

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 29 (2001/2002)

Številka 5

Strani 270-273

Jože Pahor:

BINETU JE VROČE

Ključne besede: zanimivosti, razvedrilo.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/29/1483-Pahor.pdf>

© 2002 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

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

BINETU JE VROČE

Bilo je vroče, saj je bil avgust. Bine Umnik je sedel pred televizorjem in se potil.

“Pravzaprav ni pošteno, da nam je zdaj vroče,” je premišljal, “medtem ko nas bo pozimi spet zeblo. Bi ne mogli toplote in mraza lepo enakomerno porazdeliti prek vsega leta? Tudi krompir nakoplujemo jeseni in ga kuhamo do nove letine. Jeseni oberemo jabolka, da jih hrustamo do pomladi.”

Seveda, ozimnica! Torej bo izumil, kako naj si nabere pozimi zaloge mraza, da si jih bo lahko dotakal poleti. Pozimi je mraz zastoj. Le kako bi ga vskladiščil? V pijače mečemo kocke ledu, da jih ohladimo. Led se stopi in porabi toploto. Led bo pravi odgovor! Toda, koliko ga potrebuje? To bo gotovo prvo vrašanje Dr. Nule na patentnem uradu. Zato se je Bine zelo razveselil Matjaževega obiska. Matjaž je bil namreč njegov nečak in je študiral fiziko.

“Polovico dohodkov od novega patenta ti obljubljam, če mi pomagaš,” je bil radodaren Bine. “Koliko ledu potrebujeva, da dostojno preživiva poletje?”

Matjaž ga seveda ni razumel, zato mu je Bine lepo počasi razložil srž nove zamisli.

“Takole se lotiva naloge,” je predlagal Matjaž. “Razmisliiva, koliko toplote morava posrkati iz tvoje sobe vsak dan in koliko preko vsega poletja. Toploto bo srkal led in se pri tem topil. Tudi ledena voda bo še vedno koristna za ohlajanje.”

“Kar ti jo srkaj, saj si fizik.” Očitno bi Bine raje srkal hladni uni.

“Pomagati mi moraš. Namesto da bi računala, si poskusiva pomagati z izkušnjami. Pozimi si si grel sobo z električno pečico. Zunaj je bilo okoli ničle, sobna temperatura pa je bila 20 stopinj Celzija. Torej ti je pečica zadoščala.”

Bine je bil varčen. “Še preveč je grela. Ponavadi sem izbiral drugo ali celo prvo stopnjo gretja od treh možnih. Ampak saj hočeva hladiti in ne greti.”

“To bi pomenilo okoli 1000 vatov,” je prevajal Matjaž, ki se ni dal ustaviti. Polna moč takih pečic je namreč od 1800 vatov do 2000 vatov. Nato se je lotil pojasnjevanja.

“S 1000 vatnim grelcem dovajamo v sobo dovolj toplote, da je njena temperatura 20 stopinj nad temperaturo okolice. S 500 vati bi bila temperaturna razlika le polovico, torej 10 stopinj. Zdaj pa k hlajenju, kjer pričakujeva podobne zakonitosti kot pri gretju. Sonce sobo segreva, najin hladilni sistem pa golta toploto. S 500 pogoltanimi vati bova najbrž uspela

ustvariti 10 stopinj temperaturne razlike. Kadar bo zunaj 30 stopinj, bo torej v sobi prijetnih 20.”

Binetu je postajalo razmišljanje všeč. Šmentana reč, saj Matjaževa fizika niso nerazumljive enačbe, ampak opazovanje in sklepanje.

“Če na dan hladiva 12 ur, bo treba pogoltati kakih 60 kilovatur. Vroče je dobre tri mesece, torej morava goltati okoli 100 dni. To da 6000 kilovatur.”

Bine si je poskusil kilovature predstavljati v obliki računa za električno. Kako jih bo spremenil v kup ledu?

Matjaž je vzel v roke računalnik. “Da bi stopili kilogram ledu, potrebujemo 80 kilokalorij. Tudi z ledeno vodo tja do 10 stopinj lahko še hladimo sobo. To nam navrže še 10 kilokalorij. 90 kilokalorij je okoli 378 tisoč vatesekund. Tisoč zamenjamo za kilo in dobimo 378 kilovatesekund. Ko delimo 378 s 3600, kolikor premore ura sekund, dobimo 0,105 kilovature. Skoraj 10 kilogramov ledu moramo porabiti, da pogoltnemo kilovaturu toplote. Ur je 6000 krat več. To da 60 000 kilogramov ledu, ki zavzemajo 60 m^3 .”

“Saj to je 60 ton,” je zavzdihnil Bine, ki mu je dohodek od patenta vidno kopnel. Pravzaprav le polovica. Drugo polovico je tako ali tako obljubil Matjažu.

“Nad svojo sobo lahko zgradiš še eno, da boš v njej hranil led. Tri metre visoka soba razsežnosti 4 krat 5 metrov bi bila pravno pravšnja.”

“60 ton,” je stokal Bine. “Saj te celo z desettonskim kamionom ne puste na vsako cesto, kaj šele na most. Led s stropom vred bi mi padel na glavo.”

“Toda to še ni vse,” je nadaljeval Matjaž, ki je očitno prepogosto gledal reklamne prodaje po televiziji. “Led boš shranil januarja. Vsaj do maja ga ne boš rabil. Treba ga bo varovati, da se ne bo stopil.”

Bine je računal na stiropor. Le kako debel bi moral biti ovoj?

“Tako je bova izračunala,” se je ponujal Matjaž. “Vso sobo z ledom bova obdala z 10 centimetrov debelo stiroporno plastjo in izračunala toplotni tok, ki ga poganja 15 stopinjska temperaturna razlika. Poznati moram toplotno prevodnost stiropora.”

Matjaž je pritiskal na gumbe računalnika. “Okoli 400 vatov nama topi led.”

“Je to dobro ali slabo?” je zanimalo Bineta.

“Slabo, saj nama odteka skoraj polovica tega, kar potrebujeva za hlajenje. Do poletja bi zato izgubila večino ledu. Šele desetkrat debelejši stiroporni ovoj bi omogočil kolikor toliko razumno skladiščenje.”

Tako je izum dokončno propadel. Matjažu se je Bine zasmilil, zato mu je skušal pri hlajenju pomagati.

“Morda poskusiva drugače. Tvoj led je goltal toploto, da se je talil. Voda golta toploto, da izpareva, a celo sedemkrat več je potrebuje, da se vplini. Lahko bi v mokri pižami sedel pred ventilator. Profesor, ki se je nekoč klatil po Sudanu, nam je pripovedoval o kartumskih hladilnikih. V zaboj na oknu nabašes ločje, ki ga narežeš ob Nilu, ga dobro poliješ z vodo in z ventilatorjem ustvariš preprih, ki ti srka zunanji vroč zrak preko zaboja v sobo. Suh zrak se pri prehodu skozi mokro ločje napije vode do sitega in se pri tem ohladi. S 40 stopinj prideš lahko pod 10 stopinj Celzija.

Še starejši izum so glinasti vrči, ki so rahlo prepustni za vodo. Napolnjene vrče obesi v senco, voda mezi skozi stene in takoj izpari v suh okoliški zrak. Celo brez ventilatorja je voda v takih vrčih lepo hladna.” (Glej slike na ovitku.)

“Imenitno,” se je navdušil Bine. “Kako bova šele hladila pri nas, kjer redko pride temperatura preko tridesetih stopinj!”

“Zapik,” ga je hladil Matjaž. “V Sudanu je zrak zelo suh in zato rad pije vodo. Zrak vsebuje le desetino tega, kar bi lahko. Bolj učeno bi rekli, da je relativna vlaga 10 odstotna. V naših krajih je vlaga, denimo, 80 odstotna. Tak zrak bi se s 30 stopinj ohladil le za dve stopinji.

Bineta ni mikalo, da bi se preselil v Sudan, zato je sklenil, da se bo raje hladil z osvežilnim unijem.

Matjaž neukemu Binetu ni mogel vsega razložiti. Pa poskusimo mi.

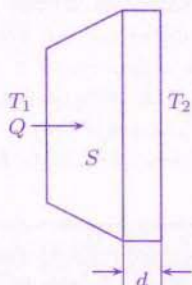
Enačba za prevajanje toplote je

$$\frac{Q}{St} = \lambda \frac{T_1 - T_2}{d}$$

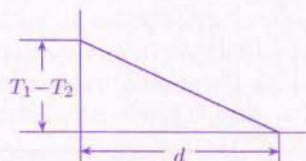
(slika 1). Izraz na levi strani je gostota toplotnega toka, to je toplote, ki se v časovni enoti pretoči prek ploskve S z debelino d . Tok je sorazmeren strmini temperaturnega klanca (slika 2). Sorazmernostni faktor je λ , koeficient toplotne prevodnosti. Za tega je Matjaž uporabil kar vrednost, ki jo je poznal za zrak: 0,026 W/m K.

Fiziki pa radi uporabljamo preverjene podatke. Toplotno prevodnost stiropora bi zlahka izmerili tako, da bi npr. sestavili votel kvader iz centimeter debelih stiropornih plošč. V kvader bi vložili 25 vatno žarnico in jo pustili goret. Temperatura znotraj bi vse počasneje rasla, slednjič pa bi se rast ustavila. Tedaj je toplotni tok Q/S , ki uhaja iz kvadra prek vseh sten, enak toploti, ki jo daje 25 vatna žarnica. Če torej

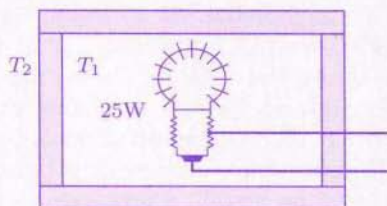
izmerimo zunanjo temperaturo in temperaturo znotraj kvadra, lahko izračunamo toplotno prevodnost. Stranice kvadra naj bodo dolge vsaj po nekaj deset centimetrov (slika 3).



Slika 1. Pretok toplote skozi ploščo.



Slika 2. Toplotni tok je sorazmeren strmimi $(T_1 - T_2)/d$.



Slika 3. Določamo toplotno prevodnost stiropora.

Pa se res kvader hladi prek vseh ploskev, saj s spodnjo počiva na podlagi? Je temperatura zunanjih sten povsod enaka in enaka tudi temperaturi prostora? Je mogoče termometer znotraj kvadra prejemal toploto tudi neposredno od žarnice prek sevanja in zato pokazal višjo temperaturo? Prek kolikšne površine uhaja toplota? Notranja temperatura ni enaka zunanji. Morda bi v prvem približku zadoščala aritmetična sredina med obema? Je napetost na žarnici res natanko 220 voltov in žarnica natanko 25 vatna? Vse to in še kaj bi natančen fizik upošteval pri svojih meritvah, pri naši oceni pa to ne bo potrebno.

Poskusite torej sami določiti toplotno prevodnost stiropora. Delo si olajšate, če škatle ne lepate, ampak zatlačite posamezne plošče v lepenkasto škatlo in verjamete, da tanka lepenka dobro prevaja v primerjavi z debelim stiroporom. Lahko si tudi ogrevate samo lepenkasto škatlo, da ugotovite njene izolacijske sposobnosti.

Še opozorilo: stiropor ne bo prenesel neposrednega stika z vročo steno žarnice.