

Jedan čas iz fizike

# POSLJEDICE JEDNOG EKSPERIMENTA

Jusuf ČIKIĆ

**F**izika je nauka o općim svojstvima i gradi materije (atoma, molekula, elektriciteta, čvrstih, tekućih i gasovitih tijela i dr.) i o osnovnim oblicima njezina kretanja (o mehaničkim, gravitacionim, elektromagnetskim i toplinskim i drugim pojavama). Izučava makro i mikro svijet, te zakone koji u njima vladaju.

Svjedoci smo naglog razvoja fizike, pa većinu otkrića ne možemo ni pratiti, a kamoli razumjeti. Koliki je utjecaj fizičkih otkrića dovoljno govori i to što se pojedina historijska doba nazivaju po fizičkim otkrićima karakterističnim za to vrijeme. Mi živimo na razmeđu između atomskog i informatičkog doba.

Gore navedeno predstavlja veliki izazov za one koji se bave fizikom, a posebno za nastavnike fizike tim prije što su fizička otkrića dinamična i u kontekstu novih spoznaja dobijaju nova tumačenja i dimenzije.

Važno je napomenuti da je kod fizike bitan filozofsko-religijski kontekst jer sva važna fizička otkrića imala su velike posljedice kako na filozofiju tako i na religiju uopće. Svi veliki fizičari su, kako danas tako i u prošlosti, bili zaokupljeni i filozofijom i religijom jer se one s fizikom blisko dodiruju. Navešćemo jednu misao nobelovca muslimana Abdu Selama (1926.-1994.) koji kaže:

“Najveća želja mi je da shvatim mistično i da mogu u tome sudjelovati. Vječito čuđenje je prava poruka nauke i religije.”

Jedan fizički eksperiment (Dopplerov efekat) izveden 1842. u Beču s kojim ćemo se malo bliže upoznati ima sve osobine već rečenog.

**Christian Doppler** (1803.-1853.) je otkrio načelo koje jednako vrijedi za zvuk i za svjetlost. U osnovi otkrića je priroda prostiranja zvuka i svjetlosti a to je talasno kretanje. Iako su zvučni i svjetlosni talasi različiti, a brzine pogotovu, efekti koji proistječu iz talasne prirode su identični.

Pojavu ćemo opisati na primjeru zvuka jer ju je tako lakše shvatiti, tim prije što je svakodnevno doživljavamo. Za primjer možemo uzeti voz ili automobil sa uključenom sirenom (ili se samo skoncentrisati na zvuk motora automobila Formule 1). Ako se vozilo nama približava dok stojimo na jednom mjestu, prolazi pored nas, a zatim se počne udaljavati, primjetit ćemo, osim pojačavanja jačine zvuka (približavanja) i smanjivanje jačine zvuka (udaljavanje), da se mijenjao i pisak sirene. Taj zvuk je sličan zvuku sirene policijskog auta ili auta hitne pomoći, a nastaje na sličan način, a to je promjenom frekvencije zvuka, odnosno visine tona.

## Zašto se mijenja frekvencija zvuka kod tijela u kretanju?

Pretpostavimo da je sirena automobila uključena, a automobil i promatrač stoje. Tada čujemo jednoličan ton sirene jer je broj talasa koje sirena šalje u jednoj sekundi uvijek isti, naprimjer 5000 talasa u jednoj sekundi ili 5000Hz (herca - jedinica za frekvenciju), a broj talasa koje promatrač prima je također 5000Hz.

### Slika 1

Kad auto miruje, od njegove trube prema našem uhu kreće zvuk kao niz talasnih fronti. Razmak među talasnim frontama je jednak dužini talasa.

U sljedećem slučaju zamislimo da auto sa uključenom sirenom ide prema promatraču koji stoji i šalje zvučni signal frekvencije  $f=5000\text{Hz}$ . Promatrač čuje zvuk čija frekvencija je viša od 5000Hz. Razlog je u tome što prvu talasnu frontu od automobila prema nama, automobil slijedi. Druga talasna fronta je odaslana sa mjesta koje je bliže promatraču, a treća i svaka sljedeća su odaslane sa mjesta koja su još bliža promatraču, tako da su talasne fronte bliže jedna drugoj nego kada automobil stoji.

Npr. Ako je brzina automobila  $v=108\text{km/h}$  =  $30\text{m/s}$ , a frekvencija sirene  $f=5000\text{Hz}$ , promatrač čuje zvuk čija se frekvencija računa po formuli:

$$f' = f(1 + v/c)$$

( $c$  je brzina zvuka u zraku i ona iznosi oko  $340\text{m/s}$ ,  $v$  je brzina automobila,  $f$  je frekvencija zvuka automobilske sirene,  $f'$  je frekvencija zvuka sirene koju prima uho promatrača).

$$f' = f(1 + v/c) = 5000\text{Hz}(1 + 30/340) = 5441\text{Hz}$$

Promatrač čuje zvuk frekvencije 5441Hz i ako automobil cijelo vrijeme dok se približava emituje zvuk frekvencije od 5000Hz.

### Slika 2

Kad nam se auto primiče, talasne fronte se primaknu jedna drugoj. dužina talasa se skraćuje i ton postaje viši.

U sljedećem slučaju kada se automobil od promatrača udaljava, talasne fronte će biti više razmaknute nego dok automobil miruje. Prema tome talasna dužina će biti veća, a frekvencija niža. Zvuk sirene će imati nižu frekvenciju u uhu promatrača i kao automobil cijelo vrijeme dok se udaljuje emituje zvuk iste frekvencije.

Zvuk koji prima promatrač kad se izvor udaljuje od promatrača računa se po formuli:

$$f' = f(1 - v/c)$$

( $v, c, f$  i  $f'$  imaju isto značenje kao u prethodnom slučaju).

Ako je  $v=108\text{km/h}=30\text{m/s}$ ,  $c=340\text{m/s}$ , i  $f=5000\text{Hz}$  onda je:

$$f' = f(1 - v/c) = 5000\text{Hz}(1 - 30/340) = 4559\text{Hz}$$

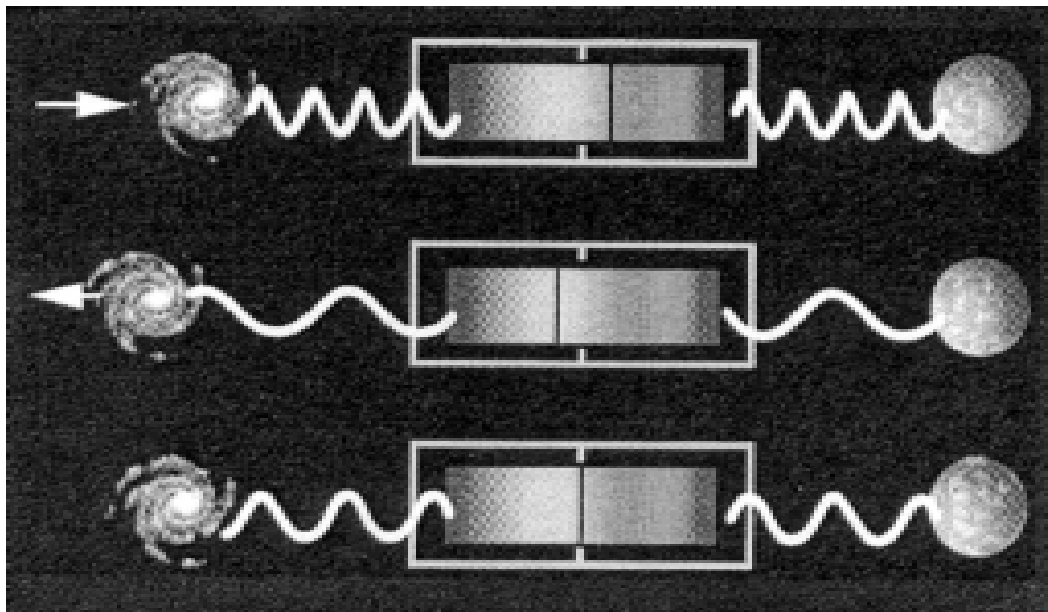
Promatrač čuje zvuk frekvencije 4559Hz i ako automobil cijelo vrijeme dok se odaljava emituje zvuk 5000Hz.

### Slika 3

Kad se auto od nas udaljuje, talasne fronte se razmiču, dužina talasa postaje veća i frekvencija zvuka koje prima uho se smanjuje.

Dopplerov efekt vrijedi i za talase svjetlosti koji dolaze od nekog tijela koje se približava ili odaljava od promatrača. Važno je napomenuti da u ogromnom spektru elektromagnetskih talasa koji idu od najnižih do najviših talasnih dužina, vidljiva svjetlost čini samo jedan mali interval, a u njenom spektru crvena svjetlost ima najveće talasne dužine (najmanje frekvencije), a ljubičasta svjetlost ima najmanje talasne dužine (najviše frekvencije). Tako ako izvor koji se približava Zemlji emituje žutu svjetlost i ako se kreće određenom brzinom, promatrač će vidjeti (zavisno od brzine) zelenu, plavu ili ljubičastu svjetlost, tj. veće frekvencije (ovo se zove pomak prema ljubičasto-plavom).

Ako izvor koji se udaljava od Zemlje emituje npr. žutu svjetlost, promatrač na Zemlji će vidjeti narandžastu ili crvenu svjetlost (zavisno od brzine izvora koji se udaljava), tj. svjetlost manje frekvencije (ovo se zove pomak prema crvenom).



**Slika 4**

Pomak prema crvenom je izazvao jednu od najvećih promjena u stvaranju slike o svemiru. Radovima **Edwina Hubblea** (1889.-1953.), **Alberta Einsteina** (1879.-1955.) te posebno najslavnijeg belgijskog astronoma, svećenika **Georgesa Lemaitra** (1894.-1966.) dobijena je slika svemira koji se širi, i to tako da se udaljenije galaksije kreću većom brzinom od nas. Pomak prema crvenom je dobio naučno objašnjenje, a svi koji su vjerovali u Boga dobili su najveću naučnu potvrdu slike stvaranja kosmosa koja potvrđuje Stvoritelja. Ovim naizgled jednostavnim otkrićem (Dopplerov efekt) je srušena Newtonova slika vječnog i beskonačnog svemira. Naučnici koji su smatrali da je svemir nepromjenjiv, beskrajn i vječan koji je bio, jeste i biće (ateističko poimanje svemira) su ovim otkrićem dobili najteži udarac.

**David Filkin** u knjizi *Svemir Stephena Hawkinga* kaže: "Bio je to model koji se dobro uklapao u biblijsku sliku Stvaranja, a imao je podršku najvećeg naučnika svijeta (A. Einsteina, op.a). Štaviše, tačnom upotrebom Hubbleovih podataka bilo je čak moguće doći do približnog vremena Stvaranja. Računajući brzinu kojom putuju galaksije (a to se dobije iz iznosa crvenog pomaka u njihovim spektrima) te ako znate koliko je koja od nas udaljena (što se dobije pomoću cefeidoma u njima), moguće je

projicirati kretanje unazad kroz vrijeme sve do trenutka kad su galaksije bile skupljene u istu tačku. To bi bio Lemaitreov trenutak stvaranja; izračunato je da je to bilo prije otprilike petnaest milijardi godina. Ova, iz temelja drukčija slika dinamičkog svemira koji kreće iz jedne posebne početne tačke, jasno navodi na to da bi zamisao o beskonačnom nepromjenjivom svemiru morala biti potpuno pogrešna."

Dijalog "najvećeg naučnika svijeta", A. Einsteina i Georges-a Lemaitre-a se završio tako što A. Einstein ustao i izjavio da je kosmološka konstanta bila najveća pogreška njegovog života, a Lemaitre-ovo objašnjenje kosmosa koji se širi "najljepše i najprihvatljivije tumačenje što sam ga ikad čuo".

Na kraju navodimo jedan od mnogih ajeta iz časnog Kur'ana koji govori o stvaranju i istinama Kosmosa bez namjere da naukom potvrđujemo istinitost časnog Kur'ana i obrnuto:

*A nebo smo Mi snagom sazdali i zbilja širimo ga Mi.* (51;47).

#### Literatura:

1. "Fizika - čuda znanosti", Školska knjiga, Zagreb, 1972.
2. Opća enciklopedija, J.L.Z., Zagreb, 1977.
3. Rječnik fizike, Školska knjiga, Zagreb, 1985.
4. Svemir Stephena Hawkinga, Izvori d.o.o., Zagreb, 1998.