

materialojn por sia korpo, sed ankaŭ satigas sian apetiton. La unuaj manĝaĵoj faritaj de tiaj algoj estis tiaj ke neniu povis manĝi ilin, pro specialaodoro, gusto ktp. Sed al la astronautikistoj komencis tie helpadi gastronomoj (atentu! **ne astronomoj, sed gastronomoj** — la astronomoj estas ja konstantaj helpantoj al kosmonaŭtoj, sed sur aliaj kampoj!). La gastronomoj eksperimentis kun preparado de la konvenaj manĝaĵoj el la algoj kaj ĝis nun ili sukcesis prepari tiajn manĝaĵojn kiajn oni povas tamen manĝi (ne kun apetito, sed tamen oni povas formanĝi ilin kaj doni al la korpo la necesan nutraĵon). Certe ankaŭ en tiu direkto oni daŭrigos la eksperimentojn kaj gastronomoj trovos la manĝaĵon farotan el la algoj kaj manĝotan, kun iom da apetito.

Kiel Vi vidas la vojaĝontoj devos kun si kunporti ĉion necesan, aŭ por la rekta vivo aŭ por la necesa produktado de la vivbezonaĵoj dum la kosmaj vojaĝoj. Pro tio estas nepre interesa la demando ĉu homoj ne povus rapide al kutimiĝi al la cirkonstancoj sur Marso aŭ sur Venuso kaj tiel liberiĝi de la konstanta zorgo almenaŭ pri la aero necesa por spiradi. La biologoj donis jam de Darvino la klaran respondon al tiu demando. Nome homa gento ekestis en la proceso de plurmilionaj adaptiĝado al la vivkondiĉoj kaj iliaj ŝanĝoj surtere. Subitaj ŝanĝoj pereigis multajn generaciojn, sed tiuj kiuj restis el la generacioj respondis per la necesaj ŝanĝoj en sia korpo kaj al kutimiĝis al la novaj vivkondiĉoj. La ŝanĝoj de la vivkondiĉoj ĉe la transiro de la Tero al alia planedo estas senkompare grandaj rilate al la ŝanĝoj dum homa historio. Pro tio ĉiu subita ŝanĝo pereigus ĉiujn alvenontojn sur alia planedo. Sed tio ne signifas ke la popaŝa al kutimiĝado, konscia kaj prudenta dum dekoj da generacioj, ne povus enporti la necesajn ŝanĝojn en homa korpo kaj adapti ĝin al la novaj vivkondiĉoj. Fakte tia metamorfozo kreus novajn estaĵojn, kiuj povus vivi sur tiu planedo, sed ne plu sur la Tero!

SCIENCA REVUO, eldono de Internacia Scienca Asocio  
Esperantista, Vol. 15, n-ro 3/4 (1965)

523.03; 535.36 : 535.21

115/118 : 523.1 (049)

**KRITIKO DE LA TEORIO DE »EKSPANSIANTA UNIVERSO«  
KONSIDEROJ PRI LA FLANKENIRO AL LA RUĜO EN LA  
SPEKTROJ DE EKSTERGALAKSIAJ NEBULOZOJ**

(Kompilis kaj prilaboris Adrian Boldan — Rumanujo)

Oni scias ke en 1929. Hubble malkovris la fenomenon de flankeniro al la ruĝo en la spektroj de ekstergalaksiaj nebulozoj. De tiam oni proponis kaj ankoraŭ proponas du seriojn da klarigoj.

La unuaj konsideras tiun ruĝeniron kiel puran Doppler — efekton; tiu estas la **kosmologiaj teorioj**, ĉiu preparante sian modelon de universo en ekspansio. Laŭ ĉiuj tiuj ĉi teorioj, la modifo de la observitaj spektroj de ondolongo estas kaŭzita pro la interagoj okazintaj inter galaksioj.

La duaj imagas ke la ruĝeniro ne estas Doppler — efekto, aŭ, almenaŭ, ne estas nur Doppler — efekto. Ili baziĝas sur la **hipotezo de oldiĝo de la lumo** sia longiro tra la interstela spaco.

Sed, fakte, ambaŭ kategorioj de klarigoj ne estas radikale malaj kaj kondukas, finfine, al analoga efekto. Nur la uzataj metodoj estas malsamaj. Ĉar jen, laŭ la teorioj parolantaj pri la »oldiĝo« de la lumo, la kurtigo de la frekvenco (aŭ la perdo de energio) de la fotono fariĝas dum sia vojaĝo. Ĝi aperas do pro ajna interago kun la medio transirata fare de la lumo kaj povas esti klarigita pro la grandaj iritaj distancoj. Sed, laŭ la hipotezo de la interagoj de galaksioj, la ŝanĝo de frekvenco de la lumo ne estas Doppler — efekto en la normala senco; rigore rigardite, tiu ŝanĝo de frekvenco estas ligita, laŭ la kosmologiaj klarigoj, kun la influo de la fonto en la momento de dissendo, nek je la influo de la observanto en la momento de alveno; la ŝanĝo de frekvenco estas determinita pro la raporto de la spacaj radioj al tiuj du momentoj kaj estas **gradado** dum la tuta vojaĝo de la lumo.

Ĝi ŝuldas tiun efekton al gravita interakcio inter la propaganta lumoj kaj la materio preter kiu pasas la lumoj. La ruĝeniĝo de la radioj elsenditaj en la najbareco de granda atrakcia maso (la suno, aŭ alia galaksio, ekzemple) tradukas eksperimente la dilaton de la tempo en la prezenco de materio.<sup>1)</sup> En la proponitaj modeloj de universo la materio oni asimilas al homogena fluidaĵo. Ĝia disa stato permesas determini la karakterojn de la ekspansianta universo. Fakte, skribas E. Schrödinger<sup>2)</sup> »ĉiuj liberaj materiaj korpuskloj, kiel ekz. korpusklo de kosma radio, suferas malgrandigon de sia nombro de brogliaj ondoj (aŭ de sia momento) ĝuste tiel kiel estas la inversa rilatraporto inter radio kaj la spaco«.

Fakte, ambaŭ tipoj de klarigoj estas kritikeblaj; la kosmologiaj teorioj provas priskribi en ĝia totaleco Univerŝon tre simpligitan kies individuaj objektoj estas ankoraŭ sufiĉe malbone konataj. Iuj el iliaj konkludoj, ekz. tiu koncernanta la aĝon de la ekspansianta Universo, troviĝas en kvazaŭ — kontraŭdiro kun la eksperimentaj rezultoj.

Al la demando ĉu la ruĝeniĝo okazas ĝuste pro la forkuro de galaksioj, nun oni ankoraŭ ne povas doni certan respondon. Ĉiokaze, supozante ke nuntempe la forkuro de la galaksioj el nia universo — parto estas reala, novaj kalkuloj, bazitaj sur la relativec — teorio,<sup>3)</sup> demonstras ke la spaca zono okupita »komence« de la materio kiu ekis sian ekspansiĝon devis esti konsiderinde granda (do, neniokaze ĝi povis esti »punkto«).

Oni estas do devigitaj, por eviti tiujn malfacilaĵojn, starigi novajn modelojn de Universo, pli malpli arbitrajn, rilate pli malpli proksime al la astrofizikaj observoj; tiel estas, ekz., la modelo kun kontinua kreo de materio.

Koncerne la teorioj de oldiĝo de la lumoj, la situacio ankaŭ pli favora ne estas: la diversaj hipotezoj estas formulitaj por la bezonoj de la kaŭzo.

Finfine, la rezultoj de l' observoj devas esti tre prudente prikonsideritaj. La nombro de la konataj laŭradiusaj rapidecoj estas ege malgranda. Ankaŭ la determino de la distancoj ĝis la malproksimaj galaksioj estas farita kun sufiĉe, eĉ tro, da necerteco.

Por konigi pli bone la aferon, mi donu kelkajn rezultojn de la eksperimentistoj.

Por la galaksioj de ŝajna magnitudo 8, oni trovis rapidecojn de forkuro ĝis 1.000 km/s.

2) E. Schrödinger, Nuovo Cim., t. 1, 1955, p. 63.

3) W. Hollitscher — »Die Natur im Weltbild der Wissenschaft« Globus Verlag — Wien 1960, p. 219.

Notante  $\frac{d\lambda}{\lambda} = \delta$  = relativa vario de ondolongo, oni nomas

»rapidecon de forkuro«  $v = c \cdot \delta$  (kie  $c = 3 \cdot 10^{10}$  cm  $\times$  s<sup>-1</sup>). La pli nova mezuradoj de Humason<sup>4)</sup> montris ruĝeniĝon de  $v = 61.000$  km/s. Humason eĉ fotografis galaksion por kiu la ruĝeniĝo altiĝis al  $v = 100.000$  km/s, kio estas konsiderinda fenomeno: la linioj de  $\lambda = 4.000 \text{ \AA}$  ondolongo estis translokitaj ĝis la regiono de  $5.000 \text{ \AA}$ .

Post 1929 Hubble rimarkis ke la ruĝeniĝo de spektraj linioj de ekstergalaksiaj nebulozoj estas des pli granda, ju pli malproksimaj ili estas.

Laŭ tre nova korekto de skalo farita de Humason, Mayall & Sandage<sup>5)</sup> en 1956 oni ricevas por la rilato rapideco-distanco la valoron:

$v = 180$  km/s. megaparseko<sup>6)</sup>

Ni ekzaminu unue la teoriojn kiuj tute ne konsideras la ruĝeniĝon kiel sekvo de Doppler-efekto, do tiujn kiuj kontraŭstaras la »ekspansianta« teorio. Post la prezentado de kelkaj plej novaj teorioj de la »oldiĝo« de lumoj ni povos komenci, sur firma fundamento, la kritikon de la »ekspansianta Universo« teorio.

**Teorio de Zwicky<sup>7)</sup>.** Laŭ Zwicky, la perdo de la energio de oldiĝanta fotono ŝuldiĝas je gravita efekto analoga je Kompton-efekto. Fotono de energio  $\epsilon = h \nu$  ( $h$  = konstanto de Planck,  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Ĵ. s;  $\nu$  = la frekvenco de fotono) kaj la maso  $m = \frac{h}{c^2}$ , pasante cis<sup>8)</sup> ajna maso  $M$ , transdonas al ĝi energion kaj »kvanton de movo«.

Per taksado la tiel perditan de la fotono momenton, Zwicky imagas ke la materio estas dispartigita en la spaco kun konstanta denseco  $\rho$  (aŭ  $\rho_0$ ) kaj ke la gravita interago inter la fotono kaj la materio estas transsendita per finita rapideco =  $c$ . Oni ricevas<sup>7)</sup> la rilaton:

4) M. L. Humason, Publ. astron. Soc. Pacific, t. 63, 1951, p. 232

5) M. L. Humason, N. U. Mayall & A. R. Sandage, Astron. J., t. 61, 1956, p. 97

6) 1 megaparseko =  $10^6$  parsekoj =  $3 \cdot 10^{24}$  cm. 1 parseko = distanco de kie la lumoj de la terorbato estas unu sekundo.

7) F. Zwicky, Proc. Nat. Ac. Soc., t. 15, 1929, p. 773

8) cis = neoficiala prepozicio. Montras preterpason de iu objekto, sed ne la sama parto kie la observanto estas (ĝi estas la malo de »trans«: trans = transitive)

$$\frac{\Delta v}{v} = 1,4 \pi_5 G \rho \frac{DL}{c^2}; \text{ rezulto kiu povas kompariĝi kun la observoj}$$

Oni notis:

$G$  = universala konstanto de gravito  $G = 6,665 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

$v$  = la frekvenco de la gravitondoj, konsiderante ke ili propagas sin per la rapideco  $c$ .

$D$  = la dimensioj de la spaco kie disestas la masoj: t. e. la distanco kie la perturbantaj efektoj de la moviĝanta korpusklo komencas malaperi.

$L$  = distanco laŭirita de fotono

Oni povas rimarki ke ĉi tiu rilato diferencas de tiu ricevita en

ordinara Kompton-efekto, kie  $\Delta v$  ne dependas de  $v$  (t. e.  $\frac{dv}{v} = 0$ ).

Ĉi tie, kvankam ne estas karambolo de korpuskloj, la gravita ago ne estas momenta. Zwicky prenas por  $\rho$  la limojn donitajn jam de Hubble

por la tuta esplorita spaco, t. e.  $10^{-31} < \rho < 10^{-26} \text{ g cm}^{-3}$ ;

$L = 10^6$  parsekoj;  $D$  oni supozas tre granda kompare kun la distancoj

(1) inter la koncentritaj masoj el Universo:

$D \approx 1000 \text{ l} \approx 3 \cdot 10^{27} \text{ cm}$ . La formulo de Zwicky kondukas al

$3 \cdot 10^{-7} < \frac{\Delta v}{v} < 3 \cdot 10^{-2}$  per megaparseko, kio, en »termoj de Doppler-efekto« estas  $9 \cdot 10^{-2} < v < 9 \cdot 10^3 \text{ km/s}$ . megaparseko.

Laŭ la mezuroj faritaj en 1953 de Neyman, Skott & Shane<sup>9)</sup> oni ricevas rapidecon de  $v = 90 \text{ km/s}$ . megaparseko adoptante kiel mezan densecon de la materio en spaco la valoron  $\rho_m = 10^{-28} \text{ g/cm}^3$ .

Do, la klarigoj de Zwicky estas en kvalita agordo kun la jam konataj faktoj, ĉar oni trovas relativan flankeniron — sendependan de frekvenco.

Laŭ tiu ĉi hipotezo, la fotono oldiĝas perdante la energion senditan al la Universa materio. Tiu alsendo fariĝas pere de gravitaj ondoj kiuj propagas sin per la rapideco  $c$ . La interrilato evidentigita de Hubble inter la flankeniĝo de spektraj linioj kaj la distanco de nebulozoj estas ĉi tie re trovata kun sufiĉe bona proksimeco. Finfine, ĉi klarigo permesas eviti la malfacilaĵojn levitajn de la Sheltona hipotezo, hipotezo kiu atribuas la originon de la ruĝeniĝo al vera Kompton-efekto. Laŭ Shelton, la flankeniĝo rezultas pro la efektiva kolizio de la fotonoj kun la liberaj elektronoj de gazaj interstelaj masoj. Tiuj kolizioj kaj karamboloj, fakte kapablaj produkti la ruĝeniĝon, devus

9) J. Neyman, E. L. Skott & C. D. Shane, *Astrophys. J.*, t. 117, 1953, p. 92.

samtempe kunporti devion de la lumaj radioj. Tial rezultas ke la bildoj de la galaksioj devus aperi malpli difinitaj ol ili ja estas. Sed tio tute ne veras. La optika bildo de la ekstergalaksiaj nebulozoj estas, pro la solvopovo de la modernaj teleskopoj, tre bone difinita. Do, la teorio de Zwicky evitas tiuspecajn malfacilaĵojn. Laŭ la deziro de ĝia aŭtoro, estus interese lokigi ĉi klarigojn sur la solidan teorion bazon de la ĝenerala Relativeco, kalkulante ĉiujn gravitajn interagojn kaj la proprajn movojn de la masoj. Tiun ĉi pruvon faras **Fred Hoyle** kaj **Joyant Viŝnu Narlikar** en ilia »Nova teorio de la Universo«. La teorio de »ĉiama Universo« estas unu el la du nuntempe en areno teorioj, la dua estante tiu antagonisma, de la »evoluinta Universo«, fervore gardita de Martin Ryle<sup>10)</sup>.

La ekvacioj de tiu ĉi teorio asertas ke la ago gravita estas necese atrakcia<sup>11)</sup>, kaj ke estas neeble ŝanĝi ties sencon. Por ĝi, la maso de ajna korpo estas funkcio de la ekzisto mem de la Universala enhavaĵo; la gravitan atrakci-konstanta  $G$  oni kalkulas pere de la meza denseco de materio en la kosma spaco; tiel ĝi estas **necese** la sama ĉie, do ververe universala, kiel ĝis nun ne estis la okazo. Kalkulante pere de la eksperimentaj mezuroj de movadkarakteroj de la Tero ĉirkaŭ la Suno, de la luno ĉirkaŭ la Tero kaj de la falado de korpoj sur teron, nenio indikis ke la valoro de  $G$  estas vere la sama en la stelaj fenomenoj, galaksioj kaj valida ĝis la linioj de la observebla universo, je 5 miliardoj da lumjaroj. Unu el la plej rimarkindaj punktoj de la teorio de Hoyle kaj Narlikar konsistas el la malapero de la dubjenco »kampo-ago malproksimen«. Ĝis nun la koncepto pri **fortokampo** karambolis je la malfacileco de senfinaĵoj, la valoroj figurantaj al korpuskloj senlime kreskis, postulante la enkondukon de kalkularitifikoj aŭ de hipotezoj kun neklaraj fizikaj sencoj; aliflanke, la nocio de »ago malproksimen«, tial kiel ĝin pripensis Newton, devige kondukas al nocio de samtempe eganta forto, kontraŭdirante la observojn kaj la teorion de relativeco. Tioj ĉi du nocioj estas harmonie kunligitaj en la nova teorio. Hoyle kaj Narlikar diras ke se la denseco de la materio havus duonan valoron, aŭ se vi volas, se malaperus duono de la steloj, la Suno altirus la planedojn duoble pli forte, la Tero ĉirkaŭirus multe pli proksime de la Suno kiu disradius centoble pli da energio ol nuntempe.

Alla konsekvenco de la teorio estas ke la Universo konstante kreskas, kaj ke ĉiunmomente, kreanta kampo, nomata C-kampo, aperigas

<sup>10)</sup> *Science et vie*, 1964.

<sup>11)</sup> A. T. Doroshinskij, *Forto altiranta, tiranta al*

spontane forme de korpuskloj la valoron de 50.000 sunmasoj per sekundo.<sup>12)</sup>

Laŭ mi persone, ĉi tiu teorio, kvankam sur teoriaj matematikaj bazoj, bezonas ankoraŭ multe da diskutoj kaj disputoj, rilate la filozofi- kaj interpret- aspektoj, ĉar la materio neniam, nenie, neniel kaj el nenio povas kreiĝi.

**La teorio de Bogorodski.**<sup>13)</sup> Laŭ Bogorodski, la observita variemo de frekvenco estas atributa al »gravita memindukto«, sufiĉe surprizanta. Ĉi teorio havas samtempe la avantaĝon (teorie) kaj la malavantaĝon (praktike) lokiĝi en la kadroj de la ĝenerala Relativeco. Ĝi baziĝas sur la jena rimarko: la kondiĉo  $ds=0$  permesas kutime transformi, per la procedo de paso al limon, la geodeziajn ekvaciojn en tiujn de lumtrajektorioj. Sed, ĉi tiu kondiĉo kunportas same, en la unua proksimigo, la identecon inter la de fotono kaj de gravitondoj rapidecoj. Tio esprimas la fundamentan specifan proprecon de la fotono same kiel de gravita korpusklo; kontraŭe al la ceteraj mekanikaj korpuskloj, la fotono translokiĝas restante ligita de la gravitondoj kiujn ĝi mem provokas. El la kalkuloj de Bogorodski rezultas ke la movado de la fotono dependas ne nur de la gravita kampo de eksteraj masoj sed ankaŭ de **ĝia propra kampo**. Tiu ĉi efeko ordinare estas neglektata, sed ĝi gravas en la okazo de tre longa vojo transpasita, kio ĝuste okazas je la ekstergalaksiaj nebulozoj. Por izoligi la rolon de la »gravita memindukto« de la fotono, Bogorodski ne plu konsideras la gravitkampon de la eksteraj masoj (ne pro ilia absurde supozita neglektebleco, sed, ĉar tio estas ĝenanta iun kiu aliopiniis la tutan kosmogonion) kaj li supozas ke la metrura tensoro  $g_{\mu\nu}$  dependas nur de la propra foton-kampo. La kontinua energetika degradiĝo de la fotono, ĝia »oldigo«, aperas do pro tiu gravita memindukto. La rolo de la ĉirkaŭstanta materio estas reduktita nur al tiu de ricevanto de la energio perdita de fotono sub la influo de ĝia propra kampo.

Bogorodski mem estas tre prudenta je la ekstrapolado tiel farita: ĉu eblas etendi al fotono la gravitajn proprecojn de aliaj korpuskloj? Ĝis kie oni rajtas apliki la mekanikan analogion uzitan? Ĉi tiu laboro havas kiel celon nur montri la partikularan gravitan naturon de la fotono, eble nur la **admetebajn** fizikajn kaŭzojn de la ruĝeniĝo. La facenfac-oponado kun la eksperimentoj povos okazi nur tiam kiam oni disponas de unu teorio pri la strukturo de fotono. Aliflanke, ĉar ĉi tiu teorio ekzamenas klarigon kiu aludas la graviton, tuj stariĝas la demando: ĉu la gravitkampo de la materio preter kiu pasas la fotono dum

12) F. Hoyle: »The Univers, A scientific American book«, N. Y. 1958, p. 77—86

13) A. T. Bogorodski-Poukovo obs. circ., 1940, no. 29

sia vojaĝo havas nenian influon? Kiel traduki tiun influon (ĉar ĝi certe ekzistas) se oni malakceptas ĉian kosmologion?

Ni devas rimarki ke la ruĝeniĝo de la sunaj radioj evidente ne konformas je la rilato de Hubble, valida nur por la malproksimaj galaksioj. Do, ĉiu teorio de la oldiĝo de fotono, kiu apogas sin sur la rilato distanco-rapideco aplikota por la perdo de energio de la fotono dum ĝia vojo, ne povas konsideri **ankaŭ** la ruĝeniron de la sunaj radioj. Principe, la **hipotezo de Finlay-Freundlich** kiu ankaŭ havas seriozajn teoriajn malfacilaĵojn kaj dubojn, ĉiuokaze evitas tion.

Laŭ Finlay-Freundlich<sup>14)</sup>, la ruĝeniĝo aperas pro perdo de energio en la radikampo de la koncerna stelo. Se oni notas  $\Delta v$  la variacion de la radia frekvenco  $v$ , oni proponas la jenan empirian formulon:

$$\frac{\Delta v}{v} = -AT^4 \cdot l$$

A = konstanto

T = la temperaturo de la radikampo

l = la distanco transirata en tiu ĉi radikampo

Tiu perdo de energio povas aperi pro ago fotono-fotono, kies proĉon oni ankoraŭ ne precizigis. La formulo de Finlay-Freundlich estas obtenita eke de la jenaj konsideroj: la lumo, pasante tra pezodensaj tavoloj kie la radianta kampo estas forta, perdas energion proporcie je la denseco de la radianta kampo kaj je la longo de la vojo laŭirita tra la radianta kampo. Uzante por la denseco de radianta kampo la leĝon de Stefan-Boltzmann oni ricevas ĝuste la suprenmenciitan formulon. Oni supozas ke la de la stela surfaco emerganta lumo perdas la energion precipe en la interno de la stela, atmosfero, kie la radianta kampo estas tre forta. Por Finlay-Freundlich, ĉiu ruĝeniĝo de pure gravita efeko (kiel en la kazo de Sirio B) egalas ĝis la kvina decimalo la antaŭe kalkulitan valoron fare de la ĝenerala Relativeco. La formulo de Finlay-Freundlich ŝajne aplikeblas same bone en la kazoj de steloj A, de supergigantaj M, de steloj Wolf-Rayet (kie la temperaturo  $T = 40 \div 100000^\circ K$ ), fakto kiu incitis sian aŭtoron apliki ĝin ankaŭ en la kazo de kosmologia flankeniĝo aŭ Hubble-efekto. Ĉi okaze li trovas, prenante  $\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = 0,0008$  per megaparseko, t. e.  $v = 240$  km/s, temperaturon intergalaktikan de  $1,5^\circ K$ , valoro sufiĉe rezona.

Max Born<sup>15)</sup> provas klari la naturon de la fenomeno kiu permesas kalkuli la ruĝeniron pere de la formulo Finlay-Freundlich. Li supozas ke temas pri unu vico de kolizioj fotono-fotono, ĉiu produktante malgrandan ŝerĝon de  $\lambda$  kaj  $v$ . Por ke tiuj perdoj de energio ne estu

14) E. Finlay-Freundlich, Phil. Mag., t. 45, 1954, p. 303.

15) M. Born, Proc. Phys. Soc. (A), t. 67, 1954, p. 193

akompanataj aŭ akompanotaj de la devio de incidantaj fotonoj, Born supozas ke la kolizioj estas akompanataj de la kreo de paro de korpuskloj kun kontraŭaj momentoj.

Se la sekundaraj korpuskloj estas fotonoj, ilia frekvenco estas proksima al la radiofrekvencoj (por la Suno  $\nu = 2.10^9$  kaj  $\lambda = 15\text{cm}$ ). La Finlay-Freundlich efekto kondukus al radioelsendo sufiĉe intensa kaj la ruĝeniĝo estus ligita al la radioastronomio. Sed la analizo de Born montras ke la totala perdo de energio rezultanta el la hipotezo de Finlay-Freundlich estas ĉirkaŭ  $10^8$ -oble la normala radioelsendo de la Suno. Pro diversaj kialoj, Born estas preta akcepti tiun ĉi grandan reduktion. Pli simple, McCrea<sup>16)</sup> pensas ke ekzistas ankaŭ alia rezono kiu malstarigas la hipotezon de Finlay-Freundlich. Tiu konkludo plifortiĝas per la apliko de Finlay-Freundlich-hipotezo je la radianta kampo de la galaksio: tiel, oni trovas radioelsendon centoble pli grandan ol tiu observita.

Ni ekzamenis ĝis nun la ĉefajn teoriojn de la »lumoldiĝo«, do la teoriojn kiuj, pro diversaj kaŭzoj ne akceptas la ekspansiadon. Oni povas vidi ke ili ĉiuj havas pli-malpli da misklarigoj aŭ eĉ, ke mi ne uzu la vorton »friponaĵo«, mi diru nekonsekvencojn kaj kontraŭdirojn de iuj observoj.

Konklude, se oni ne akceptas la kosmologiajn klarigojn pri la ekspansio de la Universo, la ruĝeniĝo de la radioj el malproksimaj galaksioj restas fenomeno tre grava, sed, entute mistera.<sup>17)</sup> La teorioj de la oldiĝo de la lumo, ĉiam tre arbitraj, ne integriĝante en teoria aro pli vasta, spite ilia lerteco, estas ofte nekoheraj.

Kelkaj el la problemoj al kiuj Finlay-Freundlich altiras la atenton devenas el observoj nun ne plu validaj.

Antaŭ disvolvi sen mezuro la teoriajn studojn kaj serĉojn, devus, uzante modernajn metodojn, ricevi pli grandan nombron da eksperimentaj rezultoj ŝirmitaj, se ne kontraŭ ĉiu kritiko, almenaŭ kontraŭ la evidentaj kritikoj.

Ankaŭ laŭ la opinio de Hollitschen<sup>18)</sup>, la nuna stadio de la serĉoj pledas por la ideo ke la ruĝeniĝo en la galaksiaj spektroj estas efekto de reala ekspansio de la metagalaksio, t. e. de la »supersistemo« de la ĉe ni observeblaj galaksioj. Ĉar en la metagalaksio la grupiĝo

16) W. H. McCrea, Phil. Mag., t. 45, 1954, p. 1010

17) S. Mavridès-»Le phénomène du décalage vers le rouge«-Probl. act. en théorie de la relat. — 1959, p. 40

18) W. Hollitschen, op. cit., p. 220

de galaksioj en »gregoj« estas evidenta, la disparteco de la materio devus esti konsiderata kiel treege nehomogena; ĝi estas ankaŭ anizotropa, t. e. neegala en diversaj direktoj. Certe, la ekspansio de ĉi sistemo devus kunligi sin kun la efektoj kiujn studas la gravitoteorio de Einstein, sed ĝi havas **nenion** komunan kun la homogena kaj izotropa sistemo de dispartiĝo de la materio, pridiskutita en literaturo. Nur la plenplena kono de la reala strukturo de la metagalaksio, bazita sur multe pli ampleksaj observoj, povus ebligi la klarigon pri ĝia nuna movadstato. La »ekspansio« de la »tuta Universo« povas havi diskutindajn efektojn en la kadroj de la nepripensitaj ekstrapoladoj de la metafizikistoj kaj idealistoj.

#### Bibliografio.

- Dieter, N. H. k. a. »A radio and optical investigation of extragalactic redshift« Astron. J., 1962, no. 5, p. 270
- A. S. Arseniev — »Pri la hipotezo de ekspansianta metagalaksio kaj pri la »ruĝen flankeniĝo« Probl. de Filoz. (rumana eld.) 1958, no. 8, p. 218
- P. Dîslevîi — »La problemo de spaco kaj tempo kaj la moderna bildo de la mondo« Probl. de Filoz. (rumana eld.) 1963, no. 6, p. 218
- P. Fedĉenko — Protiv idealistiĉeskih spekuljácii na javlenii »krasnogo smeŝĉeniĵa«-Nauĉn. Dokl. Viŝej Skoly-Filos. nauki, 1958, no. 4, p. 157
- G. F. Hawkins-»Expansion of the universe«-Nature, 1962, 194, no. 4828, p. 563
- G. Kroeber-»Svjaz marksistko-leninskoj filosofii i ĉastnyh nauk«-Vopr. Filos.-1961, t. 1, p. 65.
- A. Ward-»The galactic redshift«-Nature, 1961, 192, no 4805, p. 858
- Stiintă si tshnică- (Scienco kaj tekniko-rumana revuo) no. 12, 1964