

KIS PHYSIKAI FÖLDRAJZ

IRTA
D^R BOZÓKY ENDRE
ÁLL. FŐGYMN. TANÁR.

18 ÁBRÁVAL.

POZSONY 1901. BUDAPEST
STAMPFEL KÁROLY KIADÁSA.

TARTALOM

- I. A Föld mint égitest.**
- II. A Föld alakja, nagysága, és sűrűsége.**
- III. A Föld belsejének alkata.**
- IV. A Föld szilárd kérgé.**
- V. Vulkáni jelenségek.**
- VI. Elektromos és mágneses tünemények.**
- VII. A Föld légköre.**
- VIII. A tengerek.**
- IX. A szárazföldek vizei.**
- X. A hegységek hava, és jege.**
- IX. A földfelület szárazföldjeinek alakulatai.**
- XII. A Föld felületén működő erők.**

1. Mit tárgyal a fizikai földrajz? Kepler törvényei szerint Földünk a naprendszer főbolygói közé tartozik. A fizikai földrajz a Földet fizikai testnek tekinti, s mint ilyennek összes fizikai tulajdonságait veszi tárgyalás alá. Amennyiben a Föld felületének alakulatait, a tengereket, a szárazföldeket, az utóbbiak tagozódását, domborzati viszonyait, a rajtuk található vizek alakulatait stb. általános szempontból tárgyalja, annyiban megérdemli a „földrajz” nevet. Amennyiben pedig a Föld alakját, sűrűségét, méreteit, a Föld belső szerkezetét, légkörét, mágneses és elektromos jelenségeit, s a Föld felületét átalakító erőhatásokat ismerteti, mint földrajz a „fizikai” jelzővel látandó el. A következőkben a földrajznak a fizikával határos területén fogunk mozogni.

2. A fizikai földrajz anyaga. A fizikai földrajz anyagát a következő 12 fejezetbe foglaljuk össze: 1) A Föld mint égitest. 2) A Föld alakja, nagysága és sűrűsége. 3) A Föld belsejének alkata. 4) A Föld szilárd kérge. 5) Vulkáni jelenségek. 6) Elektromos és mágneses tümenyek. 7) A Föld légköre. 8) A tengerek. 9) A szárazföldek vizei. 10) A hegységek hava és jege. 11) A földfelület szárazföldjeinek alakulatai. 12) A földfelületen működő erők.

I. A Föld mint égitest.

3. A Föld mozgásai. Az égboltozat látszólagos mozgása helyes magyarázatát abban találja, hogy Földünk nyugatról kelet felé saját tengelye körül forog, mely e szerint egybeesik az ú. n. világtengelyvel. A Föld forgásának közvetlen bizonyítékai az Eiffeltornyon ismételt *Benzenberg-féle* esési kísérletek és *Foucault* ingakísérlete. Mindkettő a fizikából eléggé ismeretes. A forgás sebessége emberemlékezet óta mérhető változást nem mutat. Ezen forgás következtében a földi egyenlítő pontjai mp.-enkint 463 m.-nyi utat tesznek meg. A forgás időtartama 1 csillagnap, vagyis azon idő, mely ugyanazon állócsillagnak egymásután kétszeri felső delelése között eltelik.

Ezen kívül Földünk a Nap, mint központi égitest körül a körhöz igen közel álló ellipsis alakú pályában kering. Az ellipsis egyik gyújtópontja a Nap és Föld alkotta tömegrendszernek tömegközéppontja. A keringés következtében a Föld mp.-enkint átlag 29516 m.-nyi utat tesz meg pályája mentén. Az ellipsis nagy tengelyének fele 151.1 millió km. a kis tengelyének fele 146.2 millió km., s így a közepes távolság 148.6 millió km.-re tehető.

Ujabb megfigyelések azt mutatták, hogy a Nap az egész naprendszerrel a világűrben tovább halad. Ebben a mozgásban Földünk is részt vesz.

4. A Föld mozgásainak egyenetlenségei. A Föld keringése közben a Föld tengelye, mely a földpálya síkjával $66^{\circ}32'3.78''$ -nyi szöget alkot, önmagával csak közelítőleg marad párhuzamos. A Föld ugyanis nem homogén test, s nem pontosan gömbalakú, ennél fogva a Nap és Hold vonzásából származó egyenetlenségek a *praecessió* és *nutatio* tümenyeit okozzák. Nem egészen 26000 esztendő alatt a Föld tengelye egy körkúp köpenyén halad végig; ezen körkúp geometriai tengelye az égboltozatot az ekliptika síkjának polusaiban metszi. Ezt a Nap vonzásának egyenetlenségei okozzák. A Hold vonzásának egyenetlenségei következtében áll elő a földtengelynek egy hasonló, de csak 19 éves periodussal bíró ingadozása, a nutatio.

A Földtengely kisebb és kevésbé szabályos ingadozásait a csillagászok a Föld belsejében végbemenő azon változásoknak tulajdonítják, melyek a Föld tömegének eloszlását módosítják.

Kiderült továbbá, hogy a földpálya méretei sem állandóak, valamint az, hogy az apsidák tengelye (az ellipsis fő tengelye) a Föld keringésének értelmében, tehát nyugatról kelet felé forog a földpálya síkjában.

5. A naprendszer keletkezése. A naprendszer keletkezéséről csupán elméletet lehet fölállítani. Nem vagyunk bizonyosak a felől, hogy a naprendszerbe tartozó összes égitestek közös eredetűek, bár ezt igen valószínűnek tartjuk. Erre nézve egyidejűleg *Swedenborg* és *Kant* egymástól függetlenül oly elméletet állítottak föl, mely *Laplace*-tól szigorúan tudományos alakot nyerve, a Plateau-féle kísérlet bizonyító erejénél fogva ma már általánosan elfogadott.

E szerint a naprendszernek most szétforgácsolt anyaga a kezdet elején egyetlenegy, óriási méretű s igen csekély sűrűségű gömböt alkotott. Ez a gömb, mely a Neptun bolygó pályáján is túl terjedhetett, forgó mozgásban lévén, egyenlítői tájain a centrifugális erő túlnyomó hatása következtében belőle először is egy a központi gömb körül keringő vékony gyűrűt választott el magától (Saturnusgyűrű), mely utóbb több darabra szakadván, a bolygók teste keletkeztek. A folyamat mindaddig tartott, amíg az összes bolygók s azok kísérletei ki nem alakultak, s a központi gömb egy még mindig igen nagy, de az eredeti méretekhez képest elenyésző csekély gömbbé össze nem zsugorodott. Az Uránusz holdjainak ellenkező értelmű keringése kivételével, a naprendszerben minden mozgás nyugatról kelet felé irányul. Ezt a kivételes körülményt a vázolt elmélet nem képes megmagyarázni. Az elméletet az a tapasztalati tény támogatja, hogy Földünk ugyanazon kémiai elemekből áll, mint maga a Nap, s hogy a Földre hulló meteorok anyaga bár új ásványalakulatokat is mutat, de új elemet bennök találni nem lehetett.

II. A Föld alakja, nagysága, és sűrűsége.

6. A Föld alakja. Már a görög csillagászok megállapították azt, hogy Földünk gömbalakú. A középkorban ez a nézet teljesen feledésbe ment, s csak a XV. század végén éledt fel újra. A legmegbízhatóbb bizonyítékok: terjedelmes fölmérések, melyeket Földünk felületén végeztek, és inga-megfigyelések a gömbalaktól való eltérést igazolták, amennyiben bebizonyult, hogy Földünknek a tengelyén átmenő síkokkal való metszévonalai, a meridiánok, egymással nagyon közel egyenlő ellipszisek, s így Földünk alak tekintetében oly forgás-ellipsoid, mely a meridián-ellipszisnek a kis tengely körül való forgatásakor származik. Ennélfogva Földünk a sarkok mentén lapult.

7. A Föld méretei. Pontos mérések szerint az

egyenlítői földsugár $a = 6377398$ m.

a sarki " $b = 6356080$ "

Ennélfogva az egyenlítő negyedrészenek hosszúsága 10017.594 m., a meridián negyedrésze 10000.856 m.,

Földünk felszíne 509950.820 km²., vagy 50995 millió hektár. Földünk köbtartalma 1082.841 millió köbkilométer.

Elégséges megközelítéssel a meridián hosszúsága 40000 km.-re, a Föld sugara 6366 km.-re tehető.

A Föld lapultságát azzal az aránnyal fejezzük ki, melynek előtagja az egyenlítői és sarki sugár különbsége, utótagja pedig az egyenlítői sugár. A fentebbi adatok szerint

$$e = \frac{a-b}{b} = \frac{1}{299}$$

Jegyzet. A nagy francia forradalom újjáépítési lázát a francia akadémia tudósai arra használták föl, hogy a hosszúság-egység megállapításának ürügye alatt pontos fokmérés végzésére kapjanak megbízatást. Így mérték föl a párizsi délkört a Földközi tengerig, s így állapították meg a *métert*, mint a délkör-negyednek 1/10,000,000-od részét. A fentebbi adatok is azt mutatják, hogy a métert valamiképp hosszabbra kellene szabni. E helyett, a Föld méreteivel való pontos kapcsolat feladásával abban történt megállapodás, hogy az eredeti méter maradjon meg hosszúság-egységül.

A XIX. században végzett kiterjedt fölmérések, s a pontos ingamegfigyelések beigazolták azt, hogy Földünk alakja az ellipsoid-alaktól helyenkint kisebb-nagyobb eltéréseket mutat. Ha a közepes tengerszint felületét a szárazföldek alatt kiterjedőnek gondoljuk, akkor oly testet határolunk, melyet *geoid*-nek szoktak nevezni, s melynek szabályos geometriai jellege nincsen. Az az ellipsoid, mely a geoidhoz annyira hozzásimul, hogy a tőle való eltérései igen csekélyek, *normál-ellipsoid*-nak neveztetik. Az eltéréseket az elméletileg meghatározott függőleges irányban a kísérletileg megállapítottól való különbözőségeivel mérik.

8. A Föld sűrűsége és tömege. A Newton féle gravitációs elmélet alapján *Cavendish*, *Airy*, *Maskelyne* és mások kísérletei óta a Föld anyagának sűrűségét a legkülönbözőbb módszerekkel törekedtek mennél pontosabban meghatározni. A *Cavendish-féle* módszernek nagy mértékű tökéletesítésével *b. Eötvös Loránd* mérései szerint Földünk sűrűsége 5.53-ra tehető, s így ennek alapján Földünk tömege

5,988,420,000,000,000,000 tonna.

Ezt a kimondhatatlan számot rövidebben $5988.420 \cdot 10^{15}$ tonna alakjában írhatjuk.

III. A Föld belsejének alkata.

9. A Föld belsejének melege. A világűrben szabadon lebegő Föld felületét a Nap sugarai melegítik. A Föld felületén a hőmérséklet tetemes naponkinti és évenkénti ingadozásokat mutat. Ezek az ingadozások annál elmosódottabbakká válnak, mennél mélyebbre hatolunk a Föld szilárd kérgébe. Így pl. tájainkon a naponkinti ingadozások már 1-1.5 m.-nyi mélységben, az évenkéntiek 20-25 m.-nyi mélységben észrevehetetlenné válnak. Ennélfogva a Föld felülete alatt, helyenkint különböző mélységnyire a Föld belsejében oly felület létezik, melyen alul a Napnak hősugárzása már észrevehetetlenné válik. Ha ezen *neutrális szint* alá mélyebbre hatolunk, akkor a hőmérsékletnek fokozatos emelkedését észlelhetjük. Az uralkodó viszonyokról azonban csak nagyon hozzávetőleges eredmények állanak rendelkezésünkre, mert azok a mélységek, melyekre az ember eddig a Föld kérgébe lehatolt, a Föld méreteihez képest elenyészően csekélyek. Így pl. a *budapesti városligeti artézi kútnak* 954 m.-es mélységét a Berlintől délre fekvő *speerenbergi* akna mélysége, ezt a holsteini *Lieth* melletti 1338 m.-es akna, s a Lipcse és Merseburg közt fekvő, 1748 m.-es *schladebachi* akna mulják felül. Mindezek a mélységek, melyeket tetemesen fokozni a furásnál előálló nehézségek miatt alig lehet, mégis arra szolgáltak, hogy az ú. n. *geotermikus fokozat* megállapíttassék. Ez alatt azt a szintkülönbséget értjük, melylyel a neutrális szint alatt mélyebbre haladván a földkéreg hőmérséklete 1° C-szal emelkedik.

10. A geothermikus fokozat. Értelmezése azon a be nem bizonyított és bizonyára csak közelítőleg érvényes föltevésen alapszik, hogy a belső hőmérséklet a mélység növekedtével arányosan növekszik. A kőzetek különböző hővezetőképessége, helyi viszonyok stb. nemcsak megokolják azt, hogy különböző helyeken a geothermikus fokozat más és más, hanem megállapítását is igen megnehezítik. Néhány megbízható eredményt az alábbi táblázatunk tüntet föl:

Hely	Mélység	Geothermikus fokozat
Sennewitz Hallenál	1111.45 m	36.66 m
Sperenberg	1273.01 m	32.00 m
Lieth	1338.00 m	35.07 m
Schladebach	1748.40 m	36.87 m

11. Mit következtethetünk ebből Földünk belső szerkezetére nézve? Mindenekelőtt világos, hogy a tűneménynek oka csakis magában Földünkben kereshető, s így kétségtelen, hogy Földünknek saját belső melege van. Föltéve, hogy a Föld belsejébe hatolás közben a hőmérséklet a mélységgel arányosan növekszik, akkor a föntebbi adatok legnagyobbját véve alapul, 3687-m.-nyi mélységben a hőmérséklet 100°C , 37 km.-nyi mélységben 1000°C , 100 km.-nyi mélységben már több mint 3000°C lenne, amely hőmérsékletnél az ismeretes kémiai elemek egyike sem létezhet szilárd halmazállapotban. A növekedő mélységgel egyidejűleg növekedő nyomás a halmazállapot megváltozását ugyan tetemesen akadályozza. Mindamellert bizonyos, hogy a neutrális szint alatt, nem is túlságos nagy mélységben, a Földet alkotó anyagok már csak folyékony halmazállapotban létezhetnek. Ezen következtetésünket a vulkáni jelenségek hathatósan támogatják. Viszont, következtetéseink a *Kant-Laplace-féle* elméletnek bizonyítékai.

12. Csillagászati ellenvetések. A precessió és nutáció tűneményei különböző, a Föld belsejének alkatára vonatkozó föltevések mellett számításoknak vettetés alá, meglehetősen egyértelműséggel arra az eredményre jutottak, hogy a számítások csak azon föltevés mellett egyeznek az észleletekkel, ha Földünk, ha nem is egész tömegében, de tömegének túlnyomó részében merev testnek vétetik föl. Ez a föltevés korábbi következtetéseinkkel ellenkezik, s a vulkáni tűnemények, valamint a földkéreg geológiai rétegződésének magyarázatát majdnem lehetetlenné teszi. Ha azonban szem előtt tartjuk azt, hogy a természetben a fokozatos átmenetek vannak napirenden, valószínűtlennek kell tartanunk azt a föltevést, hogy a szilárd kéreg és a folyós belső, a *magma* egymástól oly határozottan elkülönítettek, mint a pohár üvegfala és a pohárban álló víz. Ellenkezőleg! A legnagyobb valószínűség a mellett szól, hogy *Földünk középpontja felé haladva az anyag halmazállapota lassú és folytonos átmeneteken halad végig a szilárd halmazállapottól a dissolutió legmagasabb fokáig.*

Ez a magában véve természetes föltevés nemcsak alkalmas a geológiai jelenségek kielégítő megmagyarázására, hanem a csillagászat követelményeinek is megfelel, amennyiben egy ilyen szerkezetű sphaeroid mozgásának körülményei nagy megközelítéssel olyanok, mint ha a test egész tömegében merev lenne.

13. Milyen halmazállapotuak az anyagok Földünk középpontja körül? 1793-ben *Franklin Benjamin* egy levelében azt állította, hogy Földünk középpontját egy levegőből alkotott gömb veszi körül. Ilyen alakban az az állítás nem fogadható el; de ha levegő helyett légnemű halmazállapotu anyagokból álló gömböt tételezünk föl, akkor föltevésünknek lesz némi alapja. A gázokra vonatkozó vizsgálatokból kitűnt, hogy ú. n. permanens gázok nem léteznek; a nyomás növelésével és kellő lehűtéssel minden gáz sűrítetőnek bizonyult. Másrészt azonban *Faraday* és *Cagniard de la Tour* vizsgálatai alapján *Andrews* kimutatta, hogy minden gáznak

megvan a maga *kritikus hőmérséklete*, melyen felül bármekkora nyomásnál sem sikerül a gázt sűríteni. A kritikus hőmérséklet annál magasabb, mennél nehezebb az illető anyagot forrásba hozni. Ha már most a hőmérséklet a Föld középpontja felé való haladás közben folytonosan növekszik, akkor bizonyos mélységben minden anyagra nézve beáll a kritikus hőmérséklet, s ezen a szinten túl a nyomásnak bármekkora növekedése sem fog sűrűsödést előidézhetni.

14. Földünk belsejének szerkezete. A megelőzők alapján Földünk belsejéről a következő képet alkothatjuk: a legkülső, aránylag vékony réteg a szilárd kéreg, mely lassú átmenetben egy ú. n. plastikus rétegbe megy át; ez alatt a sűrűn-folyós, majd még mélyebben a hígán-folyós réteg következik; majd az anyagok az ú. n. kritikus állapotba kerülnek, melyben a hígán-folyós állapottól alig különböztethetők meg; a következő rétegben még az egyes anyagok külön-állók, vagyis, abban a rétegben még a kémiai affinitás nem szűnt meg; végül Földünk középpontját egy nagy terjedelmű oly gömb veszi körül, melyben már a kémiai affinitás hatni megszűnt, melyben az ú. n. egyatomos gázok vannak jelen. Ez a hatalmas gázgömb nem bír aktuális energiával, csupán potenciális energiája van, s az erőnek rengeteg gyűjtőjeként tekinthető.

IV. A Föld szilárd kérge.

15. A szilárd kéregről általában. A Föld szilárd kérge hordozza magán a nagy kiterjedésű tengereket, s az azokból kiemelkedő kisebb-nagyobb terjedelmű szárazföldeket. Az utóbbiak leírásával foglalkozik a földrajz, amennyiben a szárazföldeket különféle szempontokból veszi vizsgálat alá. Ennek a tudománynak körébe tartozik a tengerek leírása is. A földrajz azonban a szilárd kéregnek csupán a felszínén mozog, annak belsejébe nem hatol. Az ilyenmű kutatókat átengedi az ásvány- és kőzettannak, valamint a geológiának.

16. A legnevezetesebb kőzetalkotó ásványok. A száz meg száz ásványfaj közül csak aránylag kevés alkot kőzeteket. Ezek közé számítandók:

a) *Elemek*: a szén, a kén.

b) *Oxydok*: a jég, vasoxyd, titanvasércz, a quarz, a tridymit, az opál, a magnesit, a krómvasérc stb.

c) *Karbonátok*: a calcit és dolomit.

d) *Sulfátok*: a gipsz és anhydrit, a sülypát.

e) *Phosphátok*: az apatit.

f) *Silikátok*: andaluzit, disthen, staurolit, turmalin, epidot, vezuvian, gránát, olivin, leucit, elaeolith, nephelin, sodolith, nozean, hauyn, csillám, chlorit, tajtkő, serpentin, augit, földpát, kaolin.

g) *Haloidok*: konyhasó, folypát.

Közelebbi ismertetésük részint a chmiának, részint a mineralogiának feladata. Ennélfogva a felsorolásuknál többet róluk elmondani fölösleges.

17. A kőzetek. Kőzet alatt minden, a Föld szilárd kérgének alkotásában részt vevő ásványos tömeget értünk, akár kemény, akár lágy, akár összefüggő, akár nem ilyen. A kőzetek bel-alkulatát tekintve megkülönböztetünk *réteg-* és *tömeg-kőzeteket*. Képződésük módja szerint vannak: a) olyanok, melyek főleg a hó hatása alatt jöttek létre, tehát *vulkániak*, b) vannak, melyeket a víz hord össze, a *neptuni* kőzetek; c) a *metamorf* kőzetek egykor vulkáni vagy neptuni eredettel bírhattak, de az idők folyamán annyira elváltoztak, hogy eredetük most már

szigorúan nem állapítható meg; d) a *telér-kőzetek* az első három osztály egyikébe sem sorozhatók. Összetétel tekintetében a kőzetek *egyszerűek*, ha anyagukban csak egyféle ásvány szerepel; ellenkező esetben *összetettek*. Belső szerkezetük tekintetében lehetnek: *kristályos-kőzetek* és *törmelék-kőzetek*.

Áttekintő osztályozásukat a következőkben adjuk:

1. Egyszerű kőzetek.

A jég. A haloidok közül a kősó, chlormagnesium, chlorkalium és chlorcalcium. A gipsz és az anhidrit. A mészkő. A dolomit. A márga. A quarcit. A lidit. A szarukő. A trippel. A szerpentin. A siderit, haematit, limonit és magnetit. A szén, mint grafit, anthracit, fekete és barna szén, turfa. Az asphalt, petroleum és naphta.

2. Kevert kristallin kőzetek.

a) Nem palás, tömeges kőzetek:

a) Quarctartalmú ortoklas kőzetek, a gránit család. Granit, quarczporfir, liparit, perlit, obsidián, horzsakő.

b) Quarczmentes ortoklas kőzetek, a sienit-család. Sienit, quarczmentes porfir, trachit.

c) Quarczmentes ortoklas-nefelin vagy orthoklas-leucit kőzetek, az elaeolithsienit-család. Elaeolithsienit, elaeolitporfir, phonolith.

d) Plagioklas kőzetek, a diorit család.

e) Plagioklas kőzetek diallag vagy hypersthennel, a gabbrocsalád. Gabbro és norit.

f) Plagioklas-angit kőzetek, diabas és melaphyr család. Diabas, diabas-porfirit és melaphyr.

g) A bazaltcsalád. Plagioklas-bazalt, nefelin-bazalt, leucit-bazalt, melilith-bazalt, magma-bazalt, basalt-obsidián.

h) Az olivincsalád. Dunit, pikrit, thergolit.

b) Palás kőzetek. Gneis. Granulit. Hälleflinta. Csillámpala. Phyllit.

3. Klasztikus kőzetek.

a) Vulkáni eredetűek. Tuff. Peperins. Hamu.

b) Törmelék kőzetek. Conglomerátok, breccciák, homokkő, agyagpala, kaolin, agyag, laterit, futóhomok.

Mindezek részletes ismertetésével a kőzettan, petrográfia foglalkozik.

18. A kőzetek viszonylagos kora. A kőzetek kora absolute nem határozható meg; de viszonylagosan megállapítható. Vagyis, nem mondhatjuk meg azt, hogy az X-kőzet hány éves, de megmondhatjuk, hogy az X-kőzet régibb, esetleg fiatalabb keletű mint az Y-kőzet. Ezekkel a kérdésekkel a *stratigraphia* foglalkozik.

Vezérelve a következő: *a magasabban fekvő, a Föld középpontjától távolabb elhelyezett kőzet fiatalabb, a mélyebben fekvő pedig régibb keletű.* Ez azonban szabályul csak akkor fogadható el, ha a kőzetek rétegződése zavartalan, szabályos, amely föltétel a legtöbb esetben hiányzik. A plutonikus és vulkanikus kőzetek kivételével a többiek a régen létezett állat- és növényvilág maradványait tartalmazzák. Ezekből a némelykor gyér jelekből a *palaeontologia* biztos következtetéseket tud vonni a viszonylagos kormeghatározásoknál.

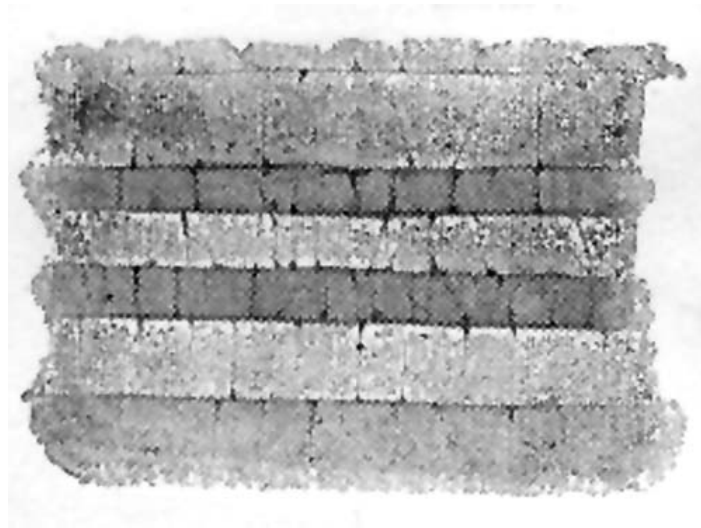
19. Geológiai alakulatok. A Föld szilárd kérge lassankint keletkezett. Keletkezése nem kataklysmánemű, hanem fokozatos, az egyes időszakok közt az átmenet folytonos. Keletkezését illetőleg 4 időszakot, s ezeknek megfelelőleg 4 fő-alakulatot lehet megkülönböztetni. Ezek az *archaei*, *palaeozoi*, *mezozoi* és *kaenozoi* korszakok. Mindegyik korszakban több, korra nézve különböző alakulatok, az alakulatok közt pedig hasonlóképpen több különböző fokozatot szoktak megállapítani. Ezekről a következő áttekintést adjuk:

<p>I. Archaei korszak. Őskor.</p>	<p>B. Jura. a) lias b) dogger c) malm</p>
<p>II. Palaeozoi korszak. Ókor.</p> <p>A. Kambrium. B. Silur a) alsó b) középső c) felső C. Devon. a) alsó b) középső c) felső D. Karbon a) kulm b) kőszén E. Perm. a) rotliegend b) zechstein</p>	<p>C. Kréta. a) alsó b) középső c) felső α) zenoman β) turon γ) senon δ) dán</p>
<p>III. Mezozoi korszak. Középkor.</p> <p>A. Trias. 1) Szárazföldi. a) Buntsandstein. b) Muschelkalk. c) Keuper. 2) Pelagikus.</p>	<p>IV. Kaenozoi korszak. Ujkor.</p> <p>A Tertiär a) eocen b) oligocen c) miocen d) pliocen B. Quartär a) diluvium b) alluvium</p>

20. Következtetések földrajzi szempontból. A plutonikus kőzetek sorrendjének megállapítása különösen földrajzi szempontból nevezetes következtetéseket enged. Nagy ritkaság, hogy egy bizonyos helyen, mint pl. a Colorado kanyonjában, az összes rétegek zavartalanul egymás fölé sorakoznak; sőt leggyakrabban a rétegek egész sorozatai hiányzanak. Ebből a körülményből az következik, hogy az illető földterület abban az időben, mely a hiányzó rétegek keletkezésére esik, nem volt tengertől borított. Így aztán a geológiai alakulatokból a szárazföld és tenger eloszlására lehet következtetni. Ezeknek a következtetéseknek az a

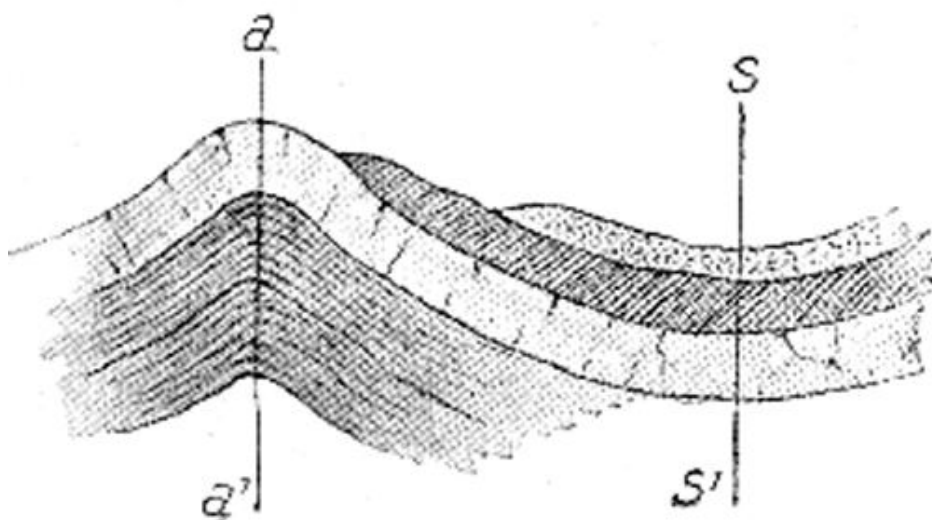
végeredményük, hogy a pliocen-korszaktól kezdve Földünk felülete kisebb, a történeti időben végbement változásokat nem tekintve, nagyjából már oly képet tüntet föl, mint a melynek jelenleg látjuk.

21. A hegységek alkata és keletkezésük. Földünk hegységei nagy mértékű mechanikai átalakításoknak köszönhetik létüket. Közvetlenül keletkezésük idejében ezek a hegységek mind térfogatukra, mind alakjukra nézve a mostaniaktól nagyon eltérők voltak. Mechanikai, részben chemiai erőhatások, melyek bár csekély intenzitásúak, de mérhetetlen időtartamon át egyirányulag munkálkodtak, a földfelület egyenetlenségeit teljesen átalakították, s hegyek-völgynek azt az alakot adták, melyet azok most feltüntetnek.



1. ábra. Párhuzamos rétegződés.

Ha a nagyarányú mechanikai hatások nem léteztek volna, akkor az üledékes kőzetek zavartalansága párhuzamos rétegződést mutatna (1. ábra). Minthogy azonban ez a párhuzamosság a legritkább esetekben található, sőt a rétegek hullámosaknak, gyűrődöttnek (2. ábra), vetődöttnek (3. ábra) stb. mutatkoznak, ezekből a jelenségekből épen az erős mechanikai hatásokra kell következtetnünk.



2. ábra. Hullámos rétegződés.



3. ábra. Rétegvetődés.

A hegységek keletkezését két elmélet törekszik megmagyarázni. Az egyik szerint a Föld kérgében a már lerakódott rétegek alatt repedések támadtak, melyeken át a magma izzó-folyós anyaga magának a felszínre utat törhetett. Így keletkeztek a hegylánczok s a vulkánikus kúp-hegyek. A feltörő magma a felületi rétegeket felemelvén, magával ragadván, azok meghajlását, törését, s a geotektonikától megállapított egyéb alakulatait létesítette. Annyi bizonyos, hogy ez az elmélet némely esetekben helyt áll; de a hegységek alkatának tanulmányozása folytán mindjobban kitűnt, hogy az összes jelenségek magyarázatára nem alkalmas. Az elmélet keletkeztének idejében már voltak, akik azt hangoztatták, hogy a régibb keletű kőzeteket a fiatalabbak fölé rengeteg mechanikai erőhatások tolták. Újabban általában ez az ú. n. *összehúzóási elmélet* az uralkodó, s ezt kísérleti alapon is képesek támogatni.

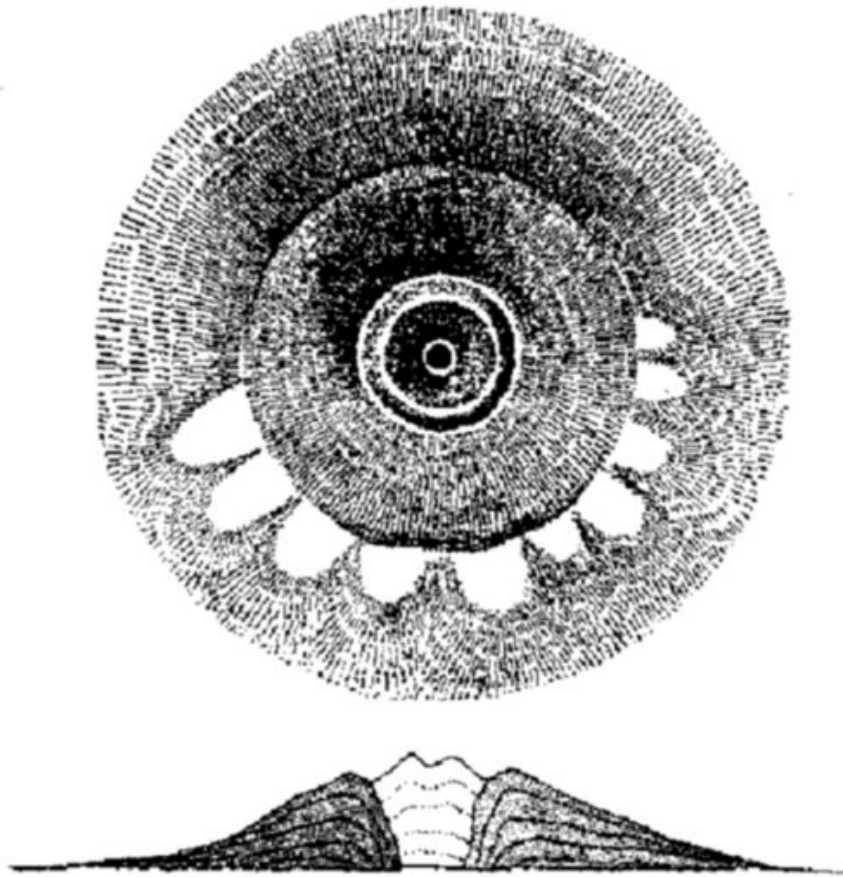
Szerinte a Föld a kihülés folytonos folyamata közben összehúzódván, a felületén egyenletes rétegekben eloszlott szilárd anyag kisebb területre szorulva, gyűrődött, ráncolódott stb. s azt az alakot vette föl, melyet a Föld ábrázata ma mutat. Tényleg, ha egy vastagfalu, erősen felfújt gumiballont agyaggal vagy más plasztikus anyaggal borítunk, s a ballomból a levegőt lassan kibocsátjuk, akkor felületén a hegyek alakulását szépen figyelemmel kísérhetjük, s így mesterségesen előállíthatjuk a rétegződés összes ismeretes elváltozásait is.

22. Szintváltozások a jelenkorban. A geológiai korszakokban hatalmas összehúzóadás a jelenkorban sem szünetel, csak hogy hatásossága nagy mértékben gyöngült. Létezése egyrészt a földrengések magyarázatául szolgál. Másrészt a Föld felületén végzett pontos szintmérésekből magasságbeli változásokra lehet következtetni. Végül a partvonalnak százados változásai is ezen erőhatásoknak tulajdonítandók. Az utóbbiak helyenkint a szárazföld kiemelkedését, helyenkint annak süllyedését mutatják; sőt helyenkint ezek a változások periodikusak.

V. Vulkáni jelenségek.

23. Mit értünk vulkanizmus alatt? Azok után, amiket Földünk belsejének alkatáról tanulunk, nem csudálkozhatunk azon, hogy a magma egyensúlyviszonyainak változásai következtében a szilárd kéregre alulról fölfelé erők hatnak, s a kéreg áttörését, megrázkódását, szóval a vulkáni jelenségeket okozzák. Ezek a jelenségek minden oly égitesten, mely a kihülés ugyanazon stádiumában van, mint Földünk, napirenden vannak.

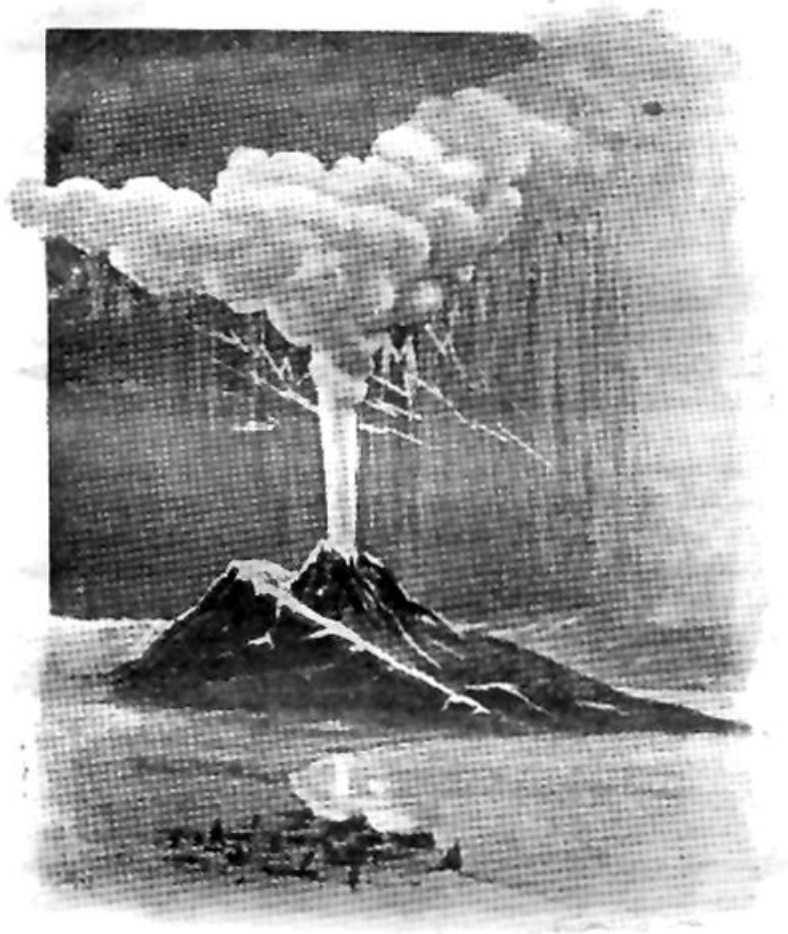
24. A vulkánok fajai. Megkülönböztetünk tulajdonképeni és nem tulajdonképeni vulkánokat. A tulajdonképeni vulkánok ismét kétfélék: olyanok, amelyeknek van *kráterük*, s olyanok, melyeknek kráterük nincsen. A tulajdonképeni vulkán ismertető jele az, hogy sűrűen folyós anyag tör ki belőle, még pedig vagy hirtelen, vagy lassú folyásban. Ha működése már annyira elgyengült, hogy nem az izzó-folyós magma mutatkozik, hanem csupán gőzök s egyéb exhalatió-termékek törnek ki a földkéreg bizonyos hasadékain és nyílásain, akkor nem tulajdonképeni vulkánal van dolgunk (4. ábra).



4. ábra. A Rangitolo alaprajza és keresztmetszete.

A réteges vulkánnál az izzófolyós magma hirtelen kitörései, a *homogen* vagy *dom vulkán*-nál a magma lassú felhatolása magyarázzák meg a hegy alkatának sajátosságait. Az első esetben mindenkor egy a földkéregbe vezető csatorna található, mely a hegy tetején tölcser-alakulag kiszélesedve a krátert alkotja. A homogen vulkán kőzetének természetéből arra a korszakra is következtethetünk, amelyben a kérdéses vulkán keletkezett. Csak azt kell tekintetbe vennünk, hogy az archaiai korszakban a gránit, syenit, diorit és diabas, a mezozoi korszakban a quarczporphyr, a tulajdonképeni porphyr és a melaphyr, a kaenozoi korszakban a rhyolith, trachyt, andesit és bazalt voltak az uralkodó kőzetek.

25. A tűzhányó hegy kitörése. A működő vulkán kitörése a Föld felületnek néha nagy kiterjedésű részét megremegteti. A kitörést magát rendszerint erőlyes rázkódtatás előzi meg, melynek földalatti dübörgése igen félelmetes hatása. A kráter fölött gőzök és párák jelentkeznek, hamu és kődarabok löketnek föl a magasba. A hegytető hasadékaiban az izzófolyós *láva* mutatkozik, mely valahol a hegy oldalán utat törve, lassu folyásban hömpölyög a hegy lejtőjén alá. Egyidejűleg a kráter fölött egy legyezőszerűleg kiterjeszkedő rengeteg füstoszlop, a *pinia* mutatkozik, mely nagyrészt vízgőzből, hamuból, kénessavból stb. áll. Magasságát néha 5000 m.-re is becsülték (Hekla, 1783). Ily magasságokban a vízgőz sűrűsödvén, hatalmas zivatar dühöng a vulkánkráter fölött. Végül a kráterből nagyobb kődarabok is felrepülnek, s mint tüzes bombák hullanak oda vissza, vagy a környéket veszélyeztetik (lapilli). (5. ábra.)



5. ábra. A Vezuv kitörése.

A hamukitörés néha óriási tömegű (A Vesuv Kr. u. 79-ben elborította Pompejít és Herculánomot). A Krakatau (Szumatra és Java közt, hasonnevű szigeten) 1883. augusztusában 18 köb-kilométerre becsült hamutömeget lökött ki magából, melynek csak elenyésző csekély része hullott vissza, a túlnyomó rész oly magas levegőrétegekbe került, hogy a kitörést követő években is még a magasban lebegve maradt.

26. A kitörések gyakorisága. Az első vehemens kitöréssel a tünemény rendesen véget ér, a hegy lassankint lecsillapodik, kimerül. Belsejében néha még tompa morgás (bramidos) hallható, s oldalain szolfatárak, fumarolák jelentkeznek. A hegy nyugalmanak periódusai igen különböző hosszúságúak lehetnek. Némely kis vulkán hetenkint kitör; a Vezuv első kitörése Kr. u. 79-ben történt; a Krakatau 1680-tól 1880-ig teljes nyugalomban volt. Az Aetna minden 10-12 évben remegteti meg Catania lakóit. Ezen akut vulkán karakter mellett chronikus vulkán karaktert is ismerünk. Ilyen állapotban van a lipári szigeteken fekvő *Stromboli*, mely

emberemlékezet óta egy negyedóraig sem szünetelt. Mindkét jelleg együttesen is fölléphet. Így pl. *Santorin* szigetének vulkáni jellegét csak az mutatja, hogy a tenger körülötte kénessav tartalmú gőzöket bocsát ki. 1866. jan. 27-én erős eruptió-korszak kezdődött meg, mely 1870-ben ért véget. Vannak tengeralatti vulkánkitörések is.

27. A vulkánok földrajzi elhelyezkedése. Feltűnő, hogy a legtöbb vulkán a tengerpart közelében, szigeteken található. Másrészt egész vulkán sorok is mutatkoznak. A legkiválóbb vulkán sor a Behring szorosnál kezdődik, s Ázsia keleti partjainak szigetszegélyén egészen Új Guineáig vonul. Vannak azonban vulkán csoportok is, és egyes a tengerparttól távolabb eső vulkánok is.

28. A nevezetesebb vulkánok. *Európa* működő vulkánjai közé tartoznak: a Stromboli, a Vezuv és Aetna, a vulkáni természetű Izland szigetén fekvő Hekla, Krabla, s a 1875-ben keletkezett Oskjagja.

Afrikában a Kamerun-pic kihalt vulkán, ugyanilyenek a Pic de Teyde, a Ruvensori és a Kilima Ndsaro.

Ázsia nyugati részében csak kialudt vulkánok, az Erdsias Dag, Elburs, Kasbek található. A működő vulkánok a keleti oldalon sorakoznak. Így az Aleutákon 48, Kamcsatka félszigeten 12, a Kurilokon 20 működő vulkán áll. Legrettentőbbek a japáni Fusino Jama kitörései. Formosa és a Fülöp-szigetek vulkánjai a Nagy- és Kis-Szundák vulkán sorához csatlakoznak.

Ausztrália és Óceánia vulkánjai nagyrészt a környező szigeteken állanak. Így Új Guineában, Új Zeelandban (Whakari, Taranaki, Taravera, Tongariro), Hawaii szigetén (Mauna Lea, Mauna Koa) vannak a legnevezetesebb vulkánok.

Amerikában az 5 Alaska vulkánhoz a Kaskad-hegység vulkánjai csatlakoznak. A Yellowstone-völgye vulkáni természetű. Mexikóban és középső Amerikában szintén található működő vulkánok. Igen félelmetes a Coseguina. Dél-Amerikában a nyugati partokon sorakoznak a Pinchincha, Cotopaxi, Urinas, Ilascar, s mint kihalt vulkánok a Chimborazo és Aconcagua. A sarkvidékeken Jan Mayen szigete északon, Young Island és Buckle Island szigetei délen szintén vulkáni természetűek (Erebus és Terror).

A felsorolt vulkánok némelyike Földünk legmagasabb hegyei közé tartozik.

29. Nem tulajdonképeni vulkánok. A meleg szökőforrásokról, a *geysir*-ekről később teszünk említést. Ezekon kívül ide tartoznak:

a) *A fumarolák*, mint a vulkáni tevékenység utolsó jelei. A talaj igen tiszta vízgőzöket lehel ki, melyeket néha bórsav és kénessav fertőztet. (Pantellaria.)

b) *A solfatárak* oly nyílások és hasadékok, melyekből kénessav és kénhidrogén tör elő. Izland, Jáva, Új Zeeland, Itáliában a phlegraei mezők ilyen természetűek.

c) *A mofetták* tulajdonképen szénsavforrások. (Nápolyi kutyabarlang, a Guwo Upas (halál-völgy) Jáva szigetén.)

d) *Iszapvulkánok*. Ezek gőzökkel kevert iszapot hoznak a felszínre. (Erdélyben a Pokolsár, a Makkalubas Girgenti mellett, stb.)

30. A vulkanizmus elmélete. Minden ellenvetéstől mentes elmélet nincsen. Régebben azt hitték, hogy a tengerparti vulkánok kitöréseit a repedéseken behatoló nagy mennyiségű tengervíz okozza. De nem valószínű, hogy a repedések a plasztikus rétegig terjedjenek. Sokkal valószínűbb, hogy a földkéregben a felszíntől nem messzire egyes magma fészkek vannak, melyek egy egész terület vulkánjai számára kohókul szolgálnak.

A vulkán kialakása lehet állandó vagy időleges. Az első esetben a magmafészkek teljesen kimerül, a másodikban a működés szünetelését a magmafészkekhez vezető hasadék eldugulása okozhatja.

Kiterjedt észleletekből kiderült, hogy a földrengés legközönségesebben egy, a földfelület alatt fekvő *rengési középpontból* kiinduló hullámzó mozgás következménye. A rengés chronologikus leírásából a rengési középpont mélységére lehet következtetni (6. ábra).

34. Földrengési hullámok és tengerrengések. A tengerpart közelében jelentkező földrengések a tenger vizét is hullámzó mozgásba hozzák. Tengerparti vidékeken ez a körülmény válik különösen veszedelmessé (lissaboni rengés). Így keletkeznek a nagy sebességgel terjedő, igen nagy hullámhosszúságú vándorhullámok, melyek a japáni partok rengéseit a Csendes-oczeán mellékein mindenütt észrevehetőkké teszik.

A tengerfenék földrengései okozzák az u. n. *tengerrengéseket*.

35. A földrengés elméletei. Kielégítő elmélet nincsen. *Aristoteles* szerint a földkéreg alatt levegő gyülemlött meg, mely kifelé nem törhetvén, a földkérget megremegteti. Sokáig ez a nézet és némi módosításai voltak az uralkodók. A Leidenfrost-féle tűneményre is alapították a rengések magyarázatát. Ujabban a *vulkánikus földrengéseket* a vulkáni kitörésekkel hozzák kapcsolatba, s arra hivatkoznak, hogy a vulkánok mint Földünk biztosító szelepei szerepelnek. A *tektonikus földrengéseket* a szilárd földkéreg folytatólagos összehúzódásából magyarázzák. Végre sokan a földrengéseket a kéregben létező barlangok beomlásának tulajdonítják. Valószínű, hogy ezen magyarázatok mindegyikének meg van a maga alapja.

VI. Elektromos és mágneses tűnemények.

36. A mágneses tűnemények fajai. A Föld szilárd kérgét alkotó kőzetek némelyikének természetes mágneses állapota van, mely részint *attraktiv*, amennyiben a kőzet a közelébe kerülő vasat vonzza, részint *poláris* hatásban nyilvánul, amennyiben a közelébe kerülő mágnesűt irányából kitéríti. De ha a kőzeteknek ez a mágneses viselkedésük nem volna is, a lehetőleg magárahagyatottan lengő mágnesűt a Föld felületének különböző helyein mégis bizonyos meghatározott állásokba helyezkednék, úgy, hogy e miatt Földünket mint óriási kiterjedésű és tömegű mágnes kell tekintenünk.

A kőzetek közül legerősebben a mágnesvaskő (magnetit) mutat mágneses tulajdonságot; a plutonikus és vulkáni kőzetek, még ha nem is tartalmazzak magnetitet, poláris hatásuk. Különösen a bazalt és trachyt eltérítő hatásai a legerősebbek.

37. A földmágnesség elemei. A földfelület valamely helyére nézve meghatározandók: a földmágnességnek mint erőnek iránya és intenzitása. Ha egy mágnesrudat tökéletesen föl lehetne szabadítani a nehézségerő behatása alól, akkor a rúdban levő mágneses polusok összekötő egyenese adná meg a földmágnességnek irányát. Az iránymegállapításnak ez az egyszerű módja lehetetlen. Ehelyett megállapítjuk a függőleges tengely körül forgó mágnesűtnek a földrajzi meridiántól való eltérését, az *elhajlást* (declináció) és a vízszintes tengely körül forgó mágnesűtnek a vízszintestől való eltérését, a *lehajlást* (inclináció). Az utóbbi esetben szükséges, hogy a tű forgási síkja a mágneses meridián síkjával legyen párhuzamos.

Ha T az erő intenzitása, s az erőt a mágneses meridián síkjában egy X horizontális és egy Y vertikális összetevőre bontjuk szét, ha továbbá I az inclináció, akkor

$$X=T \cos I \quad Y=T \sin I$$

s ebből a kettőből

$$T = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

származik.

A földmágnesség elemeinek meghatározását a physika tanítja.

38. Az eleinek időleges változásai. A földfelület minden helyén a földmágneses elemek *periodikus* és *saeculáris* változásoknak alávetettek. Az elsők közé tartozik többek közt a declinációnak napközben való változása, mely a hőmérséklet naponkinti változásával bizonyára szoros kapcsolatban áll. A declinatio minimuma d. e. 9 órára, maximuma d. u. 3 órára esik. Bajosabb az inclinatio naponkinti változásait figyelemmel kísérni. Az eddigi észleletek szerint két maximum és két minimum különböztethető meg. Ennek megfelelőleg hasonló áll az intenzitásra vonatkozólag is.

Egy másik periodikus változás a napfoltok gyakoriságával áll kapcsolatban, s úgy mint ez, 11.1 éves periodust mutat.

A saeculáris változások a párizsi hosszú megfigyelési sorozatból tűntek ki, s most már minden észlelőhelyre nézve megállapítottak. Párisban 1580-ban 11.30' keleti declinációt mértek; ez időtől kezdve a tú lassankint közeledett a földrajzi meridiánhoz, s 1663-ban pontosan abba helyezkedett; majd azt átlépve, a declinatio nyugatvá vált, s 1814-ben 22°32'-czel legnagyobb nyugati értékét érte. Azóta a tú az észak-déli irány felé kezd visszatérni, s 1885-ben a declinatio már csak 16°15' volt. A másik két elem is bizonyára hasonló változásoknak van alávetve.

Budapesten

	1845-ben	1897 elején
a declinatio	12°52' ny.	7°20' ny.
Az inclinatio	63°20' ny.	62°21' ny.

39. Az elemek lokális változásai. Az észlelőhely változtával az elemek közül legalább is kettő megváltozik. Hogy ezen változások könnyebben követhetők legyenek, a Föld felületét u. n. *mágneses görbékkel* hálózák be.

Ha az egyenlő és egyirányú declinációs észlelőhelyeket folytonos görbékkel összekötjük, akkor az u. n. *isogonális* vonalakat kapjuk. Ezek a vonalak a földrajzi meridiánoknak felelnek meg, s mint amazok, a Föld felületének ugyancsak két pontja, *mágneses polusai* felé convergálnak. Az északi féltekén lévő déli mágneses polust 1831. június 1-én *James Ross* találta meg Boothia Felix szigetén, az északi szélesség 70°5'17" és a Greenwich-től számított nyugati hosszúság 96°46'45" alatt. A déli féltekén levő *északi mágneses polust* az Erebus vulkán közelében legújában találták meg. Valószínű, hogy ezek a pólusok helyzetüket megváltoztatják.

Az inclinatio meghatározásánál megjegyzendő, hogy az északi féltekén általában a tú északi mágneses vége hajlik lefelé, a déli féltekén a déli vége. Ha az egyenlő és egyirányú inclinációs észlelő helyeket folytonos görbékkel összekötjük, akkor az u. n. *isoclin* vonalakat kapjuk. Ezek a vonalak a földrajzi paralleláknak felelnek meg.

Közöttük az, amelyen a tú inclinációja zerus, a mágneses egyenlítő, mely azonban a földrajzi egyenlítővel nem esik egybe. A mágneses polusok fölött az inclinációs tú vertikális helyzetű.

Ha az egyenlő intenzitású észlelő helyeket folytonos görbékkel összekötjük, akkor az u. n. *isodynamikus vonalakat* kapjuk. Azon görbe, melynek mentén az intenzitás a legkisebb, az u. n. *dynamikus egyenlítő*. Ez nem esik egybe a mágneses egyenlítővel. Az *intenzitás gyűjtőpontjainak* száma 4. Ezekben az intenzitás relative a legnagyobb.

Minden földmágneses térkép csak momentán képnek tekintendő.

40. A földmágnesség elmélete. A földmágnesség tüneteit régebben egy a Föld méhében fekvő erős mágnesrúd fölvételével magyarázták. Ujabban a tüneteket az elektro-magnetikus elmélet alapján magyarázzák. E szerint Földünket u. n. földi áramok kerülik meg, s ezeknek indukáló hatása létesíti a földmágnesség tüneteit. E mellett nemcsak a napfoltok periódusával való egyezés, hanem az a kapcsolatoság is szól, amely a sarki fénynek bizonyára elektromos természetű jelensége, és az u. n. *mágneses viharok* közt van. Ugyanis sarki fény idejében az elemek megfigyelésére szolgáló érzékeny műszerek mágnestűi feltűnő nyugtalanságot árulnak el.

41. A Föld elektromos állapota. A *Siemens* testvérek vizsgálatai szerint Földünk elektromos töltése azon nagy elektromos feszültségnek hatása, mely a Nap felületén kétségtelenül létezik. Ha Földünk *influentia* útján elektromos töltést kapott, akkor *Helmholtz* és *Rowland* kísérletei szerint ez a Föld forgása következtében ugyanazokat az elektro-dinamikus hatásokat létesíti, amiket az elektromos áramok képesek. Ehhez még másodrendű hatások is járulnak, melyek a körülményeket még bonyolódottabbakká teszik. Ide számítandók a *diaphragma-áramok*, melyek *Andries* és *Quincke* vizsgálatai szerint akkor keletkeznek, ha a víz likacsos közeteken hatol át; ugyancsak a Föld kérgében előálló hirtelen és erős változásoknál, amilyenek a vulkáni tünetekkel kapcsolatosak, *thermo-áramokat* is létesülhetnek.

42. A sarki fény. A földcsarkok közelében a *sarki fény* tüneténe a legfeltűnőbbek közé tartozik. Megkülönböztetünk *gloria-alaku* és *redős* sarki fényt. Az elsőnél a láthatár fölé hajló körívől indulnak ki a rózsaszínű sugarak, a másodiknál a rózsaszínű fény mint egy dúsan redőzött függöny omlik alá. A sarki fényt létesítő anyag igen ritka lehet, mert a gyenge fényű állócsillagokat sem bírja eltakarni. A megfigyelések azt mutatták, hogy a jelenség a Föld két sarkára nézve egyidejű. A sarki fény magasságára nézve a vélemények 750 m. és 190 km. közt változnak. Annyi kétségtelen, hogy a sarki fény magneto-elektromos tüneténe s nagyban hasonlít ahhoz a fénytünteményhez, mely a *Geissler*-féle csövekben észlelhető. *De la Rive* kísérletileg állított elő a sarki fényhez hasonló tünetényeket. E tekintetben a beható vizsgálatok még folyamatban vannak. Valószínű, hogy az elektromos feszültség változásai a magas légrétegek ritka levegőjében a *Geissler*-féle csövek tünetényét létesítik.

43. Légköri elektromosság: A levegő állandóan elektromos töltést mutat. Erről a *légelektrométer*-nek. nevezett eszköz tesz tanúságot. Az egyes észlelő helyeken az elektromos állapotnak naponkinti és évenkinti változásait észlelték. A légkör általában elektropositív töltést mutat. A feszültség lecsapódások alkalmával nagyobbodik. Tegyük föl, hogy számszerint n , egyenkint r küllőjű vízgolyócska egy ρ küllőjű vízcseppé egyesül. Az egyesülés előtt az elektromosságának meglevő mennyisége $4nr^2\pi$ felületen volt eloszolva, míg az egyesülés után $4\rho^2\pi$ felületre szorul, ρ -nak meghatározására a

$$4/3\rho^3\pi = 4/3nr^3\pi$$

egyenlet szolgál, melyből

$$\rho = r^3\sqrt{n}$$

Mínt hogy

$$N = \sqrt[3]{n^3} > \sqrt[3]{n^2}$$

ennélfogva a felület a golyócskák egyesülése folytán kisebbedett, s így a feszültség megfelelőleg növekedett.

A statikus légköri elektromoságnál sokkal fontosabb a zivatarok alkalmával mutatkozó dinamikus légköri elektromosság. Mint átmeneti alak a *Sz.-Ilona-tüze* említhető fel, mely nagy elektromos feszültség esetében az elektromoságnak különösen fémcsúcsokból való fénypamat-alaku kisugárzásában áll.

44. A légköri elektromosság oka. Villám. *Faraday* vette azt először észre, hogy a szűk nyíláson kiáramló vízgőznek a nyílás szilárd falával való surlódása elektromosságot szül. Ezen az észrevételen alapszik a gőzelektromozó gép is. Ennélfogva a légköri elektromosság forrásául a párolgás tűneménye tekintendő, kapcsolatban a levegőnek portartalmával.

Ha a felhő és a Föld, vagy két egymás felett álló felhő között az elektromos potenciálkülönbség elég nagy, (Exner szerint ez 100 m.-es távolságu felhőknél 60000 voltra is mehet), akkor hirtelen kiegyenlítődés folytán *villám* létesül, melyet a pillanatnyilag szétválasztott levegő összecsapásából származó *dörgés* kísér. Megkülönböztetünk: cikkkázó villámot, villogást és gömbvillámot.

A villám sebessége a fény sebességével egyenlő. A villám hatásai óriásilag fokozott mértékben ugyanazok, mint a villamos szikrának hatásai. Veszedelemi ellen *Franklin* tanácsára villámhárítóval védekezünk. Ha a villám homokba csap, utjában a homokot megolvasztja, s így keletkeznek az ágbogas *villámkövek*, *mennykövek*.

Az égiháború egyéb körülményeivel a *meteorologia* foglalkozik.

VII. A Föld légköre.

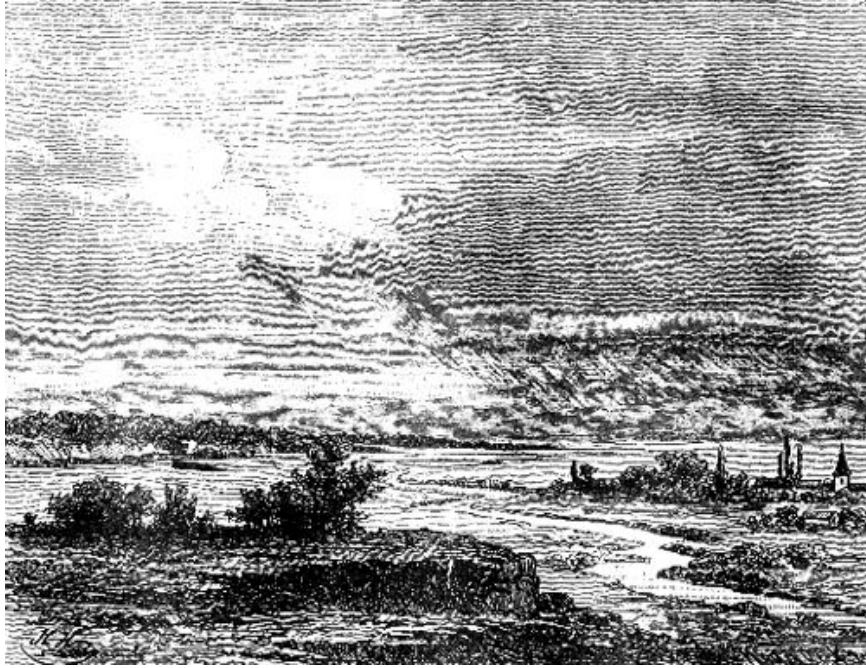
45. A levegő összetétele. Pontos mérések azt bizonyítják, hogy csekély lokális ingadozásokat nem számítva, a levegő Földünk felülete fölött mindenütt mind mennyiségileg, mind pedig minőségileg állandó összetételű. És pedig 100 térfogati rész levegőben van 21.00 rész oxigén, 78.96 rész nitrogén és 0.04 rész szén-sav. Ez az utóbbi alkatrész mutatja a legnagyobb változékonyságot. Mint idegenszerű alkatrészek felemlíthetők: a vízgőz, a por, ammóniak, kénhidrogén és tiszta hidrogén. Az *ozon* valószínűleg az oxigénnek allotrop alakja.

A levegő vízgőz tartalma a Föld felületén levő nagy kiterjedésű vízfelületek és a dús növényzet jelenlétével magyarázható. Közelebbi körülményeinek vizsgálata a meteorológiába tartozik.

A portartalom létezése magyarázatra nem szorul. A levegőben lebegő *mikro-organizmusok* vizsgálata a fertőző betegségek kapcsán az orvostudománynak okoz kiváló gondot. A légkör a Földhöz tartozik, s annak minden mozgásában részt vesz.

46. A légkör magassága. Már az ókorban tettek megfigyelések, melyeknek célja a légkör magasságának megállapítása volt. Ujabban a hullócsillagok megfigyelését veszik alapul. Ha a nagy sebességgel haladó meteor Földünk vonzásának körébe kerül, sebessége még jobban fokozódik. A meteor a Föld légkörén átrohanva, még a magas légrétegek ritka levegőjében is surlódás folytán izzásba jön, világít. (Hulló csillag.) A megfigyelések eredményeként kimondhatjuk, hogy a Föld felülete fölött 150-200 km.-nyi magasságban még mérhető sűrűségű levegő van; 200-350 km. magasságban még szintén van levegő, de annak sűrűsége már mérhetetlenül csekély.

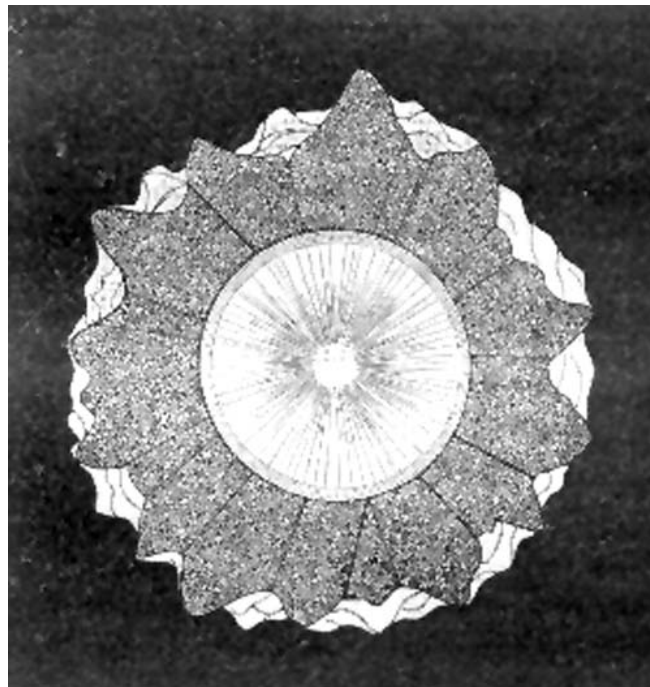
47. Légköri lecsapódások. A levegőnek vízgőztartalma lecsapódás folytán igen apró vízgolyócskákká sűrűsödik. Ezek tömör golyócskák, melyek a levegőben épen úgy lebegnek, mint az apró porszemecskék. Ha a vízgolyócskák egyesülés folytán nagyobb golyócskákká sűrűsödnek, abban láthatókká válnak, s a Föld felszínén ülő *köd*, illetőleg a magasban lebegő *felhő* mutatkozik.



7. ábra. Felhő alakok.

A felhők alakjukra nézve lehetnek: báránnyfelhők (cirrus), rétegfelhők (stratus), gomolyfelhők (cumulus) és ezen alapalakok kombinációi. A báránnyfelhők járnak legmagasabban (10000 m.-ig). A gomolyfelhők egyik válfaja az alacsonyan járó, sötét színű esőfelhő (nimbus). (7. ábra.)

Ha a sűrűsödés még nagyobb csöppöket létesít, melyek a levegőben lebegve már nem maradhatnak meg, akkor u. n. *légköri lecsapódások* állanak elő, melyeknek különböző alakjai: harmat, dér, dara, hó, jégeső (8. ábra).



8. ábra. Jéggolyó keresztmetszete.

A felhőzet alakulásával, a légköri csapadékok közelebbi körülményeinek, különösen a Föld felületén való eloszlásuknak vizsgálatával a meteorológia foglalkozik.

48. A légkör optikai tüneményei. Minden, a vertikálistól eltérő irányú fénysugár útjában különböző, és pedig a Föld felületéhez közeledve növekedő sűrűségű légrétegeken haladván át, azokban *törést* szenved. Szemünk a tárgyat a szembe jövő sugár irányában látja. Ebből a körülményből származnak az *asztronómiai* és *terresztrikus* fénytörés tüneményei.

Ebből az okból magyarázzák meg ujabban az álló csillagok nyugtalan fényét, *csillogását* is.

A levegő rendkívüli mértékben átlátszó. A rajta átmenő fénysugaraknak csak igen csekély részét nyeli el. Ennek a körülménynek mégis az az eredménye, hogy a levegő a fénysugarakat minden irányban reflectálja. Ezen diffus-reflektálás nélkül nappali fény nem volna. A Nap a sötét, fekete égboltozaton ragyogna, ahová fényét veti, ott briliáns világítás lenne, az árnyékok pedig teljesen sötétek lennének. A diffus-tükrözést a felhők is nagyban elősegítik.

Az égboltozat általában kék, a legkülönfélébb árnyalatokkal. Ezt *lord Rayleigh* így magyarázza: a levegőben lebegő partikulák sokkal kisebbek, semhogy minden fajta fénysugarat egyenlően visszaverni képesek lennének. Ennélfogva, mert inkább a rövidebb hullámhosszú fénysugarakat verik vissza, a kék és viola árnyalatok maradnak meg. Reggel és este, amikor a napsugarak páratelt légrétegeken haladnak át, ezek éppen a rövid hullámhosszú fénysugarakat nyelik el. Ebből magyarázhatók a hajnal és napnyugta pompás fénytüneményei.

A légkörnek meg van a maga sajátos absorptiós spectruma.

1883 végén *Bishop* Honolulu szigetén napnyugtakor a Napot körülvevő vörösesbarna gyűrűt észlelt, mely 1886 után már többé nem volt látható. Ezt a *Krakatau* vulkánnak 1883 augusztusában történt borzasztó kitöréséből származó, s a legmagasabb légrétegekig fölemelkedett hamu magyarázza meg.

A légtükrözések közé tartoznak: a *fata morgana* és a *délibáb*, melyeket részint a refrakció, részint a teljes visszaverődés okozza. Nagy homok-területeken (Szahara, magyar alföld) a Nap izzó sugarai a homokot, talajt erősen fölmelegítik, s előállhat az az eset, hogy a felületi légrétegek ritkébbak, mint a magasabban fekvők. Ekkor keletkezhet a teljes visszaverődés, s így az említett légtükrözés.

Ha valahol messze eső esik s háttal a Napnak állunk, akkor *szivárványt* látunk, mely jelenség a napsugaraknak az esőcseppekben való megtörése és szétszóródása folytán áll elő. Minden esőcsepp mint prisma szerepel. A szivárvány íve alapja oly körkúpnak, melynek tengelye a szemünkön és a Napon átmenő egyenes. Mennél mélyebben áll a Nap az égen, annál nagyobb s szivárvány látható íve; napnyugtakor vagy napkeltekor félkör alakú. Léghajóról nézve a szivárvány teljes kör is lehet. A szivárvány külső szélén vörös, belső karimáján violaszínű s e kettő közt sorakoznak rendre a szivárványszínek. Néha egy nagyobb küllőjű másodrendű szivárvány is látható, melynél a színek sorrendje fordított. Míg az elsőrendű szivárványnál a napsugár az esőcsöpp hátulsó felületén csak egyszer tükröződik, addig a másodrendűnél kétszeres tükröződés áll elő.

Ha a magas légrétegek túlságosan párateltek, akkor a Nap és Hold körül a *napudvar*, illetőleg *holdudvar* vehető észre. Ezek a fénykörök a magasban lebegő jégtükön előálló fényelhajlás (diffractió) következményei. A sarki tájakon különösen változatos és élénk u. n. *halo*-k, melléknapok és mellékholdak észlelhetők. Ugyanis az égiteget nagy küllőjű, a szivárvány néhány színében tündöklő kör veszi körül, melynek vízszintes átmérője a körön kívül egy darabon szintén látható. Ott, ahol az átmérő a körből kilép, létesül a melléknap (hold). Néha a nagy kört fölül egy másik kör íve érinti. A haloknál *Galle* szerint nagy szerep jut annak a körülménynek, hogy a fénysugaraknak a hatszöges jégkristályokon kell átmenniök.

49. A légkör mozgásai. A Nap sugárzása folytán fölmelegedő légrétegek fölfelé emelkednek, helyüket sűrűbb, hidegebb levegő foglalja el. A légtenger így hatalmas mozgásba jön, minek következtében különböző szelek létesülnek. A jelenséget a Föld forgása, a földfelület különböző alakulatai complicálják. A szelek fajaival, jellemzésével, földrajzi eloszlásukkal s egyéb körülményeikkel a meteorológia foglalkozik.

50. A légkör hőviszonyai. A Nap sugárzása folytán a Föld különböző helyein a légtenger különböző módon fölmelegszik. A léghőmérséklet naponkinti és évenkinti változásokat mutat. A léghőmérséklet a legfontosabb meteorológiai adat lévén, megfigyelésével, törvényszerűségeinek fejtegetésével a meteorológia foglalkozik.

51. A légnyomás. Normális körülmények közt 1 liter száraz levegő súlya 1293 gramm. Mint-hogy a levegő a legtökéletesebb folyadék, mindazon törvények, melyek a folyadékokra vonatkozólag állanak (Pascal elve) a légtengerre is alkalmazhatók. Ennélfogva a légtengerben a fenéknomás törvényei is érvényesülnek s így benne a nyomás (1 cm²-re eső nyomó erő) szintről szintre változik. A légnyomás lételetét először *Torricelli* mutatta ki. Kísérletén alapszik a *barométer*, mely a légnyomás nagyságának mérésére, változásainak figyelemmel kísérésére alkalmas eszköz. A légnyomás a Föld felületének különböző helyein más és más. Egy-ugyan-azon a helyen naponkinti, évenkinti és abnormális ingadozásokat mutat. A szelek és légköri csapadékviszonyok a légnyomás változásaival szoros kapcsolatban állván, a légnyomás is egyike a legfontosabb meteorológiai adatoknak. Ennélfogva közelebbi körülményeinek vizsgálata ennek a tudományágnak feladata.

Általában: a meteorológia kiválóképpen a Föld légkörének állapotával foglalkozó tudomány, melynek különös ágazatai: a *klimatológia* és az *időjárás prognózisa*.

VIII. A tengerek.

52. Víz és szárazföld eloszlása a Föld felületén. Földünk felületét túlnyomólag tengerek borítják. Régibb adatok szerint a szárazföldnek a tenger borította részhez való aránya 1:2.31-nek vétetett; újabban

136038872 : 373911842

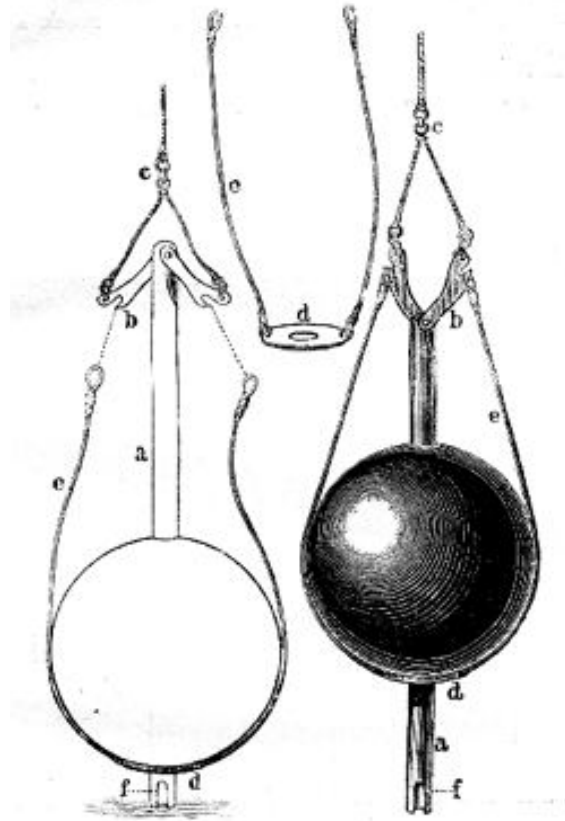
vagyis közelítőleg 1: 2.759 vehető.

Absolut pontosságra az utóbbi adat sem tarthat számot. Azon a félgömbön, melynek pólusa Páris, a szárazföldek legnagyobb része (kivéve Ausztráliát és Dél-Amerika egy részét) fekszik, miért is ezt *szárazföldi félgömbnek* nevezhetjük; ellenben a másik félgömb túlnyomóan tengerektől borított.

A régi megszokott beosztás szerint a következő világtengereket különböztetjük meg:

Csendes oceán	175.6	Millió km ²
Atlanti oceán	88.6	Millió km ²
Indiai oceán	74.0	Millió km ²
Déli jegestenger	20.5	Millió km ²
Északi oceán	15.3	Millió km ²
	<hr/>	
	374.0	Millió km ²

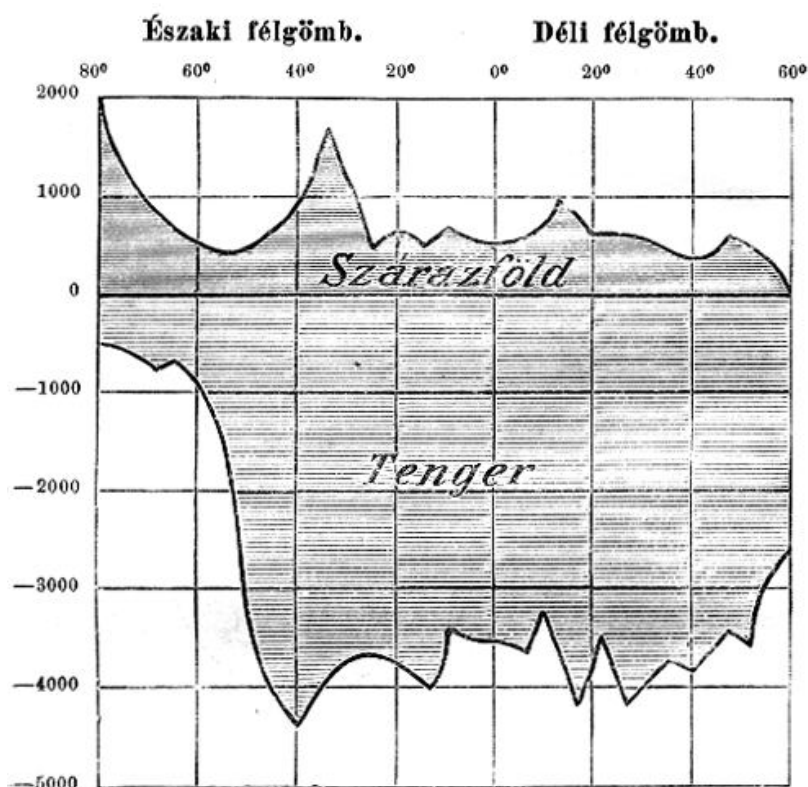
53. Az oceánok részei. Az oceánok korántsem fekszenek egy tagban, hanem néhol messzire belenyúlnak a szárazföldek közé. Nagy terjedelmű, szűk bejáratain ilyen elzárt részeket *beltengereknek* nevezünk. (Földközi tenger). Azt a tengerrészt, melyet az oceántól egy sűrű szigetsor választ el, *szegély-tengernek* (Chinai-, Ochozki tenger) nevezhetjük. A tengernek nagy kiterjedésű, tágas bejárata bekanyarodását *öbölnek*, a kisebb terjedelműt *bainak* (Botany-bai) nevezük. Hasonló értelemben használjuk a *golf* elnevezést is. Két tengerrész közt az összeköttetés néhol hosszú, széles *csatornán* (La-Manche) vagy szűk *szoroson* (Gibraltar), esetleg *szundon* át létesül.



9. ábra. Brooke mélységmérője.

54. A tengerek mélysége. A tengerfenék mélységét a legkülönbözőbb, e célra alkalmas eszközökkel, u. n. *mélységmérőkkel* mérik (9. ábra). A mérések különösen sekélyes helyeken eléggé számosak, a tengerek derekán azonban még nagyon szórványosak. A tengerfenék mélységviszonyait tehát még csak igen hézagosan ismerjük. Annyi azonban már most is bizonyos, hogy a legnagyobb mélységek a szárazföld legmagasabb emelkedéseit messze felülmúlják. A beltengerek általában mérsékelt mélységűek. Így pl. a Balti tengernél 67 m., a Vöröstengernél 444 m., a Persa-tengernél 37 m., a Hudson-öbölnél 375 m. közepes mélység vehető fel. A legmélyebben fekvő tengerfenékre az Atlanti oceánban Sz. Tamás szigeténél (7090 m.) s délen a La Plata folyó torkolatát Tristan da Cunha szigetével összekötő vonalon (12271 m.) akadtak. A Csendes oceánban Nippon szigetétől keletre 8500 m. mélységet mértek (10. ábra).

Az oceánok átlagos mélysége 3700-m.-re tehető.



10. ábra. A szárazföldek magasságai és a tengerek mélységei.

55. A tengerfenék alakulatai. Annyi kétségtelen, hogy a tengerfenék konfigurációja a szárazföldekétől lényegesen eltérő. Az egyenetlenségek sokkal elmosódottabbak, mint a szárazföldeken. A kontinenseket a tengerfenéken elvonuló kiemelkedések kötik össze. Ilyen pl. az Atlanti-oczeánnak u. n. *telegráf-plateauja*, mely Izland és brit Észak-Amerika közt terül el és a tengeralatti kábel fektetésénél jó szolgálatokat tett.

56. A tengervíz színe és átlátszósága. *Bunsen* vizsgálatai szerint a tiszta víz kék színű. Ezt mondhatjuk a tengerek vizéről is, melyeknek színe a legkülönbözőbb árnyalatokat mutatja. A szín természetesen függ a megvilágítás viszonyaitól, a tengervízben található mikroorganizmusok s egyéb szilárd alkatrészek jelenlététől stb. De azok az elnevezések, melyek egyes tengereket színek neveivel jelzik, talán a Sárga-tenger nevének kivételével, általában semmiképpen sem okolhatók meg. Az utóbbit a beléje ömlő Hoangho iszapja tényleg sárgára festi.

Az átlátszóságot az a mélységi adat jellemzi, melyben egy alámerített fehér lap meglátható. Ujabban az átlátszóságot photographikus uton állapítják meg. Az adatok igen eltérőek. Példaként fölemlíthetjük, hogy az Adria vizében az átlátszóság 54 m. mélységig terjed.

57. A tengervíz kémiai alkata és sűrűsége. A víz (H_2O) hidrogénnek oxigénnel való vegyülete. A tenger vízben feloldott állapotban találunk: konyhasót, chlormagneziumot és kénsavas magneziumot. *Forchhammer* szerint 1000 térfogati rész tengervízben van:

26.862 rész konyhasó
 3.239 rész chlormagnezium
 2.196 rész keserűsó
 1.350 rész gipsz
 0.582 rész chlorkálium
 0.071 rész vegyes alkatrész

s így a tiszta víz számára 965.7 rész marad fenn.

A sótartalom 4 %-ig mehet, s általában a tenger derekától a partok felé közeledve csökken.

A víz elnyelve tartalmaz még levegőt és szénsavat.

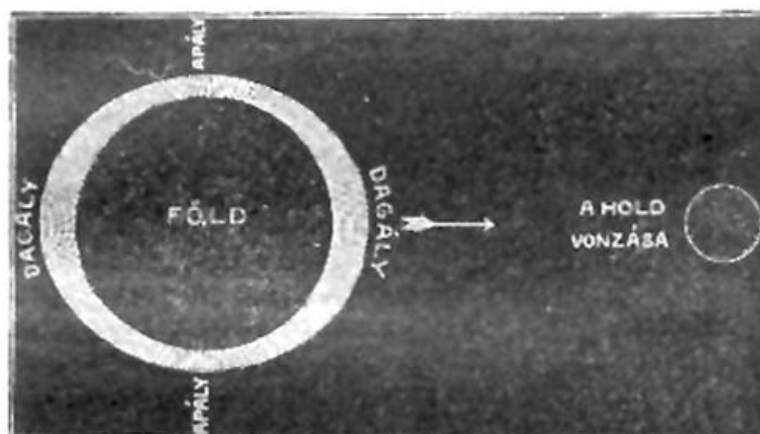
A tengervíz sűrűsége lényegesen függ a sótartalomtól és a hőmérséklettől. A sűrűség átlag 1.0270-nek vehető föl.



11. ábra. Úszó jéghegy.

58. A tengerek hőviszonyai. A tudományos expedíciók eddig a következő eredményekhez jutottak: a tengervíz hőmérséklete az egyenlítő tájékain a legnagyobb mélységekben $+2^{\circ}\text{C}$ -ra, a sarkvidékeken -3°C -ra tehető. Az utóbbi helyeken a víz megfagyását a nagy nyomás akadályozza meg. A felületi tengervíz fölmelegedése lényegesen függ a földrajzi szélességtől, a partok alakulatától és a tengerfenék alkatától. Mint maximális hőmérsékletek a Vörös-tengeren mért 32°C és a Perzsa-öbölben mért 35.5°C említhetők föl. A hőmérsékleti viszonyok szélsőségeit a tengervíz áramlatai enyhítik.

59. Jeges tengerek. A poláris tájékokon a tengervizet jég borítja. A jég lehet édesvízi és tengeri eredetű. A jég az utóbbi esetben sem sós, mert a víz megfagyásakor a benne feloldott sókat kiválasztja. Az édesvízi jég vagy a folyók hátán kerülhet a tengerre, vagy glecser eredetű. A jég kisebb fajsúlyú lévén, mint a víz, a tengerbe nyúló glecserről a víz nagy darabokat letördel, melyek aztán mint jéghegyek úsznak a tenger-áramlatokban (11. ábra). A jéghegyek 30-50 m. magasak is lehetnek; a vízbe merülő részük vastagsága körülbelül 8-szor akkora. Néha a jéghegy talpa melegebb vízben úszván, kiolvad, a súlypont áthelyezkedik s a jéghegy felborul, ezer veszéllyel fenyegetvén a cethalászokat és a sarkutazókat. Az északi jeges tenger jéghegyeit az áramlatok az Orkney szigetekig is elviszik. Olvadásuk a lég-hőmérsékletet tetemesen lehűti. A jégmezőkkel és jéghegyekkel borított tengereket jeges tengereknek hívjuk.



12. ábra. Az árapály tüneménye.

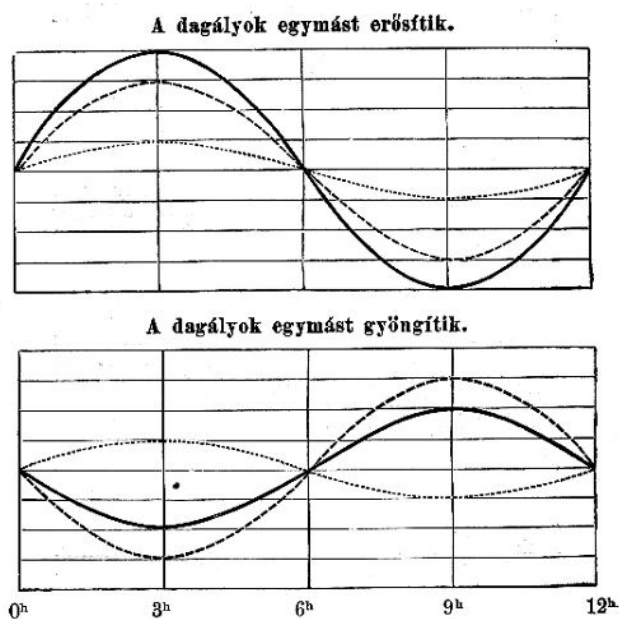
60. A tengervíz mozgásai. A tengervíz részben oscilláló, részben translatorikus mozgásokat mutat. Az elsőkhöz tartoznak a hullámok, a másodikhoz a tengeri áramlatok. A hullámokat részben a szelek létesítik, de létesíthetik a Nap és Hold vonzásai is, mely utóbbi esetben az *ár-apályhullám* keletkezik.

61. Hullámozás. A hol a szél a tenger felületének neki fekszik, ott *hullámvölgy* keletkezik, melynek megfelelőleg *hullámhegyet* is megkülönböztetünk. A hullám magasságát a hullámvölgy fenekétől a hullámhegy tarajáig mérjük. A hullámozás jellemző adatai közé tartoznak még: a hullámhosszuság, a hullámozás periodusa és a hullám terjedési sebessége. Az oczeánok derekán csendes időben is $\frac{1}{2}$ m.-es hullámok vannak; viharban a hullám-magasság 11-13 m.-re is fölemelkedik, de ezen a határon túl nem terjed. A leghosszabb hullámot az Atlanti oczeánon *Mottez* figyelte meg, s hosszúságát 824 m.-re teszi; ennek megfelelőleg terjedési sebessége mp.-enkint 36 m. volt.

A leghosszabb és leggyorsabban terjedő hullámokat a földrengések rázkódtatásai okozzák; ezek az u. n. *vándorhullámok*. A hullámozásnak olajjal való csillapítását már a régiek ismerték. Sziklás partokon a tenger hullámozása a *morajlást* okozza.

Haladó hullámokon kívül a tengeren álló hullámok is keletkezhetnek, melynek a szicíliai *marrobio*, a kantabriai *resaca*, a Keleti-tengeren ismeretes *Seebär* stb.

62. Ár-apály. A Hold, és kisebb mértékben a Nap vonzása a tengerek vizét szintén mozgásba hozza. A Holdnak a Földre ható vonzó ereje annál nagyobb, mennél közelebb fekszik a Föld felületének vonzott része a Holdhoz. A Föld szilárd kérge a vonzásnak nem igen enged; de a vízburkolatban a vonzásban mutatkozó különbségek már észrevehető változásokat létesítenek. A két égitest középpontjait összekötő egyenes mentén a tenger vize kidudorodik; még pedig a Hold felé fordult oldalon a túlnyomó vonzás következtében a víz a Hold felé emelkedik, az ellenkező oldalon pedig megfelelőleg visszamarad (12. ábra). Így keletkezik az álló dagály-hullám, mely a Föld forgása és a Hold keringése következtében a nyílt tengereken végig rohan s a kikötőkben észrevehetővé válik. A Föld valamely helyére nézve a Hold akkor delel, ha az égboltozaton a legmagasabban áll. Ekkor keletről nyugat felé haladva átmegy az észlelőhely meridiánján. Két ilyen átmenetel közt 24 óra 50 perczz 28 m-percznyi idő telik el. Ha tehát bizonyos kikötőben a Hold okozta dagály déli 12 órakor volt, akkor innét kezdve apály és dagály 6 óra 12 percz 37 mpercznyi időközökben fognak váltakozni, úgy, hogy a másnap déli dagály 50 percz 28 mperczcel késik el a megelőző napival szemben.



13. ábra. A dagály-hullámok találkozása.

Hasonló tüneteket létesít a Nap vonzása; de bár a Nap tömege a Holdéhoz képest rengeteg nagy, a 387-szer akkora távolság miatt a Nap vonzása következtében előálló dagályhullám magassága a Hold létesítette dagályhullám magasságának csak $\frac{4}{9}$ -ed része.

A két dagályhullám együttes föllépése igen változatosá teszi a tünetényt. Először is a Nap okozta hullám 24 óra alatt kerüli meg a Földet, s így az időtartamok közt időkülönbség mutatkozik. Másodszor pedig a két égitest viszonylagos elhelyezésétől függ, vajjon a két dagályhullám erősíti-e egymást, mint ujholdkor és holdtöltekor, avagy gyöngíti-e egymást, mint a holdnegyedek alkalmával? Ha a dagályhullámok egymást erősítik, akkor az u. n. *szökőár* áll elő; gyöngítés esetében a német tengerész *süket dagályt* emleget (13. ábra).

A Holdnak a Földtől, a Földnek a Naptól mért távolsága nem lévén állandóan ugyanaz, s a holdpálya síkja a földpálya síkjával szöget zárván be, ezen körülmények is lényegesen befolyásolják az árapály tünetényeit. Még hatásosabb a szárazföldek akadályozó befolyása, mely a dagály és apály beálltát tetemesen késleltetheti. Minden kikötőre nézve körülbelül állandó a késés, melyet *kikötői időnek* szoktak nevezni.

A dagályhullám magassága a nyílt oczeánokon aránylag csekély. Így pl. a Sandwich és Tahiti szigeteken 30-40 cm. közt változik. Azonban a partokon annál jobban emelkedik, minél jobban összeszorítja a csatorna keskenyedése a különben is sekély vízre bukkanó hullámot. Tölcsérialaku öblökben a tenger járása meglepő adatokat nyújt. A Bristol-öbölben a szintkülönbség megüti a 10 m.-t; sőt Clevedon Pier-nél szökőár idején 16 m.-es. Legnagyobb a szintkülönbség Uj Skócia partjain a Chepody öbölben (21.3 m.) és a Magelhaes szoros közelében (18-20 m.)

63. A tengeri áramlatok. A tengeri áramlatok az emberi test vérkeringéséhez hasonlíthatók. Az artériák a sarkok hideg vizét az egyenlítő tájékaira szállítják, a vénák az egyenlítői tájak meleg vizeit a sarkok felé irányítják.

A tengeri áramlatok a tenger vizének önálló mozgásából magyarázhatók. Folyamok, melyeknek medre az áramlásmentes tengervíz maga. Rendkívül szélesek, mélyek és a tenger vizét nagy távolságokra szállítják el, amennyiben közvetítésükkel pl. nyugatindiai növények magvai a Spitzbergák partjaira is elkerülnek.

Keletkezésüknél több, egyelőre ismeretlen okon kívül különösen az állandó szelek játszzák a főszerepet. A levegőnek folytonos és egyirányu mozgása a vele érintkező vízfelületen is mindinkább mélyebbre terjedő mozgást létesít.

Igen nevezetes a melegvizü golfáramlat, melynek tiszta kék vize helylyel-közzel óránként 7 km.-nyi sebességgel halad, s átlag 5°C.-szal melegebb az áramlásmentes tenger vizénél. A mexikói tengeröblből indul ki, Florida és Cuba közt 50 km. szélességű; egy ideig az észak-amerikai partok mentén haladván, Cap Hatterasnál már 120 km. szélességű, de csakhamar felnövekszik szélessége 1000 km.-re. Ott, ahol legkeskenyebb, 360 m. mélységű; Cap Hatterasnál már csak 200 m. mély, s mindinkább sekélyebb lesz, mennél jobban kiterjed. Long Island szigeténél keletre fordul s az Azoroknál két ágra oszlik. A főág Island, Skócia és Norvégia partjai mellett haladva az Arktikus oczeánba vész; a mellékág dél felé kanyarodik, egy ideig Afrika nyugati partjai mentén halad, s a Cap Verde-szigetekenél az egyenlítői *drift*-áramlattal egyesülve visszatér a mexikói öbölbe. Hasonló hozzá a Csendes-oczeánnak hatalmas *Kuro-Shio* áramlata.



14. ábra. *Sargassum bacciferum*.

A hideg tengeráramlatok közül megemlítendő az északi Labrador-áramlat és a déli sarki-áramlat, mely utóbbinak egyik ága, a Humboldt-áram, a Falkland szigeteknél északra fordul, patagoniai, chilei és perui partok mentén haladván. Ennek vize 15.5°C. hőmérsékletű, míg az áramlásmentes tenger vize 28°-os.

A meleg tengeri áramok az északi, illetőleg déli hideg vidékek hőmérsékleti viszonyait enyhítik; a hideg áramlatok pedig az egyenlítői vidékek forróságát mérséklik.

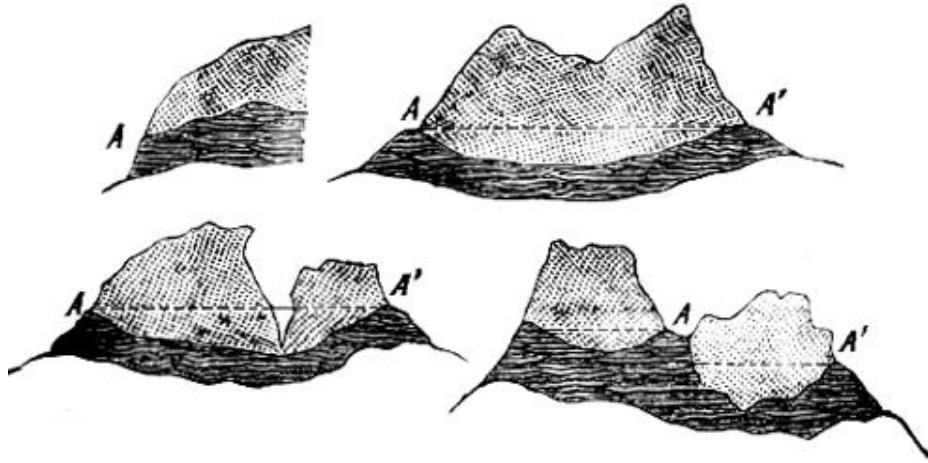
A nagy tenger-áramlatokat kezdetben a Földnek tengelye körül való forgásával magyarázták. Ez a magyarázat elégtelen; mert a forgás a meglévő áramlatok irányára lehet ugyan befolyással, de áramlásokat keletkeztetni nem bír. A hőmérsékleti különbségek sem lehetnek létesülésüknek egyedüli okai. Számítások mutatták, hogy a tényleges sebességek messze túlszárnyalják azokat, melyek ezen ok behatása folytán előállhatnának. Legvalószínűbb okuk az állandó szelekben és azon körülményben keresendő, hogy a levegőnek folytonos és egyirányú mozgása a vele érintkező vízfelületen is mindinkább mélyebbre ható mozgást létesít.

Az áramlások okozta körfolyamat a tenger vizének felfrissítése céljából hasznos. Tényleg, mind a Golf-áramlat, mind a Kuro-Shio belsejében fekvő áramlásmentes területeken hinár (*fucus natans*) tanyázik, s u. n. Sargasso-tengerek keletkeztek (14. ábra). Az áramlatok a hajózásra nézve is nagy fontosságúak. Így pl. Columbus talán soha sem ért volna el Guanahani szigetére, ha nem kerültek volna hajói a mexikói öbölbe visszatérő Golf-áramlatba.

IX. A szárazföldek vizei.

64. A források. Az eső- és hóvíz jelentékeny része elpárolog ugyan, de ugyancsak jelentékeny része a vizet átbocsátó rétegeken át szivárogván, a felszínalatti nagyobb mélységekben folytatja útját, melyet a nehézségi erő szab eléje. Ha az ilyen vízdús réteg a felszín közelébe jutván, benne bármily oknál fogva hasadék támad, akkor a víz ebben mint *leszálló forrás* a felszínre kerül (15. ábra). Lehetséges az is, hogy a forrást a közlekedő edények törvénye, gázok- vagy gőzök feszítő ereje kényszeríti a felszínre, s ekkor *felszálló-* vagy *szökő-források-*

kal állunk szemben. Sokszor a forrásnak felszínre kerülését a száraz környéken egy gyepfolt, nedvesebb talaj, dúsabb növényzet teszi feltűnővé; máskor a völgyelés fenekén fakadó forrásokból tavak származnak, melyeknek vízállása a talaj belsejében levő vizek szintjének magasságától függ, mint pl. a mi *Fertő*-tavunk, mely 1865-ben majdnem egészen eltűnt, 1867-ben pedig újra dagadni kezdett.



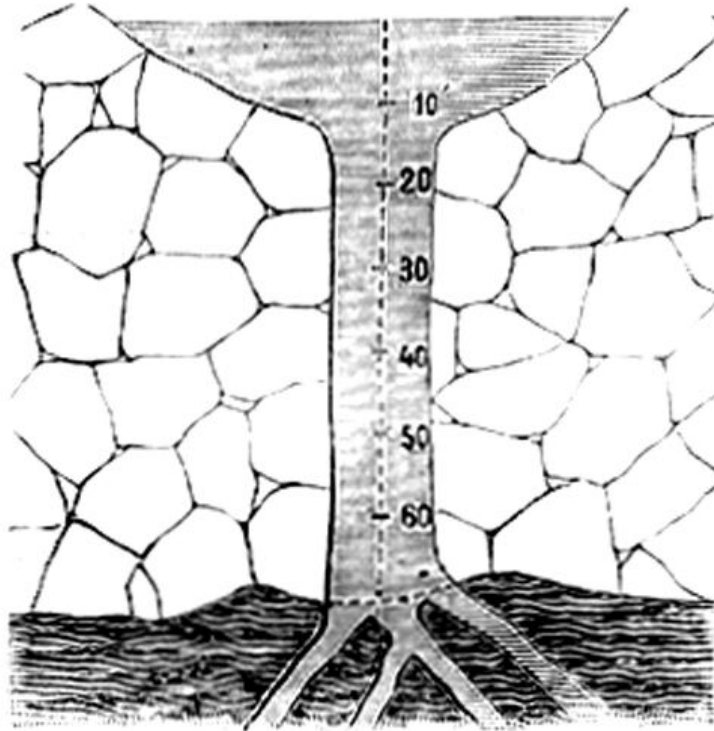
15. ábra. Leszálló források nemei.

A forrásokot vízbőségük, sótartalmuk és hőmérsékletük szerint is osztályozhatjuk.

A források vízbősége a légköri lecsapódásoktól függ, s csak ott független azoktól, ahol a forrás egy vízben gazdag földalatti víztartónak lefolyása.

A víz a kőzeteket (csekély mennyiségben) feloldja. Így kerülnek a vízbe szilárd alkatrészek, s így válik a forrásvíz szénsavdús *ásványvízzé*.

A talajvíz táplálta források hőmérséklete a vidék évi hőmérsékleti ingadozásait követi; a levegő hőmérsékleténél azonban jóval alacsonyabb. A mélyebben fekvő földalatti víztartók lefolyásai 4°C. hőmérsékletig szállhatnak alá. Vannak azonban igen mélyről jövő források, melyek a Föld belső melegének tanujelei, az illető vidék legnagyobb nyári hőmérsékletét is jóval túlszárnyalják. A meleg víz a szilárd alkatrészeket könnyebben oldván, a tiszta hévvizek a ritkaságok közé tartoznak. Európának csak egy gőzforrása van, (100° hőmérsékletű) a Soffioni Toscanában. 80°-on felül állanak a lipari szigetek fürdői (97-100°), az ischiai gurgitello forrás (90°), a Nerofürdők (86°) és a Pisciarelli forrás (84°), Pozzuoli közelében Albano (84.5°), Chandesaigues Franciaországban (88°) s a Péter forrás a Terek-völgyében (89°). Hírneves hőforrások még: Burtscheid (78°), Karlsbad (74°), Gastein (71.5°), Wiesbaden (69°), Baden-Baden (67°), Aachen (55°), Leuckebad (51°), Teplitz (49°), Ems (47.5°) stb. Hazánk nevezetesebb hőforrásai közül: a) tiszta hévvizek: Héviz (33°), Nagy Várád (34.3-41.2°), Sztubnya (46.5°); b) földes hévvizek: Szklno (37-53°), a budai Ráczfürdő (43.5°), Rudasfürdő (45°); c) kénes hévvizek: a budai Császárfürdő (24-65.5°), Lukácsfürdő (27-58°), Margitsziget (43.3°), a városligeti artézikút (74°); d) lúgos hévvíz: Lipik (63°); e) vasas hévvizek: Szliács (33.2°) Vihnye (38.3°), Lucski (32°) stb.



16. ábra. Geysir átmetszete. A számok lábakat jelentenek.

A meleg források egy sajátos neme a *geysir*. Izland szigetén, Új Zeelandban, a National Parkban, (Rocky-Mountains, a Yellowstone és Madisonriver mellett), Californiában és Japánban fordulnak elő geysirek (16. ábra). Nevüket az izlandi nagy geysirtől vették. Ennek 23 m. mély hengeres nyílása a felszínen széles medenczévé bővül ki. A medence meleg vízzel van tele. A geysirnek 80-90 percnyi közökben beálló kitörését erős földalatti dörgés jelzi; a medence kristálytisza, aczélkék vize forrongani kezd, s néhány kisebb felfortyanás után egy 3 m. átmérőjű és 30 m. magas (volt már 70 m. magas is) vizoszlop emelkedik ki, mely sűrű gőzökkel van körülveve, s néha köveket is hoz magával. A vizoszlop időközönként össze-összeroskad, de újból ismét fölemelkedik. Végül 10 perc múlva egészen összeroskad; a medence most üres, s a kútban a vízszint a nyílás alatt körülbelül 2 m.-nyire húzódik vissza. A geysir vizét bizonyára a forró víz gőzeinek feszítő ereje löki föl. A kitörésig a feszítő erő folytonosan növekszik, s kitörés közben elgyengül.

65. Csermely, patak, folyó vagy folyam. A források vize a nehézségi erő kijelölte utat követvén, a mélyebb völgyekben összegyülemlik és mindinkább erősödő vízfolyások: *csermely*, *patak*, *folyó* származnak, melyek egy mélyebben fekvő vízmedencze, vagy a tenger felé tartanak.

Csapadékokban szegény és magas hőmérsékletű sivatagokban a folyóvizek gyakran eltűnnek, anélkül, hogy valamely vízmedenczébe folynának; mert vizük elpárolgott, a szomszagos talajba szivárgott.

A folyók vízbősége az év folyamán nagy ingadozásoknak van kitéve. A mi Dunánk pl. a hó olvadásának idején, és az őszi esőzések alkalmával szokott erősen megdagadni, s a partvidék mélyebb helyein kiöntéseket, árvizeket okozni.

Télen a zordabb éghajlatu vidékek folyóit jégkéreg borítja, melynek átlagos tartóssága pl. a Dunán 37, a Newán 147, az Obnál 168-179, a Lénánál a torkolat közelében 203 nap évenként.

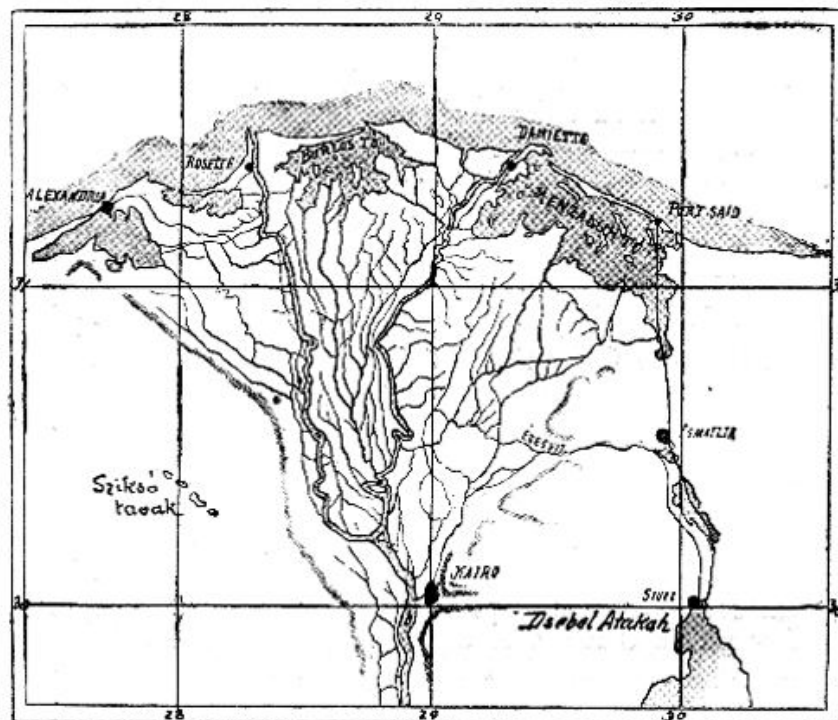
A víz a folyó medrében különböző sebességgel folyik. A sebesség lényegesen függ a víz-állástól. Ha a folyó árad, akkor közepe felé domborodó felületet mutat, ha apad, akkor felülete homorú, s ott, ahol a folyó *sodra* van, a legmélyebb.

A folyók folyásának irányát a talaj domborzati viszonyai szabják meg. A víz a legrövidebb utat keresi, s így az akadályokat elkerülvén, a meder szeszélyes kanyarodásokat tüntet föl (Tisza). Lefolyása közben a folyó vize egyrészt folytonosan marja a partokat, másrészt mélyebbre vájja a medret. A partmarás azon az oldalon legerősebb, amely oldal felé a folyó *sodra* esik. Másrészt a magával hordott iszapot lerakván, a folyó medrét be is építi, mi miatt néha folyásának irányát is meg kell változtatnia (Hoang-ho).

A folyam mindkét partján több mellékfolyót fölvéve, folyamvidékének vizeit végre a mélyebben fekvő vízmedenczébe szállítja. Az ugyanazon vízmedenczébe (tengerbe) ömlő folyamok az illető vízmedence *folyamrendszerét* alkotják. A folyamvidékeket magasabban fekvő gerinczek, felföldek, az u. n. *vízválasztók* különítik el egymástól. Az egész földfelület fő vízválasztója azon két ráncz, melyet a Föld ábrázatán megkülönböztethetünk.

Néhol (Brit-Amerika) a vízválasztó igen alacsony, sőt megtörténhet, hogy két folyamrendszer egymással összeköttetésbe lép. Ez a *bifurkáció* tüneménye. Így pl. az Orinoko és az Amazonba ömlő Rio-Negro a Cassiquiare folyóval lépnek egymással összeköttetésbe, tehát a Karaib-tengerből természetes vízi uton az Atlanti-Óceánba juthatunk. Máshol pedig a folyó az aránylag magas vízválasztót áttöri, s a vízválasztó ellenkező oldalán fekvő vízmedenczét keresi föl. (Poprád és Dunajecz, Olt, Indus, Brahmputra.)

Minden szabályos lefolyású folyónál többé-kevésbé határozottan megkülönböztethető a *felső-, közép- és alsó-folyás*. Vegyük pl. a Fekete-erdőben eredő Dunát. Felső folyása mentén esése nagy; kanyargós, sellős vize hajózhatatlan, körülbelül Regensburgig terjed. Innét a Vaskapuig terjed a közép-folyása, melyet még mindig tetemes esés, tehát szintén tetemes sebesség jellemez. Ez a rész, valamint a Vaskaputól a Fekete-tengerig terjedő alsó folyása hajózható. Alsó folyásában a folyam vize szétterjed, kényelmes lomhasággal halad a tenger felé, útjában szétágazik, szigeteket alkot, fősodra majdnem évről-évre más medert keres. A szigetalkotásra középső folyásában is hajlandó, ha vízben bővelkedik, és útja hegyvidékről alföldre visz. Innét magyarázható a Csallóköz-, a Szt.-Endrei-, Margit-, Csepel-szigetek keletkezése.



17. ábra. A Nilus deltája.

Rövid parti folyóknak csak felső folyásuk van; a Szt.-Lőrincz folyónak pedig csak alsó folyását lehet megkülönböztetni. Ahol a folyó lépcsőzetes földön halad végig, ott a sellők, vízések, zuhatagok gyakoriak, mint pl. Afrikának majdnem valamennyi folyójánál. Ha a folyó lankás parton ömlik a tengerbe (vízmedenczébe), akkor a magával hordott iszapot, homokot és kavicsot torkolatánál lerakja, mindig messzebbre és messzebbre tolván a tengerbe gátjait és zátonyait. E közben medre eldugul, a folyó kénytelen új medret keresni, s így torkolatánál több ágra szakad. Az ilyen torkolatot a görög Δ betű alakja után *deltának* nevezzük (17. ábra).

Végül megemlíthetők még a Karst földalatti folyói (Laibach, Timavo).

66. Tavak, mocsarak, fertők és lápok. A tavak medenczéje vagy természetes mélyedés, vagy pedig idegen anyagból épült gáttal zárt körűl. Az utóbbi eset beállhat pl. a völgyet elzáró hegycsuszamlásoknál. Az első osztályba tartozó tavak a legnagyobbak és leggyakoribbak, s keletkezésük szerint ismét többfélék lehetnek, amennyiben a medence kimosás illetőleg a talaj szintjének erőszakos változásai folytán keletkezhetett. A tavak összes területe $2\frac{1}{2}$ millió km^2 . Legnagyobb a 438000 km^2 területű *Kaspi tó*, mely majdnem egész Svédországot beboríthatná. Az utána következő észak-amerikai *Superior* (Felső-Tó) már csak 81380 km^2 , a *Victoria-Nyanza*-, *Aral*-, *Michigan*- és *Huron tavak* egyenként 60000 km^2 területűek. Ezen tó-óriásoktól az alig néhány hektár területű tengerszemekig a nagyság fokozatosan csökken.

A tavak mélysége még kevésbé ismeretes. A Bajkál tóban 1373 m ., a Kaspi tóban 1098 m . mélységet mértek. A hegyi tavak közül a Como tó talán a legmélyebb. (409 m .)

Mint a szigetek, úgy a tavak is csoportosan szoktak némely helyen előfordulni. Jó példa e tekintetben Finnország, az amerikai öt-tó vidéke, a közép-afrikai tavak hosszú sorozata.

A tavak vize gyakran sós, sőt más szilárd alkatrészeket is tartalmaz. A sótartalomra nézve a következő adatok ismeretesek:

Palics	0.22 %	Nagy Sós-tó	18.60 %
Kuku Nor	1.07 "	Urmia tó	21.05 "
Aral tó	1.08 "	Holt tenger	23.75 "
Wan tó.	1.91 "	Elton tó	27.06 "
Suezi keserű tavak (17. ábra)	5.87 "	Vörös tó	32.87 "
		Grüsgundag	36.80 "

Vannak oly tavak, melyekbe folyóvíz nem ömlik, sem belőlük ki nem folyik, melyek vize nagyrészt a fenéken kibuggyanó forrásokból származik. Ezek a kiszáradás veszélyének vannak kitéve. (Balchas.) Más tavakba folyóvizek ömlenek; vannak olyanok, melyeken nagyobb folyó megy keresztül; végre vannak olyanok, melyeknek csak lefolyásuk van.

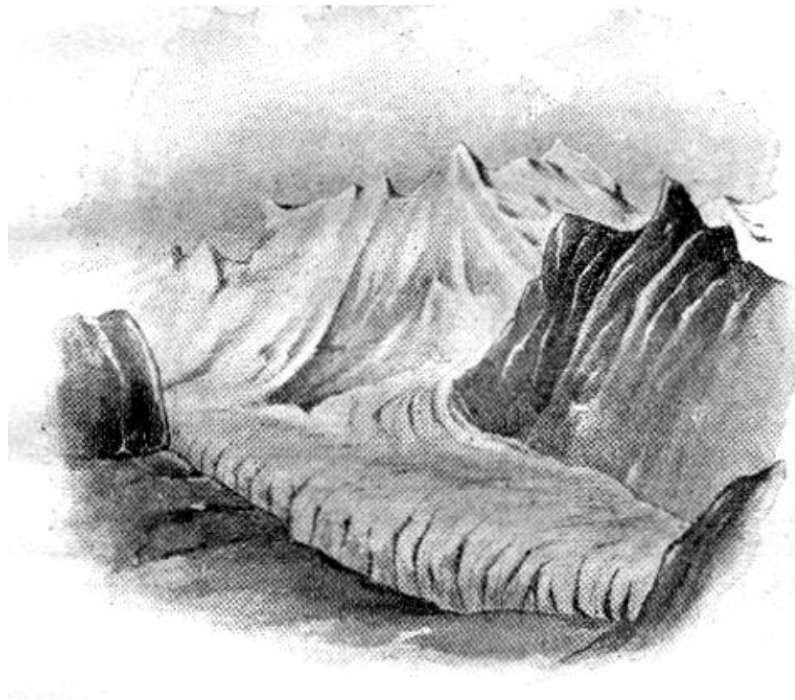
Ha a tó vize csöndes, védett, nem hullámos, akkor a hinár könnyen elhatalmasodik rajta, s a tóból idővel *mocsár*, *láp* lesz. Csekély esésű folyók mentén is keletkezhetnek mocsarak, *fertők*. Ezen különféle elnevezések inkább helyi természetűek. Így hazánkban a Fertő tóhoz tartozó Hanságot mocsárnak, a Tisza és a Kőrösök vidékein található mocsarakat pedig lápoknak nevezik. Az utóbbiak felületén a hinár szilárdnak látszó, de az ember alatt könnyen beszakadó kérget alkot. (Ingovány.)

Kiszáradt mocsarak helyein a talaj tőzegben dús szokott lenni.

X. A hegységek hava, és jege.

67. Az örök hó határa. Magas hegységekben bizonyos szintig, a *hóhatár* fölött az egész év folyamán oly alacsony hőmérséklet uralkodik, mely mellett a csapadék kizárólag hó alakjában mutatkozik. Ezen hóhatár az egyenlítői tájakon a legmagasabban fekszik, s innét a sarkok felé mindinkább mélyebbre süllyed, a sarkkörökön belül pedig eléri a tenger szintjét. Egy ugyanazon hegységben sem állandó a magassága. Azon az oldalon, melyet a sarkok felől jövő hideg légáramlatok érik, sokkal mélyebben fekszik, mint a meleg légáramlatoktól látogatott ellenkező oldalon. Az Alpok hóhatára 2700 m.-re, a Kaukázusé 4200 m.-re, a Himalayáé 5000 m.-re tehető. A 6100 m. magas Kilimandzsáro tetejét is örök hó borítja, dacára annak, hogy az egyenlítő közelében fekszik.

68. A jégár. Lankás hegyoldalakon a hóhatár fölött a hó megolvadás nélkül megmarad és összegyülemlik. A párolgás lassúsága miatt nem okoz nagy veszteségeket. Jelentékeny tömegek mint *lavinák* csuszamlanak le a völgyekbe, s utjuk mentén nagy rombolást visznek végbe. A megmaradó hó az alsó rétegekre nagy erővel nehezedvén, összefagyódás folytán tömör jégtömeg keletkezik, a tejfehértől egészen az ultramarinkékig menő színnyalatokat feltűnítő *glecserjég*. Nagy tömegekben a jég nem oly rideg, mint amilyen kis darabokban. Könnyen idomul, s a hegy lejtőjén lecsuszamlik a völgyekbe, a hóhatáron alul megolvad, de felül folytonosan pótlódik. Az ilyen mozgó jégtömegeket *glecsereknek*, *jégáraknak* nevezzük. A glecserjég haladásának sebessége nemcsak a helyi viszonyoktól, hanem az éghajlat viszonyaitól is függ. Az Alpokban és Norvégiában a glecserjég 24 óra alatt 0.1-0.4 m.-nyivel halad előre; a Himalaya óriási jégtömegei 24 óránként 3.7 m.-nél is nagyobb utat futnak be (18. ábra).



18. ábra. A Gorner-glecser.

Folyása közben a glecserjég helyenkint megrepedezik, s ezen hóval betömött repedések a rajtuk járó hegymászóknak legveszedelmesebb ellenségei. A glecser árja nemcsak a hegy lejtőjét csiszolja le, hanem a partjain kiálló sziklákat is letördeli, s le viszi a völgybe. Ezen vándorsziklákból és kőtörmelékekből állanak a *morénák*.

Hajdanta a glecserek sokkal nagyobb kiterjedésűek voltak, mint jelenleg. (Jégkorszak). A glecser hátán nagy sziklatömegek oly vidékekre kerültek, melyeknek talaja éppen nem sziklás. Az ilyen, minden összefüggés nélkül magukban álló, s bizonyára glecser-eredetű sziklákat *lelenc-tuskóknak* nevezzük.

Jelenleg a legnagyobb kiterjedésű jégárak az Alpokban (Lys-glecser a Monte-Rosa csoportban, Mer de glace a chamounixi völgyben), a Kaukázusban, a Kara-Korum hegységben és a Himalayaban vannak. A grönlandi glecserek ezeknél is nagyobbak, hiszen az egész félsziget majdnem egyetlenegy glecser. Kárpátjaink éles hegygerincein a hó nem állhat meg, s így azokban glecserek sem fordulnak elő.

IX. A földfelület szárazföldjeinek alakulatai.

69. A. kontinensek. Történeti alapon állva, a következő 5 kontinenst szoktuk megkülönböztetni:

	mill. km ²
Európa	9.81
Ázsia	44.88
Afrika	29.93
Amerika	40.96
Ausztrália	8.87

Ezekhez járul az a 9.5 millió km²-nyi terület, mely a szigetekre jut. Az első három kontinens az *ó-világ*, az utolsó kettő pedig az *új-világ*. A felosztásnak nincsen meg a természetes alapja, amennyiben az ó-világ kontinensei nagy mértékben összefüggenek egymással, s Európa csupán Ázsia félszigetének tekinthető.

70. A kontinensek részei. A kontinenseknek a tenger felőli határai a partok. Ahol a szárazföld a tengerbe nyúlik, ott *félszigetek* állanak előttünk. Ha ezek igen hosszúak és keskenyek, akkor *földnyelveknek*, nevezzük. Két nagyobb terjedelmű szárazföldet néhol keskeny *földszoros* kapcsol össze. A tengerbe messzire kinyúló magas hegyeket, mint a szárazföldek gyakori végződéseit *cap*-oknak hívjuk.

71. A partok nemei. A partvonal alakulása első sorban a mögötte elterülő szárazföld alakulásától függ. Befolyással van rá a szárazföld és a tenger közötti örökös harc is. A folyók iszaplerakódásai a tengerből hódítanak el területeket; másrészt a tenger folytonosan marja a partokat.

A part természetét tekintve megkülönböztetünk: *meredek*-, *sziklás*- és *lankás* partokat.

Ahol a szárazföld a tengerből hirtelen kiemelkedik s magas sziklatömegekkel kezdődik, ott a part meredek. (Anglia déli és nyugati, Skandinávia nyugati partjai.) A meredek partokon található rendszerint a legjobb kikötők. Skandinávia nyugati partjainak magas sziklái rendkívül szakadozottak, s a tenger ezen hasadékokon át messzire behatol a sziklák tömegei közé. A norvégek a partnak ilyen alakulását *ffjord*-oknak nevezik.

A sziklás partok alacsonyabbak; az előttük fekvő számos sziklazátony, sziget a parttal való közlekedést akadályozza. (Dalmáciának és Irországnak partjai.) A sziklás partokon a folytonos hullámmásban levő tenger előidézte *morajlás* rombolásai mutatkoznak.

Végül ott, ahol a szárazföld fokozatosan emelkedik ki a tengerből, a partot lankásnak nevezük. A partok túlnyomó többsége lankás. A lankás partok közelében a tenger sekély; a part fővenyét a tenger hullámai hömpölygetik, miért is a lankás part tengeri fürdők számára kiválóan alkalmas. (Ostende, Scheweningen, Blankenberghe.) A sekély partokon fordulnak elő az u. n. *haff*-ok (Keleti tenger), a tengerrel keskeny nyíláson át közlekedő terjedelmes medenczék (lagunák), melyeket a tengertől keskeny, természetes gát, homokzátony (németül: Düne) választ el.

Néhol a szárazföldek a tengert nagyobb hosszúságban összeszorítván, *csatornákat* alkotnak. (La Manche, Minch, Mozambique csatornák.)

72. Szigetek alatt minden oldalról vízzel határolt kisebb szárazföldeket értünk. Valamint a tengerben, úgy tavakban, folyókban is előfordulnak. A legnagyobb sziget Grönland, melynek területe 2.1 millió km²; vannak szigetek, melyek területe hektárokból is alig fejezhető ki.

Különálló egyes szigetek ritkán fordulnak elő. (Sz. Ilona, Ascension, Sala y Gomes stb.) Leggyakoribbak a szigetcsoportok egy vagy két fősziget körül elhelyezkedő több kisebb szigettel. A *szigetsorokban*, a szigetek vonal mentén sorakoznak.

Eredetükre nézve a szigetek lehetnek *kontinentálisok* vagy *önállóak*.

A kontinentálisok valamikor a kontinenssel összefüggöttek, amit a legközelebbi kontinenssel egyező alkatuk, növény- és állatviláguk bizonyít. Rendszerint a kontinens közelében fekszenek, de vannak olyanok is (pl. Új Zeeland, a Fidji szigetek), melyek az anyakontinensstől eléggé messzire esnek.

Az önálló szigetek ismét eredetükre nézve lehetnek: a tengerfenék lassu emelkedése folytán keletkezettek (Harrilaid szigete Dagö közelében); vulkáni kitörésből származottak (Izland), vagy korallszigetek.

A kocsonyás testű korallállatok kemény mészhéjat választanak ki. A bimbózás útján keletkezett új egyének a meglévő élő és elhalt egyénektől nem szakadnak el, hanem azokkal összefüggésben maradván, egy törzset alkotnak. Szilárd, sekély (30-40 m.-es) tengerfenék, tiszta sós víz, elegendő táplálék és meleg éghajlat a korallállatok életfeltételei. Az utóbbi feltételnél fogva csak az egyenlítő környékén, a meleg földönben található. Építményüket a tenger szintjéig emelik; a levegőre kerülő felső rétegekben az állatok elhalnak. A kiemelkedő zátony a madarak pihenő állomásává lesz, azok ürülékei jó termőföldet (guano) nyújtanak a szélhordta magoknak. Így tesz szert a korallsziget növényvilágra, melyhez csakhamar az állatvilág csatlakozik. A gyűrűalaku korallszigeteket *atolloknak* nevezik. A zátonyok közül legnevezetesebb az Ausztrália keleti partjai mentén elhúzódó *Barrier-Riff*. Korall-építmények: a Maledívok és Lakkadívok, valamint Polinéziának számos szigetcsoportjai.

73. A szárazföldek felülete oly nagy változatosságot mutat, hogy azt nagyjában igen nehéz áttekintenünk. A partoktól a szárazföld belsejébe haladva, az mindinkább magasabbra emelkedik. A tenger szintje fölé átlag 200 m.-nél magasabbra nem emelkedő nagy kiterjedésű lapályokat *alföldeknek*, a 200 m.-es átlagos magasságot meghaladó területeket *felföldeknek* nevezzük. Az utóbbiak többségben vannak. A szárazföld egyes medenczéi a tenger szintje alatt fekszenek, mint pl. a Kaspi tó (30 m.), a Holt tenger (392 m.) medenczéi és a Szahara északnyugati partvidékeinek közelében elterülő Schott-ok.

A felföldeken végigvonulnak a hosszúságukhoz képest keskeny, de magasra emelkedő hegy-ségek, melyek a Föld szilárd kérgén levő ránczokhoz hasonlíthatók. Az ó-világ kontinensei általában délről, észak felé laposodnak el; Amerika nyugatról kelet felé, Ausztrália pedig keletről nyugat felé lejtősödik.

Földünk felületén tulajdonképpen két hatalmas ráncz található. Az ó-világi ráncz nyugaton az elszigetelten álló Pyrenneusokkal kezdődik, az Alpokban és a hozzájuk csatlakozó Kárpátokban folytatódik; majd egy nagyobb megszakítás után a Kaukázushoz érünk, s innét kezdve az Elbursz hegység és a Hindukus a Föld legmagasabb és legterjedelmesebb fönnsíkjára, a Pamirra vezet. Ez tulajdonképpen a csomó, melyből dél felé az ívalaku Himalaya, ezzel párhuzamosan a Küen-Lün és Nan-San, tovább északra a Tian-San és Altaj hegységek indulnak ki, maguk közé zárván egyrészt a Tübeti fensíket, másrészt a Hanhait. Kiágazásaik keleten a Jün-ling, Chin-gan és Stanovoj hegységek, északon pedig a Szajani- és Jablonoi hegységek.

A másik ráncz a kettős Amerika testén vonul végig, a Behring szorosától a Hoorn fokig. Északon két ágban indul meg. A Tengeri Alpok, Kaszkád hegység és Sierra Nevada a partok közelében haladnak, beljebb pedig a Rocky Mountains vonul végig, terjedelmes felföldet fogván közbe. Ezen hegységek a közép-amerikai Cordillerákban egyesülnek, s a keskeny Panama szoros mentén közvetlen összefüggésben állanak a dél-amerikai Andokkal, melyekben kisebb terjedelmű, de rendkívül magas fensíkok (titikakai, anahuaki) találhatók.

Afrikának hegyrendszerei kevésbé lánczoltos jellegűek. Bár még teljesen kikutatva nincsenek, annyit mégis tudunk róluk, hogy az egyenlítő tájékán emelkednek legmagasabbra, s innét észak felé a Szaharába, dél felé pedig a Kalahari sivatagba vesznek. A kontinensek többi hegységei másodrendűeknek tekinthetők, s az elsőrendűektől nemcsak különállanak, de vonulásuk irányában is el térnek, így pl. Európában a Kiölenek, az Appenninek és az Ural az észak-déli irányt követik. Ázsiában a keleti és nyugati Ghats, Hátsó-India hegylánczai a Tajuling és Tatár-hegységek hasonló módon viselkednek. Afrikában minden irányban haladnak hegylánczok. (Az Atlasz, a Tibeszi hegység, a Sárkány hegység s azon hegységek, melyek a Kongó medencéjét fogják közbe.) Ausztráliának nagy hegysége a Kékhegység.

Általában a szárazföldek közepes magasságát 400 m.-re szokták becsülni.

74. A domborzati viszonyok részletei. A környezetből kiemelkedő, mérsékelt magasságu földtömeget *dombnak*, a tetemesebb magasságút *hegynek* nevezzük.

Alakra nézve a hegy lehet: kúpos, ormos és táblaalaku. Beszélünk a kúpalaku hegy *csúcsáról* az ormos hegy *ormáról*, a táblaalaku hegy *tetejéről*. Ezek és a hegy *lába* közt terül el a hegy *lankája* vagy *meredekje*.

A hegyek ritkán állanak egyedül, hanem egymáshoz csatlakozva *hegységet* alkotnak. A *hegylánczokban* az egyes hegyek egymásután sorakoznak, míg a *hegytömegekben* ilyen sorakozás nem vehető észre. A hegylánczoknál az egyes hegyek oly közel állanak egymáshoz, hogy egyik hegyről a következőre való átmenetnél csak alacsony *nyergen* kell áthaladnunk. Ha a hegylánczban túlnyomóak a kúpalaku hegyek, akkor a hegylánczoknak éles *gerincze* van (Kárpátok); az ormos hegyekből álló hegylánczoknál a gerincet *hát* pótolja, mely a táblaalaku hegyekből álló hegylánczoknál fönnsíkká szélesedik ki.

A hegységek hegylánczokból és hegytömegekből állanak; jellegüket az állapítja meg, hogy e két fajból melyik van túlsúlyban. A hegylánczokat *völgyek* választják el egymástól, melyek *hosszmentiek*, vagy *keresztvölgyek* lehetnek. Több összefüggő hegység *hegyrendszert* alkot, mint pl. a Kárpátok, az Alpok, a Cordillerák hegyrendszerei.

Végül megemlítendő még a hegyek szabálytalan sokaságából álló *hegyvidék* és a *lépcsőzetes felföld*.

Az egyik hosszmenti völgyből a másikba *hágók*, *hegyszorosok*, *hegyszakadékok*, *szurdokok* stb. vezetnek át.

Magasság tekintetében európai viszonyaink szerint megkülönböztetünk: alacsony-, közép- és magas hegységeket.

A Föld felületének eddig ismert legmagasabb pontja a Gaurisankár teteje, mely 8700 m.-nyire fekszik a tenger szintje fölött.

75. A lapályok alakulatai egyrészt a talaj minőségétől, másrészt az éghajlati viszonyoktól függenek. Mint jellemző féleségek fölemlíthetők: a termékeny alföldek, melyeknek a nagy magyar alföld, az orosz alföld stb.; fűvel borított alföldek az argentinai *pampák*, melyekhez a változatosabb növényzetű *prairiek* hasonlítanak leginkább. A szibériai alföld egy része az u. n. Baraba-puszta mocsaras, bokrokkal és erdőkkel borított. Az északi vidékek *tundrái* pedig tisztán a zord éghajlatnak köszönhetik jellegüket, amennyiben a fenéig befagyott mocsarakat a nyári nap melege csak a felületükön bírja megolvasztani.

A felföldek között különösen a *sivatagok* foglalnak el nagy területeket. A sivatagok talajuk minősége szerint: sziklásak, homokosak, sósak stb. lehetnek.

Végül meg kell említenünk a *bozótos területeket*, melyeknek a patagoniai-, a kalahári sivatagok és az ausztráliai *skrub* (olv. szkröb).

XII. A Föld felületén működő erők.

76. A ható erők jellemzése. A hegységek keletkezésének tárgyalásánál megismerkedtünk azokkal az erőkkel, melyek a hegységeket létrehozták. Ha nem hatnának más erők, melyek Földünk ábrázatát lassankint átalakítani törekszenek, akkor az állandó jellegénél fogva az egyhangúság nyomasztó látszatát keltené. A vízeredetű kiemelkedéseket a plateau-jelleg jellemzné, s a rétegeződések egyhangúságát még a vulkáni eredetű kúpok sem zavarnák kellőleg. A hegyi tájak összes festői jellemvonásait a Föld felületén ható romboló erőknek köszönhetik. Ezek hatásai csak mérhetetlen idők múlva válnak észrevehetőkké, de azért hatásai sohasem szünetelnek. Részint rombolnak, részint építenek. Ilyen erőket fejt ki a levegő, a morajló és folyó víz és a mozgó jégtömeg.

77. Elmállás és humuszképződés. A levegővel érintkező kőzet szerkezete molekuláris elváltozást szenved, melyet *elmállásnak* nevezünk. Az elmállás inkább kémiai hatásoknak tulajdonítható, a mechanikai hatások elenyészően csekélyek. Különösen az oxigén és a szén-sav hatásai erősek, s ezeknek a gránit sem képes ellenállani. Segédkezik e mellett az esővíz, hólé és harmat is, amennyiben a felületen keletkező elmállási termékek némelyikét oldja; másrészt behatol a capillaritás folytán a kőzet vékony repedéseibe, s ott végzi rombolásait. Megfagyáskor a víz ellenállhatatlan erővel kiterjed, s a kőzeteket szerteszét fessegeti. A hó ezen indirekt hatásán kívül még a direct hatás is fölemlítendő, amennyiben a nappali hőség s a hideg éjszakák ellentéte folytán némely kőzetek a felületeiken lemezesen lerepedeznek (*desquamatio*). Az elmállást szerves lények is elősegítik. Ugyanis a növények gyökerei szerves savakat választanak el, melyek az ásványi alkatrészeket oldhatóbbakká teszik. Másrészt a gyökerek megnövekedése is ellenállhatatlan expanzióval jár, mely a legszilárdabb testeket is képes szétfeszíteni.

A hol a mállási termékek nem hordatnak el ott az elmállás a végletekig tovább halad, s a felületi réteg igen laza szerkezetűvé válik. A sziklát borító növényzet elrothadt maradványai ezen porhanyó anyagba keveredvén, azzal a termékeny *humust* alkotják. Ismeretes a becses *fekete föld*, mely a nagy magyar Alföld és déli Oroszország némely vidékeit nagy területek éléstáiraivá változtatják.

78. Erosio és denudatio. Felemlítettük azt az esetet, hogy az elmállási termékek nem maradnak meg termőhelyükön. A természetnek minden oly hatása, mely a mállási termékek elszállításában nyilvánul, *erosionak* neveztetik. Erosió hatása van a mozgó levegőnek, de még nagyobb mértékben a folyó víznek és a mozgó jégtömegeknek. Ugyanilyen hatást mutat a tengerpartokon morajló tengervíz, sőt az árapály-hullám is. Az erosio egyfelől a hegységek lekoptatásán fáradozik, s e tekintetben hatását *denudátiónak* nevezzük; minthogy azonban az elhordott mállási termékeket mélyebben fekvő helyeken lerakja, az erosio épít is. A mély szakadékokat lassankint telehordja, a folyók medreit, betömi, új medreket ás, a folyó a tengerbe építi gátjait, deltatorkolatot, lagunákat létesít stb.

79. A tenger rombolásai. A tenger a szárazfölddel állandó harcban áll: partjait helyenkint marja, s a lesodort törmelékkel saját ágyát hordja tele. Ily módon keletkezett történelmi időkben a *Zuider tó*. Rendkívüli erőhatásokat fejt ki a morajlás; lassan, de nem kevésbé hatásosan rombol az árapály-hullám is.

Mindezen erosiv hatásoknál nagyobb, de csak mérhetetlen idők folyamán válik észrevehető a tengervíz *abrasiója*, amennyiben a parti hegységek alakját és tömegét képes megváltoztatni. Hatása különösen süllyedésben levő partokon erős.

80. A szerves lények hatásai. Építőhatás dolgában főlemlítendőek azok a csigák, melyeknek mészhéjai tengerfenékre ülepedvén, ott vastag mészrétegekké alakulnak. A guano szigeteken a madarak hulladékai növekednek föl vastag rétegekké. Bámultuk a korallállatok óriási építkezéseit. Az ember sem marad hátra. A tengereket elválasztó keskeny földszorosokat törekszik csatornákkal áttörni; a mocsarakat törekszik termőföldréteggé átalakítani; a folyamok medreit szabályozza; hegyszakadékokat járhatókká tesz, a hegyekbe alagutakat épít stb. Az emberek oktalan gazdálkodása néhol a tájék egész jellegét képes átalakítani. Jellemző példa erre a Karst, mely még a rómaiak és velenceiek idejében tele volt hajóépítésre alkalmas szálas erdőkkel. Ezeket az erdőket az ember kipusztította, s így a humus elvesztette azokat a gyökereket, melyek a talajhoz kötötték. A bóra és sirocco a humust a hegyekről lehordván, a tájék egészen kopárrá, terméketlenné változott.

Igy őrlí meg az idő a legszilárdabb építményeket, arra törekedvén, hogy minden egyenetlenséget kisimítson s Földünk felületét a teljes kiegyenlítődöttség állapota felé közelítse.

-&-