

## A Föld alakjáról és mozgásáról.\*

Sem egyes elme, sem egyes korszak nem foglalhatja le a maga számára annak a felfogásnak teljes kifejtését, hogy a Föld gömbalakú és hogy bolygótársaival együtt a világtérben keringve halad. E nézet nem egyes ember, hanem az egész emberiség lassú művelődési fejlődésének eredménye.

Aristoteles-t tekintik annak, kinek először volt fogalma a Föld gömbalakjáról. Nézete szerint azonban a Föld jelképe a szilárdnak és változhatatlannak, ellentétben a tűzzel és vízzel és így képtelenség a Földnek mozgást tulajdonítani. A gömbalakú Föld nyugodtan lebeg a világ középpontjában. Ez alapra vonatkoznak a Föld nagyságának amaz első meghatározásai is, melyekről biztos tudomásunk van. Ámde azt, hogy a Föld gömbalakú, az ókornak csak matematikailag képzett egyénei tartották biztos ténynek; mert Tacitus még Augustus kora után az első században is abban a homérosi felfogásban élt, hogy a korongalakú földet az óceán veszi körül, melyből a Nap fölemelkedik s melybe ismét leszáll.

Az ókor legismertebb csillagásza, Ptolomaeus, ki Kr. u. 130 körül Alexandriában élt és kinek »Almagest«-je 14 évszázadon át úgyszólván csillagászati bibliaként szerepelt, nemcsak a Föld igazi alakját ismerte, hanem azt is tudta, hogy az égi szférákhoz képest nagy-

\* Dr. H a i d M. rektori megnyitó beszéde a karlsruhei műegyetemen 1894 november 3-ikán.

ságra nézve csak pont. Kortársai, sőt még elődei alkalmilag több ízben állították, hogy a Föld forog. Ptolomaeus azonban aristotelesi világnézetétől elfogulva és zavaros fizikai okok miatt elvetette az elméletet; tekintélye olyan nagy volt, hogy nemcsak megdöntötte ellenfeleinek összes okoskodásait, hanem nézeteinek az ember szellemi történetének 14 századán át érvényt is szerzett. A nyugoti népek ennek a szerény birtoknak is, mely nekik volt szánva, csak egy ezredév elmúltával örülhettek. A görög és római kultúra árasztotta műveltség megszűnte után a tudományok történetében éj kezdődött, mely csak akkor ért véget, mikor a keresztény egyház európai uralma sokszoros és heves küzdelmek árán minden irányban biztosított. A hanyatlásnak ezen majdnem az egész középkort betöltő időszakában a tudományosság a nyugoti országokban az egyházi rendre szorítkozott, a mely egyházi ügyekkel inkább el volt foglalva, semhogy tudományos vizsgálatokkal foglalkozhatott volna. Ehhez járult, hogy az egyház legkorábbi és legkimagaslóbb írói jámbor buzgalomban minden tudományt hiúnak és semmisnek tartottak, sőt elhanyagolásukban, főleg a természettudományokéban, valami érdembe vágót és Istennek tetszőt láttak. Vajjon a Nap olyan nagy-e, mint a milyennek látszik, vajjon a csillagok szabadon lebegnek-e, vagy az égboltozatra vannak-e erősítve, vajjon milyen nagy a Föld és hogyan van felfüggesztve vagy egyensúlyban tartva: ilyen

kérdéseket, akkori híres egyházi írók véleménye szerint, eldönteni nem lehet. A Föld gömbalakjáról nagynehezen szerzett nézetnek csakugyan majdnem mindenütt nyoma veszett és a középkor kezdetén a világ alkotásáról való fogalmak mélyen alatta álltak a jóni iskola nézeteinek. A jóni iskola ugyanis a Földet óceán övezte korongnak tekintette, mely felett mozgékony kristálygömbök, akár aranyszögek tartják a csillagokat, a középkor felfogása szerint pedig a Föld harangalakúlag nőtt ki a négy-szögű síkból, melyet szintén víz vesz körül, a csillagokat angyalok mozgatják, és a nappal és éjjel változása is az ő gondjuk.

Mivel Európában a tudományoknak majdnem csak halvány emlékezete maradt meg, az utókor főleg araboknak köszönheti ez időben a tudományos igazságok megőrzését és fejlesztését. Ptolomaeus matematikai szintaxisát arab nyelvre fordították és »Almagest« címmel látták el. E művel a Földnek gömbalakjáról is a mindenségnek középpontjában nyugvó állapotáról szóló tan az arabokra szállott át, a kik mint valami vallási tételt fogadták el, a nélkül azonban, hogy a látszólagos mozgások valódi törvényeinek megismerésére további lépést tettek volna.

Az új és a sötétség nyomásától egyre jobban és jobban kibontakozó kor küszöbén majdnem kizárólag Kopernikust, a frauenburgi kanonokot illeti a dicsőség, hogy a XVI. század első felében hirdette a bolygók mozgásának igazi természetét: a Föld naponkénti forgását tengelye és évi körmozgását a Nap körül. Talán Cicero és Plutarch iratainak a görögök és alexandriaiak tanairól szóló némely helyei keltették föl érdeklődését és így jutott rendszerének alap gondolatára, a melynek pusztá állításával korántsem elégedett meg, hanem

megalapítására fordította életének majdnem egész munkáját. Rendszerét a régiek nézeteitől Kopernikus sem bírta teljesen megszabadítani. Még átvette kora föltevését, hogy az égi mozgások mind egyenletes körmozgásokból vannak összetéve, szüntűgy magáévá tette a régi aristoteli filozófiának a dolgok természetéről és a mindenség szerkezetéről való főbb részét. Elmélete a bolygóknak a Nap körül való mozgását az elérhető pontossággal fejtegette és magyarázta. Szigorú bizonyítás az ő korában nem volt adható, mert a mozgás törvényeiről való általános ismeretek hiánya miatt lehetetlen volt a bolygók mozgása számára dinamikai alapot szerezni.

Hogy utolsó maradéka is leromboltassék annak a nehézkes állványnak, mellyel Hipparchus és Ptolomaeus a maga egét megtámasztotta, arra egy Kepler kellett, tehát olyan férfiú, a ki szigorúan matematikailag iskolázott, fáradhatatlan, vasszorgalmú és mély spekulatív szellemű volt s a mellett szilárd és könnyed elhatározású. A 30 éves háború nehéz napjaiban minden más kevésbbé erélyes és kitaró szellem tönkre ment volna a kettős küzdelemben, egyszerre víván a mindennapi kenyérért való gondokkal és a fanatikus papsággal. A nevét viselő három ismeretes törvényét azoknak a mérési eredményeknek hosszadalmas számításaiból vontak le, melyeket elődje, Tycho Brahe, lényegesen javított eszközökkel, valamint nagy gonddal és sok buzgósággal 20 éven át szerzett. Az égi testek köralakú és egyenletes mozgásáról szóló régi elmélet a XVII. század elején ki volt küszöbölve.

Kepler a bolygók köralakú pályáját elliptikusnak vette és a pályán való egyenletes mozgást változó mozgás váltotta fel. A matematikai tudományok akkori állása szerint a bolygók mozgása-

nak csak geometriai értelmezése lehetett ez, és nem mechanikai magyarázata. A megfigyelések, melyekkel Kepler rendelkezett, nem voltak még elég pontosak, hogy felismerhetőkké tegyék azokat az apró szabálytalanságokat és ingadozásokat, melyekkel a bolygók a nekik tulajdonított pályáktól eltérnek. A míg azonban felelet nélkül maradtak azon kérdések, hogy miért mozognak a bolygók elliptikus pályákon, miért sűrűlnak a vezérsugarak az időkkel arányos területeket, miért aránylanak a keringési idők négyzetei mint a középtávok köbei, addig teljesen lehetetlen volt megmondani, hogy miért térnek el a bolygók e törvényektől. A felelet csak akkor volt lehetséges, mikor a mozgásnak Kepler idejében még ismeretlen általános törvényeit tisztán és teljesen felismerték, mikor a szemlézés és magyarázás geometriai módszere a fizikainak és mechanikainak adott helyet.

Galilei, Kepler-nek nagy kortársa, tette az első nagy lépést e törvények felkutatásában. A mozgás-tudományban végzett korszakalkotó megfigyeléseivel és kutatásaival alapját rakta le a bolygómozgások fizikai megismerésének. A kőszabad esésének mindennapi tüneményét vizsgálván, kísérletileg eljutott a mozgás-tudomány alapvető fogalmainak, a sebességnek, gyorsulásnak, tehetlenségnek tisztá és határozott felfogásához s ez által az általános dinamika meg-alapításához. Az általánosítás és alkalmazás az égi mozgásoknak nagyszerű és évezredek óta megfigyelt tüneményére Newton lángeszének volt fentartva. A távcső feltalálása XVII. század elején megszüntette a Kopernikus-féle rendszer helyességébe vetett utolsó kétségeket; s ha eddig az új bolygó- és naprendszer döntő érzéki bizonyítékok nélkül szűkölködött, Galilei a Jupiter rendszerében olyan mintáját mutatta be a Kopernikus-

féle mechanikának, mely minden gondolkodó figyelmet meglepett.

Newton mind a három Kepler-féle törvényt egy törvényre: a gravitáció-éra vezette vissza. Megmutatta, hogy minden bolygó állandó impulzust kap a Nap felé s hogy az erő, mellyel a Nap a bolygókra hat, egyenes arányban van az egymást vonzó testek tömegével és fordított arányban távolságuk négyzetével.

Newton bebizonyította, hogy a központi erőnek az egyes bolygókat illetőleg éppen az a mozgás a következménye, a mit a Kepler-féle törvények értelmében csakugyan végeznek is. Merész általánosítással továbbá kimutathatta Newton, hogy két test kölcsönös hatása általában ugyanazon törvényeknek hódol. Ezzel az égi mozgásokból eltűnt minden titokzatos. A bolygók egyszerűen olyan testek, melyek az általános nehézkedésnek ugyanazon törvényei szerint mozognak, a miknek hatását magunk körül tapasztaljuk, és az az erő, mely az almát a föld felé esni készíti, az általánosnak csak egyik formája. A mi azonban azt a kérdést illeti, miben áll az általános nehézkedés, erre még ma sem bírnak választ adni. Eddigél hiábavalóknak bizonyultak mindazok a kísérletek, melyek lényegének kiderítésére irányultak.

Az általános gravitáció törvényének fölfedezésére döntő volt a Föld nagyságának az a meghatározása, mely Picard francia csillagásztól származik. Picard a pár évvel előbb alakult párizsi tudományos akadémia megbízásából 1669. és 1670. évben fokmérést végzett Párizs és Amiens között. A szerencse annyiban kedvezett, hogy a nem jelentéktelen geodeziai és csillagászati mérés hibák egymást csodálatosan, majdnem teljesen kiegyenlítették és ezzel Picard a gömbalakú Föld sugarára nézve a valóságot nagyon megközelítő eredményt kapott. Newton a maga ne-

hézkesési törvényének igazolását azon az erőn próbálta meg, a mely a Holdat a pályáján tartja. Az akkori csillagászok jól tudták, hogy a Hold távolsága a Földtől 60 földugárnyi; a földugár maga azonban nem volt még pontosan meghatározva. Newton első számításakor kissé kicsinynek vette a földátmérő hosszát, t. i. 10,500 km.-nek; számításai tehát nem adhattak helyes eredményt. 1666-ban történt ez, mikor még csak 23 éves volt. Majdnem 20 év mult el, míg ismét elővette számításait, mikor t. i. megtudta 1680-ban Picard mérésének eredményeit, melyek szerint a Föld nagysága  $1\frac{1}{2}$ -del nagyobb, mint addig hitték. Most úgy találta, hogy a holdpályának eltérése az egyenes vonaltól megegyezik a földfelületén észlelhető nehézkedési gyorsulással, miként a gravitáció törvénye megkívánta. Ez a megegyezés, úgy mondják, a gravitáció törvény halhatatlan fölfedezőjét olyan izgatottságba ejtette, hogy nem bírta számításait ismételni és barátainak segítségéhez folyamodott.

Ha már a földgömb méreteinek meghatározása döntő volt a gravitáció-törvény fölfedezésére, bizony ez elvnek kapcsolatban a centrifugális erővel, melyet Huyghens, hollandi fizikus a Földnek naponkénti forgásából következtetve talált, további fontos lépésre kellett vezetnie a Föld alakjának felismerését illetőleg. Abból a föltevésből indulva ki, hogy a Föld eleinte folyékony volt, vagy legalább még nem egészen szilárd, Newton 1687-ben azt a következtetést vontala, hogy a Föld nem lehet gömb, hanem a sarkain lapult sphaeroid. Ez általános eredményre jutott három évvel később Huyghens is és a két végeredmény csak a Föld lapultságának számértékére nézve, vagyis a sarkokon áthaladó földtengely rövidülésének és az aequatorialis átmérőnek viszonzszámára nézve tért el.

A Föld alakjának pontosabb isme-

rete arra bírta Newton-t, hogy mozgására nézve tegyen további következtetéseket.

A Nap körül keringő Földnek a Nap felé fordult részén másnak kellett lennie a vonzási és centrifugális erőnek, mint a Naptól elfordult részén. Ennek következtében és a sphaeroid-alakból kifolyólag a Föld forgástengelye kúpfelületet ír le változó sebességgel, úgy hogy a tengely körülbelül 26,000 év mulva tér vissza eredeti helyzetébe. E körülményből magyarázta Newton az úgynevezett praecessiót, vagyis a napéjgyenlőségi pontok helyváltozását, a melyet már a régi egyiptomiak ismertek.

Jóllehet már R i c h e r, francia csillagász, ki 1672-ben a párizsi akadémia megbízásából Cayennebe utazott a Mars bolygó megfigyelése végett, kénytelen volt Párizsban jól járó órájának ingáját észrevehetőleg megrövidíteni, hogy másodpercenként ismét egy lengést végezzon és ezen körülményt a Föld egyenlítői vidékének domborodottságából magyarázta: a francia tudósok, elragadtatva földijöknek, Descartes-nek örvénylő elméletétől (mely szerint a bolygók keringő áramokban úsznak, melyeknek középvagy gyújtópontjában áll a Nap), nem hitték el a Föld sarkvidéki lapultságát. Ellenkezőleg Cassini-nek és Lahire-nek az 1680—83. években végzett és Franciaország egyik végétől a másikig terjedő fokméréséből arra a következtetésre jutottak, hogy a Föld a sarkok irányában megnyúlt. Newton azonban nem tágított dolgozószobájában keletkezett teoriájától. A vita, mely a legjelentékenyebb kutatók között a csatornán innen és túl keletkezett, nemzeti féltékenységtől is táplálva, mindig élesebb lett és majdnem 50 évig tartott. A francia akadémikusok végre is kénytelenek voltak bevallani, hogy olyan mérés, mely a délköri irányban csupán Franciaországra szorítkozik,

nem elég döntő annak megállapítására, hogy mennyire különbözik egymástól a délkörnek az egyenlítő környékén és a sarkok közelében mért *egy* foknyi íve. Ha Newton-t alaposan meg akarjuk czáfolni, előbb méréseket kell tenni az egyenlítőn és a sarkhoz lehetőleg közel.

A francia kormány tehát a párizsi akadémia javaslatára 1735-ben bizottságot küldött Peruba s egyidejűleg egy másodikat Lapplandba. Az utóbbi a fokmérést már 1737-ben fejezte be és a mérés előzetes eredményének összehasonlítása a meridiánív olyan darabjával, mely a földrajzi szélesség  $1^0$ -nyi különbségének felel meg, fölismerhetővé tette, hogy a Föld oly sphaeroid, mely sarkainál lapult. Mikor 1744-ben a perui mérést befejezték, a hosszú évek tudományos harcza is eldőlt és kitűnt, hogy a Föld valóban olyan alakú, a minőt Newton dinamikai okokból föltételezett.

Az eddigi törekvések oda irányultak, hogy a Föld nagysága a gömbalak föltételezésével határozottassék meg, ezen túl a fokméréseknek eddigi jellemőket meg kellett változtatniok, mert többé nem csupán a Föld nagyságáról volt szó, hanem egyúttal és főleg valódi alakjáról is.

Azok mellett a fokmérések mellett, a melyekben a megmért meridiánív hosszát a végpontokon mutatkozó nehézségi erő irányával hasonlítottuk össze, Clairant 1743-ban a nevéről nevezett theoremmával egy másik utat is tárt fel a lapultság meghatározására, a mely figyelembe veszi a nehézségi erő nagyságát, és a mely később, a XIX. század kezdete óta a nehézségi erőnek az egész földfelületre kiterjedő meghatározásaira vezetett, és a melynek következtében az időmérő-inga a legfinomabb geodetikus mérőeszközök egyikévé lett.

Miután a francia tudósok végre

szakítottak a Descartes-féle örvénylő elmélettel, melyet Newton gravitáció-törvényével szembe állítottak és egy félszázadnál tovább makacsul védelmeztek volt, a XVIII. század második felében erélyesen és elmésen fejlesztették a Newton-féle tant és ezzel pótolták, a mit a század első felében mulasztottak.

Kopernikus és Kepler, a a koruk észlelései szerinti bolygópályákat a Ptolomaeus-félékkel összehasonlítván, azt találták, hogy a pályák alakja és helyzete lassú változásoknak van alávetve. Ez vezetett annak a fontos kérdésnek a felvetésére, vajjon a változások minden időre szőlök-e és nem következnek-e belőlök minden életnek megsemmisítése a Földön? Laplace és Lagrange a XVIII. század végén nagy műveikben, a »Mécanique céleste« és »Mécanique analytique«-ben az égi testek kölcsönös vonzásából fölvilágosítást adtak a földtengely térbeli helyzetének különböző periodikus szabálytalanságairól és a földpálya helyzetének és alakjának változásait ingadozásokra vezették vissza, melyeket az ekliptika közepe helyzete és alakja körül hosszú periodusokban végez. Az ekliptika ferdesége óriási hosszú periodusokban sohasem csekélyebb  $21^0$ -nál és nem nagyobb  $27^0$ -nál. Mintegy 18,000 év óta a földpálya központkivülisége csökken, a mi még vagy 28,000 évig fog tartani. Olyan időszakok ezek, hogy a végtelenségre emlékeztetnek, melynek órái ép úgy jeleznek korszakokat, mint a mieink másodperczekeit.

Hogy az addigi fokmérések adta ellenmondások eltüntessenek és a Föld nagysága és alakja a tudomány és technika állásához képest pontosan meghatározottassék, a francziák a mult század vége felé újra mérésnek vetették alá a Párizson áthaladó meridiánt, Dünkirchentől Montjoui-ig, majdnem  $10^0$ -nyi ki-

terjedésben. Nagyszerű vállalat volt ez akkor és ismeretessé vált azzal is, hogy a Föld nagyságából származtatott hosszegységet, az úgy mondott természeti mértéket, a métert kellett megállapítani, még pedig mint a délkör negyed-részének tízmilliómod részét; ez azonban nem sikerült a kellő pontossággal. A francziák példája mindenütt hasonló kutatásokra buzdított és a XIX. század elejétől kezdve majdnem minden művelt államban végeztek fokméréseket; egyebek közt Angolországban, Svédországban, Kelet-Indiában, Dániában, Oroszországban stb. Németországban a múlt században semmi említésre méltó sem történt a Föld alakjának és nagyságának meghatározására. Az 1802-ben kezdett első porosz fokmérési kísérlet is befejezetlen maradt; az 1806-ik évi háború véget vetett a folyamatban levő munkálatoknak. A góthai csillagásztorony közelében voltak bizonyos pontok, melyek távolságát a legnagyobb pontossággal határozták meg s melyeket befalazott és sárgaréz-hengerekkel kitöltött vaságyúkkal jelölték meg. A jénai csata után az ágyúkat rendeltre kiszedték, hogy a francia császár rejtett hadi eszközöknek ne tekintse és Gótha semlegességét kétségbe ne vonja.

Két német vállalat nem annyira terjedelmével, mint inkább végrehajtásának pontosságával válik ki; az egyik Gauss fokmérése Hannoverában, a másik Bessel fokmérése keleti Poroszországban. A földmeghatározást, valamint elméleti szempontból, úgy új módszerek feltalálásával is egyaránt jelentékenyen fejlesztették. Mióta a Föld sarki lapultságát megismerték, majdnem százados törekvések irányultak oda, hogy a Föld alakjául olyan forgási ellipszoidot találjanak, a mely minden mérésnek lehetőleg megfelel. A megoldást célzó kísérletek arra vezettek, hogy a valószínűségi

számolást a földmérésekre alkalmazták és a mennyiségtan egy külön ágát, a legkisebb négyzetek elméletét, tovább fejlesztették. E módszer szerint a Föld méreteit először Legendre számította 1805-ben, azután egyebek között az angol Airy 1830-ban, 14 fokmérést vevén alapul; de főleg Bessel, a köningsbergi csillagász volt az, ki az addigi fokméréseket éleselméjű kritikának vette alá és számításait 10 fokmérésre alapította (7 európaira, 2 kelet-indiaira és a peruire). Az 1841-ben megállapított Bessel-féle ellipszoid mihamar a legáltalánosabb elismerésre talált és főleg azal vált fontossá, hogy gyakorlati mérésekre és számításokra való, nagy kiterjedésű és számos táblázatnak lett alapjává. Az újabb számítások közül főleg azok említendők, melyeket Clarke végzett 1856-tól a legújabb korig. E fáradságos és hosszadalmas munka azonban arra az eredményre vezetett, hogy a Föld matematikai felülete szorosan véve nem szabályos forgási ellipszoid, hanem olyan felület, mely majd erősebb és gyengébb, majd hosszabb és rövidebb hullámzatos emelkedésekkel és mélyedésekkel tér el a forgási ellipszoidtól. Ez a felület a *geoid*, Bessel szavaival élve, olyformán viszonylik a szabályos forgási ellipszoidhoz, mint a tengernek hullámzó mozgásban levő felülete a nyugvó víztükörhöz.

A Föld alakjának megfigyelt szabálytalanságai azonban, a Föld méreteihez viszonyítva, korántsem olyan jelentékenyek, hogy a geoid nagyobb felületein belül ne lehetne valamely határozott forgási ellipszoidot, mint ideális alapformát megtartani. Az egész Föld számára olyan ideális ellipszoidot találni, mely a geoidhoz lehetőleg simul: ezt a feladatot aligha fogják belátható időn belül megoldani, mert fokméréseket eddig csak a szárazföldön végeztek; pedig a földfelü-

let  $\frac{8}{11}$  része tenger és csak  $\frac{3}{11}$  része szárazföld.

A mult század közepe óta abból a föltevésből indultak ki, hogy a Föld, melynek méretei meghatározandók, szabályos elliptikus alak, a XIX. század közepe óta pedig a Föld alakjának szabálytalansága tekintendő kiinduló pontnak; a mérések czélja, meghatározni ez alaknak az ideális alapformától való eltéréseit, melyek a függő ón helyzetének változásaiban nyilvánulnak. Észak-déli irányban a görbültségi viszonyok Európában ez idő szerint négy meridián mentében határozhatók meg. Az egyik Greenwichől  $20^{\circ}$ -nyira keletre, a Shetland-szigetektől Algierig terjed; a második  $10^{\circ}$ -nyira keletre (szintén Greenwichől), Norvégiától Dánián, a Brocken-hegyen, Corsicán keresztül Tuniszig; a harmadik Greenwichől  $17^{\circ}$  foknyira keletre Svédországtól a Kelet-tengeren, Bécsen, Olaszországon, Szcílián keresztül Maltáig; a negyedik  $26^{\circ}$ -nyira keletre, az északi szélesség  $70^{\circ}$ -ik fokánál kezdődve Oroszországon át a Duna torkolatáig terjed. A keletnyugoti irány görbültségi viszonyairól az európai hosszúsági fokmérés fog felvilágosítást adni, melyet az  $52^{\circ}$ -ik szélességi kör mentében Greenwichől Varsóig végeztek. E mérést csak a legújabb időben fejezték be és a számításal még csak részben készültek el. Észak-Amerika Egyesült-Államaiban a görbültségi viszonyokat főleg két vidéken vizsgálták meg; az egyik körülbelül az atlanti partvidékre terjed, a másik a nagy tavak környékére. Az említett tájakon kívül még más helyeken is vizsgálták a függő ón helyzetének eltéréseit, így Lipcsénél, Moszkva körül, a Kaukaszban és a Himalája-hegységben. A kutatásokból kitűnt, hogy a függő ón eltérése nem egyezik mindig azzal a vonzással, a mely a környező

talaj alakulása szerint várható, hanem hogy gyakran sík vidékeken is tapasztalható eltérés, Európában ép úgy, mint Amerikában. Az eltérés okát azoknak a tömegeknek sajátos lerakódásában és sűrűségében kell keresni, melyek a Föld kérgét alkotják. A Dániától Olaszországig huzódó egész területen a földkéreg sűrűségében nagy szabálytalanságok észlelhetők; helyi jellemű szabálytalanságokon kívül nagy kiterjedésre vallók (regionális jelleműek) is vannak. Így Görliztől Lipcsén, Göttingén át Bonnig valóságos földalatti hegység terül el. Az Alpesektől északra fekvő München és a délre eső Nizza és Genua, sokkal csekélyebb függő-eltéréseket adnak, mint a milyeneket a talaj alakzata szerint várni lehet. Pizában és Florenczben ez eltérések épen ellenkezők azokkal, a melyeket az Apenninek vonzása okozhat. A szabálytalanságok a földkéregnek nagy területre kiterjedő sajátosságaira, tömeghalmozódásokra és tömeghiányokra utalnak. Hasonlók a viszonyok a Kaukaszban és a Himalájában. Észak-Amerikában Washington jelentékeny helyi szabálytalanságot tüntet fel; a nagy tavaknál észlelhető függő-eltérések nagy részét pedig csak úgy lehet megmagyarázni, ha vagy azt tételezzük fel, hogy a szilárd tömegnek a tavak alatt nagyon csekély a sűrűsége, vagy hogy a földkéreg a tavakon kívül nagyon sűrű. Ez utóbbi körülmény érvényességére utalnak a Felső-tó déli részén elterülő vasércztelepek.

Nemcsak a nehézségi erő iránya, hanem hatályosságának ingával való mérése is ugyanarra az eredményre vezet és a megfigyelés két módja nem is választható el egymástól, hanem kölcsönösen kiegészíti egymást. A hatályosság mérése kiválóan alkalmas arra, hogy a földkéreg tömegeinek elhelyezkedéséről részletes felvilágosítást adjon. Így a tiroli

Alpeseknek a hegytömegekhez képest csekély vonzását megmagyarázza az a tömeghiány, melyet Sterneck ingakísérletei mutattak ki. A Kaukázus, Himalája és Fekete-erdő épen olyan hiányokat tüntet fel, ellenben az Erdélyi sík és fensík, a Magyar Alföld és a Pó síkja tömeghalmozódásra vall. Ez azonban még nem szabály; vannak síkok, melyeken hiány található és hegyek, mint Grác környékén, melyeknek nincs földalatti kiegyenlítő. Az átmenetek a hiánytól a tömeghalmozódáshoz rendkívül sokszor közvetítés nélküliek, úgyszólván hirtelenek s az ember szinte hajlandó külső ismertető jeleiket a látható földalakzatokban keresni. Így a tiroli Alpesek hiánya és a Pó-sík tömeghalmozódása között, Mori és Riva környékén, Trientig a Salvini di San Marco nevű ismeretes nagy romhalmaz fekszik; különálló, vadul össze-vissza hányt sziklatömbök, szétzúzott hegységek vannak itt, melyek látása eszünkbe juttatja a »Divina Comedia« halhatatlan költőjét, kinek fantáziája e komoly és komor nagyszerűségből lekecsedet merített a pokol tornácának ecsetelésére.

A további törekvések arra fognak irányulni, hogy a tengerfenék alatti tömegelhelyezkedésekről szerezzünk felvilágosítást. A földrészekről messze fekvő szigeteken végzett gravitációmeghatározások feltűnő nagy számokat adtak, úgy hogy fel lehet tételezni, hogy a földkéreg sűrűsége a tengerfenék alatt sokkal nagyobb, mint a kontinensek alatt. A nehézségi erő hatályosságát, melyet jövőben nyílt tengeren, hajókon kell meghatározni, valószínűleg gázok segítségével fogják mérni; olyan eljárás ez, melyet előbb ki kell próbálni s a melyre vonatkozólag nemsokára jelentékeny eszközökkel előkészítő kísérleteket fognak tenni.

Az újabb kutatások azonban nemcsak a földkéregben való tömegelhelyezésre vonatkoznak, hanem valószínűleg sokkal mélyebben is betekintenek a Föld belsejébe, a hol a nagyon jelentékeny tömegek eltolódása a Föld tengelyének helyzetét változtathatja meg. A régiek erősen ragaszkodtak ahhoz a nézethez, hogy a Föld nyugalomban van és akkoriban veszélyes volt ezt a tételt megingatni; most azonban nem elégszünk meg a Föld forgásával és keringésével, hanem magát a tengelyét is meg akarjuk ingatni. A Föld forgási tengelye, mely meghatározza az ég sarkait, a térben változhatatlan irányú; ha valamerre eltolódik a Föld testében, akkor változónak kell lennie a földrajzi szélességnek, a földrajzi hosszúságkülönségnek és a földi helyek meridiánjára vonatkoztatott irányzöngnek. Habár már előbb az 1842—44. közötti években, majd a hatvanas és hetvenes években igyekeztek a földtengely helyzetének változásait kimutatni, az akkori észlelések nem voltak elég pontosak és elég nagy számúak, hogy valamely hely földrajzi szélességének némileg eltérő értékeiből biztosan meg lehetett volna állapítani a földtengely mozgását. Mióta Fergola, olasz csillagász, 1883-ban újlag fölvetette a földtengely esetleges helyváltozásainak ügyét, időszerűbbé vált azon sorozatos észlelések eredményei révén, melyeket Küstner Berlinben 1885-ben kiválóan pontos módszer szerint végzett az aberratio meghatározása céljából, az 1889-ik januártól az 1890-ik év nyaráig Közép-Európában a berlini, potsdami és prágai csillagtornyokon körülbelül 4500 szélességi meghatározást végeztek. Ezekből e három állomásra nézve a földrajzi szélességnek teljesen megegyező, fél ívmásodpercnyi variatíójára lehetett következtetni és ez érték csak a másodpercnek néhány századrészevel volt bizonytalan.



E körülmény teljes megvilágosítására s annak a fontos kérdésnek eldöntésére, vajjon a változás nem szorítkozik-e csupán egyes vidékekre, a nemzetközi földmérő-egyesület 1890-ben Freiburgban tartott értekezletén elhatározta, hogy az észleléseket Európában folytatja, és a Földnek ellenkező oldalán történendő egyidejű megfigyelések végett Honoluluba expedíciót küld. Az expedíciónak 21,000 márkára rúgó költségeit a földmérésben részes 27 állam évi járulékaiból és az amerikai miss Bruce alapítványából fedezték. Az európai állomásoknak (Berlin, Potsdam, Prága és Strassburg) megegyező észlelései 1891 májustól 1892 júniusig a szélességnek olyan változását jelezték, mely a Honoluluban észleltnek majdnem pontos ellentéte. Ezzel be volt bizonyítva, hogy a jelenség nincs helyhez vagy tájékhöz kötve, hanem általános jellemű s az egész földre érvényes. Ugyanazon időben Washingtonban is végeztek méréseket, és az egyidejű észlelésekből felismerték, hogy a Föld tengelyének mozgási iránya a Föld belsejében nyugotról kelet felé tart. A földrajzi szélességeknek változandóságát a legújabb időig számos helyen észlelték és a csillagászok közül jó sokan, kik akkor, midőn a kérdés felszínre került, a szélesség változásának lehetőségét és valódiságát tagadták, most teljesen meg vannak győződve valóságáról. A Kazán, Pulkova, Prága, Nápoly, Berlin, Potsdam, Bamberg, Strassburg, New-York, pensylvániai Betlehem és Karlsruhe városában levő csillagvizsgálókon hosszabb észlelési sorozatok, a Bécs, Kiel, Washington mellett fekvő Rockville, San-Francisco és Honolulu városában levő állomásokon rövidebb sorozatok ismereteseek. A legközelebbi időben ez állomásokhoz csatlakozik Tokio és a majdnem pontosan ugyanazon földrajzi szélességgel

biró Taskend (Turkesztan) és New-Haven (Connecticut).

Albrecht tanár Potsdamban a mindezen állomásokról 1894 évi július hónapig kapott anyagot áttekinthetőleg összeállította.

Mindeme, az egész földön szétszórt állomásokról szerzett adatokból egybehangzólag következik, hogy a Föld forgástengelye ez idő szerint közel 430 napra terjedő időközökben kúpalakúlag kering egy középső helyzet körül, és hogy a szélességnek periodikus ingadozása változó. Többen megkísérlették a változásokat matematikai képlettel kifejezni és főleg Chandler, amerikai csillagász foglalkozott a kérdéssel behatóan. Most azonban, mikor a pontos észlelési sorozatok csak néhány évre terjednek, nem lehet még eldönteni, vajjon mutatkozik-e törvényszerűség a jelenségekben, vagy a hirtelen jelenkező természeti események hatására nincs-e szabálytalan jellemök. Periodikus hatások minden esetre vannak és a jelenségekre zavarólag hatnak, miként pl. a meteorológiai események teszük; ez utóbbiakkal azonban csak olyan ingadozások magyarázhatók, melyek a másodpercznek csak néhány századrészére terjednek. Chandler azonban sok régebbi, a múlt század első felében végzett megfigyelésből kimutatta, hogy a tűnemény már régebben is megvolt, a mi másként nem is lehet és hogy a régebbi észlelések alkalmával tapasztalt ellenmondások, melyeket előbb más okokra vezettek vissza, a most megismert szélességi változásokban lelik magyarázatukat.

Az utolsó években végzett megfigyelésekből kitűnt, hogy a földtengely északi sarka a Föld geometriai sarkával szemben mozgásban van és Helmert tanár főleg annak az idomnak hosszúkás alakjára utalt, melyet az 1892. évi

október 20-ikától 1894. évi július 1-éig végzett pontos észlelések szolgáltattak. Ebből a Föld tétlenségi tengelyének aránylag nagy, majdnem rezgésszerű mozgása következik, a mi hatalmas tömegeknek eltolódására vall. A tengely ingadozásának változásai miatt a forgási tengely sarkának viszonylagos mozgása spirális alakú.

A rugalmas testek mozgása és alakja közt a mechanika törvényei szerint kölcsönösség van és valamint Newton idejében az ismeretek fejlődése egyik irányban haladást eredményezett a másokban, úgy most is a Föld belsejében végbemenő tengelymozgásnak legújabb fölfedezése arra a következtetésre kényszerít, hogy a földfelület matematikai alakja is változó. Ha a forgási tengely helyzete a Föld belsejében változik, akkor változnia kell a tenger felszínének is és a tengerpartokon észlelhető víz-állásokból ki kell mutathatónak lennie annak a hatásnak, mely a sarkpont mozgásából rájuk háramlík. Így a közepes vízállás magasságváltozásai Helderben, az északi tengerben, az 1855 től 1893-ig terjedő 38 évi időszak tartama alatt teljesen megegyeztethetők a sarkpontnak ez időre vonatkozó helyzetváltozásaival. Azt a kérdést, mennyiben lehet e körülményekből a tengerpart évszázados emelkedéseit és süllyedéseit magyarázni, csak e tünemények további tanulmányozásával és észlelésével fogják megoldhatni. A Föld belsejében végbemenő tengelymozgás problémája, mely egyaránt fontos a földmérésre és csillagászatra, néhány évi megfigyelése után a jelenségek megismerésének csupán első stádiumában van.

Ennek előmozdítására valószínűleg nemsokára külön nemzetközi sarkmagasság-megfigyeléseket fognak megszerveíteni, hogy a jelenségeket állandóan ellenőrizték és észleljék. Ily módon való-

színűleg a sarkmagasság százados változásainak eddig még nyílt kérdésére is meg fogjuk kapni a biztos felvilágosítást. Az a nagy haladás, melyet a földmérési kutatás a legutóbbi négy évtizedben tett és mely a kutatást a csillagászattal mindig szorosabb kapcsolatba, a fizikával, geográfiával és geológiával pedig vonatkozásba hozta, főleg a különböző államok és tudósai közös működésének köszönhető. Egyetértő együttműködéssel 1862 óta mindig nagyobb számban vesznek részt a közös munkában, olyan munkában, mely kiválóan alkalmas arra, hogy elősegítse a kölcsönös megértést, a közösnek elismerését és a szétválasztónak, a különbséget okozónak kiegyenlítését.

A nemzetközi földmérés céljaira való egyesülés megalapításának nagy érdeme és maradandó dicsősége Baeyer\* tábornokot illeti. Egy század végén állunk, mely tudományunkra oly nagy jelentőségűvé vált 1794. évi november 5-ike óta elmúlt; ez előadásomon becsületbeli kötelességemnek tartom, hogy megemlékezzem arról a nagy tudósról és nemes férfúró, kinek olyan sokat köszönhetünk. Mert míg előbb az egyes kutatók csak magukra, erejükre voltak utalva és kölcsönös, bensőbb összeköttetés nélkül voltak kénytelenek tanulmányaikat és kutatásaikat végezni; míg előbb akadályozták, sőt üldözték őket koruk áramlatai, melyek mint a szabad tudományos kutatás ellenségei, a teremtmény szellemet a megszokottnak, a dogmatikusnak, sőt még a legsötétebb babonának bilincseibe akarták visszakényszeríteni: addig ma Baeyer tábornok alkotásában a szak társaknak olyan egyesülését birjuk, a mely közös munkát tesz lehetővé, mely egymással állandó összeköttetésre és

\* Született 1794 november 5-ikén, elhunyt 1885 szeptember 11-ikén. Életrajzát lásd a Term. Közl. XVII. k. 421. lapján.

a megfigyelések kölcsönös ellenőrzésére ad alkalmat.

Távol van tőlem, hogy az elmúlt idők azon nagy szellemeinek érdemét csökkentsem, kiknek vizsgálati eredményei a kortársaktól megtámadva, de lassanként elismerésre találva, ma a tudomány alaptételeivé lettek; mégis, a a Baeyer erélye létrehozta alkotás rövid idő alatt olyan eredményekre vezetett, melyeket elérni egyes embernek még hosszú munkálkodás árán sem lehetne. Ennek tudatában annál hálásabb tisztelettel kell megemlékeznünk Baeyer tábornokról. Ma, mikor a nemzetközi földmérésnek tőle létesített egyesülete már olyan nagyjelentőségű eredményekre jutott, nem szabad a tudomány e Nesztoráról megfeledkeznünk. Neki osztályrészül jutott, hogy töretlen erőben nagy életkort érjen el; de azért is ne-

vezhető szerencsésnek, hogy a babért nem az utókor nyújtja neki, hanem már kortársai is teljesen és melegen méltányolták nagy érdemeit. Az elismerés összes bizonyítékai s a sok, magas és legmagasabb kitüntetés között talán az a legnagyobb jelentőségű, mely 1883-ban érte, mikor a nemzetközi földmérés egyesületének kongresszusa Rómában, ülésezett. Az olasz kormány az ő tiszteletére érmet veretett s a jeles férfit valóban nem lehetett jobban méltatni, mint az érem körírásával. Szavainak jelentősége mindenkorra jelígeje marad annak az alkotásnak, melyet Baeyer kezdeményezett, és mely ma már olyan nagy fejlettségre jutott, s azt hiszem, e helyen elmondott szavaimat nem fejezhetem be méltóbban, mint ama körírás szavaival:

Nationum sodalium excitavit!

Közli CSEMEZ JÓZSEF.

## A kámforról.

A kámfor nemcsak a kereskedelemben, hanem az iparban is számot tesz. Alig van háztartás, a hol az ember olyan tárgyat, vagy eszközt nem használna, melynek előállításához kámfor is szükséges. Legrégibb alkalmazása bizonyára az, hogy a molyok ellen használják. Nálunk persze egyszerűen úgy használják, hogy a bundáda, vagy a molytól megvédendő más tárgyba teszik, hogy azután a kámfor erős illata nyáron át távol tartsa onnan a hivatlan vendéget. Hasonlóképen használják a természetrajzi gyűjteményekben is. A kámfor őshazájában ládákat és szekrényeket készítenek a kámforfából, melyekben a megvédendő tárgyakat tartják. A kámfornak ez alkalmazását ma már hátrászorítják egyéb szerek, melyek jó oldala, hogy a ruha nem kap tőlük olyan erős szagot,

mint a kámfortól. Igennagy mértékben használják továbbá a kámfort az orvoslásban és pedig nemcsak a különféle kámforolajok (1 rész kámfor, 9 rész tiszta faolaj), kámforszeszek (1 rész kámfor, 7 rész borszesz és 2 rész tiszta víz) és borok (1 rész kámfor, 3 rész folyékony, de tiszta gummi arabikum és 45 rész bor) készítéséhez, hanem más különféle orvosszerek előállításához is. Mert a kámfor, kis mennyiségben használva, csillapítólag hat, de nagyobb mennyiségben már bántja az idegeket és a vérkeringésre, a léleklő és más szervekre izgatólag és zavarólag hat; nagy mennyiségben szedve pedig már méreg számba megy. Balga lányok, kiknek legfőbb bajuk az, hogy piros az orcájuk, titokban kámforos zacskót akasztanak a nyakukba, melytől azután arcuk sá-



# Creative Commons License Deed

**Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)**

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



## A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

## Az alábbi feltételekkel:



**Nevezd meg!** — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



**Így add tovább!** — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

## Az alábbiak figyelembevételével:

**Engedély** — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhetsz](#).

**Közkinccs** — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

**Más jogok** — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.