

Vísindi avdúka, at alheimurinn víðkast, sum tíðir líða

Pól Jespersen



Altjóða
stjörnufrøðiár 35

Ljóðið frá hornunum á t.d. einum sjúkrahæli 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 stjarnubreytirnar fara hvør frá aðrari, skjótari tess størri frástøðan er. Orsøkin til hetta fyrbrigdi er, 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 ein hægri frekvens, tá ið akfarið nærkast, og ein lægri frekvens, tá ið akfarið fer frá okkum, enn vit høvdu 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 stytta. Aldulondin verður stytta og frekvensurin hækka. Tá ið akfarið fer frá okkum, verða aldurnar tangaðar. Aldulondin í ljóðinum verður longri og frekvensurin lægri. Fyrbrigdið er eisini galdandi fyri ljós. Vit siggja tó onga litbroying í bláu blunkljósunum hjá farinum. Orsøkin til tað er, at ferðin hjá akfarinum er so lítil sammett við ljósferðina. Hevði ferðin verið nógv størri, høvdu vit eisini sæð, at blunkljósinu skiftu lit.

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

Dopplerforskiðing í stjarnuljósi

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

Slipher roknar ferðirnar hjá stjarnubreytum

Í 1912 eydnast Vesto Slipher at mála dopplerforskiðing í Andromedatøkuni, sum fólk flest um hetta mundið enn halda vera part av okkara stjarnubreyt. 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 Sombrerotøkuni. 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 høvdu 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 stjarnubreytir) og staðfestir, at nógv tær flestu fara frá okkum. Í 1917 hevur hann kannað 25 stjarnubreytir. Bara eitt fátal hevur kós ímóti okkum. Granskarnir eru ørkymlaðir. Teir skilja ikki hetta ójavna býtið.

Edwin Hubble fær áhuga fyri málum

Á Mount Wilson hevur Hubble góðar umstøður at eftirkanna úrslitini hjá Slipher. Hjálparmann hevur góðan í Humason, sum nú er vorðin ein tann fremsti astrofotografurinn. Humason var annars at byrja við ólærdur hjálparmaður og seinni húsavørður á Mount Wilson. Teir hava ein 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 stjarnubreytum, og Hubble roknar frástøðurnar.

Í 1929 skrivar Hubble eina grein, har greitt verður frá fyrbilsúrslitunum viðvíkjandi 46 breytum. Summum frástøðum ivast hann í, og sáldar tær breytirnar frá. Tilfarið, sum hann heldur verða nýtiligt, setur hann í eina krossskipan við ferðini hjá breytunum eftir uppásini og frástøðuni eftir útásini, sí mynd. Hubble heldur seg hóma eitt ávíst samband ímillum ferð og frástøðu og tekur eina beina linju ímillum málupunktini. Hóast stóra spjaðing geva máldu virðini eina spennandi ábending, sum er verd at kanna nærri, og Hubble og Humason skriva seinni fleiri greinir um hetta evnið. Í 1931 hava teir tilfar fyri fleiri fjarari breytir, sí niðaru myndina. 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 stjarnubreytum. Humason tók myndir av spektrinum og roknaði ferðina hjá breytunum.

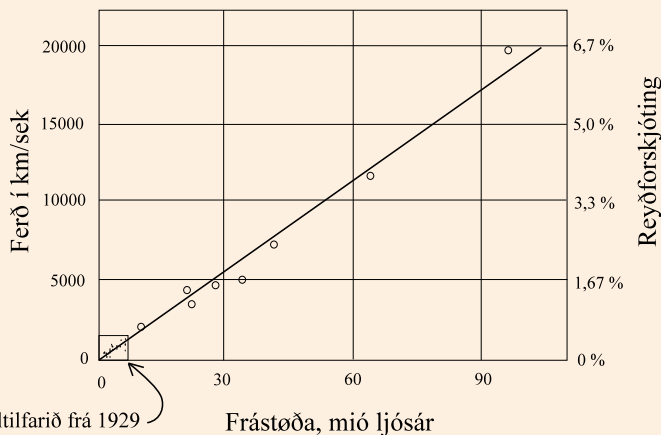
Edwin Hubble: ferð-frástøðu diagramm, 1929

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



Hubble og Humason: ferð-frástøðu diagramm, 1931

Í niðasta vinstra horni er upprunaltifar hjá Hubble frá 1929



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

Enn ein stór uppdaging

Nýggju tølini tala sítt týðuliga mál. Her er eingin ivi. Ferðin, sum breytirnar hava frá okkum stendur í røttum lutfalli við frástøðuna frá okkum! Tað merkir t.d., at er 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 tulkningar av málunum, og Humason hevur júst sama hugburðin. Teirra áhugi er at skjalfesta neyvar málningar. So mugu aðrir granskarar greina, hví úrslitini eru sum tey eru.

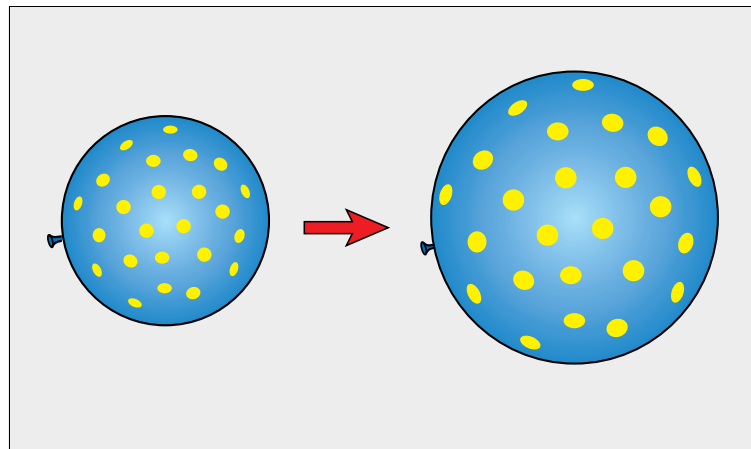
Á øðrum sinni hevur Hubble, hesaferð saman við Humason, gjørt eina stóra kosmologiska uppdaging, eina ta størstu í vísindasøguni yvirhøvur.

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 stjarnubreytum 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.

Víðkanin hevur ongan miðepil. Tað er ikki so, at allar breytir fara frá júst okkara Vetrarbreyt. Ein eygleiðari

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



Fyrmynd av víðkanini í alheiminum. Granskarar siga, at vit skulu ímynda okkum víðkanina sum bogaða flatan á einari ballón, sum verður blást upp. Víðkanin hevur ongan miðepil. Øll rúmdin, við stjarnubreytum 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 innan í ella uttan fyri ballónina, men bara sum bogaða ballónflatan sjálfan. Prikkar á ballónini spæla leiklutin sum stjarnubreytir. Vert er at gera sær greitt, at hetta er bara eina fyrmynd. Tann rúmtíð, vit liva í, er sjálvandi ikki ein ballónflati. Fyrmyndin er góð á tann hátt, at vit siggja, at eingin miðepil er. Harafturat fara tveit prikkar á ballónfaltanum í dupultari frástøðu dupult so skjótt

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

Truplar frástøður

Úrslitið hjá Hubble vísir, at fjarar breytir fara frá okkum við ógvuliga stórar ferð. Teir formlar, sum granskarar hava fyri sambandið ímillum reyðforskiðing og radialferð eru tó bara galdandi fyri breytir, sum ikki eru alt ov langt burturi. 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 reyðforskiðing. Tað er ikki rætt.

Lat okkum ímynda okkum tvær breytir, A og B, sum eru langt hvør frá aðrari. Ein eygleiðari í A sær B, tí hann sær ljós frá B. Vit hugsa okkum ljósið sum ein maratonrennara, sum rennur ímillum hesi punktini. Vit kunnu spyrja, hvussu langt rennarin hevur runnið, tá ið hann er komin vegin fram, kanska eftir milliárir ár? Meðan hann hevur runnið, hevur alheimurinn víðkað seg munandi út. Hesum ber ikki til at siggja burtur frá, og harafturat hevur víðkanarferðin 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 renningin byrjaði, ella sum hon var, tá ið rennarin kom vegin fram ella kanska okkurt har ímillum?