

Vísindi avdúka, at alheimurin víðkast, sum tíðir líða

Pól Jespersen



Altjóða
stjornufrøðiár 35

Ljóðið frá hornunum á t.d. einum sjúkrabili hevur ymiskan frekvens alt eftir, um akfarið nærkast, stendur stilt ella fer frá okkum. Hetta fyrbrigdi, dopplerárin, er eisini galdandi fyri ljós. Fyrst í farnu öld brúka granskarar dopplerárin at staðfesta, at stjornubreytirnar fara hvør frá aðrari, skjótari tess størri frástøðan er. Hetta er tí, at rúmdin sjálv, við breytunum í, alsamt tambast. Um frástøðu og ferð hjá teimum fjarastu breytunum ber tó illa til at siga nakað heilt vist, tí tað er alt heft at, hvør fyrmynd av rúmdini verður brúkt

Lurta vit eftir ljóðinum frá einum akfari, sum fer við ýlandi hornum, hoyra vit hægri frekvens, tá ið akfarið nærkast, og lægri frekvens, tá ið akfarið fer frá okkum, enn við hövdu hoyrt, stóð akfarið stilt. Hetta verður nevnt dopplerárin eftir Christian Doppler, 1803-1853, alisfrøðingi úr Eysturriki, sum fyrstur granskaði fyrbrigdið. Tað var í 1842. Tá ið akfarið nærkast, verða ljóðaldumar styttrar. Aldulongdin verður styt, og frekvensurin hækkar. Tá ið akfarið fer frá okkum, verða aldumar tangaðar. Aldulongdin í ljóðinum verður longri og frekvensurin lægri. Fyrbrigdið er eisini galdandi fyri ljós. Vit síggja tó onga litbroyting í bláu blunkljósum hjá farinum. Orsøkin er, at ferðin hjá akfarinum er so lítil sammett við ljósferðina. Hevði ferðin verið nógv støri, hövdu vit eisini sæð, at blunkljósinu skiftu lit.

Alisfrøðingar hava formlar fyri dopplerárinum og kunnu rokna radialferðina hjá ljóðkelduni, vita teir, hvussu nógv aldulongdin er styt ella longd.

Dopplerforskióting í stjornuljósi

Í 1868 eydnast hjúnunum William og Margaret Huggins at ávísja, at absorptiónslinjur í spektrinum hjá Sirius, tær líkjast linjunum í sólspektrinum, eru forskotnar ímóti reyða spekturpartinum. Reytt ljós hevur longri aldulongd enn blátt ljós. So státt fer Sirius frá okkum. Hugginsfólkinu rokna, at Sirius fer frá okkum við ferðini 45 km/s!

Slipher roknar ferðirnar hjá stjornubreytum

Í 1912 eydnast Vesto Slipher at mála dopplerforskióting í Andromedatokuni, sum fólk flest um hetta mundið enn halda vera part av okkara stjornubreyt. Til kanningamar brúkar hann 24 tumma linsukikaran á Lowell Observatory í Flagstaff í Arizona. Slipher sær, at absorptiónslinjur í ljósinum frá Andromedu eru bláforskotnar, og hann roknar, at breytin nærkast okkum við ferðini 300 km/s. Úrslitið er so óvæntað, at hann ivast í tí. So roynir hann at kanna

absorptiónslinjur í ljósinum frá Sombrerotokuni. Hesar linjurnar eru reyðforskotnar, og Slipher roknar, at henda breytin fer frá okkum, 1000 km hvørt sekund. Tað er 0,33% av ljósferðini!

Teir granskarar, sum hövdu væntað, at býtið ímillum "tokur", sum nærkast, og tær, sum fara frá okkum, fór at vera nøkulunda javnt, verða vónsviknir. Slipher kannar ljósið frá fleiri tokum (sum vit nú vita eru stjornubreytir) og staðfestir, at nógv tær flestu fara frá okkum. Í 1917 hevur hann kannað 25 stjornubreytir. Bara nakrar fáar hava kós ímóti okkum. Granskararnir eru ørkymlaðir. Teir skilja ikki hetta ójavna býtið.

Edwin Hubble fær áhuga fyri málinum

Á Mount Wilson hevur Hubble góðar umstøður at eftirkanna úrslitini hjá Slipher. Hjálpmann hevur hann góðan í Humason, sum nú er vorðin ein tann fremsti astrofotografur. Humason var annars í fyrstuni ólærður hjálpmáður og seinni húsavørður á Mount Wilson. Teir hava nógv størri kikara til taks, nýtt spektrometur at seta á hann og nýggjastu fotoútgerðina. Teir báðir býta arbeiðið ímillum sín. Humason tekur myndir av spektrinum og roknar ferðina hjá stjornubreytum, og Hubble roknar frástøðurnar.

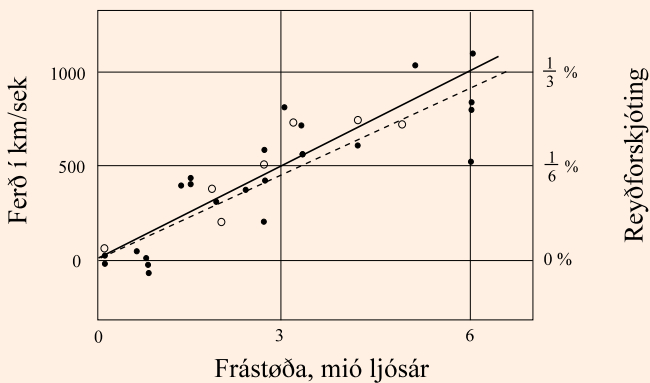
Í 1929 skrivar Hubble eina grein, har greitt verður frá fyrilíðslitunum viðvíkjandi 46 breytum. Summum frástøðum ivast hann í, og sáldar tí tær breytirnar frá. Tilfarið, sum hann heldur verða nýtiligt, setur hann í eina krossskipan við ferðini hjá breytunum eftir uppásini og frástøðu teirra eftir útásini, sí mynd. Hubble heldur seg hóma eitt ávíst samband ímillum ferð og frástøðu og tekur eina beina linju ímillum málipunktini. Hóast stóra spjading geva máldu virðini spennandi ábending, sum er verd at kanna gjøllari, og Hubble og Humason skriva seinni fleiri greinir um hetta evnið. Í 1931 hava teir tilfar fyri fleiri fjarari breytir, sí niðaru myndina ovast hægurmeigin. Tølini frá 1929 eru eisini sett inn niðast í myndini.



Milton Lasell Humason, 1891-1972, sum saman við Edwin Hubble fekk til vega taltifar viðvíkjandi radialferð og frástøðu hjá stjornubreytum. Humason tók myndir av spektrinum og roknaði ferðina hjá breytunum.

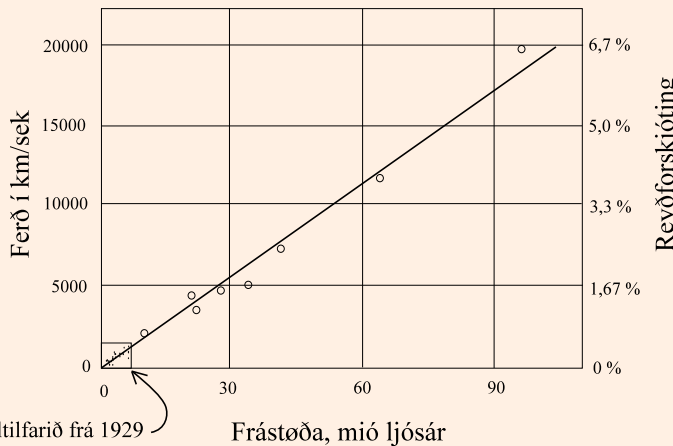
Edwin Hubble: ferð-frástøðu diagramm, 1929

Fullir sirkular og full strika: Hubble lógin fyri einstakar breytir
Opnir sirkular og prikkastrika: breytir saman í bólkum



Hubble og Humason: ferð-frástøðu diagramm, 1931

Í niðasta vinstra horni er upprunatilfarið hjá Hubble frá 1929



Myndin visir sambandið ímillum ferðina hjá stjornubreytum frá okkum (radialferðina) og frástøðuna. Niðurstøðan, serliga á niðaru myndini frá 1931, er púra greið. Ferðin stendur í rottum lutfalli við frástøðuna frá okkum.

Enn ein stór uppdaging

Nýggju tølini tala sítt týðiliga mál. Her er eingin ivi. Ferðin, sum breytirnar hava frá okkum, stendur í rottum lutfalli við frástøðuna frá okkum! Tað merkir t.d., at ein breyt dupult so langt frá okkum, sum ein onnur breyt, fer hon eisini dupult so skjótt frá okkum sum hin breytin.

Enn sum áður leggur Hubble ikki í at gera djúptøknar tulkning av málningunum, og Humason hevur júst sama hugburðin. Teirra áhugi er at skjalfesta neyvar málningar. So mugu aðrir granskarar greina, hví úrslitini eru, sum tey eru.

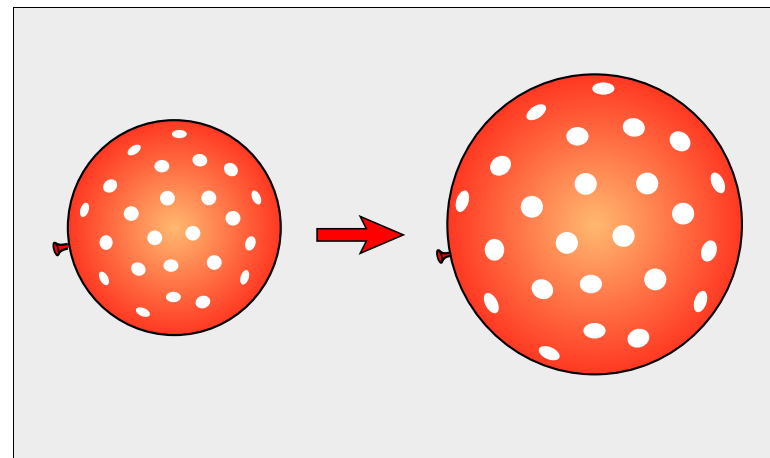
Á øðrum sinni hevur Hubble, hesa ferð saman við Humason, staðfest stóra kosmologiska uppdaging, kanska ta størstu í vísindasøguni sum heild.

Hvørjar eru nú avleiðingarnar?

Tá ið granskarar vanligu tala um dopplerárin, snýr tað seg um eitthvørt aldufyrbrigdi, ljóð ella ljós, frá einari keldu, sum flytur seg í rúminum. Sum frá líður, skilja granskarar, at her er talan um nakað annað, at tað er rúmið sjálvt, við stjornubreytum í, sum víðkast (og dopplerheitið tí óheppið). Einstakar breytir nærkast okkum, t.d. Andromedabreytin. Tað er, tí at hon og Vetrarbreytin toga hvør í aðra. Hetta er eitt lokalt frábregði. Heildarmyndin er, at alt fer frá øllum øðrum, skjótari, tess størri frástøðan er.

Viðkanin hevur ongan miðdepil. Tað er ikki so, at allar breytir fara frá júst okkara Vetrarbreyt. Ein egleiðari

í aðrari breyt hevði sæð júst tað sama sum vit. Tað er rúmið sjálvt, sum tambast. Tað er ikki lætt at ímynda sær hetta, og verða granskarar spurdir, hvørja mynd, vit kunnu gera okkum



Fyrmyndin visir, hvussu alheimurin víðkast. Granskarar siga, at vit skulu ímynda okkum viðkanina sum bogaða flatan á einari ballón, sum verður blást upp. Viðkanin hevur ongan miðdepil. Øll rúmdin, við stjornubreytum í, tambast, og breytir í dupultari frástøðu fara dupult so skjótt hvør frá aðrari.

av hesum, er svarið, at vit skulu hugsa um eina ballón, sum verður blást upp. Rúmdina skulu vit ímynda okkum, ikki sum tað, ið er innani ella uttan um ballónina, men bara sum bogaða ballónflatan sjálfan. Prikkar á ballónini spæla leiklutin sum stjornubreytir. Vert er at gera sær greitt, at hetta er bara ein fyrmynd. Tann rúmtíð, vit liva í, er sjálvandi ikki ein ballónflati. Fyrmyndin er góð á tann hátt, at vit síggja, at eingin miðdepil er. Harafturat fara tveir prikkar á ballónflatanum í dupultari frástøðu dupult so skjótt

hvør frá øðrum, sum úrslitið hjá Hubble visir. Ein vansi við fyrmyndini er, at prikkarnir (breytirnar) vaksa í vavi. Tað gera breytirnar ikki. Okkara sólskipan ella Vetrarbreytin veksur ikki í vavi av hesum fyrbrigdi. Í einari betri fyrmynd kundu prikkarnir t.d. verið tvístertur, sum gingu á ballónflatanum, sum tambaðist. Tvær tvístertur, sum ganga hvør móti aðrari, kunnu nærkast, men heildarmyndin er, at tað leingist ímillum tvísterturnar.

Truplar frástøður

Úrslitið hjá Hubble visir, at fjarar breytir fara frá okkum við ógvuliga stórar ferð. Teir formlar, sum granskarar hava fyri sambandið ímillum reyðforskióting og radialferð eru tó bara galdandi fyri breytir, sum ikki eru alt ov langt burtur. Stundum verður sagt og eisini skrivað í lærubókum, at tá ið frástøðurnar verða stórar og ferðirnar somuleiðis, skulu vit bara brúka ein relativistisk formil fyri reyðforskióting. Tað er ikki rætt.

Latið okkum ímynda okkum tvær breytir, A og B, sum eru langt hvør frá aðrari. Ein egleiðari í A sær B, tí hann sær ljós frá B. Vit hugsa okkum ljósið sum ein maratonrennari, sum rennur ímillum hesi punktini. Vit kunnu spyrja, hvussu langt rennarin hevur runnið, tá ið hann er komin vegin fram, kanska eftir milliárid ár? Meðan hann hevur runnið, hevur alheimurin víðkað seg munandi. Hetta ber ikki til at skúgva til vikis, og harafturat hevur viðkanarferðin ikki altíð verið tann sama. Tað er tí ikki lætt at svara spurninginum. Er frástøðan ímillum A og B tann, sum hon var, tá ið farið varð at renna, ella sum hon var, tá ið rennarin kom vegin fram ella kanska okkurt har ímillum?

Viðvíkjandi teimum fjarastu breytunum, sum fara frá okkum við ógvuliga stórar ferð, og sum hava stóra reyðforskióting, er ilt at siga nakað við vissu um frástøðu og ferð. Stjornubreytir hava sínar eginrørslur, men tær fjarastu kunnu vit - eftir hugsanarháttinum um ein heim, sum alsamt víðkast - hugsa okkum stillar í rúmdini. Og reyðforskiótingina hjá fjarum breytum eiga vit at hugsa okkum sum mál fyri, hvussu nógv rúmdin hevur víðkað seg, meðan ljósið fór ímillum, heldur enn eitt mál fyri frástøðu.