

longonda (ruĝa) flanko de la spektro, ju pli granda estas la distanco de la objektoj. Konforme kun la kutimo rigardi tiajn fenomenojn kiel *D o p p l e r*-fenomenon, t.e. kiel mezurilon de moviĝo for de ni laŭlonge de la vidlinio, oni parolis pri „forkurado” de ĉi tiuj ekstergalaksiaj (t.e. troviĝantaj ekster nia galaksio) nebuloj. Sed iliaj rapidoj plejmultkaze superis ĉion, kion oni konis ĝis tiam, kaj la plej granda spektra delokiĝo tiaspeca, ĝis 1935 mezurita, respondus al rapido de forkuro de 42000 km/sek, do pli ol  $\frac{1}{8}$  de la lumrapido.

Klare tio ĉi estis tre grava eltrovo astronomia, sendepende de la klarigo fizika de la fenomeno. Kvankam dekomence principe kelkaj eblaj klarigoj ekzistis, la *D o p p l e r*-fenomena klarigo en la literaturo estis tre akcentata. Eĉ oni troigis parolante pri la *f e n o m e n o* de la forkurado de tiuj ĉi nebuloj kiel pri observaĵo. Sed oni rajtas paroli nur pri fenomeno de delokiĝo de la spektraj linioj (ruĝen) kaj pri ĝia hipoteza forkurado-*k l a r i g o*, krome pri aliaj klarigoj hipotezaj.

Aliflanke tiu ĉi hipotezo nepre ne konfliktas kun la leĝo de gravito de *N e w t o n* aŭ la klasika mekaniko: Imagu, ke en tre frua momento de la mondevoluo ĉiuj nebuloj estis koncentritaj en relative malvasta spaco kaj submetitaj nur al la gravito, krome imagu, ke la moviĝoj tiam estis tiel distribuitaj, ke post ia tempo pluraj nebuloj devis elkuri el la spaceto: tiukaze en sufiĉe granda distanco nur la moviĝoj laŭ la vidlinio restis mezureblaj. Krome post sufiĉe longa tempo la pli rapidaj nebuloj estos formoviĝintaj jam pli malproksimen ol la pli malrapidaj — konforme kun la observoj. Tamen, tiu ĉi hipotezo implicas alian gravan hipotezon plej ofte ne menciitan: La lumelsendo kaj la lumdisvastiĝo dum la grandega tempo, nome multaj milionoj da jaroj, inter elsendo el la nebulo kaj alveno sur la teron ne estu eĉ plej malmulte ŝanĝitaj!

Tiavidpunkte kaj tiarilate prezentiĝas klarigo de la fenomeno de spektra delokiĝo, kiu estas surprize simpla. Jen la nova hipotezo:

La elsendaj frekvencoj de ĉiuj atomoj de la universo daŭre pligrandiĝas! Certe tiukaze la lumrapido ne povas resti senŝanĝa. Tamen oni povas pruvi, ke tiu ŝanĝo restas neobserveble malgranda — konforme kun la mezuradoj (de la aberacio). Tiacirkonstanco la observisto sur la tero trovas sur spektrografajo de ekstergalaksia nebulo tiujn lumfrekvencojn, je kiuj la nebulo radiis tempe de la elsendo de la fotografita lumo. Ĉi tiuj frekvencoj mezurade estas komparataj kun la egalspecaj lumfrekvencoj de teraj aŭ tiaj kosmaj lumfontoj, kies distancoj estas tre pli malgrandaj. Klare, ke la linioj de la nebuloj relative al tiaj de la lastaj objektoj troviĝas delokitaj ruĝen. Do laŭ tio la kaŭzo de ĉi tiu efiko estas la grandega *t e m p a* diferenco inter la elsendo de la nebulolumo kaj la lumelsendo de la komparaj lumfontoj. Ĉi tiu tempodiferenco mezurita per jaroj nombre egalas al la distanco mezurita per „lumjaroj”. Interne de nia galaksia sistemo rezultus tiamaniere delokiĝo de 0,01 anstromo maksimume, kiu estas pli malgranda ol la observitaj *D o p p l e r*-fenomenaj delokiĝoj. Oni ne povas apartigi ĝin de ili.

Ĉi tiu hipotezo — unuflanke konforma kun la spertoj pri ekstergalaksiaj nebuloj, aliflanke ne kontraŭdira al aliaj spertoj — transmetas nian problemon el la kosmologio en la atomteorion. Ĉi tiu estas igota unuafoje sur bazo de sperto teorie pritrakti pligrandiĝadon de la elsendaj frekvencoj.

Rilate tion ĝenerale oni povas diri la jenon: Ni jam ekkonis, ke kia ajn substanco fizike efikanta, do ankaŭ la lumondujo, estas rigardenda kaj pritraktenda kiel materio, gravita kaj sekve ankaŭ rezistanta. Ĉar ĉiu atoma lumelsendo estas kaŭzata de interagado inter atomo kaj lumondujo, iaj elektronoj cirklumantaj interne de la atomo (laŭ la hodiaŭaj atommodeloj) interagadas kun la ĉirkaŭa rezistanta lumondujo. Oni povas precize pruvi, ke ĉe tio la elsendaj frekvencoj devas pligrandiĝi. Por klarigi la spertojn rilate al ekstergalaksiaj nebuloj, sufiĉas ekzemple energiperdo de cirklumanta elektrono (en ia kvantuma stato) de  $\frac{4}{3} \cdot 10^{-15} \%$  de ĝia energio sekunde. Tiel malgrandan efikon nuntempe oni ne povas mezuri en laboratorio.

Se oni komparas la hipotezojn laŭ *D o p p l e r*-fenomeno kaj laŭ frekvencpligrandiĝo sekve de lumonduja rezisteco, oni devas diri, ke la lasta povas *k a ŭ z e d e v i g e* klarigi la observaĵojn per la supozita ĝenerala strukturo de atomo, aliflanke la unua ne estas *k a ŭ z a* klarigo de la fenomeno. Kiu el ambaŭ — aŭ eble tria, tute alia <sup>1)</sup> — estas ĝusta, pri tio oni nur tiam povos decidi, kiam oni estos sukcesinta, pli *r e k t e* mezuri la nebulmoviĝojn for de ni laŭ la vidlinio (laŭradiusajn moviĝojn) sendepende de la *D o p p l e r*-fenomeno. Sed tio nuntempe kaj verŝajne ankoraŭ longtempe estos ne ebla.

523.12

## LA AĜO DE LA UNIVERSO.

Disradiigita parolado presita en la „*Listener*” de 21/5/53,

de *C. A. C o u l s o n*, (profesoro pri la aplikata matematiko en Oxford).  
Kun permeso de la verkinto kaj de la redaktoro, tradukita de T.L.C.B.

Se ni intencas meti demandojn pri la aĝo de la universo, estas unue necese, ke ni estu certaj, ke ni scias precize, pri kio ni diskutas. Do mi mallonge pritraktos tion, kion ni nuntempe jam scias. Nia suno estas unu inter pluraj miloj da milionoj da steloj. Ĉi tiuj amasiĝis en tio, kio plaĉas al ni nomi „nia” galaksio, kvankam la suno estas neniel speciale rimarkinda, kaj eble ekzistas multaj aliaj steloj kun kunulaj planedoj tiaj, kia estas nia tero. Eĉ laŭ astronomiaj mezuroj la galaksio ja estas granda: 100 000 jaroj estas la tempo bezonata, por ke lumradio trairu de unu flanko al la alia de la regiono de la spaco, kiun ĝi okupas. Tamen, kvankam nia galaksio ŝajne estas tiel granda, ĝi estas nur unu inter ĉirkaŭ 100 000 000 aliaj, el kiuj la plejmulto

<sup>1)</sup> Vidu la antaŭlastan alineon sur p. 53 kaj la trian alineon sur p. 58.

havas la saman grandecon. Tiuj galaksioj aŭ nebulozoj estas ege malproksimaj de ni, kiel ankaŭ unuj de aliaj; al la spaco inter ili grandmezure mankas iaj koncentriĝoj de la materio. Ni povus kompari ilin al solecaj vagantaj vojaĝantoj en sekega kaj preskaŭ malplena dezerto. Do tia estas nia universo, kiel ni nuntempe konas ĝin.

### La serĉado pri senkontraŭdira aranĝaĵo.

Mi opinias, ke ni povas ekvidi la naturon de nia problemo, kiam ni provas eltrovi, kiel malnova estas ĉi tiu stranga aranĝaĵo kaj kiel ĝi naskiĝis. Prezentiĝas al ni aferstato, kiu en unu tute fundamenta maniero malsamas tiun, kiun ni devas konsideri, kiam ni provas taksii la aĝon de la tero. Ĉar ni loĝas sur la tero; nia materialo troviĝas apude; ni povas pesi kaj mezuri kaj studi ĝin. Ni povas taksii la kvanton da radio-aktiveco en la rokoj, ni povas mezuri la temperaturon sub la supraĵo de la tero, ni povas spursekvi per fosilioj la disvolviĝon de la vivo supren el ĝiaj plej primitivaj komencoj. Sed ĉe la universo ni povas fari neniujn el tiuj aferoj. Kiel mi diris, nia tero estas unu el la plej malgrandaj pecetoj. D-ro J e a n s nomis ĝin „malgrandega ereto en la senlimaĵo de la spaco kaj de la tempo”, kaj ni ne povas eĉ pliproksimiĝi al la pli grandaj pecoj. Mi opinias, ke ja estas tiu neatingebleco, (pro kiu ĉi tiu studo tiel malsimilas la plej multajn sciencajn studojn), kiu multgrade provizas la ĉarmon, per kiu nin allogas la kosmologio. Ni neniam povas esti certaj, ke ni ricevis la ĝustan respondon al niaj demandoj. La plej bona atingajo, kiun ni povas esperi, estas ke kiam ni kunigos ĉiajn diversajn indikojn kiujn ni povas trovi, ni povos adapti ilin al la aranĝaĵo aŭ modelo kiu estos konsekvenca en si mem, kaj akordiĝos kun la tutajo de la scienca pensado pri la agmaniero de la materio sur nia propra tero. Se vi volas argumenti, ke ne ekzistas ia kaŭzo, kiu certigas, ke la leĝoj, kiuj ŝajne regas tiun agmanieron sur la tero, regas ankaŭ la materion ĉe tiuj malproksimegaj nebulozoj, — en tiu okazo nenia respondo estas ebla. Mi baldaŭ mencias unu opinionon, kiun oni proponis, por helpi, ke ni liberiĝu el ŝajna malfacilaĵo. Neniu povas malpruvi tiajn asertojn, eĉ kvankam pro la naturo mem de la problemo, ili ankaŭ ne povas esti pruvataj. Ne, la sola racia kaj scienca sinteno estas supozoj, kiel eble plej fide, ke efektive ja ekzistas universo, tra kies tutajo la sciencaj leĝoj havas esence la saman formon, kiun ili havas ĉi tie kaj nuntempe sur nia tero.

Nun, ĉar ni jam decidis, kiel rigardi ĉi tiun demandon pri la aĝo de la universo, ni konsideru la konstateblajn faktojn kaj demandu, kiel — nia opinio — ni prave povas ilin interpreti. Unue ni konsideru la manieron, laŭ kiu la diversaj nebulozoj moviĝas. Vi eble memoras, ke ni komparis ilin kun solecaj vagantoj en sekega kaj preskaŭ malplena dezerto. Sed tio eble misprezantas la aferon, ĉar se ni rigardus ĝin el pli proksime, ni trovus, ke ili ĉiuj ŝajnas moviĝi for de ni, kaj kompreneble ĉiu for de la aliaj. Ni povas proksimume konstati, kiel rapide ili moviĝas for de ni, komparante la spektroliniojn de la

lumo, kiu de ili atingas nin, kun la respondaj spektrolinioj de teraj lumfontoj. Granda parto de ĉiu stelo konsistas el hidrogeno; kaj la hidrogeno, kiam ĝi estas tre varmega, elsendas lumon kun tute karakteriza spektro. Sed se la atomo moviĝas for de ni, la spektrolinioj delokiĝas ruĝen, t.e. la frekvencoj malpligrandiĝas; se ĝi moviĝas al ni renkonte, la spektrolinioj delokiĝas en la direkto de la pligrandaj frekvencoj. El tio sekvas, ke mezurante tiujn frekvencojn — ŝanĝiĝojn, ni povas (ĉe sufiĉe multaj el tiuj nebulozoj) taksii la rapidon, je kiu ili moviĝas laŭ la vidlinio.

Kun nur malmulte da esceptoj — kaj tiuj estas la plej proksimaj — la nebulozoj moviĝas for de ni. Kaj krom tio la rapido, je kiu ili formoviĝas ŝajne estas rekte proporcia al ilia distanco de ni. Nebulozo, kiu estas duoble tiel malproksima ŝajnas formoviĝi duoble tiel rapide. Ĉe tio, kompreneble, ni supozas, ke ni scias, kiel malproksimaj ili efektive estas, — kaj tio estas afero, kiun oni povas konstati nur treege malfacile kaj kun apenaŭ eĉ iomete da precizeco.

Tamen ni povas sufiĉe bone taksii la distancon, se ni konsideras la brilecon de kelkaj el la steloj en tiuj galaksioj. Tio, kion ni bezonas, estas ia astronomia mezurilo. Tiam mezurilon provizas speco de steloj, kiuj nomiĝas la Cefeidaj Variantoj. Ilia speciala propreco estas, ke ilia brileco varias; ĝi kreskas, poste malkreskas, kaj post tio denove kreskas. Ŝajne evidentiĝis per zorga studado pri la pli proksimaj el la Cefeidoj, (ĉar se ili apartenas al nia propra galaksio, ili estas pli facile studeblaj per aliaj metodoj), ke estas definitiva rilato inter la periodo de variado kaj la efektiva brileco de la stelo. Nu la periodo de Cefeido estas sufiĉe facile observebla, eĉ se ĝi estas tute malproksima, do ni povas konkludi pri ĝia efektiva brileco. Sed niaj teleskopoj raportas pri la ŝajna brileco, kun kiu la lumo el la stelo alvenas al ni. Komparante tiujn du nombrojn, ni povas kalkuli la distancon de la stelo for de ni. Jen kiel la fame konata leĝo pri la plivastiĝanta universo estis eltrovita de H u b b l e kaj H u m a s o n.

Oni povas eviti la konkludon, ke la galaksioj moviĝas for de ni, nur se oni supozas, ke la delokiĝo de la spektrolinioj, sur kiu la konkludo baziĝas, havas ian alian kaŭzon. Kaj kelkaj homoj eĉ serioze sugestis ke dum la forpaso de tempo la frekvencoj iom post iom ĉiam pli malgrandiĝas — preskaŭ kvazaŭ la lumo laciĝus dum la longa vojaĝo tra la spaco. Sed por tiu sugesto mankas la indiko sur nia tero, do ĝi estas unu el tiuj asertoj, kiujn, ĉar ili estas nepruveblaj, ni devas, kiel eble plej multe, forjeti. Do ni persistu en la kredo, ke la nebulozoj efektive formoviĝas.

Unuavide ĉio ĉi tio eble ŝajne ne multe rilatas al la aĝo de la universo. Sed ni imagu, ke ni vojaĝas en la tempo al ĉiam pli antikvaj epokoj. La nebulozoj reiras returnen laŭ siaj diversaj vojoj: ili ĉiuj pliproksimiĝas al ni kaj unuj al la aliaj. Oni eltrovis, ke iliaj ŝajnaj rapidoj for de ni estas proporciaj al iliaj distancoj; el tiu fakto oni konkludis, ke se tiu movado daŭrus konstante sen malhelpo, iam nepre okazus en treege malproksima tempo, mo-

mento, kiam ili ĉiuj amasiĝis en tre malgranda regiono de la spaco. Laŭ tiu supozo la universo konstante de post tiu tempo plivastiĝis. Se oni uzas la nombrojn mem, kiujn donas la leĝo de H u b b l e kaj H u m a s o n, oni povas kalkuli, ke ĉi tiu iom speciala momento okazis antaŭ proksimume 4000 000 000 jaroj. Estas vere, ke oni devus fari kelkajn pliprecizigojn, atentante la gravitan forton, per kiu ĉiu nebulozo altiras ĉiun alian, kaj per kiu influigas la formoviĝo de unuj for de aliaj. Sed tio ne multe ŝanĝas la nombran rezulton. Nu, se estas vere, ke en tiu tempo la materio de la universo efektive estis tiel koncentrita, oni apenaŭ povas ne nomi ĝin la momento de la kreiĝo: do ni konkludas la aĝon de la universo — 4 000 000 000 jaroj.

Tiun ciferon — 4 000 000 000 — oni nur lastatempe kalkulis. Antaŭe dum kelke da jaroj oni kalkulis ciferon ne pli grandan ol 2 000 000 000 jaroj; kaj per tio prezentiĝis malfacilaĵo, ĉar oni ne povis kompreni, kiel la aĝo de la universo povus esti malpli ol la aĝo de la tero, kiun oni jam sufiĉe certe konstatis kiel ĉirkaŭ 2 000 000 000 jarojn. Sed dum la lastaj monatoj, uzante la grandegan 200-colan teleskopon sur la monto Palomar en Kalifornio, oni eltrovis pli fidindan takson de la valoro de la distanca mezurilo, per kiu oni kalkulis astronomiajn distancojn duoble tiel grandajn kiel tiujn, je kiuj oni antaŭe kredis. El tio oni konkludis aĝon duoble pli grandan, kaj la problemo nete solviĝis.<sup>1)</sup>

#### Indikoj el stelaroj.

Bonŝance la metodo, kiun mi jus priskribis, ne estas la sola, sur kiu ni povas bazi takson pri la aĝo. Ekzemple ni povas konsideri grupon aŭ aron da steloj, kiuj moviĝas proksimume paralele unuj al la aliaj en la sama regiono de la galaksio. La Plejadoj, grupo de ĉirkaŭ 200 steloj en la konstelacio *Taurus*, estas unu tia grupo. Oni povas pruvi, ke tiuspecaj grupoj nepre, pro siaj reciprokaj interagoj iam disiĝos. Profesoro C h a n d r a s e k h a r, la eminenta Hinda fizikisto, pruvis, ke la daŭro de tia grupo estus ĉirkaŭ 3 000 000 000 jaroj. En nia galaksio troviĝas pluraj centoj da grupoj tiuspecaj. Se la aĝo de la galaksio estus multe pli granda ol kelkaj miloj da milionoj da jaroj, oni apenaŭ povus kompreni, kial ĉiuj tiaj grupoj ankoraŭ ne disiĝis. Do ni denove konkludas aĝon proksimume la saman. Ankaŭ ekzistas grupoj, ne da steloj, sed da galaksioj, ekzemple la grupo en la konstelacio *Virgo*: oni povas apliki similan analizon: oni konkludas simile grandan aĝon.

<sup>1)</sup> Vidu „*Times Science Review*” No. 8, p. 1. (Somera kvaronjaro, 1953.) En la jaro 1946 d-ro B a a d e, la direktoro de la observatorio sur la monto Palomar, eltrovis, ke ekzistas du specoj de Cefeidaj Variantoj, kiuj kondukas diversmaniere. Do estis necese revizii la kalkulojn, precipe pri la distanco de la fame konata nebulozo en la konstelacio *Andromeda*, ĉar tio estas la fundamenta mezurilo por tiaj astronomiaj kalkuloj. Oni trovis, ke tiu distanco estas  $1\frac{1}{2}$  lum-jaroj, — dufoje pli granda ol tio, kion oni antaŭe supozis. Tial oni devis duobligi ĉiujn aliajn ciferojn, kiujn oni konkludis el tio, inkluzive la aĝon de la universo. (Noto de la tradukinto).

Ankaŭ estas almenaŭ du aliaj serioj da indikoj, kiujn ni povas esplori. Unu estiĝas pro la fakto, ke granda proporcio de la steloj, kiujn ni vidas, efektive estas duopaj steloj, — t.e. ili konsistas el du steloj, kiuj moviĝas en ia orbito unu ĉirkaŭ la alia. Eble el absoluta vidpunkto la distanco inter ili estas tre granda, sed ĉar ili estas multe pli proksimaj unu al la alia, ol al iuj aliaj najbaraj steloj, ni povas konsideri ilin kiel unuojn, kaj diskuti la moviĝadon de unu el ili rilate al la alia. Estas verŝajne, ke post la forpaso de sufiĉe granda tempo ĉi tiuj duopaj steloj ĉiuj nepre apartiĝos, plej ofte rezulte de kolizioj, aŭ preskaŭ-kolizioj kun aliaj steloj. Zorga statistika analizo pri tiaj duopoj indikas, ke mezvalore ilia disiĝo nur lastatempe komencis: do oni povas taksu superan limon por la aĝo de la universo. Denove, la konkludita nombro estas, kiel antaŭe, pluraj miloj da milionoj da jaroj.

#### Rapido de la konsumiĝo de hidrogeno.

La lasta el niaj metodoj estas tute malsama. Ĝi koncernas la varm-energion, kiu estiĝas en stelo. Nuntempe ni estas sufiĉe certaj, ke stelo ricevas la energion, kiun ĝi eligas kiel lumon kaj varmon per tio, ke ĝi ŝanĝas atomojn de hidrogeno al atomoj de heliumo. La procezo ja ne estas simpla, sed rezulte de la esploroj de v o n W e i z s ä c k e r en Germanujo, kaj de B e t h e en Usono, ni povas kompreni ĝin, kaj konstati, ĝis kioma grado la hidrogeno konsumiĝis. Ekzemple la ruĝaj gigantaj steloj estas tiuj, ĉe kiuj preskaŭ la tuta kvanto de la hidrogeno konsumiĝis. Pro ilia grandeco kaj brileco ni povas konstati la rapidon, je kiu la hidrogeno konsumiĝas, kaj la kvanton, kiu jam ŝanĝiĝis al heliumo. Tiel ni konkludas, ke iliaj aĝoj estas ĉirkaŭ 4 000 000 000 jaroj. Neniuj el la aĝoj superas tion, kvankam multaj steloj estas preskaŭ tiel aĝaj.

Tio, kio ŝajnas al mi tute miriga, estas, ke ĉiuj diversaj argumentĉenoj kondukas al nombro da jaroj inter 4 000 000 000 kaj 5 000 000 000. Tiu akordo estas tro impona por esti konsiderata kiel nura koincido. Ĝi fariĝas eĉ pli rimarkinda, kiam ni komprenas, ke krom la eksperimentaj esploroj, kiujn mi priskribis, ekzistas pure teoriaj esploroj, kiuj kondukas al simila konkludo. Kavaliro Arthur E d d i n g t o n, kiel ankaŭ la abato L e M a i t r e en Belgujo, elpensis modelojn por klarigi la historion de la universo. La klarigoj iom malsamas, kvankam rilate al multaj detaloj ili akordas. Laŭ E d d i n g t o n, antaŭ sufiĉe longa tempo la tuta kvanto de la materio en la universo koncentriĝis en eta regiono, kiun ĝi plenigis kiel nubo. Poste kelkaj partoj de la nubo fariĝis pli densaj, kaj aliaj partoj responde malpli densaj. La densaj partoj plidensiĝis por fariĝi galaksioj kaj steloj kaj planedoj: la malpli densaj fariĝis tre maldensa interstela gaso. Kaj dum la tuta tempo, de kiam tiu moviĝado komenciĝis, la tuta universo daŭre plivastiĝis, ĝis ĝi fariĝis tio, kion ni nuntempe vidas. La aĝo de la universo estas la tempo, de kiam la unua vario je la denseco de la nubo ekfunkciis la tutan procezon. E d d i n g t o n emis konjekti, ke tio okazis antaŭ eĉ 90 000 000 000 jaroj. Sed la eksperimentaj indikoj ŝajnas kredebligi nombron multe malpli grandan.

La teorio de Le Maître estas variaĵo de tio. Li supozas, ke komence la tutaj de la materio troviĝis en la stato de sola unuopa atomo, kiu havis la perfektan simetron, kiun ni kutimiĝas atendi ĉe atomo. Sed, ĉar en tiu stato ĝi estis ne stabila, pro ĝia grandeco, ĉi tiu praatomo eksplodis en la plej granda atoma eksplodo, kiu iam okazis, la diversaj pecoj estas la steloj kaj galaksioj, kiujn ni vidas per niaj teleskopoj, reciproke disiĝantaj konstante, kaj ju pli malproksimaj, des pli rapidaj.

Tiu rimarkinda akordo inter la diversaj eksperimentaj konstatoj, kaj inter eksperimentoj kaj teorioj, forte sugestas, ke io, preter kio la scienco ne povas eĉ konjekti, okazis antaŭ ĉirkaŭ 5 000 000 000 jaroj. Ne estas neracie nomi ĉi tiun unikan okazaĵon la kreo. La kavaliro Edmund Whittaker diris pri la eltrovo de tiu akordo, ke se ĝi konfirmiĝos per postaj esploroj, ja eble povos okazi, ke oni konsideros ĝin la plej gravega eltrovo de nia epoko; ĉar ĝi prezentas fundamentan ŝanĝon en la scienca koncepto pri la universo, komparebla kun tiu, kiu efektiviĝis antaŭ 400 jaroj per la esploroj de Koperniko, kiam oni forĵetis la tercentran koncepton pri la universo.

„Se ĝi konfirmiĝos” — tio estas la trafa punkto! En la nuna tempo furiozas granda diskutado. Grupo da inteligentegaj junaj astrofizikistoj ekpretendis, ke ankaŭ supozebla estas io plu. Ili kredas, ke tra la tuta universo nova materio daŭre ekestiĝas, kredeble en la formo de atomoj de hidrogena gaso. La rapido estas tre eta, sed ĉar la spaco estas tiel granda, la tuta kvanto de la nova materio, kiu estiĝas en ĉiu jaro, estas grandega. La kreiĝo de tiu nova materio kontraŭpezas la perdon, kiu okazas pro tio, ke la plej malproksimaj galaksioj, — tiuj, kiuj troviĝas ĉe la rando de la spaco, konstante malaperas. Tiu malapero estas unu el la plej interesegej sugestoj de la moderna kosmologio. Ĝi sekvas el la leĝo de Hubble kaj Humason, laŭ kiu la rapido, je kiu ili formoviĝas konstante kreskas. Nenia lum-signal, nek ia alia influo povas vojaĝi pli rapide ol la lumo, do kiam la formoviĝo de galaksio atingas tiun rapidon, rezultigas, ke estas tute neeble, ke ni iam kontaktiĝu kun ĝi. Ni eĉ ne povas vidi ĝin; por ni ĝi kvazaŭ tute ne ekzistas. Ĝi ja ne apartenas al nia universo. Ni estas devigataj konfesi, ke ĉi tiu galaksio malaperis ĉe la limo de la spaco. Kreiĝo de nova materio kaj malapero de malnova ekvilibras tiel, ke la tuta kvanto de la materio perceptebla de ni restas pli-malpli konstanta. Konstanta restas ankaŭ la nombro de la steloj, ĉar la maldensa gaso hidrogena, kiu estiĝas, iom post iom plidensiĝas, formante ĉiam pli grandajn gutojn, ĝis el tio estiĝas nova stelo. Tiel oni supozas laŭ la teorio: novaj atomoj de la hidrogeno aperas el nenio; ili kolektiĝas en grupojn, kaj formas stelojn kaj nebulozojn: ĉi tiuj nebulozoj formoviĝas ĉiam pli rapide, ĝis ili malaperas. Sed la dramo daŭras: ĉiu stelo ludas sian rolon sur la granda scenejo, kaj poste forpasas en la kulisojn. Kiel okazis antaŭ miliardo da jaroj, okazas nuntempe, kaj okazos post miliardo da jaroj estontece: daŭra kreiĝado, nenia komenco kaj nenia fino de la dramo, nur komenco kaj fino de ĉiu aparta ero. Tio estas la bildo imagata de Hoyle, Lyttleton, Bondi kaj Gold.

Se vi volas demandi al mi, kion pri tio opinas mi mem, mi respondas, ke laŭ mi estas pli senriske atendi, ĝis io evidentiĝos. Ĉar ĉi tiuj novaj ideoj estas tro ekscitaj kaj maltrankviligaj, por permesi, ke oni ilin prijuĝu kun io simila al objektiva trankvilo. Sed dume, se oni volas akcepti la pli malnovajn opiniojn, kiujn mi prezentis en la komenco de ĉi tiu parolado, ili almenaŭ ja provizas konsekvencon respondon al nia demando: la aĝo de nia universo estas inter ĉirkaŭ 4 000 000 000 kaj 5 000 000 000 jaroj. Sed, dirinte tion, mi devas reveni al io, kio kvazaŭ embuske atendis nin, dum la tuta tempo, kiam mi parolis. Ni devas ĉiuj memori, ke, kiel diris d-ro Whitrow el la universitato de Londono ĉe la fina paĝo de sia verko pri la kosmologio: „Nia ideo pri la universo kiel tutaj tamen estas estigajo de nia imago.”

523.12 : 535

## KELKAJ KONSIDEROJ KAJ DEMANDOJ DE KOSMOLOGIA LAIKO.

Jam pli frue en Sc. Rev. (1 153; 4 110) aperis du artikoloj kosmologiaj pri la „senĉesa kreiĝado”. En ĉi tiu numero denove troviĝas du artikoloj, nome de profesoroj Coulson kaj Thüring. Rilate la fenomenon de la delokiĝo de la spektrolinioj profesoro Coulson tenas la starpunkton ke oni devas klarigi ĝin kiel Doppler-fenomenon (kiun ni konas), kaj ne serĉi tiajn klarigojn, kiaj necesigas hipotezojn ne trovantajn pravigon ankaŭ en surtere exploreblaj fenomenoj. Nu, la tero estas malgranda, kaj eĉ nia galaksio estas eta, kompare kun la galaksiaro konsistiganta la universon, kaj la daŭro de la homa vivo estas nenio kompare kun la tempo kiun bezonis lumo de malproksimega nebulozo por atingi nin. Do nepre eblas ke ekzistas fenomenoj kiujn ni per nur-teraj rimedoj ne povas konstati. Cetere kiu ajn teorio devigas ie alpreni hipotezo(j)n ne ankaŭ pravigebla(j)n per nun surtere okazantaj fenomenoj. Tio do ŝajnas ne sufiĉa kialo por forrifuzi teorion.

Ja se ni akceptas la Doppler-fenomenon klarigon, oni devas aŭ supoz, ke iam, en la prakomenco, la nebulozoj estis tre proksimaj unuj al la aliaj, kaj ke ĉiu el ili havis, rilate al nia galaksio, iun rapidon en iu direkto. Nun kaj estonte iliaj distancoj for de ni estus proporciaj al tiuj rapidoj, aŭ alivorte, la distanco for de ni de ĉiu nebulozo estus egala al la produkto de ĝia konstanta rapido (for de ni) kaj la treege granda aĝo de la universo. Ŝajnas al mi, ke ĉi tiu koncepto necesigas alprenon de hipotezo pri unufoja kaj samtempa kreo de la galaksiaro, hipotezo kiun, kompreneble, oni ne povas pravigi per nun sur tero konstateblaj faktoj.

Aŭ, alternative, se oni akceptas la ideon pri la daŭra kreiĝado, oni bezonas alian hipotezon (egale ne pravigeblan per surteraĵoj) por klarigi la proporciocon inter distanco kaj rapido de nebulozoj. Laŭ Newton la leĝo de la gravito aspektas jene:  $G = f \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$ , kio signifas ke la forto de la reciproka gravita altiro estas rekte proporcia kun ĉiu el la du masoj kaj inverse proporcia kun la kvadrato de la distanco inter iliaj pezocentroj. Se tamen, ni