

Megjelenik minden hónap 10-ikén, legalább is $3\frac{1}{2}$ nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

HAVI FOLYÓIRAT

KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdíj fejében kapják; nem tagok részére a Pótfüzetekkel együtt előfizetési ára 6 forint.

XXV. KÖTET.

1893. SZEPTEMBER

289. FÜZET.

Földünk belsejéről.

(Befejezés.)

Mindaz, a mit a Föld belsejének fizikai alkatáról eddig elmondtam, jobbára csakis a belső hőmérsékleti állapotokról szerzett tapasztalatra van alapítva. Azonban más alapon is lehet a kérdéshez hozzászólni, t. i. a Föld *sűrűségéről, alakjáról és vonzásának természetéről* szóló ismereteink és még egy-két jelenség alapján. Lássuk tehát, hogy az ezen alapon megindult számítások és kutatások mennyiben mozdították elő az érdekes kérdés megoldását.

Azon kezdem, *mekkora a Föld sűrűségének középértéke?* Középértéke, mert hiszen a Föld különböző sűrűségű anyagoknak halmazából áll. Ez a kérdés természeténél fogva tulajdonképen a csillagászatban tartozik, de hasznára van a geológiának is, a mint azt látni fogjuk. Megfejtése a gravitációra, az égi testek vonzása törvényének ismeretére támaszkodik. Mely úton-módon, milyen egymástól különböző kísérleteken alapuló igen kényes természetű megfigyelésekből és mérésekből sikerült e feladatot megoldani, azt bizvást mellőzhetem, mert minket most csupán az eredmény érdekel. Az eredmény számértékei 5.49 és 5.69 között ingadoznak. A valószínű érték 5.56. Ez annyit jelent, hogy Földünk tömege 5.56-szor akkora, mint ugyanoly nagy vízgolyónak a tömege; vagy, mivel a tömeg arányos a súllyal: Földünk 5.56-szor nehezebb mint az éppen akkora vízből való golyó. Ha már most meggondoljuk, hogy a szilárd kérget alkotó kőzetek sűrűségének középértékét 2.7-nél többre semmi esetre sem becsülhetjük, azt kell következtetnünk, hogy a Föld belsejét szükségképen sokkal sűrűbb, vagyis nehezebb anyagok alkotják. A felszíni anyagok, milyenek: a mész, a dolomit, az agyag, a homokkő, a gránit (2.7) stb. sűrűségének középértéke 3-nál kisebb, némelyiké jóval kisebb. A mélyebben fekvő bazalté 3, az oliviné 3.3—3.5, a mágnesvaskőé 4.9—5.2, de még ez is kisebb a Föld sűrűségének középértékénél, melynél csak a nehéz fémek sűrűsége

nagyobb. Úgy látszik tehát ezekből, mintha lefelé menve, mind nehezebb és nehezebb anyagok alkotnák Földünk belsejét. Sőt van, a ki ezen az alapon azt állítja, hogy belseje vas, de az sincsen kizárva, hogy ennek a társaságában ott vannak a sokat áhított nehéz, nemes fémek is. Ez nem is lehetetlen! Legalább Nordenskjöld fölfedezése ezen merész állítás mellett bizonyít. Nordenskjöld tudniillik 1870-ben közzétette, hogy az Ovifak nevű helyen (Disko, grönlandi szigeten) óriási vastuskókat (21,000 és 8000 kg.-os is akadt köztök) talált bazaltba ágyazva. Minthogy ezeknek chemiai alkotásuk a meteorvaséval azonos, és más okokból is azt vitatták némelyek, hogy ez igazi meteorvas, mely a bazalt erupciója alkalmával esett bele. Ámde számos körülmény ellenmond ennek a nagyon is koczkáztatott föltevésnek, és különösen Steenstrup kutatásai óta általánosan hiszik, hogy ezeket a vastuskókat a bazalt-erupció ragadta ki a Föld belsejét alkotó vastömegekből.

A Föld sűrűségének tanulmányozása tehát azt a pozitív adatot szolgáltatja, hogy *belsejét nagy fajsúlyú anyagok* foglalják el.

Alakjáról is következtettek bolygónk belsejének fizikai alkatára. Az okoskodás körülbelül ez: Szilárd testnek akármilyen lehet az alakja, a folyadék azonban határozott alakot ölt, még pedig gömbbé válik, ha a folyadékreszecskek vonzásának hatását más külső erők nem zavarják. Az olaj fajsúlyával egyenlő fajsúlyú víz és borszesz elegybe öntött olaj golyóvá alakul, és ha ezt kívülről beledugott tengely körül forgatjuk, az olajgolyó a sarkokon belapul, az egyenlítőn kiduzzad (Plateau kísérlete). A többi bolygó, pl. a Saturnus és a Jupiter golyóalakú, sarkai be vannak lapulva és ez a lapultság arányos a bolygó forgásának idejével. Földünk is sarkain belapított gömbölyű test (szferoid), tehát valamikor ez is híg volt és alakját a gravitáció és a forgás együttes hatásának köszöni. A figyelmes olvasó nemde észrevette, hogy ez a különben egészen helyes okoskodás mást mond, mint a mit vele czéloztak. Megmondja ugyanis azt, hogy valószínűleg milyen volt a Föld állapotán hajdan, de nem mondja meg, milyen jelenleg.

Sőt magához a következtetéshez is hozzáfér a kétség. Mert kísérletekből tudjuk, hogy nagy nyomás alatt a szilárd anyagok is csak olyan magatartásúak, mint a folyadékok; azok is mintegy folynak és oly alakot öltének, mintha igazán folyadékok volnának. Thomson V. kiszámította, hogy akkora golyó aczélból vagy akár üvegből, mekkora a Föld, körülbelül épen annyira fog sarkain behorpadni, mint a mennyi bolygónk sarkainak behorpadása, feltéve, hogy forgási sebessége a Földével egyenlő. Számítását később végzett kísérletek csakugyan igazolták is. Tehát absolute merev anyag

nincs! Valljuk be azért, hogy a Föld alakja még múltjára sem enged biztosan, és minden kétséget kizáró módon következtetni.

De van a dolognak más oldala is. A mechanika feladata kiszámítani egy adott tömegnek behorpadását a sarkokon, ha forgási sebessége ismeretes.

A Földre vonatkozó emez adatokat ismerve, kiszámítható sarkainak lapultsága is. A számítást azonban csak úgy lehet elvégezni, ha a sűrűséget illető bizonyos föltevéseket fogadunk el. És épen azért fontos ez a számítás ránk nézve. Ha Földünk összes tömegét középpontjában gondoljuk mintegy összetömörítve, a mikor felszínén a sűrűség végtelen kicsiny volna, akkor a lapultság $\frac{1}{580}$ része lenne a föld sugárnak (Huygens), ha pedig homogénnek, vagyis mindenütt egyenlő értékűnek vesszük a sűrűséget, a lapultság $\frac{1}{232}$ (Newton). Ha középpontja felé nő a Föld sűrűsége, úgy hogy ott 10 volna az értéke, és ha minden mélyebben fekvő rétegnek a lapultsága csökken, a számítás eredménye $\frac{1}{292}$ (Pratt), mely szám a közvetlen méréseknek egyik határértéke. Roche, ki szabatosan fejezte ki a számítás alapját alkotó föltevéseket a sűrűségről, erre a következtetésre jut: ha a lapultság $\frac{1}{300}$ -nál nagyobb (valószínű értéke $\frac{1}{294} - \frac{1}{292}$), a Föld belseje nem lehet folyós. Szerinte a Föld magja szilárd, és ezt egy aránylag vékonyabb réteg övedzi, mely esetleg részben folyós is lehet (a külső szilárd kéreg alatt). A szilárd mag sűrűsége 7,6 és radiusa 0,82 része a föld sugárnak, a külső kéregé pedig 3. Az elébbeni a meteorvasnak, az utóbbi a meteorkönek a sűrűsége. Ezen az alapon indulva, a lapultság $\frac{1}{294,3}$, de lehet $\frac{1}{292}$ is még egy újabb nagyon valószínű föltevés mellett. Ezekből tehát az a tanulság, hogy bolygónk belsejének sűrűsége sokkal nagyobb, mint a külső kéregé, a mi összevág a Föld sűrűségének tanulmányozásából kapott eredménnyel. Továbbá a sűrűsége vonatkozó különböző föltevések mellett a lapultságnak különböző értékeit kapjuk. A mely érték legjobban összevág a lapultság meghatározását célzó közvetlen mérésekből eredő számmal, annak a sűrűségről elfogadott föltevése jár legközelebb az igazsághoz.

A Föld alakjának pontos ismerete tehát tárgyunkra való tekintetből felette fontos. Milyen az alakja, arra fokmérések és ingakísérletek adták meg a feleletet, mert ezekből kitűnt, hogy sferoid, t. i. az egyenlítő táján kiduzzadt és a sarkoknál behorpadt golyóhoz hasonló test. Ha ugyanis valamely délkörnek egy darabját megmérjük az egyenlítő táján és egy másikat nagyobb szélességen, tehát közelebb a sarkhoz, és mindkét mérésekből kiszámítjuk a délkör egy fokának a hosszát: a délkörnek egy fokát egyenlő hosszúnak kell találni úgy az egyenlítőn, mint a sark szomszédságában, ha

Földünk golyó. Minthogy pedig különböző hosszúnak találták az egy fokot, nyilvánvaló, hogy a Föld nem gömb.

Számos ilyen fokmérést végeztek a Föld különböző vidékein. Az összes megbízható adatokból Bessel (1841) $\frac{1}{299}$ -nek és Clarke (1878) $\frac{1}{293}$ -nak számította ki a lapultságot. Ha csak egy délkör mentén történt mérésekre alapítjuk a számítást, ismét más-más számot kapunk. Így a nagybritanniai délkör adatai szerint $\frac{1}{230}$ a lapultság. Ezen feltűnő eltéréseknek forrása a geodetikai méréseknek kényes természete. Az eljárást itt nem ismertethetem, csak annyit mondok, hogy ezeknél a méréseknél a függő ónnak is van szerepe. Ámde a közelében lévő nagy tömegek pl. egy hegy, vagy akár egy tőle oldalt fekvő nagyobb sűrűségű közetréteg, magához vonzza a függő ónt s így az nem mutatja pontosan a függélyes irányt. A délkör megmért részének a hossza így természetesen nem felel meg pontosan a valóságnak. Meggondolva, hogy a Föld különböző pontjain más-más, sokszor szinte megmagyarázhatatlan a függő ón eltérése, nem fogunk csodálkozni, hogy a fokmérésekre alapított számításokból eltérő eredményekre jutunk a lapultság értékére nézve, valamint azon sem, hogy más módszert követve, megint más értéket kapunk.

Ugyanis ingakisérletekből is következtethetünk a Föld alakjára. Az inga lengésének ideje függ a vonzás erejétől; ha ez nő, az inga gyorsabban leng, ha pedig csökken, akkor lassabban leng. A vonzás pedig nő, ha a Föld középpontjához közeledünk, és fogy, ha tőle távozunk, pl. ha hegyre megyünk az ingával. Ámde az egyenlítőn lassabban, a sarkvidéken gyorsabban leng az inga, tehát amott távolabb, emitt közelebb vagyunk a Föld középpontjához, más szóval: az egyenlítő táján a Föld fel van duzzadva, a sarkokon pedig be van lapítva. Minthogy pedig az ingának lengési idejét rendkívüli pontossággal bírjuk meghatározni, pontosan is számíthatjuk ki az illető hely távolságát a Föld közepétől és így a sarkokon megfigyelt lapultság értékét is. Az elv maga milyen egyszerű, alkalmazásakor pedig hány nehézségre bukkanunk!

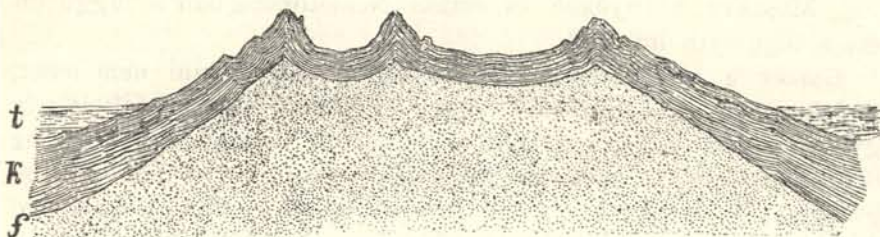
Íme az egyik. A víz sűrűsége 1, a szilárd földkéregé átlag 2,7, s így a száraz föld bizonyos térfogatának tömege nagyobb, ugyanakkora térfogatú víz tömegénél. Ámde a vonzás a tömeggel arányos, a miért is, az inga lengéseiről elébb mondottakra emlékezve, azt kell következtetni, hogy ugyanaz az inga gyorsabban fog lengeni a szárazföldön, mint a tengeren, hasonló föltételek között. Pedig annak épen az ellenkezőjét tapasztalták. A nagy óceánnak magányos kis szigetkein kelletténél sokkal gyorsabban leng az inga. Honnan a vonzás *intenzitásának* ez a rendellenes magatartása? Ez a fel-

tünő jelenség talán nem is olyan felette meglepő, mert a vonzás irányát illető hasonló szabálytalanságokat szintén ismerünk. A olvasó még emlékszik arra, hogy az inga közelében lévő hegy eltéríti a függő ónt függélyes irányából. Az indiai angol területek fölmérésekor pedig azt tapasztalták a földmérők, hogy a Föld leghatalmasabb hegységével, a Himalájával szemben a függő ón feltünő közömböséget tanusított, mintha az ott sem lett volna! Hasonlót tapasztaltak a Pyrenéi hegység és a Kaukázus tövében is; aránylag sík vidékeken pedig, Mőszkva környékén és északi Németországban a függő ón eltért a függélyes iránytól.

Ezeket a rendetlenségeket másképen magyarázni nem lehet, mondják, mint ha fölteszük, hogy Földünk belseje folyós, és hogy vékony szilárd kérge nem egyenletesen vastag, úgy hogy az izzó lávatengerbe is amolyan hegységek merülnek, valamint a mi hegységeink is magasra nyulnak fel a levegőbe, meg hogy a szilárd kéreg hol nagyobb, hol pedig kisebb sűrűségű tömegekből áll. Az óceáni szigeteken pedig azért gyorsabb az inga lengése, mert a tenger alatt vastagabb a kéreg, minthogy a vele érintkező alacsony hőmérsékletű (0—2^o) tengervíz biztosabban és gyorsabban hűtötte a kérget, mint a földségek fölötti levegő. Sőt F a y e szerint ez a hűlés s így a kéregnek lefelé való megvastagodása most is tart, összenyomja az alant elterülő folyós anyagokat és emeli a kontinenseket. Ebből erednek a talaj évszázados ingadozásai. Tehát a tenger alatt vastagabb a kéreg, mint a kontinenseké, bár egyes csúcsai a felhőkig emelkedjenek is, és mivelhogy a szilárd anyagok fajsúlya nagyobb az alatta lévő izzó lávatenger fajsúlyánál, azért a vastag tengerfenék vonzása kiegyenlíti a víznek kisebb vonzását. Azért nagyobb a vonzás az óceán szigetein, mint a szárazföldön, melynek látszólagos nagy tömegét az alatta elterülő kisebb fajsúlyú lávatenger egyenlíti ki, azért nem bírja a Himalája kitéríteni a függő ónt. A tulsó lapon levő kép ábrázolja, milyennek képzei Faye a szilárd kérget. Föltevése kétségkívül tetszetős. Valósínűsége azonban alig tarthat számot, már csak azért sem, mert a szilárd kérget nagyobb fajsúlyúnak mondja, mint a lávatengert.

Kétségeink még inkább erősödnek, ha figyelembe vesszük az Airy-tól eredő és Fisher-től bővebben kifejtett magyarázatot. Hogyne! Hiszen épen ellenkezőjét állítja az előbbi hipotézisnek, mert abból indul ki, hogy a földségeknek megfelelő szilárd kéreg vastagabb mint a tengeralatti, hogy a hegységek alatt hasonló kidudorodások merülnek az izzó lávatengerbe, hogy a folyós, földalatti anyag nagyobb fajsúlyú a szilárd kéregnél és ráadásul, hogy a tenger fenekét szintén nagyobb fajsúlyú anyagok alkotják. Fisher

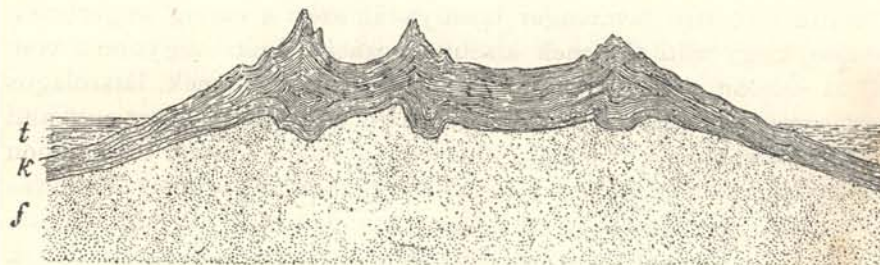
szerint a tengerfenék sűrűsége 2,96, holott a kontinenseké 2,3—2,7, a szilárd kéreg vastagsága pedig, a tengerek alatt 30 km., a partok környékén 40 km., a hegységek alatt pedig lehet akár 70 km. is. A mellékelt kép feltünteteti Fisher nézetét. És csodálatos! Ez a föltevés szintén megmagyarázza a kérdésben forgó nehézségeket. Ugyanis: a földségek vastag kérgének lefelé nyúló kidudorodásai kiszorítják a nehezebb folyadékot, azért kisebb ott a vonzás mint a



A Föld kérgének keresztmetszete Faye szerint. *t* a tenger; *k* a szilárd réteg; *f* folyós anyag.

tengeren, melynek különben is nagyobb fajsúlyú anyagokból álló feneké vékonyabb lévén, a sűrű látatenger közelebb ér a felszínhez, a miért itt szükségképen nagyobb a vonzás. Ilyenek a hipotézisek!

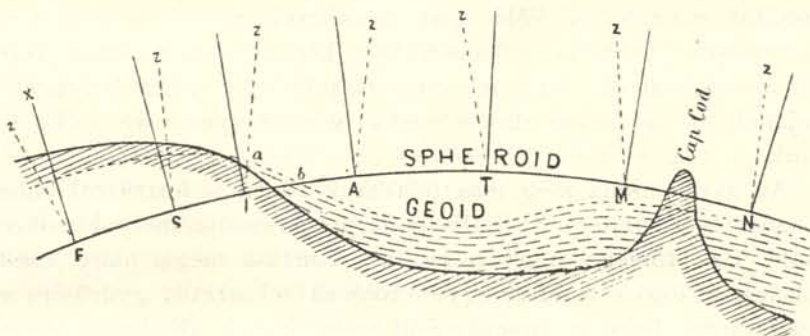
Most már kinek van igaza! A Faye- és Fisher-féle magyarázatoknak megbirálását az olvasóra bízva, a kérdést új világításban feltüntető dologra hívom fel figyelmét. Fisher már 1868-ban a követ-



A Föld szilárd kérgének keresztmetsze Fisher szerint.

kezőt mondja: Vonzásánál fogva a hegy kitéríti a függő önt irányából. A mély tengerekből kiemelkedő kontinensek tehát szintűgy felduzzasztják a tenger vizét partjaik mentén hatalmas vonzásuk erejével. Szóval: a partokon magasabban áll a víz mint a tenger közepén, mihez hasonlót a tiszta pohárba öntött víz is tanúsít, mely ugyancsak felhúzódik a pohár szélein. Bruns számítása szerint egy 3000 m. mély tengerből csak 300 méternyire kinyúló 45 fok

hosszú fensík partjainak mentén legalább 550 m.-nyire duzzasztja a vizet vonzásánál fogva. De vannak mélyebb tengerből jóval magasabbra emelkedő földségek, ott tehát a tenger szintjének magasabbra kell emelkednie. Így Fisher szerint déli Amerika nyugoti partjain a tenger szintje 1000 m.-nél magasabb mint a nagy óceán szigetein. A Föld alakja tehát nem is sferoid, mint azt föltételezték, hanem sokkal kevésbé szabályos; neve geoid. A geodetikai fokmérések természetesen mitsem árulhattak el a tenger vízének ezen lassú emelkedéséből a partok felé; ez az ingakísérletek érdeme. A mellékelt kép megtekintése fogalmat adhat a geoidról; de megjegyzendő, hogy a magassági viszonyok nagyon túlozva vannak rajta feltüntetve. (A képről megjegyzem még, hogy a szaggatott, és *z*-vel jelölt egyenesek a geoid felületre merőlegesek, tehát ezek a tényleg megfigyelt függőlegesek — zenit-irányok — holott a folytonosak a geodetikai



A sferoid és geoid vázlatos alakja.

zenithirányokat jelzik.) Ez a fölfedezés a lehető legtermészetesebb módon magyarázza meg a sok fejtörést okozó rendellenességeket, a miért is a Faye- és Fisher-féle föltevések legalább is feleslegessé váltak. De megérthetni belőle olyanokat is, hogy pl. Irország partjainak különböző pontjain miért találták az úgynevezett vízmércze nulla pontját különböző magasnak! Azért, mert a tenger szintje nem vízszintes, hanem enged a part vonzásának. Ez a magyarázata annak is, miért kapunk más eredményt a Föld lapultságára nézve a fokmérésekből, mint az ingakísérletekből.

Az ingakísérletek tehát igen becses adatokat adnak a Föld alakjára vonatkozólag és ezek különös fontosságúak azért, mert ingával nagyon sok helyen tettek pontos megfigyeléseket, holott fokméréseket csak kevés délkörön végeztek. Így azután természetes, hogy az inga szolgáltatva anyagból eredő számot a valóhoz közelebb állónak tarthatjuk, mint azt, mely a délkör hosszának a mérés-

sére van alapítva. Az ingával végzett összes megfigyelésekre alapítva a számítást, $\frac{1}{288}$ a lapultság, holott egyedül az angol, az orosz és az indiai ingamérésekből $\frac{1}{294}$ -nek számították. A valódi érték ezen két határérték közt fekszik. Ha csak az Indiában angolok és oroszok részéről tett megfigyeléseket vesszük elő, az eredmény összevág a fokmérésekből eredő számmal. Mint figyelemre méltót említtem azt a tényt, hogy a legeslegújabb, tehát legjobb fokmérésekből kapott eredmény mindinkább közeledik ahhoz az értékhez, melyet az ingával tett összes megfigyelésekből nyertünk. Hogy ez a módszer is ad eltéréseket a lapultság értékére nézve, azon már most senki sem fog megütközni, de hibának sem fogja azt neki senki sem felróni, tudván, hogy a kérdéssel foglalkozók hamis állásponton állottak, mikor azt vélték, hogy a Föld matematikailag meghatározható forgási test, t. i. szferoid. A fokmérésekkor tapasztalt eltéréseknek is ez a forrása. Nagyon sokat azonban ne várjunk az ingától, mert ha a Föld igazi alakjának pontos ismeretét igéri is a messze jövőben, sohasem lesz képes közvetlenül felvilágosítást adni arról, hogyan csoportosultak a Föld anyagai, és belsejének mi a fizikai alkata, pedig nekünk éppen erre volna szükségünk!

Az asztronómia még más feladatok révén is hozzászól ehhez a kérdéshez. Ilyen az aequinoctialis pont preczessziója, melynek okozója a Hold. Bár tömege nagyon kicsiny, vonzása mégis nagy, csekély távolságánál fogva. A Föld egyenlítőjének felduzzadt gyűrűjére való vonzás hozza létre a preczessziót, mely abból áll, hogy tengelye kerekszámban 26,000 év alatt egy kúpnak palástját írja le (ha a Föld haladó mozgását nem tekintjük) úgy hogy az eltűnő ezredévek során más-más csillag lesz a sarkcsillag. Ez a mozgás lehetetlen, úgy mondják, ha egyenletesen rétegezett golyónak képzeljük a Földet. Ez okból Hopkins azt következteti, hogy szilárd kérge legalább is 1300—1600 km. vastag, tehát olyan a Föld, akár egy tömör golyó. A kik nem voltak vele egy nézeten, arra utaltak, hogy Hopkins tökéletesen folyósnak vette a Föld belsejét, a mi nem áll, mert az inkább nyulós, és hogy egy felette fontos tényezőt felejtett ki számításából, t. i. a surlódást, melynek a bent uralkodó nyomás következtében óriási nagynak kell lennie. Kísérleteket is tettek és ezekből kitűnt, hogy nyulós folyadékkal megtöltött üveggömb mozgása egy cseppet sem különbözik a szilárd golyó mozgásától. A Föld tengelyének mozgására vonatkozó, és más effajta számításoknak az a közös gyenge oldaluk, hogy a Földet tökéletesen merev, a legkisebb alakváltozásra is képtelen tömegnek tételezik fel, persze a számítás könnyebbítése okáért. A mi apró testen megengedhető,

az alig felel meg a valóságnak oly óriási tömegben, milyen a mi bolygónk.

Mondottuk, hogy igazán merev test nincsen, és hogy a szilárd testek a folyadékot megillető tulajdonságokat szintén fölvehetik bizonyos körülmények közt. Azért a Föld szilárd kérgét nem szabad merevnek gondolni, hanem inkább az izzó lávatengertől tartott rugalmas hártyafélének, mely amannak alakváltozásaiban részt vehet, a Földet pedig amolyan rugalmas labdafélének. Ezen az alapon kellene megoldani azt a kérdést, hogy a Hold és a Nap óriási vonzása milyen változásokat okoz a Föld színén és mi módon és mely mértékben módosítja tengelyének mozgását, beleszámítva belsejének nyúlós voltát és a nagy belső súrlódást is. A Föld tehát nem merev test, hanem bizonyos mértékben részt vesz a tenger árapályában is, és ezt akkor is tehetné, ha esetleg tömör golyó volna. (Thomson-Darwin). Ámde a szilárd kéregnek emez ingadozásait meg is kellene mérni. De hogyan? Közvetetlen mérése ki van zárva, mert hiszen mozdulatlan fix pont nincsen, ha a Föld is emelkedik és süllyed. De talán sikerülne közvetve, a tenger árapályának a révén, és akkor ez a tünemény szintén hozzájárulna a Föld belsejének fizikai alkatáról szóló kérdés megoldásához. (Thomson W.)

Ha fölteszük, hogy a Föld kérge ép olyan mértékben enged a Nap és Hold vonzásának, mint a tenger, akkor a tenger dagályának tüneményét egyáltalán nem ismerhetnők. A tengernek van dagálya, tehát a szilárd kéreg kevésbé enged a vonzásnak, — ha egyáltalában enged — mint a tenger vize. Továbbá, ha, absolute mozdulatlan feneket föltételezve, kiszámíthatnók a dagályhullám magasságát, akkor a tényleg megfigyelt hullámmagasságot levonva, megkapnók a szilárd réteg emelkedésének értékét, a miből ismét a Föld belsejének állapotára következtethetnénk. Bár egyszerű a gondolat, még sem biztat fényes sikerrel, mert első sorban már a számítás is nagyon sok akadályba ütközik, és ha ezeken túl lehetnénk egyszer, hátra van a dagályhullám magasságának pontos ismerete, gondos megfigyelések alapján. Bizonyos fontos okokból nem a mindennapos dagályt, hanem a Hold okozta tizenégnapos szakaszú és az úgynevezett elliptikus dagályhullámot kell ismerni. Angol és indiai kikötőkben valami 30 év óta tettek és tesznek most is ez irányban megfigyeléseket. Ezekből a megfigyelésekből Darwin G. H. azt következteti, hogy a Földet majdnem absolute merevnek kell tekinteni. Vannak ugyan jelenségek, melyekből úgy látszik, mintha a Föld engedne a dagályt okozó erőnek, de oly kis mértékben, hogy merevségét legalább is az aczélával egyenlőnek kell gondolni. Utóvégre ez is csak olyan számítás mint a többi

Az adatok még nem elegendők és így csak a jövőben várhatunk megbízhatóbb eredményt.

A Föld belsejének fizikai alkatáról eddig elmondottakra visszaemlékezve, azt látjuk, hogy sokan sokféle alaptól indulva mondtak róla véleményt. A vélemények egymástól eltérők, és, bár a mindenható mathézis fegyvereivel is ostromolgatták a kérdést és segítségül hívták a természettudományok legújabb vivmányait: véglegesen a kérdés még sincsen megoldva és nem is lesz egyhamar. Tulajdonképpen két nézetet láttunk egymással szemben. Az egyik azt állítja, hogy Földünk belseje folyós, esetleg gáznemű, a másik pedig ennek az ellenkezőjét, azt, hogy egész tömegében szilárd. Mind a kettőt hatalmas okokkal támogatják, de végleges győzelemre egyik sem juthatott. A kik pedig sem az egyikkel, sem a másikkal megbarátkozni nem tudtak, a kettőnek kiegyenlítésén fáradozva, *egy harmadik hipotézist* alkottak.

Ennek a békitő hipotézisnek a lényege ez: a Föld közepe, mintegy magja szilárd, közte és a külső szilárd kéreg közt még meg nem dermedt folyós anyag van, vagy egyes nagy medenczékben, vagy pedig összefüggő, nem igen vastag réteg alakjában, mely 7—8 mfd.-nyi mélységben kezdődik a felszín alatt (P o u l e t S c r o p e és D a n a). Hasonló nézeten van S h e r y H u n t, a ki azzal toldja meg, hogy a folyós réteg túlhevített vízzel van elegyítve (hidrotermális olvadási állapot). Ezt a theoriát Hopkins fejtette ki az elébb már említett Poisson féle magyarázat alapján, mely szerint Földünk anyaga tökéletesen folyós állapotában először áramlások útján hült le, a mikor a felszínen képződött nagyobb fajsúlyú rögök lesülyedtek és a további hülés folyamán, elősegítve a rengeteg nyomás által, egész belseje megszilárdult. A felszínes folyadék azután nehezen folyóvá, nyúlóssá változván, kezdetét vette a külső kéregnek megszilárdulása. Hogy a maradékfolyadék egyes medenczéket alkotna a szilárd kéreg alatt, az kevésbé valószínű. Mert hát miért nem szilárdult meg ez az anyag is, ha a mellette lévő meg bírt dermedni? Erre a kérdésre nem találunk kielégítő feleletet.

A három hipotézis közül melyik a leginkább valószínű: azt eldönteni bajos dolog. Mindegyikre találni fontos bizonyítékokat, de ellenmondásoknak sem vagyunk híjával, és a mint valamelyikének javára akarnánk dönteni, nyomban támadnak jogos kétségeink. A problémának egy különös sajátsága alig került ki az olvasó figyelmét. Ez abban áll, hogy a természettudományok minden újabb haladása, minden új módszer, mellyel a kérdés megoldásához fogtak, nemcsak hogy nem hozta közelebb a megoldáshoz, sőt inkább még bonyolódottabbá tette, és újabb meg újabb munkára hívta a kutató-

kat. De egy eredményt eddig is elértünk már: ismerjük az utat, melyen haladva a cél megközelíthető lesz a jövőben. A távol jövőben, mert oly természetű megfigyelésekre van itt szükség, melyek évszázadokat követelnek.

A Föld belsejéről szóló három elmélet egytől egyig hipotézis. Annak nézve őket, lássuk melyik felel meg legjobban a tudományos értékű hipotézis követelményeinek. Hogy legalább is valószínű legyen, azt követeljük a hipotézistől, hogy a körébe tartozó jelenségeket könnyű szerrel, minden újabb segítő föltevés nélkül, mind meg tudja magyarázni, és hogy ne akadjon egyetlen egy tény sem, mely neki ellentmond.

A Föld gömbölyű alakja, a sarkokon lapultsága, a hőmérséklet emelkedése a belseje felé, a vulkánok, melyek hajdan épen úgy működtek, mint működnek ma, melyek hajdan ugyanazokat az anyagokat hozták a felszínre, a melyeket ma is kilöknék, *mindezek a tények arra utalnak, hogy Földünk réges-régen izzó, folyós tömeg volt.* Vajjon belseje ma is az-e? A gránit és rokonai valószínűleg térszövetű állapotban voltak valamikor, a trachit és a bazalt bizonyosan eruptív kőzetek, a tűznek produktumai, mert kemény tűzben mesterségesen is állítottak elő trachitot és bazaltot és így föltehető, hogy mélyen a hideg kőzetek alatt még most is van hevenfolyó réteg. Igaz, hogy újabban a túlhevített vízgőznek egy nevezetes hatását fedezték fel, mert azt tapasztalták, hogy körülbelül 400° C. forró vízgőz közel ezer atmoszféra nyomással hatva az üvegre, az üvegből apró kvarcz-kristályok váltak ki. Ámde ez lényegében nem támadja meg az elébb mondott állítást, legfeljebb azt következtethetjük belőle, hogy némely kőzetek folytonos átalakulása most is tart, még pedig nem is olyan nagy mélységben.

De a Föld belseje, a belseje? Már ezen a kérdésen komolyan felakadunk. Még pedig felakadunk azért, mert a Föld belsejének hőmérsékleti viszonyairól semmi bizonyosat nem tudunk, a mit annak idején már hangsúlyoztam is. Ha elfogadjuk azt a nézetet, hogy a Föld közepéig a hőmérséklet akár arithmetikai sorban, akár más törvény szerint nő: akkor kénytelenek vagyunk elfogadni azt a következtetést, hogy az ott uralkodó magas hőmérséklet miatt *a Föld belseje csakis gáznemű halmazatú lehet.* Ha pedig azt tartjuk, hogy a külső szilárd kéreg keletkezése előtt az egész folyós tömeg egy bizonyos hőmérsékleti fokra hűlt le, hasonlóan mint a tó vize tél kezdetén, mielőtt fagyásnak indulna: akkor a Föld közepét *izzó szilárd tömegnek* is gondolhatjuk.

Annyi bizonyos, hogy az ott levő anyagok sűrűsége okvetetlenül nagyobb a Föld sűrűségének középértékénél, de abból még

nem következik, hogy halmazatuk szilárd, mert ez a tény összeegyeztethető a légnemű halmazattal is, ha meggondoljuk, hogy ott a nyomás néhány millió atmoszférára rúg. Hiszen fogalmunk sincs arról, hogy ilyen rengeteg nagy nyomás alatt mekkora értéket vehet fel valamely gáz sűrűsége! A nagy nyomás hallattára egy új, meglepő kérdés merül fel: vajjon az a nyomás nem morzsolja-e össze a magnak szilárd anyagát? Erre kísérletszolgáltatta adatokkal felelhetünk: a granit 700, a bazalt és a porfir 2500 atmoszféranyomás alatt porrá omlik szét, de a fémek ezt kibírják. Ez okból állítják némelyek, hogy Földünk magja nehéz fémekből áll, sőt vannak, kik határozottan kimondják, hogy az szilárd vastömeg. De a e vastömeg sugarát a Föld sugarának kétharmadrészére becsüli. Az bizonyos, hogy a legmélyebb szintekből kilökött kőzetek kivétel nélkül vastartalmúak, és hogy a szétrobbant bolygóknak sok töredéke, az ú. n. meteorok nagy része ugyancsak vasból áll, a mi eléggé megokolja állításukat.

Ennyi az egész, a mit ekkoráig a Föld belsejének fizikai alkataráról tudunk és — képzelünk. Azon voltam, hogy a tárgyra vonatkozó anyagot röviden bár, de lehetőleg teljesen közöljem. Ép úgy vázoltam a hipotéziseket. Rámutattam azokra a tényekre, melyeken ezek alapulnak, de nem hallgattam el az ellenmondásokat sem. És így befejezésül csak az a mondani valóm, hogy, ha a szíves olvasó az egyiknek, vagy a másiknak a részére állana, ne feledje, hogy a Föld belsejéről való ismeretünk minden valószínűségével is csak hipotézis!

RÁTH ARNOLD.



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:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

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.