

IRAKURLEAREN TXOKOA



GALDERA

Unibertsoa finitua ala infinitua?

ELHUYAR. ZIENTZIA ETA TEKNIKA aldizkariaren 19. alean, Jesus Arregik idatzitako "Irakurlearen Txokoa" sailean, ideia bat oker dago nere ustez.

Aipaturiko artikuluan zera baieztatzen da: *Unibertsoan den materiaren grabitate-indarra, urruntze-abiadura gerarazi eta uzkurpena sortzeko adinakoa bada, unibertsoa finitua da. Bestela infinitua.*

Nere ustez materiaren grabitate-indarra urruntze-abiadura gerarazi eta uzkurpena sortzeko adinakoa bada, zabal-kuntza gero eta motelagoa izango da uzkurpen bihurtuz eta ondorioz unibertsoa pultsagarria da. Bestela nahiz eta beti finitu izan, bere neurriak gero eta handiagoak izango dira.

Argiaren abiadura unibertsoan handiena izanik eta Hubble-ren konstantearen existentzia (zabalkuntza eta "Big Bang"aren teoriaren oinarria) onartzen bada, unibertsoa bi punturen arteko distantziarik handiena 12.500 milioi argi-urtekoa izan daiteke gehienez. Ikus Elhuyar 11. tomoa, 1. alea 1985 *Unibertsoaren iragana eta etorkizuna. 3. atala.*

Unibertsoaren masa uzkurpena sortzeko adinakoa ez balitz, ortzearen finitutasuna (bere neurri geometrikoak) gero eta handiagoa izango litzateke, baina finitua hala ere, nahiz eta finitutasun horrek mugarik eduki ez.

Adibide erraz bat ipiniko dugu: zenbaki arruntaren multzoa infinitua da, baina zenbaki arrunt guztiak finituak dira.

Beraz, bukatzeko, ez dira nahastu behar bi kontzeptu hauek: unibertsoaren bazterrak edo muga geometrikoak (existitzen ez direnak), eta unibertsoaren neurrien limite edo muga matematikoak. Azken honen existentziaren posibletasuna, masa ikustezinaren kopuruan datza.

Anton del Campo

ERANTZUNA

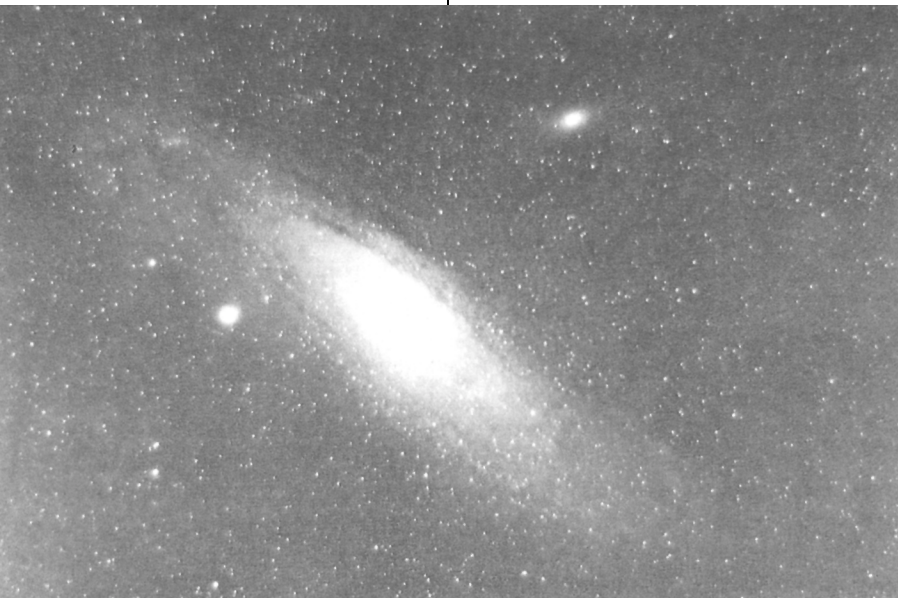
Erlatibitate Orokorren Teoria unibertsoaren osotasunari aplikatzerakoan

lortzen diren emaitzak ulertzeko, ezinbestekoa da mekanika klasikoaren alorreko egoeretara jotzea. Hori dela eta, sarritan, analogia horiek beren neurrietatik ateratzen dira eta, ezberdintasunak azpimarratzen ez direlako okerrak sortezten dira. Nere ustez hori da unibertsoaren hedakuntzaren eboluzioaren eta gorputz batek beste baten grabitatearen eraginpetik ihes egiteko behar duen abiaduraren arazoaren arteko analogian askotan gertatzen dena.

Pentsa dezagun, bigarren kasua azaltzeko, Lurraren eraginpetik atera asmoz jaurtigailu bat jaurti nahi dugula. Azterketa egiterakoan hiru aukera aurkezten zaizkigu jaurtigailuari ematen

eratortzen direnen arteko parekidetasuna ez da erabatekoa, eta zera iruditzen zait: parekatze oker horretatik ondorioztatuz, hain zuzen ere, zure idazkian proposatzen didazuna.

Mekanika Klasikoaren barnean posible da planteatzen duzuna gertatzea, hau da, jaurtigailua ihes-abiadurari dago-kiona baino energia handiagoz jaurtitzea eta horrela betirako hedatuko den unibertso finitua izatea. (Azken batez unibertsoa Lurra eta jaurtigailuz bakarrik eratuta dagoela kontsideratu besterik ez dugu egin behar. "Big Bang" a azkenaren motoreen pizketa izango litzateke). Konposaketa hau, ordea, ez da bidezkoa, Kosmologia erlatibistaren



diogun abiaduraren arabera. Lehenengoan, jaurtigailuaren abiadura erakarpena gaunditzeko behar dena (ihes-abiadura deitzen dioguna) baino txikiagoa denean, helburua ez da lortzen eta ihesgaia erakarlera erortzen da. Beste bietan, jaurtigailuaren abiadura eta ihes-abiadura berdinak direnean edo lehenengoa handiagoa denean, helburua lortu egiten da, bereizle bakarria prozesuaren bukaeran gorputzek elkarrekiko duten abiadura erlatiboaren arteko ezberdintasuna izanik.

Ondorio horien eta unibertsoaren hedakuntzaren azterketa kosmologikotik

barnean. Erlatibitate Orokorren arabera grabitatearen efektua materiak espazio/denbora tetradimentsionalean sortzen duen deformazioen edo kurbaduraren ondorioa da.

Beraz, unibertsoaren hedakuntzaren aurka jokatzen duen materiaren banaketak, haren eite eta dimentsioak mugatzen ditu. Grabitatearen eragina konkretuki hedakuntza gerarazi eta uzkurpena sortzeko adinakoa bada, kurbadura positiboa da eta espazio/denbora tetradimentsionalaren hiru osagai espazialak beren buruen inguruan makurtzen dira, bi dimentsioko esfera baten gainazalaren an-

tzera ixten den arte. Kasu honetan unibertsoa finitua da, noski; bestela geodesikoen itxidura ezinezkoa izango litzateke. Laugarren dimentsioari (hau da, denborari) buruz, eta guri dagokigunean, zera esan dezakegu: hasiera bat du "Big Bang"arekin eta bukatu egiten da unibertsoa uzkurpenaren ondorioz singularitasunera itzultzen denean. Beraz, finitutasuna espazioaren zein denboraren berezitasuna da eta ezin daiteke gertatu espazio finituko egoera baten denbora infinitua izatea ala alderantziz. Grabitatearen eragina uzkurpena sortezteko adinakoa ez bada, hedapenak beti jarraituko du. Espazio/denboraren kurbadura kasu honetan zero edo negatiboa da eta edozein modutan ere dimentsio espazialak ez dira ixten. Beraz, infinituak dira. Denbora ere hala da, "Big Bang"arekin hasiera izan arren bukararik ez duelako. Unibertso hauei "ireki" deitzen diegu.

Esan bezala, bada, bi aukera besterik ez daude:

- Grabitatearen eragina uzkurpena sortzeko muga baino handiagoa bada, unibertsoa finitua da (denborari dagokionean ere bai) eta itxia.
- Grabitatearen eragina muga baino ahulagoa bada, unibertsoa infinitua eta irekia da.

Goian azpimarratzen genuen bezala, aukera bietako bakoitzean aipatzen diren berezitasunak erabat lotuak daude eta bereiztezinak dira. Zuk proposatzen duzun egoerak, aldiz, dimentsio espazialak finituak eta denborala infinitua izan behar dute (etengabe hedatzen den unibertso finitua), eta Erlatibitate Orokorren barnean aukera horrentzat ez dago tokirik: espazioa finitua bada denbora ere bai, denbora infinitua bada espazioa ere bai.

Guzti horregatik, aipatzen duzun baieztapena zuzena dela uste dut.

Unibertso bi punturen arteko distantzia maximoari dagokion kalkulua rekin ados nago, baina kalkulu hori unibertso behagarriari dagokiola kontuan izan behar da eta baliagarria dela hura finitua nahiz infinitua izan.

Arrazoi duzu muga geometriko edo bazterren eta neurrien limiteen arteko ezberdintasuna azpimarratuz. Ezberdintasuna nabaria da eta horregatik ez dago lehenengoak aipatu beharrik bigarrenegiz hitz egiteko, oraingoan saiatu naizen bezala. Aurreko erantzunean bien arteko diferentziak azpimarratzeko biak aipatu nituen eta agian ez nuen helburua lortu.

Jesus Arregi