

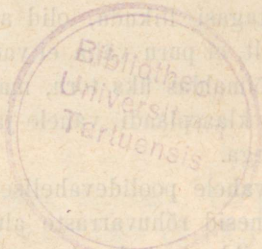
K. A.

Häma Dr. A. Audovale

Elutorill suurima lugupidamisega

### Bismuti puru elektri takistuste muutumine magnetväljas erinevail rõhkel.

Albr. Altmann.





### 1<sup>o</sup> Katsevahendid.

Käesolevaks uuringuks saadi bismut osalt Ülikooli Füüsikalse keemia laboratooriumist (C. F. Kahlbaum'i prepar. puriss.) osalt k/m Lill & Hakkaja'lt (harilik tehniline). Purustamine sündis portselaan ehk ahaat umhris. Et terade suuruse suhtes koosseisu ühtlustada, lasti puru läbi sõela (9000 avaust  $\text{cm}^2$  peal). Sarnaselt ettevalmistatud puru paigutati 5 cm pikkuse ja  $0,029 \text{ cm}^2$  läbilõike pinnaga klaas torru ja korgiti viimane mõlemilt poolt nikeldatud otstega vask varrastega. (Hilisemal katseil tarvitati torusid läbilõike pindadega  $0,358 \text{ cm}^2$ ,  $0,697 \text{ cm}^2$  ja  $1,583 \text{ cm}^2$ ). Vardad võisid torus vabalt edasi-tagasi liikuda, olid aga seestpoolt lihvitud toru seintega nii tihedalt, et puru välja ei varisend.<sup>1)</sup> Et suuremat hulka puru, kui seda võimaldas üks toru, magnetvälja viia, kleebiti 9 ühesugust toru kahe klaasplaadi vahele ja ühendati rõhuvadard järjestikku vask traatidega.

Magneti mähiste vahele poolidevahelise avause kohta ehitati kindel alus, millel tugenesid rõhuvarraste alumised otsad. Poolide kohalt käis üle 80 cm pikkune valgest vasest kang, mille üks ots kinnitati kindla toe külge, kuna teise otsa riputati soovitava rõhu tekkitamiseks tina vihid. Poolide vahe kohale kinnitati kangi külge valgest vasest plaat ja selle alla puust lauakene, mis surus varraste ülemisi otse. Alustoe kõrgus valiti nii, et puru kiht torudes jäi poolide vahe kohta ühtlase magnetvälja.

Magnetväli tekitati elektromagnetiga, mida toideti akkumulaatorite vooluga. Teatud voolutugevusele vastavad magnetväljad mõõdeti Hartmann & Braun'i bismut spiraaliga № 108. Vaatluste juures puruga väljatugevust ei mõõdetud, vaid see hinnati spiraaliga leitud andmeil voolutugevuse põhjal elektromagnetis.

1) Torud lihvis ja valmistas rõhuvadard „Experimentator“ Tartus.

Takistuse mõõtmisel rakendati Wheatston'i silla printsiip, kasutades seejuures n. n. „nullmeetodi“, s. t. vool juhiti ainult hetkeks silda, et hoiduda mõõtmisvoolu segava soojuslise mõju eest. „Nullseisu“ jälgiti Hartmann & Braun'i pöörmahis peegelgalvanomeetri № 1590 ja astmikuga varustatud pikksilma abil.

Et silla kõrvaljuhtmete ja nende ühenduskohtade ülemineku takistuse kohta selgust muretseda, ühendati samade juhtmete vahele, mis viisid uuritava puru juurde, normaal takistuskast. 17 mitmesuguse takistuse puhul leiti, et normaali takistus keskmiselt  $0,007 \sim$  võrra vähem, kui nõuaks sillaharude vastav suhe. Seega puru tõeline takistus

$$X_0 = X - \Delta X$$

kus  $X$  mõõtmisel leitud ja  $\Delta X = 0,007 \sim$  — vasttähendatud ühendusjuhtmete poolt mõjutatud parandustakistus. Et käesoleval juhusel ei huvitand puru takistuse absoluutväärtus, vaid nende vahe

$$X_0' - X_0 = (X' - \Delta X) - (X - \Delta X) = X' - X$$

kus  $X_0'$  puru tõeline ja  $X'$  mõõtmisel leitud takistused magnetväljas;  $X_0$  ja  $X$  — vastavad takistused ilma väljata. Seega langeb  $\Delta X$  vahe juures välja, ega pole tarvidust temaga arvestada.

Peale voolu katkestust elektromagnetis nii puru kui ka spiraali takistused avaldasid, olgugi õige vähesel määral, suurenemise kalduvusi, võrreldes takistusega enne välja tekitamist. Põhjus peitub näivalt elektromagnetii jääkmagnetismis: spiraaliga ei mõõdetud õieti väljatugevuse absoluutväärtus ( $H_0$ ), vaid tema kasv ( $H$ )

$$H_0 = H + \Delta H$$

kus  $\Delta H$  jääkmagnetvälja tugevus. Et puru takistused määrati samul tingimusil, siis tema kasv ( $X - X_0$ ) magnetväljas ei vastagi  $H_0$ le vaid  $H$ le. Viimane ( $H$ ) aga oligi just see väljatugevus, mis määrati spiraaliga.

Temperatuuri jäävustamiseks kaitsevahendeid ei tarvitatud, mis võiks põhjustada teatud määral õigustatud etteheiteid. Kuid tööruumi temperatuuri kõikumised ühe vaatlusrea vältel püsisid kümmendik kraadi piires ja vastav parandus langeks katsevigade piirkonda.

## 2<sup>o</sup> Vaatlusviis.

Vaatlused toimusid järgmiselt. Puruga täidetud torud asetati magneti poolide vahele vähema rõhu alla, millest sooviti alata katset ja jäeti mõneks ajaks seisma, et puru võimalikult ühtlaselt kokku vajuks. See teostus umbes 2—3 tunni jooksul — jämedate torude

korral ruttem, peente puhul aeglasemalt. Tasakaalu teostumise tunnuseks võis lugeda nii  $R_0$  (purutulba takistus) kui ka DR (takistuse kasv magnetväljas) püsivust. Siin oli puru ülespidamine näivat võerastav. Rõhu suurendamisel kahanes  $R_0$  ja DR hüppena, kuid kohe peale selle algas mõlemate pidev kasv, mis mõne aja pärast arsümptootiliselt sedavõrd lähenes teatud piirväärtusele, et vaatluseid ei segand. Näiteks toruga № 3 (läbil. pind  $0,697 \text{ cm}^2$ ) oli 1 gr. puru takistuse muutus 1000 G väljas [ $K_0$  — vaat. alamal (14)] 96 atm. rõhu all 25 tunni vältel kasvand  $1,2\%$  võrra.

Ka Brentano<sup>1)</sup> katseil tuli ilmsiks, et mõnda aega normaaltingimusil seisnud bismut traadi takistus peale survet suuremaks muutus, milline nähtus rõhu kõrvaldamisel hävines alles mõne aja järel; see oli nii magnetväljas kui ka ilma viimaseta. Brentano seletab rõhu eemaldamisel püsima jäend eritakistuse suurenemist traadi dimensioonide eelastse jääkdeformatsiooniga.

Puru ei vaju rõhu alla asetamisel kohe lõplikult kokku, vaid sisehõõrumise järeldusel kestab protsess pikemat aega, mille vältel ka kasvama peaks takistus, alates silmapilgust, mill terade deformimisest tingitud takistuse kasv ületab rõhu mõjutatud teradevahelise ülemineku takistuse kahanemise. Seega on eelmine nähtus Brentano tulemustega vähemalt kvalitatiiivselt kooskõlas. Muidugi tuleb siin arvestada veel keemiliste nähtuste võimalusega: olgugi et bismut kui niisugune õhu suhtes passiivne, kuid peene puruna võib olla ta ülespidamine teistsugune.

Olles veendund püsiva oleku teostumises, mõõdeti puru takistus mitmesuguses magnetväljas. Suurendati rõhku, oodati mõni aeg ja toimiti endiselt. Niiviisi kogutud andmed võimaldasid ülevaate saamise takistuse muutuvuse suhtes kahes suunas: sõltumine 1) magnetvälja tugevusest ja 2) rõhust.

### 3<sup>o</sup> Katsetulemused.

Olgu antud näitena ühe vaatlusrea tulemused (tarvitusel 1 toru):

Toru avavuse läbilõike pind  $1,583 \text{ cm}^2$

Torus puru 10,47 gr (C. F. Kahlbaumi preparaat; lastud läbi sõela, millel 9000 avavust  $1 \text{ cm}^2$  peal.)

Puru tulba kõrgus 2,4 atm. rõhu all 1,246 cm; 42,1 atm. all —1,130 cm.

Temperatuur —  $15,2^\circ \text{ C}$ .

Katseandmete kokkuvõte — tabelis: ülemisel real on antud

1) Brentano: Annal. d. Phys. 46; 941; 1915.

rõhud (P) atmosf., nende all (2—9 veerud) ohmides puru takistuse kasv DR (korutatud  $10^2$ ), mõjutatud magnetvälja H poolt, mille tugevused Gausses — esimesel veerul; joone all, real  $R_0$ , purutulba takistused ilma magnetväljata<sup>1)</sup>

P	2,4	3,3	6,0	8,6	19,6	26,9	34,0	42,1	A. $10^2$	B. $10^2$
	DR. $10^2$									
H										
1725	—	—	,02	,0180	—	,0065	,0055	,0045	,002	,126
3075	—	—	,07	,0430	,0210	,0165	,0150	,0120	,003	,365
3575	—	,10	,09	,0605	,0280	,0225	—	,0160	,006	,423
4075	,15	,12	,10	,0725	—	,0285	,0240	,0200	,011	,439
4500	,18	,14	,12	,0850	,0420	,0325	,0295	,0235	,013	,524
4900	,19	,18	,14	,1040	,0485	,0375	,0345	,0275	,015	,620
5225	,22	—	,15	,1180	,0525	,0425	,0395	,0310	,016	,717
$R_0$	1,952	1,949	1,251	,9451	,3746	,3197	,2531	,2104		
$K \cdot 10^4$	1,305	1,167	,9410	,6832	,3163	,2543	,2291	,1834		
$K_0 \cdot 10^4$	,1246	,1115	,0899	,0653	,0302	,0243	,0219	,0175		

a) Takistuse kasvu (DR) sõltuvus magnetvälja tugevusest (H). Goldhammer<sup>2)</sup> ja Heaps<sup>3)</sup> katseliselt ning J. J. Thomson<sup>4)</sup> teoreetilisil kaalutusil jõudsid otsusele, et metall bismuti takistuse kasv (DR) magnetväljas peaks olema võrdeline viimase ruuduga

$$(1) \quad DR = k H^2$$

Eelmist seost katsuti rakendada ka puru korral. Tema maksvuse puhul peaks

$$\frac{DR}{H^2} = k$$

s. t. mingi kindla rõhu all peaks olema takistuse kasvu (DR) jägatised vastava väljatugevuse ruuduga katsevigade piires jäävad. Seda järelkatsudes leiti, et k järjekindlalt väheneb käsikäes välja (H) kasvuga. See ei tule ilmsiks ainult käesoleva katserea, vaid

1) Väljatugevus oli mõõdetav täpsusega  $H \pm 20$  G, rõhk  $P \pm 0,2$  atm. ja takistuse kasv  $DR \pm 0,0001$  (2—3 veerul)  $DR \pm 0,000005$  (4—9 veerul).

2) Goldhammer: I. Ann. d. Phys. 31; 360; 1887; ja II Ann. d. Phys. 36; 804; 1889.

3) Heaps: Beibl. 37; 1396; 1913.

4) J. J. Thomson: Beibl. 25; 710; 1901.

kõikide toimetatud vaatluste juures. Tähendab: eelmine (1) valem ei ole siin rakendatav.

Eeldati et seos (1) üldkujul

$$(2) \quad DR = k H^s$$

kirjeldab nähtust vähemalt esimeses lähenduses, kui ainult kohaselt valida jäävad  $k$  ja  $s$ . Logaritmidest avalduse (2) mõlemad pooli, leitakse

$$(3) \quad \lg DR = \lg k + s \lg H$$

Tuues sisse uued muutujad  $\lg DR = y$ ,  $\lg k = m$  ja  $\lg H = x$ , saadakse

$$(4) \quad y = m + sx$$

See on sirge võrrand tundmata kordajatega  $m$  ja  $s$ . Kandes tabelist  $DR$  ja  $H$  väärtused joonisele vastavais sihtes logaritmilise astmiku järel — peaks asuma leitud täpid ligikaudu ühel sirgel.

Joon. № 1 kanti logar. astmiku järel tabelis antud takistuse muutused püstsihis; ristsihis — neile omased väljatugevused. Iga tarvitatud rõhule vastav täpprida ühendati sirgega <sup>1)</sup>. Nii moodustub  $\lg DR$  ja  $\lg H$  tasapinnal rööpsirgete pere, kui jääva parameetrimina vaadeldud rõhk  $P$ .

Avaldusest (4)

$$(5) \quad dy = s dx$$

ehk

$$(6) \quad \frac{dy}{dx} = s = y'$$

Asetes siia  $y$  ja  $x$  väärtused, leitakse

$$\frac{d(\lg DR)}{d(\lg H)} = s$$

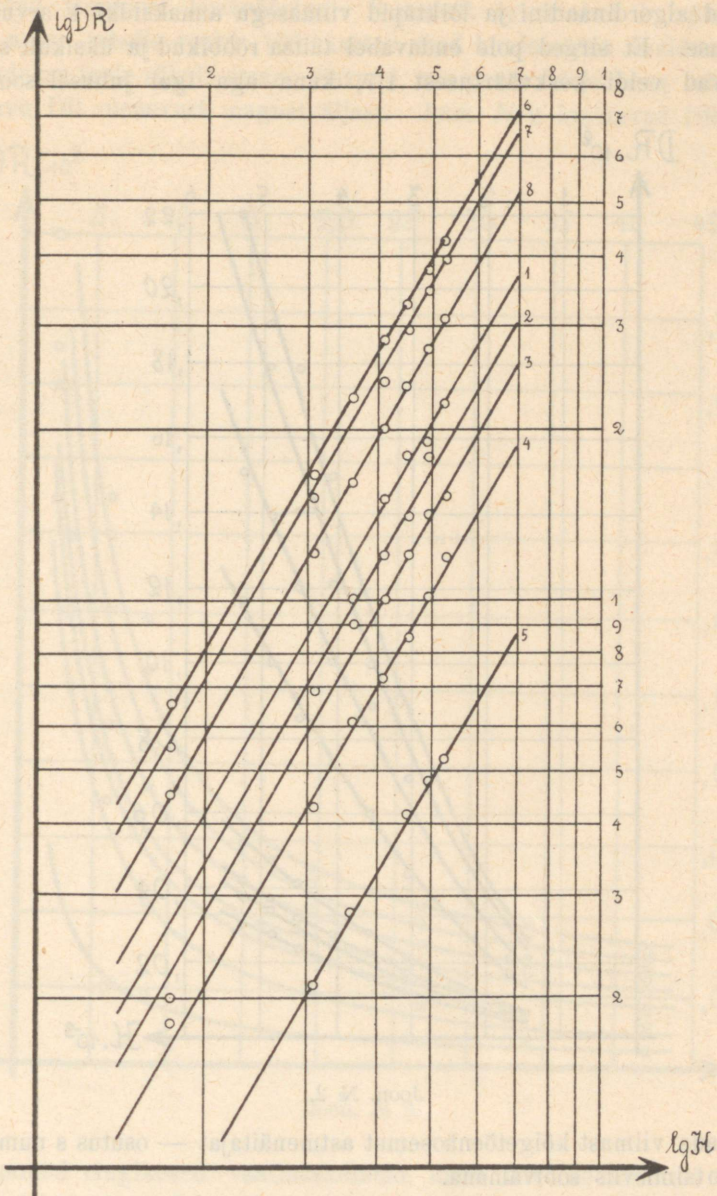
Sõnastatult:  $s$  on nurga tangens, mille moodustab joon. № 1 kantud täppreast läbipandud sirge  $\lg H$  teljega.  $s$  numbriline väärtus kõigub 1,7 ümber, mitte ainult käesoleval korral, vaid kõikide tarvitatud torude ja puruliikide puhul: puru takistuse kasv on võrdeline magnetvälja 1,7 astmega

$$(7) \quad DR = k H^{1.7}.$$

Arvude asjatust paisumisest hoidumiseks tarvitati ühikuna 1000 G väljatugevust. ( $H = 1000 \text{ G} = 1$ ). Kui  $H = 1$ , siis  $\lg H = \lg 1 = 0$  ja valem (3) omab sell erijuhusel kuju

$$\lg DR = \lg k$$

1) Numbrid sirgete otses tähendavad rõhu  $P$  veerge tabelis. Ruumi kokkuhoidmiseks nihutati sirged alates 6<sup>dast</sup> rööbiti ühe dekaadi võrra ülesse.

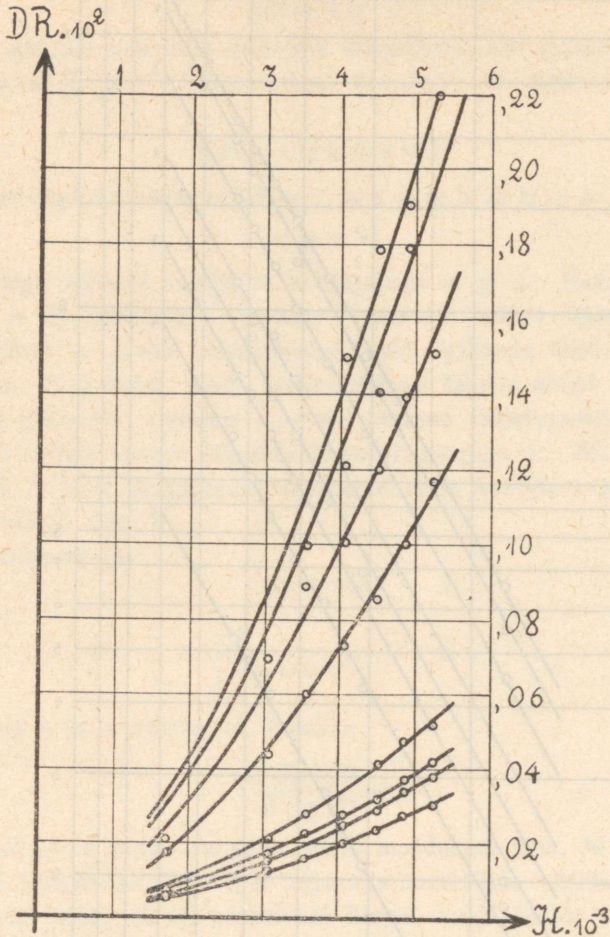


Joon. № 1.

kust  $DR = k$ . Siit  $k$  füüsikaline tähendus on 1000 G magnetväljale omane puru takistuse kasv ( $\sim$ ) teatud rõhu all.

Võrdetegur  $k$  oleks määratav joon. № 1: tuleks pikendada

sirgeid algordinaadini ja lõiktäpid viimasega annaksidki k arvulise väärtuse. Et sirged pole endavahel täitsa rööbikud ja üksikult s : id erinevad veidi keskvaärtusest 1,7, kuna aga igal juhusel sooviti



Joon. № 2.

kasutada viimast kõigetõenäosemat astmenäitajat — osutus s numbriline otsimisviis sobivamana.

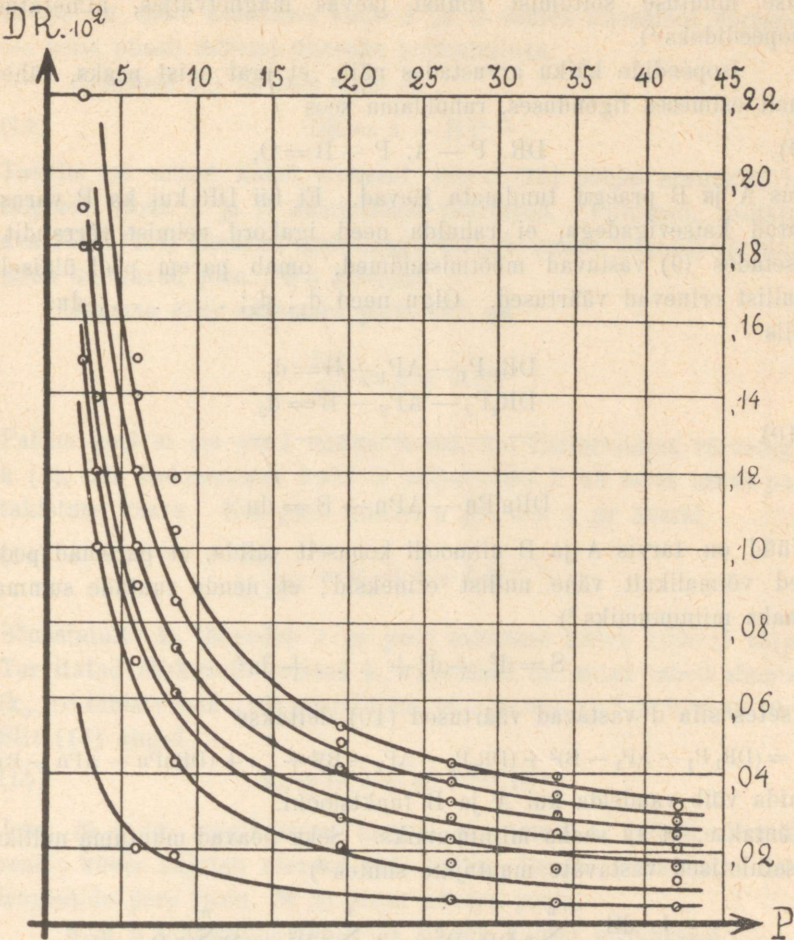
(7) järel

(8)

$$k = \frac{DR}{H^{1,7}}$$

Siit juhis k arvutamiseks: tõsta väljatugevus H 1,7 astme, jäga sellega vastav takistuse kasv DR ja võta iga veeru (rõhu P) jäoks

saadud jägatisist keskvärtus. Sarnaselt arvustatud  $k$  väärtused on antud tabelis real  $k \cdot 10^4$ . Asetes need kordamööda avaldusse (7), saadakse igale rõhule omane võrrand, mis peaks kirjeldama takistuse kasvu DR olenevust magnetväljast. Joon. № 2 kujutavad DR ja H



Joon. № 3.

tasapinnal ringikesed vaatlusandmeid, kuna kõverad arvutati vasttähendatud võrrandite põhjal. Et igaüks viimaseist vastab mingile jäevale rõhule, siis olgu nad lühenduseks, samaselt termodünaamikas tarvituselolevale mõistele, nimetatud isobaarideks.

b). Takistuse muutuse (DR) sõltuvus rõhust ( $P$ ). Olgu vaadeldud jäeva parameetrina väljatugevus  $H$  ja muutujad

DR ning P. Sellest seisukohast lähtudes on vaatlusandmed kujutatud joon. № 3. Igale väljale H vastab DR ja P tasapinnal temale omane täpprida ja nendest läbipandud kõverad sünnitavad näivalt hüperboolide pere. Olgu lühenduseks kõverad, mis kujutavad takistuse muutuse sõltumist rõhust jäevas magnetväljas, nimetatud isopeedideks <sup>1)</sup>.

Isopeedide käiku arvustades näib, et igat neist peaks, vähemalt esimeses ligenduses, rahuldama seos

$$(9) \quad DR \cdot P - A \cdot P - B = 0,$$

kus A ja B praegu tundmata jäävad. Et nii DR kui ka P varustatud katsevigadega, ei rahulda need igakord eelmist võrrandit: asetades (9) vastavad mõõtmisandmed, omab parem pool üldiselt nullist erinevad väärtused. Olgu need  $d_1; d_2; \dots; d_n$ .

Siis

$$(10) \quad \begin{array}{l} DR_1 P_1 - AP_1 - B = d_1 \\ DR_2 P_2 - AP_2 - B = d_2 \\ \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \\ DR_n P_n - AP_n - B = d_n \end{array}$$

Nüüd on tarvis A ja B niimoodi kohaselt valida, et paremad pooled võimalikult vähe nullist erineksid; et nende ruutude summa saaks miinimumiks <sup>2)</sup>

$$S = d^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2$$

Asetes siia d vastavad väärtused (10), leitakse

$$S = (DR_1 P_1 - AP_1 - B)^2 + (DR_2 P_2 - AP_2 - B)^2 + \dots + (DR_n P_n - AP_n - B)^2$$

mida võib vaadelda kui A ja B funktsiooni.

Nõutakse, et ta saaks miinimumiks. Seks peavad muutuma nulliks osatuletised vastavate muutujate suhtes <sup>3)</sup>

$$-\frac{1}{2} \cdot \frac{dS}{dA} = \sum_1^n DR_n P_n^2 - A \sum_1^n P_n^2 - B \sum_1^n P_n = 0$$

1) Samuti nimetab Blake omis uuringuis temperatuuri mõju üle bismuti takistuse peale võrdsete magnetväljade jaoks leitud kõveraid (*ισόπεδοζ* — võrdväljaline). — Ber. d. D. Phys. Ges. 1907; 294.

2) Ruutude summa seks, et esimeste astmete summimisel vastasmärkide tõttu ka  $d_1; d_2 \dots d_n$  suurte nullist erinevuste korral summa siiski nulliks ehk tema lähedusse võib sattuda.

3) II tuletist pole vaja uurida.

(12)

$$-\frac{1}{2} \cdot \frac{dS}{dB} = \sum_1^n DR_n P_n - A \sum_1^n P_n - nB = 0$$

Seega on meie käsutuses kaks A ja B suhtes lineaarset võrrandit — neist piisab mõlema üheseks määramiseks.

Avalduse (9) lihtsam kuju on

(13)

$$DR = A + B.P^{-1}$$

Tabelis on antud kahel viimasel veerul (12) põhjal arvutatud iga isopeedi jaoks A ja B numbrilised väärtused. Viimased, asetatud avaldusse (13), annavad igale magnetväljale omase isopeedi võrrandi, mida kujutavad joon. № 3 kõverad.

Jägame (13) mõlemaid pooli  $H^{1,7}$ :ga

$$\frac{DR}{H^{1,7}} = a' + b'.P^{-1}$$

Pahem pool ei ole nüüd midagi muud, kui ülaltarvitatud võrdetegur k (8), mis iseloomustas 1000 G väljas rõhu P all torus asuva puru takistuse kasvu. Kui puru kaalus p gr, siis 1 gr korral

(14)

$$\frac{DR}{P.H^{1,7}} = k_0 = a + b.P^{-1}$$

Sõnastatult:  $k_0$  tähendab 1 gr puru takistuse kasvu 1000 G väljas. Tarvitatud rõhkudele omased  $k_0$  väärtused on antud tabeli alumisel ( $k_0 \cdot 10^4$  tähist) real. (12) põhjal leiti, et  $a = 0,9 \cdot 10^{-6}$  ja  $b = 40 \cdot 10^{-6}$ . Siit (14) alusel

(15)

$$k_0 = \{0,9 + 40.P^{-1}\} \cdot 10^{-6}$$

Joon. № 4 on ringikestena kantud arvutatud  $k_0$  tabeli alumiselt realt; kõver kujutab võrrand (15) käiku. Seega on taandatud terve isopeetide pere (joon. № 3) ainsa kõvera peale.

a ja b füüsikaline tähendus selgub kahest erijuhusest:

1) kui  $P \rightarrow \infty$  siis  $b.P^{-1} \rightarrow 0$  ja

$$k_0 = a$$

See on (14) assümptoodi võrrand; sõnastatult: a tähendab 1 gr puru takistuse kasvu 1000 G magnetväljas väga suure rõhu all.

1) Siin on tegemist 3 muut. funktsiooniga ( $DR, H$  ja  $P$ ), mis geomeetriselt kujutab ruumis mingit pinda, mille jälgedena vastavalt koordinaat tasapindidel esinevad isobaarid ja -peedid.

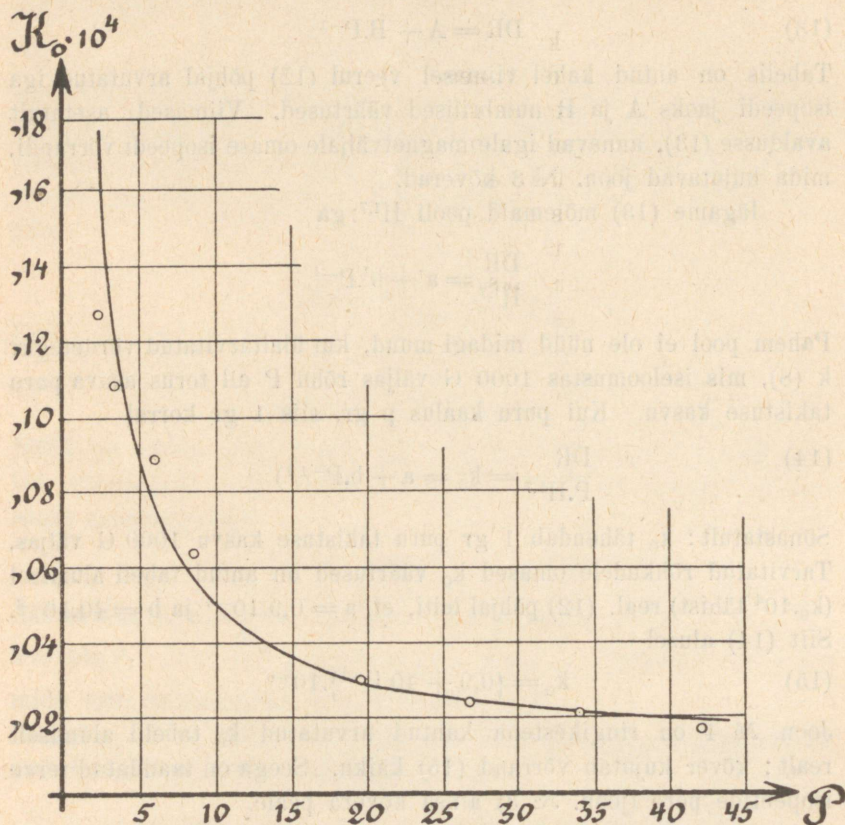
2) kui  $P = 1$  at. siis

$$k_0 = a + b =$$

Seega  $a$  on 1 gr puru takistuse kasv 1 atm. rõhu all 1000 G magnetväljas. Käesoleval juhusel (15) järel

$$a = 40,9 \cdot 10^{-6}$$

$a$  on üldine antud toru korral magnetväljas puru takistuse



Joon. № 4.

muutust iseloomustav tegur; ta ei olene ei magnetvälja tugevusest ega valitsevast rõhust, vaid sisaldab endas isopeedide ja -baaride kokkuvõtte, teadagi piires, milles rakendatav võrrand (14).

c) Katsetulemuste võrdlus mitmes torus. Eelmine mõtekäik oli tarvilik, et soetada alus, mis võimaldaks võrrelda katsetulemusi erinevate läbilõigetega torudes. Vaatlused toimusid neljas erinevate läbilõigetega torudes:

Toru №	Läbilõik. pind	$\alpha$
1	0,029 cm <sup>2</sup>	46.10 <sup>-2</sup>
2	0,358 „	63.10 <sup>-2</sup>
3	0,697 „	30.10 <sup>-5</sup>
4	1,583 „	41.10 <sup>-6</sup>

Torkab silma  $\alpha$  vähenemine käsikäes toru avaase suurenemisega. Võimalik, et magnetväli väliste puru kihtide peale mõjub intensiivsemalt. Peene toru korral on, tungjoonte sihis vaadatult, 1 gr puru kiht õhem, mille tõttu viimases terad välja mõjule kättesaadavamad ja seega takistuse kasv suurem: välised puru kihid nagu varjaks seesmisi magnetvälja mõju eest.

Kui magnetväli peaks mõjuma intensiivsemalt pindkristallide peale, siis tohiks oodata, et 1 gr peene puru takistuse kasv on suurem kui sõredal, sest esimesel juhul on metalli vaba pind suurem. Sarnane nähtus tuli tõepoolest ilmsiks. Näiteks toru № 1 juures puru jaoks, mis läks sõelast läbi, leiti  $\alpha = 46.10^{-2}$ ; sõelale peatama jäend osale —  $\alpha = 23.10^{-2}$ .

Brentano tõis tuli ilmsiks võrdsetes magnetväljades bismut traadi takistuse muutuse (DR) suurenemine rõhu kasvamisel. Puru korral kinnitavad käesolevad katseandmed ümberpööratud asjaolu. Mõlemad erinevad seisukohad oleks kooskõlastatavad oletusel, et rõhu kasvuga suurenevad puruterade puutepinnad. Sellega käsikäes kahaneb iga tera magnetvälja mõjule kättesaadav vaba pind, mis nagu mõjutaks takistuse muutuse vähenemise. Kui puru kokkusurutud küllaldaselt kompaktsiks bismutiks, mill pole enam mõõduandev kristallsagarate endavaheline asend, vaid esiplaanile kerkiavad moonutused üksikuis kristalles — võiks vast oodata DR kasvu rõhu suurendamisel.

Katsuti uurida Bi. subnitr. lahuse elektrolüüsimisel ja ka formaldehüüdi ning kaalilehelisega sadestusel saadud puru. Kuid mõlemail kordel osutus torus № 3 80 atm. rõhu all 0,5 cm kõrguse purutulba takistus sedavõrd suureks (üle 10000  $\sim$ ), et kasutada olevate mõõtmisvahenditega polnud võimalik teda määrata.

Nende ridade kirjutaja võlgneb tänu härra prof. J. Vilip'ile, kelle ülesandel ja juhatusel sündis katseandmete kogumine.

### Zusammenfassung.

Es wurde der elektrische Widerstand des Wismutpulvers im magnetischen Felde (H) unter verschiedenem Druke (P) untersucht.

1<sup>o</sup> Es erwies sich, dass der Widerstand des Pulvers proportional der 1,7<sup>ten</sup> Potenz der Feldstärke wächst (7) (Fig. № 2).

2<sup>o</sup> Mit der Steigerung des Druckes verkleinert sich die Änderung des Widerstandes nach einem hyperbolischen Gesetz (13) (Fig. №№ 3 u. 4).

3<sup>o</sup> In dicken Röhren wächst der Widerstand unter dem Einfluss des magnetischen Feldes langsamer, als in dünnen; ebenso scheint die Wirkung des Feldes auf grobkörniges Pulver kleiner zu sein, als auf feinkörniges. Es scheint, als ob die Kristalle an der Oberfläche des Metalles der Wirkung des magnetischen Feldes zugänglicher sind, als die inneren.

A-23006

i