKON



$$W_2 - W_1 = A + Q$$

sprememba polne energije = dovedeno delo + dovedena toplota

$$(W = W_k + W_p + W_n + \dots)$$

polna energija = kinetična energija + potencialna energija + notranja energija

TOPLOTNO IZOLIRAN SISTEM  $Q = 0$

SISTEM, KI MU NE DOVAJAMO DELA  $A = 0$

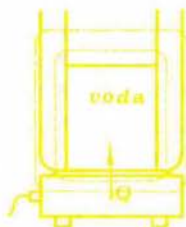


$$W_2 - W_1 = A$$

Delo se porabi za segrevanje vode

$$W_{n2} - W_{n1} = A$$

(vpeljava notranje energije)



$$W_2 - W_1 = Q$$

Lonec vode na kuhalniku

$$W_{n2} - W_{n1} = Q$$

(vpeljava toplote)

### IZREK O OHRANITVI ENERGIJE

SISTEM, KI MU NE DOVAJAMO NE DELA NE TOPLOTE

$$Q = 0, A = 0$$

$$W_2 = W_1$$

ali

$$W_{k2} + W_{p2} + W_{n2} + \dots = W_{k1} + W_{p1} + W_{n1} + \dots$$



#### SI.4 Energijski zakon in izrek o ohranitvi energije

Sistem, na katerem zunanje sile ne opravijo dela, pa prejme toploto, ko ga spravimo v stik s toplejšim telesom iz okolice.

Doslej smo govorili o *polni energiji* sistema. To je vsota

večjega števila členov - *energij* -, ki jih nekaj naštejmo. *Kinetično energijo* ima telo zaradi gibanja. *Potencialno energijo* ima telo zaradi svoje lege glede na druga telesa, ki delujejo nanj s silo, na primer z gravitacijsko silo ali z električno silo. *Površinsko energijo\*\** ima gladina kapljevinskega telesa zaradi površinske napetosti. *Prožnostno energijo\*\** ima prožno telo zaradi spremembe oblike. *Notranjo energijo\*\*\** ima telo zaradi svojega stanja, ki ga določajo tlak, temperatura, prostornina, koncentracije sestavin in morda še druge termodinamične spremenljivke. *Lastno energijo* ima telo zaradi svoje lastne mase...

V izbranem primeru obdržimo v energijskem zakonu (Sl.4) samo tiste od naštetih energij, ki se v tem primeru spremenijo. V mehaniki sestavljata polno energijo kinetična in potencialna energija (poleg tega ni izmenjavanja toplote). V termodinamiki je polna energija navadno kar enaka notranji energiji. Lastno energijo je treba upoštevati samo pri jedrskih reakcijah in reakcijah med osnovnimi delci...

Posebna oblika energijskega zakona je *izrek o ohranitvi energije*. Velja za sistem, ki ne dobi iz okolice niti dela niti toplote. Polna energija takega sistema je konstantna. Energijski zakon pove več kot ta izrek. Vendar je izrek zelo pomemben, ker izrecno zagotavlja, da energije ni mogoče ustvariti iz nič in je ni mogoče uničiti. Pravzaprav so prišli do zakona preko izreka. Količinò, za katero velja izrek o ohranitvi, je J. Bernoulli 1717 prvič imenoval *energijo*.

---

Janez Strnad

---

\*\* Površinska in prožnostna energija sta pravzaprav dela notranje energije, ki ju sistem lahko vedno v celoti odda kot delo.

\*\*\* Govorjenje o kaki "*toplotni*", "*kemijski*" ali podobni *energiji* je napačno.