

oni ne povas libere sendi monon eksterlanden. En tiuj landoj oni ofte eĉdonas diversajn esperantaĵojn, kiujn oni povas sendi al aliaj landoj anstataŭ la kotizo kaj por aĉetado de ISAE-eldonaĵoj. La centro kun la delegita reto devas ebligi la interkalkulojn kaj la kreditojn. Okaze de kolekto de granda monsumo en iu el tiuj landoj, la centro organizos presigon de iu el niaj eĉdonoj en tiu lando. La realeco de la ideo montriĝas jam efektive en la ekzemplo de Japanujo, kies delegito de ISAE estis ĝis nun ŝvidanto kaj baldaŭ li fariĝos la kreditoro, pro aperigo de Scienc-Teknika Terminaro.

Por la kongresa kunveno estos detale preparita la regularo por la diskuto. Sed jam nun la membroj de ISAE en ĉiuj landoj povas helpi transpagon de la mono el Jugoslavio, Pollando kaj Japanujo, kie estas acetebiaj bonaj (ofte tre malmultekostaj) libroj kaj revuoj. Pro tio iĉi devas nur mendi la koncernajn librojn pere de la delegitoj de ISAE. La sekretario de ISAE provizore reguligos la interkalkulojn ĝis la starigo de la centro. Ne forgesu ke tiel Vi ne nur helpas ke la membroj de ISAE en tiuj landoj ricevu Sciencon Revuon, Scienc-Teknikan Terminaron kaj Sciencajn Studojn, sed Vi ebligas ankaŭ ke la nombro de la membroj de ISAE rapide kresku per novaj aliĝoj el la landoj sen libera monŝanĝo.

La partoprenontoj de la kongreso estas petataj doni siajn sugestojn dum la diskuto en Marsejlo. Se Vi ne partoprenos la kongreson Vi povas ankaŭ skribi helpi la diskuton (kaj preparon de la raporto) sendante Vian opinion.

La ĝenerala sekretario.

## NEKROLOGO

(informo de prof. H. Sirk)

S-anino Jenny Weleminsky, pioniro de esperanto, membro de ISAE, mortis 10.II.1957 en Londono. Ŝia ĉefverko estis la traduko de la rakonto de Axel Munthe, La libro de San Mikele, en esperanton.

## ANONCO

Mankantaj numeroj tre dezirataj. Mankas en miaj kolektoj jenaj numeroj: Vol. I nro 2, 3; Vol. II nro 4; Vol. III nro 1, 3; Vol. IV nro 1; Vol. V nro 1, 2, 4; Vol. VI nro 1, 2; Vol. VII nro 2, 3, 4. Kiu(j) volos havigi ilin al mi? Mi kompensas kaj dankos. Prof. Corrado Cerri, C.P. 159, Biella, Verĉelli-Italujo.

537.533.35 : 539.13

## ĈU ONI POVAS VIDI LA ATOMOJN?

de Prof. D-ro HUGO SIRK

Prelego en Internacia Somera Universitato, Kopenhago, 1956.

Ĉu oni povas vidi la atomojn? Sub tiu titolo mi prelegis jam antaŭ ses jaroj en nia universitato dum la Pariza Kongreso. Vi povas legi mian tiaman prelegon en la ĉe Muusses eldonitaj Elektitaj Prelegoj, kie ĝi estas represita <sup>1)</sup> el la gazeto de ISAE, la Scienca Revuo.

Tiam mi preparolis la eksperimentojn de Wilson. Ili antaŭokuligas la vojon, kiun sekvas unuopa atomo, nome la per pozitiva elektro ŝargita heliumatomo, la  $\alpha$ -korpusklo. Ĝi postlasas spuron de sia vojo en supersaturita akvovaporo sub formo de nebulstrio. Por klarigi, en kiu grado ni vidas la atomojn, mi komparis la  $\alpha$ -korpusklon kun pafilkuglo, kiu trapafas kaj bruligas vicon da kunrastitaj fojnamasoj, t.n. stakoj. De sur monteto oni povas vidi la brulantan vicon, sed ne la pafilkuglon. Mi finis mian tiaman prelegon per jena konkludo: „*la unuopan atomon ni ĝis hodiaŭ ne povas vidi, sed ni povas videbligi fenomenojn kaŭzitaĵn certe per unu unuopa atomo. Eble ke la progresoj de la elektrona mikroskopio ebligas al ni estonte vidi aron da atomoj formantaj molekulojn de materio, kiun oni samtempe esploros per kemiaj metodoj.*”

Tiel mi finis mian prelegon antaŭ ses jaroj. Kiam antaŭ du jaroj ĝi estis presata, mi povis aldoni jenan piednoton: „*Tiu mia supozo efektiviĝis pli rapide ol oni povis esperi. Jam en oktobro 1950 la germana fizikisto E. W. Müller montris en prelego dum kunveno de germanaj fizikistoj sur fluoreska ekrano de elektrona mikroskopio la molekulojn de kuproftalocianino kaj hemino. Li uzis por tio sian metodon de kamp-elektrona mikroskopio <sup>2)</sup>.*”

En mia hodiaŭa prelego mi preparolos pli novajn eksperimentojn faritajn per la kampelektrona mikroskopio de Erwin Müller. Sed antaŭe mi devas enkonduke paroli pri la elektrona mikroskopio, kia ĝi evoluis dum la lastaj tridek jaroj.

Simile kiel la luma mikroskopio uzas lensojn por konverĝigi la lumradiojn per refrakto en la vitro, tiel la elektrona mikroskopio uzas specialajn aparatojn por deviigi la vojon de flugantaj elektronoj, do de korpuskloj ŝargitaj per negativa elektro. Parolante pri vojo de elektrono oni nun ofte uzas la esprimon *elektrona radio*. Refrakton de la elektrona radio, do ŝanĝon de ilia direkto, oni povas ricevi, se la elektronoj moviĝas en elektra kampo. Per taŭga elektra kampo oni povas konverĝigi paralelajn kaj eĉ diverĝajn elektronaĵojn. Aparatojn, kiuj produktas tiajn kampojn, oni nomas *elektronaĵoj lensoj*. Mi donos nur unu ekzemplon por ili. Ni imagu tri metalajn diafragmojn. Ni loku

ilin tiel, ke iliaj aksoj, la ortoj sur iliaj ebenaĵoj en la centro, koincidas. Fig. 1 donas al ni tranĉaĵon laŭ la komuna akso. La interna diafragmo havu negativan, la du eksteraj la saman pozitivan potencialon. Tial mi kunigas tiujn du eksterajn metale. La elektran kampon de la tiel konstruita lenso ni ne antaŭokuligos per la kamplinioj, sed per surfacoj, kie estas la sama potencialo. Tiujn egalpotencialajn surfacojn ni nomu, pro mallongo, *nivooj*. La elektraj kamplinioj estas ĉie ortaj al tiuj nivooj. Se mi desegnas la nivoojn por egaldiferencaĵoj valoroj de la potencialo, la denso de la nivooj donas al mi la intenson de la elektra forto. Ju pli densaj estas la nivooj, des pli grandas la elektra forto. Direktita ĝi estas al lokoj de pli malalta potencialo por pozitivaj elektraj masoj kaj al lokoj kun pli alta potencialo por negativaj elektraj masoj, do ankaŭ por niaj elektronoj. Por imagi la formon de la nivooj oni rotaciigu la figuron ĉirkaŭ la streketita akso. Elektronaĵoj radioj falu de maldekstre sur la lenson.

Ni konsideru unue la elektronan radion S en la akso mem. En la maldekstra duono de la lenso la elektrono venas de pli altaj potencialoj al malpli altaj kaj estas bremsata. En la dekstra duono de la lenso ĝi venas al pli altaj potencialoj kaj estas akcelata. Ĉar la fortoj, ortaj al la nivooj, agas ĉiam en la direkto de ĝia movo la elektrono ne estas devigata. Ni konsideru nun radion S' paralelan al kaj en kelka distanco de la akso. Ankaŭ tiu radio venas en la maldekstra duono de la lenso al pli malaltaj kaj en ĝia dekstra duono al pli altaj potencialoj, estas do ankaŭ unue bremsata kaj poste akcelata. Sed la fortoj tirantaj la elektranon, reprezentitaj en la bildo per kvar sagetoj, havas ne nur komponanton en la akso, sed ankaŭ komponanton ortan al ĝi. Oni vidas el la bildo, ke tiu orta komponanto tiras la elektranon supren en la eksteraj kaj malsupren en la internaj partoj de la lenso. Kiu efiko estos pli granda?

Kiel vi vidas el la denso de la nivooj, la fortoj en la interno de la lenso estas pli grandaj kaj ili agas sur la elektranon, kiam ĝi moviĝas pli malrapide pro la antaŭa bremsado. Do la efiko de la malsuprenigantaj fortoj estas pli granda kaj la elektrona radio estas refraktata malsupren. Ĝi tranĉos la aksan radion, ĝi estas refraktata al la akso. Se ni konsiderus akse paralelan radion malpli distancan de la akso ol S', ni povas konkludi el la klino de la nivooj, ke la radio estos malpli refraktata malsupren. Pro la simetrio de la figuro oni ekkonas, ke la refrakto de akse paralelaj radioj sub la akso estas ankaŭ donita per simetrio, ke ili ankaŭ estas refraktataj al la akso. Pro la aksa simetrio oni ekkonas, ke ĉio deduktita por la desegnoebeno validas por ĉiu akse paralela radio en alia ebenaĵo tra la akso. Ili estas ĉiuj refraktataj al la akso. El ĉio tio oni povas jam konjekti, ke oni ricevos per diafragmoj de taŭga grandeco enfokusigon de ĉiuj akse paralelaj elektronaĵoj radioj. La elektrona

lenso agas je akse paralelaj elektronaĵoj radioj kiel konvekso vitra lenso je la lumradioj. Oni ankaŭ povas pruvi, ke elektrona lenso efikas je diverĝaj kaj ne akse paralelaj garboj de elektronaĵoj radioj kiel vitra lenso je la koncernaj lumradioj. Tial oni povas bildigi objektojn elsendantajn elektronaĵoj radiojn.

Mi atentigas, ke oni povas atingi enfokusigon de la elektronaĵoj radioj ankaŭ per magnetaj kampoj. Tio ebligas la konstruon de magnetaj lensoj. Ili ankaŭ havas kelkajn avantaĝojn en la apliko al la elektrona mikroskopo kiu konsistas el tiaj lensoj. Mi nur mencias skemon de elektrona mikroskopo konsistanta el du elektraj lensoj (Fig. 2). La

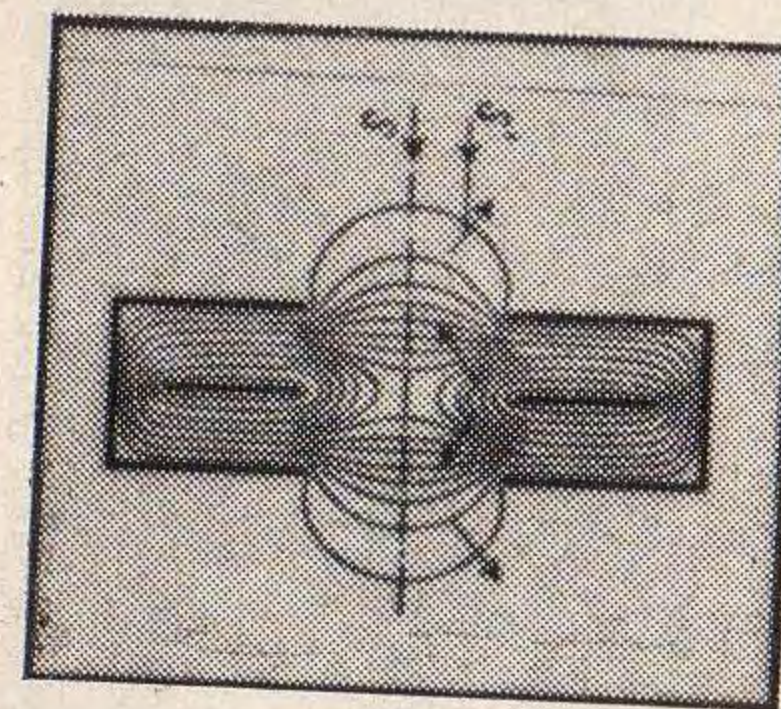


Fig. 1.

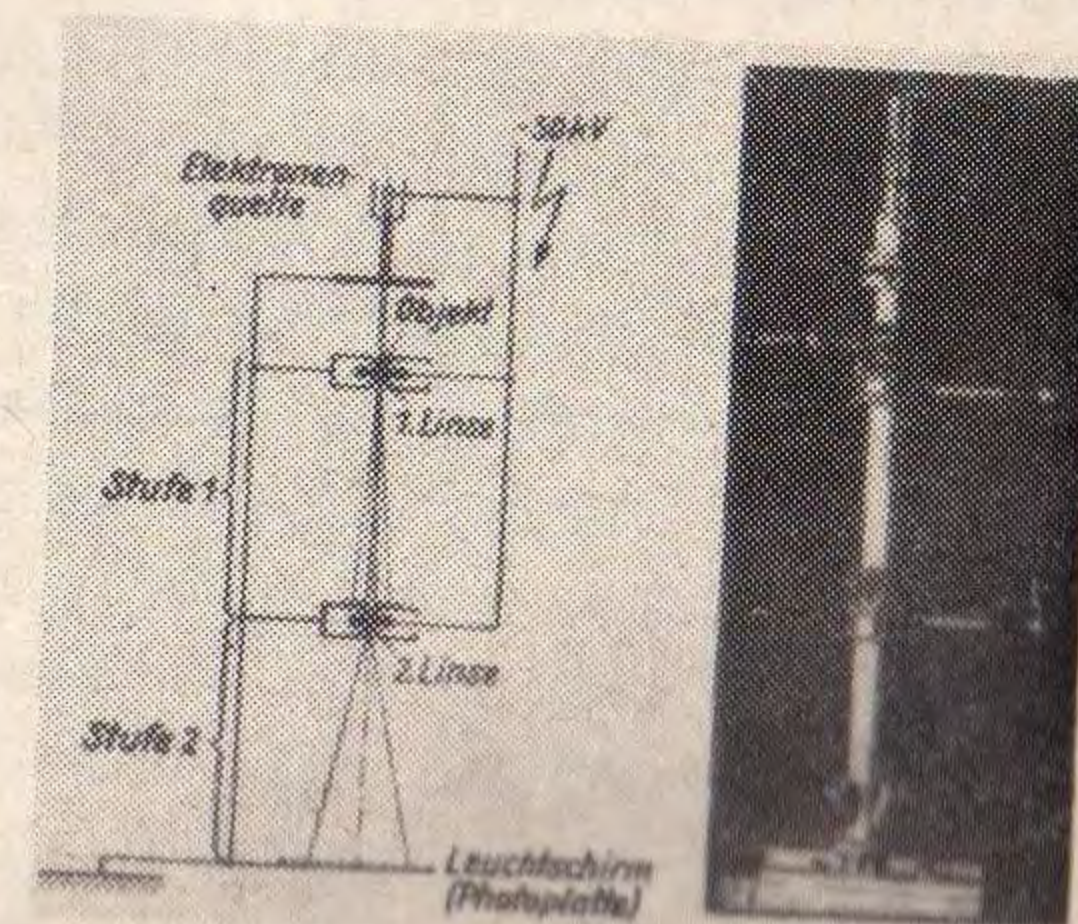


Fig. 2.

radiado de elektronoj estas liverata de inkandeska drato, kiu eligas la elektronojn el la metalo. Tiu fonto estas sub influo de forta elektra kampo, kiu donas al la elektronoj grandan rapidon. Tra diafragmo tiuj elektronaĵoj radioj venas al la traradiota objekto, kiu situas fiksite apud la elektrona lenso produktanta pligrandigitan bildon de la objekto traradiata per la radioj aŭ ombran bildon de objekto nepenetrebla por ili. Parto de tiu bildo estas per dua elektrona lenso denove pligrandigata kaj projekciata sur fluoreskan ekranon aŭ plakon. La internaj diafragmoj de ambaŭ lensoj estas konektitaj al alta negativa tensio de 50 kV, same kiel la fonto de la elektronoj, inkandeska drato. La eksteraj diafragmoj de ambaŭ lensoj estas terkonektitaj. La tuta spaco, en kiu moviĝas la elektronoj devas esti bone vakuigita, por ke iliaj moviĝoj ne estu ĝenataj per la aermolekuloj. Tial ĉiuj eroj de la mikroskopo troviĝas en la metala ujo videbla en la dekstra parto de fig. 2. Principe en la sama maniero oni konstruas mikroskopon kun magnetaj elektronaĵoj lensoj.

Post la invento kaj evoluo de la elektraj kaj magnetaj elektronaĵoj mikroskopoj Erwin Müller inventis sian specon de elektrona mikroskopo, kies principo estas jena: *Oni eligas el la observenda objekto*

per fortega elektra kampo elektronojn, tiel nomatajn kamp elektronojn, tiamaniere, ke iliaj vojoj diverĝas kaj trafas poste fluoreskan ekranon. La esenca diferenco je la antaŭa metodo estas, ke la bildigo ne okazas per fokusigo.

Ni supozu por momento, ke la observenda objekto estas la surfaco de eta metala globo A (fig. 3), ŝargita per negativa elektro. Ĝi estu ĉirkaŭita per samcentra sferforma kondukilo B, kiu estas pozitive ŝargita.

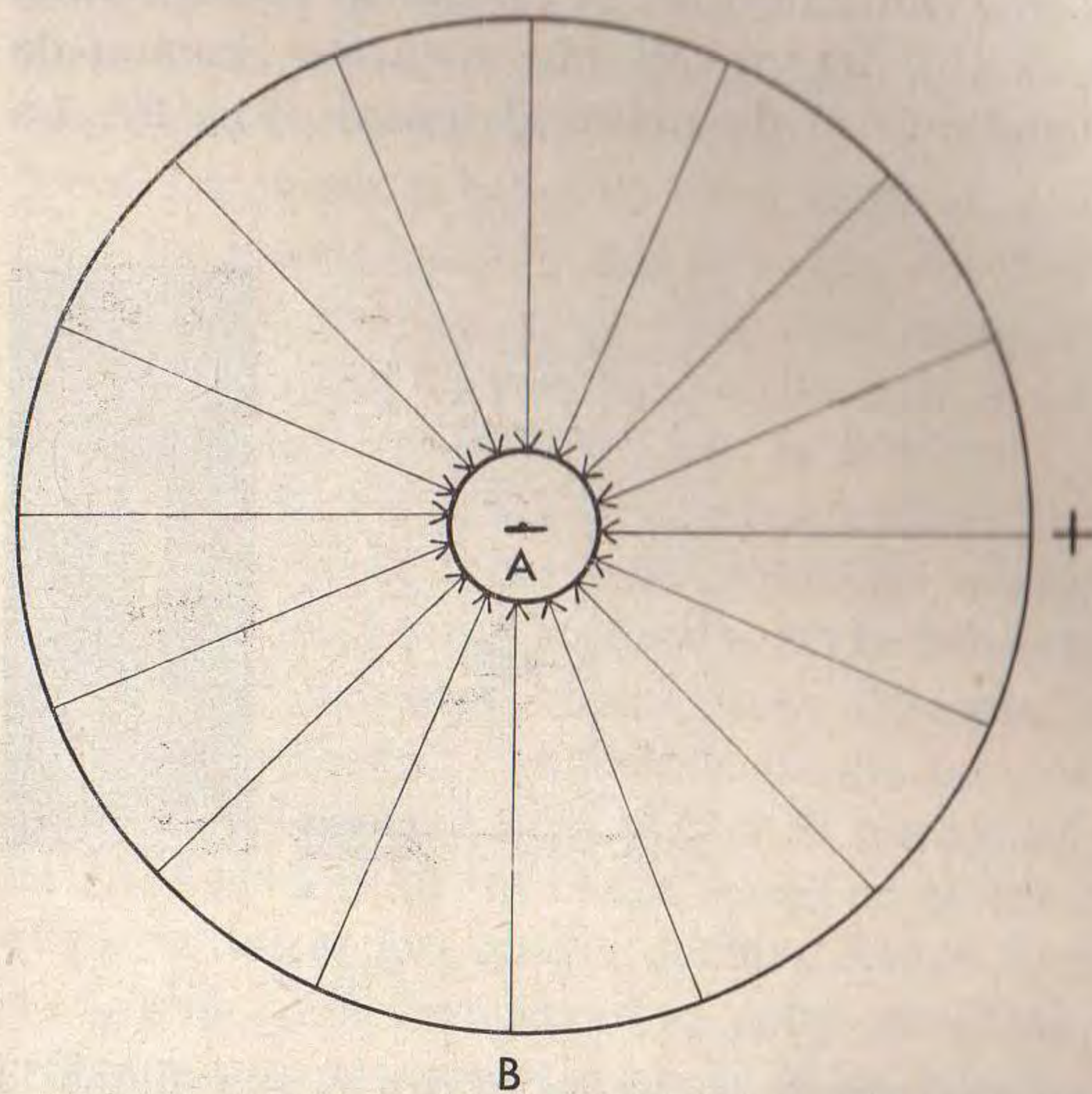


Fig. 3.

La elektra kampinioj konverĝas al la centro de la globeto kaj havas sian plej grandan denson sur ĝia surfaco. Tie do la elektra kampo estas plej forta. Ni supozu, ke inter A kaj B regu tensio de  $10^4$  V kaj ke la radiuso de la kava sfero B estu kelkaj cm, tiu de la metala globeto A pli eta ol unu  $\mu$ , tiam la intenso de la elektra kampo ĉe ĝia surfaco povas atingi  $10^7$  V/cm. Je tia kampintenso eliĝas el la metalo sen iu alia influo, kiel ekzemple temperaturaltigo, la kampelektronoj. Ili estas kvazaŭ eltirataj per la elektra forto, sekvas ĉefe la kampiniojn, kun kreskanta rapido, kaj trafas la ĉirkaŭantan sferon, kiun ili povas fluoreskigi, se ĝia vando estas kovrita per fluoreska materialo. Se troviĝas sur la surfaco de la globeto A regionoj de diversa eligpovo por elektronoj, ni ricevas sur la fluoreska ekrano sur la vando pligrandigitan bildon de tiuj regionoj. La pligrandigo estas difinita per la rilatumo de la radiusoj de ambaŭ sferoj. Tio estas nur la principo, nur la skemo de la kampelektrona mikroskopo laŭ Müller.

Por efektiviĝi tiun skemon ni devas uzi anstataŭ tiu supozita globeto



Fig. 4.

kaloton, kiu formas la finaĵon de pintigita drato el tunsteno, tre malfacile fandebila metalo, multe uzata por inkandeskaj dratoj. Tiu pintigita drato servas kiel elektra kondukilo, tiel ke la potencialo de la kaloto restas konstante negativa malgraŭ la eligo de elektronoj. Fig. 4 estas foto de la pintigita dratfinaĵo farita per elektrona mikroskopo. Ordinara lummikroskopo ne sufiĉus por tia pligrandigo. Ĝia disigpovo ne videbligus la dratpinton. En la bildo vi vidas kiel mezurilon la longon de unu mikrono. Tiel oni povas taksi ke la radiuso de la kaloto estas nur frakcio de unu mikrono, eble ne multe pli granda ol dekonono de mikrono. Tiu kalota pinto troviĝas en la centro de sferforma vitra ampolo G (fig. 5). La parto L de ĝia vando estas kovrita per fluoreska materialo kaj formas la ekranon, sur kiu ni observos poste la bildojn kaŭzitaĵajn per la elektronaĵoj. Por ne ĝeni tiujn radiojn la ampolo estas kiel eble plej bone vakuigita ĝis premo de nur  $10^{-10}$  da atmosfero. Tamen restas en ĝi ankoraŭ pr.  $10^{12}$  molekuloj, kiel oni kalkulas per la Loschmidta nombro<sup>3)</sup>. Ili trafas la surfacon de nia kaloto kaj estas absorbitaj per ĝi. Ĉi tiuj ĝenus postajn eksperimentojn. Por forigi ilin oni devas varmigi la surfacon de la drato. Tion oni faras elektre. Por tio oni ĉirkaŭigis la pintigitan draton antaŭ la pinto per maŝo el alia tunstena drato (vidu la flankan desegnon en fig. 5), tiel ke ambaŭ dratoj estas en bona elektra kontakto. Ilin oni fiksas en soklo de inkandeska lampo E 27, al kiu oni almetas tension de ĝis 4 V. La elektra kurento varmigas la draton ĝis inkandesko kaj sufiĉe da varmo estas kondukata ĝis la kalota pinto por forigi la absorbitajn molekulojn. Al tiu soklo mi ankaŭ konektas la negativan poluson de alta tensio de proksimume  $10^4$  V. Ĝia pozitiva poluso estas konektata al la soklo E 14 de la ampolo. Ĝi ebligas ankaŭ almeti ĝis-4-voltan tension al tiu spirala drato, kiu surhavas iom da bario. Tio estas metalo kun atomezo 137, kiu estas tre elektropozitiva, tio signifas, ke ĝi facile

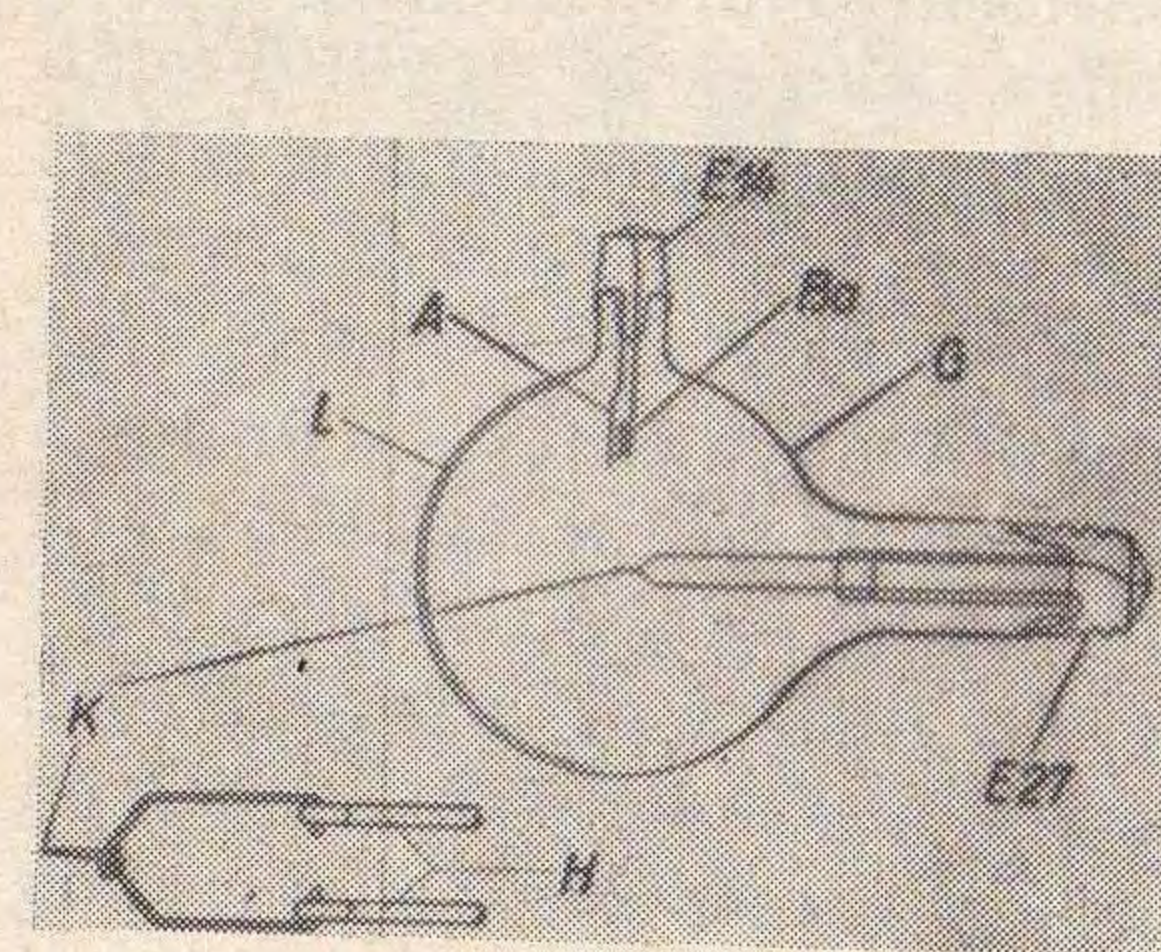


Fig. 5.

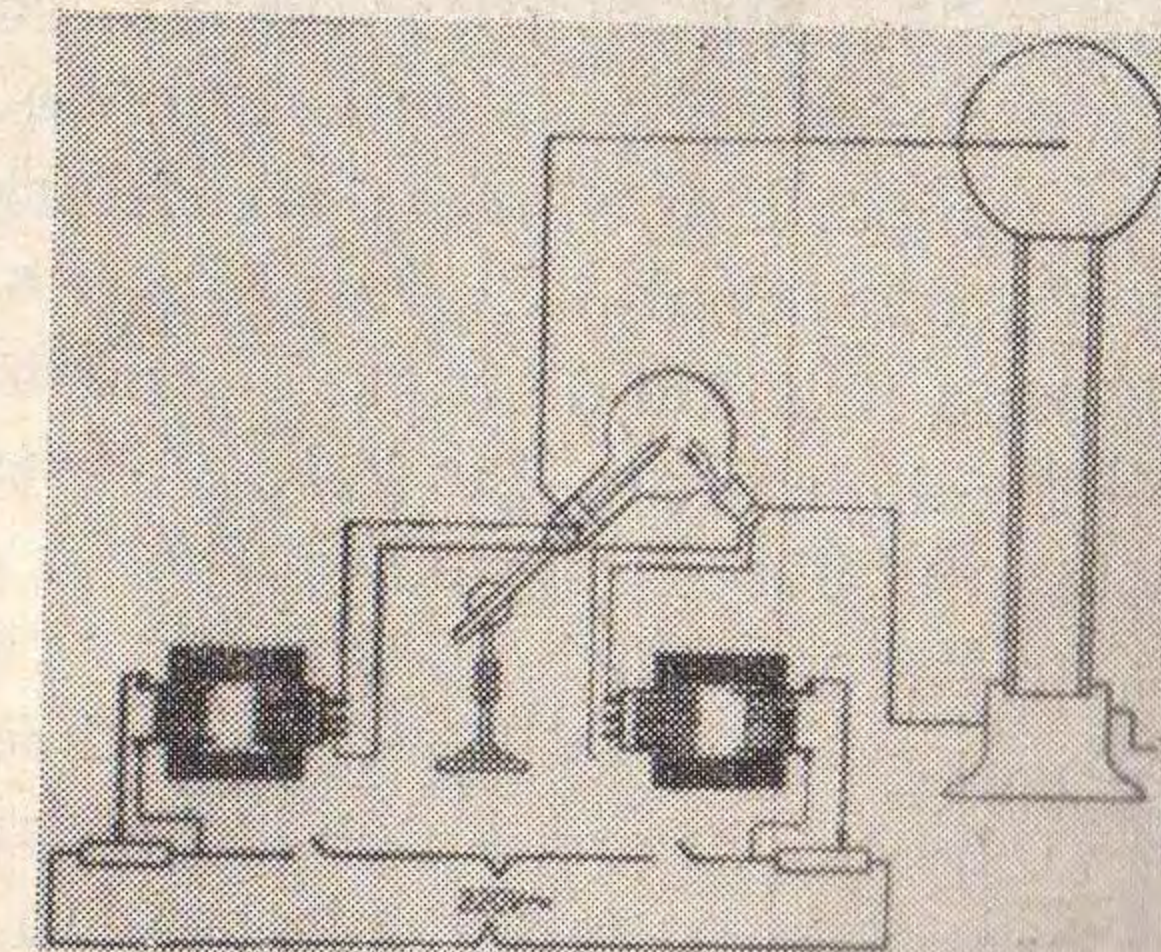


Fig. 6.

eligas elektronojn. Pri la uzo de tiu barion mi parolos poste. Ĉar la spiralo estas konektita kun la pozitiva poluso, la elektronoj eligintaj el la pinto kaj trafintaj la ekranon venas fine al tiu anodo kaj estas per ĝi elkondukataj el la ampolo. La pintigita tunstena drato estas do la katodo de la elektrona mikroskopo. Por montri bildon sur la ekranon mi forigos la aermolekulojn per elektra hejtado kaj post ĉesigo de la kurento mi almetos la altan negativan tension al la kalota pinto. Tuj, por ke ne al sorbiĝu denove aermolekuloj sur la kaloton, por vidi la efikon de la elektrona radioj sur la ekranon.

Sed antaŭe ni rigardu la konektskemon de la tuta aparataro <sup>4)</sup> (fig. 6). Vi vidas, ke la soklo de la ampolo, kiu enhavas la pintigitan draton, estas ŝraŭbita en lampingon, kiu estas izole fiksita. Bona izolo necesas, ĉar ĝi estos sub dekmilvolta tensio. La du dratoj de la soklo kondukas al la sekundara bobeno de transformilo, kiu transformas la alternan tension de 220 V al 4 V. La primara tensio estas almetata per tensidividilo al la bobeno. Al tiu lampingo de la katodo mi konektas ankaŭ la negativan poluson de generatoro por alta tensio. Ĝi estas induk-elektra maŝino, malgranda speco de alttensia rubandgeneratoro de van der Graaff, kiu nun estas multe uzata en la atomfiziko. Senfina kaŭĉuka rubando estas movata per ruliloj. La kranko de unu estas videbla malsupre. La alia rulilo troviĝas en la interno de granda kava globo, kiu forprenas la indikitajn negativajn ŝargojn el la rubando. El la globo la alta tensio de eble  $10^4$  V estas almetata al la katodo de la mikroskopo. La pozitiva poluso de la alta tensio estas konektita kun la spiralo surhavanta la barion. Por eksperimentoj klarigotaj poste primara bobeno estas ankaŭ konektita per tensidividilo kun la 220-volta tensio.

Komencante la eksperimenton ni unue forigu de la katodo la alorbitajn gasmolekulojn per elektra hejtado. Nun mi almetas la altan tension. Malkonforme al tio, kion ni devus atendi, ni ne vidas homogenan fluoreskon sur la tuta ekranon, sed simetrian figuron (fig. 7). Do la tunstena surfaco de la kaloto ne elsendas elektronojn en ĉiu direkto egale bone. Tion ni nun devas klarigi al ni. Unue ni pripensu, kiel estiĝis la pintigita drato! Ĝi estis eltirata el tunsteno, kiu tiuokaze kristaliĝis. Unuopa kristalo de tunsteno formas ankaŭ la elektronojn elsendantan pinton de la drato. Tiu kristalo estas orientita laŭ la akso de la drato en certa maniero, tiel ke rezultas la simetrio en fig. 7. Laŭ la ekkonoj de la kristalografio la atomoj de la tunsteno estas en tia kristalo ordigitaj kiel montras la kristalmodelo (fig. 8). Ili formas spacan krandon tian, ke en ĉiu angulo de kubo troviĝas unu atomo kaj same ankaŭ en la centro de la kubo. Tiun spacan krandon oni nomas korpcentrita kuba krado. La simetrio, kiun oni vidas sur la fluoreska ekranon respondas al tia orientado de la kristalo, ke la surfaca diagonalo situas en la akso

de la drato. La kristalografio nomas tiun direkton [110]. En tiu direkto la eligo de la elektronoj estas do malpli forta; tial la nigra makulo en la centro. La aliaj nigraj makuloj ankaŭ respondas al difinitaj direktoj en la krado formita de la atomoj. Aliaj direktoj donas pro pli granda elsenda kapablo pli helajn bildojn. Ni notu la tranĉpunktojn de diversaj direktoj en la atomkrado kun la sferforma ekranon. La ricevitan bildon ni projekciu sur ebenon kaj ricevas fig. 9, en kiu ni signas la direktojn kristalografie. La centro respondas al la surfaca diagonalo de la kubo situanta en la dratakso. La direktoj [100] kaj [010] respondas al la eĝoj de la kubo.

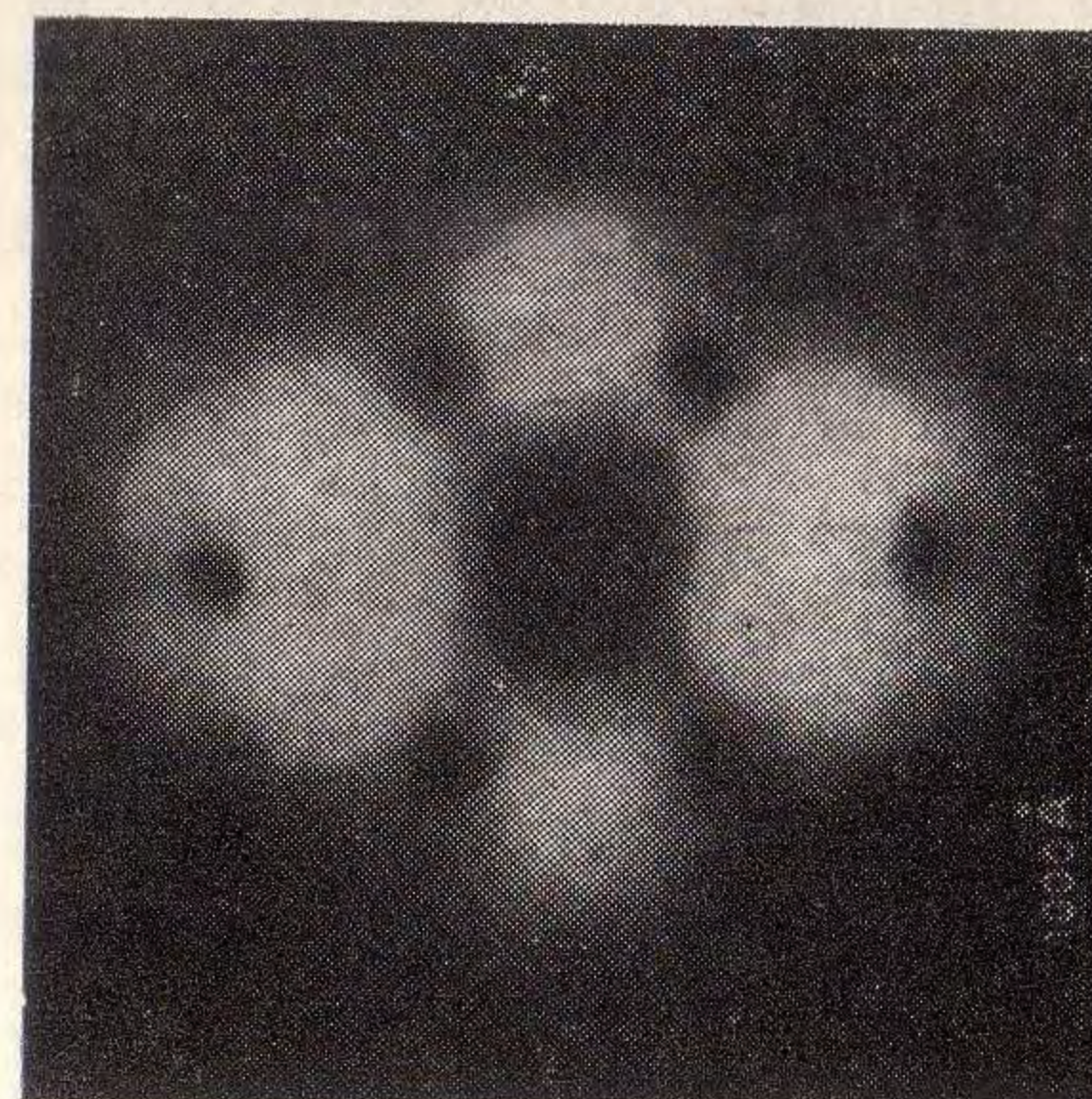


Fig. 7.

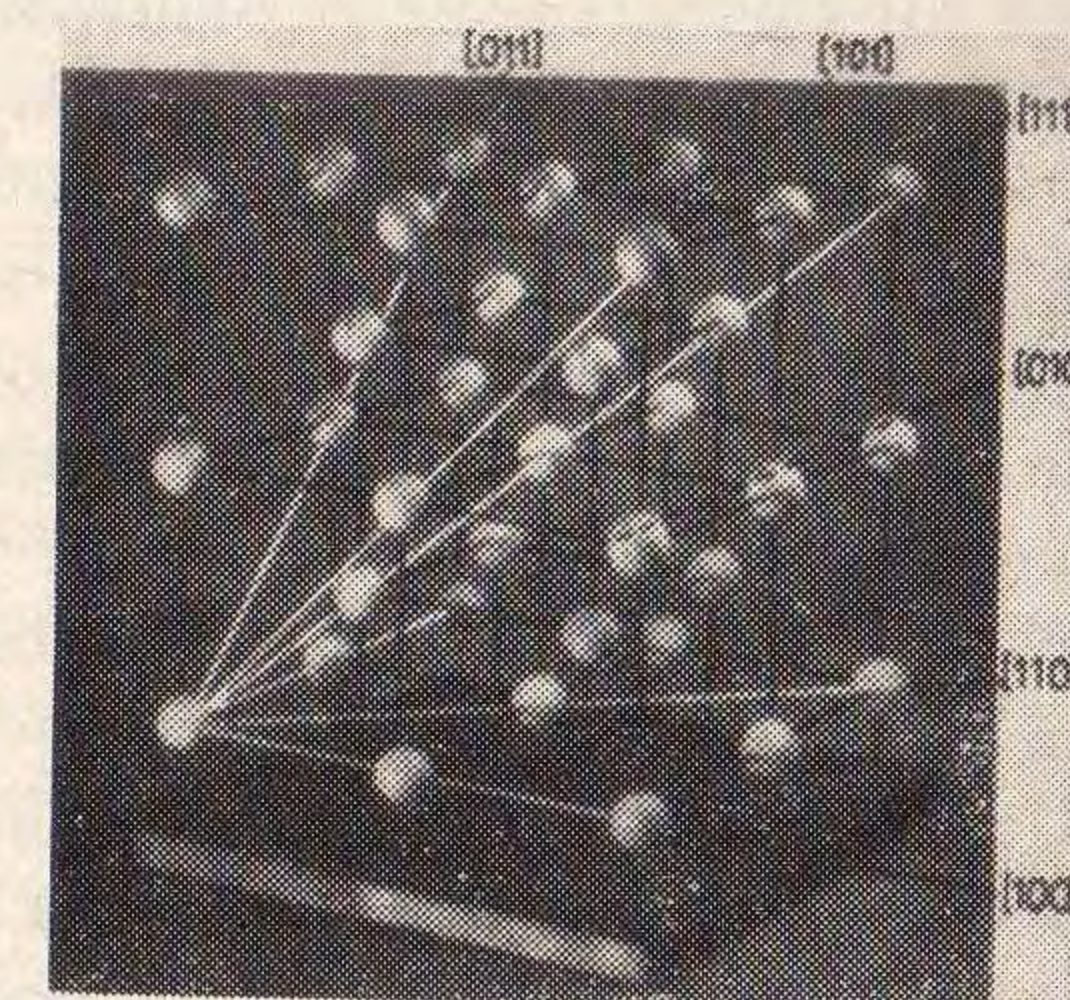


Fig. 8.

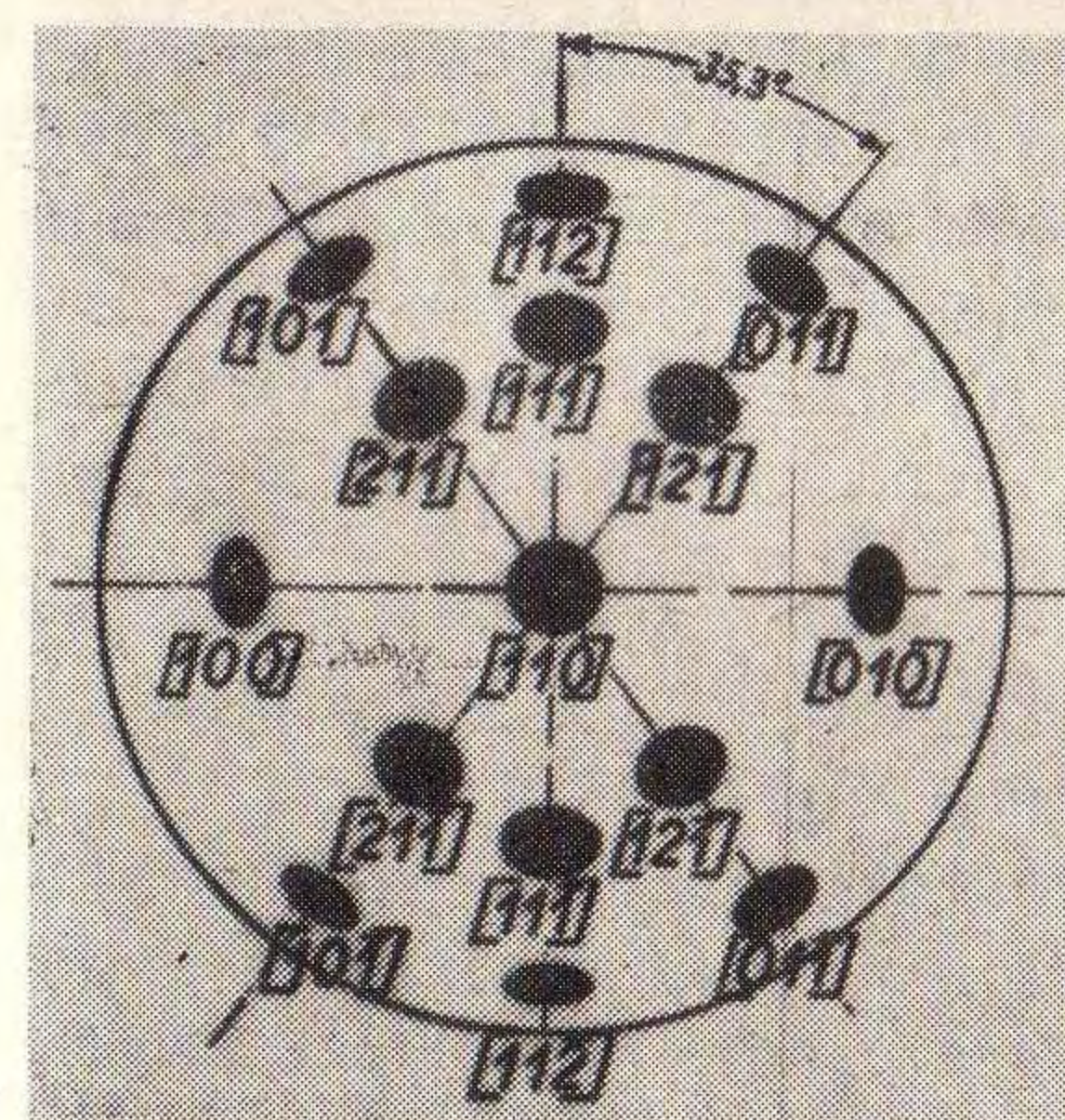


Fig. 9.

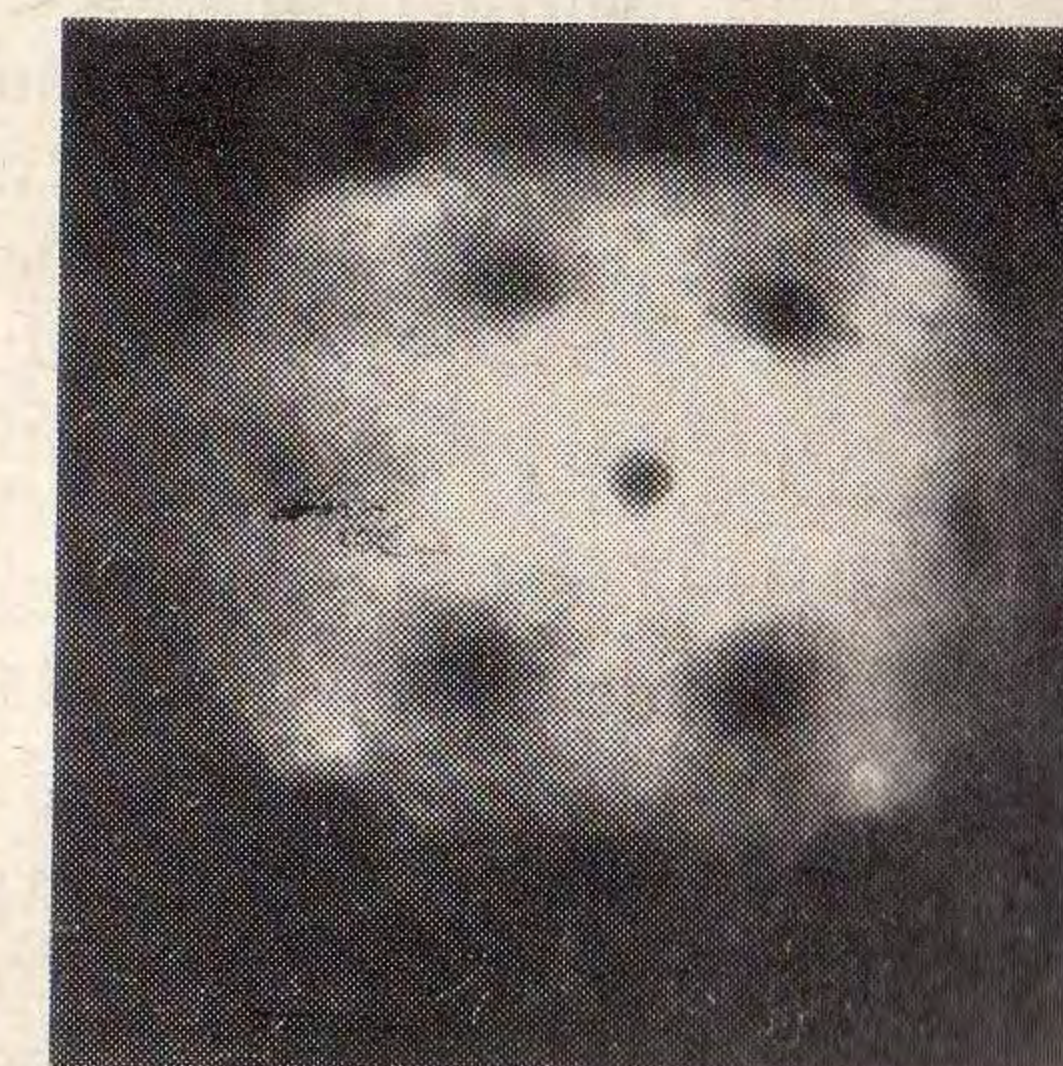


Fig. 10.

Ni vidis dum la unua eksperimento, ke la bildo ŝanĝiĝis pro la alorbitaj aermolekuloj en la bildon de fig. 10, kie la nigra makulo en [110] plietigis. La makuloj respondantaj al [100] kaj [010] preskaŭ malaperis. Kontraŭe la makuloj respondantaj al la aliaj surfacaj diagonaloj de la kubo [101], [011] kaj simetriaĵoj ni vidas en la unua momento nur malklare; poste ili fariĝas pli klaraj, kiel montras fig. 10, pro la efiko de la alorbitaj aermolekuloj. En la direkto de la spaca diagonalo de la kubo [111] la elsendkapablo estas pligrandigita per la alorbitaj aermolekuloj. La helaj makuloj unue, en fig. 7, ne estis videblaj, sed poste estas konstateblaj, en fig. 10.

Ni vidas, kiel la aermolekuloj influas la elsendkapablon de la katodo diversmaniere. Ili mem ne estas videblaj per tiuj eksperimentoj. Sed nun mi surmetos sur la elektronojn elsendantan kaloton bariatomojn.

Mi denove purigas la katodon per hejtado elektra. Poste mi almetos la altan tension. Ni vidos denove la konatan bildon, sed tuj poste mi hejtos la spiralon surhavantan la barion. Ĝi vaporigis, ĝia vaporo konsistas el unuopaj atomoj, kiel pruvis la kemiistoj, kaj kelkaj el ili al-sorbiĝos. Tion vi vidos en la mallumaj makuloj, precipe en la centra makulo [110]. Vi vidas nun, ke post la hejtado de la bario aperas iom post iom kvazaŭ neĝeroj helaj disketoj, kies diametro estas eble 1-2 mm. La bariatomo, estante forte pozitiva, pli facile elsendas elektronojn ol la fundo konsistanta el tunstenatomoj. Ĉar eliras el la bariatomoj pli da elektronoj, ilia pli intensa elektrona radiado pli forte fluoreskigas la ekranon. Bedaŭrinde la aermolekuloj denove al-sorbiĝas kaj vualigas la fenomenon. Por vidigi ĝin denove mi post forigo de la alta tensio denove hejtas la katodon, la alorbitaj bariatomoj forvaporigis kaj la ĝenantaj aermolekuloj ankaŭ malaperas. Post hejtado de la bario ni vidas denove la neĝadon de la bariatomoj, kiun mi povas ankoraŭ akceli per pli forta hejtado, ĝis la surfaco de la katodo dense kovriĝas per ili. Por kontrolo ni kalkulu laŭ la geometria skemo el fig. 3 la diametron de la helaj disketoj, kiujn ni taksis minimume je 1 mm uzante la diametron de la bariatomo, kiun oni deduktis laŭ modernaj kristalografiaj metodoj per mezuroj ĉe la halooj laŭ Debye-Scherrer<sup>5)</sup>. Ĝi estas  $4,3 \text{ \AA} = 4,3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ . La pligrandigo, kiun ni povas konjekti per simplaj geometriaj pripensoj, (vidu fig. 3), estas la rilatumo

$$\frac{\text{radiuso de la sfera ampolo}}{\text{radiuso de la kaloto}} = \frac{5 \text{ centimetroj}}{0,1 \text{ mikrono}} = \frac{5 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{1 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 5 \cdot 10^5.$$

La pligrandigo estas inverse proporcia al la radiuso de la kaloto. Ni intence supozis kiel eble plej etan radiuson por la kaloto kaj ricevis tiel certe la maksimumon de pligrandigo ebla per tiu mikroskopo. Per tia pligrandigo ni kalkulas la diametron de la helaj disketoj viditaj sur la ekrano kiel produkton de la bariatoma diametro kaj la pligrandigo  $4,3 \cdot 10^{-10} \text{ m} \times 5 \cdot 10^5 = 21 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 21 \cdot 10^{-2} \text{ mm} = 0,21 \text{ mm}$ .

Do la diametro devus esti maksimume nur kvinono de milimetro. Ĝi estis certe multe, eble dekoble tiel granda! El kio tiu malakordo?



Fig. 11.

Por ĝin klarigi ni antaŭokuligu al ni la elektran kampon proksimege de la katodo kaj konsideru, ke ĝi konsistas el tunstenatomoj, sur kiuj almetiĝas la pli grandaj bariatomoj. Por ricevi ideon, kiel aspektas la elektra kampo ĉe tiuj atomoj ni faru skeman eksperimenton, tiel nomatan model-eksperimenton, kiaj estas ofte uzataj en la tekniko por eviti longegajn kaj ne ekzakte fareblajn kalkulojn.

Ni skeme reprezentu la tunstenan katodon per vico da disketoj el staniolo surgluitaj sur vitra plato. Ni almetas du pli grandajn diskojn reprezentantaj bariatomojn. La foran alian elektrodon ni reprezentigu per bendo staniola (fig. 11). Al tiuj elektrodoj ni almetu elektran tension kaj observu la kampon per surmetitaj vitraj fadenoj. Ili sin metas en la direkto de la kamplinioj kaj tiel reprezentas la elektran kampon inter la elektrodoj, simile kiel fera fajlaĵo reprezentas la kampliniojn de magneta kampo. Ni vidas, ke la kamplinioj elirantaj el la tunstenatomoj ja unue iom diverĝas, sed baldaŭ iĝas paralelaj. Kontraŭe la kamplinioj elirantaj el la surmetitaj bariatomoj eliras el ili laŭradiuse kaj nur poste paraleliĝas kun la aliaj ampleksante tiamaniere pli grandan terenon. Io analoga okazos ankaŭ en la elektra kampo de nia mikroskopo. Ĉar la elektronoj sekvas ĉefe la kampliniojn, la pligrandigo kaŭzita per diverĝo de la kamplinioj donita en fig. 3 estos ankoraŭ plifortigata per la fenomeno videbla en la model-eksperimento. Ni do komprenas, ke la disketoj kaŭzitaj per la bariatomoj montriĝas pli grandaj ol ni konjektas per la geometria skemo.

Nun ni respondu la titolan demandon: Ĉu oni povas vidi la atomojn? Ni estas konvinkitaj, ke ĉiu unuopa hela disketo respondas al unu bariatomo. Sed la disketo ne estas la bildo de la atomo. La intelekta situacio povas esti klarigata per analogio prenata el observoj ĉe la ultramikroskopo. En ĝi oni vidas korpetojn tro etajn por esti vidataj en la lummikroskopo, ĉar ili havas similan grandon kiel la lumondoj, per kiuj ni prijuĝas la grandon de korpoj en la lummikroskopo. Sed tiuj etaj korpoj difraktas la lumon kaj tiu de la submikroskopaj korpetoj difraktita lumo estas videbla en la ultramikroskopo kaj sciigas nin pri la ekzisto de la korpeto. Tio ebligas al ni ekzemple nombri tiajn submikroskopajn korpetojn, sed ne donas al ni bildon pri ili.

Kun la tiamaniere klarigita rezervo ni rajtas aserti: Ni povas vidi la atomojn.

(La ilustraĵo 1 estas prenita el Hauer, Physik für Mediziner, Wien Urban und Schwarzenberg, 1949. La ilustraĵo 2 el Grimsehl-Tomaschek, Lehrbuch der Physik, Band 2, Teubner 1940. La ilustraĵoj 4 ĝis inkl. 11 el K. Hecht, Das Feldelektronenmikroskop nach Prof. E. W. Müller; Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, Band V)

1) Scienca Revuo 6 (1954) 91. 2) Erwin W. Müller, Die Sichtbarmachung einzelner Atome und Moleküle im Feldelektronenmikroskop. Z. f. Naturforschung. 5a, 473. 3) S.R. 6 13. 4) La aparatoj estas aĉeteblaj ĉe la firmao Leybold, Köln-Bayental, Germanujo, Okcidenta zono. Al ĝi kaj al firmao Struers, Chemiske Laboratorium, Kopenhago, mi ankaŭ dankas subtenon de mia prelego per aparatoj. 5) Ebert und Hartmann. Z. anorg. Chemie 179 418 (1929).

nivoo = egalpotenciala surfaco, Elektroteknika vortaro de IEC.

**Noto de la Redaktoro:** Pro la apenaŭa prononceblo de *tungsteno* (ĉar en Esperanto la literkombinaĵo *ng* ne reprezentas unu sonon) prefere *tunsteno*, eĉ pli prefere *volframo*. Profesoro Sirk insistis pri la uzo de *per* por montri la aganton en pasivaj formoj, kiun uzo mi opinias nepre malaprobinda. La prepozio *per* restu rezervita por la rimedo, la ilo, aŭ la peranto. Se oni trovas la multsignifecon de *de* maloportuna, oni ne provu eviti tion, donante al aliaj prepozicioj novajn signifojn.

550.3.,1957/1958"

## LA HOMARO, LA TERO, KAJ LA KOSMO

D-ro Roger REVELLE

D. Kio estas la Internacia Geofizika Jaro?

R. Ĝi ne estas periodo apartigita, kiel „manĝu-pli-da-prunoj”-semajno, kiam oni devus komplezi al geofizikistoj. Ĝi estas entrepreno kooperativa de tutmondaj sciencistoj por fari mezurojn, kiuj helpas al ni pli bone kompreni la karakteron de la tero kaj kiel tiun influas la suno.

D. Kiuj partoprenos tiun studadon?

R. Kvardeko da nacioj entute partoprenos. Usono havas tre gravan rolon, sed en kelkaj rilatoj la Rusoj havas programon de samskala amplekso. La Britoj kaj ĉiu grava membro de la Brita Naciaro partoprenos; ankaŭ la Germanoj, la Francoj, la Islandanoj, la Irlandanoj, la Izraelianoj, la Italoj kaj la Tajlandanoj. Mezurojn faros sciencistoj ĉeĥaj kaj hungaraj, jugoslavaj, meksikaj, japanaj, hispanaj kaj filipinaj.

Por tiu internacia okazo la „fera kurteno” leviĝos almenaŭ dumtempe. Ĉiujn faktojn amasigitajn oni libere interŝanĝos inter ĉiuj nacioj partoprenantaj. Rusio eĉ proponis la preson kaj distribuon de tiuj informoj, je sia propra elspezo. Tia internacia scienca kunlaboro, malgraŭ malamikeco internacia aŭ eĉ milito, ne estas novaĵo, precipe je terstudado. En geofiziko, same kiel en astronomio, ekzistas longa tra-

dicio de helpemo kaj de libera interŝanĝo inter sciencistoj diversnaciaj. D. Kiam okazos la Internacia Geofizika Jaro?

R. Oficiale, ĝi komenciĝos en julio 1957, kaj daŭros ĝis la fino de 1958. Tio rezultigos interkovriĝon de observoj ekster la limoj de periodo dekdumonata.

Ampleksaj preparoj jam estas komencitaj. La pasintan jaron Usono sendis ekspedicion esploran al Antarktiko. Nun grupo de kvar provizoŝipoj kaj tri glacirompantoj tie efektiviĝos duan preparan ekspedicion. Tiu agado bildesprime nomiĝas „Deepfreeze I”. Ĝia ĝenerala estro estas admiralo Byrd. Sciencistoj de multaj landoj amasigas instrumentojn, projektas instalaĵojn, kaj instruas observantojn por aliaj eroj de la programo.

En la pasinteco okazis du internaciaj kooperativaj studoj de la tero. La unua Internacia Polusa Jaro estis en 1882-1883. La dua okazis 50 jarojn poste en 1932-1933. Nun, pro la plia rapideco de ĉiuj sciencaj progresoj, la tria jaro tia venas post nur 25 jaroj.

D. Kie ĝi okazos?

R. Oni povus respondi simple — ĉie sur la tero. Sed pli detala respondo estas pli interesa.

Estos multaj observlokoj sur la tero, en insuloj de la suda maro kaj en malproksimaj lokoj strangnomaj: Thursday Island, Botany Bay, Malaga, Algeciras, Cadiz, Martinique, Haiti, Marquesas, New Caledonia, Casablanca, Dakar, Hollandia, Saipan, Palau, Rabaul. Legantoj de ĵurnaloj devos relerni la nomojn kaj situojn de multaj el la fremdaj lokoj kiujn ili ekkonis dum la dua mondmilito. La Rusoj havos du observlokojn sur glaci-insuloj en la Oceano Arktika. Estos proksimume 35 apartaj sciencistaroj en la Antarktiko, subtenataj de dekunu diversaj nacioj.

Oni faros mezurojn ne nur sur kontinentaj surfacoj aŭ sur insuloj. Balonoj, aviadiloj, rokedo kaj artefaritaj lunoj esploros la supran atmosferon kaj la spacon ekster la atmosfero. Sepdek ŝipoj por scienca esplorado la oceanojn esploros, prenante specimenojn kaj mezurojn per longaj ŝtalaj fingroj en la profundoj de la maro.

D. Kiel oni faros la laboron?

R. Fakoj en kiuj oni planas penetrajn esplorojn sciencajn inkluzivas studojn pri la aŭroro, la lumo de la nokta ĉielo, kosmaj radioj, la ŝanĝoj de la tera magnetokampo, glaciĉapeloj kaj glaciejoj, la fiziko kaj hemio de la supra atmosfero, la monda vetero kaj klimato, mezuroj de la gravito, la moviĝoj de oceanakvoj, tertremoj, kaj la ŝanĝiĝema agado de la suno.

Observojn oni sinkronigos per reto de lokoj sur la tuta mondo. Ĉiunmonate regule okazos tri „mondotagoj”, kiam oni samtempe observos specifajn fenomenojn en multaj lokoj.

D. Kiom kostos ĉi tio entute?