

Universi në xhepin tim



Energjia e Errët



Alain Blanchard

Universiteti Paul Sabatier,
Toulouse

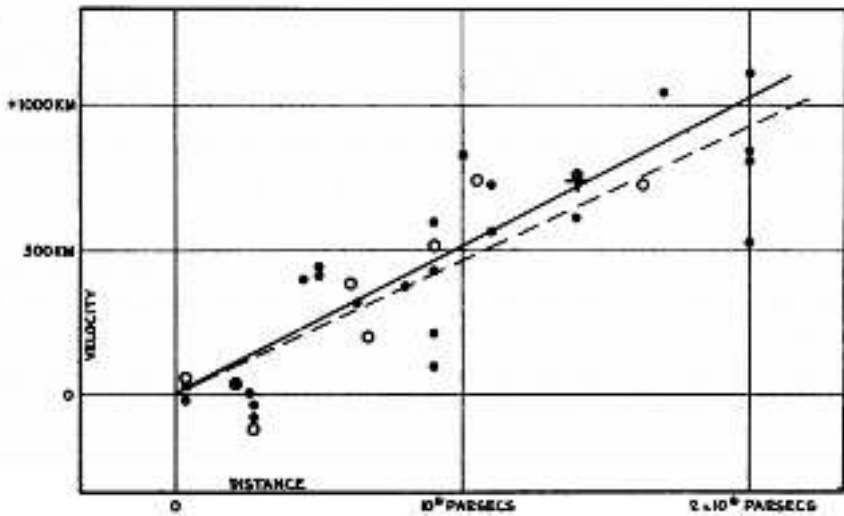


FIGURE 1

Velocity-Distance Relation among Extra-Galactic Nebulae.

Diagrama origjinale e Hubble (Hubble 1929).

Ajo tregon shpejtësinë e matur V të galaktikave si funksion i distancës së tyre D , kjo e fundit e gjetur duke përdorur relacionin periodë-ndriçim për yjet Cefeidë të zbuluar disa vjet më parë nga Henrietta Leavitt (shih TUIMP 15).

Relacioni $V = H_0 \times D$, i quajtur ligji Hubble-Lemaître, ndryshoi krejtësisht vizionin tonë për Universin.

Vlera e H_0 , konstantes Hubble, u vlerësua fillimisht në rreth 500 km/s për Mpc, pastaj në rreth 100 km/s për Mpc në fillim të viteve 1960.

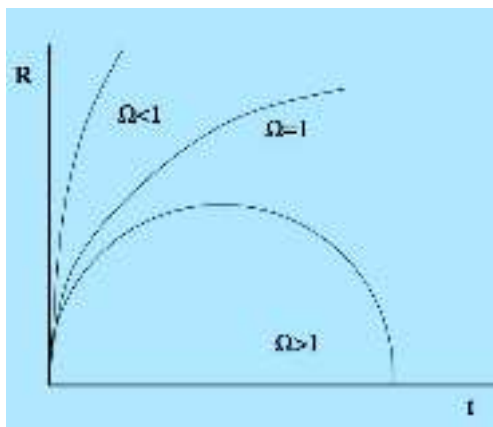
Vlerësimet aktuale japin rreth 73 km/s për Mpc.

Ligji Hubble-Lemaître

Menjëherë pas Debatit të Madh në 1925, i cili arriti në përfundimin se ka galaktika jashtë tonës, Edwin Hubble vëzhgoi se shpejtësitë e largimit të këtyre galaktikave ishin proporcionale me distancat e tyre. Georges Lemaître e interpretoi këtë si një efekt i zgjerimit të Universit.

Zgjerimi i Universit është një koncept jo-trivial për t'u kuptuar: duke lënë mënjanë lëvizjet individuale që shoqërojnë strukturën e Rrjetës Kozmike (shih TUIMP 13), galaktikat largohen nga njëra-tjetra me një shpejtësi proporcionale me distancat e tyre përkatëse.

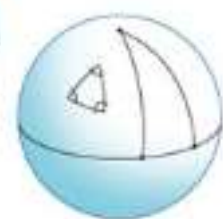
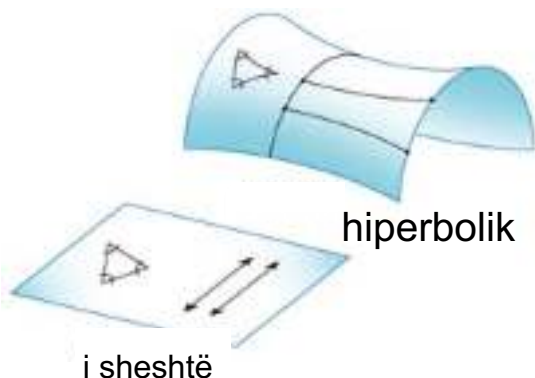
Ai që e përcakton këtë shpejtësi është gravitacioni, ashtu si kur hedh një gur lart: nëse shpejtësia fillestare është e vogël, guri ngrihet dhe pastaj bie përsëri. Nëse shpejtësia fillestare është mjaft e lartë (pa marrë në konsideratë atmosferën e Tokës), guri largohet në pafundësi.



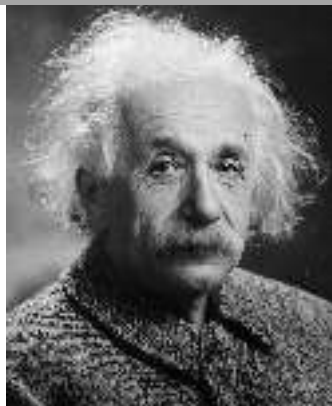
Varësia e rrezes së Universit si funksion i kohës për vlera të ndryshme të dendësisë së lëndës Ω .

https://media4.obspm.fr/public/ressources_lu

Shpejtësia e galaktikave për shkak të zgjerimit njihet nga vëzhgimet, por ne nuk e dimë forcën gravitacionale të lëndës, që përcaktohet nga dendësia e saj. Nëse dendësia është mjaft e lartë ($\Omega > 1$), zgjerimi do të ndalet dhe Universi do të tkurret. Nëse dendësia është shumë e ulët ($\Omega < 1$) forca gravitacionale nuk është mjaft e fortë dhe zgjerimi do të vazhdojë përgjithmonë. Rasti kufitar midis këtyre dy mundësive ndodh kur dendësia është e barabartë me dendësinë kritike ($\Omega = 1$).



Gjeometri të ndryshme të Universit korrespondojnë me vlera të ndryshme të Ω . (burimi: Tom Dunne)



Albert
Einstein

Zgjerimi përshkruhet më së miri nga **teoria e relativitetit të përgjithshëm**, e botuar nga Albert Einstein në 1915. Kjo teori na tregon se gjeometria e hapësirës është e lidhur me dendësinë e Universit.

Einstein nuk ishte i kënaqur me versionin e parë të teorisë së tij, sepse jepte rezultate në kundërshtim me një Univers statik (d.m.th. jo-zgjerues). Prandaj ai futi në 1917 një term të ri, **konstanten kozmologjike Λ** .

Ky qe fillimi i një sage që tani, më shumë se një shekull më pas, ndoshta është në kulmin e saj...



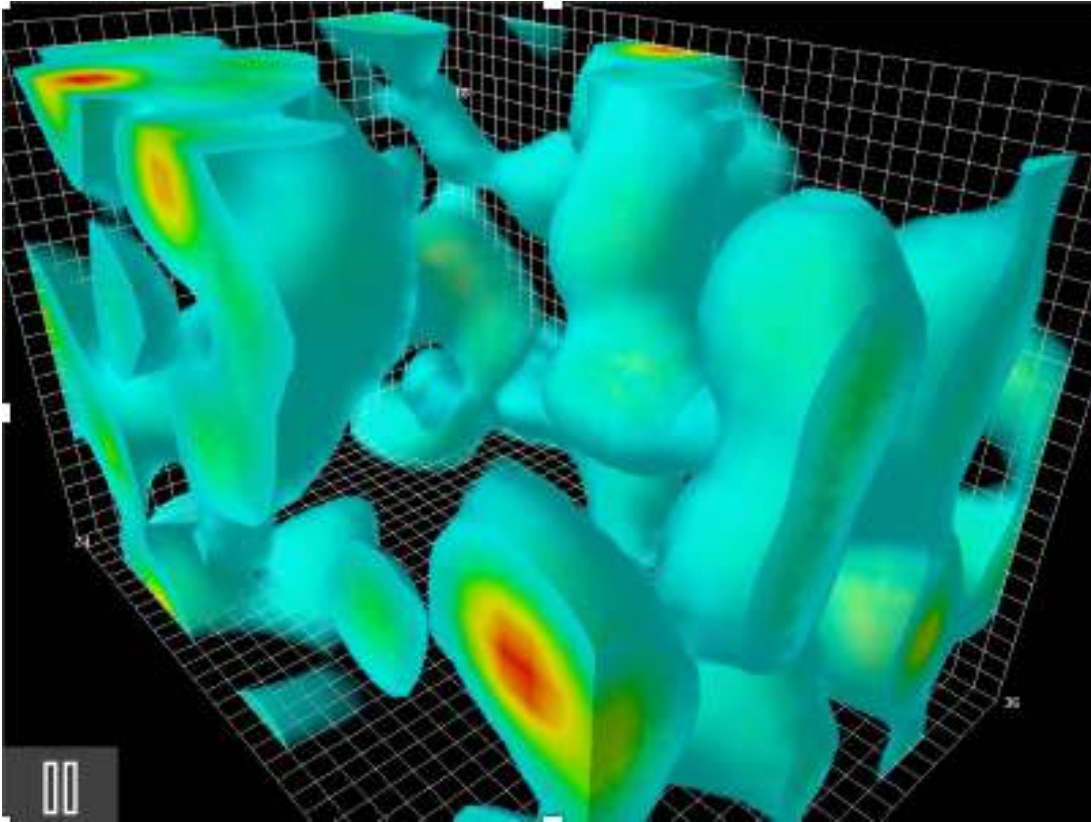
Albert Einstein dhe Georges Lemaître

Në 1948, Georges Lemaître ndërtoi modelin e parë kozmologjik që merrej me fazën e hershme të Universit, të quajtur 'atomi parësor', paraardhësi i Big Bangut. Ai vuri re se duke patur parasysh shpejtësinë e zgjerimit të matur nga Hubble, Universi do të ishte më i ri se mosha e Tokës, përveç nëse pranohet konstantja kozmologjike (K.K.), një argument që nuk e bindi Einstein, i cili e braktisi K.K. pas zbulimit të zgjerimit. Me vlerën e konstantes Hubble të njohur sot, mospërputhja midis moshës së Universit dhe asaj të Tokës gjithsesi zhduket.



Zbulimi i zgjerimit të Universit bëri që konstantja kozmologjike të dërgohej në dollapin e kurioziteteve të padobishme në fizikë, me pëlqimin e Einstein...

Por në vitin 1931, Lemaître bëri një vërejtje thelbësore që kaloi pa u vënë re në atë kohë: konstantja kozmologjike, e parë fillimisht si një term shtesë në pjesën gjeometrike të ekuacioneve të Einstein, mund t'i atribuohet shtypjes dhe dendësisë së një lëngu. Ky lëng do të ishte vakumi i hapësirës!



<https://physicscommunication.ie/nothing-matters-hoë-the-study-of-vacuum-energy-is-proving-catastrophic>

Hapni në këtë faqe për të parë animacionin

Sipas mekanikës kuantike, një vakum nuk është mungesa e gjithçkaje, por një buitje e pandalshme grimcash dhe antigrimcash, që shfaqen dhe zhduken vazhdimisht.

Prandaj, vakumi duhet të ketë një dendësi jo-zero.

Vakumi kuantik



Wolfgang Pauli



Yakov Zeldovich

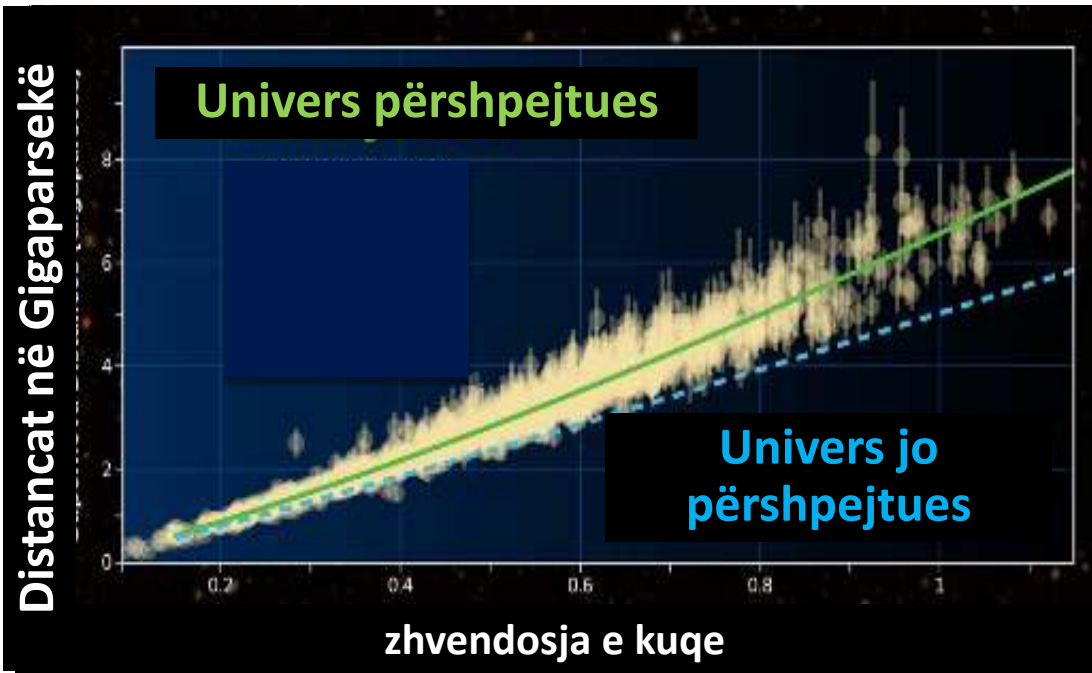


Steven Weinberg

Tre nga fizikanët më të mëdhenj të shekullit të 20-të shqyrtuan çështjen e vakumit kuantik, duke vënë në dukje vlerën tepër të madhe të parashikuar për dendësinë e vakumit kuantik, krahasuar me atë të nxjerrë nga vëzhgimet. Vlera kuantike është rreth 10^{120} herë * më e madhe. Kjo shpesh konsiderohet si llogaritja më e gabuar e një rendi madhësie në të gjithë fizikën. Përsëri kemi një çështje që mund të kishte mbetur në dollapin e kurioziteteve të padobishme në fizikë.

* $10^{120} = (10 \times 10 \times 10 \dots 10) 120$ herë

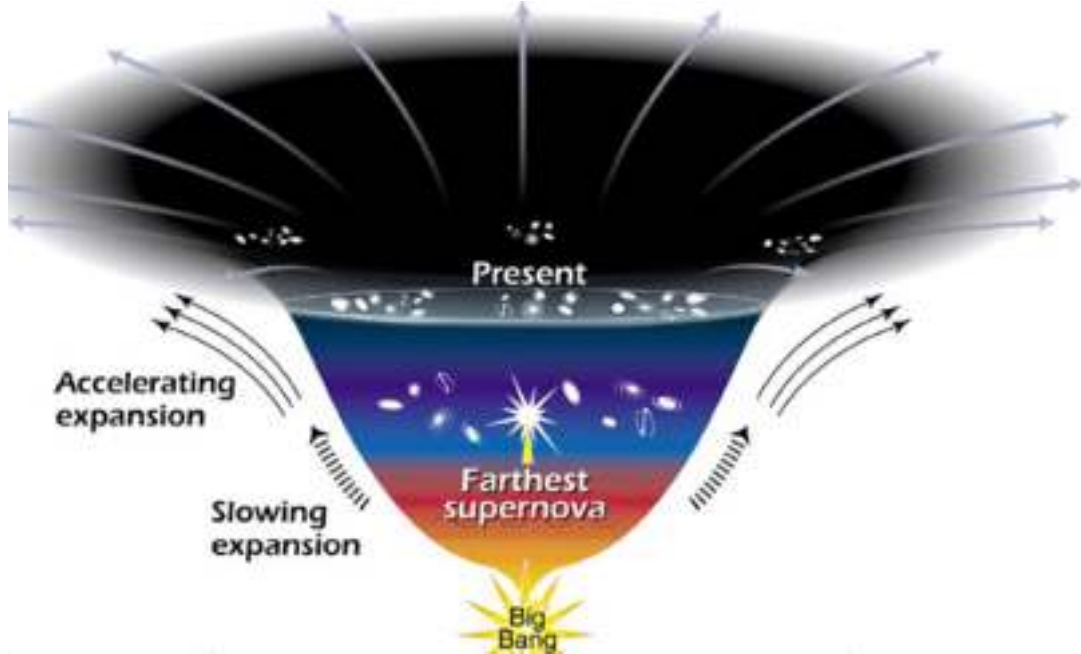
Diagrama Hubble me Supernova



Përshtatur nga bashkëpunimi NOIRlab DES Supernovat e zgjedhura për këtë studim ishin të tipit Ia. Supernovat e këtij tipi kanë një shkëlqim shumë të rregullt, që nënkupton se ato mund të përdoren në mënyrë të besueshme për të përcaktuar distancat.

Versioni modern i diagramës Hubble nga **supernovat e tipit Ia** tregoi se zgjerimi po përshpejtohet. Ky zbulim fitoi Çmimin Nobel në Fizikë 2011 për Saul Perlmutter, Brian P. Schmidt dhe Adam G. Riess. Ky rezultat është mahnitës: do të thotë që, në shkallë Universi, **gravitacioni vepron si një forcë shtytëse.**

Në vitin 1998, dy ekipe që studionin diagramën Hubble të supernovave të largëta bënë një zbulim që revolucionarizoi kozmologjinë dhe fizikën themelore. Këto supernova janë aq të largëta saqë drita e zbuluar prej tyre është prodhuar kur Universi ishte shumë më i ri. Kjo e bën të mundur krahasimin e shpejtësisë së zgjerimit të Universit në atë kohë me shpejtësinë e tij aktuale. Në një Univers të dominuar nga lënda, shpejtësia e zgjerimit do të zvogëlohej. Diagrama Hubble e supernovave zbuloi se **shpejtësia e zgjerimit të Universit po rritet**.



Diagramë që përshkruan zgjerimin e përshpejtuar të Universit.

Burimi: Dizajn Alex Mittelman, Coldcreation

Shpjegimi i zgjerimit të përshpejtuar të Universit ka çuar në një larmi të madhe teorish. Nuk ka nevojë të thuhet se përshkrimi i këtyre teorive në disa detaje është matematikisht i ndërlikuar.

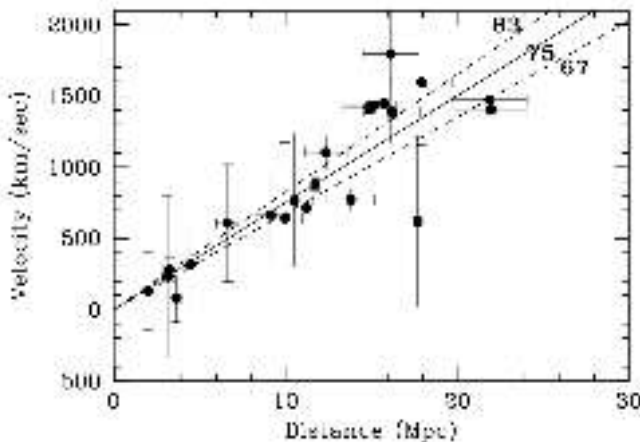
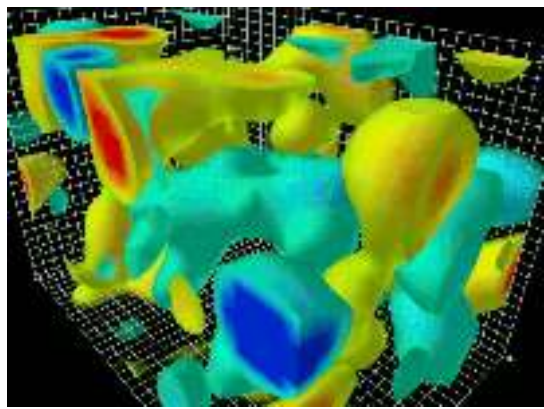
Një zgjidhje tjetër e mundshme konsiston në modifikimin e teorisë së gravitacionit të Einstein. Ka shumë mënyra për ta arritur këtë, por është e vështirë ta bësh pa shkelur një ose më shumë nga parashikimet e shumta të suksesshme të relativitetit të përgjithshëm. Së fundi, të dyja qasjet mund të kombinohen në mënyra të ndryshme.^{1 2}

Energjia e errët

Konstantja kozmologjike e futur nga Einstein është shumë artificiale nga pikëpamja teorike. Vlera e vakumit kuantik e parashikuar nga teoria kuantike e fushës tejkalon vlerën e nxjerrë nga vëzhgimet me të paktën 120 rinde madhësie. Prandaj, janë propozuar shumë shpjegime alternative për origjinën e zgjerimit të përshpejtuar, një origjinë e quajtur '**energji e errët**'.

Kuitesenca është forma më e thjeshtë e energjisë së errët: ajo është një komponente hipotetike që ndërvepron me pjesën tjetër të Universit vetëm përmes gravitacionit. Dendësia e saj mund të ndryshojë me kalimin e kohës, por gjithashtu mund të sillet edhe si një konstante kozmologjike, në varësi të potencialit që përcakton evolucionin e saj. Në vitin 2024, bashkëpunimi DESI pretendon të ketë gjetur disa të dhëna për një energji të errët të tillë që evoluon.

Kuiz



Cili nga këto
imazhe
tregon:

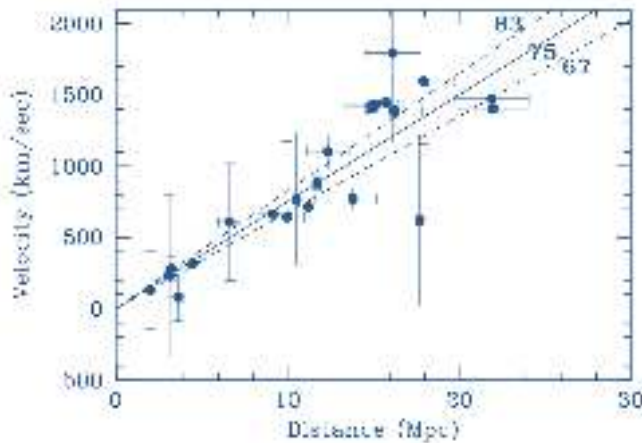
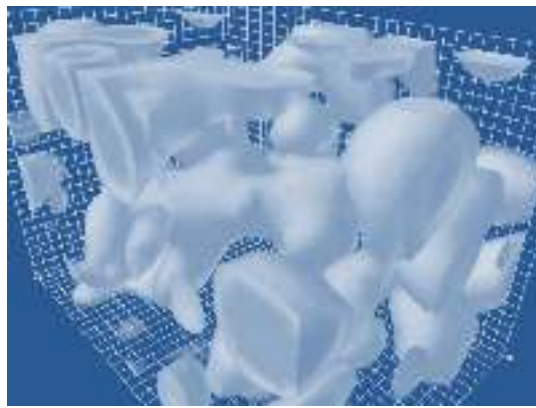
- Gjeometri të ndryshme të hapësirës
- Një paraqitje të vakumit kuantik
- Diagramën Hubble



Përgjigjet në faqen tjetër

Përqijqjet

Një paraqitje e
vakumit kuantik



(Freedman et. al 2001)

Diagrama
Hubble nga
vëzhgimet e
teleskopit
hapësinor
Hubble të
Cefeidëve në
galaktika të
largëta.

Gjeometri të ndryshme të
hapësirës

Burimi: MARK GARLICK
/SCIENCE PHOTO



Universi në xhepin tim Nr. 41

Ky minilibër u shkrua në vitin 2024 nga Alain Blanchard i Universitetit Paul Sabatier (Toulouse, Francë) dhe u rishikua nga Stan Kurtz nga IRyA (Meksikë).

Imazhi i kopertinës:

Darth Vader i serisë Star wars është personazhi që ka 'kaluar në anën e errët të Forcës'. Vetë Universi i nënshtrohet një force të panjohur, origjina misterioze e së cilës është quajtur 'Energji e Errët'.



Përtë mësuar më shumë rreth këtij seriali dhe rreth temave të paraqitura në këtë minilibër, ju lutemi vizitoni <http://www.tuimp.org>

Përktheu: Mimoza Hafizi

TUIMP Creative Commons

