

## POOPĆENE RELACIJE NEODREĐENOSTI

Ladislav Babić  
V.Nazora 2, 40000 Čakovec, Hrvatska  
[lord@net.hr](mailto:lord@net.hr)

### SAŽETAK

U radu se iznosi pretpostavka poopćenja *Heisenbergovih relacija neodređenosti*, čime bi se prirodno povezala događanja na kvantnom i tzv. subkvantnom nivou, što bi - eventualno - omogućilo objašnjenje mnogih pojava bez nepotrebne mistifikacije ili uvođenja skrivenih varijabli, odnosno nelokalnih djelovanja.

Ideja je, kvantni nivo svesti na događanja u subkvantnom nivou, bez potrebe uvođenja tzv. „skrivenih varijabli“. Subkvantni nivo bio bi određen vrijednostima *planckovih veličina*. Na tim dimenzijama prostor bi imao zrnatu (mjehurastu) strukturu. Čestica bi bila sposobna kretanjem kroz taj subkvantni prostorni „medij“, kao i uslijed svojih različitih kvantnih stanja, mijenjati svojstva prostora na planckovim dimenzijama. Ta promjenljiva svojstva prostora širila bi se duž putanje čestice brzinom većom od brzine svjetlosti u vakuumu ( $c$ ), čime bi se moglo objasniti navodno nelokalno djelovanje – svođenjem na lokalno djelovanje, koje se širi brzinom većom od  $c$  – u tzv. *EPR paradoksu*.

Polazište nam je u *relacijama neodređenosti*, koje (za slučaj neodređenosti položaja i impulsa u jednodimenzionalnom slučaju) pišemo ovako:

$$\overline{\Delta x}^2 \overline{\Delta p_x}^2 \geq \frac{\hbar^2}{4} \quad (1)$$

Izvršimo li korjenovanje, dobija se:

$$\overline{\Delta x} \cdot \overline{\Delta p_x} \geq \pm \frac{\hbar}{2} \quad (2)$$

Ovu relaciju zvat ćemo *poopćenom relacijom neodređenosti*. Za predznak plus (+), slijede klasične, *Heisenbergove relacije neodređenosti*:

$$\overline{\Delta x} \cdot \overline{\Delta p_x} \geq \frac{\hbar}{2} \quad (3)$$

Nas, međutim, zanima drugi slučaj – onaj koji odgovara predznaku minus (-) u relaciji (2). Pišimo ga u obliku:

$$\overline{\Delta x} \cdot \overline{\Delta p_x} \leq \frac{\hbar}{2}. \quad (4)$$

Analogno možemo pisati i za neodređenosti koje uključuju drugi par komplementarnih varijabli – energiju i vrijeme:

$$\overline{\Delta E} \cdot \overline{\Delta t} \leq \frac{\hbar}{2} \quad (5)$$

Za sada ćemo se zadržati na relaciji (4) i posljedicama koje proizlaze iz nje.

Pretpostavimo da je *znak jednakosti* (=) onaj koji matematički luči kvantni od subkvantnog nivoa. Daklem, u graničnom slučaju (između ta dva nivoa) vrijede jednakosti:

$$\begin{aligned} \overline{\Delta x} \cdot \overline{\Delta p_x} &= \frac{\hbar}{2} \\ \overline{\Delta E} \cdot \overline{\Delta t} &= \frac{\hbar}{2} \end{aligned} \quad (6)$$

Pretpostavit ćemo da nedjeljiva „*zrnca prostora*“, koja se (uslijed djelovanja kvantne čestice) pomiču (točnije – mijenjaju svojstva) u subkvantnom nivou, imaju planckove dimenzije i raspolažu – u pobuđenom stanju – maksimalno planckovom masom:

$$\begin{aligned} \lambda_p &= \left( \frac{G\hbar}{c^3} \right)^{1/2} = 1.61 \cdot 10^{-35} \text{ m} \\ M_p &= \left( \frac{\hbar c}{G} \right)^{1/2} = 2.18 \cdot 10^{-8} \text{ kg} \end{aligned} \quad (7)$$

Slijedeća pretpostavka je, da su *poopćene relacije neodređenosti* samo specijalni slučaj još općenitijih relacija neodređenosti:

$$\begin{aligned} \overline{\Delta x} \cdot \overline{\Delta p_x} &\geq \pm N \cdot \frac{\hbar}{2} \\ \overline{\Delta E} \cdot \overline{\Delta t} &\geq \pm N \cdot \frac{\hbar}{2} \end{aligned} \quad (8)$$

$N = +1$  za kvantni nivo

$N = \text{negativni cijeli broj} < -1$  za subkvantni nivo

(niže ćemo vidjeti, zašto smo odabrali upravo ovaj opseg vrijednosti broja  $N$ )

Kako nas ovdje zanima uglavnom subkvantni nivo, zbog jednostavnijih daljnjih razmatranja, definirat ćemo relaciju (8) radije kao:

$$\overline{\Delta x} \cdot \overline{\Delta p_x} \leq \pm N \cdot \frac{\hbar}{2}$$

$$\overline{\Delta E} \cdot \overline{\Delta t} \leq \pm N \cdot \frac{\hbar}{2} \quad (9)$$

$N = -1$  za kvantni nivo

$N =$  pozitivni cijeli broj  $> 1$  za subkvantni nivo

(ubuduće ćemo izostavljati znak srednje vrijednosti, dok ćemo poopćene relacije neodređenosti u subkvantnom slučaju, zvati - *subkvantne relacije neodređenosti!*)

Dok klasične (*Heisenbergove*) relacije neodređenosti stavljaju ograničenja na *maksimalnu točnost* poznavanja vrijednosti komplementarnih veličina, postulirane subkvantne relacije neodređenosti ga ukidaju. U subkvantnom prostoru, moguće je (barem u principu) poznavati parove komplementarnih veličina kojima opisujemo fizikalna stanja subkvantnih ćelija prostora, s neograničenom točnošću.

Uz učinjenu pretpostavku o nedjeljivosti subkvantnih zrnaca prostora i njihovu maksimalnoj masi, uz neodređenosti položaja i impulsa tog subkvantnog entiteta:

$$\Delta x \equiv \hat{\lambda}_p \quad (10)$$

$$\Delta p_x \equiv M_p v$$

za produkt njihovih neodređenosti važi:

$$\Delta x \Delta p_x = \hat{\lambda}_p \cdot M_p v \leq \frac{N\hbar}{2}. \quad (11)$$

Iz (11) proizlazi važna relacija:

$$v \leq N \cdot \frac{c}{2}. \quad (12)$$

***Širenje promjena subkvantnog prostora (u zavisnosti od njegove ekscitacije određene sa  $N$ ) može se dešavati brzinama većim od brzine svjetlosti (c)!<sup>1</sup>***

(naravno da zaključak (12) vrijedi za proizvoljne neodređenosti, i bez pretpostavke (10) koja je učinjena tek da se eksplicitnije vidi gornji zaključak)

Podrazumijeva se da je viši nivo ekscitacije subkvantnog prostora dan manjom vrijednošću cijelog, pozitivnog broja  $N$ . U graničnom slučaju (prijelaza subkvantnih u kvantne zakonitosti), za  $N=2$ , perturbacije prostora širile bi se maksimalno brzinom svjetlosti. Ovo stanje možemo definirati kao *maksimalno pobuđeno stanje subkvantnog prostora*, dok su stanja koja odgovaraju  $N>2$ , stanja manje pobuđenosti. U jednom ranijem radu ([1]) pokazano je da planckov mjehur (kvant) prostora ne

---

<sup>1</sup> Na prvi pogled, ova tvrdnja pruturječi zaključcima rada "Zašto se svemir mora širiti brzinom svjetlosti?". Međutim, ne zaboravimo da su zaključci u spomenutom radu izvedeni temeljem opisa svemira pomoću specijalne i opće teorije relativnosti, te standardne kvantne teorije u kojoj važe Heisenbergove relacije.

može biti dimenzija manjih od planckove duljine ( $\lambda_p$ ), jer bi to dovelo do nadsvjetlosnih kretanja unutar njega (što ne dozvoljava teorija relativnosti). Međutim, kretanje – točnije, širenje – samih promjena subkvantnih elemenata prostora ne podliježe tom ograničenju. Granični slučaj (za prijelaz između subkvantnog i kvantnog nivoa) uzimamo za  $N=2$ , kako bi za kvantni i makrosvijet slijedilo

$$v \leq c, \quad (13)$$

automatsko relativističko ograničenje brzina!

### NEKE POSLJEDICE

Naravno, zaključak (13) nije jedina posljedica subkvantnih relacija neodređenosti. Pogledat ćemo još neke:

**A)**

$$\text{Iz} \quad \Delta p_x \leq \frac{N\hbar}{2\Delta x} \quad (14)$$

slijedi, kako uz maksimalno moguće poznavanje položaja zrnca (mjehura) prostora ( $\Delta x = \lambda_p$ ), možemo dovoljno dobro poznavati njegov komplementarni impuls. Dakle,

$$\Delta p_x \leq \frac{N\hbar}{2\lambda_p} = \frac{N}{2} \cdot M_p c. \quad (15)$$

u graničnom slučaju ( $N=2$ ), možemo komplementarni impuls potporostornog mjehura poznavati s točnošću jednakom ili boljom od  $M_p c$ .

**B)**

U slučaju neodređenosti energije i vremena, smatrajući nedjeljivim minimalni mogući interval vremena, tzv. *kronon* ( $t_p = \lambda_p / c = 5.38 \cdot 10^{-44} s$ ), minimalna neodređenost vremenske varijable može biti svega  $\Delta t = t_p$ . Daklem, iz

$$\Delta E \leq \frac{N\hbar}{2t_p} = \frac{N}{2} \cdot M_p c^2 \quad (16)$$

proizlazi kako poznavanje neodređenosti sadržaja energije subkvantnog prostornog mjehura u graničnom slučaju ( $N=2$ ) može biti bolje od  $M_p c^2$ . Naravno, kao u slučaju A) tako i u ovom poslijednjem, pitanje je – kako? Smatramo li sadržaj energije subkvantnog mjehura prostora upravo jednakim neodređenosti kojom ga možemo poznavati, on se može kretati između 0 i  $M_p c^2$ . Masa (energija) svemira, uzevši u obzir masu tvari koju sadrži, je reda veličine

$$\begin{aligned} M_s &\approx 10^{53} \text{ kg} \\ E_s &\approx 10^{70} \text{ J} \end{aligned} \quad (17)$$

Istovremeno, cijeli svemir sadrži oko

$$\left( \frac{R}{\lambda_p} \right)^3 \approx 10^{182} \quad (18)$$

elementarnih subkvantnih ćelija (zrnaca ili mjehurova prostora). Kad bi svakoj od njih odgovarala planckova masa (odnosno, energija), to bi na razini cijele vasione dalo ukupnu masu (energiju)

$$\begin{aligned} M_s' &\approx 10^{174} \text{ kg} \\ E_s' &\approx 10^{190} \text{ J} \end{aligned} \quad (19)$$

što je za faktor  $10^{121}$  do  $10^{122}$  veće od mase dane sa (17). Očiti izlaz je u pretpostavci kako je najveći dio tih ćelija *energetski prazan* – nalazi se u nižim ili nepobuđenim energijskim stanjima. Time bi se objasnila razlika između energije svemira računane preko udjela tvari i one, računane preko energija subkvantnih prostornih ćelija. Još više – pobuđena energetska stanja subkvantnih prostornih ćelija mogli bismo identificirati kao različite oblike (tvarnih) elementarnih čestica, uključivo i barionsku tvar! U danom trenutku razvoja svemira došlo je do „zamrzavanja“ energijskih stanja subkvantnih ćelija prostora (slično zamrzavanju vodene pare). Pojedine ćelije zamrznute su u energetski „punom“ – maksimalno pobuđenom – stanju, ostale pak u „praznijim“, manje pobuđenim stanjima. Kao što oštrica klizaljke može provocirati prijelaze leda u tekućinu i paru, i time pojavljivanje elemenata od kojih je stvoren led (atoma, odnosno molekula), na sličan način „rez prostora“ (pomoću visokoenergetskih čestica) može provocirati, iz zamrznutih elemenata ćelija prostora, rađanje virtualnih čestica, točnije – njihov prijelaz iz virtuelnog u realno stanje.

### C)

Kako protumačiti *EPR paradoks* nastao mjerenjem, primjerice, koreliranih stanja spregnutih čestica, ukupnog spina jednakog nula? Razdvoje li se dvije čestice, duž putanje njihova razdvajanja dešavaju se promjene subkvantnog prostora, stvarajući tako *subprostorni kanal* duž kojeg se promjene stanja pojedine čestice mogu širiti brzinom većom od brzine svjetlosti ( $c$ ). Mjerimo li stanje čestice A (pomoću magnetskog polja) tako da je njezin spin usmjeren prema gore ( $\uparrow$ ), to izaziva promjenu subkvantnog nivoa koja se, duž subkvantnog kanala, širi do čestice B. Tako ona „zna“ da mora „podesiti“ svoj spin prema dolje ( $\downarrow$ ). Svaka promjena stanja čestice A izazvana mjerenjem, tako omogućava čestici B da podesi svoje stanje u skladu s početnim uvjetom stanja spregnutih čestica – *ukupni spin=0*. Možemo pretpostaviti da je maksimalno pobuđeno stanje subkvantnog prostora određeno raspodjelom tvari (uglavnom barionske, vidi [2]) u svemiru, odakle bi slijedio zaključak da brzina svjetlosti mora ovisiti o količini bariona u svemiru. U svemiru s drugčijom količinom bariona, ona bi bila različita od  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ .

## ZAKLJUČAK

Mada je rad prilično spekulativnog karaktera, s obzirom na posljedice koje proizlaze iz njegovih zaključaka, smatramo da ga vrijedi razmotriti. Temeljno je pitanje, dakako, kako prodrijeti do postuliranog subkvantnog nivoa i kako – zaobilazeći *Heisenbergove relacije neodređenosti* – omogućiti poznavanje karakteristika subkvantnih elemenata prostora sa proizvoljnom točnošću. Na to ovaj rad ne odgovara, no - nesumnjivo može odgovoriti čovjek, ako su pretpostavke rada iole smislene.

U Čakovcu, 25.3.2011.

Ladislav Babić

## LITERATURA

[1] Babić L., “Prema kvantnoj kozmologiji“, 1999.(neobjavljeno),  
<http://planckon.nav.to/>

[2] Babić L., “Brzina svjetlosti i barionska komponenta svemira”, 2006.  
(neobjavljeno), <http://planckon.nav.to/>

[3] Babić L., “Poučene relacije neodređenosti”. 2011. (neobjavljeno),  
<http://planckon.nav.to/>

## GENERALIZED UNCERTAINTY RELATIONS

This work introduces hypothesis of generalization of Heisenberg relations, which could naturally combine events on quantum and subquantum level, and - possibly – enable explanation of many phenomena without unnecessary mystification or introduction of hidden variables, that is non-local effects.