

Jijjiirama raadiyaasii Hawaa. Akka moodeelota koosmooloojii hedduutti gatiwwaan adda addaa paaranameeota  $\Omega_m$ , Rukkinni maatirii fi  $\Omega_\Lambda$ , Rukkinni anniisaa Hawaa. Jijjiiranni Hawaa gatii  $\Omega = \Omega_m + \Omega_\Lambda$  wajjin walqabatee jira.

Yoo  $\Omega = 5$  ta'e, Hawaan gara Big-Crunch (kaarvii keeloo)tti deebi'ee waitti qabama. Yoo Hawaan qaxxaanurraa zeeroo ( $\Omega = 1$ ), ykn negaatiivi ( $\Omega = 0.5$ ) qabatee, babal'inni daangaa hin qabneen ni baal'ata (kaarvii magariisaa fi halluu dhihaa).

Current observations lead to the red curve. The curvature is zero, and the expansion accelerates.

Bara 1915tti, Albert Einstein Himnoota herregaale (equations) sadhata waliigalaa, kanneen jioomeetirii Hawaa hamma maatarii fi anniisaa inni of keessaa qabuun walqabsisu maxxansisee, hawaa hin jijjiirameff. Yeroo sanatti kan amanamu) herrega baasuuf jecha dhaabbataa koosmooloojii A jedhamu tti dabalee. Bara 1929tti hawaan babal'achaa akka jiru yeroo ifa ta'u, Einstein seensii A dogdoggora guddaa jireenya isaa akka ta'e labseera.

Jaarraa 20ffaa keessaa A'n dagatamee ture. Garuu bara 1998tti, gosa la supernovae, kanneen agarsiiftuu fageenya humna guddaa qaban, Seefedootta (Cepheids) caalaa fayyadamun, gareen dawwatootaa lama babal'inni Hawaa saffisa akka jiru argataniiiru.

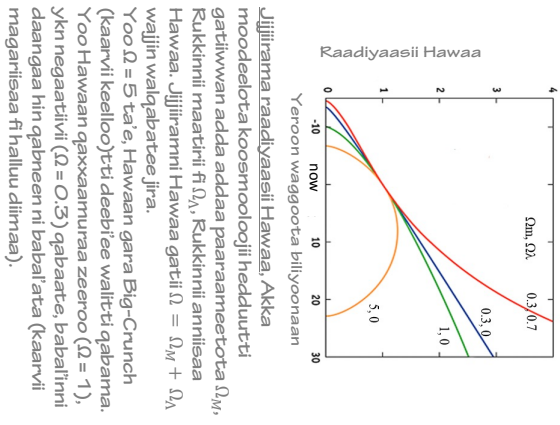
Argannoo isaanii kanaanis Bara 2011tti badhaasa Noobeelii argataniru.

Daangaa (Horizon) Hawaa Mul'ataa. Ilaattootni hundi wiirtuu isfeerii Hawaa ilaalamu danda'u kan isaan bakka bu'u keessa jiru. Daangaa kanaan ala ilaaluu hin danda'an. Gaalaa keessiiwwan daangaa kanaan ala jiraachuu danda'an, footofoonni isaanii saffisa fhaan kan imalan yeroo gahaa namoota ilaalan bira ga'uuf waan hin arganneef, namoota ilaattoota waliin wal qunnamuuf yeroo hin qabatannu.

Sababa Babal'achuu isaatin, hawaan ni qabannataa. Har'a ho'i isaa absoluufi zeroo ol dighii 3 qofa (3 K ykn -270°C). Hawaan ho'aa kanaan raadiyeeshiin kan dhiqame yoo ta'u, kunis hamba'aa dhohinsa guddaa sanaatti.

Raadiyeeshiin kun bara 1965tti ogeeyyii raadiyoo-astronomii Arno Penzias fi Bob Wilson kanneen saaseebdoota Dambalii xiqqaa irratti hojjechaa turaniin akka taasaa adda baafame.

Mallattoo dadhabaa kallattii hunduma irraa dhuftu kan isaan hawwate yoo ta'u, ogeessa astroofiiziksii Robert Dicke fi waahilaa isaa waliin mari'atan, isaanii raadiyaeshiin Hamba'aa Dhohinsa Guddaa akka ta'e yaada dhiyeesaan. Argannoo kanaafas Penzias fi Willian bara 1978 badhaasa Noobeelii argataniru.



**The cosmological constant**

Bara 1915tti, Albert Einstein Himnoota herregaale (equations) sadhata waliigalaa, kanneen jioomeetirii Hawaa hamma maatarii fi anniisaa inni of keessaa qabuun walqabsisu maxxansisee, hawaa hin jijjiirameff. Yeroo sanatti kan amanamu) herrega baasuuf jecha dhaabbataa koosmooloojii A jedhamu tti dabalee. Bara 1929tti hawaan babal'achaa akka jiru yeroo ifa ta'u, Einstein seensii A dogdoggora guddaa jireenya isaa akka ta'e labseera.

Jaarraa 20ffaa keessaa A'n dagatamee ture. Garuu bara 1998tti, gosa la supernovae, kanneen agarsiiftuu fageenya humna guddaa qaban, Seefedootta (Cepheids) caalaa fayyadamun, gareen dawwatootaa lama babal'inni Hawaa saffisa akka jiru argataniiiru.

Argannoo isaanii kanaanis Bara 2011tti badhaasa Noobeelii argataniru.



**Hambalee Raadiyeeshinii**

Sababa Babal'achuu isaatin, hawaan ni qabannataa. Har'a ho'i isaa absoluufi zeroo ol dighii 3 qofa (3 K ykn -270°C). Hawaan ho'aa kanaan raadiyeeshiin kan dhiqame yoo ta'u, kunis hamba'aa dhohinsa guddaa sanaatti.

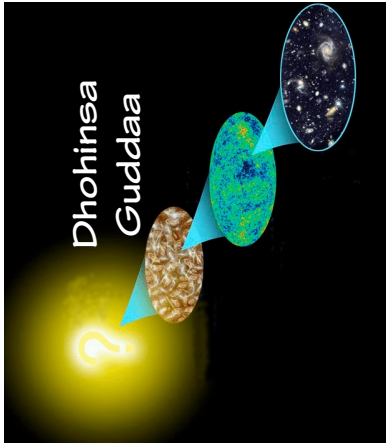
Raadiyeeshiin kun bara 1965tti ogeeyyii raadiyoo-astronomii Arno Penzias fi Bob Wilson kanneen saaseebdoota Dambalii xiqqaa irratti hojjechaa turaniin akka taasaa adda baafame.

Mallattoo dadhabaa kallattii hunduma irraa dhuftu kan isaan hawwate yoo ta'u, ogeessa astroofiiziksii Robert Dicke fi waahilaa isaa waliin mari'atan, isaanii raadiyaeshiin Hamba'aa Dhohinsa Guddaa akka ta'e yaada dhiyeesaan. Argannoo kanaafas Penzias fi Willian bara 1978 badhaasa Noobeelii argataniru.

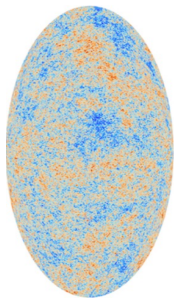


Penzias & Wilson

**Hawaa kiisii koo keessa**



**Battalle**



Fakkiwwan kana keessaa kaimtu jijjiirama duubbee koosmii agarsiisa?



Deebiin Dugda duuba jira

**Daangaa (horizon) Hawaa**

Har'a seenaa Yuunivarsitii guutuu, Dhohinsa guddaa imaa eegalee duubatti deebi'uu dandeenya (fuula 10 ilaali).

Qorannoo wwan hedduun moodeela koosmooloojii kana kan mirkaneessan yoo ta'u, ogeeyyiin urjii Hawaa ilaalamu danda'u baay'ee qorataniiru. Fageenya murtaa'e bira darbanii ilaaluu akka hin dandeenye garuu beekamaadha, sababiin isaas mallattoolee lafa irra ga'an ifa, kan saffiani isaa 299,792 km/s ta'e caalaa saffisaan deemuu hin danda'an.

Kanaaf, wantoota fagoo jiran ilaaluun yeroo duubattii deebi'uu wajjin wal fakkaata. Footoonni har'a galaaksii jalqabaa irraa argannu waggoota biliyoonaa 12 hanga 13 dura kan ba'anturan.

Haala kanaan, galaaksiwwan kana akkuma yeroo dangaggummaa isaanitti' angina. Footoonota duubbee koosmii irraa yeroo ilaallu, yeroo waggoota biliyoonaa 13.8 duubattii deebi'aa ilaalaa jirra (fuula faallaa ilaali).

**Dhohinsa Guddaa**

Yoo Hawaan babal'achaa jira ta'e, jalqaba irratti dhiqama baay'ee waitti siqaa fi baay'ee ho'aa ture. Ogeessi urjii Firiid Hooyii moodeela koosmooloojii kana hin jaalamne. Itti qosuuf ammoo bara 1949 sagantaa BBC tokko irratti **Big Bang** jedhee moggaase. Maqaan kan maxxane innoo kanuma!



Fred Hoyle



Falmii jalqabaa Big Bang deggeru keessaa tokko yaada bara 1948tti yaada George Gamow fi barataa isaa Ralf Alperin dhihaateedha.

Haali teempireechara fi rukkinna garmamee qofati dhohinsa gudda hiliyerni dhiyertiyem, fi itiyeeerumaamuu akka danda'anu agarsiisan.



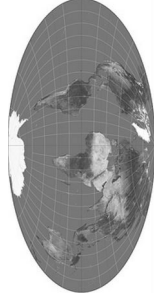
Hikkaa: Uffaan Raayyaa  
TUIMP Creative Commons



Waa'eenmata dursee kanaa fi waa'eenmata durseewwan kitaaba xiqqaa kana keessatti dhiyaatan caalabatti banuuf maa'oo as daawwadhaa <http://www.tuimp.org>



## Deebii



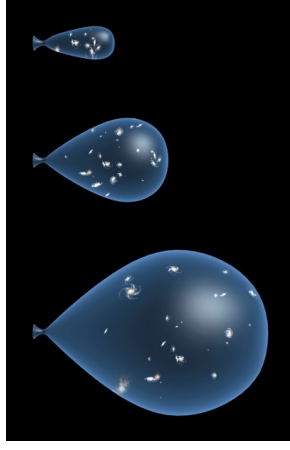
Kaartaa andililee fi galaanota lafaa.



Fakki optikaala galaaksi Androomedaa M31



Jijjiirama duubbee koosniil.



Hawaan waan xiqqoo akka fuula Afurtee qillensa babal'achaa jiru fi galaaksiwwan irratti kaafaman fakkata. Tokkoon tokkoon ilaaltuu galaaksii kamyyuu keessatti galaaksiwwan kaan hundinuu saffisa fageenyaa isaanii wajjin walnadaalen akka fagaachaa jirran yaadatu jira. Bara 1915tti Vesto Slipher lepeektaroota nebulae lepraalii qoratee, irra caalaan isaanii sarara lepeektaraa dilmmaa jijjiirame agarsiisuu isaanii kan argate yoo ta'u, kunis lafa irraa fagaachaa akka jiran agarsiisaa \*, kun raqaa jalqabaa ture - yeroo sanatti ammallee beekantti hin arganne - baaballina Yuunivarsiitii (fuula faallaa ilaali).

2

## Anniisaa Callaboo

Babal'inni Dhiibbaa humna harkisaa wanta Hawaa keessa jiru hundaan saffisa isaa hir'isuu qaba ture.

Babal'inni sun akkuma amma yaaadnu yoo saffisiise, qaamni biraa humna ofirraa deebisuu hojjetu jira. Jechuudha.

Kun gahee dhaabbataa koosmooloojii qabudha. Qaamni kun anniisaa callaboo jedhama. Ilaalchoota hunda kan akka golba (curvature) fi umurii Hawaa (kan umurii urjilee durii gadi ta'u, u hin dandeenye) waliin akka walsimu taasisa ture. Uumama anniisaa callaboo kanaa argachuun hafeera.

Seenaan Hawaa Salphifairree: Daqiiqaawwan jalqabaa keessatti dhohinsa gudda, fi uumamuu paartiikiloota bu'uura fi raadyeehisiinii.

Waggoota 380,000 booda, pirootonootni fi elektiroononni irra deebiin walitti makamuugara atoomota haayidiroojiinitti.

Waggoota miliyoona 200 booda, uumamuu urjilee jalqabaa galaaksii jalqabaa keessatti, fi tartiibaan deebi'ee ayoona tu Hawaa.

Dhumamatti, hanga har'atti, jijjiirama galaaksii walitti makamuu galaaksii xixiqqootiin.

11

## Babal'achuu Hawaa

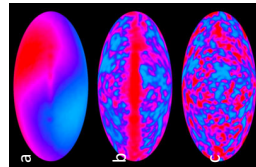
Galaaksiwwan akkantiin uumaman? Biyyeen isaanii Uaarrawwaan haddu kan lakkoofsisan yoo ta'u, waa'ee galaaksii waan xiqqoo qofatu beekama ture. Galaaksii Milkiidii weeyi alatti galaaksiwwan kan birajirajjedhames kan yaadannu tinturree.

Bara 1900tti, Henrietta Levitt Seftelir- gosa ugii Ira Jijjiirama - gidduugaleessa maksimaa waldurraa duubaan lama gidduu jiru ifa waliin akka walqabatu agarsiise.

Bara 1925tti Edwin Hubble yeroo Seftedoota **Neebula Mar-geengoo** keessatti adda baasu, fageenyaa isaanii tirnaamun Milkiidii ala ta'uu isaanii irrikaneessuu danda'eera. Ergasii nebuloonni mar-geengoo **galaaksii** jedhamanii waamamu.

Bara 1927tti Jooqil Lemaitre «wal-irraa fagaachuu» galaaksii bu'aa sababa babal'ina hawaatiin uumamu akka ta'e hubate. Bara 1929tti Hubble hariroo fageenyaa fi saffisa ifaa gidduu galaaksiota jiru hundeesse. Hariroo murteessaan kun jalqaba seera Hubble jedhamuun kan waamame yoo ta'u, bara 2018tti seera Hubble-Lemaitre jedhamee moggaafame.

3



Kaartaa raadiyaasiinii Milkiidii Weeyi fi galaaksiwwan dhiyoo jiran irraa Kaafamee booda, dhumamatti jijjiirama xixiqqoo CMB (1 / 100,000 of amplitude) arganna, jechuunis haala yeroo-hawaa irra deebiin walitti makamuu jechuudha.

Duug-duubee Babal'achuu bara 1992ti COBE ni ilaalame. (A), Bara 2003ti WMAP dhan (B) Bara 2013ti saatalayitii Pilaan kan NASA ESA dhan ergameenii fi (C).

Tokko tokkoon Ergama gad-fageenyaa Mul'isuu.

WMAP 2003, Planck 2013, Hubble 2003

WMAP 2003, Planck 2013, Hubble 2003

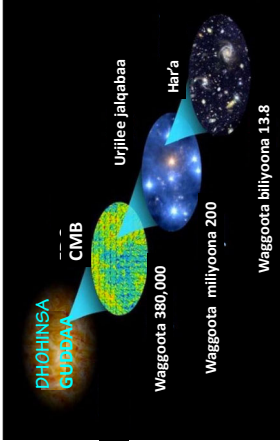
WMAP 2003, Planck 2013, Hubble 2003

WMAP 2003, Planck 2013, Hubble 2003

WMAP 2003, Planck 2013, Hubble 2003

WMAP 2003, Planck 2013, Hubble 2003

WMAP 2003, Planck 2013, Hubble 2003



Seenaan Hawaa Salphifairree: Daqiiqaawwan jalqabaa keessatti dhohinsa gudda, fi uumamuu paartiikiloota bu'uura fi raadyeehisiinii.

Waggoota 380,000 booda, pirootonootni fi elektiroononni irra deebiin walitti makamuugara atoomota haayidiroojiinitti.

Waggoota miliyoona 200 booda, uumamuu urjilee jalqabaa galaaksii jalqabaa keessatti, fi tartiibaan deebi'ee ayoona tu Hawaa.

Dhumamatti, hanga har'atti, jijjiirama galaaksii walitti makamuu galaaksii xixiqqootiin.

10

## Jijjiirama jalqabaa

Raadiyeeshiin hamba dhohinsa guddaa irraa dhufu, kan sababa babal'ina kanaan gara digrii Keelviin 3tti gadi bu'e, kan ba'e yeroo hawaan ammallee gobbuu fi ho'aa ture, dhohinsa booda waggoota

380,000 booda ture. Sana booda hawaan Damballidhan Qaxxamuramee, Dambalii xiqqaa koemikii Dugda-dubbee isaanii irrattii Ashaaraa maxxansaniin.

Kunniin jijjiirama jalqabaati - sanyii galaaksii (fuula G ilaali).

Yeroo ho'i Hawaa 3000 K ti gadi bu'u pirootononni elektiroonota waliin haayidiroojiinii uumuu danda'an.

Qorannoon istaatiikii jijjiirama akka agarsiisutti Hawaan %5 baariyoon (matteer akka nuti beeknutti), %25 waggoota dukkanaa, fi %70 anniisaa dukkanaa of keessaa qaba. Akkasumas Hawaan ji'oo meetiridhaan diriiraa ta'uu isaa, akkasumas erga dhohinsi guddaan uumame, waggoota biliyoona 13.8 akka darbe agarsiisu.

7