

# PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 29 (2001/2002)

Številka 1

Strani 12-15, IV

Jože Pahor:

## NA SEJMU V OTAVALU

Ključne besede: fizika, zgradba snovi, termoluminiscenčna dozimetrija.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/29/1467-Pahor.pdf>

© 2001 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.

## NA SEJMU V OTAVALU

Avtobus lovi redek zrak in hrope v klanec proti Otavalu. Otavalo je mestece v Ekvadorju, uro in pol vožnje od prestolnice Quita. Vozimo se okoli tri tisoč metrov nad morjem, zato ni čudno, da daje avtobus naduha.

Otavalo. V dolini globoko pod nami se lesketa jezero, nad nami se vzpenjajo gore. Nekaj ulic premore vrsto trgovin z usnjenimi izdelki. Vendar nismo prišli zaradi usnja; bolj zanimiv bo indijanski semenj, ki ga imajo vsak mesec enkrat.

Na robu mesteca je vrsta stojnic. Ugledamo ročno tkane preproge, obarvane s starimi, naravnimi barvami, pa tudi pisane. Preproge s starodavnimi inkovskimi vzorci so še najbolj mikavne. Lahko poceni kupiš pravi pončo, srjaco ali pleten telovnik. Rezbarij ni; te bomo kupovali kasneje v naselju rezbarjev San Antoniu. Oči pijejo zanimive podobe; sem in tja privoščim požirek barv tudi fotografskemu aparatu.

“Poglej!” me opozori Fernando. Na klopi pred mano je drobna, za pest debela orumenela glava z dolgimi lasmi in sršečimi obrvmi. Tudi Indijanci znajo sušiti človeške glave. Te niso pripadale pobitim sovražnikom, ampak umrlim sorodnikom.

Kaj pa je tole? Kipec, stara keramika. Morda pa ni stara, morda je ponaredek, ki bi ga radi prodali lahkovernim turistom? Tudi Fernando, sicer domačin, Ekvadorec, ne ve odgovora.

Prijatelj Karel se je s takim vprašanjem ukvarjal že pred menoj. V Peruju je kupil kipec, ki naj bi bil po zatrdilu prodajalca zelo star. Kako se je prepričal o starosti?

Na pomoč je priskočila sodobna fizika, ki pozna termoluminiscenčno dozimetrijo.

Fernando, ki je sicer dober elektronik, se je zgrozil že ob samem imenu. Morda pa mu bom vso zadevo le lahko pojasnil.

“Nekatere snovi se napijejo svetlobe in jo potem oddajajo tudi po več ur. Pojav imenujemo luminiscenca. Nekdaj smo imeli ure, ki so imele s tako snovjo premazane kazalce in oznake na številčnici. Na tako uro si videl tudi ponoči, dokler ni svetloba zbledela. Danes, v dobi elektronike, take ure srečamo le še poredko.

Poznamo tudi snovi, ki svetlobo le pijejo, potem pa jo obdržijo zase za vse večne čase. Že bi uspeli pomeriti, koliko je v njih nakopičene svetlobe, bi vedeli, koliko so stare.”

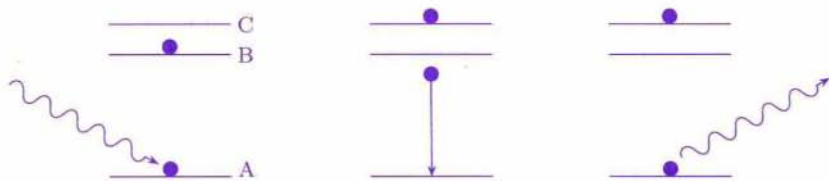
Fernando se ni strinjal. “Kaj pa dan in noč? Kaj pa oblaki, ki zastirajo sonce? Kaj, če jih spraviš v temen predal? Potem bi se po tvoje sploh ne starale.”

“V mislih imam drugačno svetlobo, trajno in enakomerno: kozmične žarke. To sevanje, ki izvira s Sonca, povzroči v zemeljski atmosferi plazove sevanja beta in gama. Vse to sevanje deluje na naše snovi podobno kot vidna svetloba, zaradi večje energije pa proži tudi vrsto drugačnih pojavov. Sevanje je enako izdatno podnevi in ponoči, v predalu ali izven njega. Tudi oblaki nanj ne vplivajo.”

“Če se napiješ žganja, lahko policist z alkotestom ugotovi, koliko si se ga naložil. Kako pa bom zvedel, koliko je nakopičene svetlobe v mojem kipcu?”

Očitno bo treba poglobiti razlago. Pogledati moramo v snov in slediti pojavom.

Predstavljamo si, da so v atomih elektroni razporejeni po lupinah: nekateri bliže, drugi dlje od jedra. Ta razporeditev pa ni večna; mogoče jo je spremeniti vsaj za kratek čas. Če damo elektronu v stanju A (slika 1) nekaj energije, ga lahko spravimo na bolj oddaljeno oziroma višjo lupino, če je le tam še prostor. V našem primeru je to stanje C. Izpraznjenih mest atom ne trpi. Eden od elektronov na višjih lupinah pade v nastalo luknjo. Pri tem se sprosti nekaj energije v obliki svetlobe. Odleti foton. Vse dogajanje traja manj od milijonine sekunde. Tako si lahko razlagamo značilno rumeno svetlobo, ki jo opazujemo, če potisnemo v brezbarvni plamen nekaj kuhinjske soli. Natrijevi atomi vsrkavajo energijo, ko odletavajo elektroni iz stanja ali nivoja 1s, kakor ga imenujejo v spektroskopiji, v stanje z večjo energijo 2p1 ali 2p2. Ob vračanju teh elektronov v prejšnje stanje pride do oddajanja fotonov, ki jih zaznamo kot rumeno svetlobo.



Elektron v stanju A, ki pogoltne dovolj energije, odleti v eno od nezasedenih stanj, recimo v stanje C.

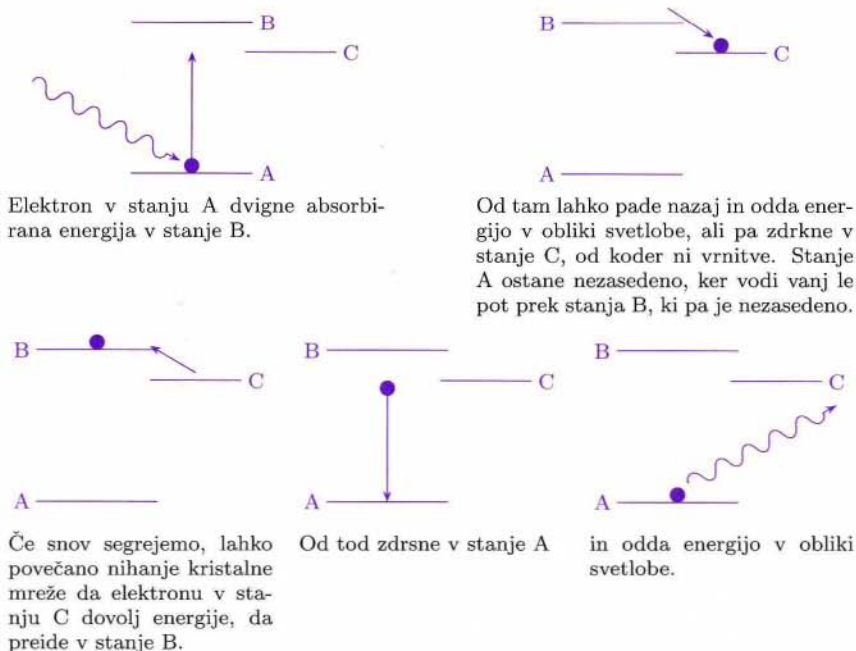
Izpraznjeno mesto A zasede elektron, ki je bil doslej v stanju B.

Sprosti se energija v obliki svetlobe. Tako lahko, npr., pojasnimo značilno rumeno svetlobo, ki jo oddajajo natrijevi atomi.

Slika 1.

Zdaj preidimo k snovem, ki po obsevanju oddajajo svetlobo dalj časa. Tudi tam vrže elektrone v višja stanja, le da pogoji za napolnitev nastalih lukenj niso tako ugodni. Tako se prvotno stanje vzpostavlja le počasi, tudi po nekaj ur.

Skrajni primer je, ko elektron obvisi nekje tako nerodno, da ne najde poti nazaj (slika 2). Da bi ga sprostili in povzročili prehod, je treba snov pretresti. Ne zadošča, da bi po kosu take snovi udarjali s kladivom. Najlepše stresemo kristalno mrežo, v katero so vgrajeni posamezni atomi, tako, da snov segrevamo. Tedaj zdrsnjejo ujeti elektroni navzdol, sprošča se energija, ki jo odnese fotoni. Celotna oddana svetloba je sorazmerna številu ujetih elektronov. Ti elektroni so se ujemali enakomerno lahko celo leta, desetletja ali stoletja. Že bi znali fotone prešteti in če bi vedeli, koliko se jih je zataknilo v sekundi ali morda v letu dni, bi lahko izračunali starost predmeta.



Slika 2.

Pri segrevanju, ki traja nekaj minut, gremo do meje, ko začenja snov že sama žareti; morda do 500 stopinj Celzija. Kljub temu bi sproščeno svetlobo z očesom težko zaznali. Pomagamo si s fotopomnoževalko, z elektronskim očesom, ki vidi blesk prižgane vžigalice celo na razdaljo deset kilometrov, če seveda ni druge svetlobe. Luminiscenca, ki smo jo sprožili s toploto, ima ime termoluminiscenca.

Stare, dalj časa obsevane snovi torej oddajo svetlobo, na novo pripravljene, ki so nedavno prišle iz peči, pa ne. Preostane nam še, da

ugotovimo zvezo med količino nakopičene svetlobe in starostjo predmeta. Velik predmet bo vseboval več svetlobe. Nekatere snovi imajo večjo sposobnost, da kopičijo svetlobo, druge manjšo. Vprašanje je tudi, koliko oddane svetlobe znamo prestreči.

Težko nalogo najlepše rešimo s poskusom. Potem, ko smo s segrevanjem izgnali vso svetlobo, se lotimo novega obsevanja z znanim virom sevanja beta in gama. Ker poznamo izdatnost naravnega sevanja, nadzorujemo čas obsevanja in tako v nekaj minutah opravimo natanko tisto, kar je uspelo naravi v desetih ali morda sto letih. Ko spet izženemo in izmerimo svetlobo, ki bi jo povzročilo naravno obsevanje v sto letih, lahko izračunamo, koliko let je predmet kopičil svetlobo, preden smo ga prvič segreti. To je starost predmeta.

Zdaj je Fernando dojel določanje starosti. “Potemtakem bi lahko žgal kipce, jih obseval in prodajal kot stare? Nihče bi mi ne mogel dokazati prevare?”

Vseeno lahko kupujete stare kipce v Ekvadorju. Poznam Fernanda in jamčim za njegovo poštenost. Če pa star kipec ne bo star, bo kriv kdo drug in ne Fernando.

*Jože Pahor*

---

