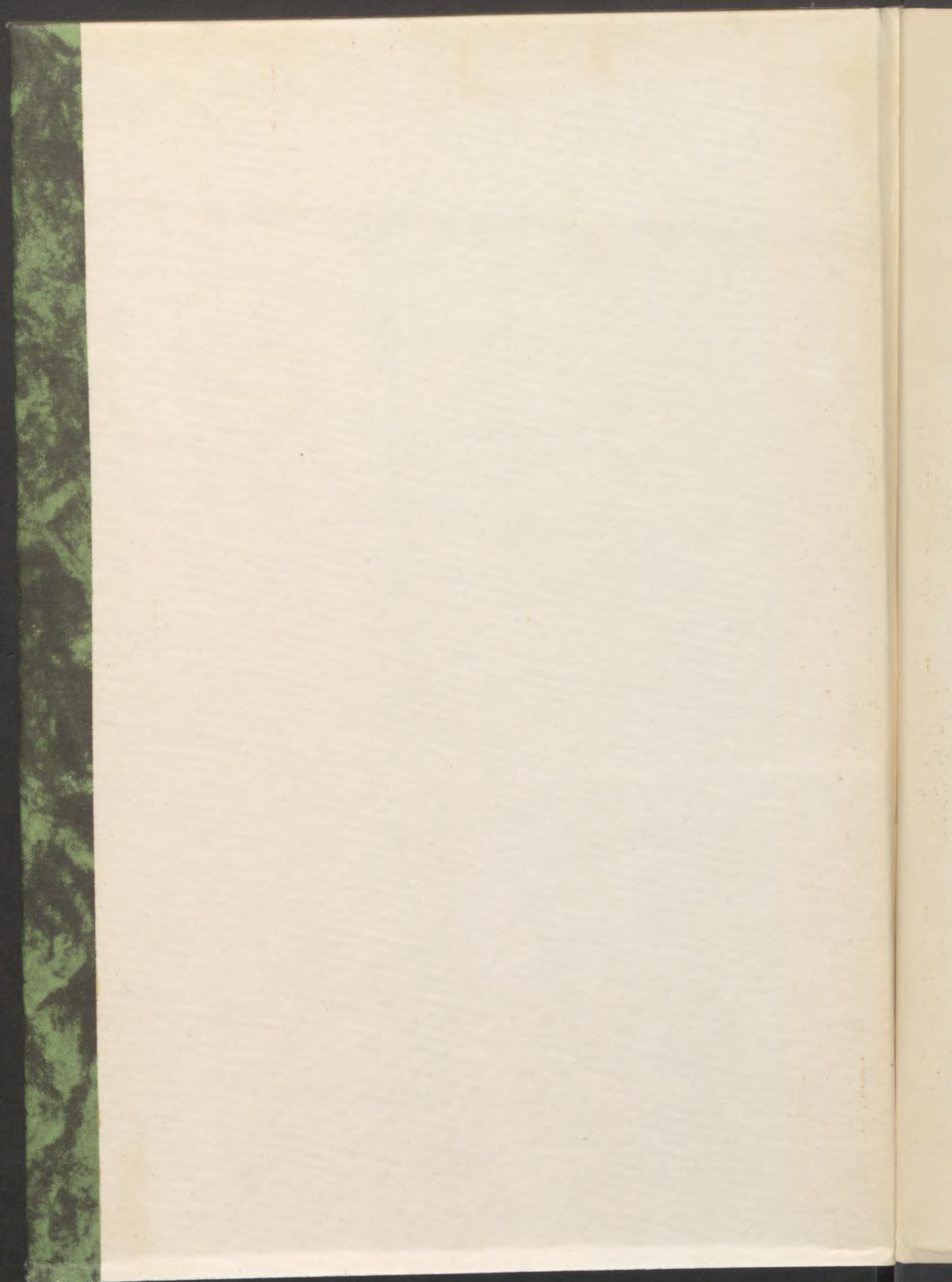


617.695



AZ
EÖTVÖS=INGA
INDIÁBAN

ÍRTA:
DR. PEKÁR DEZSÓ

*Különlenyomat
a Természettudományi Közlöny
1930. évi 6-7. számából*

BUDAPEST, 1930

KIRÁLYI MAGYAR EGYETEMI NYOMDA. MÚZEUM-KÖRÚT 6.

12

617.635

M. N. MUZEUM KÖNYVTÁRA
1. Magyar. Néprajztudó
120 év. 604 sz.

Az Eötvös-inga Indiában.

Tíz éve múltott annak, hogy BÁRÓ EÖTVÖS LORÁNDOT, a budapesti Tudományegyetem kiváló professzorát a Magyar Nemzeti Múzeum kupolaacsarnokából utolsó útjára kísértük. Társulatunk egyik legkiválóbb munkását vesztette el benne, aki ügyeinkkel fél századon át mindenkor szeretettel foglalkozott. Az elmúlt tíz év távlatából nézve, egyre élesebb körvonalakkal hazánk legnagyobb természettudósát látjuk benne, aki a fizika tudományát maradandó és örökbecsű alkotásokkal gazdagította és aki messze, túl az ország határán, az egész művelt világ előtt igaz elismerést, hírt és dicsőséget szerzett a magyarnak! Kutatásaiban nem a részletkérdések érdekelték, hanem csodálatos éleslátásával meglátta a természet jelenségeinek mélyén rejlő igazságokat, átfogó gondolkozásával észrevette az egymástól távol eső részletek közötti kapcsolatot. Művész fantáziájával lehetőnek tartotta oly kísérleti feladatok megoldását, amelyekre előtte senki még csak gondolni sem mert. A megsejtett és kitűzött cél felé haladva, nagy körültekintéssel és kritikával végezte mintaszerű kísérleti kutatásait, amelyekben mindenkor az emberi gyarló eszközökkel elérhető legnagyobb pontosság és tökéletesség lebegett szemei előtt. Különös előszeretettel, főleg három nagy problémával foglalkozott, a kapillaritással, a gravitációval és a földmágnességgel.¹

Eötvös gravitációs kutatásait a múlt század nyolevanas éveitől kezdve, közel négy évtizeden keresztül úgyszólván megszakítás nélkül folytatta. E vizsgálatokban teljesen új vezérgondolata, hogy a nehézség térbeli változásainak tanulmányozására a torziós ingát használta fel. Ez alapon felépült sajátos vizsgálati módszerét két biztos pillérre fektette. Az egyik az eljárás szigorú fizikai elméletének kifejtése, a másik az e célra alkalmas, szinte hihetetlen érzékenységgű eszköz tényleges megszerkesztése volt. Ily módon kezében a fizikusok lomtárában heverő műszer, a torziós inga csodákat művelt. Eddig hozzáférhetetlen fizikai feladatok megoldását tette lehetővé a tudományban, legújabb alkalmazásában pedig biztos varázsvesszőként nyújt felvilágosítást a gyakorlati geológusnak a Föld mélyének felkutatásában.

Maga a torziós inga — hogy Eötvös saját szavaival éljek — „egyszerű, mint Hamlet fuvolája, csak játszani kell tudni rajta és miként abból a zenész gyönyörködtető változatokat tud kicsalni, úgy ebből a fizikus, a maga nem kisebb gyönyörűségére, kiolvashatja a nehézségnek legfinomabb változásait“. Tényleg lényegében nem egyéb, mint egy igen vékony fémdrótton lógó vízszintes rúd, amelynek végein nagyobb fémtömegek vannak. Rendesen használt alakjában egy könnyű aluminium rúd egyik végére lapos aranysúly van közvetlenül

¹ Tudományos működését folyóiratunkban PEKÁR DEZSŐ már több cikkben ismertette: Báró Eötvös Loránd geofizikai mérései és jelentőségük. Pótfüzetek a Természettudományi Közlöny 49. kötetéhez, 1—29. oldal, 1917. — A Földön mozgó testek súlya. Természettudományi Közlöny, 51. kötet, 236—239 oldal, 1919. — Báró Eötvös Loránd emlékezete. Természettudományi Közlöny, 52. kötet, 65—74. oldal, 1920. — A tehetetlenség és a gravitáció arányossága. Pótfüzetek a Természettudományi Közlöny 55. kötetéhez, 35—43. oldal, 1923. — Báró Eötvös Loránd maradandó alkotásai. Természettudományi Közlöny, 60. kötet, 411—414. oldal, 1928.

ráerősítve, a rúd másik végén pedig vékony drótra függesztve, aranyhenger lóg alá. Szóval a rúd végein lévő tömegek különböző magasságban vannak. Minthogy a tér különböző pontjain a nehézségi erő általában véve nem egyforma, a rúd végein lévő súlyokra egymástól eltérő erők hatnak, amelyeknek megfelelőleg a rúd elesavarodik. Ezen elesavrodásokat pontosan lemérve, azokból a nehézségi erő térbeli változásait kiszámíthatjuk. Minthogy e változások nagyon kicsinyek, eszközünknek szinte hiehetetlen érzékenységűnek kell lennie. Mérési eredményeinket a gramm súlyának billiomodrészét kitevő

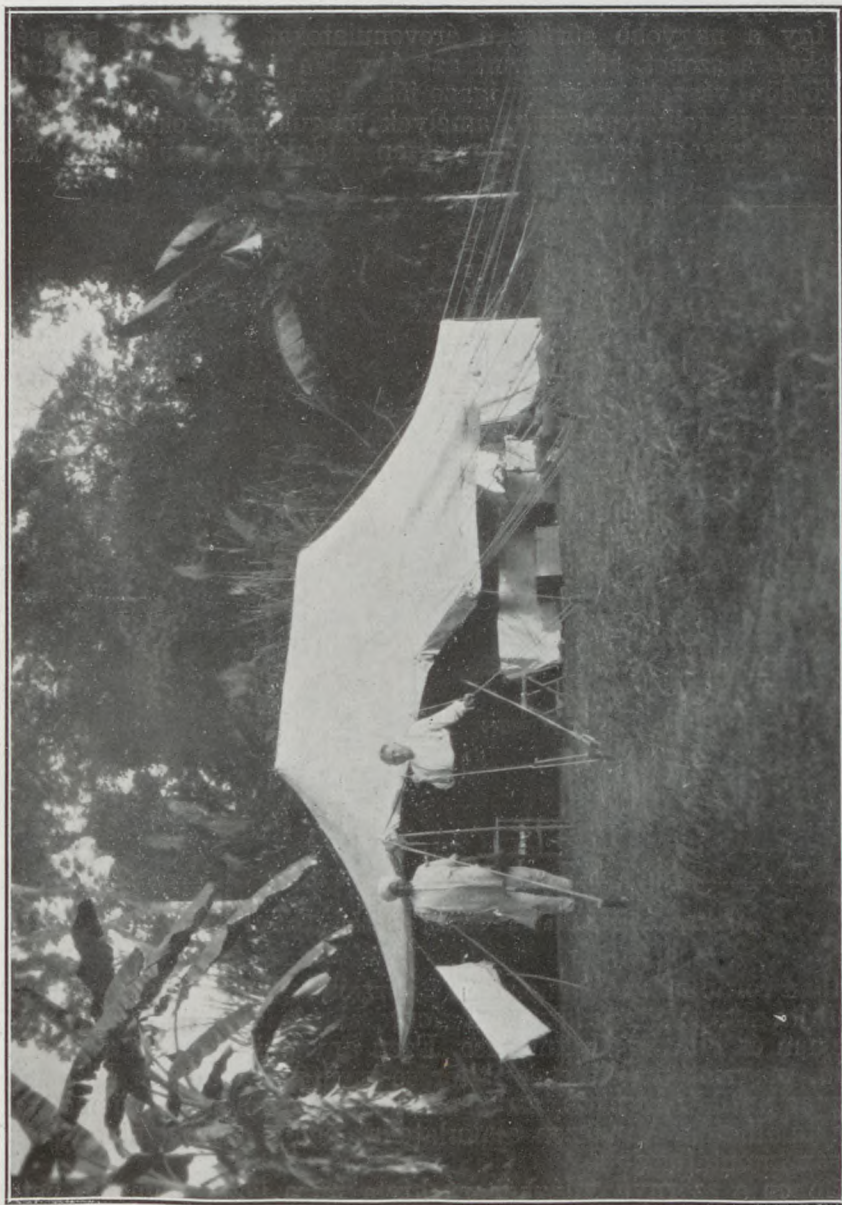


1. kép. A torziós ingát kiemelik ládjából. Háttérben a Khairpurban használt ökrösszekér. (Eredeti felvétel.)

erőegységben fejezzük ki, amit a németek indítványára internacionálisan „Eötvös“-nek neveztek el. Természetes, hogy ez igen érzékeny torziós ingát kellően védenünk kell a külső zavaró hatásoktól, amiért is az a többszörös fémtokba van zárva. A szabadban való mérésekre oly Eötvös-ingát használunk, amely két külön, egymástól független, de közös állványra szerelt torziós ingából áll. Az ilyfajta kettős eszköznél egyidejűleg két ingát észlelünk, s így természetesen gyorsabban dolgozhatunk.

Óriási Eötvös módszerének tudományos jelentősége. A csodálatos érzékenységgű torziós ingát ugyanis a fizikában, a geofizikában, a geodéziában, a szeizmológiában és a geológiában igen fontos kérdések megoldására használhatjuk. Nem kevésbé fontosak azonban azok a gyakorlati jellegű következtetések, amelyeket a végzett mérésekből vonhatunk. A föld kérgében foglalt különböző sűrűségű anyagok ugyanis a föld felterületén működő

nehézségi erőben elárulják jelenlétüket. Ennek megfelelően, ezen erő részletes ismeretéből, amelyet Eötvös eszközei nyújtanak, a föld-

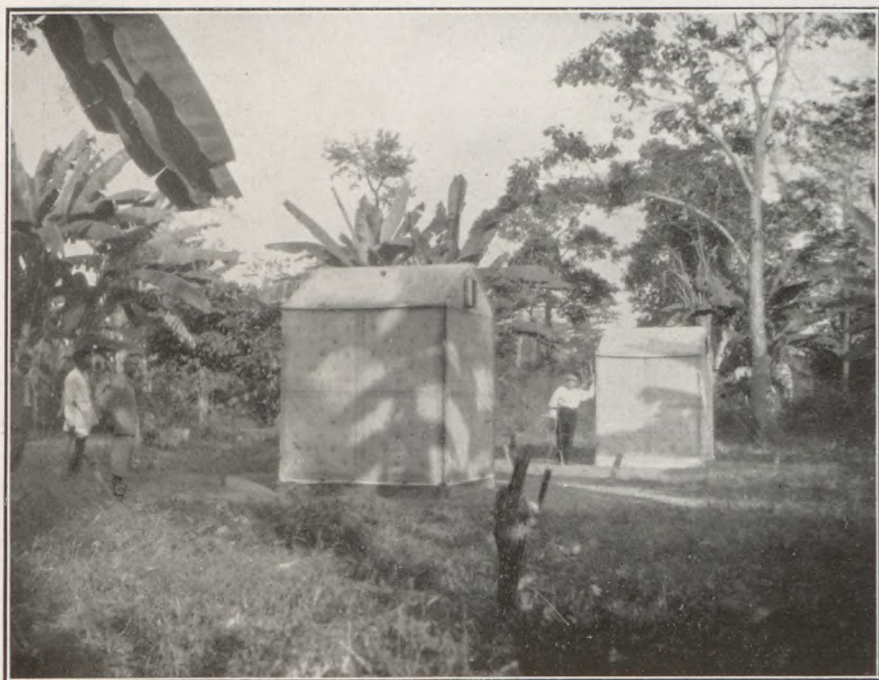


2. kép. A szerző lakására Upper Assamban. (Eredeti felvétel.)

alatti rétegek menetére, alakulatára, sőt bizonyos fokig azok minőségére is következtethetünk.

Éppen ezért, a gyakorlati bányakutatásokban használják legnagyobb mértékben Eötvös eszközt, amikor is segít-

ségével a föld mélyében rejlő értékes ásványi kincseket igyekeznek felkeresni. A torziós ingával ugyanis közvetlenül kimutathatjuk az olyan anyagokat, amelyek sűrűsége a környezettől eltér, s amelyek éppen ezért, a nehézségi erőben megfelelő zavarokat okoznak. Így a nagyobb sűrűségű ércvonulatokat, a kisebb sűrűségű sótesteket, a szenet, stb., amint azt úgy Magyarországon, valamint a külföldön végzett mérések igazolják. Ezenkívül közvetve olyan anyagokat is felkereshetünk, amelyek maguk nem okoznak ugyan gravitációs zavart, de mindenkor olyan földalatti alakulatokkal kap-

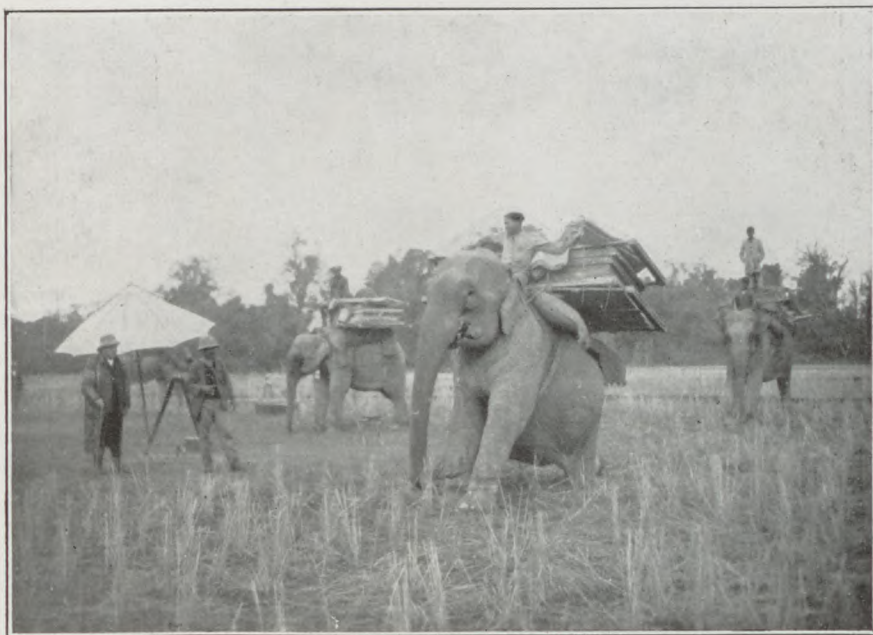


3. kép. Műszersátrak az assami erdőben. (Eredeti felvétel.)

csolatban fordulnak elő, amelyeket a torziós ingával kinyomozhatunk. Az effajta alkalmazások közül a legfontosabb és legelterjedtebb a petroleum és földgáz kutatása. Ezen anyagok ugyanis a sótestek szélein, magmatikus kőzetek feltörése mentén, vetődések közelében, avagy az antiklinálisokon, a dómokon, tehát a földalatti kiemelkedéseken találhatók. Mindezen alakulatokat pedig eszközeinkkel jól és biztosan kimutathatjuk.

Éppen a szörnyű világháború hívta fel a közfigyelmet a petróleum és az abból előállított benzin óriási fontosságára. Nem csoda tehát, hogy a nagy olajtársaságok a legnagyobb buzgalommal és a legádázabb vetélkedéssel igyekeznek szerte a nagy világban az újabb olajkészleteket felkutatni. A hegyvidéken e munkálatok a régebbi geológiai módszerekkel elvégezhetők s éppen ezért e területeket már

meglehetősen feltárták. A sík vidéken, az alföldeken azonban e régi geológiai módszerek bizonytalanokká válnak, amint azt külföldön különösen az amerikai tapasztalatok igazolták. Itt csak a geofizikai eljárások és közöttük elsősorban a torziós inga segítségével nyerhetnek biztos útmutatásokat s takaríthatják meg az egyébként nélkülözhetetlen és nagyon költséges próbafúrásokat. Így Amerikában, Texas kiterjedt síkságain, Luisiánában, Mexikóban és legújabban Venezuelában már úgyszólván kizárólag geofizikai módszerekkel kutatnak petróleum után. Igen nagy mértékben használják Eötvös eszközét és pedig meglepően kedvező eredménnyel.



4. kép. Az elefántot leültetik, hogy a műszersátorlapokat hátáról levegyék. Baloldalon szintezés az assami rizstarlón. (Eredeti felvétel.)

Hazánkban Eötvös halála óta az ő nyomdokain haladva, a vezetésem alatt álló Báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet folytatja a megkezdett tudományos és gyakorlati munkálkodást. Elsősorban megszakítás nélkül és fokozott mértékben folytattuk torziós inga méréseinket és földmágnességi megfigyeléseinket, amelyek már Eötvös életében kezdettől fogva, két évtizeden keresztül, ugyan csak vezetésem alatt történtek. E geofizikai munkálatokat mindenkor a legnagyobb tudományos pontossággal végeztük, azonban a geológusoktól ajánlott oly területeken, ahol az eredményeket egyúttal bizonyos gyakorlati célokra is felhasználhatjuk, nevezetesen a petróleum és földgáz, valamint sótestek felkutatására. Különösen a torziós ingával a régi nagy Magyarország oly nagy területeit mértük fel tel-

jes részletességgel, hogy ehhez foghatótséhol a világon nem találunk.

A külföldiek több ízben bizalommal fordultak az Eötvös Intézethez, hogy részükre torziós inga-méréseket végezzünk. A francia közmunkaügyi minisztérium közvetlen felkérésére immár két ízben kutattunk petróleum után a Puy-de-Dôme alatt elterülő limagnei síkságon. Két geofizikusom jelenleg is Venezuelában dolgozik. Különösen érdekesek és tanulságosak voltak azonban azok a geofizikai mérések, amelyeket ismételtén Indiában végeztünk. Ezekről óhajtok most egész röviden megemlékezni. Talán majd később alkal-



5. kép. Az expedíciós felszerelés szállítása elefántokon Upper Assamban. Átkelés a Dibru-folyón. (Eredeti felvétel.)

mam nyílik úgy magukról a végzett kutatásokról, valamint az exotikus Indiában tett érdekes utazásaimról és sokoldalú tapasztalataimról részletesen beszámolni.

Az angol kormány egyik legnagyobb olajvállalata a *Burma Oil Company Ltd.* kért fel, hogy 1923—24 telén részükre Indiában Kahirpur bennszülött államban geofizikai méréseket végezzek. Indiában ugyanis a nyári esőzések és az azzal kapcsolatos moszkító és egyéb veszedelmek miatt a szabadban folyó munkálatok csakis a téli hónapokban végezhetők. A megbízatást természetesen örömmel vállaltam, s Budapestről *RENNER JÁNOS* tanárt, a magyarországi mérésekben régi munkatársamat vittem magammal. Innen hazulról csupán a torziós ingákat és egyéb műszereket, valamint az azokhoz tar-

tozó tudományos felszerelést vittük magunkkal, míg a szabadban való tartózkodásra szükséges sátrakat és berendezést kint Indiában bocsátották rendelkezésünkre.

Október végén indultunk el Budapestről, Triesztben szállottunk hajóra. Bombayben pár napot töltve, tovább hajóztunk Karachiba, ahol az expedíciót megszerveztük. Innen az Indus mentén vasúton utaztunk Khairpurba, ahol a mohamedán uralkodó a Mir vendégei voltunk. Itt csatlakoztak hozzám hindu asszisztenseim KARUNA KUMAR DAS és JUGAL BEHARI LAL, akik az ottani térképészeti hivatal a „Survey of India“ alkalmazottai voltak, s akik a mérésekben nagy szorgalommal és hozzáértéssel segédkeztek. Kopár sivatagszerű terü-



6. kép. Az elefánt térdelve megy fel a meredek parton. Háttérben a személyszállító elefánt. Upper Assam. (Eredeti felvétel.)

leten dolgoztunk. Az expedíció személyzete 60 tagból, részben mohamedánokból, részben hindukból állott s így máris alkalmam nyílt a közöttük levő ellentéteket és torzszalkodást közvetlenül megfigyelni. A felszerelést 20 egyszerű kis ökrös szekéren szállítottuk, amilyeneket ott a nép használ. Régi, primitív, talán ezeréve használatos alkotmányok ezek, teljesen fából egyetlen vasalkatrész avagy vasszeg nélkül. A mérések befejezése után, műszereinket Karachiban hajóra rakva, mi magunk egy kis körutat tettünk Indiában. A pestis főfészket, Lahoret elkerülve, Delhit, az indiai kormányzóság új székhelyét, Agrát, a nagy mogul uralkodók híres városát, Simlát a Himalaya előhegységeiben lévő üdülőhelyet, az India déli részén fekvő Madrast, a bennszülött Mysoret, Bengaloret és Seringapatamot tekintettük

meg. Pár napot még Bombayben töltöttünk és onnan hajón a Szuezi-csatornán áthaladva Catániát, Nápolyt és Genuát érintve, június elején érkeztünk vissza Budapestre.

A második alkalommal, 1925—26 telén ugyancsak a Burmah Oil Company Ltd. megbízásából Upper Assam őserdeiben dolgoztunk. Már augusztus végén indultam el RENNER JÁNossal együtt Budapestről. Bonbayból vasúton Kalkuttába mentünk, s több napi ott tartózkodás után tovább utaztunk Digboiba, az Assam Oil Company Ltd. olajtelepére. Itt csatlakoztak hozzánk KARUNA KUMAR DAS és HEM CHANDRA BENARJEA hindu asszisztensek. Itt szerveztük meg magát az expedíciót. Jobbára úttalan, mocsaras, hídnélküli őserdőterületeken



7. kép. Elefántok itatása Upper Assamban. (Eredeti felvétel.)

kellett dolgoznunk, s éppen ezért elefánt szállításra kellett berendezkednünk. Tizenkét elefántunk volt, ezeken szállítottuk az expedíciós felszerelést, mi magunk is elefánt hátán közlekedtünk. Okos, nyugodt állatok ezek, akik csodálatos megadással engedelmeskednek, a nyakukon ülő vezetőnek, a mahoutnak. Leültetik őket, amikor a holmikat hátukra fel- vagy lerakják. Az őserdőben sokszor utat törötnek velük, amiben a vezető is hosszú késével, a kukrival segítkezik. Nehéz terepen, valóságos cirkuszi mutatványszerűen nagy ügyességgel haladnak, nagyon elővigyázatosak, hidakon, ha azok nincsenek útszerűen kiképezve, bármekkora nógatasra sem mennek keresztül. Fő bajuk, hogy nagyon ijedősek, szokatlan zajtól megriadva, eszeveszetten futnak be a sűrűségbe, tönkre téve a hátukon lévő holmikat, avagy levetve magukról a rajta ülőket.

Munkálataink folyamán igen sok bajunk volt az expedíció személyzetével. Indiában ugyanis a kulik között nagyfokú munkamegosztás, helyesebben szólva, naplopás dühöng. Mindegyik csak a saját



8. kép. Útrészlet az őserdőben. Upper Assam. (Eredeti felvétel.)

kis munkakörét látja el, azonfelül semmit sem csinál. Ez magyarázza azt, hogy több mint 100 embert kellett alkalmaznunk arra a munkára, amit itthon összesen 3 munkás és 5 kocsis kényelmesen elvégez. Ezzel együtt járt a sok személyi holmi és azok szállítása. A nagy személyzet elhelyezésére 28 sátor volt szükséges, stb. Sok bajt okozott a hinduk és mohamedánok közötti torzsalkodás, valamint a kasztok közötti ellentétek és különböző szokásaik, amelyek a rendszeres munkát

nagyon megnehezítették. Az elefántvezetők kasztja például ópiumot szívott, csak folyóvízből ivott, néha mérföldre elment vízért. Természetesen e miatt nem egyszer reggel helyett csak délben jelentek



9. kép. Pálmaliget Sukkur mellett az Indus közelében. (Eredeti felvétel.)

meg elefántjaikkal. Dacára e nagy nehézségeknek, sikerült rendet teremtenünk és feladatunkat kellő részletességgel elvégeznünk.

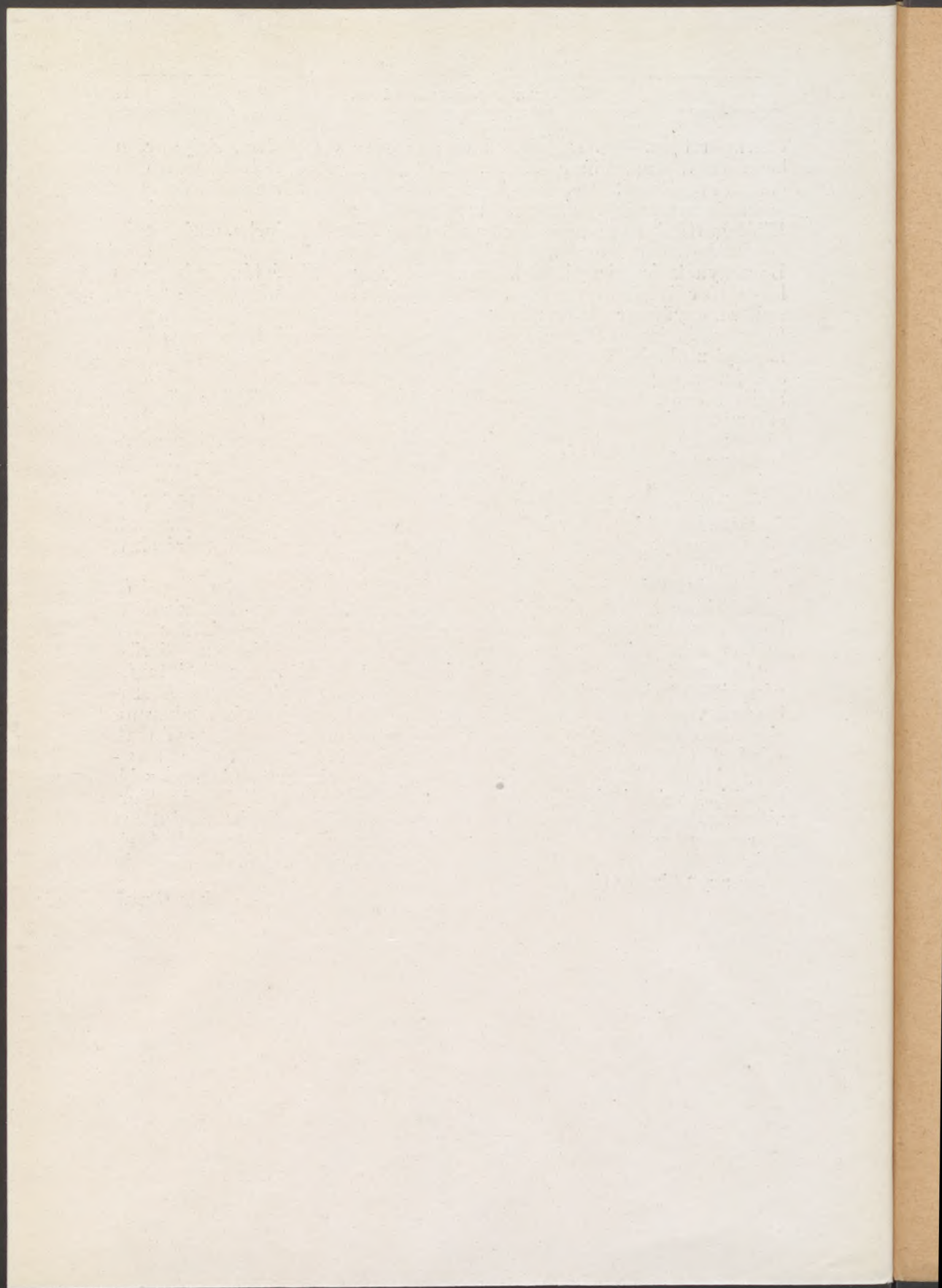
Méréseinket befejezván, India néhány érdekesebb helyét tekintettük meg. A Brahmaputrán áthaladva, mindenekelőtt Darjeelingbe utaztunk, ahonnan gyönyörű kilátás nyílik a Himalayára. Itt KÖRÖSI CSOMA SÁNDOR sírját is felkerestük. Majd Benarest, a Gangesparti szent várost és környékét tekintettük meg. Felkerestük Lucknowt és

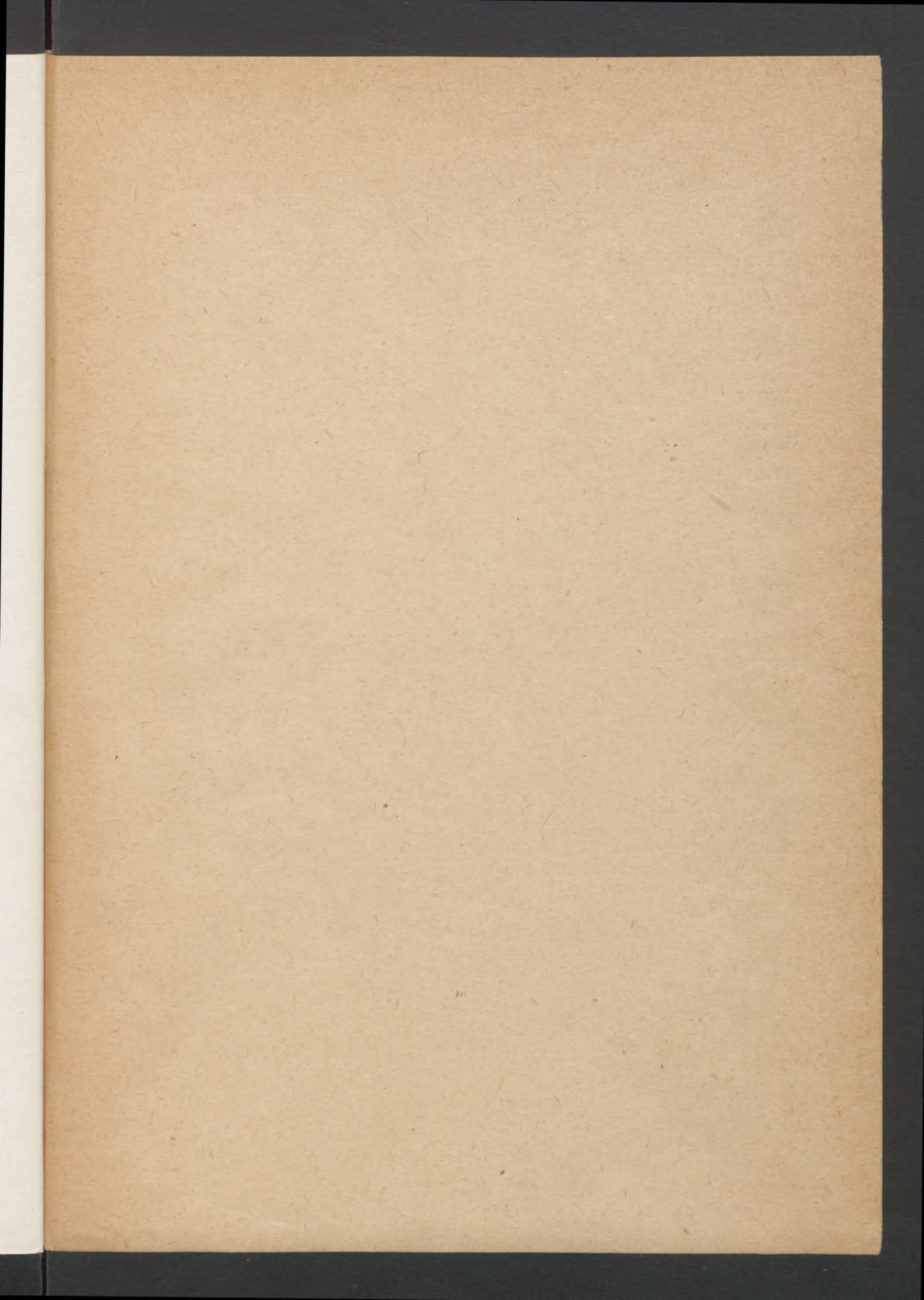
Cawnporet, az 1857-es véres indiai lázadás emlékeivel, Jaipourt a bennszülött maharadzsa székvárosát. Újból megtekintettük Agra csodás márványpalotáit és a Taj Mahalt SHAH JEHAN feleségének monumentális síremlékét, a szerelem márványba faragott apotheozisát. Ellátogattunk Fathepur Sikribe, a bennszülött Gwaliorba, majd pedig a sziklába vésett templomairól híres Ellórában. Végül pár napot ismét Bombaynek és környékének szenteltük, így a kissé távolabb fekvő híres Karlii sziklatemplomot is megtekintettük. Bombayben hajóra szállva, együtt utaztunk RABINDRANATH TAGOREVAL, a híres hindu költővel, valamint S. G. CONKLIN princetoni egyetemi tanárral, aki a nápolyi zoológiai állomáson APÁTHY ISTVÁNNAL együtt dolgozott, s aki a hajón a daytoni majompörről és a származástanról szellemes előadást tartott. Ismét Génúában szállottunk partra és június közepén érkezünk vissza Budapestre.

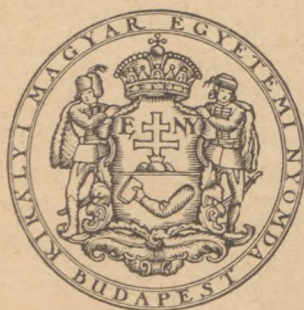
Ezután az angolok utasításaim szerint itt Budapesten berendezkedtek a mérések végzésére. Első alkalommal azonban, 1927—28 telén még SZECSÖDY MIKLÓS geofizikusom vezetése alatt dolgoztak és a megfigyelésekben W. SINGLETON és H. J. HAYMAN angolok, továbbá DAS és BANERJEA hindu asszisztensek működtek közre. Azóta a Burmah Oil Company Ltd. geofizikusai maguk folytatják az indiai méréseket, fenntartva velünk a további összeköttetést.

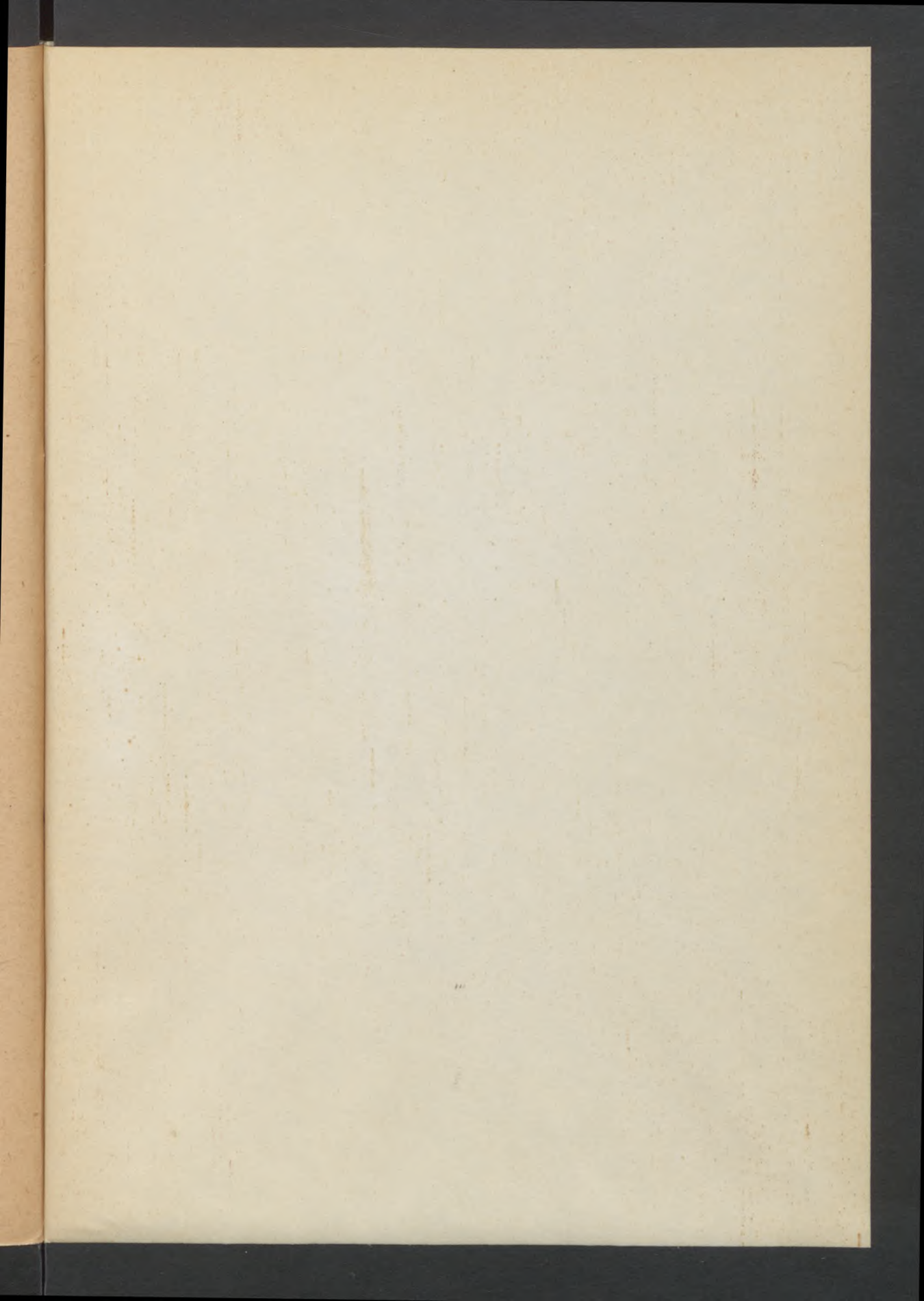
A külföldiek ismételten felkeresik az Eötvös-Intézetet és mérőexpedíciókat, sőt némelyikük hónapokon át nálunk tartózkodott, hogy a módszert úgy elméletileg, mint gyakorlatilag elsajátítsa. Ily módon több mint huszonöt szakember közvetlenül itt az Eötvös-Intézetben tanulta meg a torziós-inga használatát, s külföldi tanítványaink a világ minden részében dolgoznak eszközeinkkel. A szabadban végzett méréseken kívül ugyanis az Eötvös-Intézet laboratóriumában megszakítás nélkül folytatjuk tudományos kutatásainkat. Lépésről lépésre haladva, tökéletesítettük Eötvös eszközeit. Legújabb típusú kis eszközünk a mezei mérések legmesszebb menő igényeit kielégíti, s éppen ezért egyre keresettebbé válik. Torziós ingáink már kiállották a gyakorlati élet tűzpróbáját, amint azt szerte a nagyvilágon, Japán és Indiától Amerikáig, Európától Afrikáig közel száz darab használatban lévő „Original Eötvös made in Hungary“ bizonyítja.

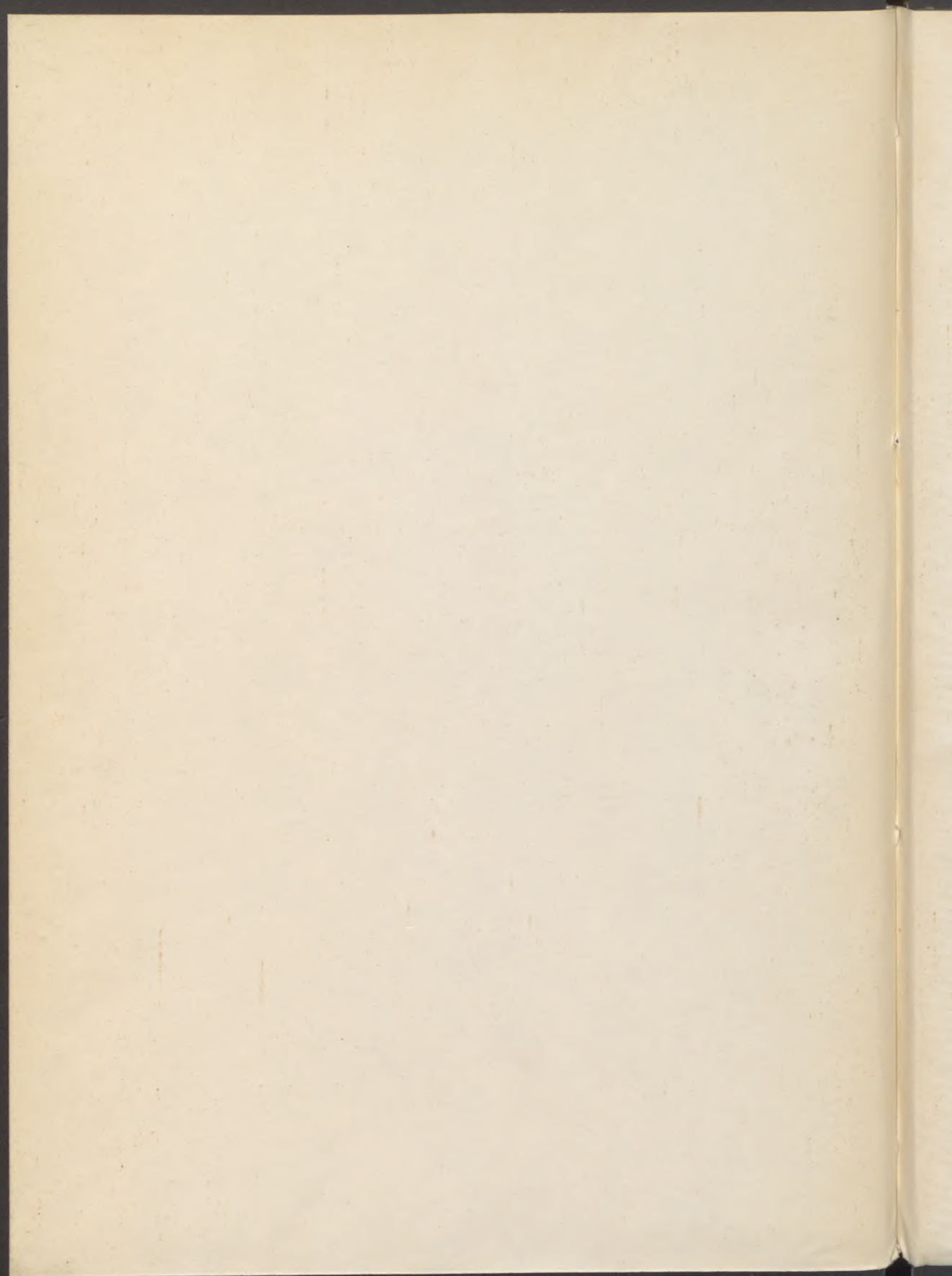
Dr. Pekár Dezső.











1973 JAN 22

