A FÖLDRENGÉSEK GEOMETRIAI ELMÉLETE.

Első közlemény.

Dr Kövesligethy Radó-tól.

Hogy csillagász a geologia tevékenysége iránt érdekkel viseltetik, az természetes dolog: hisz a Föld belsejének tömegeloszlása összefügg a precesszió és nutáczió jelenségével, tömegáttételek befolyásolják a sarkmagassági változásokat és a Föld kérgének merevségi foka szabályozza a vonzási potencziált, kihat ennek révén egészen a Hold mozgásáig és megszabja közvetlenül is a tengerjárás magasságát, sőt még a napnak tartamát is. A Napnak periodikus aktivitása a talaj spontán mozgásában, sőt még a Föld pályaelemeinek változásában is tükröződik vissza. De ha csillagász a Földtani Társulatban akár csak előadás keretében is munkaköréből maga számára részt kér, azt csakugyan indokolni illik.

Ott, hol a közvetlen tapasztalat-szerzés a geologus fúrójával véget ér, ott kezdődik a csillagásznak és fizikusnak jogköre. A nehézségi és mágneses mérések, melyek ma — különösen báró Eötvös Loránd hihetetlenül megfinomult megfigyelési módszerei folytán — nem remélt pontossággal bírnak s Sterneck Róbert alezredes már térbelileg is eléggé kiterjesztett ingamérései, melyeket a nemzetközi fokmérés munkaprogrammjába felvett, betekintést engednek egyrészt a belső tömegeloszlásba, másrészt a földkéreg tektonikai szerkezetébe. A sarkmagassági változások belső tömegáttételekkel függhetnek össze és lelkiismeretes taglalása már eddig is nehány becses adat birtokába juttatta a geologiát. A tengerjárás gondos megfigyelése összevetve e jelenség szigorú elméletével a földkéreg elaszticzitási magaviseletének ismeretéhez vezet és érdekes ösvényt nyit, a melyen tengerjárási és földrengési tünemények egymással közlekedhetnek és egymást kölcsönösen kiegészíthetik. Csak jelezni akarnám, hogy a tengerjárás 14 napos periodusának kimaradásából azt az érdekes következtetést tudtam vonni,* hogy a földrengési lökés maximális sebessége meg nem haladhatja az 1800 métert másodperczenkint és hogy valamely rengés megfigyelt sebessége módot nyujt a földkéregnek az illető helyen való vastagságának megbecslésére.

Nagy veszteség a geologiára nézve, hogy Lord Kelvin, akkor még W. Thomson a British Association glasgowi megnyitóján 1876-ban úgy

* Csillagászati földrajz. Bpest 1899, pag. 694.

saját, mint mások megelőző tanulmányaira támaszkodva teljes joggal kénytelen volt kimondani, hogy a csillagászatilag oly pontosan ismert preczesszió és nutáczió a Föld belsejének megismeréséhez adatokat nem szolgáltathat, a mennyiben úgy a teljesen merev, mint a folyós földszferoid elméletileg ugyanazon preczesszió-állandóhoz vezet. Igy megmaradt ugyan a csillagászatban az érdeklődés a geologia iránt, de a viszonosság — a hasznossági ok elestével — nincs meg.

A mit a geologia a preczesszió és nutáczió elméletében vesztett, azt más téren iparkodtam neki visszahódítani s így a földrengések geologiai elméletében alig emelkedvén a laikus szinvonala fölé, a fizikus szempontjából kezdtem ez érdekes jelenségekkel foglalkozni, a melyek a földkéreg rugalmasságához fűződő kérdéseivel egyenesen kapcsot létesítettek a tengerjárási jelenségekkel is. Olaszországban jártamkor megismerkedtem a fontosabb geodinamikai obszervatoriumokkal és azok vezetőivel, a kik előttük kifejtett nézeteimre azt jegyezték meg, hogy örülnek, hogy egyszer csillagász is foglalkozik ismét e tüneményekkel.

Dolgozatomat* Günther Sigmund is szives volt figyelemre méltatni és a Petermanns Mittheilungenben megjelent birálatra is csupán azon egy megjegyzésem lehet, hogy a rengési fészek nem okvetlenül abszurd nagy mélységben fekszik, hanem hogy ott fekhetik.

A földrengési számításokat rendesen a Mallet-féle elméletre építik, a mely egyenes sugarakat tételez fel, bár ez előre láthatólag csak teljesen homogen Földben lehetséges. A feltevések nélküli probléma megoldása mathematikai szempontból sokkal nehezebb. Ha ugyanis ds az általában görbült rengési sugár egy eleme, melynek helyén a terjedési sebesség v, akkor a t idő, mely alatt a lökés A pontból B-ig jut, adva van

$$t = \int_A^B \frac{ds}{v} \tag{1}$$

integrál által, mely egy ismeretes fizikai tétel értelmében minimum tartozik lenni. A pillanatnyi sebesség az n törésmutató által is fejezhető ki, s ekkor

$$t = \frac{1}{v_1 n_1} \int_A^B n ds, \tag{2}$$

ha az 1 indexxel ellátott mennyiségek a Föld felületére vonatkoznak.

A minimum követelése variaczió-számítás révén a rengési sugár alak-

* A sismikus tünemények új geometriai elmélete. Math. és Term.tud. Ért. XIII. köt. pag. 363—407. 1895.

jához vezet és ezzel együtt minden újabb hipothézis nélkül megadja az egész rengés geometriai elemeit, a homoszeisztákat, izoszeisztákat és koszeisztákat. Ha ugyanis φ jelenti ama szöget, melyet a földrengési sugárhoz húzott «radius vector» bezár a tengelylyel, akkor

$$\varphi = \gamma + \int \frac{C d\rho}{\rho \sqrt{n^2 \rho^2 - C^2}}, \tag{3}$$

a hol γ valamely állandót jelent, ρ pedig a Föld középpontjától mért távolság a földsugár egységeiben kifejezve. A C állandó jelentősége igen egyszerü: ha ugyanis — mint fennebb — n_1 a földfelületi törésmutató és e a földrengési sugár emerziószöglete, akkor

$$C = n_1 \cos e. \tag{4}$$

A felírt integrál csak azon esetben számítható ki, ha ismerjük a törésmutató változásának törvényét a földközépponttól való távolsággal. Ez ismét feltételezi, hogy a sűrűség eloszlását ismerjük a Föld belsejében.

Erre vonatkozólag rendesen két törvényszerűséget használunk fel; az egyik a LEGENDRE-LAPLACE-féle törvény:

$$S = c \frac{\sin m\rho}{\rho} \quad (c = 4{\cdot}426, \; m = 2{\cdot}4727),$$

a másik, még pedig fizikai jelentőségénél fogva általánosabb kifejezés a ROCHE-féle törvény, mely így hangzik

$$s = S(1 - a\rho^2); \quad (S = 10{,}10; \; a = 0{\cdot}764). \tag{5}$$

Ebben S a Föld középpontjának sűrűségét jelenti, mely e szerint 10,10, míg amabban ugyanezen mennyiség $cm = 10{\cdot}94$ által van adva.

A két törvényszerűség helyesen adja vissza a Föld középsűrűségét, a lapultságot, az ingamérésekben szereplő külömbséget az ekvátori és forgási tengely tehetetlenségi momentumai között, végre a precessziót és nutácziót. Mindkettő természetesen csak szchematikus képét adhatja a Föld belső tömegeloszlásának és semmi módon nem adhat felvilágosítást esetleges helyi geologiai zavarokról.

Minthogy itt első sorban arról volt szó, hogy az egész jelenségbe betekintést nyerjek, a különben egyenértékű két sűrűségi törvény közül azt választottam, a mely az integrácziót különösen egyszerűvé teszi. A lefolyását a jelenségnek tehát csak úgy kaphatjuk, a mint ez geologiai zavarok nélkül menne végbe. Megjegyzem azonban, hogy ez úton is tiszta képet nyerünk a rengések geometriájáról s hogy más-más sűrűségi képlet bevezetése megváltoztatná ugyan némileg a fellépő számértéket, de nem azok természetét és nem az egész jelenség lényegét. A felírt integrál adott esetekben numerikusan akkor is számítható, ha a rengési terület egyes pontjaiban numerikusan ismerjük a terjedési sebességet, illetve a törési mutatót.

E téren még igen sok tennivaló marad a kisérletezés számára; különösen fontos volna a sebesség- és iránymeghatározás geologiailag nem homogen talajban s kiváló súly volna fektetendő oly rengésekre, a melyek a tengerre is behatolva, különösen alkalmasak ezen fontos földfelületi adat megismerésére.

A Roche-féle törvényből kiindulva a törésmutató ρ távolságban a Föld középpontjától

$$n^2 = 1 + \frac{\mu}{1-\alpha} - \frac{\alpha\mu}{1-\alpha}\rho^2 \tag{6}$$

által van adva, ha $\mu = n_1^2 - 1$ a földfelületi törőképesség.

A mennyiben a Roche-féle törvény α állandója nagyon közel háromnegyeddel egyenlő, a törésmutató kifejezése gyakorlatilag elegendő pontossággal

$$n^2 = 1 + 4\mu - 3\mu\rho^2 \tag{7}$$

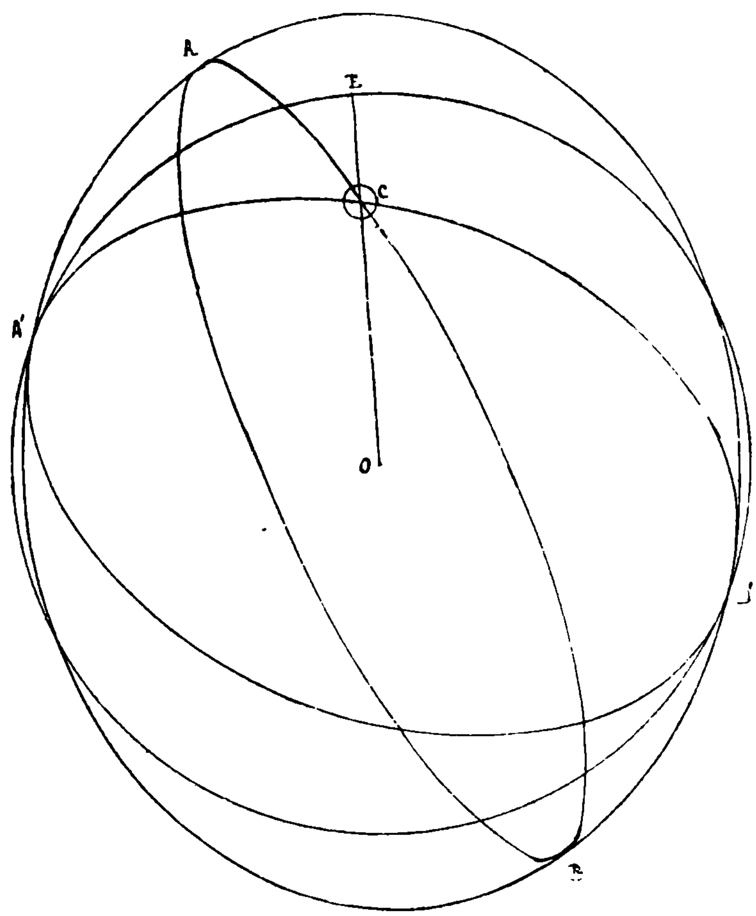
alakban is írható.

Ha a földrengés fészke pont, s a jelenségre sem a tengelyforgás, sem a Föld geoidos eltérése befolyást nem gyakorol, akkor a földrengés elliptikus sugarakban terjed. (1. ábra). Az ellipszisek középpontjai a Föld O középpontjával esnek össze, C a rengés fészke, E az epiczentrum, CE a földrengésnek tengelye. Hiperbolás sugarak csak azon egy abszurd feltevés alatt jöhetnek létre, hogy a Föld anyagának törési mutatója belülről kifelé általánosságban nő, azaz törőképessége negativ. Petrografiai zavarok természetesen adhatnak rövid közökben a sugárnak hiperbolás hajlást is. Az egyenes földrengési sugár, mely a Mallet-féle elméletnek felelne meg, akkor lép fel, ha a Föld törőképessége null.

A sugár-ellipszis méretei különben egyenlő viszonyok mellett tisztán azon szöglettől függnek, melyet a rengési sugár a földrengés tengelyével, azaz az epiczentrumot a fészekkel összekötő egyenessel bezár. Ennek megnagyobbodtával kisebbedik a sugárellipszis nagy tengelye, és ha ezen η szöglet

$$\sin\eta = \frac{n_1}{n_0\rho_0} \tag{8}$$

egyenletnek felel meg, melyben n_0 a törési mutató a rengési fészeknek ρ_0 távolságában, határértéket ér el, oly értelemben, hogy ezen szögleten túl fekvő sugarak egészen a Föld belsejében maradnak. Ezen η szöglet meghatároz egy elliptikus palástvonalakkal biró kúpot, melynek csúcsa a rengési fészek s melynek tengelye a rengés tengelyével azonos. Mindazon sugarak, a melyek e kúpon belül esnek, érezhetők a földfelületen és kilépnek a levegőbe. De minthogy a levegőnek törési viszonyai a csillagászati sugártörés által adottak, a rengés az ellipszis leszálló ágán már nem találhatja újból a Földet, hanem a végtelenségbe töretik. A kúpon kívül fekvő elliptikus sugarak ellenben egészen a Föld belsejében maradnak s ott körben, illetve ellipszisben addig keringenek, míg eleven erejök a földanyag abszorp-



1. ábra.

cziója folytán teljesen elvész. Az elveszése az energiának természetesen csak látszó, csak rengési energia megy át másfajú energiába. Igy tehát nagyon közelfekvő gondolat, hogy ezen teljesen endogen rengések, melyekről a földfelületen semmit sem érezünk, a melyek azonban magukban nem léphetnek fel, eszközlik vagy legalább előkészítik ama tömegáttételeket, a melyek a geofizikusok és csillagászok egyetértő véleménye szerint a sarkmagassági változások okai. Ha ez így van, akkor kell, hogy a két jelenség periodusa között legalább távoli rokonság legyen. (E nézetet ODDONE dr., a a paviai geofizikai obszervatórium tudós igazgatója is vallja).

Az ugyanazon rengési fészekből kiinduló sugárellipszisek csúcspontjai

(1. ábra) ovális $AA'BB'$ felületen fekszenek, mely a Földet két, a rengési tengelyre merőleges parallelkörben metszi. Az epiczentrum körüli héja a Föld fölé emelkedik, a rengési tengely ekvátorzónája a Föld belsejében terül el. E felület alakjából, melynek ábránk csak egy meridián-metszetét adja, tüstént látni, mily sugarak érezhetők a Föld felületén s melyek azon sugarak, a melyek a Föld felületét el sem érik. Az érdekes burkoló felületnek egyenlete

$$2\frac{a^2}{\rho_0^2}\left(1-\frac{a\mu}{1-a+\mu}a^2\right)=1+\left(1-\frac{2a\mu}{1-a+\mu}a^2\right)\cos 2\varphi,$$

a hol a az ellipszis fél nagy tengelyét, φ ezen tengelynek a rengési tengelylyel képezett szögét jelenti.

Tekintettel a értékére elegendő pontossággal

$$2\frac{a^2}{\rho_0^2}\left(1-\frac{3\mu}{1+4\mu}a^2\right)=1+\left(1-\frac{6\mu}{1+4\mu}a^2\right)\cos 2\varphi$$

alakban is írható.

Ha összekötjük mindazon sugárellipsziseknek a Föld felületét érintő csúcspontjait, melyek η szöglet alatt emelkednek ki, akkor nyerünk oly kört, mely a földrengés határvonalát adja. Ennek gömbi sugara az epiczentrumtól számítva

$$\operatorname{tang}^2\varphi=\frac{1-\rho_0^2}{w\rho_0^2-1}, \tag{9)}$$

a hol

$$w=\frac{a\mu}{(1-a)(1+\mu)}, \tag{10)}$$

vagy közelítésben

$$w=\frac{3\mu}{1+\mu} \tag{11)}$$

egyenlet által van adva.

A sugárellipszisek méreteinek taglalása amaz érdekes és váratlan eredményekhez vezet, hogy a rengési fészek legnagyobb mélysége, aránylag legkisebb rengési terület mellett egészen 1170 kmre szállhat le. Ilyen földrengésnek hatása csak egy 30°-os gömbkalottában érezhető, tehát a földfelület $\frac{1}{15}$ részén, míg a nagy lissaboni földrengés a Föld egy $\frac{1}{13}$-adát rázkódtatta meg. A sugárellipszis közelebbi megvizsgálása különben azt mutatja, hogy a legkedvezőbb esetben a rengés fészke

$$\rho_0=\sqrt{\frac{1}{a}-1}=\frac{1}{\sqrt{3}}$$

azaz egészen 2700 kmnyi mélységig szállhat le, a nélkül, hogy az egész Föld érezné a rengést. Német kritikusommal szemben meg kell jegyeznem, hogy az elmélet nem kivánja e nagy, szokatlan mélységeket, hanem ezeknek csak lehetőségét engedi meg.

A rengésnél fontos elem az emerziószöglet, azaz a rengési sugárnak emelkedése a hely horizontja fölé. Ez szabja meg az intenzitás vertikális és horizontális összetevőjét. Ha ugyanis a rengés intenzitása i, vertikális és horizontális összetevője i_v és i_h, az emerziószög e, akkor

$$i_v = i \sin e\,; \quad i_h = i \cos e. \qquad 12)$$

Az utóbbi természetesen az epiczentrumon átmenő legnagyobb kör mentén van olvasva. Ez szétbontható végre egy észak és egy keletirányú összetevőre s e két utóbbi, valamint a vertikális összetevő az, a melyet a modern szeizmometerek megmérni engednek. Ha az epiczentrum geografiai hosszúsága és szélessége λ_0, β_0, a megfigyelési hely fekvése ellenben λ, β, akkor ismert gömbháromszögtani tételek értelmében

$$\sin \alpha = \sin(\lambda - \lambda_0) \frac{\cos \beta_0}{\sin \varphi} \quad \text{és} \quad \cos \alpha = \frac{\cos \varphi \sin \beta - \sin \beta_0}{\sin \varphi \cos \beta} \qquad 13)$$

adja a lökésnek északról keletfelé olvasott azimuthját, és így

$$i_n = i \cos e \sin \alpha \quad \text{és} \quad i_e = i \cos e \cos \alpha \qquad 14)$$

egyenletekben a rengésnek észak és keletirányú komponenseit.

Az emerziószöglet φ távolságban az epiczentrumtól

$$\rho_0^2 [\cos^2(\varphi - e) + w \sin^2 \varphi] = \cos^2 e \qquad 15)$$

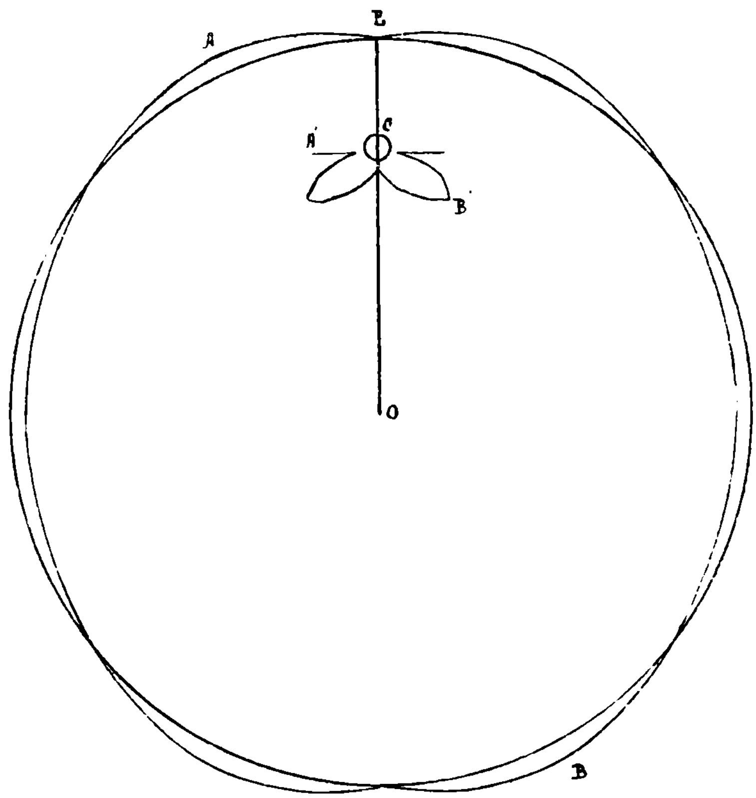
elegáns egyenlet által számítható ki, mely egyszersmind a koszeiszta, az egyenlő emerziószöglettel biró pontok összeségének egyenlete. A földrengés határán az emissziószöglet $=0$, a mennyiben a Földet épen érintő ellipszis apexe a földfelülettel párhuzamosan halad. Ebből is adódik $e=0$ számára a rengésnek (9. egyenlet) előbb adott határa. Ha a Föld törőképessége $\mu=0$, akkor $w=0$ és a rengés fészkének mélysége

$$\rho_0 = \frac{\cos e}{\cos(\varphi - e)},$$

mint a MALLET-féle elméletben, ha nem hanyagoljuk el a Föld görbületét. Bármi legyen is az emerziószöglet, az epiczentrumtól kis távolságra fekvő helyek számára ρ_0 mindig csak kevéssel kisebb, mint 1, tehát MALLET már elméleti okokon is csak igen kis mélységeket találhat.

Mindazon pontok összesége, melyekbe a rengés ugyanazon idő alatt ér, megalkotják a rengési hullámfelületet és ennek metszése a földfelülettel a homoszeiszta. A hullámfelület kéthéjú transcedens forgási felület (2. ábra), melynek forgási tengelye a földrengési tengelybe esik. Az egyik héj a földfelülethez közel eső zárt felület, mely a Földet két, a rengési tengelyre merőlegesen álló parallelkörben metszi. A másik héj nyitott, és részben imaginarius lévén, fizikai jelentőséggel nem bír.

A homoszeiszta egyenlete bonyolódott ugyan, de czélszerű átalakítás alapján — mint később látni fogjuk — numerikus számolásra nagyon alkalmas.



2. ábra.

Legyen T azon idő, mely alatt v_1 felszíni terjedési sebesség mellett a lökés a czentrumból a Föld felszínének azon pontjához jut, mely az epiczentrumtól φ gömbi távolságra fekszik; legyen továbbá

$$q = \frac{a\mu}{1-a+\mu} \tag{16}$$

vagy minthogy $a = {}^3/_4$ nagyon közel,

$$q = \frac{3\mu}{1+4\mu} \tag{17}$$

egy, tisztán csak a földfelületi törőképességtől függő állandó, a mely, minthogy μ null és végtelen között fekhetik, a következő

$$\frac{3}{4} > q > 0 \tag{18)}$$

egyenlőtlenségnek tesz eleget. Ha továbbá e ismét az emerziószögletet jelenti, akkor az 1) vagy 2) alatt adott

$$T = \int_{\varrho_0}^{1} \frac{ds}{v} \tag{19)}$$

integrál tényleges kiszámítása ad:

$$T = \frac{1}{v_1} \left\{ \frac{1}{2} \sin e - \frac{1}{2} \sqrt{\rho_0^2 \frac{1-q\rho_0^2}{1-q} - \cos^2 e} + \right.$$
$$+ \frac{1}{4\sqrt{q(1-q)}} \left[\arcsin \frac{2q-1}{\sqrt{1-4q(1-q)\cos^2 e}} - \right.$$
$$\left.\left. - \arcsin \frac{2q\rho_0^2-1}{\sqrt{1-4q(1-q)\cos^2 e}} \right] \right\}. \tag{20)}$$

Ha az időt, mely alatt a lökés a fészekből az epiczentrumba jut T_0-lal jelöljük, akkor ez az imént adott kifejezésből az által adódik, hogy az epiczentrumnak megfelelőleg $e = 90°$ tétetik. E szerint

$$T_0 = \frac{1}{v_1} \left\{ \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1-q\rho_0^2}{1-q}\rho_0^2} + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{4\sqrt{q(1-q)}} \left[\arcsin(2q-1) - \arcsin(2q\rho_0^2 - 1) \right] \right\}. \tag{21)}$$

Ezekből a

$$T - T_0 = t \tag{22)}$$

időkülömbség nyilván azon t idő, melylyel az epiczentrumtól φ távolságban fekvő hely a lökést később érezte, mint az epiczentrum. t tehát a megfigyelések által közvetlenül adott érték.

A t számára adott egyenlet nem csupán nagyon bonyolódott, hanem egyenesen alkalmatlan is, minthogy még az ismeretlen emerziószögletet tartalmazza, mely helyett az epiczentrumtól számított gömbi távolság φ hozandó be, mely mennyiség akár térképből is könnyen kivehető. E czélra szolgálhat a koszeiszta 15) egyenlete, mely e szerint feloldva és tekintettel arra, hogy

$$w = \frac{q}{1-q}, \tag{22}$$

$$\operatorname{tang} e = \frac{1}{\rho_0 \sin\varphi} \left\{ \sqrt{1-q-q\rho_0^2-q^2\rho_0^2\cos^2\varphi} - (1-q)\rho_0 \cos\varphi \right\} \tag{23}$$

eredményhez vezet. Ezen egyenletből kellene $\sin e$ és $\cos e$-t kiszámítani és a T, T_0 kifejezéseibe helyettesíteni, a mi beláthatatlan komplikált és számításokra kevésbbé alkalmas alakhoz vezetne. A szóban forgó egyenleteknek egy más, a gyakorlat szempontjából lényeges hibája, hogy kis mennyiségeket mint nagy számok külömbségét adja, azaz aránylag kis pontosság elérése czéljából is sokjegyű számokkal kellene operálni, a mi a rengési megfigyelések megszokott pontosságával semmiképen arányban nem áll.

Minthogy q mindig valódi tört, a fészek mélysége a gyakorlatban közel fekszik a Föld felszínéhez, úgy hogy ρ_0 közel $=1$, vagy $1-\rho_0$ szintén kis tört, czélszerű lesz az adott kifejezéseknek gyorsan konvergáló alakokra való bontása.

A hullámfelületnek tanulmányozása már a 2. ábra megtekintéséből egy nehány érdekes tulajdonságra vezet, melylyel a földrengés bir. A földrengés érezhető egy és ugyanazon időben az epiczentrumban s annak antipodus pontjában, még pedig mindkét helyen oly körön belül, mely a nullhomoszeisztával van adva; a két területet elválasztja egy ekvátoriális öv, melyen belül a rengés nem érezhető. Ennek sugara összeesik természetesen a rengés határával. A Föld belsejében fekvő teljes ellipsziseket a rengés ugyanazon

$$\tau = \frac{\pi}{2v_1} \frac{1+\mu-a}{\sqrt{a\mu(1+\mu)(1-a)}} \tag{24}$$

idő alatt futja be, bárhol legyen is a rengés fészke és bármilyen legyen az ellipszis mérete. Ha pl. $v_1=637$ m, azaz a földsugár $\frac{1}{10,000}$-e, akkor τ-nak két lehetséges minimumértéke $\mu=\frac{1}{2}$ és $\mu=\infty$ számára

$$\tau_1 = 8^h 43^m 36^s \quad \text{és} \quad \tau_2 = 10^h 4^m 30^s.$$

Minthogy ilyformán az endogen rengések mindig együtthaladnak, energiájuk nem oszlik meg, és még inkább képesek belső tömegáttételeket eszközölni.

A legfontosabb eredmény azonban az, hogy a terjedési sebesség abszolute nem számítható ki úgy, hogy a Föld felületén mért távolságot egyszerűen a befutásra szükséges idővel osztjuk. Ez minden esetben túlságosan nagy sebességhez vezet, még pedig különösen éppen az epiczentrum körül, a mit a 2. ábra szintén közvetlenül feltüntet. Hiszen ugyanazon hullámfelület A pontját, mely a C fészektől nyilván távolabb fekszik, mint az epiczentrum, a lökés ugyanazon idő alatt éri el, mint az epiczentrumot magát. Egy számpéldában, melyet kidolgoztam, a sebességet 637 m-nek vettem fel. Az epiczentrum körül a távolság és időköz hányadosa 7000 méteren felüli látszólagos sebességhez vezet. Ezért nem tartom helyeseknek a Charlestonei rengés számításait, a melyek 5000 méteren felüli terjedési sebességekhez vezetnek. E hiányt nagyon is ismerik és REBEUR-PASCHWITZ pl. már határozottan azt vallja, hogy a terjedés a Föld testén át történik.

Hogy azonban a rengés az epiczentrum antipodus pontjában is érezhető, erre példa az 1894. okt. 27.-i nyugot-argentiniai rengés, mely a mikroszeizmikus feljegyzések szerint 13,600 km-nyire volt érezhető, és az 1877 május 10.-i iquiquei rengés, melyet NYRÉN a pulkowai csillagda egy libelláján érzett 12,560 km-nyi távolságra. Az intenzitás tanulmányozása természetesen arra tanít, hogy az epiczentrumban romboló rengés az antipóduspontban legfölebb mint mikroszeizmikus mozgás jelentkezik. Mert ha a földanyag abszorpczió-koefficienséül azt a számot választjuk, mely MALLET megfigyelései szerint az 1857.-i nápolyi rengésből durva közelítéssel levezethető, akkor az antipodusi rengés intenzitása az epiczentrumban észleltnek 40.10^{-30}-szorosa. Vagyis míg pl. az epiczentrumban egy 10 m magas gránitfal 10 cm-rel emeltetik, az antipoduspontban a rengés a barometer higanyát 10^{-26} mm-rel emelheti csupán.

A rengési elemeknek levezetése természetesen tisztán számoló munka. Ha két koszeisztán és egy homoszeisztán fekvő pontot ismerünk, a mi a számolóra nézve a legelőnyösebb választás, akkor megismerjük a rengési fészek mélységét, az első lökés absolut idejét, a földfelületi terjedési sebességet és törésmutatót, a földkéreg rugalmassági moduluszát, a Föld középponti sűrűségét és a sűrűségnek befelé való növekedésének mértékét. Az intenzitás meghatározására természetesen két izoszeiszta pontjának ismerete szükséges, melyek azután a Föld abszorpczió-koefficiensét is adják. Ezek után megbecsülhető a Föld belsejében eltünt energia és a földrengés okozta nehézségi gyorsulási változás is, mely utóbbi, mint önállóan megfigyelt elem természetesen a rengés jellemére nézve ad fontos felvilágosítást.

A földrengési görberendszerek méretei nagyon érzékenyek az elméleti felvett állandók csekély változásai iránt, és így érthető, hogy már a földfelületi sűrűségnek csekély változásai is a homoszeiszták különben közös alakját sok kilometernyi mély öblökkel torzithatják. Ennek megfelelőleg az elemek kiszámitása sokkal tökéletesebben is berendezhető. Ha ugyanis csak oly pontok adatait használjuk fel, a melyek az epiczentrumon átmenő vertikális síkban feküsznek, akkor az összes elemek minden egyes vertikálisban külön-külön meghatározhatók. Igy egyrészt megállapitható legalább közelítésben a fészek alakja és terjedelme, másrészt az elemek az azimuth függvénye gyanánt állíthatók elő.

A levezetett elmélet kétségtelenül helyesebb úton jár, mint a MALLET-féle vagy SCHMIDT-féle és csak azon egy ellenvetés érheti, hogy a feltételezett ROCHE-féle törvény nem elegendő közelítést biztosit. Ezzel szemben azt hangsúlyozom, hogy esetleg jobban megfelelő sűrűségi törvény sem fog vezetni elméletileg más eredményekhez és hogy első czélom egyáltalában a jelenség tipusos tulajdonságainak kutatása volt. Ha arról van szó, hogy az elmélet számítások alapját képezze, akkor természetesen többfelé kiegészítendő.

Első teendő, hogy a jelenségből lehetőleg sokat írjunk le, a nélkül, hogy explicit sűrűségi törvényt tételezzünk fel. Ez tisztán analitikai, még pedig függvényelméleti feladat. Másodszor megállapitandó a sűrűségnek oly tetszésszerinti kifejezése, mely az összes megfigyelt rengéseknek eleget tesz, s melynek koefficiensei a rengésből levezetve, geologiailag az illető vidékre jellemző adatok.

E második feladat feltételezi, hogy számos rengésről rendelkeztünk megbizható adatokkal s hogy ezeket a jelen elmélet alapján átdolgoztuk. Csak így nyerhetjük amaz útmutatásokat, a melyek az elméletnek egyik vagy másik irányban való tökéletesitéséhez vezethetnek.

A jelen dolgozat inkább kivonatos ismertetése e tárgyra vonatkozó fennebb idézett értekezésemnek. Az abban adott egyenletek, bár tartalmilag helyesek, numerikus számolásokra kevéssé alkalmasak és e hátrány éppen azon elemnél mutatkozik leginkább, melyet a földrengések megfigyelői legsűrűbben és még legmegbizhatóbban adnak, az időnél.

Ennélfogva szükségessé vált, hogy ezen egyenleteket oly módon változtassam át, hogy numerikus számolásokra ne csak alkalmasak, hanem egyszersmind kényelmesek is legyenek. Egy következő közleményben össze fogom állítani az összes számadásra szükséges formulákat, melyek az ú alakban ép oly kényelmesek, mint akár a MALLET-féle formulák. Sőt a tulajdonképeni számolás zöme alkalmas berendezésű táblázatokkal teljesen el lesz kerülhető.