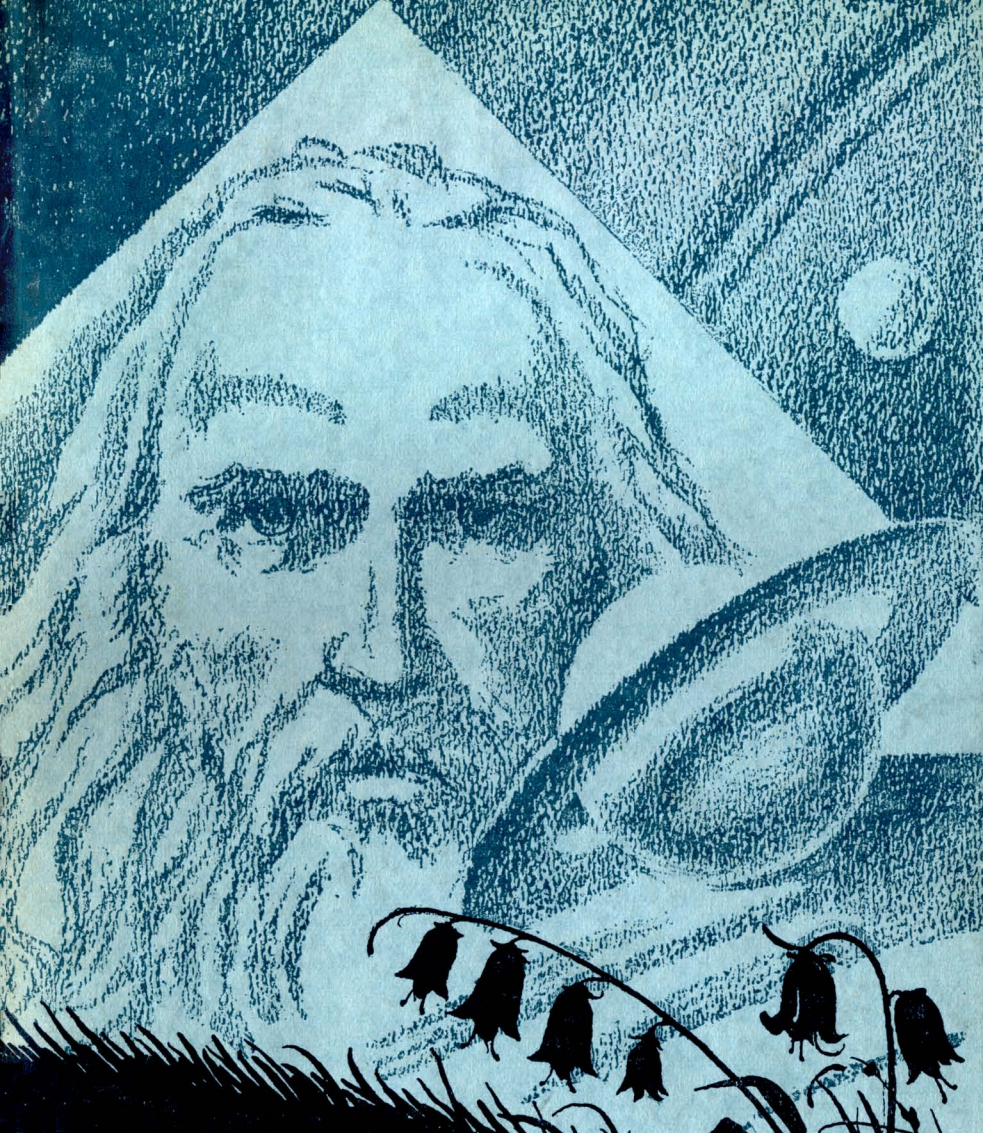




**D. WALTER JÁNOS
ISTEN KÉPE
A TERMÉSZETBEN**

A · SZENT · ISTVÁN · TÁRSULAT · KIADÁSA

Walter János dr.

★

ISTEN KÉPE A TERMÉSZETBEN



ISTEN KÉPE A TERMÉSZETBEN

IRTA

WALTER JÁNOS dr.

PIARISTA

II. ÁTDOLGOZOTT KIADÁS

*«A szemlélő lelkét a világ összes lényei
Istenhez vezetik, mert az ő árnyékai, ki-
hangzásai, rajzai, nyomai, képmásai
és tükröi.»* Szent Bonaventura. († 1274.)

BUDAPEST

A SZENT ISTVÁN-TÁRSULAT KIADÁSA

1938

**Imprimi permittitur. Romae, 29. Junii a. 1937. *Josephus Del Buono*,
Praepositus Generalis Ordinis Scholarum Piarum.
Nihil obstat. *Dr. Michael Marczell* censor dioecesanus. Nr. 3740/1937.
Imprimatur. Strigonii, die 24. Novembris 1937. *Dr. Joannes Drahos*
vicarius generalis.**

**Stephaneum nyomda és könyvkiadó r. t. Budapest, VIII., Szentkirályi-u. 28.
A nyomdáért felelős: ifj. Kohl Ferenc.**

TARTALOMJEGYZÉK.

	Oldal
<i>A természet és a modern ember</i>	7

A legnagyobb művész.

<i>Pallas Athene tanítványa</i>	25
<i>«Tarka lepke, szép aranypillangó»</i>	32
<i>A tél művészete</i>	39
<i>A tengerfenék művészete</i>	48

A természet törvényeinek összhangja.

<i>A természet csodája, Isten dicsőítő éneke</i>	62
A szilárd váz	66
A vérkeringés	70
A véredények	75
A szív szerepe	78
A vérkeringés rendje	84
A szem	90
<i>Nézzétek az ég madarait!</i>	99
A madár táplálkozása	101
A fészekrakás művészete	104
<i>Amiről a növények beszélnek</i>	113
Az ég és a föld a növényzet szolgálatában	113
A gyökér	118
Miből táplálkozik a növény?	119
A levélhelyezés	123
A levegőnyílások szerepe a táplálkozásban	129
A növény szára az építkezés csodája	134

	Oldal
A virágos réten	143
A beporzás	147
A termés fejlesztése	151

Az Isten számol.

<i>Az elemek szakaszos törvénye</i>	159
<i>Az aranyetszés a természetben</i>	165
<i>Lex minimi</i>	168
A méhek sejtéptése	172
A legrovidebb út és a leggyorsabb megérkezés	177
<i>Bepillantás a világegyetembe</i>	181
Ki magyarázza meg az ég törvényét?	187
Az égitestek mechanikája	194
A Föld mozgásai	201
Isten képe bennünk	206

A természet és a modern ember.

A MODERN embernek a természet szeretetére a művelődés eddigi irányának ellensúlyozása miatt több szempontból szüksége van.

Első helyre tenném *a természetesség visszaszerzésére* való törekvést, a természetben való *egészségesebb nevelődést*. A túlnyomóan elméleti elemekkel megterhelt művelődési irány ugyanis főként a városban szobára kárhoztatja a gyermekeket s elsősorban szabad mozgásukat, zavartalan testi fejlődésüket akadályozza meg. A szegény gyermekek ahelyett, hogy szabad idejüket a természet ölén töltenék, ahol minden napsugár, mozdulat és lélekztetvéel friss életet, pótolhatatlan örömeket jelent, lapos mellel, összeszorított tüdővel órák hosszat görnyednek szellemtelen regények felett, zongora mellett, angol, francia vagy német órán. Vagy táncteremben, moziban, zsúron szívjá testük-lelkük az elpetyhüdttségnek, fásultságnak, az ifjúkori megöregedésnek fizikai és erkölcsi csiráit. Ennek egész természetes következménye, hogy a nemesebb ízlés már csirában kipusztul belőlük. Lassanként minden érzéküket elvesztik a természet és a természetes iránt, s amint már serdültebb korban többre becsülnék tánctermet, utcai ténfergést és korzót, felnőtt korukban is vendéglők és kávéházak párás-füstös levegőjében töltik legszívesebben vasárnapjaikat.

A természet azonban nemcsak a szervezet egészséges kifejlődését segíti elő, hanem *a szellemi és erkölcsi életre is kedvező befolyást biztosít*. Amint a nagyemberekkel való tár-

salgás átsugároz valamit nemességükből, a természettel való összeköttetés által ugyanaz történik velünk. A természet esztétikai ízlésünket fejleszti s erkölcsi világunkat nemesebbé teszi.

* * *

Giotto († 1336), a középkor legjelentősebb festője előtt a természet a sok szépségtől szinte megelevenedett. *Ille sum, per quem natura moriens revixit* — mondja sírírata. Hozzá hasonlóan a természet minden figyelmes szemlélője rájön, hogy hiába keres hozzáfogható élvezetet. Érti, hogy a megismerésére fordított nap nem profán nap, s az embert annyi szépség környezi, hogy kellő előkészület nélkül szinte nem is szabad közülük lépni. Amikor szemei megfürdenek színtengerében s betelnek formagazdagságával, meggyőződik róla, hogy nagyobb ünnep tárul eléje, mint aminőt emberi ízlés, gazdagság, hatalom bárhol rendezni képes. Nincs benne semmi nyegleség, éretlen kisserűség, beteges érzelgősség. Ott a porszemtől a csillagos égig minden a hamisítatlan műremek félreismerhetetlen jegyével van ellátva. A szemlélő színben, hangban, formában rendkívül sok szépséget lel egy helyen s szeretne festő lenni, hogy megrögzítse a színeket, amelyektől megittasul ; szeretne költő lenni, hogy versbe szedje az eddig néma formák összhangját ; szeretne zenész lenni, hogy hallhatóvá tegye a nagy csönd harmóniáját. Érti Arany Jánost, hogy művész-lelke már gyermekkorában olyan szeretettel csüngött a természetben s egy-egy szünetnap vackoron és kökényen élve járta és kutatta szépségeit.

Olvasni, fűbe ha letelepedett —

mondja magáról

Nem olvasott, csak egy mohlepte cser-tőn,
A mikrokozmoszt, sürge hangyabolyt
Óráklg nézte, amint fel s le folyt.

Vagy elbocsátá lelkét ringatózni
 Szellő fuvalmán, bólintó gallyon,
 Felhők futásával versenyt hajózni
 Hanyatt terülve egy partoldalon,
 Engedte önmagából kilopózni. (Bolond Istók.)

Ebben a környezetben — amint beszámol róla —
Petőfi Sándor is otthon érezte magát :

Ottan némán, mozdulatlan álltam,
 Mintha gyökeret vert volna lábam.
 Lelkem édes mély mámorba szédült
 A természet örök szépségétül.

 Oh természet, oh dicső természet,
 Mely nyelv merne versenyezni véled?
 Mily nagy vagy te! mentül inkább hallgatsz,
 Annál többet, annál szebbet mondasz. (A Tisza.)

Haydn azért ment ki annyiszor a természetbe vetést nézni, fűszálat, bogárkát csodálni, pacsirtaszót hallgatni. *Beethovennek* is nem egy darabját sugallta a természet. A sötét felhőkön végig cikázó villámok szülte félelmes dörgésben a legtöbb ember egy rettegett hatalom megnyilvánulását szokta érezni; ő a citra hangjait hallotta belőle s örvendve vetette papírra a felfedezett új melódiát. *Wagner* szintén nagyon élvezte a természet muzsikáját. Egy alkalommal Londonba utaztakor vihar érte utól hajóját. Minden recsegett rajta. Az utasok félve siettek kabinjaikba, a mester azonban a fedélzeten maradva hallgatta az árbo-cok és a bordák recsegését, a szél süvöltését, a tenger moráját s ez a hangzavar szolgáltatta a *Bolygó hollandi* alapeszméjét.

Cennini, a XV. századbeli freskófestő, a művészek nevelésére írt könyvében ezt az utasítást adja a fiatal művészeknek: «Vedd tudomásul, hogy a lehető legtökéletesebb vezető és irányítód, sőt diadalkapud a természet után való rajzolás. Ez minden más mintát fölülmúl. Ebben bízzál min-

dig teljes lelkesedéssel». *Dürer Albert* († 1528) művészi alkotásaiban a természet kívánta megeleveníteni. «Nem hiszem, hogy él olyan ember, aki a legkisebb élő teremtményben rejlő szépséget ki tudná méríteni» — vallotta a természet szépségéről. «Szemléld szorgalmasan a természetet — oktatja növendékeit. — Igazodjál hozzá és el ne távozzál tőle abban a hiszemben, hogy magadtól megtalálod a jobbat, mert tévútra kerülsz . . . Minél szigorúbban megfelel a művészet az életnek, annál jobbnak fog látszani. Ez az igazság. Azért ne tedd fel soha magadban, hogy jobbat csinálhatnál, mint amilyennel Isten a természetet felruházta.»

Aki végignéz ezen a soron, belátja, mennyire igaza van Cicerónak: «*Pabulum ingeniorum contemplatio naturae*». A természet szépségeibe való elmélyedés a valódi tehetség legjobb tápláléka. Alkotásuk magán is viseli a forrás gazdagságát, nemességét, üdeségét, amint azt Arany, Petőfi, Wagner, Haydn, Beethoven munkái mutatják. Műveik mellett milyen származású nyoszörgések azok alkotásai, akik a természetet «némának vagy zavart szimbólumokban beszélő örök titoknak» mondták. Akik írásaikban a természetből nem merítenek, hanem modernség címén a kabarék és kávéházak szellemtelenségét ráerőszakolják s érzélgős lelkiviláguk, zagyva gondolataik úgy dísztelenkednek annak örökszép művein, mint a csiganyál a frissen nyílt árvácskán.

* * *

A természet azonban egyúttal mindenkinek való elmélkedő könyv. Ihletett szemlélete valónkat átjárja, meg-nemesíti.

Életünk a sokaságtól távol
Hangot talál a fákbán, könyvet
a csobogó pataokban, a kövekben
Beszédet, és mindenben csak jót.

(*Shakespeare: IV. Henrik.*)

Hatása alatt nemes érzés és gondolat járják át valónkat, mint ahogy a réten virág borul a virágra. Friss lelkület, nyugalom, szeretet, szokatlan öröm és megértés kerekedik bennünk fölül, s mindezt magunkkal visszük, mint az alpesi nyáj a gyapjába kapaszkodó hegyi illatot. Egy sikerült napi kirándulás hatása is meglátszik rajtunk. A jól töltött nyár után pedig egész környezetünk jóleső érzéssel veszi tudomásul az egész lényünkön végbement változást. S ha még konkrétebben akarom érezni a természet jó hatását, felkereksem az erdőt.

Der Wald, das ist mein Gotteshaus,
Und soll es ewig sein.
Gereinigt tret' ich stets heraus,
Ging sündig ich hinein.¹

énekli Hugo (Der Wald) s énekelhetjük valahányan megfordulunk benne. Mindenfelől egy eszményi világ erkölcsé sugárzik felénk. Ott nem időszerűek szerencsétlen korunk küzdelmei és rémlátásai. Érvényesülni-akarás, irigység, elkeseredés, gúny, pöffeszkedés, szemrehányás, s annyi élet egyéb megrontói, mintha hiányoznának belőle. A sudárfák zavartalanul emelkednek a magasba, s árnyában a hangya vidáman birkózik nehézségeivel, az ibolya gondtalanul illatozik tövükben. Mindenütt az Úr békéje és csöndje honol. Nem halált és némaságot akarok mondani, hanem törvényekből fakadt harmóniát, kifogyhatatlan dalokkal, ódákkal és himnuszokkal. Felhangzik a tölgyes suttogása, a cserjék sóhaja, a patak csobogása, a millió jeladás, mindegyik másnak és másnak szánva; megszólal a nyáj kolompja, a madarak éneke, a cirpelő tücsök. S mindez kedves harmóniát és mélységes cse-

¹ Az erdő számomra Isten temploma s az marad mindenkor.

Mindannyiszor megtisztulva jöttem ki belőle, ahányszor mint bűnös léptem be.

det ad. Ha szükség van rá, néha felzúg a természet, de itt általában csendes ; hatalmát inkább kellemben és gyöngéd-ségben mutatja, sejtetni akarván azt, hogy így beszél és lesz az életnek első oka és végső célja, a szeretet. S csönddel parancsol idegeinknek, haragunknak, lármás hangulatunknak. S nagyravágyó terpeszkedésünk is megkapja a maga lecké-jét : vegyük figyelembe, hogy az erdő legmélyén, ahol ember nem is jár, a gyöngyvirág illatozik. Nem kutatja, keresik-e vagy nem : minden szálán a rejtekben is úgy meglátszik a műgond, mintha fejedelmi asztalra készülődne. No annál magasztosabb a feladata, mert Isten szabad oltárán díszleg és int bennünket is a Teremtő imadására.

Hört ihr der Vögel Schall
Den Schöpfer preisen?
Seht ihr die Säulen all
Zum Himmel weisen?

Zu einem Tempel ein
Sind wir getreten ;
Nun laßt uns stille sein
Und kindlich beten.¹

(Martin Greif: Andacht im Walde.)

A legnagyobbak közül hánynak volt a természet a meg-
újhdás hathatós forrása.

Ó Isten szép szabad világa,
Igazsággal, fénnel megáldva,
Kútfejed mily klesek.
Hol égő homlokom kihülhet,
Szívemre száll vigasz s üdülhet,
Én kebeledre sietek.

S mint a bűvár, ki hab közé dől,
Él a fennről vitt tiszta légből,
Míg rá mélység s tenger borul :
Erőt innen kölcsönzött, Innen !
S míg fenn futok, küzdelmekben,
Én lábam meg nem tántorul.

Ez *Tompa* hálája a természet iránt.

Holott az ember lelke erejének
Öntudatára fejlődött egészen —
Vezess, hol pálmák virulnak,
A napnak, illatoknak szép honába.*

¹ Halljátok a madarak énekét, amint Istent dicsérik? Látjátok, hogy az oszlopok égre mutatnak? Templomba léptünk ; csend legyen tehát, és gyermeki áhítattal imádkozunk.

— mondja *Madách* Ádámja. Beethoven szenvedései közt sokszor felkereste a természetet és párbeszédet kezdett vele. Lelke így felüdült, kedélye megtisztult. A mosolygó mezők látása a keserűséget elűzte. Órákhosszat hevert az erdőben, járt kedves fái alatt, hallgatta körülötte a muzsikát. «Mindenható! Az erdőben boldog vagyok, ahol minden Rólad beszél. Itt nyugalom van!» — olvassuk ott készült írásai közt.

Ugyan hol vannak ettől a szellemi és erkölcsi magaslattól a pogány természetismerők és természetimádók, akik számára a természet vonzás, taszítás, rezgés, tücsök, bogár, bőregér, kálium, nitrogén, hegymászás és sporttelep. Ezért darabos az ő lelkük, Darwiné, aki az anyagi természet kutatásában szinte vak lett minden esztétika iránt, s pl. egy költemény végén azt kérdezte: mit lehet ezzel bizonyítani? Vagy nem volt-e félrefejlődött lelke annak a természettudosnak, aki nem értette, mit lehet látni a kölni dóm homályában, s mikor szépségeit mutogatták, élvezésük helyett a padláson bőregereket kutatott.

A nyers természet egyoldalú szeretete a lelket durvává is teheti, amint durva volt Hannibál lelke. Nagyon szeretett a természet ölén tartózkodni, mondja róla Livius, de utána teszi, hogy ebben a természetnevelte hatalmas valakiben az embertelen vadsággal, a hűtlenséggel, a szent, igaz tisztelőtének hiányával milyen pogány lelkület lakott s a pún éghajlat nyers erői benne milyen nagy vétkek lendítőkerekei lettek. Mintha csak a mi atlétáinkról beszélne, akik messziről bámulatba ejtenek izmosságukkal; de mikor egyszer közelről hallottam durva beszédjüket, káromkodásukat, a *mens sana in corpore sano* helyett bizony Euripides panasza jutott eszembe, hogy a sok hitvány ember között Athénben az atléták legalább is *nem* a legnemesebbek.

* * *

S végül a természet a modern ember vallástanítója. Szent Ágoston szerint ugyan a legfőbb igazságra a hittudomány talál rá (*theologia invenit veritatem*), Bacon szerint a mély bölcelet vezet Hozzá (*philosophia plene hausta adducit ad Deum*). Mivel azonban az átlagos modern ember hittudományi elmélyedésre kevésbé alkalmas, bölceleti problémák iránt való érdeklődése pedig ma holtpontra jutott, hittudomány és bölcelet néma prófétái Isten nagyságának. De éppen a modern ember kezes tanítvány lesz, ha a természet szépségei szólnak hozzá. Belátja, hogy míg önmagából magyarázva ez a nagy világ mérhetetlenségével és rettenetes erőkészletével megoldatlan talány, a legfőbb lénytől származtatva, művésziesen kigondolt és kidolgozott gyönyörű alkotás. Sőt belátja, hogy a természet egyenesen a Teremtő leghitelesebb kezeirása,¹ remek képeskönyve vagy szent Bonaventura szerint még találóbban az Úristennek képe, tükre. Benne az

¹ A természet Istennek az emberhez intézett levele. Plato. — Az én kódexem a természet. Rem. Szent Antal. — A világ kódex, amelyből állandóan olvasnunk kell. Szent Bernát. — A természet örök könyvét forgatni ne szűnjél, Benne az Istennek képe leírva vagyon — mondja Vörösmarty.

A hegyek tele vannak képes kéziratok kincselvel — mondja Ruskin, angol műkritikus. — «Van egy könyv, nyitva áll mindenki előtt: a természet könyve. Nincs mentsége, aki nem olvas belőle.» Rousseau.

Die ganze Welt ist wie ein Buch, in bunten Zeilen manch ein Spruch,
darin uns aufgeschrieben wie Gott uns treu geblieben.

Wald und Blumen nah und fern
und der helle Morgenstern
sind Zeugen von seiner Liebe.

(Olyan az egész világ, mint egy könyv. Tarka sorokban sok szép mondat van benne megírva arról, hogy Isten milyen hűséges hozzánk: erdő, virág távol s közel s a tündöklő nyári reggel szeretetének jelei.

Emmanuel Geibel: Morgenwanderungen.)

Álljanak még itt Longfellownak, az amerikai híres angol költőnek,

Ő képét tanulmányozták a géniusz éleslátásával s csodálták a gyermek áhítatával azok, akiket a hit, művészet vagy tudomány nagyoknak mond. Legnagyobb eredménnyel tanulmányozták azok, akik úgy néznek a természetre, mint az arabok Alhambrájukra, amelynek minden téglácskája Isten nevét, vagy egy jámbor gondolatot rejtegetett. Vonalai az avatatlan előtt csak a termékeny keleti képzelet játékának látszottak, de az igazhívő kibőtűzte belőlük a Teremtő nevét és leborult imádására. Az Isten titkaiba avatott lelkek így szemlélik a természet szépségeiben az Urat: jelenlétének melegét érzik s mindent rá tudnak vonatkoztatni. Ki ne ismerné *Asszisi szt. Ferencet*, a természetben megnyilvánuló isteni szeretet trubadúráját, akinek szemében a természet anynyira szép volt, hogy szinte mentesült a ráért büntetéstől. «Mivel mindenben Istent látta és érezte, a tűz nem égette meg, a gubbiói rettenetes farkas kezes báránként lábaihoz simult és parolát adott neki. Az üldözött nyúl hozzá sietett. A madarak hozzá szálltak, ő Isten jóságáról prédikált nekik s a kis állatok csőrüket nyitogatva, szárnyaikat teregetve jelentették, hogy őt megértették. Naphimnuszában Isten dicsőítésére hívja fel fényes napbátyánkat, szép holdnénénket, a jó és rossz időt, a pajkos tüzet, a tiszta vizet, virágos földnénénket.» (Balanyi.) *Szt Nothburga* († 1313., a szolgálok patrónája) a szobájába özönlő napsugarakat e gondolattal fogadta: «Isten éppen így tekint a mi szíveinkbe s tudja, mit gondolunk». Mikor reggel a madárdalt hallotta, így szólt: «A madarak

Agassiz természettudós 50. születésnapjára írt emléksorából az Atya képekönnyvéről szóló szava:

A természet térdére vette
(A vén dajka) a gyermeket:
«Nézd fiám, ezt a mesekönyvet,
Jó Atyád írta ezt neked!

Láss utakat, hol láb se járt még,
Olvasd, amit még senki más;
Csodákat tár e könyv elébed:
Az Istené e kézírás.»

(Sík Sándor fordítása.)

dícsérik teremtőjüket ; egyesülnöm kell dícséretükkel». Amint a virágok felfelé tekintenek, a Nap felé, — mondta a mezőn járva — gondolatainknak az Úrhoz kell emelkedniök. Ha a réten sarlója virágot ért, ez volt óhajtása : «Bárcsak az örök életre virágoznom s hervadhatatlan virág lennék». *Szalézi szt. Ferenc*, genfi püspök a szántóföld megpillantásakor ezt mondta : «Mi a jó Isten szántóföldjei vagyunk. A földet be kell vetni, az isteni ige magvait kell benne elszórni». A virágos fa látásakor mondta : «Az Isten nemcsak virágot, hanem a jó tettek gyümölcsét is kívánja tőlünk». A szép kertben az isteni erényekkel díszített lelket szemlélte. A bárány a megváltóra emlékeztette. « Mikor ihatunk az Üdvözlő forrásából? » — sóhajtott fel, ha patakot látott.

A művészek közül hallgassuk meg két költőnek isten-imádásra intő szavait.

Kinek porszem, mi nekünk egy világ,
S egy rebbenés határa az időnek :
Ki, aml ember-agyban mlrlád,
Nem olvasod, mert semmiség előttd :
Ki buborék gyanánt elfújhatod,
Mit összehordtak népek, századok :
Minden fűszálban érezlek ; de elmém
Nem bír felfogni, megnevezni nyelvén.

— — — — —
Érzése elfogy a parányiságnak
És leborulva térdemen imádlak.

Reviczky, Isten.

* * *

És mint az ifjú, egyre ment,
Amerre azép táj csalta, arra
Irányozá lépéseit.
Megbámulva a síkot és hegyet,
A sík mezőt és a hegy erdejét
És mindent, aml csak szemébe tűnt,
Mert minden oly új volt előtte,
Először látta a természetet,
A természet szépségeit.

És ott a rengetegben,
A fellegekbe
Ágaskodó bércek között,

Ahol mennydörgés a folyam zúgása
 S a mennydörgés ítéletnap rivalma...
 Vagy ott a puszták rónaságán,
 Hol némán ballag a csendes kis ér.
 S hol a bogárdöngés a legnagyobb zaj...
 Ottan megállt az ifjú,
 Körültekintett áhítattal,
 S midőn szemét, lelkét meghordozá
 A láthatár fönsegein,
 Erőt vett rajta egy szent érzemény,
 Letérdepelt s imádkozék:
 «Imádlak Isten; most tudom, ki vagy,
 Sokszor hallottam és sokszor kimondtam,
 De nem értettem nevedet.
 A nagy természet magyarázta meg
 Hatalmad és jószágodat...
 Dicsértessél, dicsértessél örökre!
 Imádlak, Isten; most tudom ki vagy.»

Petőfi, Az apostol (önmagáról).

Mivel azonban a modern ember ebben a kérdésben inkább a tudósna adja az elsőséget, ne hiányozzanak itt azok, akiknek hitvallása a tekintélyen alapuló Isten-bizonyításnak gyöngyfüzére. *Leibnitz* a német bölcsele († 1716.) szükségesnek tartja a tudományt, hogy «általa behatoljunk az isteni csoda megismerésébe s eredményeképen imádjuk Isten nagyságát.» «Átvonultában láttam az Istent, mint Mózes; láttam őt s a bámulattól, csodálattól lesújtva megnémultam. A teremtés műveiben lépteiből néhány nyomot fel tudtam fedezni s legcsekélyebb műveiben, még azokban is, amelyek elenyésző semmiségek, mily erő, mily bölcsesség, mily megmagyarázhatatlan tökéletesség van.» Ezek a természetrajz rendszerező atyjának, *Linnének* († 1778.) örökszép szavai. «Minden természetismeret vége és eredménye az, hogy az angyalok dicsőítő énekébe belevegyülve kiáltunk: Gloria in excelsis Deo» — mondja *Humboldt Sándor* német természet-tudós († 1859.). S vehetjük a természet legkisebb vagy legnagyobb területét, «a zenitet vagy nadírt, a szélvésznek bús

harcát, az égi láng villámát, a harmatcseppet vagy virág-szálat», az alapos kutató mindegyikben az Úr nyomaira bukkan. Érdemes megismerni a csillagászat nagy képviselőinek mély hitét is, amelyről később lesz szó s itt csak utalás történik rá.

* * *

Gondolkodó ember nem engedheti, hogy a hitetlenség megmételje lelkét, amikor legparányibb alkotásaiban is maga Isten beszél hozzánk. Beszél törvényeivel, amelyeket csak az Ő értelme gondolhatott ki s csak az Ő akarata valósíthatott meg. Velük az egész természet hatalmas kórus. És amint a művész most halk beszéddel, majd fortéval, most szólóval, majd összjátékkal iparkodik gondolatait kifejezni, a természet így tesz *törvényeivel*. Egyik csoportjuk *formaszépségről* beszél. Azt mutatja be, hogy a vonalak aránya, a színek játéka az egész természetet ünnepi ruhába öltözteti, amiért a görögök s a rómaiak a világot szépnek, rendezettnek, csinosnak (= *κόσμος, κοσμέω* = rendezek ; mundus = rendes, tiszta) nevezték ; természetismerőik a *natura* geometrans pontosságáról szólnak, költőik felsőbb hatalom jelenlétét keresték benne. *Jovis plena omnia* — mondja Vergilius. A törvények második csoportja a *célkitűzés és célratörekvés* tényeivel, a harmadik a *menyiségtani* pontossággal lep meg. S amint a zenében a szólamok külön dallama adja az egésznek a harmóniáját, a természetben is az egyes törvények külön szépsége szolgáltatja a Teremtőnek az eszes lények imájával egybe-
forrt dicsőítő énekét, ahogy azt a természetszerető Beethoven hallotta, s ahogy dala mondja :

Dicsőít téged, nagy égi Teremtő,
A mindenség nagy szent dala :
Az ég, a föld és a csillagok ezre
S a buzgó keblek imája.

Ki int s az égi csodák is remegnek,
Vezér, kit napsugár követ.
Az Úr hatalmas parancsa leghanzlik
És áldás tölti völgyünket.

A legnagyobb művész.

A TERMÉSZET állandóan imádkozik — mondja egy arab bölcse. Öntudatlan Isten-hódolatának egyik módja a formaszépség, amely miatt, aki kivitelben és célszerűségét tekintve egyaránt nagyon bravúros műremeket akar látni, hozzá forduljon. Az ember u. i. kalapáccsal, vésővel, esztergapaddal, ecsettel, tűvel, cérnával, fúróval dolgozik, s ezekkel mint művész sem tud igazán finom munkát előállítani. Nagyító alatt a Munkácsy-képen ide-oda húzott vonalak, elszórt festékfoltok látszanak. A Stróbl-szobor arcúdei durva barázdák. Ellenben a természet akadálytalanul dolgozik olyan helyen is, ahol a tű hegye alig fér el. Anyagtalan erővel fúr, vés, símt, illetve parányt parányhoz és hozza létre fonalait és lemezeit, amelyeknek előállítására az ember még a XX. század technikája mellett sem gondolhat.

Az angol gyárakban 1·37 cm kerületű motolla gombolyítja fel a szálakat; 100 fordulattal 1 fonál (1·37 m szál) van rajta. 80 fonál egy ige (109·72 m), 7 igéből matring (770 m), 18 matringból orsó (13·825 m szál) lesz. A kereskedelemben a szám azt jelzi, hogy 1 angol fontba (= 453 gr) hány matring megy. Minél több kell bele, annál finomabbak a szálak. A számok 6-tól (ez a legvastagabb pamut, melyből 6 matring 453 gr!) ugrás nélkül haladnak 12-ig. Innen a páratlan számok kimaradnak 150-ig. Az utána következő legfinomabb pamutfajok a patyolatgyolcs (batszt) anyaga. Elgondolhatjuk, hogy a 2150-es gyolcs, a legutolsó londoni kiállítás ritkasága mennyire fölkeltette a gyárosok irigységét.

Pedig hát ez semmi a természet tárlatra készült cikkeinek, mondjuk pl. a Vénusz-kosárnak fonalai mellett. Sőt az éppen nem kiállításra készült pókhálószővedék meg a patyolatgyolcs közül, hogy melyik érdemli meg a versenydíjat, egyforma nagyítás mutatja meg. (1. ábra.)

Műveihez az ötvös kb. 0.0001 mm vékony rézlemezeket készít. A természet sokkal vékonyabb lemezekkel dolgozik. A víz szlnére esett olajcsepp szétterül s egy bizonyos vékony-



1. ábra. A patyolatgyolcs és a pókhálószővedék egyforma nagyításban.

ságnál megáll. A hártya apró foltokká szakad, majd teljesen eltűnik. A szétszakadáskor 0.0001 mm ($= 0.1 \mu$) vékony.¹ Ilyenre kalapálható az arany is, tehát ez még nem az a bravúros lemez, amivel a természet remekelni akar. Az előbbi hártya csakugyan tovább finomodik, bár nem is látjuk. Jelenléte abból világos, hogy a kámforszemcsék, amelyek a vízre szórtan szeszélyes táncot járnak, az előbbi olajos víz színén meg sem moccannak, viselkedésüket nyilván az olaj-

¹ Egy μ = mikron ($\mu\kappa\rho\omicron\nu$) a mm ezredrésze; kisebb egység a millimikron ($\mu\mu$), a mikron ezredrésze.

hártya befolyásolja. De ez a $0.02\ \mu$ vékony hártya tovább finomodik, mégpedig annyira, hogy a szemcsék ott is táncot járnak: a hártyáról már nem vesznek tudomást. Pedig a lemez még ott van, sőt tovább finomul: $0.0005\ \mu$ méretét a természet-tudomány még ki tudja mutatni, de minden fizikai és kémiai módot nélkülöz, hogy finomodását tovább nyomon kövesse.

A természet más anyagot is megfelelő finomságú lemezre tud kiállítani. S ha az alkotóelem finomabb az emberművész



2. ábra. A rügyből kibontakozó levél hajlásai.

anyagánál, remekei is megfelelők lesznek. Hol marad a szappanbuborék finomságától a leggondosabban csiszolt elefántcsontgolyó felülete, amelynek érdességeit szabad szem észre nem veszi, kéz meg nem tapintja, csak a nagyító találja meg. A növény szárán található szörképlettel és a méh fulánkjával összehasonlítva a legfinomabb tű is vasdorong. A rügyből kibontakozó apró leveleket mintha tündérkezek hajtogatták volna össze. Vagy van-e szövet, amelynek hajlásai finomabban simulnának göngyölbe, mint ahogy a káposztalevelek borulnak egymásra. (2. ábra.)

És sok remekét a természet-művész megfelelően színezi is. Hogy színgazdagságát megismerjük, menjünk föl képzeletben a svájci Alpok Rigi csúcsára, amikor a nap éppen kelőben van s ott megismerjük színskáláját. «A sötét éjjeli égen még számtalan sok csillag fénylik s keleten gyenge világozottság jelzi a nap közeledtét. A pirkadó sáv mindig magasabbra hág s egymásután oltogatja el a halványodó csillagokat. A hegyek hóval takart csúcsai kísértetiesen emelkednek ki köröskörül a homályból. A kelet kapuja fölé kis felhőkből vont rózsaszínű koszorú átellenében nyugat felé a homály mindig hátrább vonul. A földnek az égboltra vetett sötétkék árnyékát is plr szegélyezi s az is mindig lejjebb vonul. Végre megérinti a legkimagaslóbb hegycsúcsokat, amelyek az érintéstől ragyogó bíborba öltöznek. S most megjelenik az első napsugár. A szem minden sérelem nélkül pillanthat még bele a fenséggel emelkedő csillagba, de nemsokára a vakító fény legyőzi s a szem örömmel fordul a gleccserek remek panorámája felé. A bíborpiros szín, amely a mély völgyek homályát takarta, lassanként rózsapiros és sárga vegyületté s végül fénylő fehér színné lesz. A nap fehér sugarai leemelik a leplet a gyönyörű hegyvidék színpompájáról és formagazdagságáról, amely fölé az azúrkék égboltozat van kifeszítve.» (Lommel, német természettudós.)

Az itt talált színpompából sok megvan a legkisebb alkotáson is. Pl. a légyen, amely ott zümmög a szobában, ott torkoskodik az élestárban s a virágoskertben. A szabadszemmel rozsdafakó egyszínű rovar mikroszkóp alatt a természet remeke. Az egyik fajta bíborszínű testét két fényes acélkék öv díszíti. A másik élénkzöld derekú. A harmadik szárnyatövét zöldes-aranyos színvegyület köríti. A negyedik potrohán karmazsin ragyog, aminek változatait sem drágakő, sem selyem, sem festmény nem mutatja. Ugyanez a színváltozat a virágok,

rovarok, madarak, halak, tojások, kövek gyűjteményén, amely annyi vigaszt, felüdülést, szellemi és erkölcsi erőforrást jelent a természetszeretők számára. S még a színpompánál is csodálatosabb *a mód*, ahogyan ez a színezés keletkezik.

Ha a gyertya fényét egy nyíláson átengedjük, üveghasábon megtörjük, a felfogó-ernyőn tarka sugárnyalábot találunk. Ami itt kicsiben történik, a természet ugyanazt létesíti nagyban. Gyertyája, a Nap 1,547.970,620.000,000.000 km³ tömege, tőlünk 150 millió km távolságból szórja egyszínű sugarait. Ezekből készül a pillanatról-pillanatra változó gyönyörű panoráma. Fuvarosuk az éter, a levegőnél sokkal finomabb anyag: rezgése közvetíti a napfényt, s a belecsomagolt színt. A művész kezében tehát az ecset ugyanaz az erő, ami a szélvészt és harangzúgást eredményezi: a mozgás. Csakhogy amint maga az anyag rendkívül finom, a rezgés is olyan arányokban történik, amelyeket példák segítségével sem igen lehet érzékelhetővé tenni.

a vörös szín hullámhossza	686	μμ,	rezgéseinek száma másodp.-ként	437	billió
a sárgáé	656	«	«	«	457 «
a világossárgáé	579	«	«	«	518 «
a zöldessárgáé	546	«	«	«	550 «
a zöldé	527	«	«	«	570 «
a kékeszöldé	517	«	«	«	580 «
a kéké	486	«	«	«	617 «

Tehát a szín nem a testek külsejére mázolt tulajdonság; oka belső szerkezetükben rejlik. Az egyik parányai a fehér színből csak a 686 μμ, vagy csak 656 μμ hullámokat veri vissza. Ez a vörös, illetve a sárga test. A másik minden sugarat elnyel: ez a sötét test. A harmadik minden sugarat visszaver: ez a fehér test. Az a test, amely különféle helyeken csak piros, sárga, kék stb. színt ver vissza, másutt minden színt visszaver, vagy elnyel, tarka test. A Naptól a *fehér* fénnel a tárgyak felületéig nyargaló éterhullámok ott a velük

együttrezgésre alkalmas atomokat mozgásra indítják (amint az azonos hanggal a tárgyak együttthangzanak), s bennünk színérzet keletkezik. Ahol a fényhullámok ilyen atomokat nem lelnek, eltűnnek s ott szín nem keletkezik. A színvisszaverés különböző foka szerint a színárnyalatok keletkeznek. Mert ne gondoljátok, hogy a szivárvány hét színében a természet színkészlete ki van merítve. A tudomány még csak arra sem vállalkozhatik, hogy egyetlen szín összes árnyalatait elemezze.

A mondottakból látszik, hogy milyen értelmet és tetterőt követel az a tény, hogy az ezerféle rovar következetesen a legkülönbélebb rajzokkal van földíszítve, s hogy mit jelent a lepkeszárny kifogyhatatlan és állandó művészete, a virágok jellegzetes színezése, mikor mindez annyi föltételtől függ. S még a színválasztás sem ötletszerű. Legalább is a virágok színváltozataiból (148. l.) lehetetlennek látszik kizárni a célszerűségi mozzanatot, ami a színpompa keletkezését még szövevényesebbé teszi.

S azt se gondolja senki, hogy a felület festésében kimerül a természet remeklése. Nem. A mély tenger örök sötétségében a korallokat, gyöngyöket ugyanaz a pazar színezés díszíti. A föld mélyében az ásványok parányai úgy helyezkednek el, hogy fölszínre kerülve a színszórás, a színtörés, a fényvisszaverődés törvényei érvényesülnek rajtuk, amiből színgazdagságuk változatos volta származik. Tehát a természet a rejtekben sem bizonyul szűkkeblű művésznek. Sőt még az ásványok belseje is díszítve van. A tudomány most kezd különféle fogásokkal bepillantani a kristályok belsejébe, aminek egyik módja a turmalinvizsgálat. Két turmalin-ásvány lemeze között a kristálylapok a legkülönbélebb ábrák és színes gyűrűk rendszerét tárják szemeink elé. Vagyis a természet nem a látszatra dolgozó mesterember elnagyolt munkája, hanem a legrejtettebb részletekben is tudatos művész remeke-

lése ; azért a legnagyobb művész. Az ember-művész csak utánzója lehet. (Aristoteles.)

Pallas Athene tanítványa.

A szép név alatt rejtőző állat a közfelfogás szerint nem mintaképe sem a szépségnek, sem a kedvességnek. A gazdasszony csak mérgelődve tud rágondolni. A népnyelv világ-szerthe a legerősebb kifejezésekkel bélyegzi meg mohóságát. «Éhes, mint a pók .Telhetetlen, mint a pók. Kegyetlen, mint a pók.» A háziasszony még csak a nevét sem szívesen hallja, annál kevésbbé viseli el látását. S ez a kis állat a közfelfogás-nál magasabb, mert a tudománnyal igazolt szempontból nézve tökéletesen beleillik a teremtés programjába. A hit szemé-vel nézve meg éppen részesévé válik az általános isteni minősítésnek : *Látta Isten az összes lényeket, amelyeket létre-hozott, hogy nagyon jók.* (Gen. I, 41.)

* * *

A rovarvilágnak e nagyon kevésbé méltányolt rengeteg egyedeivel mindenütt találkozunk. Vannak köztük *ugrók*, amelyek zsákmányukat egy jól irányzott ugrással leshelyük-ről leteperik, amire jó szemük képesíti őket. A *repülő* pók szélnek engedi fonalát, amelybe kapaszkodva a szél viszi a megcélzott zsákmányhoz. Legismertebbek a *hálószővő pókok*.

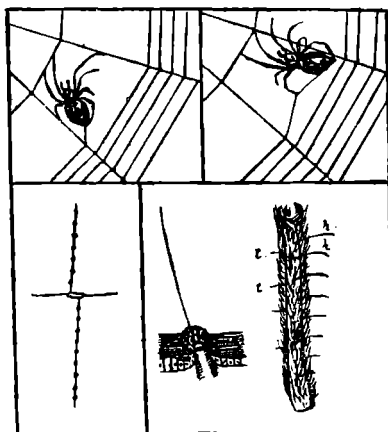
A déli sivatag forró fővénye és a magasabb hegyek jég-mezői fölött, a trópusok erdeiben és Szahara kiégett homok-tengerén, a mély bányákban és a barlangok nyirkos szög-leteiben egyformán lesben állnak. S főként a vizek közelében tanyáznak bőven, ahol vérengző természetük legtöbb zsák-mányra akad. Bozótok, nádasok áttörhetetlen sűrűsége, ahol a madár nem röppen keresztül, az ő zónájuk : tele vannak

hálókkel, azok meg hullákkal. S aki egy vidék rovarvilágát ismerni akarja, a pókhálók megvizsgálását el nem kerülheti, mert azok a rovarok legjobb lelőhelye.

Potrohuk fonószemölcs-mirigyeiben termelt színtelen nyúlós váladék *menyiségéről* fogalmat közvetít az az egy adat, hogy a 18 cm átmérőjű, 20 csigavonalas és 24 küllős hálózhoz 18 m fonál kell. S mivel szükség esetén meg kell ismételni a hálózszövést, egyfolytában 72—108 m-t is termel. S így a pók nem előnyösen, de az igazságnak teljesen megfelelően szerepel a népek szókincsében. Minden nép mondja, hogy kegyetlen, mint a pók, de egy sem mondja, hogy kapzsi és csaló, mint a pók. Minden pók fáradsággal maga szerzi táplálékát. A máséhoz nem nyúl.

A kitermelés után azonnal megszilárdult nyálka a *háló anyaga*, aminek szerkezete aszerint változik, hogy hol nyer alkalmaztatást, mert még ugyanazon háló sem áll egészen azonos anyagból. A keretfonás és a sugarak, a szilárd váz, erősebb anyagot igényel. A keresztespók pl. 200 fonálból sodorja keretfonalát. A csigavonalak tele vannak *ragadós cseppekkel*, amelyre a rovarok rátapadnak, s amelyek a nedvességet gyöngyökké tömörítik, ami a *háló szárazon* maradását biztosítja. Szép szeptemberi reggeleken e cseppek csillognak gyémántkövekként a kelő nap sugaraiban. A hálóanyag továbbá olyan *finom*, hogy itt minden jog igazán a természetnek van fenntartva. Az utánzat nem tilos, de lehetetlen. Vegyelemzése ismeretlen. A szemölcsökből kikerült egyszerű fonál nemcsak Homerosz takácsai előtt volt ismeretlen, de a lyoni selyemgyár sem vállalkoznék előállítására. Aki egyszer jól megnézte szövedékét, érti a legendát, hogy a Szent Szűz mennybe-menetele napján belőle készült palástot viselt. Az azonban már teljes valóság, hogy a legkényesebb optikai műszerek mikrométereiben pókhálózsalát használnak, mert, míg az

ezüstsál csak 0.028 mm átmérőjű finomságra nyújtható, az egyszerű pókháló száláé 0.0004 mm is lehet. Úgyhogy 18.000 egyszerű sál összesodrása adja egy közönséges cérnaszál vastagságát. S a sál mégis nagyon erős. Bírja a pók súlyát, dacol a szellő erejével, ellenáll a kétségbeesett zsákmány erőlködéseinek. Ha a hajókötel a pókháló szívósságához

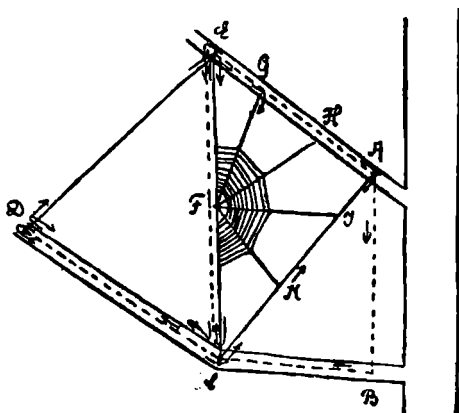


3. ábra. A keresztespók utolsó lábaival a fonalat húzza és rögzíti. Lent balról a nagyított csigavonal. Jobbról az érzőtest, mellette erősen nagyítva a tapintó és hallószervek (*t*, *h*).

mérten volna erős, tízszer nagyobb súllyal lehetne megterhelni, mint most.

Az anyagnál nemkevésbé csodálatos *maga a háló*, amelynek formája kerék, sokszög, kosár, félgömb, lap stb. Néha beborítja a bozótot, vagy éppen az egész fát, és a rovarokat kiéhezteti. Szövése szítás vagy tömött. A kivitel hadvezéri és mérnöki remekmű. Mielőtt a pók készítésébe kapna, meggyőződik róla, hogy a hely otthona-e a keresett rovarnak, s rendelkezik-e a kifeszítéshez megkívánt szilárd pontokkal. S utána következik a szálak olyan vezetése, hogy azok sem

egymással, sem a faágakkal össze nem zavarodnak, s emellett egy nehéz mérnöki probléma oldódik meg. A fésűhöz hasonló szövőkarommal a fonómirigyből kikerült fonalat tartja, a szükségnek megfelelően vezeti. Rögzíti *A* pontban, leereszkedik *B*-ig, s a *C*-ig vitt fonalat ott megerősíti. Az *AC* keretrész elkészítése után a tovább húzott vonalat *D*-ben rögzíti meg, amivel elkészül az *ACD* keret. A legnehezebb feladatot,



4. ábra. ... hadvezéri és mérnöki remekmű.

DE kifeszítését úgy oldja meg, hogy *DAC* irányba visszamenve fonál nélkül, *E*-ből lebocsátkozik *C*-be, az *EC* fonalat *D*-ben rögzíti és készen van az *ACDE* keret. Most leereszkedik *EC* irányba és megcsinálja az első átlót. Elkészíti a kereszthálót, majd *F*-ből minden irányba sugarakat húz. Ha valamelyik fonál közben meglazul, segédvonalakkal feszebbre húzza az egész alkotást.

* * *

Remekmű a háló a *gyors munka* miatt is. A keresztspók pl. 40 mp alatt elkészül vele.

E munka gyorsaságához fűződik a régi arab hagyomány, amely miatt a pók a mohamedánok szentelt állata lett, és a Koránba is belekerült. Akkor történt a dolog, amidőn a mekkaiak a prófétát üldözték (622), s már-már nyomában voltak, és ő egy barlangba menekült. Az üldözők tűvé tették érte a hegyoldalt. Egyikük a barlangba is be akart nézni, amelynek bejáratát azonban pókháló zárta el. «Ide a háló leszakítása nélkül nem mehetett be. Az idő drága, keressük máshol!» Ezzel az okoskodással a próféta meg volt mentve, s hálát adott Allahnak, hogy ilyen erőt adott e kis állatnak. «Miképpen nézne ki most a világ — kérdezi egy író —, ha a kellő pillanatban a prófétának nem akadt volna ez az ügyes segítsége? A diplomaták és a politikusok fejüket nem törték volna olyan sokáig a keleti kérdésem. A tanulóknak kevesebbet kellene a keresztes háborúkról tanulniok. De viszont annál többet kellene klasszikus szerzőkkel foglalkozniok, mert hiszen az alexandriai könyvtár nem lett volna a tűz marta-léka s az auktorokat most szünet nélkül olvashatnánk. A világtörténelemben jelentős események így függenek sok-szor össze az apró okok pókhálószerű szövedékével.»

S a természet életében szintén nagy eredmények függenek össze a legszorosabban magával a pókhálóval, vagy magával a pókkal. Hiszen a pókok a természet háztartásában az annyira szükséges egyensúly nélkülözhetetlen tényezői. Ha az 1 mm^3 térfogatnak 1000 millió és egyenként $1 \mu^3$ nagyságú baktériuma 7 napon keresztül akadálytalanul szaporodnék, rettenetes tömegük a 7. nap végén csak olyan kockában férne el, amelynek egyik élét a fény $300.000 \frac{\text{km}}{\text{sec}}$ sebességével rohanó vonat csak 100.000,000 év alatt járná be. Ez a szaporodási menet minden más életet lehetetlenné tenné. A póknak tápláléku-l szolgáló légy ugyan nem ennyire szapor, de viszont az előbb mondott menetben szaporodó baktériumhoz képest

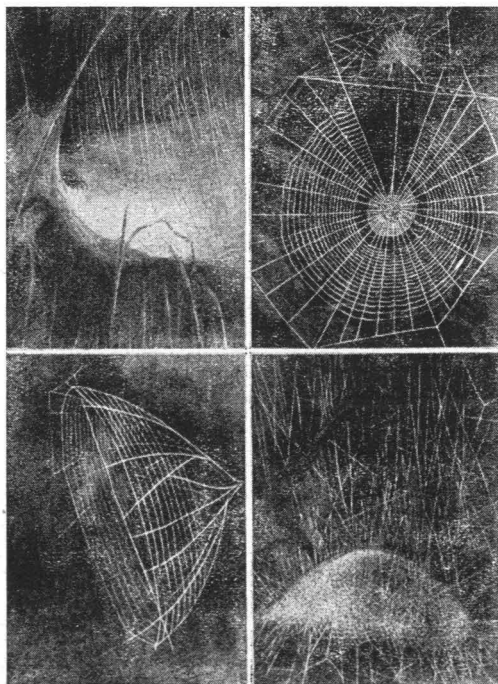
elefánt, és utódaival, ha nem egy hét, akkor egy hónap alatt kiszorítana bennünket a világegyetemből. Nekik köszönjük, hogy a legyekből nem készül egy újabb egyiptomi csapás, vagy, hogy egyéb rovarfaj nem lepi el a világot.

* * *

A kész háló legszembetűnőbb részéből, a terecskéből indulnak ki a küllők, köztük a rejtekhelyig érő vezetősugár. Lábát mindig rajta tartva lesi a pók áldozatát. S bár a hegysegekben, erdőségekben a 8—10 méteres hálók sem hiányoznak, rejtekhelyéből az ilyen nagy hálók minden rezdülését is megérzi. Érzékszüléke az egész testét borító szőrszálak, amelyekből még parányibb szörképletek állanak ki. Közülük némelyek a hallás, mások a tapintás műszerei. Ha valaki a pókláb hallószőröcskéi a hegedű G-húrját meghúzza, a szőröcskék a húrral együtt rezegnek. A hálóban vergődő légy zizenését a pók így veszi tudomásul. Természetesen a hálónak is mindig tisztának kell maradnia. A hullákat tehát kidobálja belőle. Ha sok a parányi rovar, vagy ha a szél telehordta levéltöredékekkel, a pók otthagya és másik hálót készít magának. Indiában van olyan pókfaj, amelynek más apróbb rovarok végzik el ezt a szolgálatot: ezek eszik fel a neki nem izlő kis zsákmányokat és így a hálót kitisztítják.

Amint a pók tudomásul veszi, hogy a hálóba préda akadt bele, rögtön a színhelyen terem, már csak azért is, hogy a hálóban minél kevesebb kár történjék. S a háló részei közt az akadály nélkül átbúvik, mert a hálónak a rovarokat fogó ragasztó gyöngyöcskéi ellen saját testének semlegesítő izzadmánya védi. Néha megrezegteti az egész hálót, ami által se pók, se háló nem látszik, és az egész közel jutó rovar csak akkor veszi észre a veszedelmet, amikor már benne van. Ha éhes, a préda vérével azonnal kiszívja, különben csak meg-

bénítja. A légy szárnyát elnyesi, hogy vergődésével a hálót ne rontsa. Ha a vergődő állat olyan erős, hogy nem fér a szárnyakhoz, a szemölcsseiből szálát enged, rákeni a rovarra, a hálót megszakítja és az állatot szédületes gyorsasággal meg-



5. ábra. . . . a küllők közt a rejtkehelyig érő vezetősugar.

pergeti, s mint valami orsóra felcsavarja az egész alkotást, benne a prédával, amely egy pillanat múlva csak tompa zizezésekkal ad jelet szenvedéseiről. Ha olyan rovar akad bele, amellyel nem bír, elszakítja azokat a fonalakat, amelyekbe az állat kapaszkodik, hogy az egész hálót tönkre ne tegye.

Mert a hálókészítés anyag veszteséggel jár, fáradságos mester-ség s a háló minél kisebb sérülésével akarja fogni áldozatát. Ha vihar közeleg, nem fon. A kész háló szálait megritkítja, hogy a szél kevesebb kapaszkodó felületet találjon. A meglazult hálót pedig faághoz, vagy kőhöz egy szállal feszebbre húzza.

* * *

A hálókészítésben rejlő nagy ügyességnek a régiek legendás magyarázatát adták. Pallas Athene a kolofóni bíborfestő leányát, Arachnét, megtanította a szövésre, s a leány a munkát olyan tökéletesen értette, hogy a nimfák is csodájára jártak. Arachnét ez elbizakodottá tette s oktalanságában mesztérét versenyre hívta ki. Az istennő egy szőnyeget készített s az embereknek az istenek ellen elkövetett bűneit, köztük főleg az elbizakodottságot szötte belé. Arachné megértette a célzást s úgy viszonzotta, hogy ő meg az istenek gyarlóságairól szötte képét. Erre Athene úgy megharagudott, hogy tanítványa szőnyegét széttépte, a lányt pedig pókká változtatta. Innen kapta nevét. (ἀράχνη = pók.)

Ami sokkal egyszerűbb magyarázatunk szerint a pók is egyike a mindenség harmóniájához tartozó lényeknek, amelyek maguk nem gondolkoznak ugyan, de az életfenntartáshoz szükséges ösztön révén róluk gondoskodott és helyettük gondolkozott az Úr, aki a természet egyensúlyának fenntartásában őket is eszköznek használja.

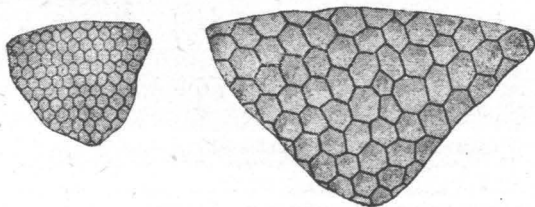
«Tarka lepke, szép arany pillangó.»

Kisgyermekkorában ki ne nézett volna rá számtalanszor vágyakozó szemmel.

«Tarka lepke, szép arany pillangó
Lepj meg engem, szállj rám kismadár!
Vagy vezess el, merre vagy szállandó,
Ahol a nap nyugodóba jár.»

(Vörösmarty.)

S melyikünk ne neheztelt volna, hogy a hozzáintézett sok-sok hívás ellenére olyan fűrgén faképnél hagyott, mikor már hálónkban gondoltuk. De volt öröm, ha végre sikerült zsákmányul ejteni! A lepkekergetés számunkra már nem öröm, azonban gyermekkori hű pajtásunk most más értelem-neb szerezhethet kellemes perceket. Élvezet megismerni a lepke szemét, amely észrevett bármilyen halkán közeledtünk is feléje. Élvezet megismerni főként szárnyát, amelynek ügyességére annyiszor haragudtunk, hogy nem bírjuk vele a versenyt.



6. ábra. A lepkeszem 1 mm³-nyi darabja 50-szeres és 150-szeres nagyításban.

A *lepke szeme* a facettás vagy recés rovarszem. Az alkoholban megölt rovar szemének 1—2 óráig kálilúgban ázott 1 mm³ darabja a mikroszkóp alatt pompás látványt varázsol szemünk elé. Csupa hatszögű rece (6. ábra.) Eredeti méreteiben a világ első rajzolója se tudná lerajzolni; hiszen a recék olyan picinyek, hogy egy mm vonalra 15—40 helyezhető el belőlük. Fokozott nagyítással látunk közöttük kisebbet, nagyobbat, elnyomottat, egyenlőtlen, de valamennyi hatszögű. Ne csodálkozzunk azon, hogy mértanilag nem mind sikerült egyformán, mert számuk rengeteg sok. A hangya szeme 50, a folyóka szenderé 1300, a házi légyé 4900, a selyemlepkéé 6236, a cserebogaré 6300, a marhapöcsöké 7000, a fűzfarontó lepkéé

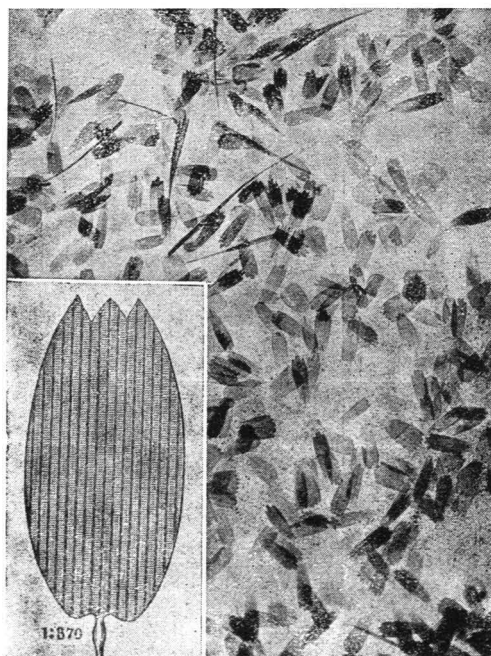
11.300, a halálfejú lepkéé 12.400, a szitakötőé 12.544, sok nap-pali lepkéé 17.400, egyes bogaraké 25.088 recéből van össze-téve. Nem hiányoznak 34.650, sőt 60.000 recéből összetett szemű lepkék. Minden rece egy-egy fénytörő közeg, külön-külön festékhártyával és látóideg kúpocskával. Tehát ahány kis lemez, annyi egyszerű szem. Ez annyit jelent, hogy a rece-szemű állatok minden tárgyról mozaik-képet kapnak és a sokféleség az érzetben mégis egy kép lesz. Ami tehát *mértá-nilag* nem tökéletes, az az állatpszichológiában ugyancsak remekül eléri célját.

* * *

A szárny művészete. A lepkeszárny hímporát letörölve átlátszó, hálószerű szövet marad a kezünkben, a technika csodája, amelynek a XX. század repülőgépgyárai csak alak-ját és vázát próbálják utánózni, de a kivitelben még ott is olyan távol vannak tőle, mint a kis gyermek sárkánya a mai legtökéletesebb repülőgéptől. Anyaga áttetsző hártya, melyet tündéri kidolgozású csövek, az ú. n. chitin-csövek, az erek és bordák feszítenek s egyúttal bennük kering a szárnyak javí-tására szolgáló nedv. Jellegzetes elrendezésük miatt a termé-szettudós úgy beszélhet a szárny beosztásáról, mint a geografus egy-egy vidék vízrajzáról.

A hímpor mikroszkóp alatt új meglepetést nyújt. Amit szemünk alaktalannak látott s kezünk pornak tapintott, azt a mikroszkóp szárból és testből álló gyönyörű alkotások, apró pikkelyek tömegének mutatja. Nagyságuk rendkívül változó. A káposztalepke közép nagyságú pikkelyéből egy mm. vonal-kán egymásmellett 21 fér el, egynek-egynek a hossza $\frac{1}{5}$ mm. Alakjuk legyező, háromszög, kerek, egyenesen metszett vagy ívelt, hegyes vagy fogazott. A fogak tompák vagy hegyesek. Számuk 2, 3, 4, 5, 10 s még több. A simának gondolt pik-kelyen, ahol a művészet számára sem teret, sem módot nem

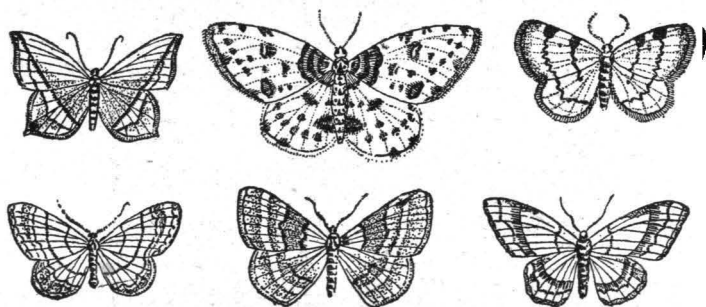
sejtettünk, 370-szoros nagyítással számos vonal, csík, lécs mutatkozik: kétségkívül a most még hozzáférhetetlen művészetnek egyúttal praktikuscélt is szolgáló elemei (6. ábra).



7. ábra. A lepkeszárny himpóra; balra egy háromfogú pikkely erősen nagyítva.

A pikkelyek szárral vannak a szárny hártájába tűzdelve s zsindelyekhez hasonlóan borulnak egymásra, példátlan rendetlenségben, mintha keresztül-kasul volnának egymáson hányva (7. ábra). Mégis a látszólagos összevisszaságból keletkező árnyékok, csíkok, sávok, szalagok, ívek, foltok, nyilak, gyűrűk, csapok, gúlák, félholdak szemek változatai adják a

lepkeszárny legszembetűnőbb szépségét, a rajzokat (8. ábra) és a színezést. S csodálatos következetesség! Minden lepkefaj egyedei hasonlóan vannak földíszítve. Ha az egyik szárnyon két szem van, a másikon is annyit találunk. Ha az egyiket 8 folt tarkítja, megfelelőjén is annyit lelünk. A rajzok elemei egy-egy szárnyon az erekhez és a bordákhoz hasonlóan külön tervezésről és beosztásról tanuskodnak. S mit mondjak a színezésről? Ki merne vállalkozni rá, hogy csak egy lepke



8. ábra. Néhány lepkeszárnyrajz.

pompáját leírja, nem is szólva egy lepkegyűjtemény varázslatos színeiről. Munkácsy vagy Rafaël képein nincs annyi árnyalat, amennyi egyetlen vidék lepkéin látható. Hiszen ha valamelyik lepkéről azt mondjuk, hogy barna, ítéletünk csak elnagyolt, mert a barnás szín számtalan árnyalatot tüntet fel.

* * *

A lepkeszárny, mint mechanikai műszer, a legbámulatosabb alkotás: mint más rovar szárnya a legtökéletesebb repülőgép.

Nyári, meleg időben gyakran láthatjuk a lebegő legyet (Syrphus pyrastris). Elégszer berepül a nyitott ablakon. Egy

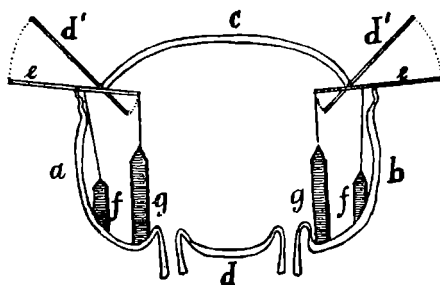
ponton megállapodik ; mintha nem is repülne, csak fel volna függesztve. Majd nagy ívvel egy fordulót tesz a szobában s újra egy helyben marad. Egy másodperc alatt 4 m utat tesz meg ; ez annyi, mintha mi egy másodperc alatt 60 km-t tudnánk ugrani. De nem ez a csodálatos ezen a kis rovaron.

A repülés közben adott hang kb. *a*. Ez annyit jelent, hogy ott másodpercenként 440 légrezgés keletkezik, tehát ez a parányi rovar minden másodpercben 440-szer csapja le a szárnyát. Aki tudni akarja, hogy ez milyen erő, próbálja meg és emelje föl egy másodpercben karját csak kétszer, háromszor, ötször, tízszer. Alig bírja megtenni. S a géppel másodpercenként 440-szer rázott kar száz darabbá foszlalnék szét.

Mikor a repülés már valamivel előbbre volt Ikarusz álmánál, de még mindig csak gyermekkorát élte, a francia Chavez egy szép, derült napon a Simplon átrepülésére vállalkozott. Az Alpok lakói csodálattal adóztak bátorságának. A hegy olasz oldalán százezrekre menő tömeg állt feszült várakozásban és lélekzetét visszatartva leste a pillanatot, mikor a hős kibontakozik a felhők fátyola mögül. Végre a hegygerinc fölött megjelent egy elenyésző pont s folyton nagyobbodott. A nézők lelkesedése és öröme elemi erővel tört utat és a szűnni nem akaró kiáltásból csak egy szót lehetett hallani : Chavez. Mégis legyőzte a természetet és a magasságot ! Az ember szelleme megalázta az Alpokat ! — mondogatták. A győző a veszedelem és bátorság teljes tudatában indokolt büszkeséggel közeledett zakatoló gépével a föld felé. A kormányt erősen tartva szemeit a hódoló tömegen jártatta. Már csak 10 méternyire volt a földtől, mikor a hajtóerő fölmondta a szolgálatot. Az üdvözlés megdermedt, jajkiáltássá változott s a következő pillanatban a győzött holtan húzták ki az összetört gép törmelékei közül. Mikor odasiettek hozzá,

azt suttogta : Je ne meurs pas. Nem halok meg. De mégis meghalt. Repülésével évezredek álmát valósította meg s az álom a győzőt elragadta. A sok emberi ésszel és fáradsággal megszerkesztett gép az utolsó pillanatban csalta meg és vitte sírba kormányosát.

Nézzük meg, hogy ehhez képest bármelyik rovar, a lepke is, milyen gondnélkül libben virágról-virágra, átrepülve a maga arányaihoz mérten Himaláját és Csendes óceánt. Mennyire nem probléma nekik a repülés. Bár számukra min-



9. ábra. A lepkeszárny a gépek legegyszerűbb formája.

den szellő orkán s az esőcsepp Balaton, mégis dacolnak velük. Vagyha mindenképen lehetetlen tovább menni, bevonulnak a legközelebbi garázsba : bármelyik falevél alá, míg az út újra fel nem szabadul. Azonkívül sem olaj, sem kormányos, sem tatarozó nem kell ennek a gépnek, mindenről maga gondoskodik. S még hozzá azt se higgyétek ám, hogy ez valami nagyon különleges gép ! Nem. Sőt éppen az a furcsa benne, hogy szerkezete a gép legegyszerűbb formája, t. i. mindegyik szárny közönséges kétkarú emelő. A 9. ábrán az *a b c d* a lepke keresztmetszete, *d* a lepke szárnyai, *e* a szárnycsapás tere. A rövidebb kar a test belsejébe hatol, a hosszabbik kar kiáll. A rövidebb kar az erőkar : a végére tapadnak

a szárnyemelő izmok (*g*). A rögzítés pontjához közel pedig a hosszabb karra a szárnylecsapó izmok (*f*) vannak erősítve.

Maga a repülés a szárnyemelő és lecsapó izmok változó működésén alapszik. A szárnyak lecsapódása után a forgató izmok a szárnyat egy kissé elfordítják, így kisebb felület surlódik a levegővel, ami megakadályozza azt, hogy a szárny fölemeléskor a test ugyanannyira essék vissza, mint amennyire a szárny lecsapásakor emelkedett.

A másodpercre eső szárnymozdulatok száma a szárny kisebb vagy nagyobb voltától függ. A lepke szárnya a testhez viszonyítva valamennyi rovar szárnyánál nagyobb felületen súrolja a levegőt. Ezért van a lepkéknek szükségük a repüléskor kevesebb szárnycsapásra. Repülésük azért olyan könnyed, libegő, lágy, mint a moll-nóta hangzatai. S mégis milyen biztos!

A repülés könnyűségét a szárnyak aránylag nagy terjedelme, a szárnyerek levegős volta és a nagyon erős repülőizomzat biztosítja. Főként az utóbbi nagy tényezője a kitartó repülésnek.

* * *

Úgy-e joggal mondhatta Diderot, hogy «A lepke szeme és szárnya elég, hogy egy istentagadót összemorzsoljanak»?

A tél művészete.

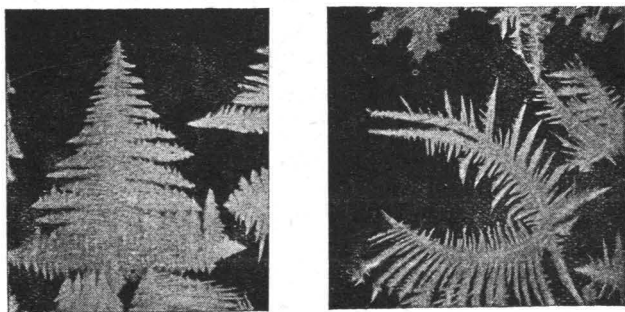
Az egész természetben nyomon követhető a törekvés, hogy valahányszor a cseppfolyós test szilárd halmazállapotba megy át, a parányok szigorú törvények szerint helyezkedjenek el. Eredményei a szervezetben és a szervetlen világban feltalálható kristályok. Közülük csak a hó és a tengeri homok kristályaival ismerkedünk meg.

1. *A tél művészetén* tulajdonképen a víz parányainak

szabályos tömörítését értjük. Ilyen értelemben a tél művésze már a novemberi hideg zuzmarás rajzaival, fákat, bokrokat, kristályokat gyöngyökbe öltöztető pompájával kezdődik. Mikor az időjárás hidegebbre fordul, a rajzok a bokrok-ról ablakainkra kerülnek. Nem tudom, más hogy van velük, de én nagyon szívesen nézegetem őket. Sokszor megállok az ablak előtt és figyelmesen szemlélem a rávarázsolt jégvirágokat. Fagy hozta létre s mégis megmelegíti kedélyemet. Sokáig gyönyörködöm az üvegre húzott jéglemez páfrány-leveleiben, mohautánzataiban, fenyőfaiban s a legkülönbélebb növények csodálatosan össze-vissza szőtt-font leveleiben, virágaiban (10. ábra). Felfogásra eredetibb, a vonalak hajlékonyságát tekintve, mesteribb kompozíció művészi képzelettől sem telik. Merészebben és biztosabban művész keze sem stilizálhat. Hátha még a nap sugarai megtörnek az ablakon s a szivárvány hét színe a virágokon keresztül betáncol a szobába! A sok szépség méltán magával ragadja lelkemet s csodálkozom rajta, hogy ennyi formaszépséget és színharmóniát balga emberek a parányok véletlen tömörüléséből származtatnak. Pedig az eddig látott kép a tél művészetének csak elenyésző része. Elém varázsolt világa csak érdeklődésemet szította fel. Lelkem új szépségekre szomjas. Sietek ki. Éppen jókor!

Havazni kezd. Nincs semmi nesz. A nagy csöndben először csak pici fénylő csillagok keringenek. Vonakodva libbennek a házak közé. Mintha félnének és visszariadnának a várostól, ahol az emberáradat olyan hamar összetapossa azt, ami égi. Végül komolyan hozzáfog és könnyű szárnyon sűrű, puha pelyhek szállodogálnak lefelé. Hosszú útjukat befejezve fáradtan zizzennek az utca kövezetére. Szünet nélkül mozgó függönyükön át az egész város álomképnek látszik. A szép fehér leplen a környező hegyek, tornyok, hídfők

óriásivá nőtt körvonalai derengenek át. A Duna, Gellérthegy, Országház, Várpalota a szokottnál is szebbek. Még Tabán ódon viskói is tündérpaloták lettek. A bérkaszárnyák éktelensége eltűnik. A tereket és parkokat, épet és pusztulót, szépet és ízléstelenet egyforma csillámos, síma takaró vonja be. Most semmi se rút, minden gyönyörű. Semmi sem kopott, minden új. Semmi sem mocskos, minden szeplőtelen fehér. S a külső nagy átalakulás magával ragadja a lelkeket is. Mindenki örül.



10. ábra. Erős hidegben felvett jégvirág.

A gyermekek vígabban csevegnek ablakom alatt. S egészen értem a régi olasz iskolai szokást, hogy az iskolai munkát ott hagyták abba, ahol a havazás érte. Ennek eltörlését nem helyeslem Mussolini programjában. A felnőttek sem olyan mogorvák havazáskor. Készségesebben szólnak s hangjuk nem olyan érdes. Istenem! egy kis hó miatt mekkora változás. Mi más volna az élet, ha tartósabban eltűnnék belőle a rút és érdes s az élet tülekedése több puha szót hagyna az emberek között.

A havazás azonban a szabadban érvényesül legjobban. Mire az ember kiér a városból s végignézi a határon, az egész földet végtelenbe nyúló fehér köntös fedi. Jólesik a szemnek.

Szívesen látja a lélek, mert rokonára ismer benne. Képzelete és hite ilyen eszményi szépnek tudja a tiszta lelket s még inkább örök vágyának kútfejét és végállomását, az Istent. Tél és hómező már csak azért sem lehet egyhangú.

Azonkívül a hólepel a föld meleg takarója. Ha 13—15°-os hidegben cseppfolyós csapadék esnék, ráfagyna a fákra, megdermesztené a csirákat, megakasztaná a földkéreg lélekzését, szóval az életet lehetetlenné tenné. Ez azonban nem történhetik meg, mert a lég párái 0° alatt millió és millió központ körül tömörülnek, növekednek, esnek lefelé. Útközben egymásba ütköznek és gomolyokban, pelyhekben a földre érkeznek s «gyapjuként borítják a mezőt». (147. Zsolt.) A természet számára abból készül a meleg téli takaró. A hőmérő higánya a hórétég alatt csakugyan nem esik le a fagypontra. Azért az Alpok vidékén, ahol nyolc hónapig tart a tél, éppen azért mindent hó takar, a rügyek a hó alatt erősen készülnek az életre, sőt néhol kinyílt virágok kandikálnak ki a hótakaró alól.

2. *A hókristály szerkezete.* Bennünket azonban most a hó, a legkevesebb ember által ismert művészi szerkezete miatt, esztétikai szempontból érdekel. Erre a német származású középkori nagy hittudós, Nagy sz. Albert († 1280) terjesztette ki először figyelmét. Szerinte a hókristály csillagalakú (*figura stellae*). Bővebb tájékoztatást Nagy Olav uppszalai érseknek «*De variis figuris nivium*» című könyvében (1555) találunk. «Inkább bámulatba ejt — mondja —, mint kutatásra sarkal a tény, hogy a természet ezeket a parányi tárgyakat miért és hogyan látja el a művész számára megközelíthetetlen rajzokkal.» Észreveszi a jégvirágok szépségeit is, amelyeket utánozhatatlanoknak mond, habár művészek poharakon, serlegeken, csipkében néha az utánzásra próbát tesznek. Rajzai azonban kezdetlegesek; közülük csak kevés-

ben tűnik fel a hókristály jellegzetes formája. Ezt Kepler látta meg először, aki 1611-ben megjelent munkája címében már *a hatszögű hóról* (de nive sexangula) beszél. Decartes és Erasmus Bartholinus dán fizikus után Hooke Róbert angol természettudósnak köszönhetünk legtöbbet, mert vizsgálódásaihoz először használt mikroszkópot.

A hókristály mikroszkópikus képe. A hókristály művészi kiállításának eredményesebb megismerése azonban csak a tökéletesebb mikroszkóp birtokában volt lehetséges. Azok között a természettudósok között, akik éveket szenteltek a nagy türelmet igénylő munkának, Bentley amerikai s főként Glaisher Angol természettudósnak köszönhetünk legtöbbet. Ez a hangyaszorgalmú angol tudós 1855 február 8-tól március 10-ig nagy önfeláldozással állandóan a hókristályok szerkezetét vizsgálta. Kevés ember tudja méltányolni ezt a rendkívüli munkát, mert kevesen tudják, hogy ez számára mennyi szenvedést jelentett. Mivel a finom kristályokat a test melege is összerontja, hideg helyen dolgozott. A finom vonalak megfigyelése miatt egészen közel kellett hajolnia s a testből sugárzó hő éppen a legnehezebben megfigyelhető vonalakat rögtön eltüntette, azért a szoba hidegét még fokozni is kellett. De a nagy türelem győzött. A kiszemelt kristály egy részét összpontosult figyelemmel rögzítette, didergő kézzel nagyjából lerajzolta, s a szabályos felépítés miatt a többi emlékezetből könnyen pótolta. A kész rajzot minden részletében újabb megfigyeléssel ellenőrizte. Munkáját Hellmann német természettudós folytatta.

A már kész rajzok gyűjteménye korántsem meríti ki a természetnek a hókristályokban mutatkozó formagazdag-ságát. Még kevésbé tarthat számot arra, hogy művészi ki-vitelükről hű képet adjon. Pusztán csak nagyon szerény bepillantást enged abba a tüneményes világba, amelyet a

szabad szem egyformának lát, voltaképen pedig a legnagyobb változatosság rejlik benne. Mert bár a 3—4—5 oldalú gúlának, oszlopoknak, egyszerű vagy kombinált hasáboknak, lemezeknek, csillagoknak és a többi forma összekapcsolásából keletkező különféle alakok főbb csoportját különböztetjük meg, valójában ahány kristály, annyi alak.

Csodálatos tündéri kiállítás! Parányi voltukat méreteik jelzik. A 0.01 mm vastag és 2 mm átmérőjű csillagos kristály már a nagyobbak közé tartozik; súlya 2-3 mg. S ezek a parányi tűkből összerakott apró alkotások telve vannak a legtüneményesebb szépségekkel (11. ábra). Ha az összes formákból kiválasztjuk a csillagokat és jól szemügyre vesszük, kidolgozásukat figyelmesen megnézzük, mennyi finom árnyalatot és eltérést találunk bennük.

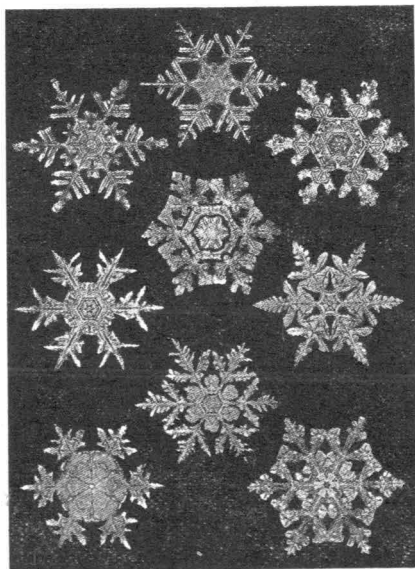
Alle Gestalten sind ähnlich, doch keine gleicht der andern
Und so deutet der Chor auf ein geheimes Gesetz.¹ (Goethe.)

Hasonlítanak abban, hogy a főkéülők 60°-ú szögben metszik egymást. Belőlük ugyancsak 60°-ú szögben mellék-
kéülők ágaznak ki. Egyéyként azonban nagyon eltérnek egymástól. Az egyikben a központi díszítés elenyészően csekély, de annál szebb a kerület. A másikban a központ és kerület egyforma ékességgel kelti fel a figyelmet. A kerület díszé itt egyszerű vagy összetett kereszt, ott kör vagy virág, amott levél, a negyediknél csillag. A fő- és mellékkéülőkben két-két légüres cső mutatkozik, végükön egy-egy légüres gömböcske. Sok kristály kiálló ágacskaik egy-egy parányi levegőszemecskét rejtegetnek, amelyek gyémántként csillognak. Sötétebb helyeik még sok ismeretlen díszítést sejtetnek, azonban itt is úgy vagyunk, mint a csillagos ég szemléleténél. Mikor azt

¹ Minden forma hasonlít a másikra, de nem azonosak egymás között s így az egész kar titkos törvényt sejtet.

hisszük, hogy ismerjük titkait, kitűnik, hogy még mindig a műszer gyenge. A további díszítések felkutatását itt is csak a még tökéletesebb mikroszkóp szerkesztése után lehet várni.

S micsoda tömegben készülnek ezek a remek kristályok ! Német tudósok kiszámították, hogy 1886. dec. 19—22 között



11. ábra. Néhány csillagalakú hókristály.

egy havazás alkalmával Németország területén annyi hó hullott, hogy a megolvasztására szükséges 960 billió kalória meleg 172,095.000 lóerőre berendezett gépeinket egy álló évig munkában tartaná. Azt is kiszámították, hogy a jelzett négy napon kb. $4 \cdot 10^{19} = 40,000.000.000.000.000$, azaz negyventrillió hókristály esett. Mit akarnak mondani a nagy számok ? Ha figyelembe vesszük, hogy míg millió másodperc

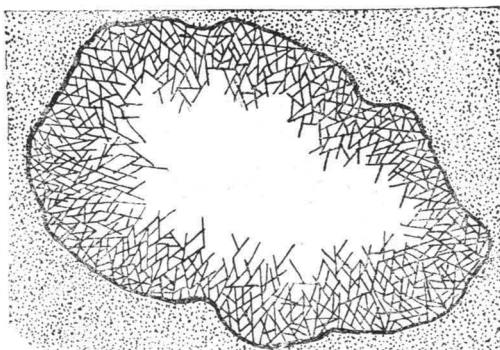
12 nap, milliószor millió = egy billió másodperc már 33.333 év. S így egy trillió perc milliószor billió év alatt telik el. A Szentírás többször említi, hogy a hó szépségével Istent dicséri. Abban a kórusban tehát, amely Alkotójának öntudatlan hódolattal adózik, a hó egy maga ilyen rengeteg imádkozóval szerepel.

3. A télnek nem utolsó szépsége a *jég művészete*. Megnyilvánul elsősorban a módban, ahogy a megdermedés, az élettelenység szimbolumából a vízi élet meleg takarója készül.

A téli hideg beálltával u. i. a vízben lévő éles és a hideg levegő harcra kelnek egymással. *Mors et vita duello confixere mirando*. A levegő a víztől meleget akar kicsalni, a víz pedig menteni akarja a menthetőt az élet számára, és csak annyit ad át, amennyit éppen át kell adnia. Lehűlt felső rétege erre megnehezedik, lesüllyed s más réteg áll a fronton. Hővesztesség után megnehezedve az is alászáll és új rétegnek ad helyet. A rétegek e szabályos váltakozása addig tart, amíg az egyik el nem éri a $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot. A fel- és lejárásnak akkor végeszakad. Eddig a hővesztesség kisebb térfogattal, nagyobb súllyal járt, ezentúl a hidegebb réteg kiterjed és könnyebb lesz. Tehát az a törvény, hogy a meleg a testeket kiterjeszti, a hideg összehúzza, a meleg test könnyebb, a hideg nehezebb, a vízre csak a $+3.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig érvényes. Ebben a pillanatban a hideg víz kiterjedtebb, könnyebb és így nem süllyed alá. Most már tetszése szerint hűlhet a levegő. A felső réteg olajként födi a tó tükreét s védi az alatta lévő vizet. S milyen nagyszerűen készül maga a jég! A part mentén úgy kezd képződni, hogy egy bizonyos pontból temérdek parányi tű fekszik a víz színére; 60° -nyi szög alatt egy második, egy harmadik stb. csatlakozik s rövid idő múlva a tó tükre össze-vissza helyezett jégtűk benyomását teszi (12. ábra). Így jön létre az élet és dermedtő halál küzdelméből a tó téli tükre, a jég; át-

látszó, akár az üveg és sok helyen síma, mint a csiszolt gyémánt.

Hogy a billiónyi túhalmaz belső szerkezete más szépséget is rejt magában, ezt Tyndall angol fizikus († 1893) úgy mutatta ki, hogy jéglaapon elektromos fényt bocsátott át. Rövid idő múlva gyönyörű kép tárult hallgatói elé. Az elektromos lámpa fénye elérte azt, amire emberi kéz képtelen: behatolt a jég parányai közé, melege a jeget olvasztani kezdte



12. ábra. A befagyni készülő tó jégtüi.

s a tábla belsejében végbemenő változások eredményeként, szebbnél-szebb kristályok mutatkoztak a felfogó ernyőn. Minden kristálynak szembetűnő sajátága ismét csak a hatszöges sík. A kristályok közepében a sötét pont onnan van, hogy a jég a víznél nagyobb térfogatú lévén, olvadáskor a jég térfogata csökken s a cseppé zsugorodott víz a középpontban helyezkedik el.

Igy készül és ilyen művészi kiállítású a télnek a hó mellett második meleg takarója, a jég. Kemény, mint a kő. A folyókra fektetve órisái szekerek dübörögnek át rajta. S ha a hó egyszerű takarója a télnek, a jég valóságos dunna. Alatta

a halak és víznövények nyugodtan élhetnek, a befagyás ellen biztosítva vannak. Sőt minél nagyobb a hideg, annál erősebb kéreg szövedik följük, amelyen a külső hideg át nem hatolhat. S egyúttal a fagyás korlátozása más bölcseséget is jelent. A világ háztartásának állandóan szükséges jégkészlete kb. 4.000.000.000 km³. Ha azonban ez az összes folyók és tengerek korlátlan fagyásával tetemesen megszaporodnék, a nap melegének a földre sugárzott energiája az óriási jég-tömeget föl nem olvaszthatná s a növényi, állati élet elpusztulna.

Istennek ekkora bölcsesége nyilvánul meg a hóban és jégben. S szép gondolat, hogy az Alpok jég- és hókoszorúi közt a chamonix-i kápolna szentélye felett ez a találó szentírási hely figyelmezteti az embert Istennek a legkevesebb figyelemre méltatott teremtményeiben megnyilvánuló hódolatára :

Jég és hó dicsőítétek Istent.

A tengerfenék művészete.

Az élet formáinak igazi gazdagságába a mikroszkóppal enged bepillantást. Vele sikerült megállapítani, hogy a szabad szemmel látható állat- s növényvilág csak csekély része a még ki nem kutatott tenyészetnek s egyúttal a természet szépségeinek.

Az élőlények ezidőszereint ismert legparányibb alkotásai a baktériumok. Mindenütt óriási számban találhatók. A gyümölcs lemosása után a víz 1 cm³-jében 6,000.000 nyüzög. Az iskolalevegő m³-e több milliónak ad tanyát. Méretük parányi. Az influenza bacillust az emberrel és a föld területével hasonlítva össze, a bacillus nagysága úgy viszonylik az ember magasságához, mint az utóbbi a föld 40.000 km területéhez. Ha olyan tornyot akarnánk építeni, amely magas-

ságában annyira meghaladná egy ember magasságát, mint ahogy az ember meghaladja a bacterium megatherium-ot, annak a toronynak $150.000 \cdot 1,5 = 225.000$ m-nek, vagyis



13. ábra. Egy vízcsepp, a legkisebb állatkert.

225 km magasnak kellene lennie (valamivel több Budapest és Pozsony távolságánál!). Pedig a $10 \mu (= \frac{1}{1000} \text{ mm})$ hosszú bacterium megatherium, amint neve is mutatja (nagy baktérium), elefántja a baktériumoknak.

Vagy vegyünk mikroszkópi vizsgálat alá a folyóvíz, az állott kútvíz egyetlen cseppjét (13. ábra). Milyen eleven,

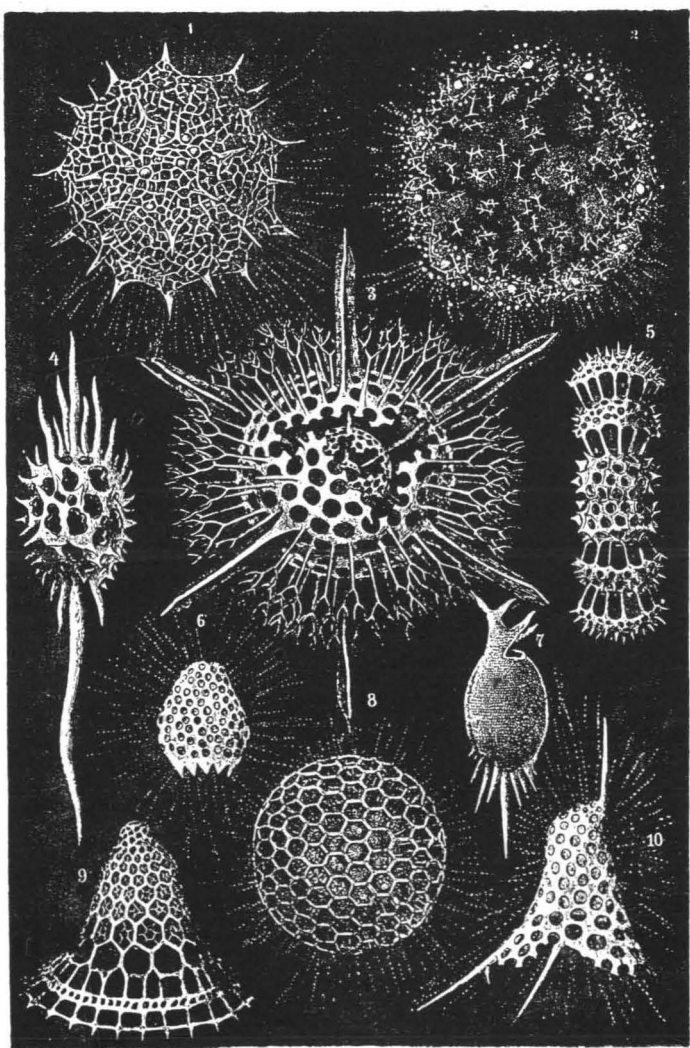
nyüzsgő élet tárul szemünk elé. Apró napálatkák és különféle infuzóriumok, fonálkák és egyéb parányi élőlények gazdag változata tölti ki a mikroszkóp lencséje alá eső néhány mm²-nyi teret.

A nedves föld, a nyirkos fal sárgavörös és zöldes darabja : tócsákkal borított, vízerekkel átlukgatott és élőlényekkel telt mocsár. Ahol a vízből szemeink semmit sem vesznek észre, ott — mondhatjuk — a kiterjedt tavak tükrei csillognak, mert hiszen a benne élő növényekre és állatokra nézve, amelyek egy vesszőnek $\frac{1}{200}$ sőt $\frac{1}{1000}$ részei, a harmatcsepp Balaton, a vízparány kis tavacska s a kezünkben tartott fal-törmelék kicsinyített Finnország.

A tavak, a folyók, a patakok iszapjának egy parányi részében is az egysejtű moszatok végtelen száma tanyázik. Egyenként még a mikroszkóp is alig mutatja, de billió, trillió számban a havasokat zöld, piros, sárga színben pompázó vérmezőkké változtatják, a mocsarakat kiszárítják, a tavak szegélyét eliszaposítják. A zürichi tó egy rákfájának petéi a roppant víztömeget csillogó porral fedett óriási tükörlappá változtatják.

Aki éppen számuk iránt érdeklődik, tudja meg, hogy a Kongó vagy a La Plata háborítatlan ösvilági lápjainak 1 cm³ területén 40 billió él belőlük. Aki bírja, képzelje el, mennyi van belőlük összes folyóinkban !

A szabad szemmel láthatatlan élők igazi otthona azonban a tenger. Fenekét mérhetetlen iszap borítja. Ha a víz eltűnnék róla, öt földrésznél terjedelmesebb sivatag mélysége tárulna elénk, s a számom felhőbe nyúló homoktölcséreket keverhetne. A nagyító alatt minden porszeme új csoda. Az egy-egy parányi élet egykori védőpajzsának, most üres koporsójának anyaga jórészt ugyanaz a kovakő, amiből a hegyi kristály áll. Az élet ezt szánta tündérpalásznak a tenger



14. ábra. Sugárállatkák.

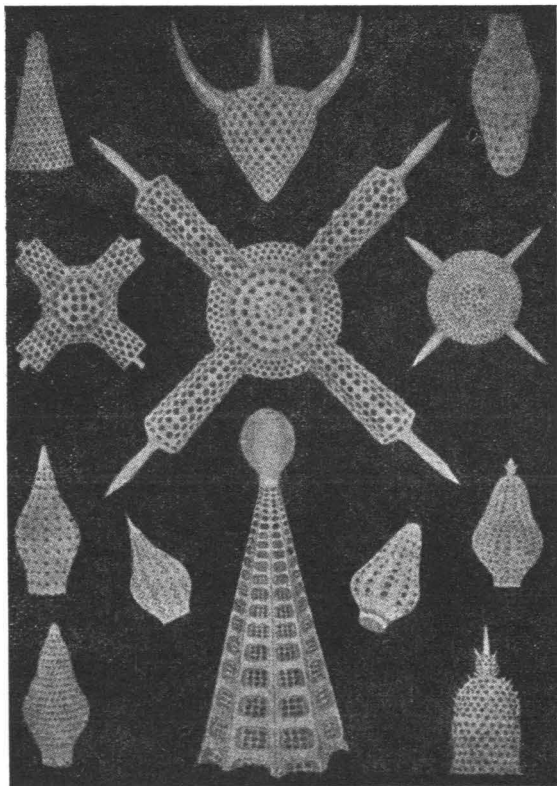
éjszakájában tartozkodó aprólények számára, amelyektől évezredekkel előbb nyüzsgött a tenger hatalmas vízoszlopa. Amióta pedig elpusztultak, az aláhullott héjak a fenékén vastag iszappá sűrűsödtek, sziklákká keményedtek, vagy éppen kiemelkedve, terjedelmes felföldet alkottak. Trinidad szigete radiolária-csontvázakon áll. Karlsbad, Berlin, Norvégia nagyrészt diatomácea-talajon épült. Sőt sokkal közelebb is szemlélhetjük a tengeri iszap múzeumává vált részletét. Amikor u. i. a közsörűs kést élesít, millió évekkel előbb élő tengerlakók porhüvelyével keresi kenyerét. Sőt névjegyeink sima felületén mi is tengeri állatok kagylóit hordjuk zsebünkben.

* * *

A sugárállatkák (radiolaria, radius = sugár, radiolus = sugárka), a legbámulatosabb kiállítású élőlények. Számuk rendkívül nagy. A Challenger-expedíció a tengeri lények felkutatásakor (1872—76) rájuk is figyelemmel volt s tíz évi munkával 4318 faj, 739 nem leírását tette közzé. S a fajok nagy száma mellett kivitelük valami gyönyörű. A parányi lényekkel a tengerfenék minden mm²-ére a művészi alkotások elképzelhetetlen tömege van elöntve. Aki hallott valamit a középkori főurak híres művészekkészíttette remekeiről s először lát mikroszkóp alatt néhány radioláriát, az azt hiszi, hogy Cellini műremekei vannak előtte. De kivitelük százszorta művészből (14. ábra).

Épületekük a kovatű. Ezek hozzák létre a változatos formákat. Ha valamelyitek azt a feladatot kapná, hogy gömbtervezeteket készítsen, hamar kimerülne a találékonysága. A rajzolóművész is hamar kifogyna a tervekből. No egy radiolaria-albumban annyi s olyan gömbformákat találtak, hogy sejtelmek sem volt róluk. Más fantasztikus alakok: pajzsok, csipkék, rácsok, kannák, tálak, sisakok, kosaracsók

laternák, bogáncsrózsák, varsák, keresztek, korongok, csészek, csattok, boglárok, tornyok és más sok ezer semmihez



15. ábra. Fantasztikus alakú sugárállatkák.

sem hasonlítható, egészen sajtáságos csecsebecsék. De minden forma elegáns, bámulatos szépségű (15. ábra).

Rajzaiknak nem volna szabad hiányozniuk egyetlen iparművészeti iskolából sem, mert a motívumok olyan gazdag,

kiaknázatlan kincsháza van bennük, aminőt emberi képelet ki nem gondolhat.

A *diatomácedk* (διατέμνω = szétvágok, διάτομος = szétaprózott) $\frac{1}{3} = 3$ mm nagyságú, egysejtű növényi szervezetek. Egyenként, vagy fonalakká tömörülve élnek. Későn télen, vagy kora tavasszal a folyó fenekén látható barnás szlű, bársonyos terítő diatomácea-szőnyeg. Szaporodásuk rendkívül gyors. Ivadékuk 4 nap alatt 140 billióra rúg. Ennek megfelelően számuk a tengerben rendkívül nagy. Néhány cm^3 térre 40—50.000 millió esik belőlük. S mégis mindegyik tokja milyen remekül van kidolgozva! A rajzok teljes tisztaságukban csak a savakkal kezelt pánceleokon láthatók, ahol a bordák, sávok, sugarak, csillagok össze-visszaságából egy-egy gyönyörűen tervezett mozaik — a mellékelt ábrán megváltásunk jele — áll elő (16. ábra). Díszítéseik fáradhatatlan kutatója Möller. Páratlan nagy szorgalommal összeállított munkája az *Universum Diatomacearum Moellerianum*, amelynek legkisebb képe is remekül bizonyítja Istennek a legparányibb alkotásban megnyilvánuló nagyságát.

Ludit in exiguis divina potentia rebus,
Maximus in minimis cernitur esse Deus.

* * *

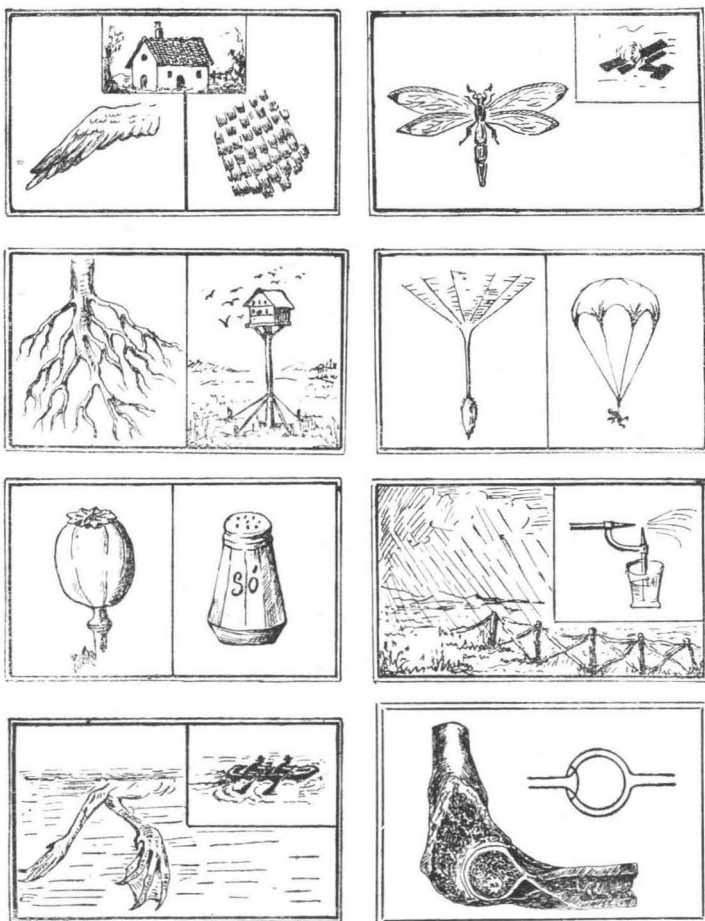
Ha az eddigiek után valakinek az a gondolata támadhat, hogy a mesébe illő formákkal a természet haszontalan munkát végez, mert pl. a radioláriákat és diatomáceákat a tenger mélye fedi, s parányi alkotásaikat a hókristályokkal együtt szabad szem nem is láthatja. A hókristályok továbbá már estükben eltorzulnak; ami megmarad, porrá esik, a szél tovaragadja, végül pocsolyává lesz. Nem annyi-e ez, mintha valaki esztergályozott fával vagy remekműví bútorokkal fütene?

Aki így beszél, az azt hiszi, hogy a radioláriák, diatomáceák és a hókristályok elsősorban vagy éppen kizárólag gyönyörködtetésünkre készülnek. Nem! Azok azért szépek, mert alkotójuk a szép kimeríthetetlen forrása, akinek szépet alkotni nem nehéz, művésziatlent készítenie lehetetlen. Munkácsy Mihály annyira irtózott a művésziatlentől, hogy nem



16. ábra. Egy diatomáceatok fedőlapjának rajzolata.

tudott hibás képet nézni; ha tehetségében állott volna, minden torz alkotást elpusztított volna. S akkor a minden szép kútfejétől telnék ki valami olyannak a létrehozása, ami művészi szempontból kifogás alá esnék? A helyes kérdés itt csak az lehet, hogy minden szépben és jóban mily gazdag lehet az, aki még a tengerfenék porszeméit, vagy az eltapadásra szánt kristályok miriádjait is műremekeknek készíti. Vagy hogy milyen szép lehet ünnepi köntösében, a megszentelő kegyelemben az Isten képére teremtett lélek, ha az élet-

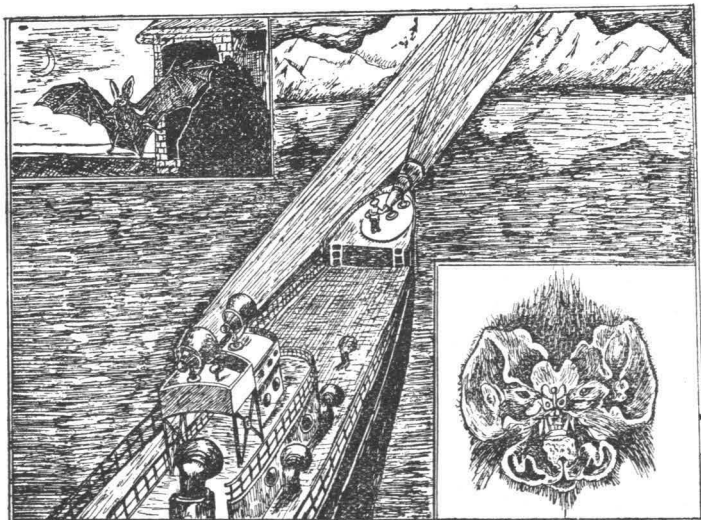


17. ábra. ... egy-egy gondolatnak elmés megvalósítása.

telen anyag ily gyönyörű formában jelenik meg, s az élet kezdetleges formája is tündérpalotában lakik.

E parányi alkotásokról azonban csak az alkotó magá-

nak tökéletes fogalmat, aki az esztétikai szépségükön kívül azt is észreveszi, hogy mindegyik egy-egy gondolatnak bravuros megvalósítása. (17. ábra.) Házainkon a cserepek elhelyezése azonos a madár- vagy a lepkeszárnyon a tollak és pikkelyek elhelyezéséhez. A legtökéletesebb repülő mellett messze elmarad az ember találmánya. Mi a galambdúcot



18. ábra. A technika álma s a patkósorrú denevér orra.

kötelekkel erősítjük meg; a természet óriási fákat erősít meg sokkal bravurosan, mert kötelei nem is látszanak. A hókristály vagy az oroszlánszáj termése ejtőernyő. Sótartónk a mákfej utánzata. A virágpermetezőben s az esőben egyugyanazon gondolat valósul meg. Ugyanazon mozdulatok viszik előre a csónakot és a ludat. A mechanika számtalanszor használt dióüzlete szervezetünkben előfordul. Az első «sommargibile» a gömbhal (Tatisdon hispidus), az első mikroszkóp

a vízcsepp, a legtökéletesebb zár az osztriga kagylókerete, a fogó őse a rák ollója, a legelső szivattyú a szívben található ; mielőtt *Savart* megszerkesztette volna az első szirént, a tücskök régesrégén használták a mezei koncertben. A legmodernebb technikának álma, hogy valami érzékeny készülékkel felfogja a jéghegyekről visszavert sugarakat és így elejétvehesse a Titanic-szerencsétlenség megismétlődésének, a patkósrú denevéren régen megvalósult. Ez a csunya állat mindent ki tud kerülni, mert a közeli tárgyakról jövő légrézgeket csunya orrának bőrlebernyegcskéivel megérzi. (18. ábra.)

A diatomáceák és radioráriák minden emberi szellemet fölülmúló leleményességgel készült tengeralattjárók. Pl. a diatomáceák mesterien oldják meg a feladatot, hogy páncéljuk szilárd és amellet könnyen mozgatható legyen. A szilárdságról gondoskodik a páncél anyaga, a kovasav, amelyből az acél is alig-alig tud néhány parányt lehorzsolni. Mivel azonban csak váza van a páncélnek s a fölösleges részek kitöltetlenek, a páncél lehelletszerű takarója a benne rejlő életnek. S az egész felszerelést igen elmés szerkezet hajtja tovább. A természetkutatók sokszor leírták a diatomáceák testét, lerajzolták a testükön végighúzódo s a két végén csavarban végződő csövet s csak legutóbb vették észre, hogy a csavaros csövön kiszorított víz hatása a turbina erő kifejtésével egyenlő. Tehát minden diatomácea egy-egy turbinával van felszerelve. Ez a szerkezet a látszólag mozdulatlan diatomáceát aránylag nagyon gyorsan mozgatja : az 1 mm hosszú és 0.02 mm széles diatomácea 12 másodperc alatt 1 cm utat tesz meg. Ennek arányában a 200 méter hosszú és 15 méter széles hajónak 12 másodperc alatt 200 km hosszú utat kellene megtennie. S ugyan hol van a technika még ettől a teljesítménytől ?

* * *

Az eddigiekből látszik, hogy az is milyen rossz úton jár, aki csak a nagyarányú természeti tűneményekben fedezné fel s kívánná látni Isten képét, hasonlóan Illés prófétához, aki Hóreb hegyén az Úrral szeretett volna találkozni. A hegyre érvén, hatalmas szél kerekedett. A fákat kicsavarta, a sziklákat lehengette. A próféta úgy vélte, hogy ez az Úr ereje. Földrengés következett s a próféta azt hitte, hogy abból kell az Úrnak szólnia ; de újból tévedett. A földrengést követte tűzből sem szólt. Végre lágy szellő susogott, s az Úr megszólította őt. Illés a paláttal befödte arcát s belátta, hogy az Úr nemcsak a hatalmas természeti tűneményekkel szólhat hozzánk, hanem legparányibb alkotásaiban is láthatjuk képét és hallhatjuk szavát.

A természet törvényeinek összhangja.

A FORMASZÉPSÉG a természet tökéletességeinek csak jelentéktelenebb része. Törvényeinek fontosabb másik tulajdonsága a bennük rejlő csodálatos összhang. E mindent átfogó összhangból kifolyóan a Nap és legtávolabbi csillaga, a fű és a Szíriusz csillag között összefüggés van. Szemünk szerkezetéhez a szabadszemmel nem látható égitesteknek is van közük. Szervezetünkben az egyik erő sietteti, a másik lassítja a vérkeringést: a vér *lgy* kering kellő ütemben. Egy erő a Nap felé húz, hogy az életet adjon, a másik távoltart tőle, hogy hője össze ne perzseljen. Ez az összehangolás eredményezi az egész természetnek egyensúlyi állapotát. Ha egyetlen erő, pl. a nehézkedési erő megváltoznék, az egész világ elvarázsolt kastély lenne, amelyben sem égen, sem földön semmi sem volna a maga helyén. Nagyobbodása esetén a földön minden kelleténél súlyosabb volna. A fák ágai már a bimbók súlya alatt letöredeznének. Testünk súlya miatt járni nem tudnánk. Az esőcsep elől menekülni kellene. A jég szem *egyenesen* kézigránát volna. Viszont ha a nehézkedési erő kisebbednék, a feldobott kő porszemként, támasz nélkül, a levegőben libegne. A felhők elillannának a föld közelségéből. Eső többé nem permetezné vetéseinket. A tenger víztartalma cafatos rétegekben szökkenne el tőlünk s a bazilika kupoláját a legkisebb szellő játékgömbként hajtaná faluról-falura.

A különféle erők szembeszökő összhangja az is, hogy minden eredményt az összes tényezők békés együttműködése

biztosít. A természet osztályai, a szervesek és szervetlenek, növények és állatok között nincs emberi értelemben vett osztályharc. Minden élet rászorul a szervetlenekre, mert kálium, nátrium stb. a tápláléka. Táplálékhoz minden csak úgy juthat, ha a földet eső öntözi. Eső csak akkor van, ha a vizet a levegő felemeli s újra a földre engedi. Ezt a munkát a levegő csak a Nap hatása alatt teljesíti. Tehát a növény kedvéért teljes felszerelésével az egész naprendszer munkában áll.

Das Stäubchen, selbst der unfruchtbare Stein,
Indem er sein Gesetz hat, muss er wirken
Und tätig für das grosse Ganze sein. *(Goethe.)*

A természet összhangja mégis a szervesek életének következő két mozzanatában mutatkozik legjobban :

1. Minden élőlény szervezett egység, benne minden rész az egészért fárad. A szerves világ főelemei : a szén, oxigén, hidrogén, nátrium, klór, kálium, foszfor, kén, kalcium, magnézium és vas élő sejteket adnak, azok szövetté alakulnak, a szövetekből csont, bőr, szem, kéz, porzó, levél, szírom, gyökér lesz. Külön képességeivel mindegyik az egész szervezetért dolgozik. A szív nem önmagáért dobog. A gyomor nem önmagának emészt. Az izmok nem önmagukért fáradnak. A gyökér nem önmagának szív vizet. A levél nem önmaga számára készített táplálékot. Valamennyi az egész szervezet jólétét mozdítja elő.

2. A szerves világ összhangjának másik megnyilvánulása, hogy minden működése mindig olyan cél érdekében történik, amely a dolgok valóságos rendjében még nem létezik. A növény összes életműködése a virágért történik. A virág minden szerve a termésért fejlődik. Mintha a karmester élete előtt vezényelne s Napoleon születése előtt irányította volna az ütközeteket. «Bárhová tekintesz az egész világban, min-

dennek a belőle nem magyarázható irányítottság az anyajegye» — mondja Kant. «Melyik állat, melyik növény nem viseli magán annak kezenyomát, akit Plato örök mérnöknek nevez?» — kérdi Voltaire.

Ezt a kettős harmóniát szemlélteti az emberről és a növényekről szóló két következő fejezet.

A természet csodája, Isten dicsőítő éneke.

Igy nevezték a régiek az embert és méltán nevezték így, mert minden porcikája befejezett remek, szervezete pedig valóban csodája a természetnek. Ha valamihez hasonlítani akarnám, azt mondhatnám, hogy szervezetünk nagy hozzáértéssel készült valóságos gyárüzem.

* * *

Főntartója a *szilárd váz*, melynek különben vaskemény anyaga itt hajlékony, mint a vessző. Amint az összhangzatos eljárás biztosítására minden cégnek van üzletvezetősége, s minden nagy üzemben van központi felügyelet, szervezetünk sem lehet el az agyra bízott kettős feladat nélkül. Elhelyezése és felszerelése a fontosságnak megfelelő. A test egyes részeiből állandóan kapja a jelentéseket, amiknek összesége a közérzet, és ennek megfelelően küldi parancsait mindenhová. Az érzőszervek útján a nagyvilágból őt érdeklő dolgokról is tudomást vesz, s a híradás szerint intézkedik. Jól szerelt mellékállomása a kisagy, erősen védett kábele a gerincvelő. Az egész szervezetet behálózó idegrendszerről valami fogalmat alkothatunk magunknak, ha meggondoljuk, hogy a nagyagy 600 millió idegsejtből, a hozzájuk tartozó rengeteg idegrostból áll, mely utóbbiak a fülben, orrban, nyelvben, izomzatban, belekben, bőrben különféleképpen felszerelten vég-

zódve a fotografálás, a kémlelés, olajozás stb. bonyodalmas tevékenységét indítják meg és irányítják. A $\frac{1}{2}$ mm látóideg 80—120 ezer, a szürke agy egymilliárd idegsejtből áll. Nem kis tökéletessége a berendezésnek az, hogy minden részlete, pl. akár az egész világot befogadó szem és fül, milyen kis helyen elfér. A másik nagyobb tökéletessége a nagy pontosság, amellyel a vezetékek a benyomásokat veszik és a parancsokat közvetítik. Tudvalévően a járás, légzés, evés és sok más, éppen az életföntartás legbonyolultabb működései, a lélek tehermentesítése céljából automatikusan folynak le. S öntudatos tevékenységünkben az idegrendszer pillanatról-pillanatra milyen bonyolult munkát végez a legtökéletesebben! Hiszen csak a látóideg mennyi behatást szállít az agyba, amikor szemeinket egy virágoskerten végigjártjuk. Mennyi szín, mennyi árnyalat, mennyi forma rajzolódik szemünkre s mi azt mind elemezzük és élvezzük. Vagy mennyi behatást szállít a központba a hallóideg, ha egy erdő szélén merengve hallgatjuk a tenyészet életét, a madárvilág zenéjét, a fák zúgását, a bogarak dongását, a méhek zümmögését, a távoli harangok hangját s a forgalmas utak zörgő, dobogó, prüsszölő zaját. Az idegrendszer mindezt úgy vezeti, hogy a különféle behatások a valóságnak teljesen megfelelnek. S végigmehetnénk az összes érzőszerveken: mindegyik ezerféle változatban veszi és szállítja a benyomásokat, a felvevő központ egyszerre kiváltja az összes fény-, hang-, tapintás-, íz- és szagingernek megfelelő érzetet. Vagy a gyakorlott zongorajátékos idegrendszerének minden parányi része pillanatonként mennyi feladatot old meg! Vigyáz az ütemre, leolvassa a hangjegyeket, azokat időtartam és hangmagasság szerint leméri. Közben egy idegen kulcs, egy új előírás változtatja a menetet. Emellett pillanatról-pillanatra a billentyűkön néha egyszerre 10 ujjnak egymástól való pontos távolságát

kell megéreznie. Van művész, aki ezek mellé költeményt szaval, a hallgatóság halk beszédjére figyel, közben a jelenlevőkről is tudomást szerez.

Ezenkívül az idegrendszer szabályozza azt a sok felszerelést, amely a gyár jókarbantartásáról gondoskodik.

Ilyen felszerelés a *gyomor*, ez a legbonyolultabb *kémiai laboratórium*, amely arra vigyáz, hogy a szervezetbe idegen anyag ne kerüljön. Az állati és növényi fehérjealkatrészek u. i. egymástól nagyon eltérnek. A szervezet számára ezeket a gyomor készíti el: faji jellegüket elpusztítja s elemeikre bontva a felszívásra alkalmassá teszi. A gyomor fala a lenyelt étel ingerlésére rázó mozgásnak indul (perisztaltikus mozgás), melytől az étel a gyomorfalhoz rázódik. Ugyanakkor a gyomorfal mirigyei pepszinből és erősen hígított sósavból álló nedvet választanak ki, amely a táplálékot feloldja s a felszívásra alkalmassá teszi. (Pl. a fehérjét a pepszin sósav jelenlétében peptonná változtatja.) A gyomornedv azonkívül fertőtleníti, sőt a romlott étel bizonyos fokig a gyomorban elveszíti legalább is ártalmas, romlott voltát. Főként a sósavnak van itt nagy szerepe; tehát ugyanaz a folyadék, amely minden élőt megmar, a fémeket megtámadja, a csontot feloldja, a *gyomrot* érintetlenül hagyja, mert az, mikor a sósavat fejleszti, egyúttal a gyomorfalat kémiai ellenszerrel vonja be. Ez már aztán igazán bravúros teljesítmény! Ha valaki azt állítaná, hogy ólomkatlanban ólmot olvaszt, vagy fakatlanban fát éget el, lehetetlennek mondanók. S íme itt lehetséges, hogy a húskatlan a húst megemésztve maga sértetlen marad, sőt még a húsnál szívósabb dolgokat is szétszedi. Tehát olyan bámulatos munkát végez, mintha a fakatlan nemcsak fát égetne, hanem ólmot, sőt aranyat olvasztana.

Ilyen a *vese*, ez a tökéletes *szűrőkészülék*, amint régi neve mondja: Cribrum benedictum, áldott szita, amely a vízfeles-

leget és a bomlási termékeket átengedi, eltávolítja, de a szükséges fehérjéket gondosan visszatartja. A vér u. i. mint a köztisztaság felügyelője, mindenütt összeszedi a hulladékot, átadja a májnak, tüdőnek és vesének. Ezek a még használható anyagot visszatartják, a többit kidobják. A kettős munkát a szív, e legtökéletesebb szivattyú végzi, amely az egész üzemet mozgásban tartja, sőt saját mozgató izmainak frissességéről is gondoskodik.

A máj a szervezet éléstára és fűtőberendezése ; különféle táplálékot halmoz fel, tartogat s bocsát a szervezet rendelkezésére. Ilyen termék pl. a cukor. A vér cukortartalma közönségesen 0-1% ; a 0-3%-on túl a szövetek nem tudják felhasználni, tehát a vese mint haszontalan anyagot kiválasztaná s a legdrágább tápláló anyag veszendőbe menne. A szervezet ezen úgy segít, hogy a fölös cukrot a májba elraktározza. S még hozzá milyen elmésen? Maga a cukor hamar erjedésnek indul, tehát romlandó. Ezért a szervezet helyette a vele egyenlőértékű, de nem romlandó kémiai anyagot, a glikogént halmozza fel. Mikor a szervezetnek hő, vagyis cukor kell, a májban inger érkezik. A jelre bőséges erjesztőanyag keletkezik, a cukorrá alakult glikogént a vér széthordja.

Mindez *rendes körülmények közt* történik így. Rendkívüli esetekben mennyi eltérés, különös megoldás iktatódik be az egész vonalon ! Pl. az anyai méhben lévő magzat a táplálékot egyenesen az anyai vérből kapja. A magzatnak nincs vele semmi veszélye. A megszületéssel az állapotnak vége szakad, s működésbe lépnek az eddig még nem használt, de már előre elkészült gyomor s a bélcsatorna. De az anyai szervezet most meg arról gondoskodik, hogy az újszülött feladata ne legyen nagyon nehéz. A születés utáni napokban az anyai emlő ebből a célból tej helyett egyelőre valami különleges összetételű anyagot választ ki ; ez a kolosztrum. Tápláló

értéke kétszer akkora, mint a tejé, tehát kevesebb elég belőle. Alkotórészei fehérje, zsír, cukor és különféle sók, de valamennyi külön e célra készítve. A fehérje pl. vérfehérje, semmi dolog nincs vele ; a bélfalon keresztül egyenesen a vérbe szűrődik át. A következő napokban a vérfehérje fogy, helyette megjelenik a tejfehérje, a casein. A kolosztrum azonkívül igen bőven tartalmaz védőanyagokat a külvilág baktériumai-val szemben. Több védőanyagot közvetít, mint amennyi saját használatára az anyai testben van. Így történik ez mindaddig, míg az új szervezet maga nem képes önmagát ellátni táplálékkal és védőanyaggal.

* * *

Szóval ennek a csodálatos gyárüzemnek minden részecskéje megérdemli a figyelmet. S ahol a természet alkotásainak nagyszerű voltáról van szó, ott a test szervei nem maradhatnak említés nélkül. Hozzá tartoznak a természet szépségéhez és Isten nagyságának bemutatásához. Rájuk gondolva mevezte Galenus pogány orvos anatómiai munkáját olyan helyes érzékkel Isten dicsőítő énekének. Ez a sok szépség támogatta Belle Károly idegfiziológus hitét, «aki — sírfelirata szerint — halandó testünk csodálatos épületét páratlan elmével, türelemmel és eredménnyel magyarázta s legnagyobb fölfedezéseiről mégis csak akkor nem gondolkodott lekicsinylőleg, ha azoknak a hatalmas Teremtő végtelen bölcsességéről és jóságáról önmagában és másokban keletkezett fogalmát kellett mélyíteni».

A szilárd váz.

Ha az utca kövezetén egy mecklenburgi ló elcsúszik, csak úgy reng a talaj, mikor térde a kőre csapódik. Azt hinné az ember, hogy vagy a ló csontja, vagy az utca köve törik

porrá. Ám a ló a következő percben felugrik és továbbmegy. A mészáros acélbárdja több helyen kicsorbul; néha egész darabok pattannak le róla a csont széttörésekor. Ásáskor a földből csontok kerülnek elő, amelyekkel az enyészet századokon át nem bírt. Ilyen szilárd anyagból van szervezetünk fönttartó váza, a csontváz; a csontanyag kőkeménységét a csontföldből és a mészsóból veszi, az acél rugalmasságát egy enyvyszerű anyag adja hozzá.

Az anyag szilárdságán kívül elosztása és a csontok ki-
fejlődése is a külön célnak megfelelően történik. A szervezet minden csontjának u. i. más és más a rendeltetése. A gerincoszlop a bordarácsozattal a tüdőt és a szívet védi. A fej-, halánték- és homlokcsontok az agyvelő, a szem és a fül védelméről gondoskodnak. Az állkapocs a fogaknak nyújt erős alátámasztást. A fogak az eleséget őrlik. A lábszár- és a medencecsontok nagy terhet hordanak. S a különféle célok-
nak megfelelően különféle képen fejlődik ki a csontváz minden része. Azok a csontok, amelyek üreget zárnak (koponyacsont), vagy nagyobb izmok támaszai (vállcsont, medence) aránylag vékonyak, ellenben azok, amelyek nagy terhet hordanak, tömörek, nehezek, vastagok.

* * *

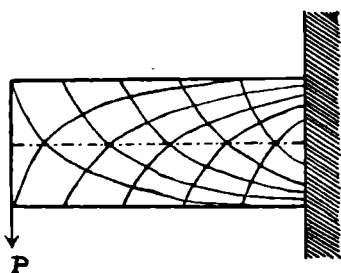
A csontváz erősségét szolgálja továbbá a csontok össze-
illesztése. A koponyacsontok cikkcakkos szélei varrás-
szerűen ereszkednek egymásba, a nevük is varrat, sutura. Számukra külön szövet, a varratréteg képződik. Rendelteté-
sük az agy védelme. Aki látta, hogy hordárok és kofaasszo-
nyok milyen terheket cipelnek fejükön, annak a koponya-
csont erősségét nem kell külön bizonyítani.

A csontösszekötés másik módja a kétféle ízület. A *dió-
ízület* abban áll, hogy a gépeknél két érintkező felület közül

az egyik tokja a másik forgó felületét szilárdan befogja. A *forgóízület* pedig két hengres csont fejét foglalja össze. Szervezetünkben az ízületvégek és ízületgödrök felülete a köszörült üvegnél simább; simaságát fokozza az ízületi tok belső falán kiválasztott ízületi nedv. Rendeltetése ugyanaz, mint a gépek ízületeire csepegtetett olajé: kitölti a felületek egyenetlenségét s így a mozgató erőt a surlódás nem emésztí.

Ismeretes továbbá, hogy két nedves üveglemez a simaság, meg a légmentesség miatt milyen erősen tapad egymáshoz. A csontízületek összetartását is a légüresség fokozza. Ha a nyúl combízületéről a szalagokat levágjuk s az állatot lábánál fogva felemeljük, combja nem esik ki az ízületből. De ha az ízületet megfúrjuk, szétesik, mert a fúrás helyén a levegő beáramlásával az összefüggés meglazul.

Izületeink azonban még mással is felkelthetik a mechanikusok irigységét. A szilárd talajra eséskor a csontok felületei nagy erővel ütődnek egymáshoz és a merev csontok mégsem törnek izzéporrá. Ez azért van, mert a csontok ízülő felülete



19. ábra. ... az erő az ú. n. erő-vonalak mentén hat.

kékezzslnú, porcogó réteggel van bevonva. A csontokra ható lökés a porcogón feszítő erővé alakul át. Tehát kb. az a szerepük, ami a vonatoknál a kocsitűközőké.

* * *

A csontanyag, a csontok célszerű fejlődése és az ízületek erőssége nem adják a

csontváz szilárdságának teljes magyarázatát, s főként arra nem vetnek kellő világot, hogy néha *kis csontok* is miként vihetnek olyan *nagy terhelket*.

A fizika szerint 1 kg súlynak 1 m magasba emelése egységnyi munka. Tehát a 70 kg súlyú hegymászót a 2000 m magas hegyre lábai 140.000 mkg munkával cipelik fel: a láb apró csontjaira ez a munka nehezedik. Hát még milyen nehéz munkát végeznek a munkásember vállcsontjai, aki naponként reggeltől estig 7—8 m magasba 70—80 kg súlyú gabonaszákokat cipel föl.

Ezt a teljesítményt a csontok mechanikai szerkezete magyarázza. A csont szerkezetében ugyanis két részt különböztetünk meg: az egyik a substantia spongiosa, az orsós csontok hüvelye; a másik a substantia compacta, az orsós csontok belső része, amelynek a közepébe a csontvelő van beágyazva. Az orsócsontban a substantia spongiosa látszólag minden rend nélkül egymásra fektetett apró lécek tömege, pedig ez az összevisszaság az építészet csodálatraméltó alkotása.

A mechanika mutatja, hogy a vízszintes gerendára kötött P súly, vagy a felülről ráható erő a gerendát nem mindenütt húzza vagy nyomja egyformán: az erő mindkét esetben az úgynevezett erővonalak mentén hat (19. ábra). Ha tehát az építő egy ilyen célra szánt gerendát készít s azt kevés anyag felhasználásával kívánja minél erősebbé tenni, akkor a legnagyobb ellenállóképességről az erővonalak mentén gondoskodik.



20. ábra. Az ember lábcsonthajnak erővonal-vázlata.

Ez a terv valósul meg a csontokban is. Az egész csontváz összes csontjaiban a *substantia compacta* szerkezete pontosabb megfigyeléssel az erőműtan szabályai szerint készült remekmű.

Cuvier francia természettudós († 1832) csodálta először a csontváz fölépítését. *Culmann* (1821—1881) matematikus azt is észrevette, hogy a finom csont-lemezek a sztatika törvényeinek megfelelően fekszenek s a legügyesebb technikus sem tudna célszerűbb hidat szerkeszteni, ha nagy nyomással vagy húzással kellene számolnia (20. ábra). Az ember felső combfejéből vett hosszmetsetet összehasonlítva azzal az erővonal-vázlattal, amelyet a mérnök hasonló alakú fölvonógép számára szerkeszt, azt találjuk, hogy a lemezek iránya és a keresztezősszögek a vázlat szögeinek teljesen megfelelnek.

* * *

Úgy-e mennyi joggal énekel a zsoltáros: «Uram, csontjaim mondják, ki hasonlít hozzád?» (Zsolt. 34.)

A vérkeringés.

Az élet fönntartásához szükséges, hogy legparányibb alkotórészeiben a szervezet folyton megújuljon s a káros bomlási termékektől megszabaduljon. Ezt a munkát a vér végzi, amikor a tüdőben, a gyomorban, a bélben felvett táplálóanyagokat rendeltetési helyükre szállítja, az egész szervezetben összeszedett bomlási termékeket pedig a tüdőbe, vesékbe, májba szállítja.

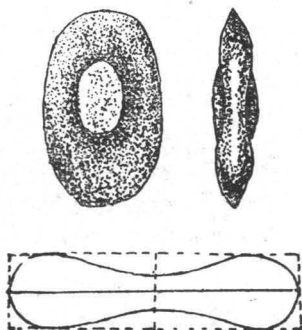
* * *

A vér alkotóelemei. Amit mi vérnek mondunk, az nagyon sokféle anyagnak csodálatos összetétele. Köztük a legismertebbek a piros és fehér vérsejtek. Egyetlen terület, ahol a

fehér és vörös nem halálos gyűlöletet és ellenségeskedést, hanem nélkülözhetetlen békés munkát jelent szervezetünk.

A *piros vérsejtek* kiszáradva, csillag- vagy gömbformát vesznek föl, a szervezetben lapjukról nézve ellipsziseknek, elülről tekintve kétoldalon kidudorodott borbélytányérok-nak látszanak (21. ábra). A nagyító alatt vérben úszkáló aranytallérok benyomását teszik. Színük azonban csak a tömegben piros; egyébként zöldbe hajló sárgás színűek.

Hőmérsékük 37.5°C . Sűrűségük 1.06, tehát a víznél súlyosabbak. Méreteik rendkívül parányiak. Egynek-egynek a hossza $7.5\ \mu$, legnagyobb vastagsága 2.5, legkisebb vastagsága $1.08\text{--}2\ \mu$. Felületük $0.000128\ \text{mm}^2$, köbtartalmuk $0.000000072217\ \text{mm}^3$. Súlyuk $0.0008\ \text{mg}$. Hogy valami fogalmatok legyen az itt található méretek parányi voltáról, gondoljátok el, hogy egy közönséges kis gyufaskatulyába 500 ezer



21. ábra. Piros vérsejtek.

millió darabot lehetne belőlük elraktározni s nyolcmillióhat-százezer drb nyomna annyit, mint a golyózásnál használt egy kis golyó.

Amilyen parányi a méretük, olyan rengeteg a számuk. Egy mm^3 vérben átlag 5,000.000 piros vértest úszkál. A szervezet öt liternyi vérében körülbelül 25 billió van s így a parányi felület mellett is körülbelül $3250\ \text{m}^2$ területet adnak. Csodálatos dolog! Az ember termete $1\frac{1}{2}\ \text{m}$ magas és szervezete mégis $3200\ \text{m}^2$ tálcán kapja a földolgozott táplálékot, a levegőt s mindazt, amit a szervezet megkíván. Csak ezzel a fölülettel tudja a vér elvégezni a szervezetben neki osztály-

részül jutott nagy föladatot. Sőt ha a szervezetben a legkisebb baj van, a piros vértetek száma jóval emelkedik. Mintegy varázsűtésre új sejtek teremnek és állanak munkába a baj megszüntetésére. Az új megvágásakor rögtön ott teremnek, ahol a fal áttört: összefognak, hogy megakadályozzák a vér kiömlését. Sok elpusztul közülük, de az utolsó halottak végre is elfogják a nyílást és a vért visszatartják.

S mint a jó munkásnak, nekik is a szívtósság főjellemezőkük. Hideget és meleget egyaránt bírnak. A véredényből kikerülve, tovább élnek s ha visszajutnak a vérbe, tovább dolgoznak. Hideg helyen 4—5 napig megtartják életképességüket. A meleget is állják, de 52° C-nál föl bomlanak.



22. ábra. Fehér vérsejtek.

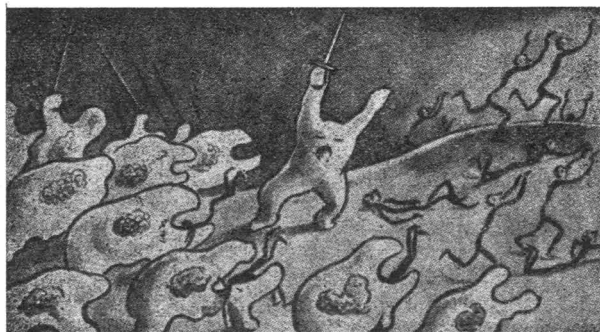
* * *

A piros vérsejtek mellett munkájuk kiegészítésére gömbalakú, szemcsés, buroktalan magú és sejtvezű *fehér vérsejtek* is vannak (22. ábra).

Számuk egy mm³-ként 5—10.000 között váltakozik. Összes vérünkben közönségesen 50 milliárd él belőlük. Szükség esetén számuk megnövekszik. Átmérőjük 0.005—0.019 mm. Feladatuk a szervezetnek minden kártékony anyagtól való megvédeése. Ha valamelyik fehér vérsejt idegen

anyagra talál, átfogja, megemészti és ártalmatlanná teszi; utána nyúlványokat bocsát ki magából s azokkal továbbhalad. Ha egyedül nem bír vele, mellette teremnek segítőtársai, s az ellenséget *viribus unitis* megrohamozva oldják meg a föladatot (23. ábra.)

A piros és fehér vértetek számaránya egyénenként és az életkor, hőmérsék, egészségi állapot, a nem, táplálék-fölvétel, táplálószeres, valamint a szervezet minősége szerint ugyanazon egyénekben is változik ; rendes viszonyokra értve átlagosan 1 : 335 körül ingadozik. Tehát a több millió vörsejt a szervezetben úgy képződik, hogy minden 335 piros



23. ábra. ... az ellenséget megrohamozva oldják meg a feladatot.

vörsejtre egy fehér vörsejt esik. Vagyis, ha egy mm^3 vérben 5,000.000 vörsejt van, rendes körülmények között és átlag a fehérek számát 13.000—14.000-re tehetjük.

* * *

Az eddig felsorolt elemek azonban sem nem egyszerű, sem nem kizárólagos elemei a vérnek.

Nem egyszerűek, mert mindegyikük igen sok elemből van összetéve s a természettudomány ezidőszertint még sokkal szerényebb eszközökkel rendelkezik, mintsem hogy e téren kutatásai után pontot tehetne. Például a piros vörsejtek piros színüket a hemoglobin nevű, erősen vastartalmú festőanyagtól veszik, melynek elemei pedig

α) a globin néven ismert fehérjeanyag,
 β) a hemochromogén, a vér tulajdonképeni festőanyaga,
 γ) a hematin, a hemoglobin vastartalma, ugyanaz az anyag, mely mint hematit, vasrózsa, vöröserc s egyéb szebbnél-szebb kristályairól ismeretes. Ennek segítségével képes a vér a tüdőn keresztül haladva a levegő oxigénjét felvenni. És végül
 δ) a hemin, a vérnek legidőállóbb eleme; jellegzetes kristályai ezért töltenek be a törvényszéki tárgyalásoknál olyan fontos szerepet. Bármilyen régi a vérfoltgyanús pecsét, ha mikroszkóp alatt 2—3 csepp ecet- és konyhasókeverékben üvegre tett vakarékában a hemin-kristályok megjelennek, a gyanús pecsét kétségtelenül vérfolt maradéka. Még az egyiptomi múmiák kiszáradt véréből is sikerült ilyeneket előállítani.

A piros és fehér sejtek nem is kizárólagos elemei a vérnek. Rajtuk kívül a vérben részint kristályformában, részint oldott állapotban igen sok ellentest, védőanyag van. Vegyelemzésük még nem sikerült. Egyrésztük állandóan jelen van, másrésztük esetről-esetre jelentkezik. Főadatuk a szervezetre nézve kártékony anyagok semlegesítése. A bakteriolyisin például baktériumokat pusztít, a hämolysin és cytolysin idegen vértestek és sejtek ellen védenek. A toxin (az élő elpusztulása nyomában keletkezett mérges vegyi összetételek gyűjtő neve) hatását az antitoxin ellensúlyozza. A précipitin a fajilag különböző állat vére elleni védelem. Egy sereg védőanyag az emésztést pótolja. Mivel u. i. a táplálék szervezetünk számára nyers anyagok halmaza, a vér földolgozás, emésztés nélkül egy morzsáját sem juttathatja a szövetekbe. Ha tehát a táplálék injekció útján jut a vérbe, a gyomor helyett a megfelelő ellentestek végzik az emésztést.

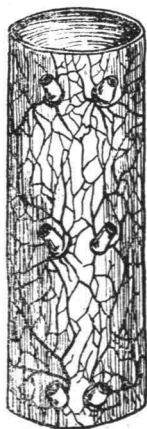
Az eddig említett elemek egy önmagában is nagyon komplikált összetételű világossárga folyadékban, a vérnedv-

ben (plazma) úsznak ; a véredényrendszerben keringenek, amelynek középpontja a szlv. Öt liter vérből három liter a nedv, két liter a többi alkotórész : ennyi a szervezet pótolhatatlan és azért nagyon megbecsülendő folyadéka, a Szentírás nyelvén az *anima carnis*, Vergilius szókincsében *anima purpurea*. Élet csak vele lehetséges. Ha megromlik vagy veszendőbe megy, pótolni semmivel sem lehet.

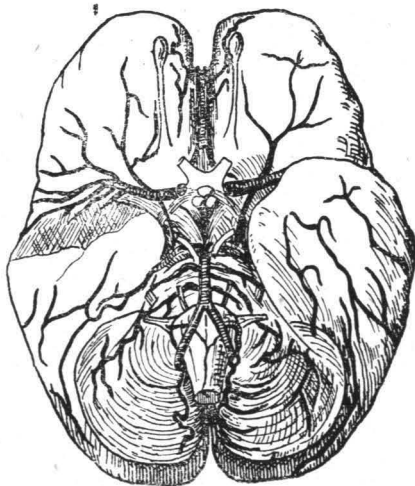
Azt a kis patakot, mely a szívet hajtja,
Ha egyszer elapadt, ki nem pótolhatja
Óceánja vérnek. (Arany.)

A véredények.

A szívből jövő véredények az aorták, elágazásai az ütőerek (osztóerek, artériák) és a hajszálerek. A visszamenő erek pedig a gyűjtő-, vivőerek vagy vénák.



24. ábra. Aorta.
6 ütőérkiágazással.



25. ábra. Az agy ütőere.

A főütőér az össze véredények törzse, neve: aorta ($\alpha\sigma\tau\epsilon\omega = \alpha\epsilon\lambda\pi\omega = \alpha\lambda\pi\omega$ fölegyenesíttek, fölfelé irányítók; $\alpha\sigma\tau\eta$ = a vérnek fölfelé irányító ere). Átmérője a torkolatnál $3\frac{1}{2}$ cm. A szívből kilépve, fölfelé tart (a. ascendens), majd lekanyarodva (a. descendens) a mell-, hasmedence környékét látja el osztóerekkel. A legjelentősebbek például a névtelen-, a jobb kulcscsontalatti s a jobb fejütőér (art. anonyma, subclavia, dextra, carotis communis dextra) az aortalvből ágaznak ki.

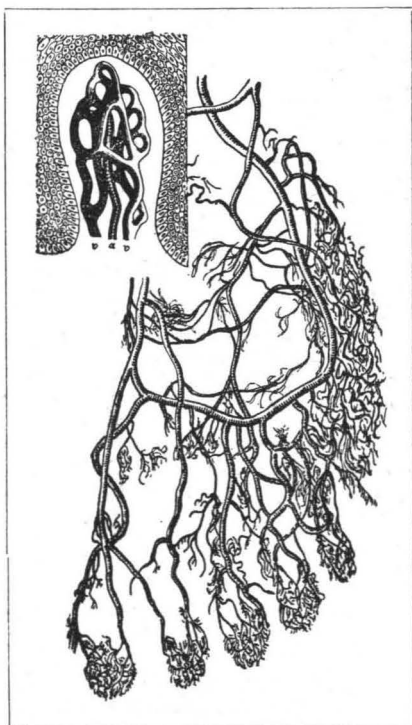
Az aorta kiágazásai az artériák ($\alpha\epsilon\rho - \tau\eta\rho\epsilon\iota\nu$ = levegőt szállítani). A régiek u. i. azt hitték, hogy levegőt szállítanak (24. ábra). — Átmérőik 9— $5\frac{1}{2}$ mm között váltakoznak. Amint az osztóér elnevezés mutatja, mindegyik a maga területét látja el vérrel. A fejosztóerek a fejről (25. ábra), a kulcscsontalattiak a felső tagokról gondoskodnak. A lekanyarodó aortából eredt arteriák az alsó végtagokat táplálják. Ha valahol több vér szükséges, a szív erősebben működik, az arteriák itt kitágulnak, máshol összehúzódnak, hogy ide több vér kerüljön. S a baj megszűntével, újra az előbbi méreteik állnak vissza.

Az ütőerek végső elágazásai s a szervezet tápláló csatornái a *hajszálerek* (26. ábra). Nincs a szervezetnek olyeldugott részecskéje, amelyet föl ne keresnének. Minden izmot, ideget, ízületet, eret, mirigyet útbaejtenek, keresztül-kasul járnak s a hozott kincsből mindenhova juttatnak. A piros vérsejtek a csontokba meszet, az ízületekbe olajat, az izmokba táplálékot, a körömgyökerekhez s a hajszálakhoz szaranyagot, a szembe üvegtestanyagot stb., stb. visznek. S az idő pénz; gyorsan átadják terhüket, éppen olyan gyorsan felszedik a kiválasztás termékeit, s tovább sietnek.

Számuk rendkívül nagy. Tetemboncolásnál az egy mm-es ágak még jól kivehetők, s látszik, hogy tovább osztódnak.

A mikroszkóppal látható $\frac{1}{100}$ mm-es és hálózatban összeszőtt hajszálerek száma már igen sok milliárdra rúg. A csontvelőben és a májban 10—20 μ hajszálerek is vannak. A kis méretek azt bizonyítják, hogy a vérsejtek pályaságukon kívül milyen simák és hajlékonyak, hogy e náluk sokkal keskenyebb vezetékeken olyan könnyen átjutnak. Szármukból pedig az tűnik ki, hogy bár a vér a szívtől távolodva folyton szűkebb csövekbe kerül, tulajdonképpen mindig tágabb ürbe jut, mert az erek együttes keresztmetszete folyton nagyobbodik. Amíg az egész aortában csak 100 cm³ vér fér el, a hozzátartozó hajszálérhálózat 1—2 liter folyadékot fogad be. A meder nagyobb ugyan, de a nagyobb

surlódás miatt a folyás mégis meglassul, mint a széles mederben hömpölygő folyóé. Innen van, hogy a vér, amely a szíven szinte átrepül, az aortában másodpercenként 35—50 cm-nyi utat tesz s az artériákon és vénákon gyorsan átfut, a hajszál-



26. ábra. A lábfej hajszálereinek szövete. Fönt a szövetbe fúródó hajszálér.

érhálózatban másodpercenként csak egy mm utat tud megtenni. Itt tölt legtöbb időt. A millió és millió hajszálérben érintkezik a szervezet billió és billió sejtjével s végzi a fölfrissítést, tisztogatást.

A szív szerepe.

A szív 150 mm hosszú, legnagyobb átfogatban 250 mm széles, körülbelül 300 gr súlyú s vérerekkel keresztül-kasul font, szabálytalan kúpalakú izomtömeg. Alig ökölnagyságú s mindamellett nincs szervezetünknek még egy ilyen fontos föladatot teljesítő része.

A régiek előtt fontossága még jelentékenyebb volt azáltal, hogy az élet minden megnyilvánulását a szívre vezették vissza. A Szentírás sokszor emlegeti s értelmi életünk középpontjába a szívet helyezi. *Homines splene rident, felle irascuntur, corde sapiunt* — mondják a régi latinok. Az emberek lépből nevetnek, epéből haragszanak s szívben gondolkodnak. Ezért a francia és angol nyelv ehelyett: «valamint jól tudni» ezt mondja: «szívből tudni» (*savoir par coeur, to can by heart*). S bár ma tudjuk, hogy egész szervezetünknek s főképen gondolkozásunknak az agy a középpontja, mégis úgy beszélünk, mintha a szívnek szellemi életünkben nagy szerepe volna. Érezzük, hogy amitől húzódozik, azért minden dobbanást milyen terhesnek ítél; viszont amihez boldogságát köti, azért az izmokat agyon fárasztja, az észet falhoz állítja, tisztánlátását elhomályosítja, sőt önmagát is megcsalja.

Mi a szív? — megáradt folyam,
Melyen a szenvedély rohan,
Míg földuzzadnak a habok
S kifordítják a csónakot. *(Mindszenty Gedeon.)*

Látszólag a szív még inkább kiapadhatatlan forrása érzelmi életünknek. Tele van vérrel, de még inkább telve van érzelmekkel, vágyakkal s azok kifürkészhetetlen indítékaival. Minden bűnt a szív érez először: az arc piirja az ő szégyene. Az erénynek a szív örvend először: a nyugodt tekintet vidámságát sugározza. Érzésvilága az egész életet befolyásolja. «A vidám szív virágzó életet

teremt, a szomorúság elszáritja a csontokat.» (Péld. 17, 22.) El nem rontva igen szerény: a legparányibb örömtől szinte táncol boldogságában. Együttal rendkívül erős: mázsás fájdalmakat megbír. Mit nem kell egy szívnek szenvednie, míg meg tud szakadni! — éneкли Byron.

S végül a szív az ember magasabb származásának kézzelfogható bizonyítéka. Az érzelmek végtelen tengerét érzi meg, de semmi véges meg nem nyugtatja, ki nem elégíti. Aki azt hiszi, hogy a művészet kielégít, tekintsen Michelangelóra; ő kijelenti, hogy ami boldogságban része volt, nem festékből és márványból való. Tudomány boldoggá nem tesz; Goethe 75 éves korában mondta, hogy minden tudománya dacára egész életében alig volt néhány boldog napja. A hatalom nem boldogít; Nagy Sándort hatalma tetőpontján elkeserítette a gondolat, hogy még van föld, ahol nem az ő nevében parancsolnak. Szeretet nem boldogít. Petőfi eljegyzése napján mondja, hogy a boldogság tetőpontján van s a reményre többé nincs szüksége; s rövid idő múlva a szeptember vég zuzmarája megrendíti boldogságában. Kincs boldogít? Strindbergtől megtanulhatjuk, hogy nem. Ez a szocialista vezér sokat agitált a munkások anyagi jólétéért s csak élete vége felé vette észre munkájának hiábavalóságát. Belátta, hogy «Európa összes pénzügyminiszterei és cukrászai sem vállalkozhatnának rá, hogy csak egy suszterinast is kielégítsenek. Egy pillanatra boldog, de utána panaszkodik, hogy soha emberrel úgy nem bántak, mint vele». S ez a radikális, szocialista ujságíró halálos ágyán a Szentírásra mutatva, azt mondta leányának: «Ez az egyetlen igaz könyv». Sírfeleiratul ezt kérte: O crux ave spes unica. Üdvözlégy szent kereszt, egyetlen reményünk.

Csak egy van, ami emberi szívet boldoggá tehet: Isten. «Nyugtalan a mi szívünk, míg benned meg nem nyugszik, Uram. Amint a követ nehézsége húzza a földhöz, az embert szíve vonja Istenéhez» — mondja szt Ágoston, a keresztény világnézet legnagyobb gondolkozója. Azért legyen valaki tudós vagy tudatlan, ifjú vagy idős, szegény vagy gazdag, csak úgy lehet boldog, ha szíve állandóan Istenre irányul. Akkor, mint a naphoz igazodó óra, mindig megbízható, minden próbát kiáll, nem siet, nem késik, sem erősebben, sem gyengébben nem ver. S ha végül ez életben csendesen megáll, az örökkévalóságban az Úr újból megindítja.

Stell' himmelwärts, stell' himmelwärts
 Wie ein' Sonnenuhr dein Herz ;
 Denn wo das Herz auf Gott gestellt,
 Da geht es mit dem Schlag, da hält
 Es jede Prob' in dieser Zeit,
 Und hält so bis in Ewigkeit.
 Es geht nicht vor, es geht nicht nach,
 Es schlägt nicht stark. es schlägt nicht schwach.
 Es bleibt sich gleich wohlgemut,
 Bis zu dem letzten Stündlein gut,
 Und steht's dann still in seinem Lauf,
 Zieht's unser lieber Herrgott auf.¹

* * *

Bennünket a szív ezúttal inkább élettani szempontból, vagyis mint a vérkeringés szerve, a vértisztítás kohója, testünk melegének, összes szerveink működésének legösibb forrása érdekel. Ebből a szempontból pótolhatatlan. A vértől duzzadó edényekbe ugyanis csak úgy folyhat a vér és az egész szervezetben csak úgy lehet élet, ha valami az egész véroszlopra nyomást gyakorol és azt előre löki. Ezt a munkát szivattyús szerkezetével a szív végzi. Szerepének jelentős voltát kifejezi az elhelyezése. Tüdőnk kettős bársony kárpítja mögött puha, védett trónuson nyugszik. Mellkas a vára, bordák az őrei. A jelszava: in honore labor. Munkásabb szervünk egy sincs. Első dobbanásával kezdődik, utolsó verésével fejeződik be az emberi élet és a hosszú idő alatt ébrenlétünkben és édes álmunkban, izzó munka között és aléltóságunkban öntudatlan boldogsággal állandóan az életet szolgálja. A kéz és láb pihenhet, a gyomor szünetelhet, a fej egy időre minden gondolattól megszabadulhat, de a szív létének első pillanatától a halálig folyton munkában van. Nagy baj volna, ha csak egy pillanatra is megpróbálná a

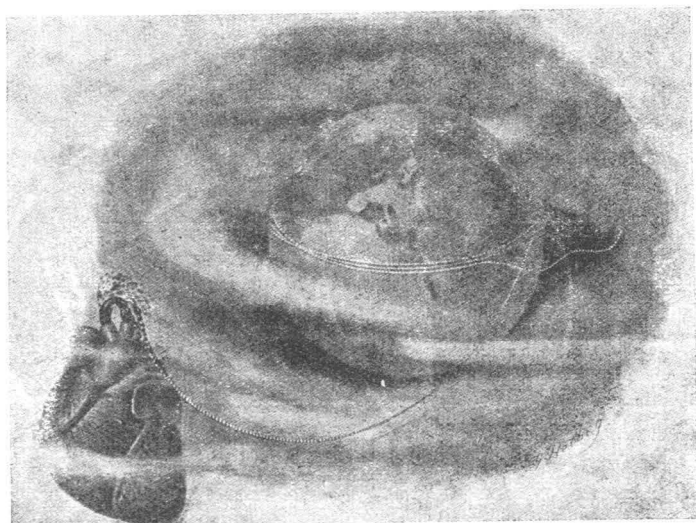
¹ Diepenbrock Menyhért bíboros költeménye, amelyet egy német püspök utolsó óráiban gyakran végighallgatott.

pihenést. Ha valamely tagunk beteg, akkor is neki akad legtöbb tennivalója.

Ha egy üzem két kotrógépe vagy vízszűrője közül az egyik elromlik, a másikat nagyobb hajtóerő szaporább munkára készteni, hogy ugyanannak a munkának megfelelhessen. Ez történik a szervezetben is. Amikor vesegyulladásakor a likacsok eldugulása miatt valamelyik vese rosszul szűr, a szív kétszeres munkával lükteti a kellő vérmennyiséget a bomlási termékek összeszedésére. Sőt megtörténik, hogy az egyik vese nagyfokú feloszlásban szenved és a kiválasztás — ismét csak a szív fokozott tevékenysége miatt — mégis rendes. Ha egy fecskendő billentyűje gyenge s a víz egy része visszafolyik, ugyanazon idő alatt szintén csak nagyobb erővel lehet megfelelő vízmennyiséget szívni. Ugyanaz történik a szervezetben is. Ha valamennyi szívbillentyű hiányosan működik, a szív fala megizmosodik, több munkát végez. A természet tehát itt a szívnek kisebb rendellenességével, elváltozásával ellensúlyozza a nagyobb veszedelmet. Vagy ha a vérben megfogyatkozik a hemoglobin, újra csak a szívnek kell erősebben működnie, hogy ugyanazon idő alatt több vért s benne több piros véresejtet hajtson a tüdőn át a szervezet jókarbantartására. Igaza van a Szentírásnak: «a test élete a szív egészsége». (Péld. 14, 30.)

A szív élettani szempontból jelentős, fizikai egyenértéke is meglepő. Verésének száma percenként 70, naponként 100.000, évente 40.000.000, egy emberéletben 2 milliárd. Tehát többet ver, mint ahányat lépni, ahány szót olvasni vagy ahányat lélekezni tudunk. Minden lüktetéskor 100 gramm vért dob ki magából, egyetlen perc alatt 10 liter vért lök tovább. Mivel 20—60 év között összes vérünk 5—6 liter, percenként az összes vért kétszer áthajtja a vérérendszere. De talán többet mond az előbbi adat, hogy minden szívverés

kb. 100 gr vért mozdíít meg. Ez 70 év alatt 250 millió liter vér szállítását jelenti. A vér 29 mp alatt egyszer, tehát naponta 3000-szer teszi meg körútját. Ha egyszeri útját csak 3 m-nek vesszük, 70 év alatt a 250 millió liter vérnek 230,000.000 mé-

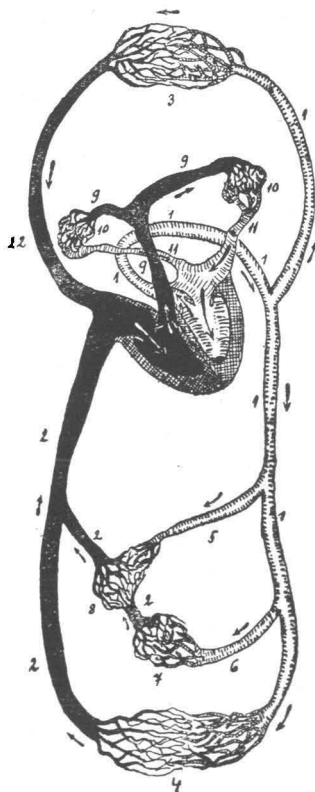


27. ábra. Az emberi szíven annyi piros és fehér vérsejt megy át, hogy egymás mellé sorakoztatva háromszor átfognák a 40.000 km-nyi földegyenlítőt. Az erő pedig, amelyet a szív egy év alatt kifejt a vér továbbhajtásával, egy szívnagyságú tömeget 70-szer körülhordozna a föld körül.

ternyi, kb. a hatszoros egyenlítőt kitévő úton való továbbviteléről van szó. Mennyi vonat képes ilyen terhet szállítani?

Vagy még másképpen, kgm-ben szólva, a szívnek munkája naponta 19.000, évente 6,835.000, egy közepes emberéletben 410,000.000 kgm, amellyel 19.000, illetve 6,835.000, illetve 410,000.000 kg súlyt 1 m magasra lehet fölemelni. Szívünk energiájával egy munkás naponként 160, évenként 58.400 zsák gabonát tenne föl a szekérre. Egy évben

a szív saját súlyával egyenlő tömeget 70-szer meghor-
dozna a föld körül. Ilyen megterhelt munkás létére meg-
érdemli a kíméletet, hogy ne
gyötörjük a lépcsőn rohanva, fő-
lőslegesen szaladgálva, a hegyre
fölfelé sietve, a tornán bravú-
roskodva, amikor 80—100-at is
kénytelen lüktetni. A nehéz mun-
kát nem egy, hanem 50—70—100
évig végzi s ezzel a munkával
már 5,000.000.000 zsák gabonát
lehetne a szekérre fölrakni. S a
munkát végzi anélkül, hogy valaha
megpihenne. Ha kellő kíméletben
részesül, munkáját nyugodtan, ki-
mérten, dallamosan végzi. Nyugodt
mozdulatainak ritmusát az erre
készült eszköznek a szfigmográf-
nak (σφύγμος = lökés) rajza, a
kardiogram kottája mutatja. Moz-
dulatai pontosak, kimértek, túlsá-
gosan megnagyobbodott nyomásra
a hajszálereket megrepeszténé s
ha a nyomás kissé meglassú-
dnék, az élet szünnék meg. Csodá-
latos gépezet! Egész fölszerelése
egy csomó izom, két kamrára és
pítvarra osztott üreg, néhány vál-
takozva nyíló és csukó szelep és
mégis ilyen tökéletes! Egyrészt olyan erőt fejt ki, hogy a
hasonló energiára beállított gőzgép falát néhány mm fémből
kell készíteni s másrészt olyan egyeneletes, finom lüktetések-



28. ábra. A nagy és kis vékör
vázlatos rajza.

kel végzi munkáját, hogy a hajszálér százezred mm vékonyságú falát nem töri át. Tökéletességeinek kikutatására emberi értelem elégtelen. Megismerésére, vezetésére csak az képes, aki alkotta: az Úr, a szívek vizsgálója, (Jerem. 17, 10.)

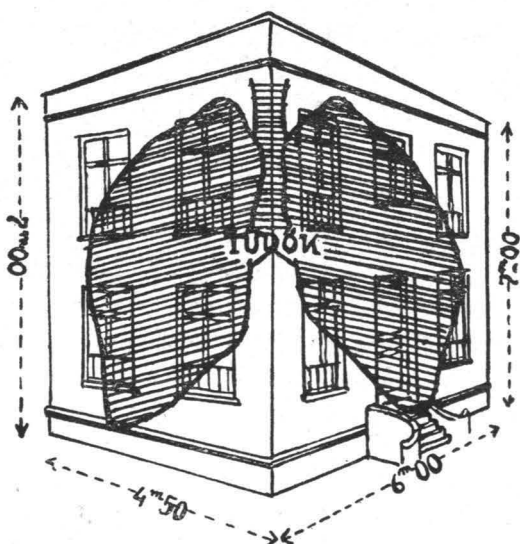
A vérkeringés rendje.

A vér a szövetvényes véredényrendszerben állandó úton a nagy és kis vérkörben kering (28. ábra).

a) *A nagy vérkör* a vér útjának az a része, amelyen a tiszta, piros vérből kiválasztott anyagokkal terhelt kék, vénás vér lesz. Kiindulópontja a szív balkamrája. A belőle kiszorított vér a megfelelő aorta és artériák révén (1) bejárja a felső- és alsótestet. Külön artériák (5—6) vezetnek a belekbe s a májba. A fönt, lent, valamint a belekbe és a májban képzett hajszálerektől (3, 4, 7, 8) az elhasznált vért a vénák veszik át (2) s a jobb pitvarba vezetik, ahonnan a jobb kamrába kerül. A hajszálerek elhasznált vérét a vénák (a gyűjtő, vivőerek) szedik össze. Amint az ütőerek a szívtől távolabb vékonyodnak, a gyűjtőerek a szívhez közeledve vastagodnak. A fej, kéz, láb, vese, máj stb. vénás vagy kék vérét mindmégannyi fővéna fogadja be. Tartalmuk a törzsvénába ömlik, honnan színében és alkotó elemeiben megromolva a szív jobb pitvarába kerül, hogy felfrissüljön. A felfrissülés helye a tüdő, azért a vér a jobb pitvarból a jobb kamrába nyomul s onnan készül a kis vérkör megtételére.

b) *A kis vérkör* a vérnek a jobb kamrától a tüdőig, a tüdőtől a bal pitvarig megtett útja, amely alatt a kék vér újból piros, tiszta vér lesz. A jobb kamrából kiágazó ütőér a tüdő felé (9, art. pulmonalis) két ága hajszálereivel (10) a két tüdőszárny sok millió tüdőhólyagocskából alkotott puha, rugalmas, szivacsos szövetét át meg átjárja. A köztük

kígyózó hajszálerek minden szívveréskor 180 gr vért továbbítanak a tüdőbe. Ezzel a munkatempóval a 70 kilós emberben 24 óra alatt kb. 700 kg oxigént hordanak szét a parányi vörös sejtek, amelyek közül egy-egy csak 0.0000002 mm^3 , 24 óra alatt 0.0003 mm^3 oxigént szállít percenként.



29. ábra. Ha a tüdő csak egyszerű tömlő vagy szövetlap volna.

Miért ilyen a tüdő berendezése? A sok széndioxid eltávolítása miatt a szervezetnek nagy lélekző felületre van szüksége. Ha a tüdő más berendezésű volna, csak egyszerű tömlő esetén mindenki saját nagyságával felérő lélekzőkészüléket, vagy egy házhoz mérten a 29. ábrának megfelelő tüdőlapot cipelhetne maga után. Ez nem volna kellemes dolog.

A természet szerencsénkre úgy oldotta meg a kérdést, hogy a szervezetben a tüdő számára kijelölt egynéhány

(körülbelül 4 dm^3 térfogatot s azt a térfogatot a tüdő anyagának minél mesteribb elrendezésével aránylag óriási mértékben megnagyobbította. A tüdő szivacsos tömegének 150 millió , külön-külön alig $0.03\text{—}0.09 \text{ mm}$ átmérőjű hólyagocskáit (alveolus) egyenként körülbelül egy mikron ($= \frac{1}{100} \text{ mm}$) vastagságú hártya választja el a közük szivott légrészecskéktől. A hólyagocskák belső felszínéhez simuló vér és kívül a vékony választófalakra tapadó légrészecskék között a gázcsera könnyen végbemegy, a sok apró hólyagocska felülete pedig azt eredményezi, hogy az aránylag kis felületű és térfogatú tüdőben mindig kellő mennyiségű vér frissülhet fel. Számítással kimutatták, hogy az embernél minden kg testsúlyra $\frac{1}{2} \text{ m}^3$ lélekzőfelület esik, tehát a 70 kg súlyú ember tüdeje 35 cm^2 lélekzőfelületet rejtget.

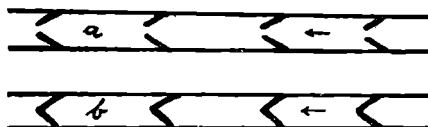
Mivel percenként 70 a szívverések száma, a vér csak 70 -ed percig érintkezik a hólyagocskákkal, de ez éppen elég arra, hogy a kívánt csere megtörténjék. A tüdőhólyagocskákat ugyanis oxigéntartalmú levegő, a falak hajszálereit pedig széndioxidos (CO_2) vér telíti. A vér széndioxidot ad, a tüdőhólyagocskák cserébe oxigént adnak a vérnek. A belehelt levegő alkotórészei $20.93\% \text{ O}$, $79.04\% \text{ N}$, $0.03\% \text{ CO}_2$, a kihelt levegő pedig $16.7\% \text{ O}$ -t, 79.7 N -t, $3.6\% \text{ CO}_2$ -t tartalmaz úgy, hogy a belehelt O -nek $\frac{1}{5}$ -ét a tüdő a vér számára mindig visszatartja s a vér ugyanolyan mennyiségű CO_2 -t ad cserébe. Az így megtisztult vért a tüdővéna két ága (11) visszaszállítja a szív bal pitvarába, onnan a bal kamrába kerül s újra készen áll a nagy vérkör megtételére.

c) *A billentyűk s az ütőer szerkezete.* A vérérendszer két kérdésre kíván feleletet.

Az egyik az, hogy mi biztosítja a vér egyirányba való haladását? A vér egész útján s a szívben is elhelyezett billentyűk. Pl. a pitvar és a kamra közt levő zacskóforma billentyű

megakadályozza, hogy a kamra összehúzódásakor a vér a pitvarba vonuljon vissza. Az aortában az artériák elágazásánál lévő billentyűk 3 félholdalakú hártyából (valvulae semilunares) állanak. Mikor a vízkamrák a vért az aortába hajtják, a vér lendítőereje a 3 lemezt felpattantja s a vér tovább árad. (30. ábra *a*). A kamrák tágulásakor visszahajlott három hártya a vér visszajutását megakadályozza. (*b*).

Bámulatosan egyszerű szerkezet, amely egész életen át sok milliószor nyílik és csukódik s falai a nagy nyomás alatt feszülnek, ami a vér egyirányba való tereléséből áll elő. Aki



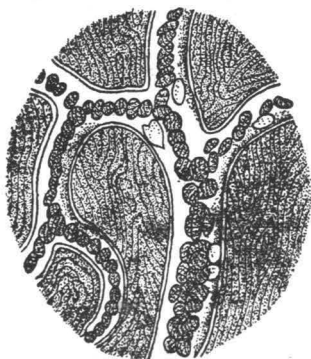
30. ábra. Nyitott és zárt szívbillentyűk.

szívét túlerölteti, billentyűi romlanak meg először. Egy Herkules termetű zsákhordó társai előtt fitogtatni akarta erejét s három telt zsákot tetetett vállaira. Összeesett, rövidesen meghalt. Mikor felboncolták, kiderült, hogy az aorta billentyűje nem bírta a vér visszaható erejét, s kettérepedt. Kisebb baj, ha a billentyűk nem zárnak pontosan. Ilyenkor a szív megnagyobbodik, az üregek kitágulnak, fala megizmosodik — mint ahogy a fokozott munka megvastagítja a munkás karját — s erősebb lökéssel akadályozza meg a vér visszafolyását. Ha nem győzi a fokozott munkát, súlyos zavarok állanak elő.

* * *

Budapest 1676 utcáján 1 millió lakos sűrög-forog. Párizsnak 2470 utcáján, 120 sugárutján, 87 körútján, 146 terén, 31 hidján, 356 átjáróján, 45 partján és 313 zsákutcájá-

ban 4 millió ember törtet előre. Hát még mi van Londonban és New-Yorkban ! S mindez semmi a vörsejtek viselkedéséhez a vérerekben. Aki egyszer látta mozgalmas életüket mikroszkópban, nem fogja elfeledni. Ha London egész lakossága kint volna egy nap az utcán, megállna minden közlekedés. A kórházak tele lennének sebesültekkel. A vérérendőrendszer állandóan mozgásban lévő összes lakossága baj nélkül köz-



31. ábra. A piros és fehér vörsejtek útja.

lekedik. Egyiknek a lábfejen van dolga, a másik a veséhez siet, a harmadikat parancsa a fülhöz irányítja. Mindegyik megtalálja rendeltetési helyét. Teljes biztonsággal csavarodik jobbra-balra, aortából artériába, artériából hajszálérbe, onnan a szövetbe, majd ismét vénába, s a közlekedés minden fönnyakadás nélkül lebonyolódik, mert szépen elsimulnak egymás mellett össze nem ütözve. Ezt szerkezetük hajlé-

konysága biztosítja. S aztán még más valami. Mussolininek Rómában mindössze három utcán sikerült azt keresztülvinni, hogy jövők-menők külön járdát használnak és így ne zavarják egymást. A vörsejtek iránya minden vérérendőben ki van szabva. Egy úton járnak, *ugyanazt az irányt követik*, de az úttesten mozgásterületük ki van mérve. (31. ábra.)

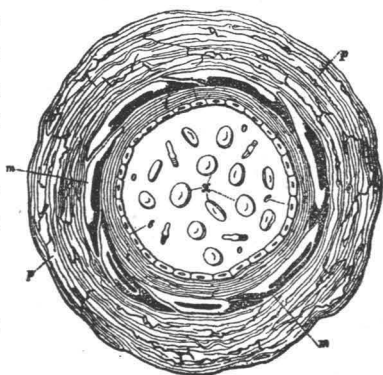
A piros vörsejtek a hajszálerekben egymásután, a tágasabb edényekben egymáshoz tömörülve, s mindig a vérérendő közepén úgy haladnak, hogy az egészet 5 részre osztva a belső $\frac{3}{5}$ részt foglalják le, a külső $\frac{2}{5}$ részt pedig a fehér vörsejteknek hagyják. Ez utóbbiak legfőbb feladata u. i. a szervezetet

az idegen anyagok egy részétől megszabadítani (phagocytek). Tehát számukra a szabad tér biztosítása éppen olyan szükséges, mintha felvonulások alkalmával a mentők vagy a rendőrök részére a tömeg saját érdekében utat tart fenn.

* * *

A másik kérdés az, hogy a szív gyenge lüktetése mikép elég arra, hogy a nagy vérmennyiséget állandó mozgásban tartsa, szétossza, a szűk hajszálerek hálózatára átnyomja, újra összeszedje, a szívtől a fejig, a lábtól a szívig felszorítsa, a surlódást mindenütt leküzdje?

Szerencsénkre a munkának tetemes részét az ütőerek vállalják, mert ha egyedül a szív végezné, legalább 10-szer akkorának kellene lennie. Egy ütőér szerkezete u. i. a következő



32. ábra. Egy ütőér szerkezete.

Az átmetszetnek *o*-val jelzett része a vértestecskek (*x*) útja. Ezt négyrétegű fal veszi körül. A legelső *e*-szövetre az úgynevezett intima (*i*) borul, ami után az erős izomrostokból álló s rugóhoz hasonló gyűrű (*m*) következik. Az egész érnek külső és legvastagabb kötőszövet-takaróját a *p* jelzi.

A négy réteg közül az izomrostos gyűrű a legfontosabb. Ha vérédényrendszerünk merev csövekből állana, a szív minden összehúzódásánál az 5 liternyi s a testsúly $\frac{1}{13}$ -át kitevő vér egyszerre mozgásnak indulna, de az így nyert mozgási energia rögtön veszendőbe is menne. Ezáltal a szív mun-

kája megnehezednék, pillanatról-pillanatra éppen olyan sok kárbavesztett munkát kellene végeznie, mint a lokomotívnek a folytonos megállás miatt. A szív munkájának egy részét azonban a véredények végzik. A vérnek a szív dobbanására mozgásban hozott mennyiségét az ütőerek átveszik s edényfaluk rugalmassága folytán a szív munkája nélkül a kisebb ütőereknek továbbítják. Onnan ugyanolyan erőtakarékossággal jut a hajszálerekbe, ahol az eddig megőrzött energia hajtja végső céljához.

A szem.

A szem leírása. A külső világ egy részéről az anatómiai rétegekből sokszorosán összetett golyó, a szem révén szerzünk tudomást. Külső fehér rétege (sclerotica) és az átlátszó porchártya (cornea) az érhártyát (chorioidea) borítja; tömegét erős, rugalmas, rostokba foglalt ütőér- és vivőér-fonatok teszik. Bennük kering a szemszövetek táplálására szánt vér. Az érhártya elül a sugártestté vastagszik; folytatása a szivárványhártya (iris), közepén a kerek nyílás, a szembogár (látólik, pupilla). A szemgolyó harmadik nagyobb rétege az ideghártya vagy recehártya (retina), tulajdonképpen a szétterült látóideg, a szétágazott idegszálak. A szemgolyó nagy része az üvegtest (corpus vitreum), egy kocsonyás, átlátszó és finom hártyába zárt fénytörő anyag, mélyedésében a szemlencsével (lens), amelyet a Zinn-féle öv (zonula Zinnii) tart szilárdan és szorít az üvegtesthez. Az így felszerelt szemgolyópár a fejcsontok között magasan, mintegy megfigyelőtoronyba kirendelt két őrszem végzi feladatát.

A szem feladata a fényképezőkészülék feladata, s ahhoz hasonlóan sötét szekrényből, optikai lencséből és felfogóernyőből áll. A sötét szekrény a szemgolyó: tömött, fehér, fényes külső anyaga az összes ráeső sugarakat visszaveri, a belső

fekete festékréteg minden sugarat elnyel, s így csak ott van benne világosság, ahova a kép rajzolódik. Lényeges része még a fényérző ideghártya, a felfogóernyő és az optikai lencse. Az első nélkül a legnagyobb fény sem adna látási érzetet. Viszont a fényérző ideg semmit sem érne lencse nélkül, mert a retina nyújtotta világossági érzettel látásunk olyan volna, mint mikor lehúnyt szemmel fordulunk a fényforrás felé. A lencse azonban a retina egyetlen pontján úgy sorakoztatja az összegyűjtött sugarakat, hogy hű kép jön létre. A szem tökéletességéről nagyjából vázolt képet a következők egészítsék ki :

1. A fényképész sokat vesződik a sötét kamra olyan elhelyezésével, hogy a kívánt kép a lemezre essék. Világos, hogy a látás lehetetlen volna, ha a szemnek beigazításáról öntudatosan kellene gondoskodnunk. Ez azonban tőlünk függetlenül történik : két szemünket az idegek és izmok úgy helyezik el, hogy a kép mindkettőben éppen a sárgafoltra esik.

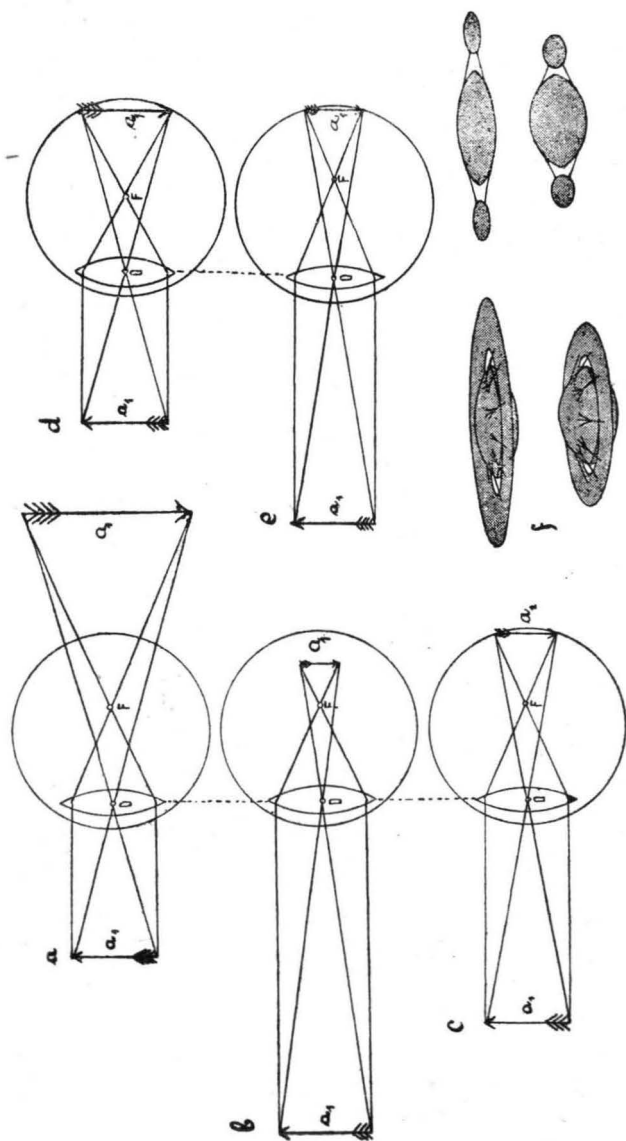
2. A szem az egész életre kapott egyetlen fényérzőkeny lemez, s mert a fény bántja, a homály rontja, mindkettő ellen védelemre szorul. A védelemtől szintén maga a szem gondoskodik.

Erősebb fényforrásra a szemhéjak záróizma a kártékony fényt távoltartja. A szivárványhártya záróizma összehúzódik s az 1 mm-nyire szűkült pupillán keresztül csak a szükséges sugarak jutnak a sárgafolttra. Viszont, ha kevés a fény-sugár, a szemhéjak és a szivárványhártya izmai tágulnak, a szembogár átmérője a 8 mm-t is eléri. Mivel a beeső fény mennyisége a nyílás négyzetével arányos, a szem gyöngé világításnál is 64-szer annyi fényt tud felfogni, mint nagyon erős világításnál, amikor a szembogár átmérője 1 mm-nyire összehúzódik.

3. Optikai törvény, hogy a lencse mögött a kép oly

mértékben távolodik a lencsétől, amennyire a tárgy a lencséhez közeledik. A 33. ábra a b c képein az O lencse ugyanazon helyen van. Jelentése az, hogyha az a_1 tárgy távolodik a szemlencsétől (b) vagy közeledik a szemlencséhez (a), a kép helye is távolodik a sárgafolttól s a sugarak mindaddig nem adnak képet, míg a sugarak éppen a sárgafoltban éles képpé nem egyesülnek (c). Mivel a szemlencsének a fényérző sárgafolthoz való viszonya nem változhatik, s a távolabb álló tárgyak közelebb nem jönnek, a közelebb lévők nem távolodnak: megfelelő berendezés nélkül a tiszta látás még mindig lehetetlen volna. Ezen ismét nem segíthetnénk önmagunk, mert a szemlencse helyét nem lehet a messzelátó lencséjéhez hasonlóan változtatni. Különben nem is tudnánk mit kezdeni a kis méretekkel, amelyekkel a szem dolgozik. Hiszen az 5 m helyett 2·5 m távolság különbsége a szemben 0·025 mm hiba kiigazítását jelentené, ami lehetetlen. S maga a szem a következő módon oldja meg ezt a nehéz feladatot.

A lencse annál erősebben töri a fényt, minél domborúbb, s a megtört sugarak annál előbb egyesülnek képpé, minél nagyobb törést szenvednek. S viszont a kevésbbé domború lencsében megtört sugarak később adnak képet (d e). Mivel a tárgyak majd közelebb, majd távolabb vannak, a látáshoz hol domborúbb, hol kevésbbé domború lencsepár volna szükséges, amit a szem úgy pótol, hogy az egy pár lencsét egy elmés szerkezet a szükséghez képest majd domborúbbá, majd laposabbá teszi. Az ideghártya vagy recehártya elől a lencsét rögzítő szalag (Zinn-féle övecske) révén összeköttetésben van a lencsével. Ez a két szalag a távolranézéskor a lencsét annyira az üvegtesthez lapítja, hogy a sugarak éppen a sárgafoltra esnek. Közelnézéskor viszont a lencse saját rugalmasságánál fogva annyira domborul, hogy a sugarak a sárgafolton egyesülnek (f).

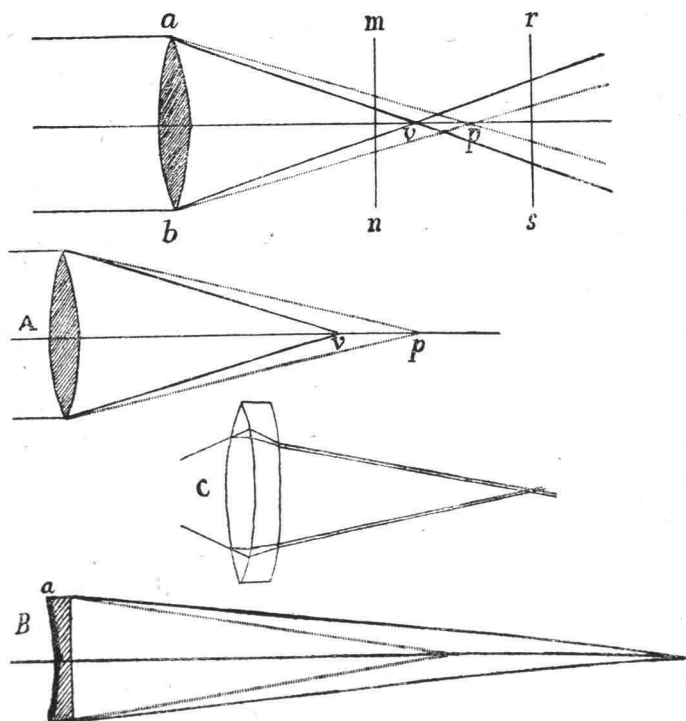


33. ábra. A szemlence alkalmazkodása (a b c d) és a Zern-féle öv (f).

A szem alkalmazkodása a világossághoz. Ha napfényről sötét szobába megyünk, először minden sötét körülöttünk. Előbb szemünk elé tett ujjunkat nem láttuk, később a bútorok körvonalai is bontakozni kezdenek. Viszont mikor hosszabb szobai tartózkodás után kimegyünk, be kell fogni szemünket, míg a szem nagyobb világításához nem alkalmazkodik. Az alkalmazkodás tökéletessége kitetszik abból, hogy szemünk a sötétség után nagyon csekély fény mennyiségre is reagál. S sötétséghez szokott szem 1500-szor érzékenyebb a világosságon lévőnél. Más szóval a sötét szobából kilépve 1500-szor kevesebb fény kelti bennünk ugyanazt az érzetet, mint belépéskor. Kísérletek nagyobb eredményeket is mutatnak. A szemnek még nem ártalmas legmagasabb fény által keltett érzet a legnagyobb sötéttséghez szokott szemben 270.000-szer kisebb ingerre is támadhat. Ha tehát egy nagy teremben 270.000 gyertya világít, a teljes sötétséghez szokott szemre egy gyertya ugyanazt a hatást teszi, mint előbb a 270.000 gyertyafény tette.

A szemlencse tökéletessége. Tudjuk, hogy milyen sok idő múlva sikerült az optikai lencsét előállítani s az anyag csiszolása mennyire próbára teszi a technikust. A nehézség abból eredt, hogy fénytöréskor a színek különféleképpen törtenek meg s gyújtópontjuk eltér. Mivel a kék színnél a sárgánál, a sárga a pirosnál erősebben tör, legtávolabb kerül a piros, legközelebb marad a kék; közöttük ismert rend szerint a többi szín sorakozik. Ez a színi eltérés, amely miatt az *ab* lencse piros sugarai p , a viola sugarak v pontban egyesülnek, s akár az mn , akár az rs ernyőn piros-viola, illetve violapiros gyűrűvel szegélyezett kép keletkezik (34. ábra *a b* lencse). Mikor észrevették, hogy a kisebb eltérés a kisebb töréstől függ, annak pedig a távoli gyújtópont a feltétele, a zavar kiküszöbölésére *Hevel* danzigi polgármester 140 láb gyújtó-

távolságú messzelátóját 90 láb emelőre kötelekkel húzták fel. Hosszú kísérletezés dacára Newton lemondott a színi eltérés leküzdéséről, mert úgy tapasztalta, hogy mihelyt törés van,



34. ábra. A színeltérés problémája a szemben.

eltérés is van. Bár minden szín törésének $\frac{1}{80}$ részével tér el, de éppen elég a tisztalátás megakadályozására. *Euler*, *D'Alambert*, *Clairault* fizikusok szintén eredménytelenül tettek próbát a kiküszöbölésre. Végre kiderült, hogy a fénytörést nem minden anyagban követi arányos fényeltérés. A flint- és

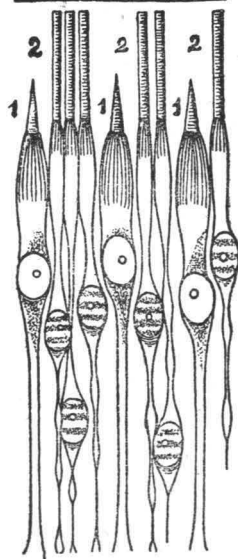
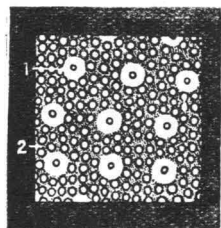
koronaüvegből¹ készült egyenlőszögű prizmák közül amaz kétszer olyan hosszú színeképet ad, mint a koronaüveg, de törése kisebb s így a kétakkora szögű koronaüveg színeképe éppen olyan hosszú lesz, mint az előbbié, de a törés, a sugár-eltérése kisebb. Tehát a törőszögeikkel ellentétesen egymás mellé állított ilyen prizmák segélyével a színi eltérés megszűnik. Végre *Dollond János* londoni fizikus 1757-ben a két-fajta üvegből egy domború és egy homorú lensét színelterés nélkül állított össze. Az *A* gyűjtőlencse sugarai eltérnek: a piros sugarak gyújtópontja *p*, a violasugaraké *v*. A *B* flint-szórólencse éppen ellentétesen engedi át a sugarakat. A két lensét összetéve (34. ábra *C*), a sugarak a koronaüvegben szenvedett törés után a flintüvegbe mennek: ez az előbbi törést kiigazítja, az eltért sugarakat eredeti útjukba visszaterelel és pedig a violát a pirosnál annyival erősebben, hogy a kettős törés után az eltérés megszűnik. A gyújtópont távolabb lesz, mintha csak az *A*, de közelebb, mintha csak a *B* lensében történt volna törés. Ennyi nehézséget old meg a szemlencse, ami éppen nem fizikai tökéletességén múlik. Sőt *Helmholtz* fizikus éppen azzal elégedetlen. «Ha egy optikus nekem olyan eszközt akarna eladni — mondja ő —, amely a szem hibáiban leledzik, munkáját tökéletlensége miatt visszautasítanám.» S szavait annyiszor felhasználják a világ célszerű berendezése ellen, — teljesen igazságtalanul! Mert hiszen a szemlencsének éppen az a tökéletessége, hogy *omnis gloria ejus ab intus*: belül van minden tökéletessége, s külső formátlansága dacára is oly remekül beválik, hogy az optikus *Helmholtz* saját szeméről így kénytelen írni: «Az én saját szemeimet illetőleg természetesen nem teszem az utóbbit,

¹ A flintüveg igen dús, 50%—60% ólomoxid tartalmú üveg. A koronaüveg kevés ólmot tartalmaz, de annál több benne a kálium. Ma optikai célokra mindkettő helyett inkább a jénai üveget használják.

hanem ellenkezőleg boldog leszek, ha minél tovább megtart-hatom». Erről azonban már nem szoktak írni az Úr Isten munkáját Helmholtz tekintélyével és szavaival bíráló bölcsek. Még kevésbé felelnek a zoltáros kérdésére, hogy a szem alkotójának lehetséges-e nem látni (Zsolt. 94, 9.); lehetséges-e élet-telen anyagnak lenni?

A *felfogóernyő*. A szem belseje sárgáspiros felület, véredények szelik át, melyek egy fehéres központ felé tartanak. Ez a szemidegek találkozó-helye, itt tömörülnek az idegvezetékek, hogy a felfogott képről az agyba értesítést küldjenek. És sajátságos, ez a szemnek legkevésbé fényérző pontja (= *vakfolt*). Régen éppen emiatt úgy vélték, hogy a kép nem is az ideghártyán keletkezik. Ma már tudjuk, hogy a természetben minden feladatnak meg-vannak a *maga* munkásai és egyik a másik feladatába bele nem kontárkodik. A vezeték nem felvevő vagy feldolgozó, mint ahogy a telefonvezeték sem fel nem veheti, sem le nem adhatja, csak továbbítja az üzenetet.

Az idegvezetékek az ideghártyát bélelő $60\ \mu$ hosszú és $2\ \mu$ vastag csapok-kal és pálcikákkal vannak összefüggés-ben (35. ábra). Mindegyik sejtmagból és függelékéből áll, azzal a különbséggel, hogy a pálcikák (2) sűrűn egymáshoz szorul-nak, a csapokat (1) udvar veszi körül. Az összes idegvezetékek



35. ábra. A szem felfogó ernyőjének vázlatos rajza.

a vakfolt felé tartanak és pedig úgy, hogy a lencsével éppen ellentétes helyen fekvő pontot feltűnően kikerülik. A kép felfogása ezen a ponton történik. Feléje közeledve a csapok száma gyarapszik, a pálcikáké csökken. Ott pedig tisztán csapok vannak s a pálcikák hiányzanak. Ez a *sárgafolt* (macula lutea), közepe az ideghártyagödör igen sok csappal. Az emberé mm²-ként 160.000, a verébé 444.000, a vándorpatkányé 1,400.000 csappal van ellátva.

A kérdésben, hogy mi a csapok és pálcikák szerepe a kép felfogásánál, s hogy a tudósok miképpen állapították meg a külön szerepkört, eligazít az a körülmény, hogy a sötétben élő állatok retináján csak pálcikák képződnek, a nappali állatok retinája ellenben csapokat növeszt. Ez arra enged következtetni, hogy a pálcikák a világosság, a csapok a színek felfogására vannak jelen. Éjjel szín nincs, tehát a sündisznó, a bagoly színelemző berendezést nem igényelnek. Nappal viszont minden színes, tehát a nappal járó állatok ilyen berendezés nélkül el nem lehetnek. Az éjjel és nappal járó állatok mindkettőre rászorulnak. Tehát a pálcikák világossági érzetet közvetítenek, ellenben a csapok azt elemzik, és a lélek a különbséget színnek fogja fel. Csapok és pálcikák, sárgafolt és az ideghártya többi része jótékonyan kiegészítik egymást. A tárgy hű képe a sárgafolt tiszta képe, környéke ellenben homályos körvonalakat ad. Az elenyésző világosságú csillagot keresve sandítva melléje kell nézni, hogy képe a sárgafolt *környékére* essék, mert a sárgafolt csapjai erre a világossági fokra nem elég érzékenyek. A sötétben kanyarodást, ösvényt szintén csak melléje nézve vesszük észre.

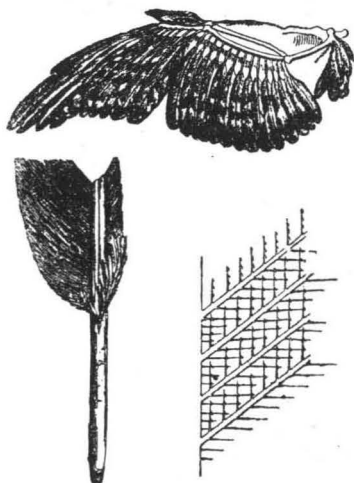
Tehát a tudomány szerint a csapok és pálcikák a látásnak utolsó elemei. Arra azonban a tudomány nem képes feleletet adni, hogy az anyagra esett sugár *miképpen alakul át szellemi képpé*. Ezzel a kérdéssel a tudomány útján meg-

tudható dolgok határán vagyunk, amelyre magasabb helyről, a bölcelettől jön az a válasz, hogy a szem csak eszköz. A látás lényünk szellemi részének, a léleknek munkája.

Nézzétek az ég madarait!

A pünkösd utáni XIV. vasárnap evangéliumában az Üdvözítő a szabad természetbe utal bennünket, s a gondviselésről szólva bölceleti fejtegetések helyett a legközvetlenebb bizonyítékokat szolgáltatja a tárgyához. A nálunk kevesebbet érő lények életében mutatja meg a gondviselés valóságát, hogy mi, akik méltóságban annyira fölöttük vagyunk, hogy kevéssel maradunk el az angyalok mögött, e méltóságnak megfelelő erős hittel bízzunk a Gondviselésben. *Considerate lilia agri et volatilia coeli!* (Mt. 6, 26.) Madár és virág, általában növény egyaránt beszédes bizonyossága a feletünk örökös Hatalom bölcsességének és jóságának.

Igen, figyeljétek meg először a lég urait, a madarakat, hogy minden szerzőnk mennyire a levegőben való életre alakul, ahol táplálékuk egy részét szerzik, ami tudvalévően a rovarvilágnak táplálékra szánt nagy mennyisége. Erre fejlődik szervezetük a levegő sztatikájának ismerete nélkül és mielőtt



36. ábra. A madár tollai, mint a háztető zsindelyei borulnak egymásra; az egyes tollak szövete.

az ottani életet mégcsak meg is próbálhatták volna. Az aránylag kis test, a hegyes csőr, a test síma felülete a levegő ellenállását csökkenti, s a madár pompásan metszi a levegőt. Mozgásának eszköze a szárny, ez a legcsodálatosabb repülő-felszerelés. «Igen sok mechanikai ismeret szükséges még ahhoz, hogy a szárnytollazat minden részének célszerűségét fel tudjuk érteni. Arról meg ne is beszéljünk, hogy valamikor az ember ilyen tökéletes szerkezetet fel tudna találni» — mondja egy fizikus. Szinte súlytalan alkotóelemei, a tollak, puha takarói, de a háztető cserepei módján egymásmellé rakott részei a levegőnek áttörhetetlen akadály. (36. ábra.) Hogy a ráhullott portól tiszták és minél könnyebbek legyenek, a bőr felületét behálózó izmokból az egyes tollak tüszőjéhez tapadt 3—4 izomrost azokat időnként megrázza, felborzasztja és kiporolja.

A test könnyű voltát a legtöbb esetben a csontváz levegős volta is előmozdítja, de sokkal fontosabb a mell és hasüreg összes szerveit körülvevő öt pár légzacskó, amelyek a bőr alatt az izmok közé befurakodnak s nyúlványaik az utolsó lábperecig leszolgálnak s a tüdőből a szükséghez képest több vagy kevesebb levegőt kapnak. Azonkívül a mellüregben s annak környékén lévő három pár légzacskó az alapul szolgáló szilárd részeket, főként a vállövet széttolja s a repülő-izmok felületét nagyobbtja.

Igen, nézzétek meg a lég urait, rajtuk a sok tökéletes berendezés már maga Istenhez emeli lelketeket és imára hangol. Nézzétek meg, hogy a mindennapi táplálékért miként mondanak hálát gondozójuknak énekükkel, s aztán kiterjesztett meg össze-összezsapott szárnyaikkal. *Aves exsurgentes eriguntur ad coelum, et alarum crucem pro manibus extendunt, et dicunt aliquid, quod oratio videatur.* (Tertullian, orat. 29.) Nem üres szó, hogy imádkoznak. Teszik ezt természetüknek megfelelően öntudatlanul. Hálát adnak a mennyei Atyának,

hogy bár nem szőnek és fonnak, mégis táplálkoznak, mert megkapják csodálatos felszerelésüket a táplálék megszerzésére.

A madár táplálkozása.

Nézzétek a mezei madarakat! Minden szervük között a legfinomabb szerv, *a szem, mennyire a levegőben való életre fejlődött.* A mi szemünket mozgató izmok anyaga a harántcsikolt izomrostoknál sokkal lomhább síma izomrost, azért látásunk a gyorsan váltakozó tárgyakhoz nem tud hirtelen alkalmazkodni: a gyorsvonal mellett elmaradó virágokat vagy a kifolyó víz sugár cseppjeit nem tudjuk egymástól megkülönböztetni, az elsurranó rovarokat sem tudjuk felismerni. Erre nekünk az életben nincs is szükségünk. Ellenben a fecske a legyet, szúnyogot stb. a leggyorsabb repülés közben fogja el, tehát igen jól alkalmazkodó szemének kell lennie, hogy táplálékát fölismerje. Éppen ezért a szemében lévő izomgyűrű gyorsmozgású harántcsikolt izomrostokból fejlődik. Szeme gyorsan alkalmazkodik a hirtelen váltakozó képekhez, s amint pl. számára a mi mozgóképeink lomha mozgású képek gyűjteménye volna és csodálkoznék rajta, hogy mi mit tudunk nézni az egymásután következő értelmetlen figurákon, — fönt a légben a szembekerülő rovar azonnal felismeri. S bárhova tekintesz, mindenütt ugyanezt a célratörekvést és összhangot, *a lábak alakjában és felszerelésében is* a táplálkozás biztosítására kifejtett felszerelést találod. A falakra és sziklákra kapaszkodó sarlós fecskének a négy ujja előreáll (kapaszkodó láb); a fa derekán felfelé kúszó harkálynak két ujja előre, kettő pedig hátrafelé van (kúszó láb); a ragadozó madarak három ujja előre, egy hátrafelé áll és erős, sarlóidomú karmokkal van ellátva (ragadozó láb). A vízben, mocsárban keresgélő gémek, gólyák, szalonkák

lábaszára és csüdje hosszúra nyúlt (gázló láb) ; a sík vizeken élő kacsák, búvárok mellső ujjai egészen begyökig össze vannak kötve hárttyával (úszó láb) ; a kormoránnak, gödénynek a hárttya mind a négy ujját összeköti (evező láb). A búbos vöcsök vastag lábai oldalcsapók : a lebukás alkalmával kirúgják maguk alól a víz egy részét s könnyen lemerülnek. A karvaly karmai hajlékonyan összecsucskozhatók.

A *madár csőre* majd hosszú, majd rövid, majd egyenes, majd görbe, majd lefelé, majd fölfelé ívelt ; néha csontkemény, máskor puhább ; hol hegyes, hol tompa ; egyszer oldalt nyomott, máskor fölülről van késformára lapítva ; egyszer mindkét fele egyforma hosszú, máskor hol az egyik, hol a másik fele nő hosszabbra ; a legtöbbször a két félcsőr fűdi egymást, de sokszor olyan ügyetlenül állanak keresztbe, mintha tévedésből kerültek volna egymás fölé ; néha mind a két félcsőr mozog, máskor az egyik rögzítve van. S mind e sok változatnak szerepe van a táplálkozásban.

Azoknak a madaraknak csőre, amelyek evés közben eledelőket nem is láthatják (pl. hattyú, kacs), túlságos finom idegvégződésükkel egyúttal a tapogató szerepét is betölti. Az erdei szalonka hosszú csőre olyan, mint a bognár fűrója : belemélyed az erdő puha földjébe, érzékeny hegyével kitapogatja és elcsúpi a gilisztákat. A fecske csőre kitűnő szűnyogfogó, a harkály kalapácsnak használja csőrét. A keresztes csőr harapófogó módjára feszegeti szét a fenyőtoboz pikkelyeit. A gödény csőre háló, amellyel halakat fog. A kacs, a hattyú és a flamingó csőre szita. A szürkegém eledelét megaprítja ; csőrének kávaélei olyanok, mint a kés.

A csőrök és karmok különféle formáit egymás mellé téve, az ács műhelye vagy az orvos műszertáskája jut eszünkbe. Amint ott minden eszköz külön célra készült, itt hasonlóképen minden egyes forma külön körülmények szerint fejlődött ki.

Ezzel a berendezéssel szerzik a madarak táplálékukat s biztosítják részben számunkra is az élet lehetőségét.

Hiszen a legtöbbnek hosszú időn át a mesés termékenységű rovar a tápláléka, ami korlátlan szaporodással a mi életünket tenné lehetetlenné. Ha pl. a komlóféregnek 13 nemzedék után létrehozott 10 sextillió utódait cm-ként 35-ével egyenes vonalra képzeljük, a másodpercenként 300.000 km utat megtevő napsugár az utolsótól 2500 év alatt jutna el az elsőhöz. S ami a legnagyobb baj, e rovarok nemcsak megdöbbenően szaporák, hanem étkesek is. Egy nap és egy éjjel súlyuk 200-szorosát megeszik, ami annyit jelent, mintha az egyéves gyermek naponként 1500 font marhahúst fogyasztana el. A selyemhernyónak 56 nap alatti tápláléka meg 68.000-szer múlja fölül saját testsúlyát. Az *Ocheria dispar* korlátlan szaporodással 8 év alatt az Egyesült Államok területén minden falevelet eltüntetne, amivel növény és állat pótolhatatlan károkat szenvedne. A *Doryphora decemlineata* évenkénti 60 millió utóda néhány esztendő alatt a föld burgonyatermését annyira eltüntetné, hogy hónaponként minden embernek csak fél burgonyát számítva, sem maradna elég egy hold bevetésére. *Considerate volatilia coeli*!, amelyek mindennek dacára nemcsak maguk élnek a mennyei Atya jóvoltából, hanem rajtunk is segítenek, akik elvakultságunkban sokszor azt hisszük, hogy a legmodernebb aratógépek munkábaállítással a gazdasági élet legfőbb feltételeiről mi gondoskodunk. Nem; gondoskodott arról a mennyei Atya a verebek révén, amelyek közül egyetlen pár óránként 40, naponként kb. 3500 hernyót pusztít el; a sárgarigó révén, amely hetenként legalább 4000 rovar továbbszaporodását akadályozza meg mindenkorra; a többi madarak révén, amelyek mind a mennyei Atya gondoskodásának tárgyai s a rólunk való gondoskodásának pótolhatatlan eszközei. *Considerate volatilia coeli*!

A fészekrakás művészete.

Nagy figyelemre méltassa az ég madarait, akinek van érzéke a természet iránt, mert bizony kevés szépsége rejt magában annyi művészetet, mint a madarak fészeképitése. S egyik sem közvetít olyan életbevágó gondolatokat, mint az a kis otthon, amit madárfészeknek nevezünk.

Először is a fészek a szeretet munkájának eredménye, a másokról való gondoskodásnak, sok áldozatnak szimboluma. Amíg a madár csak saját életéről gondoskodik, gondtalanul röpköd az erdő verőfényes tisztásain, a lombos fák sátorai között. Minden megváltozik, mikor a természettől belejött ösztön a jövőendő nemzedék érdekében munkára hajtja, amely a családi otthon elkészítésével kezdődik. Aki a vakációban ennek tanuja lehet, igen sok kedves élményben van része és igen sok kellemes emléket szerez.

Hím és nőstény egyszerre fognak az anyag gyűjtéséhez. Mikor az az idő beköszönt, fürgébben röpködnek, amiben van valami a természet nagy terveinek kijáró feltétlen engedelmeségből, s emellett a nagy értékeket rejtegető óvatosságból. A röpködés gyorsabb, hogy a munka előbb befejeződjék, s emellett emberi szem ne igen követhesse irányát, ne fürkészhesse helyét. Ha valaki megáll s röptüket nézi, a madarak először másfelé tartanak s csak később mennek a rendeltetési helyre. A kút kövei között fészkelő veréb először a kútkávéra száll s szétnéz: ha fürkésző szem kémleli, nem repül le. A pacsirta nem ott bukik alá a vetésbe, ahol fészket rakja, hanem valamivel tovább. S bár mindig énekel, közvetlenül a föld fölött elhallgat. A kétajtós istállóba a fecske nem a fészkekhez közelebbi ajtón repül be.

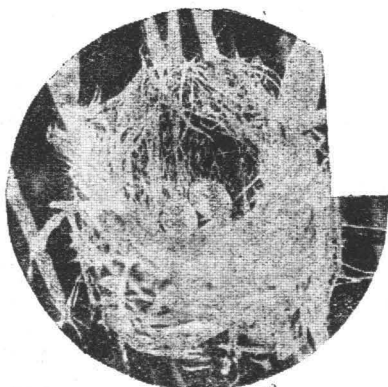
A fészek anyaga levél, fűszál, szalma, széna, pamut, cérna, toll, szövet, szőr, mohszövedék, barka, ágacskák stb.

A nyáját órahosszat követik a madarak, hogy a hullófélben lévő gyapjút kicsipegessék a juhok borzas bundájából. A száradásra kitett kendert megdézsmálják. A napra kitett bunda körül soká elolálkodnak, hogy óvatlan pillanatban elcsíphessenek belőle néhány szálát. Mindezt a sokféle s rossz melegvezető s a környezetben nem feltűnő anyagot a pár közösen hordja össze, de az elkészítésnek, az összerakásnak már nem egyformán mesterei. *Általában nem a tarkább, az erősebb, a nagyobb, hanem az egyszerűbb, a gyengédebb, a leendő anya, a fészek művésze.* Benne kell meglennie annak a képességnek, hogy a fészek csinos és meleg legyen. A természet őt képesítette rá. Az erősebb (a hím) anyagot hord és énekel, de a nyersanyag elkészítését s magát a fészekrakást a gyengédebb végzi. Annak van rá gondja, hogy a fészek a tojáshoz *megfelelő* otthona legyen, mert benne van elrejtve a jövőendő élet, amelyet neki meg nem felelő minden hatás, főként a hideg, bánt, gyöngt. Az élet meztelenül születik benne s számára minél jobb takaró szükséges. Azért annak jórésze, amit a hím összehord, csak oszlop és alzat. A hím hoz kendert, de az durva; a nőtény megtöri, s a pozdorjától megtisztítja. A hímhozta szövetdarabot foszlánnyá kell szétszednie. A nagy tollat meg kell fosztania. S ha mindez nem elég puha, a nőtény saját tollát tépi s azzal bélel.

A madarak a természettől minden anyagot nyersen kapnak — nem gondosan összeszöve, összerakva, csak amint a szél összekuszálta, az eső összeverte, a víz összeöblögette. S ezt olyan mesteri módon illesztik egybe, hogy munkájuk minden csodálatra érdemes. Pedig összes eszközük a láb, a csőr s méginkább a leendő anya teste. Mikor a nyersanyag nagyjából már el van rendezve, az anya addig forog, mozog benne; mellét, begyét addig nyomogatja érdes falához, míg meg nem kapja jellegzetes formáját. Meg kell vallanunk, hogy

ember ilyen tökéletes madárotthont nem készíthet. Kerületét körzövel sem lehet pontosabban kimérni. Van madár, amely az anyagot összevarrja, a másik összeszövi, a harmadik összeékeli stb. Az anyag s elrendezése adják minden madárfaj fészekrakásának stílusát. Egy-egy nyári kirándulás alkalmával a halászcsernek vagy a tyúknak a pusztta földbe vajt

sekély gödrétől a függőcinke remekéig a fokozaatok egész sorával megismerkedhetünk.



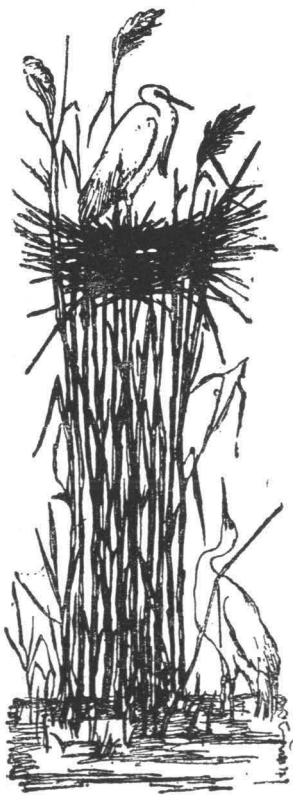
37. ábra. Az énekes rigónak földi mohából készült fészke.

Ki ne ismerné pl. a pacsirtát, a mezők legfáradhatatlanabb énekesét! Amikor a napsugár bíbora megfesti a látóhatárt, nyílegyenesen reppen fel. S a magasban sötétséget, göröngyöt, veszedelmet felejtve, trilláival megkezdi a mezők kórusát. Éneke friss, mint a reggeli harmat. Vidám,

mint a gyermekcsevegés s kifogyhatatlan. Reggel éneke keltegeti a kint alvó aratókat, s este nótában marad a búzatábla fölött. Tavasszal az első barázda megvonásakor már kint lebeg, ősszel a következő év termésének vetésekor még kint énekel. Dala a magasból az egész idő alatt mint himnusz szűrődik le a föld munkásaihoz, amint együtt dolgoznak, együtt is imádkoznak: — amaz az öntudatlan teremtmény vidámságával, emezek az eszes lény bizalmával és tudatos hódolatával. Akinek a vakációban búzavetés mellett vezetett el útja, bizonyára meglelte ott a pacsirta rövid pihenőjének helyét: az

egyszerű fészket, amelyet a barázda mellett a rögök közé helyezett. Egészen az út mellett van, pajkos gyermek szívtelensége

és kőbor állat kegyetlenségének kitéve, ezer veszedelemtől környezve. S mikor a ködön át belefúrja magát a magasságba, mindent felejt; mintha nem is a rög, egyszerű fészke volna otthona. Talán ez a madár lebegett az Üd-



38. ábra. A gémek várkastélya.



39. ábra. A nádírigó fészke.

vöztő szemei előtt, mikor a Nyolcboldogság hegyén a fölösleges aggodás káros voltáról beszélve az ég madaraira hivatkozott, amelyek nem vetnek, aratnak, sem csűrökbe nem hordanak s mégis világban vannak.

Az énekes rigó fészke finom ágakból, földi mohából készül. A kis madár fáradhatatlanul ezerszer ide s tova repül,



40. ábra. A harkály, a madarak ácsa . . .

gyűjtögetve csőrében a mohaszirmot, finom gyökeret, gypjút, szőrt, pelyhet! Rakosgat, fonogat, varr, forgolódik, esztergályoz, s egyszer csak elkészül csészealakú meleg otthona, s belsejét apró forgácsokkal kirakja, majd ragacsos nyálával finomra tapasztja és simítja.

A tatai Öregtő nádasában és a Hortobágyi halastó táján töltött néhány kedves óra után el tudom képzelni a nagy nádasok titokzatos világát, ahova sohasem téved emberi tekintet. Ahonnan sudárlábakkal meredten lépegető szürke gémek járnak a vidékre. Vadkacsák húz-

nak a magasban s rozsdaszínű bakcsók járnak a zombékos partok kémlelésére, ami nem egy béka, halacska vagy meggondolatlan vízisikló halálát jelenti. Ahol apróbb madarak

hangosan vitázva, sárszalonkák és nádirigók kapkodnak szitakötők után, míg a szellőtől ide-oda lengetett barna buzogányok közt és néha felette meg nem reccsen a bölömbika, ami mély csöndre inti a kis rakoncátlanokat és elnémulnak; elsősorban a különben nagyon hangos jégmadár, amely megvonultan egy nádtorzsára telepedve lesi áldozatait. Ez a vásári lárma az életért folytatott harc színhelye. A tanyák, ahol a jövő élet megvonul, a nádas mélyén vannak. A gémek és kócsagok itt erősítik tört szájakra várkastélyaikat. Lábalva vagy csónakon senki meg nem közelíti. Ott van a vadkacsák levelekből hevenyészett otthona, vagy a nádirigó kosárfészke, vagy akár valóságos házikója; csak födele hiányzik, mint az alföldi karámnak.



41. ábra. . . . szellő ringatja.

Bizonyosan mindenki ismeri a madarak kőművesének, a fecskének eresz alá rakott fészket. Pici csőrükkel csipetenként összehordott épületanyagukat, a sarat, nyáluk teszi összefogóvá. A fészkek belsejét szépen kisimítják. A harkály a madarak ácsa, egy-egy fa vastag törzsébe vés odut, az aljára finom forgácsot hint s arra rakja tojásait. Még arra is van gondja, hogy a lehullott fadarabokat tisztára összeszedje, hogy fészket a hulladék el ne árulja. Ez az ösztön szava, amelyet az állat a természet rendjében örökségkép magával

hoz, de azon felül nem emelkedik. Ha valaki a forgácsokat visszahordja, a harkály vígan és gondtalanul repül el mellette. Amit a természeti ösztön diktált, azt megtette. Többre képesítve nincs. A partifecske és a jégmadár a függőleges partba vájják csőforma fészküket s így oltalmazza tojásait a rájuk vadászó menyét támadásaitól. Az aranybegy két ág között szagos füvekből készített fészket papírszeletekkel díszíti fel. A tengelice majdnem tisztán lószórból és nyárfalevélből veri kis fészket. Ki ne ismerné a golyáknak a háztetőn, pajtákon és kéményeken erős gallyakból font nagy fészket, amelybe tavaszkor alig győzzük várni a melegebb idő hirnökeiként megérkező őslakókat. A délafrikai szövőmadarak százzszámra fészkelnek a víz fölött csüngő ágakon s mindig azt a helyet választják ki, ahová csak repülő állat férhet. A varrómadár a fa nagy leveléből valóságos tasakot állít elő, amelyből kedvesen kandikálnak ki a kis buksifejű éhes fiókák. Európa legnagyobb fészkepítő művésze a függőcinke. Árszerű csőröcskéjével egy nyár- vagy fűzfa lehajló ágára köti a nyár-, fűzfa és bogács finom gyapjából oly tökéletesen bolyhosan és tartósan megszőtt fészket, hogy nincs kalapos, aki a formát vagy kivitelt jobban eltalálná. A fészek zacskóalakú. A bebúvóját soká kell keresni, hogy az ember meglegje. Mindig a víz fölött függ. Szellő ringatja, vihar csapkodja, de finom hánccsal oly erősen fel van kötve, a hajlékonyság annyira enged, hogy se tojás, se poronty ki nem pottyán belőle. Bélelése pedig olyan tömött és meleg, hogy a duna menti fűzeseket a rácok sokszor felkutatják cinke fészekért. Összegyűjtik, felhasogatják s a télre elteszik a kisgyermek számára melegkapcának.

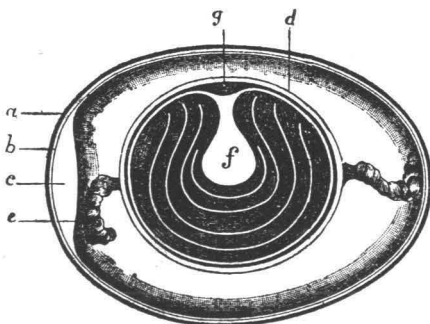
Considerate volatilia coeli ! Mert még mindig van, mit nézni rajtuk. S ez a fészekben rejlő tojás.

* * *

A tyúktojás felbontásakor előkerülő különféle részek közt szembetűnik a szőlőfürtalakú tojástartó, rajta a kisebb-nagyobb tojásokkal, amelyek a megtermékenyülés után helyükről leválva a tojásjáratban nyerik különféle burkok felvétele által végső formájukat és teljes anyagukat. Az első a tojássárgát borító, véredényekben gazdag réteg, amire a kettős takaróval befogott tojásfehérje kerül. Így elkészülve a tojásjárat végén a madárfajok szerint eltérő színű, rajzolatú és különféleképen pettyezett erős burok, a tojáshéj ad neki tartót.

Ami a tartalom anyagát illeti, a tojásfehérje kénhidrogén, kálium, 80% víz, 15-5% elemzhetetlen útravaló és

4-5% nyálka. A tojássárga pedig szintén vizet, olajat s vegyileg nem elemezhető más anyagot és nyálkát tartalmaz a fejlődő élet táplálására. S a sok anyagban, mint nagy tengerben a tündérsziget, elmerülés ellen biztosítva egy kis pontocska, a petesejt rejlik. A legkisebb sérülés megölné benne az életet, s azért jelentős az elhelyezésében megnyilvánuló nagy gond, amely miatt ütdés, rázódás és lökés dacára simán izeg-mozog kemény burkában. Nekünk mikroszkóp kell, hogy észrevegyük, de a kotló anélkül megérzi benne az életet. Tudja, hogy ott rejlik az ő folytatása. Hogy melegben éled, tehát állja érte a mozdulatlanságot, a rabságot, éhséget,



42. ábra. A madártojás szerkezete, a) mészhéj, — b) a mészhéjhártya, — c) légkamra, — d) tojássárgájának hárttyája, — e) jégzsínór, — g) a tojás szeme, — f) pete.

szomjúságot és a lázt. Remegve teregeti szárnyait a fészek felett, hogy befogja a tojásokat. Melege fűti mindegyiket. Eddig kényekedve szerint élt, most szinte semmi jelét sem mutatja az előbbi fűrgeségnek, s ebből a némaságból és életelenségből új élet áll elő. Ezt nem egy csodálatos berendezkedés biztosítja. Mivel a megtermékenyített petesejtet a nyugodt test egyenletes melege kelti életre, a tojáshéj anyaga rossz melegvezető, s a már átmelegedett tojást akkor is megtartja a kellő hőfokon, ha a madár egy pillanatra helyét elhagyni kényszerül. S hogy a petesejt mindig közel jusson az anyaszív melegéhez, a tojássárgának különféle fajsúlyú két részéből a petesejtet befogadó könnyebb rész a tojásfehérjében mindig felvetődik, a súlyosabb rész pedig mindig alul marad. A tojássárga jégzsinórja szintén e célnak biztosítására a sárgáját a fehérjében kifeszítve tartja. S a szendergő élet egyszer csak megérzi az anyai szeretet melegét, s legbelsőbb szerkezetében megmozdul. Sok minden történik ekkor belül, aminek egyetlen célja, hogy a benne összehalmozott anyag az őt keltegető élethez hasonuljon. A tojáshéj és a fehérje közé szorult légbuborék a fejlődő étellel arányosan növekszik. A kemény burok a légzés termékeit átengedi, de a levegőt nem, sőt pórusain új levegő szüreenkezik be. A tojás anyaga lassanként a csirke szerveinek szükséges anyaggá alakul át. S amikor a kicsiny teljesen kifejlődött, hangot ad. Az anya boldogan fülel. Meghallotta és megértette az első nyöszörgést, amiért annyit fáradozott, s a hallott szót szlvesen viszonozza a maga tájszólásán. Ez a csemetét még erélyesebb fellépésre bírja. Nekiveti magát a börtön falának. Kicsiny csőrével az előbb erős, de most már éppen ebből a célból meggyengült héjvázat megnyitja és az új élet kikel. A madarak ivadékgondozását látva mondotta Goethe, hogy aki ilyeneket tapasztalva nem hisz Istenben, azon sem

Mózes, sem a többi próféták nem segíthetnek. Aki a természet ilyen beszédes tényeiben sem látja meg az anyagon uralkodó Szellemet, azt semmiféle tudomány sem képes hitetlenségéből kigyógyítani.

Amiről a növények beszélnek.

Az ég és a föld a növényzet szolgálatában.

Minden gimnazista tudja, hogy az ég habpelyhei és ragyogó fodrai a levegőben lehűlt vízpárák rétege. Nyáron nem látjuk a szánkából kilehelt párát, de télen minden lehellet ködfelhőt alkot. A jégbehűtött vizespalack az asztalon rögtön telirakódik a melegebb levegő nedvességével. Ha a kávéházak szellőztetőit kinyitják, a páratelt levegő felhő alakjában árad ki a hidegbe. Ami itt kicsinyben történik, ugyanaz megy végbe a nagy természetben. A nap melege párát fejleszt; a párák a forró víz gőzéhez hasonlóan a lehető legmagasabb helyre iparkodnak. Mivel pedig a föld színétől fölfelé a levegő hőfoka folyton kisebbedik (4000 m magasan a hőmérő júliusban is a fagypontra áll, a 12.000 m magas levegő hőmérséke pedig állandóan — 50° !), a hideg légréteggel érintkező levegő párái lehűlnek, vízzé sűrűsödnek s a szelek rendelkezésére állanak.

S így a felhők a növényzet érdekében roppant nagy energiával üzemben tartott vízgyűjtők. *Arago* francia matematikus († 1853) kiszámította, hogy a roppant energia egyenértékét a föld népei együtt dolgozva 200.000 év alatt se tudnák előteremteni. Ha a nagy vízmennyiség szabályozás nélkül hullana vissza a földre, összezúzná házainkat, lerombolná hegyeinket, kiszaggatná Erdeinket. De aki a sok vizet a növé-

nyek öntözésére észrevétlenül fölszivattyúzta, az az öntözés módjára is vigyáz. S amint a kertész kannájából apró nyílásokon gyöngyözik a víz, a magas légrétegen át a felhőből is apró gyöngyökben gördül a földre s még a legkisebb fűszálra is úgy ráhelyezkedik, hogy azt meg sem hajlítja.

Sőt arról is történt gondoskodás, hogy eső nélkül is legyen nedvesség a földön. Az Alpok, a Pireneusok és a többi hegyóriások jégmezői fölfogják a déli felhők víztartamát s a tél havát. Réteg rétegre borul. Itt van a föld állandó öntözésére szolgáló vízraktár. Mikor a meleg szél késő tavasszal, kora nyáron a megdermedt vizeken végigfúj, azok föltámadnak, megindulnak s ezer folyó, patak révén levegőnek és talajnak egyaránt nedvességet juttatnak.

* * *

A növényzet érdekében a termőföldnek is különleges a berendezkedése.

1. A termőföld a növényi táplálékokat megköti. A talajban lévő táplálóanyagokat, a káliumot, ammoniát, nátriumot, kalciumot, magnéziumot, foszforsavat, kovasavat és a cseranyagokat, festékanyagokat az esővíz előbb-utóbb kilúgozná, ha ezt meg nem akadályozná a talaj elnyelőképesége vagy abszorpciója, amely nélkül a föld nem termőföld vagy talaj. «Az egész kémiának — mondja Liebig — nincsen csodálatra méltóbb jelensége, mint amelyet a növényvilág érdekében a termőföld mutat. A legegyszerűbb kísérlettel mindenki meggyőződhet róla, hogy a víznek a termőföldön való átszűrése után a káliumnak, az ammoniáknak, a foszfornak nyomát se találjuk benne, s hogy a föld a növényi élet táplálékából egy parányi részt sem enged át a víznek, s még a legtartósabb eső sem képes a talajból a termékenységet kivonni. S a föld nemcsak hogy saját növényi táplálékkészletét őrzi híven,

hanem a rajta átszűrődő vízből is mindig kivonja az oldott állapotban lévő ammoniákat, káliumot, foszfort stb.» Ellenben a kénsavat, a salétromsavat és sósavat, szóval ami nem tápláléka a növénynek, a termőföld vagy nagyon kis mértékben, vagy egyáltalában nem köti meg.

Tölts meg egy lámpaüveget jó kerti termőfölddel, a másikba pedig homokot tégy s mindkettő alsó nyílását zárd el. Önts mindkettőre 100 cm³ vízben oldott 3·5 gr foszfor-savas nátriumot. Az első esetben teljesen tiszta vizet kapsz, jeléül annak, hogy a föld a foszforsavat magába szívta, a második esetben a folyadék foszforsavat tartalmaz.

2. Mivel a növényi táplálék földolgozásához és szállításához víz kell, a talaj mindig gondoskodik a nedvességről. Ez nehéz dolog, mert a csapadék természete szerint a föld mélye felé törekszik. Egy tekintélyes részét a talaj a maga számára későbbi használatra leköti. Ez a termőföld vízfoghatósága vagy vízkapacitása.

A víz azonban még a termőföldben sincs a napsugarak elől elrejtve. Így a termőföldből a vízkapacitás mellett is előbb-utóbb minden nedvesség elpárologna. Ezen a bajon a talaj vízfelszívóképessége úgy segít, hogy a termőréteg hajszálcsövecskéi az alsótalaj nedvességét fölszívják. A homoktalaj 120 cm, a jó termőföld száraz időben 2—8 m mélységből is pótolja az elpárolgott nedvességet. Így a növényzet 2—3 hónapos szárazságot is kibír. A vízfölszívóképesség igazolására tölts meg egy lámpacsövet száraz földdel és szövettel bekötött alját mártsd vízbe. A talaj sötétedő színe elárulja, hogy a víz a csőben emelkedik. A nedves talajjal megtöltött csőbe öntött vízmennyiségnek pedig csak egy része folyik ki alul. A homoktalaj 1000 súlyrésze 304, a televénytalaj 1000 súlyrésze 1052 súlyrész vizet tart vissza.

3. A kálium, nátrium, kalcium, magnézium, foszfor stb.

a természetben nem tisztán, hanem mint különféle vegyületek fordulnak elő. A növényi életnek e nyers tápanyagát fölszívásra alkalmassá kell tenni. Ha a gazda, miután a földet fölhasogatta és a trágyát beleszántotta, azt hinné, hogy földje most már rendben van és a bevetett mag csirázásnak indulhat, erősen tévedne. Ha az elvetett magnak abból a munkából kellene megélnie, amit a talaj ekével való megmunkálása jelent, akkor egy szem búza sem teremne. A komoly átdolgozás, a nyers táplálék átalakítása a földműves munkája után kezdődik; azt a termőföld ismeretlen napszámosai, a mikroorganizmusok, a földbaktériumok végzik. Tavaszkor, a tenyészélet megindulásakor a talaj felső rétegeiben nagy tömegben látnak munkához. Rendesen 75 cm mélyen már nem igen fordulnak elő, de ha kell, sokkal lejjebb hatolnak. Számuk rendkívül nagy: a szántóföld 1 cm³-nyi tömege átlagosan 50.000—100.000, ugyanannyi erdei föld 150.000 mikroorganizmust tartalmaz, a művelés alatt álló kert földje cm³-ként 30.000—100.000 baktériumot foglalkoztat.

* * *

Ezekből kitetszik a szocialista tudatlansága, aki a Miatyánk imádságát «koldusok nyöszörgésének» tartotta, mert a mindennapi kenyeret munka helyett Istentől várja. Bizony úgy van, ahogy az apostol mondja: «Az is semmi, aki vet, az is semmi, aki öntöz. Isten a valaki, aki a termékenységét adja.» (1. Kor. 3, 7.) A legmodernebb gazdasági gépek dacára sem volna mindennapi kenyér, ha a mennyei Atya bölcsesége nem gondoskodnék arról a sok föltételről, amelyektől a jó termés függ.

Ezt nagyon jól tudja a földműves és bár kezét kergesre dolgozza, a munka minden mozzanatában külön kéri a felső

segítséget s érte köszönetet is mond. Mikor a mezei munka tavasszal megkezdődik, fölkeresi az Isten házáat. Mikor ekéje nekifeszül az első barázdának, «Jézus segíts» hangzik ajakán. Amikor nekifog a vetésnek, három marék búzát dob szét az Atya, Fiú és Szentlélek nevében. Búzaszentelő körmenetben az egész község körülállja papját s buzgó imával megszentelik a már zöldelő határt. Mikor a vetés megérett, hálából leszakít három kalászt s otthon az Atya, Fiú és Szentlélek tiszteletére a kereszt mellé teszi. Meg is becsüli ám a kenyeret! Nemcsak azért, mert szerinte a búzaszem horpadt vége az Úr Jézus képét őrzi s mert anyagából készül az örök élet kenyere, hanem, mert az Úr Istennel együtt munkálkodott érte. Bármennyi terem belőle, minden morzsáját megbecsüli. Felesége kenyérsütéskor az Atya, Fiú és Szentlélek nevében teszi be a kenyereket a kemencébe. Ő maga a kenyeret a kereszt jelével megjelölve szeli meg. Gyermeke a leejtett kenyeret megcsókolja, s ha vétkes volt, kiengesztelésül térdel. Városi fiúk, ti szerettek vele kérkedni, hogy a falusi fiúknál műveltebbek vagytok. Pedig nem lehettek műveltek, ha a kenyeret meg nem becsülitek, érte nem imádkoztok, hálát nem adtok s nem vigyáztok gondosan, hogy egy morzsáját se tapossátok el az iskola folyosóján. Becsüljétek meg a kenyeret; amiben nem is csak a falusi gyermekeket követitek. *Jörgensen* dán író beszéli, hogy milyen nagy hatást tett rá, amikor egy ferences kolostorban a noviciusok étkezés előtt kegyeletesen megcsókolták a kenyeret. *Carlyle*, a nagy angol író, lehajolt az úton talált kenyérdarabért, s a közeli ablakba vagy oszlopra tette, hogy szegény fiúk vagy az ég madarai megtalálják. Őket követni csak dicséret lehet. S az evangéliumban nem azt olvassuk-e hogy az Úr Jézus parancsára a tanítványok összeszedték a földről a morzsákat? (Ján. 6, 12.)

A gyökér.

A gyökér a növénynek az a szerve, amely a talajhoz erősíti és abból a táplálékot fölveszi. Kezdetben kúpalakú szövettetecske s belőle ágazik szét a gyökérzet.

Amint az állatok különféle területen, a madarak különféle magasságban keresik táplálékukat, a növények is különféle mélységben eresztik szét gyökereiket. Ha a mag kelleténél mélyebbre vagy magasabbra kerül, először megkeresi a maga rétegét s csak ott kezd gyökereket fejleszteni. Minden növény több gyökeret ereszt. A főgyökér ugyanis egymagában nem biztosítja a növény megélhetését, mert a talaj kis területével érintkezik. A talajfelületet a mellékgyökerek s méginkább a hajszálgyökerek nagyobbítják. Pl. a borsó-gyökér 1 mm² felületén a kb. 232 hajszálgyökér a talajfelületet 12-szer megnagyobbítja. Ezek a hajszálgyökerek a táplálékért befurakodnak a talaj legelrejtettebb részei közé. Magukhoz ölelik a talajmorzsákat. Nincs az a kopár föld, kavicsos vagy csonttá fagyott talaj, amelyből ki ne kényszerítenék a táplálékot. Vannak a sziklákon élő növények; a szél ide s tova hajtja őket. Addig bolyongnak, míg a sziklán egy kis rést találnak: gyökerüket belemélyítve addig marják, ássák a sziklát, míg létüket nem biztosították.

A másik ok, miért szíjja sok apró gyökér a növény táplálékát, szintén könnyen érthető. Mit csinál a munkás, mikor cölöpöt akar a földbe juttatni? Meghegyezi, számára gödröt ás s végül a fejszével erősen üti. A cölöp mégis milyen lassan mélyed a földbe! A sok apró hajszálgyökér helyett egy vastagabb gyökér földbeeresztése még nehezebb volna, mert a növénynek nincs megfelelő szerszáma, s nem olyan ellenálló, mint a karó. A hajszálgyökerekkel azonban nagyon

könnyen megoldja a természet föladatát: a földet egyszerűen félretolja s áttöri még a kökeménységű földet is. A gyökérszálak a helyükre jutnak s mélyebbre, mint amennyire mi egy vékonyabb drótot a földbe bírunk szúrni. Mi alig érünk el néhány cm-nyi eredményt, ellenben a búza 50—60 cm, a tök meg éppen 251 cm gyökeret enged a földbe. Hát még milyen csodálatraméltó munkát végeznek a fák, például a Wellingtonia gigantea, a libanoni cédrusfa, amelyek 20 m-es gyökerekkel kötik magukat a földhöz. Mennyi erőfeszítés, szerszám, fejsze, fűrész, kötél, emelő, ásó, csákány, kapa szükséges egy fa kidöntéséhez s a nagyobb gyökerek kivételéhez! Pedig szétszedni, rombolni mindig könnyebb, mint alkotni. Ezt a munkát a természet mély csendben, szinte játszva s észrevétlenül végzi.

Miből táplálkozik a növény?

Aki a növények és fák hasznát abban találja, hogy ózondús, oxigénben gazdag levegőről gondoskodnak, a tényeknek meg nem felelő módon beszél. Ha ugyanis a föld összes növényzete csupa bükkfából állana (a bükkfa ad legtöbb oxigént), a növényekből nyert oxigén akkor is csak parányi részét tenné a levegő oxigéntartalmának. Szahara növénytelen légköre nem sokkal szegényebb, az erdő vagy az üvegházak levegője nem sokkal gazdagabb oxigénben, mint Budapest levegője. A föld összes növényzetének elpusztulása után még sok ideig nem volna érezhető a levegő oxigénhiánya. A kb. 1600 millió ember növényzet nélkül is csak 1,531.874 év múlva használná föl a levegő oxigénmennyiségét. A szükséges oxigénmennyiség tehát a növényektől függetlenül mindig készen van.

A növények a levegőt azáltal tisztítják, hogy táplálékuk-

nak szén részét kizárólag a levegő szénoxidjából,¹ ebből az életre veszélyes gázból veszik, amely mint melléktermék el-
árasztja a légkört, s ha valami úton-módon abból ki nem
kerülne, a növények, állatok és emberek elpusztulását vonná
maga után.

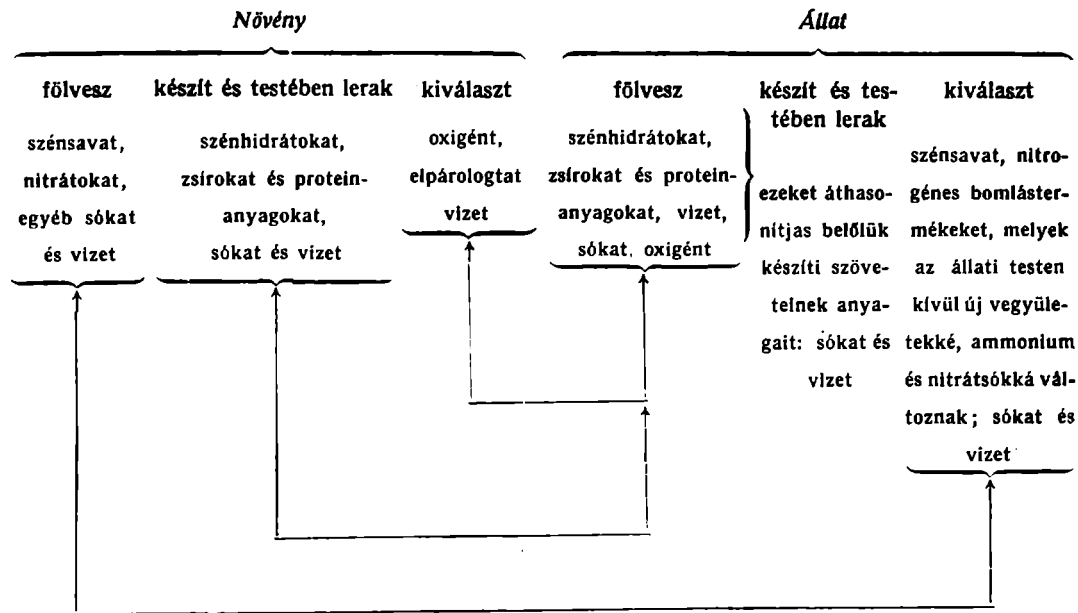
A szervezetek széndioxid-termelése ugyanis, amint a
következő adatok mutatják, igen jelentékeny.

Egy ember tüdeje naponként 450.000 cm^3 széndioxidot
lehel ki, ez súlyban 900 grammot nyom és 245 gramm szén-
tartalmaz. Az összes emberek számát 1600 millióra becsülve
az egész emberiség naponként 1440 millió kg széndioxidot
lehel ki s 392 millió kg szén termel. Évenként tehát az
emberi lélekzés útján 525.600 millió kg széndioxid és 143.080
millió kg szén jut a levegőbe.

Figyelembevée az állatoknak az emberekénél nagyobb
számát, a levegő széndioxiddal való telítése még súlyosabb
veszedelmet jelent. Ehhez járul még a növényzet széndioxidja,
amely számokban csak megközelíthetőleg fejezhető ki. De ha
szilárd földfelület 150-ed részét, azaz 11.629 km^2 -t borít
növényzet, akkor is igen tekintélyes mennyiséggel növelik
naponta a levegő széndioxidját.

S végül a levegő széndioxidtartalmát rendkívül növeli
a szerves világ: a vasút, a gőzhajó, a gyár. Teljes üzem-

¹ A széndioxid, szénsav, szénoxid rokonhangzású, de egymástól
igen különböző szénvegyületek. A széndioxid CO_2 a karboniumnak tiszta
oxigénben vagy levegőben való elégetésekor keletkezik. Színtelen-szagtalan
gáz, a levegőnél 1-5-szer nehezebb. Az égő test elalszik benne, az előre
káros hatású. A közönséges életben szénsavnak mondják. A levegő 100
térfogatában 0-02—0-04 térfogat lehet. Ha a 0-06 térfogat-százalékot
meghaladja, akkor már veszélyes. A szénsav vízben főloldott széndioxid:
 H_2CO_3 . Nagy nyomás alatt a széndioxidgáz folyóssá sűrűsödik s vaspalac-
kokban hozzák forgalomba. A szénoxid CO a szénnek kevés levegőjében
való elégetésekor keletkezik. A közéletben szénegőznek vagy szénegőznek
mondják. Belehelve mérges, a levegőben 0-3% már halált okoz.



ben az esseni Krupp-gyár naponta 230.000 kg kőszén tüzelt el; az átlagos széntartalmat 85%-nak véve, naponként 1,950.000 kg tiszta szén égett el 7,168.333 kg széndioxiddá. Egy esztendőben 300 munkanapot számítva, maga a Krupp-féle gyár 586·5 millió kg széndioxidot bocsátott a levegőbe.

A nyersvastermelés évi 22 millió tonna. Az előállítására szükséges 44 millió tonna szénben 37·5 millió tonna karbonium 137,333.333 tonna széndioxidot szolgáltat. Az élet feltetele, hogy a nagy széndioxidmennyiség a levegő összetételét meg ne változtassa, a természet azon bámulatos berendezkedése által valósul meg, hogy a növény- és állatvilág táplálkozása a mellékelt táblázat szerint egymásnak éppen a fordítottja. Növény- és állatvilág két egymásra utalt gyárhoz hasonlóan dolgozik. Ami az egyikben haszontalan, sőt káros hulladék, az a másik számára nélkülözhetetlen anyag. A széndioxid veszedelmünk, de a pázsit s a fejünk fölött lévő lomb számára táplálékot, szenet tartalmaz. Kitermelését a növénynek egy furcsa összetételű eleme, kémiai nyelven a $C_{750}H_{1203}N_{195}O_{218}FeS_3$ vagy másként a klorofil, levélzöld végzi. Ez az ismert összetételű s mesterségesen mégis előállíthatatlan vegyület a fénysugarak hatása alatt a levegő szénsavát felbontja szénre és oxigénre. Amaz a gyökérből a levélbe szállított anyaggal egyesülten táplálék lesz, emennek egy része felszabadul, leköti a levegő szabad nitrogénjét s tiszta levegőt ad.

Bár a növénynek minden szerve választ ki széndioxidot, szenet pedig csak a levél vehet föl, a széndioxid azért nem halmozódik fel, mert 6 súlyrész szén termeléséhez 22 rész széndioxid kell. — Így 10.000 m² (= 1 hektár) erdő évenként kb. 3040 kg szenet 11.150 kg, vagyis 5660 m³ széndioxidból termel. Ennyi széndioxid pedig csak 14,000.000 m³ levegőben van. Másszóval az 1 hektár felett 10 m légréteget

140-szer lehetne telíteni széndioxiddal s az erdő azt mindannyiszor megtisztítaná. Mivel ennyi széndioxidot évenként kb. 40 ember termel, a régi Magyarországnak évenként 89.200.000.000 kg széndioxidot 24.320.000.000 kg szénre feldolgozó 8 millió hektár erdősege az élet lehetőségéről bőven gondoskodott. Erdőink túlnyomó részét most elvesztettük. Ha a trianoni békét a természet is végrehajtaná s észak és dél erdősegeiből nem kapnánk tiszta levegőt, Csonkamagyarország majdnem szószerint a lélekzés lehetőségétől volna megfosztva.

A levélhelyezés.

Táplálóanyagát a növény a földből veszi ; a víz révén, amely azt a levelekbe szállítja, ahol a napsugár hatása alatt alakul át kész táplálékká. Így a táplálék körútjában a leveleknek központi szerepük van és elhelyezkedésük kettő szempontból van szabályozva.

1. A természet mindenképen, a levelek elhelyezése révén is, biztosítani akarja a célt, hogy a gyökök nedvességhez jussanak, hogy egyik növény a másik elől el ne vegye a táplálékot, ellenkezőleg minél több terület igazán kihasználtság. A levelek elhelyezésével is rajta van, hogy ez a cél megvalósuljon. 2. A szervezetlen anyagok a levélzöld erejével a nap hatása által válnak táplálékká ; ezért törekszik arra a természet, hogy a növény sugárhoz és minél több levele minél több sugárhoz jusson. A pincébe zárt növény fölfelé törekszik. Az ablakba tett növények, mint a napot áhító buksi gyermekfejek minél több sugarat akarnak felfogni. Sok növény külön kapaszkodókkal tör a magasba. Másokon a bemetszett, karélyos, áttört levelek biztosítják a minél több fényt. A felső levelek alól hosszan kinyúlnak az alsó levelek. A minél több napsugár felfogását szolgálja aztán a levélhelyezkedésnek szöve-

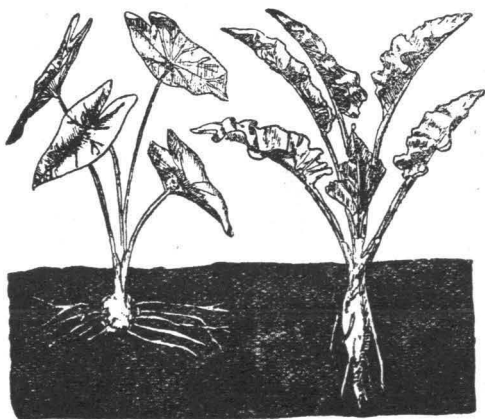
vényes törvénye, amelynek révén minél több levél fürödhetik a napsugárba és segíthet klorofilja révén a táplálék átalakításában.

A levelek együttműködése a gyökérrel a táplálkozás céljából.

Esős időben megfigyeltétek-e már, hogy az egyik levélen végiggördülő csepp az alatta lévőre, onnan a következőre s végül a földre hull. Minél több levélen megy keresztül, annál közelebb van a korona széléhez. S így történik, hogy míg a fa alatt alig hull néhány csepp, a korona széle szinte meghajlik a nagy teher alatt s a fát a dús eső-vájta árok veszi körül, mintha csak a fa védősáncot vont volna maga körül. Miért van ez így ?

Az angoloknak van egy életravaló közmondásuk : *My castle is my house* = Az én házam az én váram. A fának is megvan a maga vára és az sánccal van körülvéve. Az árok a korona vetülete. Ha ott, ahol a szélső levelek cseppjei a szép kört megrajzolják, a földbe ásnánk, a fa gyökérzetének végső ágait érnénk. Ott van a legtöbb hajszálgyökér, amelyekről már tudjuk, hogy a növényvilág élelmezői. Belül, a már elhalt hajszálgyökök közt, nem olyan szükséges a táplálékot feloldó víz, ellenben a kerületen minél több nedvesség kell. A fa-levelek, sőt sokszor a levélszár állása, alakulása olyan, hogy a levelekről a legtöbb esőcsepp a kerületre gördül. A kerületen érik a hajszálereket, táplálékot adnak nekik, majd éppen úgy gördülnek érről-érre végig az egész erezeten, mint ahogy az fordított irányban fönt a leveleken történt. Ezért van az is, hogy a gyökérzet és a korona arányosan fejlődnek, ami természetesen más növényekre is áll. A nedvességet ezek is a gyökérzethez vezetik. Sok közülük ezzel a céltal a levélszárból csatornát sodor. A gyöngyvirág levele csővé alakul. A Rebar-

bara csatornája az egész levélnyélen folytatódik. A *Gentiana Germanica* levelén és szárán a lefolyás irányában a víz tapad s a gyökér felé gördül, míg másutt olajos felületéről leperreg. Sok kúszónövény, több egy évig élő növény gyökerei szétágaznak s a leveleikről kifelé csurgó esővíz éppen a gyökereket éri (centrifugális levélállás, 43. ábra bal képe). Ennek ellen-



43. ábra Az esővizet kifelé (centrifugális) és befelé (centripetális) vezető levélállás.

kezője az az eset, mikor a levelek a karógyökérhez befelé vezetik a felfogott vizet (centripetális levélállás, u. o. jobb kép). Az *Alfredia ceruna* — takács-kóró — levelein végigengedett sörétszem mutatja, hogy a víz a felső levél csatornáján végigcsorogva a második, onnan a következő stb. levélre hull. Lefelé a levelek és csatornáik nagyobbodnak, amivel a felfogott víz is egyre gyarapszik s a legalsó levél tekintélyes vízsugárral öntözi a gyökereket.

A *Verbasculum phlamoides* — ökörfarkkóró — levelei-

nek $\frac{2}{3}$ része merev, $\frac{1}{3}$ része lekonyul s így a víz a levél belső részén centripetális, a külső részén centrifugális irányú. A ket-tős vezeték az összes gyökereket ellátja nedvességgel.

A levelek és a napsugár.

A sűrű erdők fái versenyeznek abban, hogy melyik tud karcsúbb lenni, és magasabbra szökkenni. Valamennyinek *Sursum corda!* a jelszava, mert napfürdő a vágya. Ezért vannak a bemetszett, a karélyos, az áttört levelek, amelyek az alattuk lévőnek is adnak a sugárból. Ezt a célt szolgálja az a berendezkedés, hogy a kisebb nyelű levelek alatt hosszabb nyelűek fejlődnek. Még jobban ezt a célt szolgálja a levelek elhelyezése a száron.

A) Egy magasságban több levél esete.

1. Egy magasságban két szembenéző levél (folia opposita) esetében 180° elfordulás vezet egyiktől a másikig. Az egymás fölött lévő leveleket összekötő merőleges a hosszvonal. A szár körül egyik levéltől a másikig vezető távolságot, a levélhajlást vagy divergenciát szöggel mérjük s törttel fejezzük ki. Mivel a szár egész átmetszete 360° , a 180° elfordulás annak fele, tehát az ilyen levélállást $\frac{360}{2} = 180^\circ$, féldivergenciás levélállásnak nevezzük. Ismert példája az akácfa. Ennek sajátságos esete az átellenes levélállás (folia decussata), midőn az első levélpár után minden második 90° -kal eltolódik az első hosszvonalától. Ismert példája az orgonafa, a platánfa.

2. Ha egy magasságban 3 levél ül, az egyik 120° alatt hajlik el a másiktól. Az elhajlás az egész átmetszet $\frac{360}{120} = \frac{1}{3}$ része. Ez az egyharmad-levélállás. Ennél is előfordul az az eset, hogy minden második levélcsoport elcsúszik a távolság felével, 60° -kal. A levelek tehát 6 hosszvonalba kerülnek. Ilyen levélállása van az oleandernek.

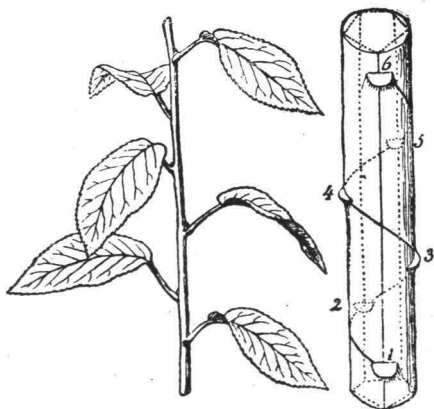
B) Egy magasságban egy levél esete.

Igen sok növény levelei látszólag minden rendet nélkülöznek. De ha megpróbáljuk egyik levelet a másikkal összekötni, ettől a harmadikig, negyedikhez jutni, csigavonalat kapunk (1—6). Két egymásfölötti levelet a *csavarmenet* köt össze. Egyik levéltől a másikig terjedő része a csigavonalnak a *levélfordulás*, vagy *levélciklus* (1—2). A legelső elfordulás az *alapspirális* (44. ábra). Ennek a csavarmenetes levélállásnak igen tanulságos eseteit bárki egy sétán nyomon követheti.

1. Ha egy csavarmenetben két levél van, a levélfordulás 180° , az átmetszet (360°) fele. A kezdőlevelek egy hosszvonalban kerülnek. Az összes leveleket egy egyenes köti össze. Ez az egyfeles levélállás. Ismert példája a szilfa, a hársfa.

2. Ha csavarmenetenként 3 levél fejlődik, a levélfordulás 120° , az egész átmetszet (360°) $\frac{1}{3}$ része. A levelek 3 hosszvonalba esnek. Ez az $\frac{1}{3}$ levélállás; példája az éger, búkk, a mogyoró.

3. Egy csavarmenetben a levelek száma 5; csavarmenetiük kétszer fogja át a szár kerületét. A csavarmenetek 1., 2., 3., 4., 5. levele egymás fölé esik, tehát a levelek 5 hosszvonalon ülnek, amelyek egymástól a kerület $\frac{1}{5}$ részére, vagyis 72°



44. ábra. A csavarmenetes levélállás és vázlatos rajza.

ra vannak. A divergencia a kerület $\frac{2}{5}$ -e ($= \frac{360.2}{5} = \frac{720}{5} = 144^\circ$). Ez a $\frac{2}{5}$ levélállás. Legismertebb példája a meggyfa.

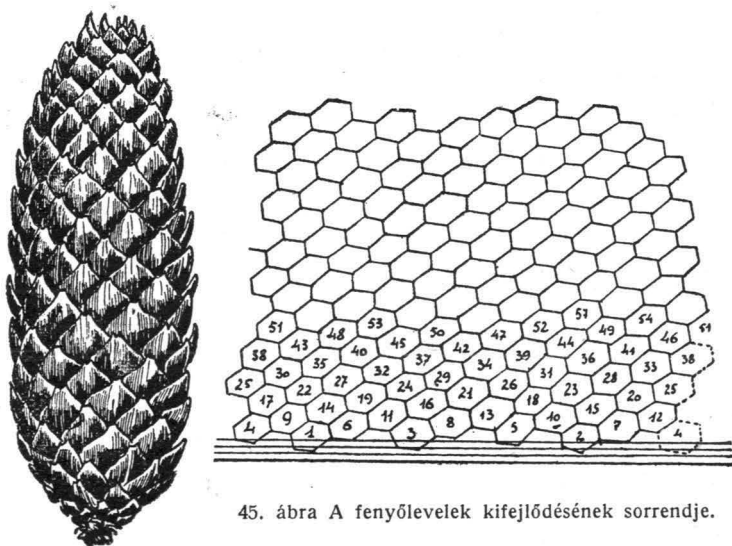
4. Ha a csavarmenet 8 levelet hord, azokat összekötve háromszor kell a szárt megkerülni, tehát a divergencia az átmetszet $\frac{3}{8}$ -a ($= \frac{360.3}{8} = \frac{1080}{8} = 135^\circ$). Ez a $\frac{3}{8}$ levélállás. Ilyen a rózsza, a himpér, a körtefa és a nyárfa.

5. A keskeny levelű fák (mandula, babérfűz, hipófa) és bozótok 1—1 csavarmenete 13 levéllel ötször megy a szár körül. Két levél távolsága a kerület $\frac{5}{13}$ része, vagyis $\frac{360.5}{13} = \frac{1800}{13} = 138^\circ$. A hosszvonalak száma 13. Ez az $\frac{5}{13}$ levélállás.

6. Az is előfordul, hogy a 21 leveles csavarmenet 8-szor, a 34 leveles csavarmenet 13-szor kerüli meg a szárt. Az első esetben 21, a másodikban 34 a hosszvonalak száma. Két-két levél divergenciája előbb $\frac{8}{21}$ ($= \frac{360.8}{21} = \frac{2880}{21} = 137^\circ$), utóbb $\frac{13}{34}$ ($= \frac{360.13}{34} = \frac{4680}{34} = 138^\circ$).

A csavarmenetes levélállás itt megismert divergenciáit egymásmellé írva, az $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$, $\frac{13}{31}$ sort kapjuk. Más formákra mi nem terjeszkedünk ki, természettudósok azonban $\frac{25}{55}$ levélállást is tanulmányoztak. Más formák az $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{2}{9}$, $\frac{3}{14}$, $\frac{5}{23}$... sort adják, ismét mások az $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{7}$, $\frac{3}{11}$, $\frac{5}{16}$, $\frac{8}{29}$... törtekre vezetnek. Valamennyi törtsorban az egymásután következő számlálókat illetve nevezőket a két előbbi tört számlálójának illetve nevezőjének összege adja. Ez a sor volt *Lamé* francia matematikus († 1870) vizsgálódásainak tárgya, aki után *Lamé-sornak* is nevezzük. A természet ime mintha játszanék a levelek elhelyezésében való érvényesülésével, aminél még szövevényesebb formát a tűlevelűek mutatnak. A levelek keletkezési sorrendjét, ami elhelyezkedésüket is feltünteti, a kiterített toboz szemlélteti (45. ábra). Az 1. pikkelyt a 2., 3., 4. stb. követi. A második sorban a megfelelő szomszédok 6., 7., 8., 9., 10. következnek.

A 3. sor 11., 12., 13., 14. és 15. pikkelyei ugyanezt a rendet követik. A természet műhelyében tehát minden a legapróbb részletekig sokkal szövevényesebb törvények szerint történik, mintsem azt gondolnók. Darwin a Lamé-féle sorra gondolva mondta, hogy e törvény érvényesülése a természetben «a leg-higgadtabb embert is meg tudná bolondítani». Már t. i. azt,



45. ábra A fenyőlevelek kifejlődésének sorrendje.

aki nem *akar* Istenben hinni, mert ilyen világos tényeket le kell tagadnia, vagy figyelmen kívül hagynia, hogy a hitetlenség dogmája sértetlen maradjon.

A levegőnyílások (pórusok) szerepe a táplálkozásban.

A táplálék összekeresését a helyhez kötött növény helyett a gyökér végzi: állandó növekvése képessé teszi rá. Azonban a talajt szükséges sókkal a víz látja el. Sőt azoknak a növényekbe való szállítása is a víz feladata. A táplálék-

részecskéket a víz parányai cipelik a gyökér és a szár millió és millió sejtjei között a levelekbe s onnan, mint kész táplálékot a szervekbe. Az egyik foszfort, a másik káliumot, a harmadik nátriumot stb. cipel fölfelé. Az átalakítás után ebből készül a gyökér, a bél, a klorofil, a háncs, a pollen, a virágpor, a méz, a gyanta. Belőle van a cseresznye csillogó színe, húsának zamata, magjának kemény tokja.

A táplálék-elszállítás után az illető vízparány fölöslegessé válik s a szervezetből a levegőnyílásokon (pórusokon) át távoznia kell. A párolgás tehát a növény lélekzése, a levegőnyílások pedig a lélekzőcsatornák végződésai. Számukról a 131. oldalon levő táblázat nyújt felvilágosítást.

A nyílások száma rengeteg, főként a nagyobb növényeknél. A csertölgy egy közénagy (50 cm²) levelén 2,000.000, egy szőlőtő 45 levelén 172,000.000, a tündérrózsán 144,000.000, a Victoria régián 1.055,000.000 nyílást számláltak.

Miért dolgozik a természet ilyen nagy számokkal? Azért, mert egyrészt sok kis nyílás az apró nyílások területének megfelelő egyetlen nagy nyílásnál fizikai kísérletek szerint nagyobb párolgást biztosít. A leveleknek tehát *sok nyílással* nagy a lélekző felületük. A napraforgó levele olyan háromszög, amelynek alapja 30 cm, magassága 30 cm, vagyis egyenként fonák és felszín 450, vagyis összesen 900 cm² felület. A levélszint 1 mm² területén 175, a fonákén 325 levegőnyílás van. Tehát a 450 cm² levélfelületnek 7,875.000, a szintén 450 cm² fonákfelületnek 14,625.000 levegőnyílás felel meg. Vagyis a növény egyetlen levele 22,500.000 nyíláson párologtat. Az egyes nyílások területe középtértékben 0.000908 mm². Tehát az *egy* levélen a pórusok területe 20.43 cm², 900 cm² felületből kerekén 20 cm² a párologtató felület ; másként kifejezve az egész levél területének 2.2%-a nyílás.

A nyílások rengeteg száma egyúttal tisztántartásuk fel-

A növény neve	A levegőnyílások száma a levél 1 mm ² területén		A levegőnyílásoknak milliméterekben adott			A levél felületén mm ² -ként elfoglalt terület		A levél mindkét felületén a levegőnyílásoknak 1 mm ² területre eső	
	a fel-színen	a fonákon	hossza	szélessége	területe	a fel-színen	a fonákon	száma	területe
Fehér eperfa	—	480	0-018-0-029	0-008-0-021	0-000114-0-00047	—	0-0547-0-2298	480	0-0547-02298
Közönséges orgona ...	—	330	0-028	0-016	0-000352	—	0-1162	330	0-1162
Közönséges utilapú ...	—	243	0-026	0-021	0-000429	—	0-1142	243	0-1142
Csőves ten-geri	94	158	0-037	0-029	0-000843	0-0792	0-1332	252	0-2124
Vetemény-borsó ...	101	216	0-024	0-017	0-00032	0-0323	0-0691	317	0-1014
Tányérrózsza, napraforgó	175	325	0-034	0-023	0-000614	0-1074	0-1995	500	0-3069

tétele. Erről ugyan a természet mással is gondoskodik, pl. azzal, hogy nagyobb számuk a jobban védett fonákon fejlődik. Sok növénynek továbbá valami különös bevonat nyújt jó védelmet; pl. a kankalin, mák, káposzta *viaszos* leveleiről leperreg a gyöngyökké zsugorodott víz. De legjobb védelmet nyújt a nyílások parányi volta. A $0.000.114-0.00047 \text{ mm}^2$ terület méretű nyílásokat a levegőben szállingó porszem durva kődarabja el nem torlaszolhatja.

S mi biztosítja a talaj nedvességekészletével arányos szabályos párolgást? Hogy t. i. a levél a kellénél több vizet ne veszítsen.

α) Egyrészt a nyílások fölött fejlődő *apró szőrözet* a por-szemeket távoltartja, egyúttal a levegőt is megköti: a páratelt régi levegő helyébe nem enged páraéhes új levegőréteget. S miért éppen szőrözet védi a levegőnyílást? Mert a védelemre a szőrözet holt sejtjei a legalkalmasabbak: védelmet nyújtanak s maguk sem vízre, sem táplálékra nem szorulnak.

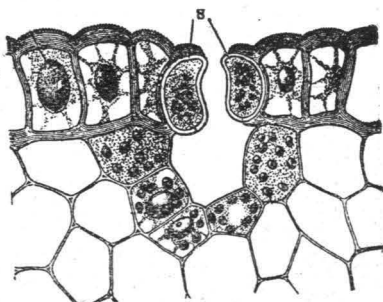
β) A túlpárolgás ellen védelem a levél különleges *formája*. A majomkenyérfa leggyökeresebben oldja meg a feladatot: száraz időben leveti lombját. Sok növény levele meg úgy segít magán, hogy felülete az adott térfogatnak megfelelő legkisebb felület lesz, hogy minél kisebb felület párologtasson. A gyermekláncfű levelei sovány helyen kicsinyek, keskenyek. A Földközi-tenger mellékén otthonos *Ulex europeus* nedves időben leveleket fejleszt, száraz időben tüskés, levéltelen. A sivatagi kutya-tej levelei tüskévé alakulnak. A borsós varjúháj leveleit összehengerli.

γ) Sok növény levele a napsugarak ellen *helyváltztatással* védekezik. Kánikulában a fehér akác leveleit összecukja. Az olasz akácok levelei csak éjjel terülnek szét, nappal összecukódnak. A madársóska levelei nagy melegben alácsapódnak.

δ) A levegőnyílások száma függ a talaj nedves vagy száraz voltától. Ha a növény nedves talajt szeret, több nyílással párologtat és viszont. Pl. :

A növény neve	Termőhelye	A levegőnyílások száma mm ² -ként	
		a színén	a fonákon
Fehér tündérrózsa	víz	460	0
Hévvízi tündérrózsa ...	"	625	0
Kocsánytalan tölgy ...	nedves erdő	0	346
Kocsányos tölgy	" "	0	288—438
Közönséges búza	szántóföld	47	32
Borsos varjúháj	köves	21	14
Házi fűfű	száraz	11	14

ε) A száraz éghajlat növényeit ezenkívül a levelek vastag borító-rétege, a cuticula védi. Közülük többet oxalsavas mész vont be, sejtjeik sós-anyaga a vizet megkötik. Belsejükben is vannak vízkötő sejtek. Ezt a vizet csak a végső szükségben használják el, viszont esős időben legelőször ezek a sejtek szívódnak tele.



46. ábra. Levegőnyílás duzzadt zárósejt-tel (s).

ξ) S végül a szabályos párologást automatikus módon biztosítja a nyílások olyan berendezése, hogy a duzzadt zárósejt (s) a nyílást szabaddá teszi. A víztartalom csökkenésével leapadt zárósejtek a nyílásokat jobban zárják (46. ábra).

Ki tudná elhinni, hogy egy berendezésben ennyi cél-

szerűség tisztán a véletlen munkája? Vagy hogy az anyagtól származik, amelynek egyik lényeges tulajdonsága az, hogy önmagától mozdulatlan, tehetetlen.

A növény szára az építkezés csodája.

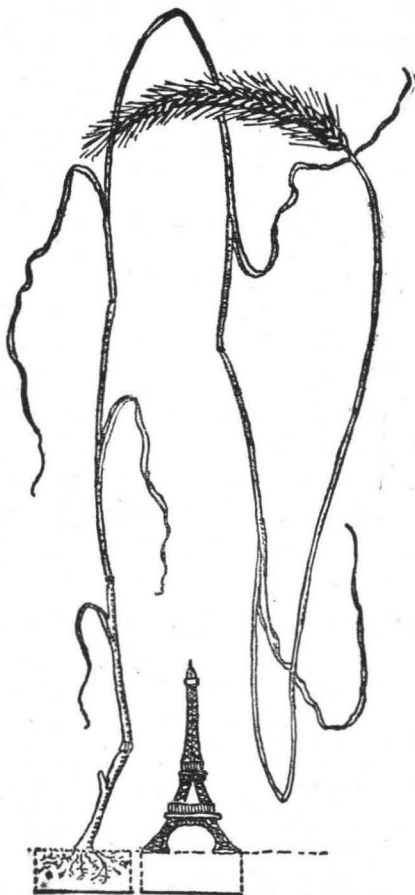
A merész építkezés mértéke az alap és magasság viszonya. Annál merészebb az épület, minél kisebb alapon minél nagyobb



47. ábra. Azt mutatja, hogy a new-yorki Kleopátra-tűből (2070 m) a Washington-emlékig (16918 m) felsorolt összes leghíresebb épületek közt merészségével mennyire kimagaslik az Eiffel-torony.

a magassága. Ha a növényeket ebből a szempontból épületeinkkel összehasonlítjuk, azt találjuk, hogy az építészet még megközelítőleg sem készített a természet műveihez fogható remeket. A rozs 1500 mm magas és 3 mm vastag szárának viszony-száma $1500 : 3$. A nád 3000 mm magas, 15 mm vastag; viszony száma $3000 : 15$. Tehát a nád magassága 200-szor, a rozsé meg éppen 500-szor múlja felül az alapot.

Ezzel szemben a 100 m magas esztergomi bazilika 107 m hosszú és 64 m széles alapon épült; holott ilyen alapnak 45.000 m magasság felelne meg. A vasépítés csodáját Eiffel csak 300 m magasra építette, s az alap oldalát 135 m-re kellett venni, hogy a ránehezedő vaskolosszust megbírja. Ha most a bazilika, illetve az Eiffel-torony alapjait körnek gondoljuk, a körnek amott 90, emitt



48. ábr. Az ember és Isten remekének magassági és megterhelési viszonya az elgondolt egyenő alap mellett. Az első Eiffel mérnök 676 m² cementlapon 6,500.000 frank költséggel 1540 munkas 645 kézimunkanapon hozta létre, miután tudósok, mérnökök, építészek már előbb éveken át készítették a tervet. A másik létesítésére az Ur kezdetben egyszer ezt mondta: *Teremjen a föld zöldelő füvet, amely magot ad nevé szerint...* (A Móz. 1, 11.) S azóta meg nem szűnik a csoda ismétlődése.

150 m átmérője felel meg s így a bazilikának 100 : 90, az Eiffel-torornak 300 : 150 a merésszégmutatója. Vagyis az Eiffel-torony magassága csak kétszer, a bazilikáé pedig egyszer sem múlja fölül az alap átmérőjét.

Tehát a szóbanforgó alkotások merésszége a mutatók szerint így következnek egymásután :

rozs	1500 :	3 =	500
nád	3000 :	15 =	200
Eiffel-torony	300 : 150 =	2	
esztergomi bazilika	100 : 90 =	1·1	

A bazilika és az Eiffel-torony felfelé karcsú. Továbbá a bazilika tetejére csak a kis kereszt kerülhetett, ellenben a rozs legnagyobb súlya, a szár súlyának kb. ötszöröse, a szár tetején van. Mivel a magasság és átmérő viszonya 500, a bazilika viszonyzáma pedig 1·1, tehát kb. 455-ször kisebb a rozsénál : a súly szempontjából csak úgy vehetné fel vele a versenyt, ha annál viszont 455-ször nagyobb terhet, vagyis önsúlya 2275-szörösét bírná meg, ami gondolatnak is borzasztó.

De még mindig nem mondtam el mindent. Pl. hogy az Eiffel-torony rengeteg pénzbe, sok munkás verejtékébe került. A rozs az *Úr Legyen !* szavára állt elő s azóta megszámlálhatatlan mennyiségben keletkezik évről-évre. Vagy hogy az egyetlen Esztergomi-bazilika és Eiffel-torony csekély megterhelhetőségük dacára is összedőlne, ha a talak alattuk meginogna. Ellenben a rozs a jégverés után fölegyenesedik. A tört szár bütyke rendellenesen fölfelé hajlik s néhány nap múlva az egész vetés olyan, mintha valaki fölfésülte volna. Mire a kalász megjelenik, a veszedelemnek semmi nyoma. A futóka, bükköny és konkoly fölé emelkedve zavartalanul éri a napsugár, és a növény a rendbejött táplálékvezető-csatornákon át vígan szívja a földből a táplálékot.

* * *

A rozs karcsú szára a merész felépítés tekintetében legnagyobb fáinkkal is vetekszik.

A fa neve	Magassága	Átmérője	Merészség
Wellingtonia gigantea ...	100 m	11 m	9
Abies pectinata	75 «	3 «	25
Abies excelsa.....	60 «	2 «	30
Larix Europea	54 «	2 «	27
Cupressus fastigiata	52 «	3 «	14
Pinus silvestris	48 «	1 «	48
Quercus sessiflora.....	35 «	4 «	14
Platanus	30 «	15 «	3

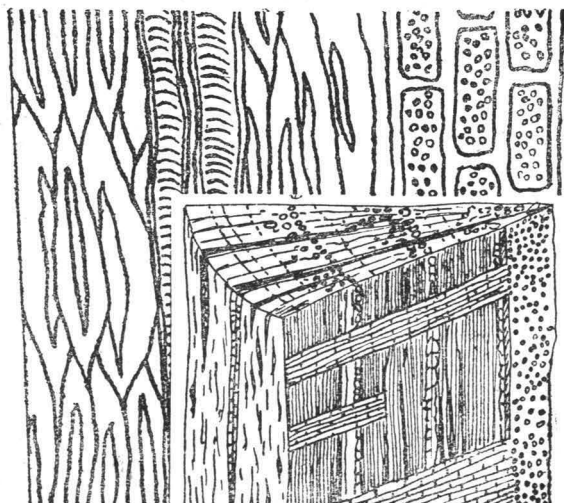
Mivel a rozs magassága 500-szor nagyobb átmérőjénél, míg a felsorolt fák közül a legmagasabb is csak 48-szor múlja fölül átmérőjét, talán közöttük is a rozsé az elsőség. Ez csak látszat! A fáknál nem az alap és magasság aránya, hanem az alap és korona különbsége, valamint a korona súlya fejezi ki az építés merészségét. Van fügefa, amelynek alig 2 m átmérőjű törzsén a 35—40 m hosszú ágakból álló és 10.000 m² korona 6—7000 embert takar be. Gondoljátok el, hogy a törzsön milyen teher nyugszik, s milyen erő van e fa rostjaiban, mikor óriási koronája nemcsak a sok-sok métermázsza gyümölcsöt emeli, hanem esős időben leveleire az esőcseppek mint valami tengerszemek nehezednek. Azonkívül tele van élősdiekkel s mindegyik aránylag a házra épített tornyocska súlyával egyenlő. S hozzá még a fügefát nemcsak a zefír simogatja, hanem a vihar tépő, forgató, feszítő erejével is küzdenie kell. S győz vele szemben. A vihar belekapaszkodik ágaiba, az egész kolosszus recseg, ropog, egy-egy ágát letöri, de mikorra törzsét ledönti, akkorra háztetőket bont meg s mire egyet kicsavar, vasúti mozdonyt dob le a pályáról.

Mindezek után önként kínálkozik a kérdés, hogy építkezéseinkben miért nem tudjuk elérni ugyanezt a szilárdságot? A megfelelő nyersanyag hiányzik? Dehogy! Hiszen az oxigén, hidrogén, nitrogén, jód, klór, szén stb. mind nagyon ismerősek. A kémikus folyton dolgozik velük. A növény éppen úgy a földből szívja a szilárd váz nyersanyagát, mint ahogy mi is onnan bányásszuk ki épületeink nyersanyagát. A különbség ott kezdődik, hogy *mi nem tudjuk a nyersanyagokat a növényhez hasonlóan vegyíteni, épületanyaggá készíteni*, megfelelően elhelyezni s megfelelő mennyiségben előállítani.

A növény utólérhetetlen tökéletességű épületanyaga ugyanis a sejt, mert nem kell kívülről felhordani, hanem a helyszínén terem; egyik a másikból s annyi fejlődik, amennyire éppen szükség van. A másik jelessége, hogy belül üres, a nagy tömeg sem sokat nyom s így egyenesen bravúros építkezésre van teremtve. Ha az épülő házak mellett meglátjátok az üres téglákat, jusson eszetekbe, hogy amit az emberek most kezdenek használni, azt a növények már a teremtés napjától kezdve használatba vették. Csakhogy a növények téglái a durva és nehéz anyag, a sár helyett cellulózéból, tehát ugyanabból az anyagból készülnek, ami a papírunkat adja. Könnyűsége mellett az ilyen papírtégla rossz hővezető s így a növény függetlenebb a külső hőmérséktől. Ebből épül a tölgyfa is, csakhogy építés közben a törzs sejtei faanyaggal ivódnak tele és megkeményednek. S így ugyanaz az anyag, mely mint papír összegyűrhető, mint kész fa keménysége miatt a hajthatatlan erő jelképe. Különben az összes növényekben miatta van ellenálló erő. A vízben ázott kender hosszú rothadás után is mennyi munkát ad a kendertörőnek! A vázson forró lúgba kerül s a hancs rostjai a kifőzés után is mily erősen összetartanak. Kiszámították, hogy mikor 1 m^3 meg nedvesített növényanyag dagadni kezd, sok métermázsa súlyt

felemel. Ha az épületsejtek anyaga kova és vas, ezeket gumilakk-, cement- vagy enyvbevonat védi a gyors hőváltozástól.

A növény vázának szilárd voltát az anyagon kívül a különféle elemek és elhelyezésük is biztosítják. A növény vázának egymást kiegészítő legfontosabb elemei a rost, a sugár és a háncs. A rostot keskeny és belül üres sejtek adják,



49. ábra. A fa rostjai és (lent jobbra) a bélsugár.

amelyek a szár hosszában párhuzamosan húzódnak s hegyes végeikkel szorosan egymáshoz ékelődnek. Miattuk olyan nehéz a fát szétvágni (49. ábra fönt).

De ha velük a fa egy irányban erős volna, viszont annál könnyebben széthasadna, ha irányukra merőlegesen elhelyezett bélsugár keresztpántokhoz hasonlóan a fát tömötté és ellenállóbbá nem tenné (u. o. lent). Pusztán a két előbbi anyagból összeszerkesztett fa azonban minden *erőssége* mellett is

annyira merev volna, hogy ágait a leggyöngébb szellő is letöredelné, s a vihar törzsét leterítené. Ezen a bajon rendkívül rugalmas sejtjeivel a faháncs segített. Tőlük van a növény hajlékonysága. Lám a természet is mennyire törekszik a *fortiter et suaviter* keresztútvitelére! Ha a növény szívósságát a vaséval akarjátok összehasonlítani, azt találjátok, hogy a mm²-es átmérőjű kovácsolt vasdrót 12·1 kg terhet bír meg, ellenben a növénynek 1 mm² háncsrostját 15—25 kg-mal is meg lehet terhelni. A székfű szárának 1 mm² háncsrostja 14 kg súlyt bír el. Az újjeländi len rostja mm²-ként 21 kg súlyt tart fenn. Az erkölcsi életben is a *fortiter et suaviter* eljárás és föllépés képesít a legjelentősebb eredményekre.

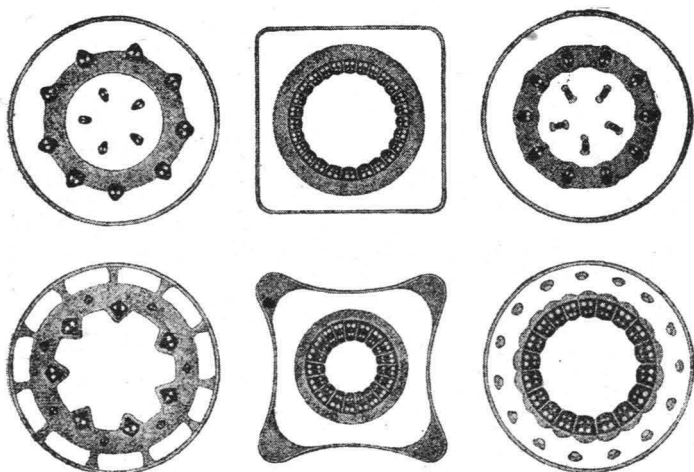
* * *

S végül a növényekben a különféle elemek olyan formában és úgy vannak elhelyezve, mintha mindegyik számára mérnök jelölte volna ki a legmegfelelőbb alakot és helyet.

A növény erősítő szervei: a törzs, a szár u. i. hengeresek. Mintha csak a mechanikában tanulta volna, hogy a minden oldalról támadásnak kitett testet a hengeres alak védi legjobban. A négyszögű karó egy ugyanolyan méretű hengeres karónál könnyebben görbül. Az ugyanannyi anyagból készült üres henger pedig mindkettőnél tovább ellenáll. Az ív papírból göngyölt cső az ugyanakkora papírból sodrott tömör pácánál erősebb. Az 1 kg vasból készült tömör pácánál az ugyancsak 1 kg vasból készült 1 m hosszú, üres cső ellenállóképessége sokkal nagyobb.

A növények szilárdító szervei ezért legtöbbször hengeresek és sokszor üresek. S a szilárdító anyagok mindig oda kerülnek, ahol a legszükségesebbek. Hogy hol a legszükségesebbek, ezt megint a mechanika mutatja. A meghajlított pálca domború részén a szakító-erő maximuma, vele szemben a

nyomóerő maximuma lép fel. A közép felé a két ellentétes erő kiegyenlíti egymást, ott nyugalom van. Az ellentétes erők hatása alatt egy gyárkéménynek vagy oszlopnak is a kerületén vannak a káros hatásai. Éppen ezért kerül az ilyen épületekben a szívsós anyag a kerületre. A közbeeső részeket pedig kevésbé erős anyag tölti ki, vagy üresek is lehetnek. Ez a



50. ábra. Több növény szár átmetszete.

felépítés bármely oldalról jövő támadással szemben védelmet nyújt.

Ugyanez az előrelátás valósul meg a növény szár vagy a fatörzs fölépítésében is. (50. ábra). A szilárd rostok a szár kerületén vannak, a védettebb részek vagy üresek, vagy bél-sugárral bélelték. Tehát a növények az embereknel régebben használják a betonépítkezést.

S mivel a húzóerővel szemben a szilárdabb anyag belül szükséges, azt (a gyümölcs szárában, a gyökérben) belül is találjuk.

* * *

A szár és a törzs azonkívül, hogy a növény szilárd váza, egyúttal a tápláló nedveket szállító elmés szerkezet. Galilei idejében egy kút felszerelésénél a florenci kútkészítők minden ügyessége csütörtököt mondott. Nagyon mély kutat ástak s a víz a szívócsőben sehogyse akart 7 m-nél magasabbra emelkedni. Több próba után a kútkészítők Galileihez fordultak, aki Toricellivel együtt először jött rá arra, hogy a vizet csak 7 m magasra lehet fölszívni s ott új szerkezettel kell a továbbításról gondoskodni.

Tíz méternél magasabbra a vizet csak hajtani lehet, de megfelelő erősségű csövek szükségesek hozzá. Ezt a módot alkalmazzák a bányavíz kiszorításánál. A bánya mélyén víztartók mellett, éjjel-nappal zakatol a sokezer lóerős vízfelhajtó gép. A többszáz méteres földréteg szinte reng bele. A földalatti folyosók félelmesen továbbítják a tompa morajt. Mintha a föld ezzel akarná kifejezni bosszúságát, hogy évezredek csöndjét háborgatják. S ha fönt megnéznéd a víz kifolyását, csodálkozva kérdenéd, ennyi az egész? Mennyi energia kell hozzá, hogy a nagy mélységből a kevés víz felszínre kerüljön. (egy l vizet másodpercenként 1 lóerő hajt 75 m magasságra !)

Kisebb mértékben ugyanezzel találkozunk a növények életében is. A frissen szakított vérehulló fecskefű, vagy a tavasszal nyesett szőlő vékony csöveiből nedv csordul ki. A kis növény néhány cm-nyire, a nagy fák tekintélyes magasságra emelik a nedvet. Míg a falusi templom tornya 30 m, a városié 60 m, az ulmi dóm 161 m magasból tekint Ahhoz, akinek tiszteletét hirdeti, a jegenyefenyő legfelső levelei 75 m magasban várják az alulról szállított nedvet. A kaliforniai mamutfák 142, az ausztráliai eukaliptuszok 152 m magasságra is megnőnek. A kúszófák tekervényes úton 180 m-nyire viszik a nedvességet. Ha pedig a gyökérmélységet is figyelembe vesszük, van fa, amely óránként 80—100 cm-nyi sebes-

séggel 200 m magasra juttatja a nem is megvetendő vízmenynyiséget ; ugyanis a kukorica nyaranta 14, a kender 24, a napraforgó 66 kg vizet párologtat el, amely gyökér útján mind a földből kerül elő. Egy nyárfa nyáron át naponként 38 kg vizet szlv fel. Mivel Budapest vízellátására kb. naponként 140.000 m³ víz szükséges, ezt a vízmennyiséget a kb. 18-5 km² területen 3,634.210 fa állítaná elő. De míg Budapest vizét 3200 lóerő bonyolult szerkezettel juttatja rendeltetési helyére, az erdőben sem gépnek, sem zakatolásnak, sem megerőltetésnek semmi nyoma. Ugyan mi dolgozik a fák törzsében? Szerintünk végeredményben az Úristennek mindent rendező ereje. A mindent anyagi erőkkkel magyarázó természetkutatók a gyökérnyomásra, vagy a hajszálcövességre, majd ozmózisra, átszivárgásra gondoltak. S mivel kiderült, hogy a gyökérnyomás hatása ennél sokkal kisebb, hogy a vízszállító rendszer a levegő nyomásától el van zárva s a hajszálcövesség nem érvényesülhet, hogy az ozmozisnak ellene szól a felszállított vízmennyiség, most azt mondják : «A víz felszállítása tekintetében ismereteink még mindig tökéletlenek. Még a legelemibb kérdésekre nézve is hiányzik tudásunkból minden biztosság». Így járnak ezek a jó tudósok, akik azt ígérik, hogy a természetet önmagából magyarázzák. Mikor arra kerül a sor, hogy egy legkisebb berendezésnek adják helytálló magyarázatát, a felelet : ignoramus.

A virágos réten.

Keresztes szent Pál, a passzionista szerzet alapítója, nagyon szerette a virágokat. Egy séta alkalmával így szólt társához : «Kié ez a terület?» A társ megnevezte a birtokost s a Szent erősebb hangon ismételte meg a kérdést : «Kié ez a terület?» S mikor most sem kapott kielégítő feleletet, a Szent harmadszor tette fel a kérdést : «Kié ez a terület?» Mivel a

kísérő még most sem értette meg, maga felelt : «Ez a terület a jó Istené». Valósággal átszellemülten szemlélte és hallgatta a természet szépségeit. «Nem hallod — mondá kísérőjének az erdőben járva —, hogy mondogatják a fák és levelek, szeres-sétek az Istent?» Ha idegennel találkozott, így szólította meg : «Testvérem, hallgasd csak, a fák levelei azt sutto gják, hogy szeressük az Istent». Tavasszal örömmel köszöntötte az első virágokat. Kisietett hozzájuk, megsimogatta őket. Ha ment valahova, az útszélen melléjük ült és társalkodott velük. A végén megköszönte kedvességüket, megsimogatta őket. «Most már hallgassatok, nyugodjatok», mondotta nekik s azután folytatta útját.

Az a kérdés, hogy miképen tudott szent Pál természet-rajzi ismeretek nélkül annyit foglalkozni a virágokkal, annak jut eszébe, aki szerint a növények ismerete egyenlő a porzók megszámlálásával, a gyökerek kihuzogatásával, szirmaik le-tépésével és a lepréssel. Pedig jó növényismerő az, aki a legegyszerűbb fűszálban is úgy gyönyörködik, ahogyan az Úr beleszötte a mező ünnepi szőnyegébe, s akinek a természet azt mondja, amit az Úr közlésre rábízott. «Halljatok engem tiszta nemzedék és mint a vízfolyás mellé ültetett rózsza nyiljatok. Mint a Libanoné, legyen gyönyörűséges illatotok. Virágozzatok, mint a lilium és illatozzatok kedvesen» (Sir. 39, 17—20.) — ezekkel a szavakkal küld a szentíró mindenkit a természetbe a mezei virágok közé, amelyek változatos formáikkal mint a mező csipkézete emelik a mező ünnepi hangulatát. Hogyan ne mondanának azok nagyon sok szépet elsősorban az erényről, amellyel mindegyik rokonságban van.

Tudod, mi a virág?
A földnek jósága.

Tudod, mi a jóság?
A lélek virága. (Petőfi.)

A patak partján a nefelejcs, az erdőben az ibolya szerénységről beszél. A lilium a tisztaságot köti lelkedre. A rózsza

állhatatosságra int. A búzavirág kék színe az eget tükrözi. Az Úr megbízásából (Mt. 6, 28.) valamennyi a gondviselésbe vetett bizalom tanítója. Állandóan emlékeztetnek a lelki nemesség, az előkelő gondolkodás, szeretet végső okára, a jó Istenre.

Die Blümlein, wenn sie aufgewacht,
Sie atmen auch den Herrn alsbald
Und schütteln rasch den Schlaf der Nacht
Sich aus den Augen mit Gewalt,
Und flüstern leise rings im Kreise,
Der liebe Gott geht durch den Wald.

Aki így tudja élvezni a virágokat, annak aztán fokozottabb gyönyörűség megismerni azt a nagy bölcseséget is, amely a gyökértől kezdve a növény legkisebb részéről lerí, s mutatja az örök szépség és bölcsesség tengerét, amelynek minden virág parányi cseppje.

Isten, ó mondd a világon
Azt a pontot hol lelem,
A fűszálat, a bogárkát,
Ahol nem Te vagy jelen.

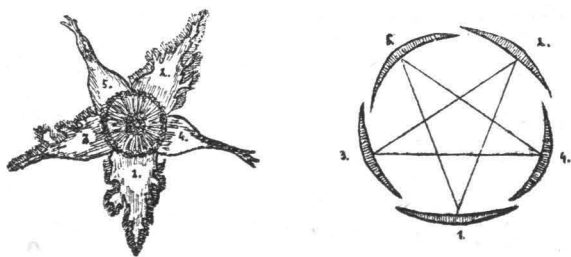
Mintha arcod mosolyogna
A természet kék egén
S virágok közt járva mintha
Leheleted érezném.

(Reviczky, Isten.)

Igy beszél a költő s így beszélhetünk mi is. Virágok közt közel érezhetjük magunkat az Úrhoz, hiszen róla beszél illatuk, színük, de még inkább formájuk. «Ha valamelyik szövőgyár az Urat üzemének megnyerhetné — mondja egy természettudós — gyönyörű rajzaiért nagy tiszteletdíjat utalványozhatna ki neki.» S a flórenciek nagyon meg akarván tisztelni gyönyörű dómjukat, amelynek *Campanileje* Giotto elgondolásában a liliumot volt hivatva utánózni, ezt a nevet adták neki: *Santa Maria del fiore*. A virág-templom. Olyan szép, mint a virág. Ha Flórencben valaki nagyon szépet akar mondani egy nőnek, azt mondja:

Sei bella, come il Campanile.

S hogy védi a természet a virágot ! Csak egy jelentéktelennek látszó semmiséget akarok felemlíteni erre vonatkozólag. A vadrózsa szirmait leszedve megmaradnak a porzók s alattuk az öt murvalevél. Nézd meg, hogyan vannak ellátva szőrözettel ! Emlékezzél vissza, mikor a geometriához kemény papírból testet, mondjuk éppen ötoldalú piramist kellett fabrikálni ! Úgy kellett a lapokon fület hagyni vagy nem hagyni, s a füleket úgy kellett bekenni enyvvvel, hogy a lapokat összehajtva fületlen lap füleshez érve tartsák egymást.



51. ábra. A vadrózsa szőrözött murvalevelei és elhelyezésük állandó rajza.

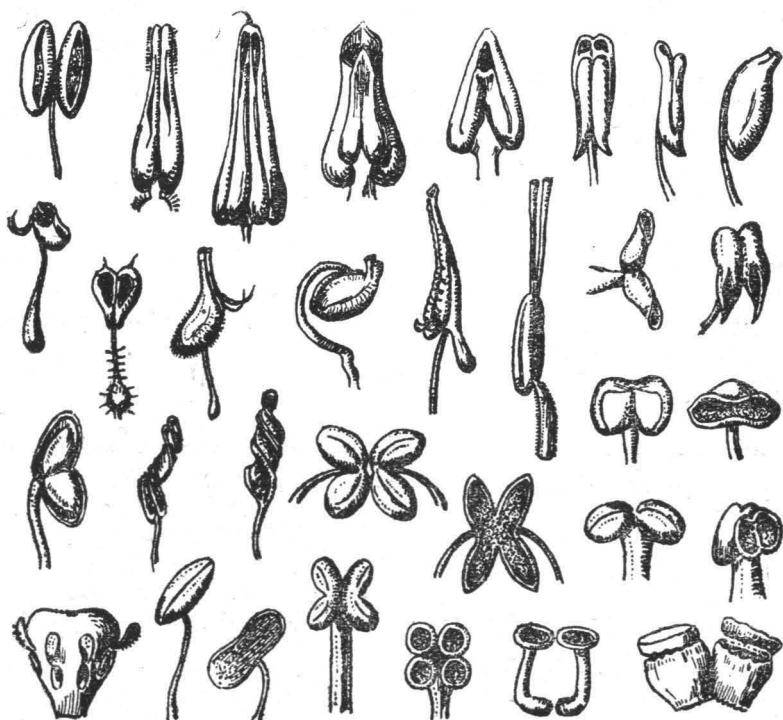
Igy van összeszerkesztve az öt murvalevél, amelyeket a szőrözet tart össze s csak a nyíláskor megerősödő szirmlevelek szorítják őket szét.

S ha a szabad szemmel fölismerhető virág-formák kimeríthetetlen változata bámulatra ragad, a legparányibb részek szépsége himnusszá fokozza csodálkozásunkat. Itt vannak pl. a különféle porzók rajzai. (52. ábra.) A csecsebecsék milyen tömege tárul eléink s minden formában mennyi báj és műgond ! Vagy nézzük meg a porzók tartalmát, a pollen-szemecskéket, a virágport, midőn a burok fölhasadásával a réseken kiömlik. Ujjunkhoz tapad s szabad szemmel alig látni rajta valamit, hiszen az árvácskapollen átmérője 0·062—0·071, a folyókáé 0·076—0·084, a kigyósziszé 0·010—0·014

mm között ingadozik. Azért igen erős nagyítás szükséges hozzá, hogy feltáruljon szépségük, amelyeket szem előtt tartva, még mélyebb értelmet tulajdoníthatunk az Údvöztítő szavainak, hogy Salamon minden pompája sem fogható a legyszerényebb mezei virág szépségéhez. (53. ábra.)

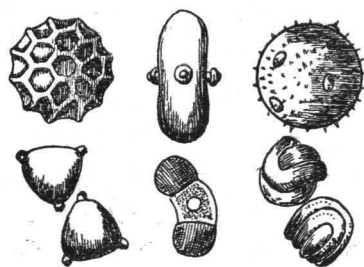
A beporzás.

A beporzás különféle módjaiban meglep az az előre kiszámított biztosság, ahogy két külön célt szolgáló ok egy



52. ábra. A csebecsék e gyűjteménye különféle növények virágpórái.

harmadik közös cél biztosításában találkozunk. A szél pl. hőkülönbséget kiegyenlítő légmozgás. Feladata *nem* a virágpór átvitele; azt mellékesen csak azért végzi, mert az átvitelre rábízott



53. ábra. Nézzük meg a pollenszemcskéket!

vannak ellátva. Levegőjüket a nappali hő felhevíti, a gömbök felszállnak s ha a lég később hűvösödik, az egész felhő leereszkedik. A bibére esett pollen ablakai ki-

nyílnak s a tartalom nyúlós fonálkák alakjában rendeltetési helyére, a termőre siet.

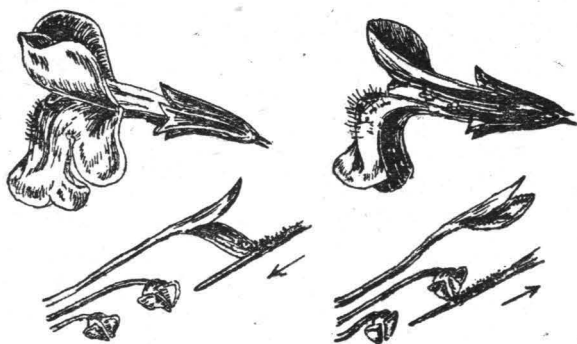
Még érdekesebb berendezéssel történik a *rovarporozta virágok* beporzása. A rovarokra bízott növényeknek méz az árujuk, virág a cégtáblájuk s hogy az üzlet keresett legyen, a természet a cégtáblát nagyon ügyesen készíti. Csalogató már illata is, de még csalogatóbb színkontrasztja.

Jelzőkészülékeiben a vasút piros és zöld színt használ. Hadgyakorlatok alkalmával fehér-fekete táblák tartják távol az embereket a veszélyes helyektől. A kereskedők táblái a színellentét felhasználásával keltik fel az emberek figyelmét. A természet ugyanígy csalogatja a rovarokat a virágokhoz. Mivel a legtöbbnek háttére zöld levél, a legtöbbnek színe a zöld ellentétes színe. Egy rét virágainak 33%-a fehér, 28%-a sárga, 20%-a piros: a piros *kidltó* ellentétes színei. Ellenben csak 9%-a kék, vagy 8%-a viola, amely távolról kevésbé üt el a levél zöldjétől; és 2%-a barna, amely távolról szinte beleolvad a zöld környezetbe.

A legtöbbszor a szíromlevelek, néha a melléklevelek

ritkán a virágnyel mutatnak színekontrasztot. Az is előfordul, hogy virágzáskor a felső levelek öltözködnek ellentétes színbe. A harang- vagy gombvirágnak általában csak a külseje színes. Ha azonban a rovar belsejét is láthatja, hasonló műgonddal van színezve. Néhány csengővirág kívül zöld, belül fehér-, sárga, pirosszínű.

A csalogatáshoz a színekontraszton kívül szükséges szín-ingert néhány növény nagy *szirmokkal* (a Filippi-szigetek



54. ábra. A tátika beporzása.

11 kg-os *Rafflesia Schadenbergia*-jának átmérője 80 cm, a *Paphiodelium caudatum* szirmai 70 cm hosszúak), a legtöbb azonban inkább *kis virágok halmazával* biztosítja. A bodzafa 1 mm szirmai pl. a virágzatban összehalmozva messze ellátszanak.

* * *

A színekontraszt csak odacsalogatja a rovar, amely mézet keres, és így különféle szerkezettel ismét a virágnak kell úgy berendezve lennie, hogy a rovar a mézzel együtt a virágport is tovább vigye.

Egyik a horoló szerkezet. A bibe lehajló ajka a rovar

szílvójáról a másik virágban hozzátapadt pollent lehorolja. Az érintésre a bibe két ajka összecukódik. Mire a rovar szílvóját visszahúzza, a bibe már összecukódott és ekkor a rovar virágport szed fel, amelyet más virágba visz. Mivel azonban megtörténik, hogy a rovar virágport nem hozott s a bibe-ajkak beporzás nélkül összezáródtak, a záródás után még néhányszor felnyílnak. A *Mimulus luteus* (tátika) bibéje az érintés után 5 percig marad zárva s utána megnyílik. A beporzás után az ajkak végleg zárva maradnak (54. ábra). A *Salvia glutinosa* (zsálya) ajakos virágát a pöszméh porozza be. Bemenet egy emelőszerkezettel találkozik. Rendes állását a kép jobb felső ábrája mutatja. A pöszméh az emelőt lebillenti s mivel az emelő maga a porzó, portartalmát a rovar hátára szórja. A bejáratnál elhelyezett bibe pedig a másik virágból hozott pollent a rovar hátáról fölszedi. A *Lotus corniculatus* (szarvassárga herefű) pillangós virágja a pollent a rovar lábára keni. A rovar mézet keres, a hajóalakú szíromlevélen tapogat s arra nyomást gyakorol. A nyomást átveszi az alatta lévő, amely a porzók tövét a virágportartóval köti össze. A nyomásra a húr megrövidül, a virágportartót meghúzza, a hegyén a virágpor vékony fonálalakjában kijön s a rovar lábára kenődik. A porzók közül ki-kiemelkedő bibe a más virágból hozott pollent fölszedi. A *Crucianella stylosa* (szálkónyak) két porzóburka a bibét átkarolja. Mikor a pollen megérik, lassanként a bibére rakódik. Közbe a bibeszár erősödött, feszítő ereje megnőtt s a bibét a szíromkupoláig tolta, ahol a szár feltoló ereje s a szíromlevelek záróereje közt egyensúly áll fenn. Amint azonban az ott röpködő rovar a leveleket megérinti, a szár feltöri a kupolát s a kiegyenesedő bibe a rovar testére röpti a pollent. A nyílt bibe pedig alkalmassá vált a máshonnan hozott pollen fölvételére.

A termés fejlesztése.

A termés a természet szemefénye, a csirázástól a hervadásig minden életnyilvánulás végső célja. A növény saját élete föláldozásával iparkodik olyanná lenni, amilyen maga volt: széppé a színek bájával, a magház szimmetrikus fölépítésével (35. ábra *a b c d*), cukrának illatával, s teszi elsősorban különféle berendezésekkel a fajfönntartásra alkalmassá. Első stádiumában a magház kemény falai védik, a zöld lombok között föl nem tűnő szövet pólyázza be. A szendergő csemetét ellátja gyermekliszttel, magfehérjével. Gondoskodik friss levegőről, meleg selyemtakaróról. Sziklevelek formájában egy-két dajkát állít melléje. A madarak és rovarok elriasztására a pólyát mérges anyagokkal keni be. A szemtelebbek ellen töviszuronyokkal, tüskekardokkal, a sok nedvesség ellen viaszbevonattal, a kiszáradás ellen bőrpáncéllal vagy húsosburokkal védi. Ez a természet stílusa! Fejlődjék az élet magva elvonultságban s nagy védelemben. Mi emberek mennyit tanulhatunk ebből s mennyit tanulhatnának főként meggondolatlan szülők, akik megvonják gyermekeiktől azt a ritka áldást, amit az otthon védelme alatt való nyugodtérés jelent. Az otthon csöndje, az elvonultság helyett a kicégérezés: színes felső zsebkendő, gyűrű, túlgondozott haj, sok beszéd, minél több szereplés, könyvek minden válogatás nélkül, táncterem, zsúr, látogatás és egyéb tényezők hány jól induló gyermeket kárhoztatnak örök éretlenségre és tartalmatlanságra.

Ha a természet gondoskodása tovább nem terjedne, az évről-évre egy helyen fölhalmozott termés egy halomban rothadna el. Ez azonban nem történik meg, mert az Úr a termésbe a térfoglalás feladatát oltotta. Az éréskor ez a vágy dolgozik és idéz elő benne nevezetes változásokat, amelyek

lényege az, hogy a fiatalos nyersség, ízetlenség, merevség, zöltség helyébe a tartalom gazdagsága lép. A magház kemény fala meglágyul, megtelik illatos anyagokkal. Cukra, méze, színe messziről csalogatja a bölcsőtől oly ridegen elriasztott vendégeket. Víz, szél, állatok rendelkezésére állanak. Védőpáncélja utazóköpennyé alakul. S még ezen fölül minden természetesen valami célszerű berendezés a terjesztést biztosítja. A magszórás, a mászás, úszás, repülés ezerféle módja (ernyő, légcavar, repülőgép stb.) az akasztók, a ragadós anyaggal való tapadás stb., mind a terjesztésnek elmésségben vetekedő kivitelei (55. ábra).

A vízre bízott magvakat légüres hólyagok tartják a felületen. A vízirózsa magvát a takaró alatt lévő légréteg tartja fenn; mikor a köpeny leázik, alámerül. A *Sagittaria sagittaeifolia* (nyílfü) vízhatlan termése a vízen mindenfelé úszik. A mocsári gólyahír magvai erősen tartják a közmondást: *qui habet tempus, habet vitam*. Türelemmel megvárják, hogy vizes talajba kerüljenek s csak akkor indulnak csírázásnak.

Az állatok is többféle módon terjesztik a termést. Egyik mód az, hogy a húsos burok az állat elesége, hőálló magja az állat bélcsatornájában sem veszíti el tenyészőképességét. Ez a terjesztési mód teszi szükségessé a termés madárcsalogató eleven színét és erős illatát. A vérehulló fecskefű termését a hangyák hurcolják szét. Sok vízi növény lehullott termése a vízi szárnyasokra tapad. A ló patkója, a szarvasmarha csülkei is sok magot hurcolnak szét. Darwin egy fogoly lábára tapadt rögben 82 magot talált. Némely termés szöge szinte befúródik az állat lábába, más termés ragadós anyagával tapad, vagy fogak, kapcsok, szigonyok révén az állat tollazatába, szőrébe vagy bőrébe csimpaszkodva vándorol tovább.



55. ábra. ... a terjesztésnek elmésségben vetekedő kivitelei.
 Repülő termés: 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 10., 11., 13., 16., 17., 18.,
 25. Kapaszkodó termés: 8., 9., 12., 15., 20., 22., 23. Magszóró termés;
 14., 19., 24. Mászó termés: 21.

A szélre bízott magvak térfogatukhoz képest nagyon könnyűek. Pl. :

Goodyera repens	súlya	0-000002	gr
Stanhopea oculata	«	0-000003	«
Monotropa glabra	«	0-000003	«
Pirula uniflora	«	0-000004	«
Umbilicus erectus	«	0-000006	«
Gymnadenia conopea	«	0-000008	«
Sempervivum acuminatum	«	0-000002	«

Ezenkívül laposak, súlypontjuk miatt lapjukkal fekszenek, mert így maradhatnak sokáig a levegőben s így jutnak nagy távolságra. A külön berendezések közül a bóbíta vagy ernyő a legismertebb. A *Cirsium nemorale* (aszott) termésén a gyengén összefüggő ernyő és mag útközben a legkisebb rázásra elválnak egymástól: az ernyő tovább száll, a mag földre esik. A *gyermekláncfű* ernyője este összecsucodik, reggel szétnyílik. Szálai a szélnek nagy kapaszkodó felületet biztosítanak: a legkisebb szellőre kiugró magvak az ernyővel messze szétrepülnek.

A *magszóró növények* magvai általában aprók. Ha nagyobbak, a lökő erő is nagyobb lesz. Elipszoid vagy gömbölyű alakjuk győzi le leginkább a levegő ellenállását. A lapos magvak, mint az eldobott diszkosz, röptükben is forogva és élükkel hasítják a levegőt. Lépéseik aprók, s mégis teljesül a bennük rejlő életnek szóló parancs: *Euntes in mundum universum* . . .

A *mag ellökése* célszerűen, igen sokszor 45°-ú szög alatt történik, ami a fizika szerint a legnagyobb távolságot biztosítja, s amit az ágyúk használata közben az olasz Nicolo Tartaglia figyelt meg először a XV. század végén. Sok növénynek ezenfelül még külön berendezés áll rendelkezésére. A fröcskölő ugorka szúrós ágon lógó termését a szár elduga-

szolja. A termésfal belső része terjeszkedni, külseje zsugorodni kíván. Az érett termés nyálkás külső része és a feszülő belső közt az egyensúly felbomlik, egy robbanásra a termés leszakad, s a magvak 20 m-nyire is szétszóródnak. Éréskor a hüvelyesek megkeményedő keretsejtjei ellenkező irányban eltolódnak, a hüvely megcsavarodik, és a magvak kiugrálnak.

A növény neve	A termés alakja	Leg-		Súlya (gr)	El-lőkés távol-ság (mm)
		hossz.	röv.		
		átmérő mm.			
Cardamine impatiens (kakukktorma)	elipszoid	1·5	0·7	0·005	0·9
Viola canina	tojásforma	1·6	1·0	0·008	1·0
Dorycnium decumbens (dárdahere)	gömbölyű	1·5	1·5	0·003	1·0
Geranium columbinum (gólyaorr)	gömbölyű	2·0	2·0	0·004	1·5
Geranium columbinum palustre	hengeres	3·0	1·5	0·005	2·5
Lupinus digitatus (csil-lagfűrt)	négyszögű	7·0	7·0	0·08	7·0
Acanthus mollis (med-veköröm)	babforma	14·0	10·0	0·4	9·5
Hura crepitans (csatta-nós maglövő) . . .	lencseforma	20·0	17·0	0·7	14·0
Bauhinia purpurea . . .	lencseforma	30·0	18·0	2·5	15·0

Az ellőkés erejére nézve szívesen felemlítem azt a kedves anekdotát, amit Goethe életrajzában olvastam, aki tudva-lévően nagyon szerette a botanikát. Szép őszi időben tett kirándulásáról több növényt vitt haza érett terméssel és már későn lévén, betette az egész szerzeményt a szekrénybe.

Éjjel felriadt. Az első pillanatban nem tudta megmagyarázni a szekrényfal időnkénti erős pattogását. Csak később jött rá, hogy a magával hozott növények magvai ugráltak ki a tokokból.

A gazdának a termésről való gondoskodása akkor ér véget, amikor a magot csűrbe viszi, majd elveti. A természet is vet. S az elvetett magot rögzíti is. Legegyszerűbb módjától, az esőcseppek által való beveréstől kezdve a legszövevényesebb szerkezetek állnak rendelkezésére. A *sulyom* termését négy nyúlvány valósággal belehorganyozza az iszapba. A *földi mogyoró* legfelé növő szárával a talajba dugja magvát. Miközben a *gólyaorr*-termés szőröcskékkal ellátott érzékeny szárát a légkör nedvessége ide-oda csavargatja, a mag a talajba fúródik. Ezzel a természet elérte célját. Minden feltétele teljesedett annak, hogy a hervadó növény magtakarója elrothadjon, s a halálból új élet keletkezzék.

Az Isten számol.

A TERMÉSZET formagazdagságán és színpompáján, célszerűségén és a törvényszerűségén kívül pontos számításaival is remekel. «A világon minden súly, szám és mérték szerint van elrendezve» — mondja a Szentírás. Pythagoras görög bölcsele és matematikus iskolája $\delta \theta \epsilon \delta \varsigma \alpha \rho \iota \theta \mu \epsilon \iota$ tételbe foglalta megfigyeléseit. A modern természettudomány pedig mindent latolva és képletekbe foglalva a legszebb magyarázatokat fűzi a Szentírás szavaihoz.

* * *

«Az Isten számol.» Ezt a tételt igazolja a szervezet elemeinek aránya, állandósága. Testünk $\frac{2}{3}$ része H_2O , vagyis a 60 kg súlyú emberi szervezet 40 kg-ja víz s ez utóbbinak minden parányát két súlyrész hidrogén és egy súlyrész oxigén teszi. A szervezet $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{18}$ része, vagyis 5—7.5 kg-ja vér, benne a fehér és piros vérsejtek viszonya 1 : 335, vagyis minden 335 piros vérsejtre 1 fehér vérsejt esik. A szervezet $\frac{1}{16}$ része csont s váza 297 drb-ból áll. A csontoknak 22, a májnak 69, az izomzatnak 75, a vesének 82%-a víz. Szervezetünk részeinek fejlődése alkalmazkodik a szervezethez. Gyermekekben a test minden kg-jára 5, később 4, megállapodott korban csak 3-5 gr szív esik. A szív a véredényekbe másodpercenként 70—72-szer löktet vért. Minden 3—4 szívverésre 1 lélekzés esik.

Hajszálaink meg vannak számlálva — mondja az írás, aminél azonban sokkal meglepőbb, hogy egyébként

is meg vannak mérve. A fajonként állandó vastagság középértéke

a maláji	fajnál	0.067—0.060 mm
az európai	«	0.047—0.074 «
a mongol	«	0.063—0.093 «
a néger	«	0.044—0.079 «
a kínai	«	0.106—0.175 «

Két fog csak kétféleképpen nőhetne. Három fognak már hat elhelyezés lehetséges. Minél több a fog, annál több az elhelyezés lehetőségeinek a száma, úgy hogy a felnőtt ember 32 fogát 242.976,028.895,459.364,814.561,576.960,000.000, azaz több mint 242 ezerkvintillió változatban lehetne elhelyezni. S mégis mindig a $\frac{8\ 2\ 1\ 2\ 2\ 1\ 2\ 8}{3\ 2\ 1\ 2\ 2\ 1\ 2\ 3}$ képlet valósul meg. Hát még milyen csodálatos a fogak elhelyezése a csiga nyelvén, amelynek reszelős voltát a tapintás nem érezheti, a kézi mikroszkop csupán sejteti, s csak erős nagyítás fedti föl előttünk művészi kiállítását, tüneményes felszereltségét. A fésű-, agyar-, ár-, kapocs-, fűrész-, hordó- stb. alakú fogak igen nagy számban s rendszerességgel váltogatják egymást. Az *Actinocyclus nyelve* 6200, a *Zonites fuliginosus* 10.455, az *éti csigáé* 19.000 fogacskából áll. Azok teszik érdekessé, amiért a neve radula, reszelő. S noha az elhelyezésnek annyi a lehetősége, hogy számát reggeltől estig írva sem lehet feljegyezni, a rendszeresség miatt az egyes csigák radulája állandó képlettel fejezhető ki. A *Scaphander* képlete 1—0—1, ami annyit jelent, hogy a nyelv két szélének egy-egy fog-sora a középén hagyott üres sort zár be. A két sor fogai egyenlők s mindegyikben 1—1 fog áll. A *Fornatella* képlete 8—0—8; eszerint a nyelv közepén hagyott üres sortól jobbra-balra 8 fog áll. A *Gilicha alba* képlete 5—1—1—1—5, amely szerint a középső fog mellett jobbra-balra 1—1 hasonló

fog áll s a nyelv szélét az eddigiektől elütő, de egymáshoz hasonló 5—5 fog szegélyezi. Ha a képlet mellé a sorok számát is odaírjuk, akkor a csiga nyelve s egyúttal a csiga is meg van határozva. Pl. a $(55-6-1-6-55) \times 85$ képlet az 1500 fajban meghatározta a *Zonites fuliginosust*. A nyelv 85 sorában a 10.455 fog így helyezkedik el: a középfogtól jobbra-balra 6—6 hasonló fog van, a perem 55—55 foga egymás közt egyenlő, de az eddigiektől eltér.

* * *

A természet rendezettségét legjobban mégis a benne található mennyiségtani elvek mutatják, amilyen az elemek szakaszos törvénye, az aranymetszés szabálya és mégjobban a lex minimi, amelynek fölismerése s a gyakorlati életben való alkalmazása a legnagyobb elmék dicsérete. A természetben való keresztülvitele az Úr dicsősége.

Az elemek szakaszos törvénye.

A primitív ember nagyon távol volt a természet öntudatos élvezésétől, mert pl. a hegységek égbe nyúló szikláiban nem látott mást, mint formátlan anyagot, amelynek eredetét nem ismerte, céljáról sejtelve sem volt, méreteik és összetételük tekintetében ma mosolyt keltő vélekedések rabja volt. Sok időbe került, míg ez a formátlan anyag, ahonnan annyi vihar fenyegette, amelynek hócsuszamlásai sok életre borítottak szemfödőt, a természet háztartásában, a földművelés számára fontos tényezőnek bizonyult. S mire megismerkedett a földnek még most is tartó átalakulásában betöltött jelentős szerepével. S még későbben gondolhatott a hegyek tartalmára, a salétromnak, mésznek, kénnek, foszfornak s a többi alkotórésznek súly, szám és mérték

szerint való összefogására, ami nélkül számunkra éppen úgy veszedelmet jelentenének, mint a fenevadak ketrec nélkül. Ma a tudományt e sajátos berendezkedés miatt inkább érdeklik az elemek, mint az egész Mont Blanc. Ezek tulajdonságát kutatja. Figyelme inkább a vegytan, mint a mechanika, inkább a vegyirokonság, mint az összetartás felé fordul. Feltevése az, hogy amint a jövő épület helyét, minőségét figyelembe véve a gyárban súly és mérték szerint készülnek a különféle téglák, éppen ilyenféle célzattal vannak megállapítva a legkisebb alkotórészek méretei, amelyeknek a világ végéig a természet háztartásában dolgozniuk kell. Ez az összeszerkesztés teszi lehetővé, hogy az elemek egymást kellően lefogják, ami nélkül a Föld felszíne örökös robbanások színhelye lenne és képtelenné válna rajt az élet.

* * *

Alapfogalmak. A természeti tárgyaknak további elemzéssel föl nem bontható részei egyszerű testek vagy elemek. Egy részük szabad állapotban fordul elő, pl. arany, ezüst, platina, kén stb., nagyobb részük csak vegyületben található. Jellemüket tekintve fémek (pozitív elemek) és nem fémek (negatív elemek). Amazokat a fémfény, nyújthatóság, a jó hő- és villanyvezetőképesség jellemzi, emezek nem nyújthatók, törékenyek, rossz hő- és villanyvezetők.

Valamely elemnek tovább semmi módon sem osztható részecskéje a *parány* (atom). Több elem atomjai vegyületet adnak, amelynek még a vegyület tulajdonságait fölmutató, de csak kémiai úton elemezhető legkisebb részecskéje a *tömecc* (molekula).

A vegyületeket a kémiában képlettel jelöljük. Pl. a víz H_2O képlete azt fejezi ki, hogy a hidrogén kétszeres atommennyisége egyszeres oxigénmennyiséggel vegyül, s azután

jelzi a *molekulasúlyt*, amely az alkotó elemek atomsúlyainak összege, ez a jelen esetben $2 \cdot 015 + 16 = 18 \cdot 015$.

Az elemeknek *vegyértékük* is van. Minden elem annyi vegyértékű, ahány atomjával egyesül az alapul vett elemnek, a hidrogénnek. Pl. 1 atom klór 1, 1 atom oxigén 2, 1 atom nitrogén 3, 1 atom szén 4 atom hidrogént képes lekötni; a klór tehát 1, az oxigén 2, a nitrogén 3, a szén 4 vegyértékű elem.

Az elemek atomsúlya és egyéb tulajdonságai közt már régebben találtak homályos összefüggést. Először *Newlands* angol kémikus kísérlete meg az összes addig ismert elemek atomsúly szerint nyolcas sorokba való csoportosítását (1863). Elméletében sok volt a fogyatékoság, s amikor a Royal Society-ben *Az oktavok törvénye* címén felolvasta vizsgálódásainak eredményét (1866), megmosolyogták, de 21 év múlva a Davy-éremmel tisztelték meg emlékét. S az általa világosan felismert szabályszerűséget az oktavok szabályának nevezték. Utána *Mendeljev* vagy *Mendeljeff Dimitrij Ivanovics* orosz, valamint *Meyer Lotár* német vegyészeknek 1870-ben világosabban sikerült kimutatni az elemek optikai, kémiai és fizikai tulajdonságai meg az atomsúly közt fönnálló szabályszerűséget. E szabályszerűség pedig abban áll, hogy a fajsúly, nyújthatóság, forráspont, hő- és elektromosságvezető képesség, vegyérték, illékonyság, keménység stb. akkor ismétlődnek, amikor az atomsúly 16 egységgel nagyobbodik. Álljon itt az elemek sora és tulajdonságaik változása.

1. *Li*(thium) atomsúlya 7, erősen pozitív elem, fémre emlékeztető tulajdonságokkal.

2. *Be*(ryllum) atomsúlya 9, gyengébben pozitív elem, kevesebb fémre emlékeztető tulajdonsággal.

3. *B*(orium) atomsúlya 11, még kevesebb fémet jellemző tulajdonsággal.

4. *C*(arbonium) atomsúlya 12, negatív elem; kevés fémre emlékeztető tulajdonsággal.

5. *N*(itrogén) atomsúlya 14, a fémre emlékeztető tulajdonságok fogynak.

6. *O*(xigén) atomsúlya 16, a fémre emlékeztető tulajdonságok fogynak.

7. *F*(luor) atomsúly 19, negatív fémre emlékeztető tulajdonságok nélkül.

8. (*Na*trium) atomsúlya 23, fémeket jellemző tulajdonságokkal, éppen olyan pozitív, elem, mint a *Li*.

9. *Mg*(nesium) atomsúlya 24·4, éppen olyan, mint a *Be*.

10. *Al*(minluum) atomsúlya 27, éppen olyan, mint a *B*.

11. *Si*(licium) atomsúlya 28·4, éppen olyan, mint a *C*.

Vagyis, mikor a *Li* atomsúly 16 egységgel nagyobbodik ($7 + 16 = 23$), analogonjaként a *Na* következik. A berillium analogonja *Mag* (24·4) szintén az atomsúly közel 16 egységgel (15·4) való nagyobbodása ($9 + 15·4 = 24·4$) után tűnik föl. A natrium-atomsúly értéke (23) 16 egységgel növekedvén, megjelenik a *Li* analogonja, a kálium; atomsúlya $23 + 16 = 39$.

Az atomsúly növekedése és a fizikai-kémiai tulajdonságok szabályos változása szerint az elemeket nyolcas sorokba, szakaszokba írjuk. Ez a szakaszos törvény. A mostanig ismert összes elemek két első szakaszát a vegyérték és az atomsúlyok változásának a föltüntetésével a következő tábla mutatja.

Amint a táblázatból kitetszik, az elemek vegyértéke minden szakasz közepéig növekszik s a középtől az egységig fogy. Minden szakasz első eleme 0 vegyértékű, vagyis olyan

elem, amelynek eddig semmiféle hidrogénvegyületét sem sikerült előállítani. Az is látszik, hogy az elemek atomsúlyai

Az elemek

vegy- értéke	0	I	II	III	IV	III	II	I	
	3	2	2	1	2	2	3		Két-két elem atomsúly- különbsége
atom- súlyai	<i>He</i> 4	<i>Li</i> 7	<i>Be</i> 9	<i>B</i> 11	<i>C</i> 12	<i>N</i> 14	<i>O</i> 16	<i>F</i> 19	
	16	16	15	16	16	17	16	16,5	Az analogo- nok atom- súlykülön- sége
atom- súlyai	<i>Ne</i> 20	<i>Na</i> 23	<i>Mg</i> 24	<i>Al</i> 27	<i>Si</i> 28	<i>P</i> 31	<i>S</i> 32	<i>Cl</i> 35,5	
	3	1	3	1	3	1	3,5		Két-két elem atomsúly- különbsége
vegy- értéke	0	I	II	III	IV	III	II	I	

a periodusok elejétől a végéig olyan módon növekszenek, hogy az atomsúlykülönbségek szabályos sort (3, 2, 2, 1, 2, 2, 3 ; 3, 1, 3, 1, 3, 1, 3,5) adnak. Az analagonok atomsúlykülönbsége általában 16 s csak néha mutat fölfelé vagy lefelé egy kis

kilengést. Szakaszosan változik az elemek fajsúlya is. Ez abban áll, hogy — a mellékelt példa szerint — a fajsúly a szakasz közepéig növekszik, utána ismét a minimumra tér:

elem:	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
fajsúly:	0.98	1.74	2.56	2.49	2.34	2.07	1.38

Szakaszosan változnak az atomsúly és az atomtérfogat:

elem:	Li	Be	B	C	N	O	F
atomtérfogat:	11.9	4.9	4	3.6	5	8	13
elem:	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
atomtérfogat:	23.7	13.9	10.6	11.4	13.5	15.7	25.6

Tehát az atomtérfogat a szakasz közepéig csökken s a minimum után ismét nő.

A szakaszos törvény értéke. A szakaszos törvényben több kérdés pontosabb magyarázatra vár, pl. hogy az analogonok atomsúlyának különbsége miért nem mindig 16. Még olyan rendszert sem sikerült felállítani, amely a törvényszerűséget a legapróbb részletekig pontosan megmutatná. Viszont azonban kétségtelen, hogy benne Mendeljev a természetnek biztos törvényét fedezte föl. Törvény jellegét legmeggyőzőbben az a tény mutatja, hogy a rendszer felállítása-kor még ismeretlen elemek létezését, vegyi jellegét, atomsúlyát, sűrűségét, vagyis térfogatát Mendeljev a törvény alapján előre megmondotta. S mikor a gallium-, scandium-, germanium-elemek napfényre kerültek, mindhárom igazolta a 40 évvel előbb kimondott tudományos jóslatot.

Mendeljev jóslata a germaniumról:

1. Az új elem atomsúlya 72.85 lesz.
2. Az új elem fajsúlya 5.5 lesz.

3. Az atomtérfogat Si (13) és Sn (16) között lesz és csak valamivel haladja meg a 13-at.

4. Az új elemnek forrási pontja 160° .

Winkler meghatározó adatai :

1. A germanium atomsúlya 72.

2. A germanium fajsúlya 20° -nál 5·469.

3. Atomtérfogata 13·1.

4. Az új elem 160° -nál forr.

A föld légkörében fölfedezett legújabb elemek a neon, argon, krypton, xenon, laelium szintén beleillenek a számukra hagyott helyre. Sőt a berillum hibás atomsúlyát a szakaszos törvény alapján helyesbítették és a számítások a szakaszos rendszert igazolták. Mindezek után nem lehet kétséges, hogy a szakaszos törvény a mindenség legparányibb alkotórészeiben rejlő törvényszerűségnek bizonyította.

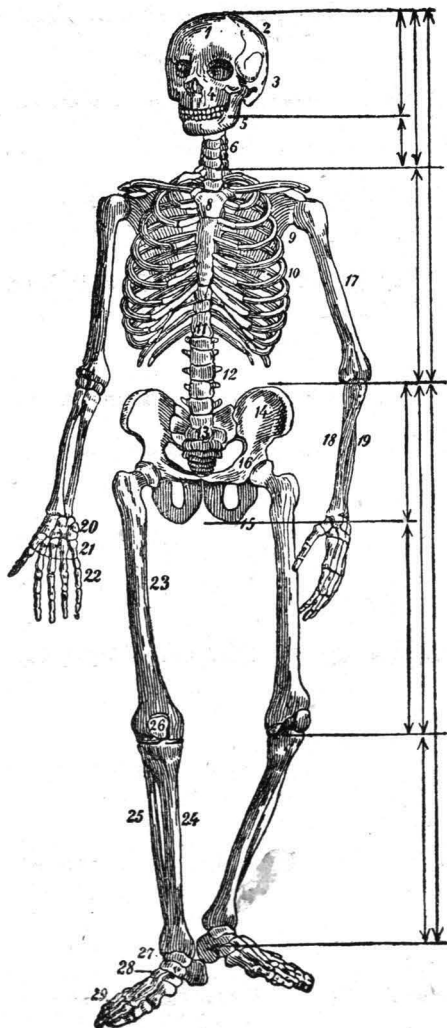
Amit tehát Pythagoras több mint kétezer éve tanított, hogy «az Isten is számol», amit a Szentírás úgy fejez ki, hogy «Isten mindent szám, súly és mérték szerint rendezett el», azt a modern természettudomány a világmindenség legelemibb épületköveinek megszerkesztésében is feltalálja.

Az aranymetszés a természetben.

A művészi szép jelentős eleme a részeknek egy olyan arány szerint való összeillesztése, amelyet aranymetszésnek (sectio aurea) nevezünk. Egy épület, feszület, torony, ajtó csak a részek ilyen viszonya mellett szép, ami abban áll, hogy három méret közül (az egész, annak kisebb és nagyobb része) a kisebb úgy viszonylik a nagyobbhoz, mint az utóbbi az egészhez. A természet telve van ezzel az arányossággal.

Az emberi test aranymetszési szembeszökők (56. ábra).
 $\Pi\acute{\alpha}\nu\tau\omega\nu \chi\rho\eta\mu\acute{\alpha}\tau\omega\nu \mu\acute{\epsilon}\tau\rho\omega\nu \acute{\alpha}\nu\theta\rho\omega\pi\omicron\varsigma$ = minden dolognak mér-

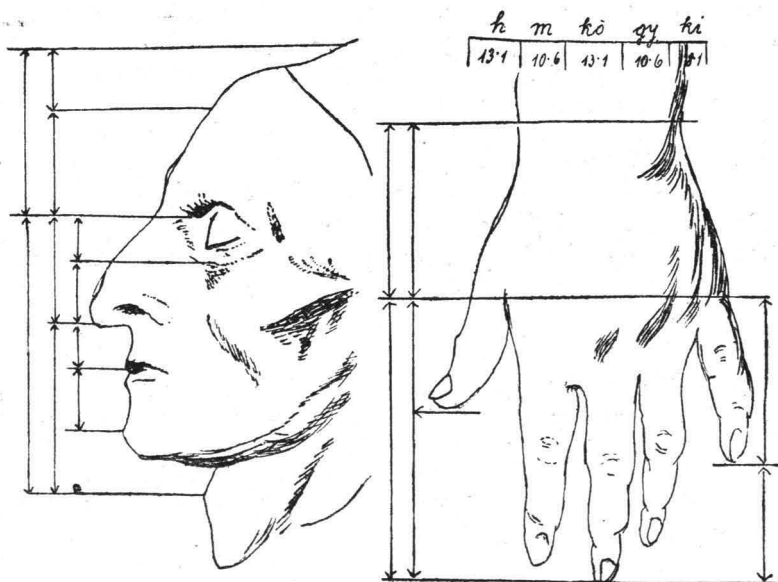
téke az ember, — mondja Protagoras görög bölcs. Mintha a



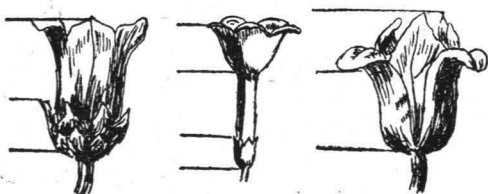
természetben minden róla volna mintázva! Az egész testmagasság fő felezési pontja a csípőcsont felső széle. A felső kisebb részé a gégefő, az alsó kisebb részé a térdkalács. A kézen a könyök, azon alul a kéztőcsontok közepe felező pont. A kézfej az alsókarhoz, a kézfej szélessége hosszúságához, az ujjpercek egymáshoz szintén az arany-metszés arányában állanak. Az ujjak szélességén (a szélességeket a számok tüntetik fel!) szintén megvalósul az arany-metszés. Az arc, a kéz (57. ábra), a láb, lábfej és a lábujjak arany-metszési viszonya a rajzból könnyen kivehető. Az ádámcsutka és fejtető között a szemöldök, az ádámcsutka és szemöldök között az orrhegy

56. ábra. Az arany-metszés az ember termetén,

a felező pont. S amint az ábrából láthatod, ezeken kívül is bőven lehet arany metszést találni. Leolvasásuk könnyű dolog.



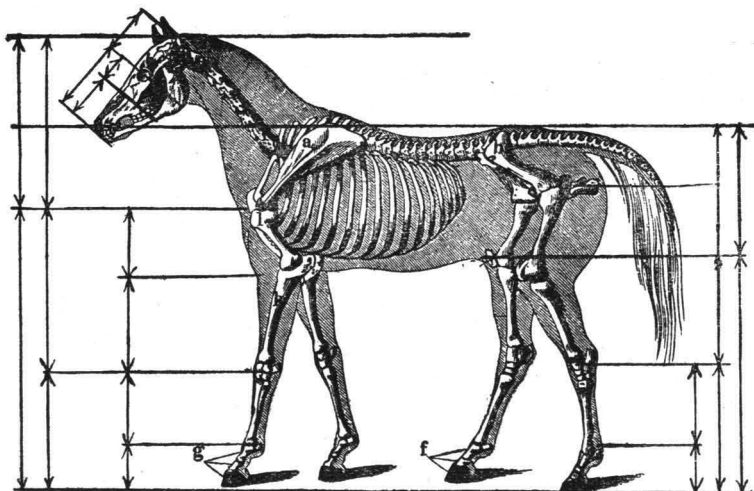
57. ábra. Az arc és a kézfej arany metszési arányai.



58. ábra. Az arany metszés három kis virágon.

A természet egyéb tárgyait — élőkon és életteleneken, állatokon és növényeken — az arany metszésnek se szeri, se száma. A levelek elhelyezése, szélességi méretei, erei, a

legkisebb virágok és virágzatok, a hókristály, a csigaház, a fejlődő agancs, a ló egész teste és részei az aranymetszésnek



59. ábra. Aranymetszés a ló termetén.

kimeríthetetlen példáit adják (58., 59. ábra). Itt a szemlélet többet beszél, mint amennyit a szó mond.

Lex minimi.

Története. Egy területnek legnagyobb s kerületének legkisebb, egy útnak, munkának legnagyobb, valamint a hozzá szükséges idő vagy erő legkisebb értékeire nézve (maximum-minimum) az ókor tudósainak is voltak észrevételeik. *Pythagoras* (Kr. e. 500 körül) tanította, hogy egyenlő kerület mellett a kör területe legnagyobb. *Heron* (Kr. e. II. század) tudta, hogy a visszavert fény a legrövidebb úton jár. *Pappus* (Kr. u. IV. század) a szerves világ életében kereste a lex minimi és

a méhek sejtépítésében konkrét módon is rámutatott a minél kevesebb anyagból épített minél nagyobb tartóra. Az újabb korban *Kepler* († 1630), *Fermat* († 1665) francia s *Huyghens* († 1695) holland matematikus, *Bernoulli János* († 1748) a szintén híres B. Jakab öccse és a bázeli egyetemen utódja és *Euler* († 1783) svájci matematikus erejük legjavát fordították a törvény megismerésére. Általános érvényű elvét az utóbbi következőképpen mondotta ki: «Mivel a világmindenség a legtökéletesebb alkotás és a legbölcsebb Teremtő munkája, benne semmi sem történik anélkül, hogy a maximum-minimum meg ne valósulna. Éppen azért nincs kétség benne, hogy a világ összes tényeit a maximum-minimum igénybevételével eredményesen meg lehet határozni».¹

Értelme. A lex minimi vagy a maximum-minimum-elvek a természet háztartásának takarékosági törvényei. Ahol a 8800 méter magas Gaurizankár sziklája, az óceánnak 5—6000 méteres víztömegei és a széntelepek mérföldes rétegei, az energiák felmérhetetlen készletei, az egymásután következő évmilliók azt a benyomást keltik, hogy a kő, víz, só, vas, szén, idő kifogyhatatlan, az erő és idő végtelen, ott *az anyagban*, erőben, időben a *takarékosság* nyomára akadunk. A pazarlás a buták hibája, a zsugoriság az ostobák bűne, ellenben a takarékoság Isten bölcsesége, okos ember erénye s a természet tökéletessége. A tojás héja, a dió csonthéja, a rozs szára, a teknősbéke páncélja, a bogár szárnyfedői a takarékoság elve szerint vannak megszerkesztve. A diatomáékból a tenger néhány cm³-nyi vizére 40—50.000 millió esik és még ezeknek a kovapajzsa is úgy van kiszabva, hogy fölösleges építőanyag lekötése nélkül a lehető legjobb védelmet nyújtás lakóiknak. Takarékoskodásának más módja az, hogy *az egyik*

¹ Euler: *Methodus inveniendi lineas curvas maximi — minimive proprietate gaudentes*. Lausannae. 1741.

helyen már fölösleges anyagot másutt felhasználja. A virág részeiből gyümölcs lesz. A virágpör érésekor a porzóburok egy része a pollent építi. A tojásban a csirke erősödik, a védőbástya gyengül: a héj messze a csirke csontanyaga lesz s mire kifejlődik, feltöri a héjat, amely azelőtt nagy erővel sem volt összenyomható. Vagy ahol látszólag nincs sürgős munka s mindegy, hogy az új geológiai korszak százezer vagy millió év alatt készül-e el, hogy valamely állócsillag fénye 22 vagy 222 év alatt jut-e hozzánk, ott *minden expressz paranccsal s a legrövidebb úton* történik. Time is money! Az idő pénz! Sőt a nyelvtudomány szerint a nyelvek fejlődésének is az az iránya, hogy az ember minél nagyobb időmegtakarítással, minél kevesebb megerőltetéssel, minél világosabban fejezhesse ki gondolatait. A germán nyelvek fejlődésében ezért egyszerűsödött a gót nyelv ó-felnémétté, majd közép- és új-felnémétté a kettős szám eltűnésével, a végzetek fokozatos gyengülésével, a hangsúlynak a szó törzsére való átcuszásával, ami által a végzet magánhangzói elerőtlenedtek, azonosultak, illeszkedtek, a mássalhangzók szintelenedtek s végül teljesen lekoptak, amint egy főnév (a nap) fokozatos átalakulása mutatja.

	Egyes szám				Többszám			
	no.n.	gen.	dat.	acc.	nom.	gen.	dat.	acc.
gót nyelv	dags	dagis	daga	dag	dagōs	dagē	dagam	dagans
ó-felnémet nyelv	tag	tages	tage	tag	taga	tago	tagum	taga
középfelnémet «	tac	tages	tage	tag	tage	tage	tagen	tage
új-felnémet «	Tag	Tages	Tage	Tag	Tag	Tag	Tagen	Tag

Sőt az egyszerűsödés még tovább megy: a dativus *e* betűje elmaradhat (dem Tage helyett dem Tag). Legtovább egyszerűsödött az angol nyelv, amelynek szavai nemcsak a ragozásban maradnak szinte teljesen változatlanok (*I count* =

számlolok, *you count* = számolsz, *he count* = számol, *we you they count* számolunk stb.), hanem sokszor ugyanaz a szó főnév, melléknév és ige. *The water is very useful* = a víz nagyon hasznos. *The gardener waters the flowers* = a kertész öntözi a virágokat. *There are water flowers in the aquarium* = az akváriumban vízinövények vannak.

A természet ezenkívül is leleményesen iparkodik időt takarítani. A harang hangja kikeresi fülünkhöz *a legrövidebb utat*. A napsugár a levegő rétegein, vízpáráin, az ablaküvegen keresztül *a legrövidebb idő* alatt jut szemünkbe. A méh a legrövidebb úton hozza a mézet a mezőről. (Az angol nyelvben talán ezért *bee-street*, méh-utca a nyílegyenes utca.) A költöző madár a tengeren át a legrövidebb utat választja. Szervezetünkben a vér útja, az idegszálakban az inger útja a legrövidebb út.

Végül a természet mindenütt *energiát takarít meg*, amint diót mi sem pörölyvel törünk s a tű fölemelésére nem acél-darut használunk. Ugyanaz a természet, amely a hirtelen szükséges földalakulást földrengéssel, vulkánnal, hegyomlással bonyolítja le, ha ráér esőcseppekkel, baktériumokkal észrevétlenül készít és szántogat új geológiai korszakot. Megremegtet égháborúval, ciklonnal, jégesővel, de ha nem kell erősebb eszközökhöz nyúlni, szellővel is tud dolgozni. A folyók vizét, a tenger páráit a napsugár parányi rezgésével emelgeti a felhőbe. Egy év alatt ez a munka olyan erőt képvisel, hogy egy 50.000 km hosszú, 6000 km széles és 4 m mély tó 1,200.000 km³ vizét 1000 m magasba lehetne vele fölemelni. Mivé törpül itt a Balatonnak kb. 2070 km³ vize s mily gyermekjátékok a hamburgi kikötő sokezer tonnás súlyok emelésére készült darui.

Szóval a takarékoság a természetben nem olyan ritka jelenség, mint a kaliforniai homokban rejtőző aranszem. S a már máshol említett példákra (A szilárd váz 66 l., A nő-

vény szára 134. l., A levegőnyílások nagy száma 129. l., A tüdő berendezése 85. l.) való utalás után a bőségből a legmeglepőbbeket választva mutatom be a méhek sejtéptítését és a fény útját.

A méhek sejtéptítése.

Si sapis, sis apis. Ha okos vagy, úgy tégy, mint a méh — mondja egy őskeresztény dicséret, amelyre a méhek több okból rászolgáltak. Vajjon miért érdemlik meg a méhek ezt a nagy elismerést? Elsősorban a sejtéptítésben rejlő bölcseségükkel.

A méhek munkaidejében a méztartók készítése összeszik a mézgyűjtéssel. Világos, hogy minél tovább tart az előbbi munka, annál kevesebb idő jut a mézgyűjtésre; a méz pedig számukra téli élelem. Tehát azt a problémát kell megoldaniok, hogy milyen formájú edények készülnek a lehető legkevesebb anyagból, legkevesebb munkával minél több méz elraktározására.

* * *

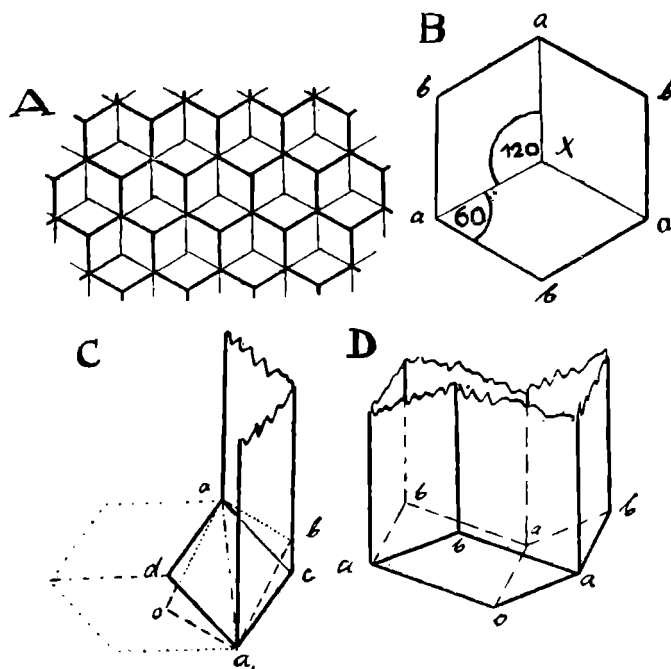
1. A mennyiségtan szerint a gömbalakú edény a leggazdaságosabb, tehát a pöszméh okosan választotta, viszont *a méh cserbenhagyta a matematikát, mert hatszögű sejteket készlt.* Igaz? Nem; látszatos tévedése fokozott bölcseség. A pöszméh választhatja az abszolút gazdaságos formát, mert egyedül él. A méh ellenben *«vita communis perfecta»* közösségében építi méztartó sejtjeit. A gömbalakú edényekkel az egyes méhek takarékoskodnának, a közösség időben és anyagban vesztené, mert a gömböket káros tér nélkül nem lehet egymás mellé illeszteni. «Hát akkor miért nem gyűjtik a méhek mézüket egy nagy-nagy gömbbe?» — kérdezi a kritikusabbja. Azért, mert a méhek tulajdonképpen téli konzervet készítenek. S amint a konzervgyárosok nem nagyhordó-dobozokat bocsátanak forgalomba, amelyek egyszer felbontva nem

védik többé a tartalmat a megromlás ellen, a méheknek is kis adagolású edényre van szükségük. Hát csak a hatszögű hasáb felel meg mindenben a *lex minimi* követelményeinek? Hiszen a *káros tér kiküszöbölése* céljából a 60. ábra formái közül csak a henger és az ötoldalú hasáb hagyandó figyelmen kívül, mert amint az alaprajzok mutatják, mindegyik káros térrel (*a*) dolgozik. A többi annyival is inkább megfelelne, mert két közfal helyett mindenütt csak egyet kell építeni (*b*). De viszont az *anyagban való takarékoság* céljából azon mennyiségtani tétel szerint, hogy egyenlő térfogat és magasság esetén a több lap zárt test előnyösebb, a három- és négyszögű hasáboktól is el kell tekinteni. A legtöbb, vagyis végtelen sok oldallapja miatt a henger volna legelőnyösebb, ami meg a sok káros tér, valamint a közfal építésénél előbb említett nyereség elmaradása miatt nem felel meg. *Igy tehát a méh az összes testek közt a legelőnyösebben a hatszögű hasábot választotta.*

* * *

2. Ezzel a sejtépitésnek csak a kisebb nehézsége van megoldva ; sokkal nehezebb a sejtfenék és szögeinek megválasztása. Megértéséhez tudni kell, hogy a lép egymás mellé és fölé épített sejtek tömege. A 61. ábra *A* képen a vastagon húzott vonalak az előre meredő, a vékonyabb vonalak a hátra nyúló sejtek fenekéi. A két sejtréteg közös fenéklapjai a lépnek tartósságot, szilárdságot adnak. S milyen legyen ez a fenék? Talán félgömb? Önmagában előnyös volna, de a túlsó réteg miatt nem lehet róla szó. Az egyetlen számbajöhető megoldás a három rombuszsal való elzárás (u. o. *B.*) Mivel az edény nagysága azáltal változik, ha a három rombusz nem egy síkban zárja a sejteket, a zárás a középpont súlyedésével történik. Az *x* szögek *o*-ba billennek (u. o. *C*; a *D* a kész sejtet mutatja.) Ezzel természetesen a rombusz szögei változnak.

El nem billentve a rombusz hegyesszögei 60° , a tompaszögek 120° -úak. S mivel az edény nagysága éppen az elbillentés egy bizonyos nagyságától függ, amelyen innen és túl a köbtartalom egyformán kisebb, kérdés, hogy milyen fokú elbillentés



61. ábra A) Sejttömeg vázlata. — B) Egy sejt alapjának vetülete. — C) Az alapszög elbillenése. — D) Kész sejt.

mellett következik be a sejtfenék rombuszainak a legelőnyösebb köbtartalmat biztosító szögviszonya.

Nagyon erőseknek kellene a mennyiségstanban lenniök azoknak a diákoknak, akikre a tanárok az érettségin rá mernek bízni ezt a feladatot, amelyben különben nagy elmék

is soká tudtak helyes eredményre jutni. *Reaumur* († 1751) francia fizikus méréssel a tompaszöget $109^{\circ} 28'$, a hegyesszöget $70^{\circ} 32'$ nagyságúnak találta. Ugyanezen eredményekhez jutott *Meraldi* († 1729) olasz matematikus. Utána ezt a feladatot tűzte ki *König* német matematikusnak: «Adva van egy hatoldalú edény, amelynek alapja 3 rombuszlap. Milyen nagyoknak kell lenniök az alaplapon szögeinek, hogy a legkevesebb anyag felhasználásával a legnagyobb teret zárják be?»

A megoldás az volt, hogy az edény a tompaszög $109^{\circ} 26'$, a hegyesszög $70^{\circ} 34'$ nagysága mellett felel meg a maximum-minimum törvény követelményeinek. *Cramer* († 1752) genfi matematikus a hegyesszögekre nézve $70^{\circ} 31\frac{1}{2}'$ -et, a tompákra nézve $109^{\circ} 28\frac{1}{2}'$ -et állapított meg. Tehát a számítás szerint a méhek a sejtéptésben $\frac{1}{2}$ vagy $2'$ -et hibáznak. Meg is bocsátották nekik a matematikusok; tekintve azt, hogy sötétben, zsúfolt kaptárban, nagy hőségben szögmérő és logaritmus nélkül munkálkodnak. *Maclaurin* († 1746) skót matematikus azonban nem tudott belenyugodni a gondolatba, hogy a méh téved, s megegyezően elvégezte a számadást. Az eredmény most is 2 percnyi különbség volt, a tényen változtatni nem lehetett.

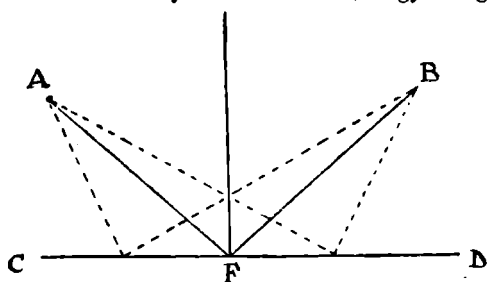
Ebben az időben egy hajótöréssel kapcsolatban megejtett vizsgálat azonban kiderítette, hogy az addig használt logaritmusokba hiba csúszott be. A kapitány hibásan számította ki a hosszúsági fokot s ez volt a hajótörés oka. *Maclaurin* a kijavított logaritmustáblával ismételte a méhsejtre vonatkozó számítás s az eredmény most pontosan megegyezett a méh sejtéptésében talált méretekkkel, a tompaszögre $109^{\circ} 28'$ a hegyesszöge $72^{\circ} 32'$ értéket kapott. A legpontosabb eredmény *Lalanne* matematikustól való. Szerinte a méhek és a mennyiségtan a $109^{\circ} 28' 16''$ és $70^{\circ} 31' 44''$ -ban találkoznak.

Ha valaki mindezek után azt következteti, hogy a méhek

ésszel dolgoznak, nagyon téved. A ténynek egyetlen helyes megoldása az, amit általánosságban Leibnitz mondott az állatokról : «Nem az állatok gondolkodnak, hanem Isten gondolkodott helyettük». Isten számol a méhek helyett.

A legrövidebb út és a leggyorsabb megérkezés.

A probléma legegyszerűbb bemutatása (62. ábra) szerint a CD egyenes folyású patak, B kert ; A ház lakója a patak vízből öntözi kertecskéjét. Az a kérdés, hogy a legrövidebb



62. ábra. A legrövidebb út.

idő alatt melyik úton érheti el célját. A patak érintésével számtalan úton mehet kertecskéjébe. Annyi azonban pontos kronométerrel is tapasztalható, hogy a patakot az F ponttól távolabb érintve több idő kell az út megtételére s az F ponthoz közelebb érintve hamarabb ér B -be. Utána az idő s az út is nagybobbodik világos jeléül annak, hogy az utak nem mind egyenlők s kell egy legrövidebb útnak lennie. Mennyiségtani számítás szerint tényleg az AFB az egyetlen legrövidebb út, amelynek a patakhoz vezető és az attól elvezető része egyenlő szög alatt hajlik az érintési pontba (F) a patak irányára húzott merőlegeshez.

A természet számtalan hasonló problémáiban a megoldás szintén ezen elv szerint történik.

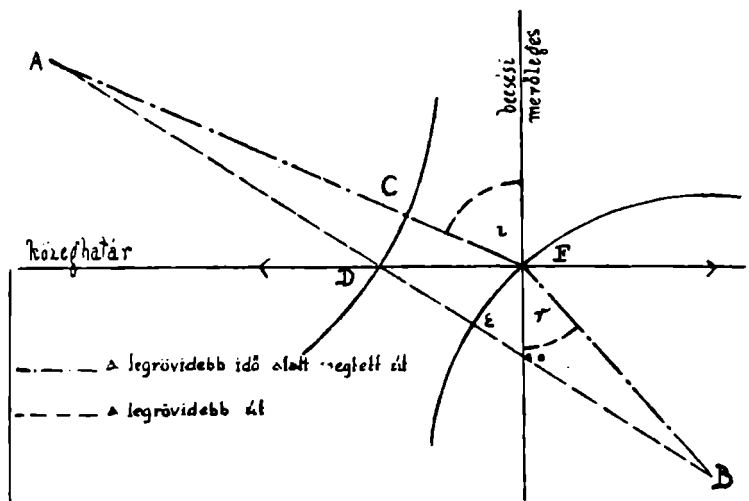
Az előbbi ábrát szem előtt tartva α) az az út, amelyen az A -ból kilőtt *golyó* a CD falon szenvedett visszaverődés után B -be jut, β) amelyen az A hangforrásból jövő *hanghullám* a CD falról visszaverődve B -be jut s végül, γ) amelyen az A fényforrásból jövő *sugár* a CD tükörfelületről visszaverődve B -ben látszik, szintén a lehető legrövidebb út. Ezt a törvényt a természettudomány *a legrövidebb út elvének* nevezi. A fény visszaverődésére nézve ezt már Kr. e. a II. században az alexandriai *Heron* is ismerte. «A vonalak, amelyek egy közegről egyenlő szög alatt verődnek vissza, kisebbek, mint az egyenlőtlen szögek esetén nyert vonalak úgy, hogy a fény-sugaraknak, ha a természet nem akar velük fölösleges utat tétetni, egyenlő szögek alatt kell visszaverődniök.»

Ugyanezt az elvet a fénytörésre *Fermat* († 1665) alkalmazta. Tétele szerint a fény két közegen át (pl. a levegőből üvegbe jutva) a *legrövidebb idő* alatt ér ugyan a célhoz, de a megtett út most nem egyszersmind a legrövidebb út is. A fény t. i. különböző közegekben sűrűségüknek megfelelően majd kisebb, majd nagyobb gyorsasággal terjed. Ezt a különbséget az úgynevezett törésmutató jelzi ; jele n , formája törtszám, értéke a beesési merőleges (a sugár beesési pontján a közeghatárra húzott merőleges) és a még meg nem tört sugár, valamint a beesési merőleges és a már megtört közötti szögek szinuszaiknak hányadosa. A 63. ábra szerint tehát a törésmutató $n = \frac{\sin i}{\sin r}$. A levegőre és a koronaüvegre kiszámított értéke $3/2$, ami annyit jelent, hogy amíg a fény a levegő kényelmes sétaútján 3 egységre halad, a koronaüveg dögögös országútján csak 2 mértékegységgel juthat előbbre.¹ A levegő és gyémánt $12/5$ törésmutatója meg azt jelenti, hogy a levegőből a gyémántba

¹ Más példák : A kvarcnak *levegőre vonatkozó* törésmutatója $7/5$, a jégé $6/5$, a timsóé $7/6$, a sósavé $7/5$, a kanadabalzsamé $8/5$, az étéré $4/3$, az alkoholé $3/2$. Az oxigénnek *légüres térre vonatkozó* törésmutatója $624/695$, a nitrogé $2501/2500$, a klóré $1303/1302$.

jutott fény valósággal kátyúba került s ugyanazon időegység alatt feleannyival sem jut benne előbbre, mint a levegő könnyű ösvényein.

S éppen a törésmutató jelentése adja a kezünkbe a kulcsot a megtört fénysugár útválasztásának a megértéséhez. A fönti ábra szerint u. i. a fénysugárnak *A* forrásból *B* pontba



63. ábra. ... a levegőből a gyémántba jutott fény.

kell érkeznie. Ez számtalan úton történhetnék. A legrövidebb út a két pontot összekötő *AB* egyenes volna s a fény mégsem azon halad. Miért? Az *AD* vagy *AC* részek a levegőnek ismert és könnyű útjai. Tehát a fény akármerre mehet, miattuk időt sem nem nyer, sem nem veszít. Az *FB* vagy *EB* utak meg már az új közeg útján vezetnek s egyikén sem járható időtakarítással. Az útirány választása tehát egyedül a *CF*, illetve *DE* utakon múlik; ezeken fordul meg, hogy merre járhat a fény időtakarítással.

Ha időegységül vesszük, azt az időt, amely alatt a fény a levegőben 3 mm utat tesz meg akkor a sugár a még levegőre eső 20.5 mm-nyi *CF* utat 6.8 időegység alatt teszi meg. Ugyanolyan időegység alatt a koronaüvegben csak 2 mm-rel jut előbbre s így a 17 mm hosszú *DE* útrészre 8.5 időegység szükséges. Ez annyit jelent, hogy az *ADEB* út a *DE* rész $8.5 - 6.8 = 1.7$ időegységnyi nyeresége miatt előnyösebb.

Azt könnyű belátni, hogy a fénynek az új közegbe való behatolása a nyíl irányában balra minél távolabb esnék az *F* ponttól, a nehezebben járható út annál nagyobb s a könnyebben járható út annál rövidebb lenne. Vagyis *F*-től balra minden beesési pont idővesztést jelent. Ugyanígy idővesztés áll elő, ha a beesési pont a nyíl irányában jobb felé távolodik. Így az *ACFB* útnak *FB* része ugyan mindig rövidülne, de a folyton hosszabbodó *AF* út megtételével egyúttal mindig több időpazarlás történnék, mint amekkora időtakarítást az *FB* megrövidülése jelentene. A fény így időben többet veszítene a réven, mint amennyit nyert a vámon. Végeredményképen tehát az *A-ból B*-be törekvő sugár úgy választja meg irányát, hogy a kényelmesebb közegben kelljen a hosszabb útrészt megtenni, s a kisebb útrész maradjon a nehezebb közegre. Így áll elő az *ACFB* út, akadályok miatt nem ugyan a legrövidebb, de a leggyorsabban megtehető út. Változó sűrűségű közegre a Fermat-tétel érvényességét *Huyghens* mutatta ki. A keletkező pálya görbe lesz, amely az összes elgondolható utak közt a legrövidebb idő alatt befutott pálya. Tehát a fény minden körülmények közt a legtekarékosabb úton jár.

Bepillantás a világegyetembe.

«Isten nagyságát hirdeti az ég, a mennybolt vallja keze művét» — mondja a Szentírás. (Zsolt. 18, 1.) Aki nyári naplementekor megfigyeli az egymásután felbukkanó csillagokat, először az eléje táruló szépség fogja meg lelkét.

Gottes Pracht am Himmelbogen
Ist in Sternen aufgezogen.
Welch ein heilig stiller Chor!
Daß das Herz dir größer werde,
Blicke von der kleinen Erde
Zu dem ew'gen Glanz empor.

Mahlmann.

A szépség azonban csak parányi része az égbolton rejlő sokszerű tökéletességnek.

Aki látta, biztosan csodálattal szemlélte a strasszburgi dóm híres óráját, amely minden délben egy sereg mozgalmasság révén adja tudomásul, hogy a nap delelőjéhez ért. Csodálkozott Olsson stockholmi mérnök óráján, amely a rendes időn kívül mutatja a napkeltét, járását, feltűnteti a virradat és szürkület kezdetét, a hold változásait. Számolja az éveket, napokat, hónapokat és heteket. Kiemeli a többi napok közül a névnapot. Egy sereg más asztronómiai értesítéssel kívül körforgó csillagtérképéről leolvasható az égboltozat minden mozzanata. Két forgatható glóbusával pillanatok alatt a föld bármely pontján megállapítható az ottani idő. Kovácsműhelyt ábrázoló tetején minden óra előtt vörösen kigyullad a kohó, a kovács felemeli kalapácsát, és az üllőn kiveri az órák számát, mire a kohó ismét kialszik. Az egész bonyolult szerkezet tökéletességeihez még az is hozzátartozik, hogy a szökőévvel együttjáró változásokat is feltűnteti.

Akit a kétségtelenül ügyes formába foglalt szemernyije

az ég tökéletességeinek csodálatra indít, az nem hagyhatja összekulcsolás nélkül kezeit, ha fogalmat alkot magának az égitestek méreteiről, ha nagy természettudósok kutatásai nyomán betekint csodálatosan sokszerű és pontos mechanikájukba. Az Isten-eszme a maga lenyűgöző nagyszerűségében áll előtte.

* * *

1. A hosszúság gyakorlati mértékegysége a méter, a súlyé a kilogramm. A mindennapi élet ezekhez szoktatott hozzá bennünket s azért a világegyetem nagyságának feltűntetésekor is ezekből indulunk ki.

Tegyük le valahol a szabadban egy dcm átmérőjű tekegolyót, az legyen a Nap. Attól $4\frac{1}{2}$ m-nyire lefektetett $\frac{1}{3}$ mm átmérőjű s 1 milligramm súlyú homokszem a Merkúr, A Naptól $7\frac{3}{4}$ m-re 1 mm átmérőjű mákszem formájában a Vénusz kering. A Föld, a Vénusznál egy elenyésző csekélységgel nagyobb mákszem, már közel 11 m távolba jut. A Mars — nem egészen $\frac{1}{3}$ mm átmérőjű homokszem — $16\frac{1}{3}$ m távolságra jut. Most 29 m távolban 12 m széles öv, az aszteroidák öve következik; ezeket olyan porszemek jelölik, hogy 10-szeresen nagyító lencsével még éppen csak látni lehet őket. Távolabb 56 m-nyire 1 cm-es kökény alakjában a Jupiter, 103 m-re 8-6 mm átmérőjű ribizkaszem alakjában a Szaturnusz, 206 m-re mint 3-5 mm vastag gombostűfej az Uranusz és 323 m-re $4\frac{1}{2}$ mm-es ribizkaszem, a Neptunusz foglal helyet. Ha ugyanebbe a térképbe még a legközelebbi állócsillagot is jelezni akarjuk, akkor 3000 km-rel kellene odább menni, tehát valahol a Kaspi-tó keleti partjain tehetnénk le a Napnál valamivel nagyobb tekegolyót, az α Centauri képét.

Csak hogy ez a kép 1 : 14 ezermillió arányban tünteti fel a valóságot. Tehát az előbbi hosszúsági mértékeknek és

súlyoknak is a 14 ezermilliószorosa adja a valóságot. Ezt nehéz elgondolni; teljesen szabadjára engedett képzelettel sem megyünk sokra.

Az 1 kgr-ról annak ezerszeresére ugorva, még nem érezzük a nehézséget; hiszen 1 m³ víz csak 1000 kg-t nyom. Egy nagyobb víztorony még súlyosabb tömeg elgondolásában is segítségre van. Az 50 m széles, 10 m mély víztartó víztömege 20.000 m³; súlya 20 millió kg. Sőt még egy km³ elgondolásánál is eléggé otthon érezzük magunkat, mert méreteiről könnyen fogalmat szerezhethetünk. Ha Budapesten az Andrássy-út kezdetétől a Mussolini-térig terjedő távolsággal formált négyzetre a Jánoshegy kétszeres magasságát állítjuk, egy km³ kockát kapunk. Amikor azonban ennek a kockának víztömegét akarjuk lemérni, minden mértékegység kiesik kezünkéből. Hogy mit jelent e kockában a 1,000.000.000.000, vagyis egy billió kg víz súlya, azzal még a legmerészebb képzelet sem tud mit kezdeni. Forduljunk új analógiához! Egy ügyes bankpénztáros másodpercenként öt pénzdarabot számlálva, 6000 év alatti szüntelen munkával számlálna meg egy billió pénzdarabot. De még csak egy billió kg víz elgondolásával sem lenne sohasem kész! Földünk térfogata pedig 1,082.841,320.000, kerekén éppen egy billió előbb leírt km³, súlya pedig kb. hat kvadrillió kg. S ez a tökéletesen elképzelhetetlen súly még semmi az Uranusz 14-szer, a Neptunusz 17-szer, a Szaturnusz 93-szor vagy a Jupiter 310-szer súlyosabb tömege mellett. S mindez micsoda csekélység a Nap arányaihoz képest, amely a Földnél 1,300.000-szer nagyobb. Szörnyű tömege 5 kvintillió kg-t nyom; a Földnél 350.000-szer súlyosabb, az összes eddig ismert bolygók tömegét pedig 700-szor múlja fölül.

S még ezzel sem értünk a végére. A Szíriusz nemcsak a babszemnyi Földnél nagyobb 16 milliószor, hanem 12 drb

s a Földnél egyenként 1,300.000-szer nagyobb Nap férne el benne. Pedig még az a Sziriusz sem a legtávolabbi csillag. A messzelátóban sok égitest kék alapról csillogó parányi aranszem benyomását teszi, s minél távolabb vannak a ködösfényű csillagok sötétes központjai, annál jobban meghaladják itt a földön még analógiákkal is megsegített fogalmainkat.

* * *

2. Ezidőszerint a kilótt ágyúgolyónak másodpercenként 1000 m sebessége a legnagyobb mechanikai sebesség. A technika büszke rá, pedig csak csigamozgás a fény sebességéhez képest, amely másodpercenként 300.000 km utat tesz meg. S mégis $1\frac{1}{4}$ másodpercet vesz igénybe, hogy a Holdból hozzánk jusson. Igazán parányi idő figyelembe véve azt, hogy a Napra vonatkozói dő 8·5 perc, a hozzá legközelebb eső állócsillag, a Proxima Centauri 3 év és 7 hó, az α Centauri meg éppen 4 év és 3 hónap alatt juttatja el hozzánk fényét. Hogy micsoda távolságról és gyorsaságról van itt szó, közlöm néhány állócsillagnak tőlünk való távolságát, s az időtartamot, ami alatt a fény hozzánk érkezik:

Sziriusz.....	81	trillió km,	8 év 6 hó
61 Cygni.....	106	« «	11 « 3 «
Cassiopeia.....	114	« «	12 « 1 «
61 Virginis.....	220	« «	23 « 3 «
85 Pegasi.....	308	« «	32 « 6 «

S még mindig nem vagyunk a csodálkozni való határán! Az 1933. évi chicagói világkiállítás előkészítő bizottságának az az ötlete támadt, hogy a kiállítást csillaggal nyitattja meg. S ezt nem szimbolikusan kell érteni, hogy talán valamelyik csillag feltűnésekor vette volna kezdetét a kiállítás. Nem, a terv az volt, hogy valamelyik állócsillagnak egy nagy távcső lencséjében összegyűjtött s a fotocellára eső sugarai műkö-

désbe hoznának egy kis relét, amitől a kiállítás ívlámpái kigyulladnának. S a rendezőség olyan csillagra gondolt, amelynek közbeléptével az 1933-i világkiállítás szimbolikusan összekapcsolódott volna a 40 évvel előbb tervezett világkiállítással. Ez a csillag a Göncölszekér, vagy a Nagy Medvecsillagkép lett volna. (Arcturus.) Ennek a csillagnak a fénye éppen 40 év alatt közelíti meg a mi naprendszerünket és így a Földet. Az a sugár, amelynek a terv szerint a kiállítás megnyitásának a napján a távcsőbe kellett esnie, 40 évvel előbb indult el a világűrbe. Négy évtizeden át 300.000 km-es gyorsasággal repülve tíz billió km utat tett meg. Amialatt repült, rettenetes események zavarták össze a föld népeit. S ő minderről tudomást nem véve ragyogva jutott hozzánk, parancsára Annak, akinél évszázadok vagy akár milliónyi évezredek lefolyása alatt sincs még árnya sem az elhomályosodásnak vagy megzavarodásnak.

* * *

Míg a Naptól 8·5 perc alatt érkezik el hozzánk a fény, az óránként 50 km gyorsasággal rohanó vonat megállás nélkül 342 év alatt jutna a Napba. Az α Centuri-ból 4 év és 3 hónap alatt jut hozzánk a fény, de az óránként éjjel-nappal 100 km sebességgel száguldó expresszrel 48,663.000 év alatt érne vissza. Az 513 trillió km távolságú Aldebaranból idejövő fénynek 54 évre és 3 óra van szüksége; mily borzasztó sebesség volna ez a gyorsvonatra átszámítva!

Az ilyen óriási sebességek és távolságok új mértékegysége a fényév, a csillagászat métere; az a távolság, amelyet a másodpercenként 300.000 km sebességgel haladó fény egy év alatt befut, ami 9,600.000,000.000 km, v. i. 64.000 naptávolság.

Ez a csillagászati mértékegység úgy viszonylik a kilométerhez, mint 1 mp viszonylik 1,425.000 évhez. Egy leg-

modernebb gyorshajó 750 km napi sebesség mellett 118 millió, a leggyorsabb ló 59 millió év alatt tenné meg.

Sőt a csillagászatnak kilométerre is van szüksége, amivel a még távolabbi csillagokról hozzánk érkezett fény gyorsaságát méri. Ez a Szíriusz-fényév, vagyis 8 közönséges fényév. Nevét a Szíriusztól vette, amelynek fénye 8 év alatt érkezik hozzánk, s a nála távolabbi égitestekre vonatkozó számításokban fordul elő. Ilyen távolabbi csillag a Véga, a sarkcsillag, amelynek fénye 36, illetve 40 év és 6 hónap alatt ér a földre. Sőt a csillagászok azt rebesgetik, hogy pl. az Andromeda és a Vadászkutya spirális ködében lévő gyenge fénye $\frac{1}{2}$, illetve $6\frac{1}{2}$ millió fényév alatt reszket el hozzánk.

* * *

Ezekből az adatokból lehet megszerkeszteni a következő feladatot. Ha a 150 millió km távolságban lévő Nap fénye 8·5 perc alatt érkezik hozzánk, milyen messze van tőlünk az a csillag, amelyet felkelte után 3.428,900.000,000.000 perc, vagyis csak $6\frac{1}{2}$ millió fényév múlva látunk meg? A feladatot könnyű megszerkeszteni; megoldani sem nehéz, hogy kb. 400,000.000,000.000,000.000 km a modern természettudománynak valamennyire hozzáférhető, és égitestekkel telt gömbterület. *Megértése* azonban teremtetett elmének szinte lehetetlen.

Mikor sok ezer évvel ezelőtt az Úr hatalmát akarta megmutatni Ábrahámnak, kivezette a csillagos ég alá s azt mondta neki: Számláld meg a csillagokat, ha tudod. (Móz. I. 15, 5.) A parancs ma is ez. Az Úr nagyságának megismeréséhez nekünk is a csillagok számát kellene tudni. Azonban a tudomány minden fáradsága dacára mindig a kutatás elején érzi magát. Úgy van, ahogy Linné mondta: «Isten az ő szentélyét nem egyszerre tárja ki előttünk. Sokszor hisszük,

hogy már a belsejébe hatoltunk, pedig még csak az előcsarnokban ácsorgunk». Bármennyire tökéletesek is a csillagászat eszközei, előbb-utóbb kihullanak a csalódott csillagászok kezeiből s nem a csillagok száma fogy, hanem a műszer tökéletlen s a csillag mindig több lesz. «Ha meggondoljuk, hogy a Tejúton kívül látható csillagok száma több millióra rúg — mondja Mädlér német csillagász — s hogy ebből 20 millió csak azokra az égitestekre esik, amelyek maguk világítanak, míg a másik nem kevesebb számú tömeg sötét marad, a csillagok számát végtelennek kell mondanunk.»

Ki magyarázza meg az ég törvényét?

Ez az értelme a néhány szónak, amivel a Szentírás (Jób 38, 33.) diadalmasan utal a tudomány legérdekesebb kérdéseire, s mintegy versenyre hívja a tudósokat. S ezek a felfedezők, a modern csillagászat úttörői előálltak, akiknek az egek beszélték Isten nagyságát, s éppen azért szószerint ajkukra vették a Szentírás szavait: *Láttuk csillagát és imádtuk Őt.*

* * *

Kopernigk Miklós (1473—1543) a thorni kereskedő fia. Tízéves korában elvesztette édesatyját és a sok viszontagság dacára szépen kiművelte magát a görög nyelvben, a kánonjogban, a mennyiségtanban és a rajzban, sőt az orvosi tudományokban is (medicinae et philosophiae laureatus). Az orvosi gyakorlatból is kivette a részét, de legszívesebben a csillagászzal foglalkozott. Még ma is megvan egyetlen felszerelése, néhány magakészítette favonalzója. «Ezekkel a nagyjából megfaragott és minden művészet nélkül készített fadarabokkal fogott hozzá Kopernigk, hogy törvényt szabjon az égnek és megszabja a csillagok járását. Szellemével olyan

magasságra jutott, amelyet előtte halandó meg nem közelített. Ó, ennek a nagy embernek megbecsülhetetlen emlékei ! Községes fából készültek s a legtisztább arany is elhalványul mellettük.» Ezt írta *Tycho de Brahe* (1546—1601), híres csillagász Kopernik favalalzójára. Munkáját mély hit éltette s vezette.

A *geocentrikus* rendszer azért nem elégítette ki, mert hiányzott belőle az egész természetben félreismerhetetlenül megnyilvánuló harmónia. «Az egész világmindenség olyan alkotás lenne, amelyben a kéz, láb, szem, fő, szív, szóval önmagában egyenkint minden tag szép, azonban összesen egység nélkül való rettenetes valami. Melyik építő rajzol és tervez így? S Isten tervezte volna így napunkat és földünket? — kérdezi. — Semmi által sem találtam meg a világmindenség csodálatos szimmetriáját, a pályák oly harmonikus összefüggését, mint azáltal, hogy a napot, a körülötte forgó csillagok vezetőjét, a természet fölséges templomának közepére helyeztem, ahonnan mindent beláthat.» (De revolutionibus orbium coelestium, 1543.) Ez volt rendszerének alap gondolata. Azaz dehogy is az *övé* !

Mikor kezdték megismerni a tanítást, minden tiszteletet elhárított azzal a nyilatkozattal, amelyet mindig használt, valahányszor valaki *rendszeréről* beszélt : «Nem az én rendszerem, hanem Istené». Egész életében érte dolgozott. Ezt vésette sírkövére :

Non parem Pauli gratiam requiro
Veniam Petri neque posco, sed quam
In crucis ligno dederas latroni
Sedulius oro.

(Nem várok Páléhoz hasonló kegyelmet, a Péternek adott bocsánatot sem kérem, a keresztfán a latornak juttatott irgalomért buzgón imádkozom.)

Kepler János (1571—1630) először pincér volt, később belépett a tübingeni protestáns szemináriumba. A 22 éves korában már gráci tanár feladata az volt, hogy Kopernigk tanításához megtalálja a mennyiségtani igazolást. Az alapgondolat önála is a világban levő nagy rend. «Be akarom bizonyítani — kezdi leírni felfedezéseit —, hogy Isten naprendszerünket megalkotva az eddig ismert öt bolygónak a számát, arányát és mozgási módját tervszerűen határozta meg.» Csak a mennyiségtanban s a csillagászatban jártas ember képes mérlegelni, hogy mit jelentett a terv megvalósítása a logaritmustáblák nélkül. Számadásai 700 oldalt tettek ki. A munka magának is gyönyörűségére volt. «Gyönyörköd-jék fölséged lelke Isten műveinek szemléletében — mondja munkájának a királyhoz intézett ajánlása — és amennyire az országolás köteles gondjai között teheti, az Isten látható műveiben föltűnő összhangzat példáival erősítse és buzdítsa föl magában az egyetértésre és békére való törekvést.» Mindenkinék érdemes megismerni befejező szavait is. «Ennyit a teremtető Isten műveiről. Most hátra van, hogy szememet és kezemet dolgozóztáblámról az égre emelve a világok Atyjához ájtatosan és esdve fohászkodjam : Ó Uram és Teremtőm, aki a Természet világosságával felgyujtod bennünk a kegyelem világát, hogy ezáltal minket a mennyei dicsőség világába vezess, hálát adok Neked, mivel alkotásodban gyönyörködtettél és örvendeztem kezed munkáiban. Befejeztem műve-met, melyben elmémnek minden erejét foglalkoztattam. Megnyilatkoztattam alkotásaid dicsőségét az embereknek, amennyit azok végtelenségéből elmém fölfoghatott. Lelkem éber volt, hogy helyesen kutassa. S ha én, aki féreg vagyok s bűnben születve a Te gondolataidhoz valami méltatlant szólottam, ihless meg, hogy azt még kijavítsam. Ha műveid csodás szépsége alaptalanságokra ragadott, avagy az emberek-nél

saját dicsőségemet kerestem, kegyelmesen bocsásd meg nekem és add, hogy bizonyításaim a Te dicsőségedre és a lelkek üdvösségére szolgáljanak és senkinek ne ártsanak. Neked legyen dicséret, tisztelet és dicsőség mindörökkön-örökké. Amen.»¹

Meghalt 1630 nov. 15-én Regensburgban, ahova nagybetegen ment, hogy az országgyűléstől elnyerje a visszatérés engedélyét. Sírfeliratát önmaga készítette.

Mensus eram coelos, nunc terrae metior umbras;
Mens coelestis erat, corporis umbra jacet.

(A ragyogó egeket mértem, most mérem az árnyat; szellemem égi vala: test pora hamvadoz itt.)

Newton Izsák (1642—1727), egyszerű bérlő gyermeke, mint a cambridgei iskola növendéke Kepler munkáit és Euklides elemeit oly világosaknak találta, hogy nem értette meg, mi van azokon magyarázni való. Utánuk Descartes munkáihoz fogott; 27 éves korában már a cambridgei egyetemi tanár, 30 éves korában a londoni akadémia tagja. Emlékoszlopán ez van: *Genus humanum superavit* (= az emberi nemet felülmulta); méltán, mert nála eredményesebben senki sem pillantott be a világmindenség szerkezetébe és szépségébe. A szobában, ahol meghalt, Pope következő szavait írták egy emléktáblára: *Nature and nature's law lay hid in night. God said: «Let Newton be!» — and all was light.* (A természet törvényeivel sötétben rejtezett. Isten életbe hívta Newtont, és minden világossá lett.)

Mikor a nehézkedési erő törvényeit fölfedezte, nyitva állott előtte a mindenség szerkezete. A Nap összes bolygóival, a bolygók kíséridoikkal, az üstökösök, az állócsillagok rendszere, amelyek a tér legtávolabbi határáig terjednek, egy-

¹ Joannis Kepleri Harmonicae mundi libri VI (Lincii, 1619) befejezése.

szóval az összes égitestek mozgása szelleme előtt lebegett. Mikor az elmélet kidolgozása után föltevését megerősítette a számítás, azt az örömtől nem tudta befejezni, barátjának adta át befejezésre. *Nagy elméjénél* csodálatosabb szerénysége. Az a férfiú, aki «Genus humanum superavit», sohasem elégedett meg tudásával. Halála előtt mondta: «Én nem tudom, hogy mit tart fölőlem a világ, de magam előtt olyan vagyok, mint egy gyermek, aki a tengerparton ül és abban gyönyörködik, hogy időnként a többinél szebb kagylót és csigát talál, pedig az igazság egész óceánja kifürkészhetetlen.» Tudományát és szerénységét is fölülmulta *hite*, aminek alapja az égitestek összefüggésében, a világmindenség fölépítésében tapasztalt harmónia. «Hogy a maga összes mozgásaival ilyen rendszer keletkezzék, ahhoz ok kellett, aki jól ismerte, összehasonlította a Nap, a bolygók egyes tömegeit, a belőlük származó vonzóerőt, a nagyobb bolygók Naptól való távolságát, a kisebb bolygóknak, a Szaturnusznak, a Jupiternek, a Földnek távolságát s végül a gyorsaságot, amellyel e bolygók a középponti égitestek körül mozoghatnak. Ennyi dolgot összehasonlítani és összeegyeztetni ilyen sokféle égitest között csak olyan ok tudott, amely nem vakon és véletlenül tett, hanem a mechanikában és a mértanban járatos volt.»

Az Úristen Newton számára éppen ezért eleven valóság volt, akit szóval és tettel megvallott. Nevét kalaplevétel nélkül ki nem mondta. Mint egyetemi tanár sem szégyelte, hogy este az egyetem kápolnájába betérjen. Aki vallási dolgokról gúnyosan vagy csak tiszteletlenül mert szólni, igen hamar rendreutasította. «Hallgasson — szokta mondani az erős meggyőződés tüzeivel —, én ezeket a dolgokat jobban átkutattam». Egyszer a világmindenség glóbusza előtt állt s gondolataiba mélyedve fogadott valakit, aki nemrégien kifejezést adott Isten létében való kételkedésének. Newton

természetesen nem feledkezett meg a merészségről s mikor a belépő csodálkozott a glóbus gyönyörű kiállításán s lelken-dezve kérdezte: «Kitől van ez a remek glóbus»? — szemre-hányóan mindössze ennyit felelt: «Senkitől». Halála is méltó az istenfélelemben élő tudós halálához. Végrendeletében 50 font sterling évi járadékot hagyott egy lektori állás szer-vezésére azon kikötéssel, hogy a jövedelem élvezője a főváros valamely templomában 8 szentbeszédet mondjon el a keresz-tény tanok megvilágítása s a hitetlenség visszaszorítása cél-jából. A westminsteri apátság templomában lévő sírjára ezt írták: «Itt nyugszik *Newton Izsák* aranyrendjeles lovag, aki mennyiségtanának fénye mellett saját lelkének szinte isteni erejével elsőnek mutatta ki a bolygók mozgását, alakját, az üstökösök utait, a tenger apályát. Fölfedezte a fény sugarai-nak különbözőségét s az innen származó színek tulajdonságait, amiről senkinek még csak sejtelve sem volt. A természetnek, a történelemnek, a Szentírásnak szorgalmas, elmés, hűséges kutatója. A fölséges Isten nagyságát bölcseséggel bizonyította, az evangélium egyszerűségét életével kifejezésre juttatta. Örvendezzenek a halandók, hogy az emberi nemnek ilyen s ekkora dísze támadt. Született 1642 dec. 25-én, meghalt 1727 márc. 20-án».

* * *

Igaza van a legújabb kor nagy német csillagászának, *Mädlernek* († 1874), hogy «komoly természettudós nem lehet istentagadó, mert aki hozzá hasonló mélységben nézi Isten műhelyét és alkalma van rá, hogy örök bölcsességét csodálja, annak alázatosan meg kell hajtania térdét a legfőbb szellem kormányzása előtt.»

Milyen más hangok ezek, mint az öntelt materialista pöffeszkedés hangja, amely szerint egy természettudós se találkozott kutatásaiban Istennel. «Ha van Isten, írja föl

nevét a csillagos égre» — mondotta Büchner német materialista. «Ha van Isten, miért nem jön a teleszkóp elé?» — kérdi a másik. «Isten még soha sem került a bonckésem alá» — mondja a harmadik. Sőt arról is meg vannak győződve, hogy a teológiai szellemtől függetlenített természettudománynak nincs szüksége Istenre. A világ a materialisták szerint nem rejtély, csak nagyon bonyolult mechanika: rezgés, vonzás, taszítás és egyéb fizikai törvények szövevénye. S mert ők Istent nem ismernek, kimondják a merész szót, hogy fgazi természettudós nem lehet istenhívő, hit- és természettudomány összeférhetetlenek. Aki kápolnát nyit, laboratóriumát bezárhatja (*J'ouvre mon oratoire, je ferme mon laboratoire*). S viszont az Istenben való hittől megszabadulva, egyesek és korok rohamos léptekkel haladnak a világ kielégítő magyarázata felé. Ma a haladó korban élünk. A természettudósok hitetlenné. *Si tres physici, duo athei* — mondják s szerintük természetesen a két istentagadó a nagyobb tudós.

Csakhogy amikor a természettudomány mai haladását korunk hitetlenségével összefüggésbe hozzák, megfelelnek róla, hogy a hitetlenség százada kényelmesen azt aratja, amit a mély vallásosság kora kemény munkával vetett. Az induktív kutatás módszere, az asztrofizika törvényei, a differenciál számítás a legvallásosabb században Bacon-, Newton-, Kepler-, Leibnitz-, Pascalig vezetnek vissza. Mi az ő vállukon emelkedtünk fel. Ők a természettudomány ígéretföldjének Mózesei. Bár az ígéretföldre nem léphettek be, kutatásaik végső következményeit nem láthatták, de az odavezető utat ők mutatták meg. Ennek hálás elismerése helyett Büchnerék önmagukat teszik meg legfőbb tekintélynek. Tévedéseket lopnak be az emberek gondolkozásába, elrontják tisztánlátásukat s lerontják azt a legfőbb igazságot, amelyben állandóan élünk, mozgunk és vagyunk.

Az égitestek mechanikája.

Aki tudja, hogy az égitestek óriási tömege nem ugyanannyi aranszeg az ég azúrszönyegén, amint azt a görögök hitték, sem nem szellőszárnyakon libegő teremtések, amint a középkorban vélték, szabályos elhelyezkedésükben és mozgásukban még csodálatosabb tudnivalóra akad.

* * *

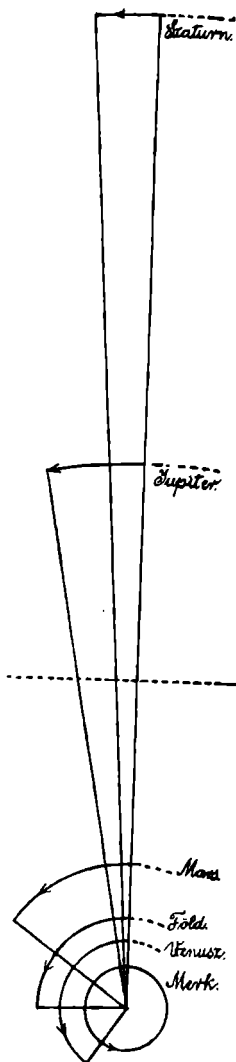
1. A *bolygók elhelyezkedésében* már az ókor csillagászai sejtették azt a törvényszerűséget, hogy távolságaik úgy aránylanak egymáshoz, mint a dinamikus skála hangmagasságai. (Arist. de coelo II. 9.) Amit ők a világot teremtő szellem tökéletességéből következtettek, azt az újabb kor tudósai mérésekkel igazolták. *Kopernik* (Copernicus, † 1543) közelebbi meghatározása nélkül csak szabályosságot emlegetett, s a Mars és Jupiter között annak megtörését gyanította. *Kepler* († 1630) a bolygók elhelyezéséről írt könyvében a Mars és Jupiter között még egy bolygóra következett. (Inter Jovem et Martem planetam interposui. Myst. coposmogr. 1596. 7. l.) Másfélszáz év múlva *Lambert* csillagász a bolygók távolságának a következő skáláját

Merkur	387
Vénusz	723
Föld	1000
Mars	1524
Jupiter	5203
Szaturnusz	9539

látva furcsálja, hogy a fokozatokat szerető természet a Mars és Jupiter között olyan nagy hézagot hagyott (64. ábra). Ennek észrevételével a megoldásra váró feladat kettős volt : ki kellett fejezni az elhelyezés törvényét, s meg kellett találni a hiányzó bolygót.

α) A szabályszerűség kulcsát 1772-ben Titius wittenbergi tanár találta meg. Bode János († 1826) berlini csillagász a törvényt végleges formába öntötte, és terjesztette s azért Titius-Bode törvénynek nevezik. Alakja $0.3 \cdot 2^{n-2} + 0.4$, ahol n az illető bolygó száma a bolygók sorrendjében (1-ső Merkúr, 2-ik Vénusz, 3-ik Föld, 4-ik Mars, 6-ik Jupiter, 7-ik Szaturnusz), az egység pedig a Föld-nek a Naptól való 150 millió km távolsága. Ha tehát pl. a Marsnak a Naptól való távolságát akarjuk tudni, akkor $0.3 \cdot 2^{4-2} + 0.4 = 1.60$ szorzandó 150 millióval.

β) Bár a szabályos elhelyezkedés kulcsa adva volt, s Wurm csillagász már 1787-ben a hiányzó bolygó Naptávolságát 2731-ben, forgási idejét 4 évben állapította meg, P. Piazzini teatinus szerzetes a gyanított helyen 1801 jan. 1-én Palermóban megtele a régen keresett égitestet, a Cerest. A következő év márc. 28-án a Pallasra bukkantak. 1804 szept. 1-én a Junót, 1807 márc. 29-én a Vesztát lelték meg, 1845 dec. 8-án az Asztraea került elő, majd egyre-másra jelentkeztek a kisbolygók, aszteroidák, amelyeknek száma 1908-ig kb. 635 volt. Ma azt hiszik, hogy az aszteroidák gyűrűje számtalan égitestet



64. ábra. «A Mars és Jupiter között még egy bolygót vettem fel.» Kepler.

magában rejtő «*poussière d'astre*»; tehát egy szabályos rendszerbe ékelt s még nem kikutatott rendszerű világ annál bravúrosabb összetétele.

Még az első aszteroida felfedezése előtt Herschel Vilmos angol csillagász 1781 márc. 13-án meglelte az Uranust s Leverrier francia csillagász 1846 szept. 23-án a ma ismert legsebső bolygóra akadt: mindezek a bolygók beleilleszkednek a Titius—Bode-féle szabályosságba. A Nap—Neptun-távolságot 388 részre osztva az egyes bolygók arányszáma a következő:

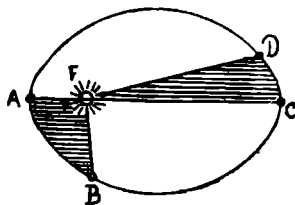
Merkur	$4 + 0$		= 4
Vénusz	$4 + 2^0 \cdot 3$	(= 3)	= 7
Föld	$4 + 2^1 \cdot 3$	(= 6)	= 10
Mars	$4 + 2^2 \cdot 3$	(= 12)	= 16
Aszteroidák	$4 + 2^3 \cdot 3$	(= 24)	= 28
Jupiter	$4 + 2^4 \cdot 3$	(= 48)	= 52
Szaturnusz	$4 + 2^5 \cdot 3$	(= 96)	= 100
Uranusz	$4 + 2^6 \cdot 3$	(= 192)	= 196
Neptunusz	$4 + 2^7 \cdot 3$	(= 384)	= 388

A bolygók távolságát tevő összegek két-két összeadandó eredményei, amelyek közül az egyik mindig 4, a másik bolygóról-bolygóra haladva mértani haladvánnyá növekszik. Az összes bolygók Naptól számított távolsága nagyjából megfelel a Titius—Bode-féle törvénybe foglalt szabályszerűségnek, csak a Neptun mutatott jelentékenyebb eltérést, aminek oka 1930-ig ismeretlen volt. A szabálytalanság vezetett 1930-ban a naprendszer legszélsőbb bolygójának, a *Plutó*-nak felfedezésére, amely 5.950.000.000 km-nyire van a Naptól. Így vált a szabálytalanság teljes törvényszerűséggé.

* * *

2. A bolygók mozgásában megnyilvánuló szabályosság nagyszerű voltát a következő tények adják. A bolygók más-

más irányban s óriási gyorsasággal mozognak. A Merkúr napi útja 7 millió km. A Föld másodpercenként 50, percenként 3000, óránként 180.000, naponként 4.200.000 km utat tesz meg a Nap körül. S a gyorsaság nem is mindig egyforma. A Kepler-törvény értelmében egy ellipszis-pályán, amelynek gyújtópontjában a Nap van, minden bolygó úgy mozog, hogy a vezetősugár, vagyis a Napot a bolygóval összekötő egyenes (FA , FB , FC , FD radius vector) egyenlő idők alatt egyenlő területeket sűrol (65. ábra). Tehát sebességük napközelsben nő, naptávolságban fogy. Ezt a mechanikát a következő kis gyermekjáték teszi érthetővé. Legyen a 10 cm hosszú zsinór vezetősugár, a végére kötött súly a bolygó. Az így elkészített ingát forgassuk ujjunk — a Nap — körül. Ha forgás közben a zsinórt kinyújtott mutatóujjunkra engedjük csavarodni, érezzük, hogy a forgás sebessége folyton növekszik.



65. ábra. A vezetősugár sűrolta egyenlő kúletek ($AFB = CFD$).

A zsinór hossza eredetileg 10 cm volt, tehát a mozgás kezdetén a zsinór minden másodperc alatt a 10 cm sugárú kör $r^2\pi$, területet, vagyis $10^2 \cdot 3 \cdot 14$ cm²-t sűrolt. Ha a zsinórból annyi csavarodik fel, hogy eredeti hosszúságának fele marad meg, akkor ott a kör területe csak $5^2 \cdot 3 \cdot 14$ cm², vagyis négyszerese kisebb lesz. A sűrolt terület azonban nem változik, mert itt a súly négyszer olyan gyorsan forog s ha kezdő sebességével másodpercenként a nagy körben egy fordulatot tett, a négyszer kisebb körben ugyanazt az utat másodpercenként négyszer teszi meg. Ha az eredeti sugárnak csak $\frac{1}{3}$ része szabad, az 3-szor kisebb kört sűrol, $3^2 = 9$ -szer gyorsabban forog.

3. A mozgás pontossága. Ennyi látszólagos önkénykedés

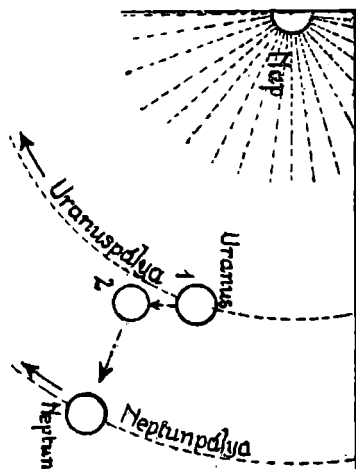
dacára minden bolygónak percnyi pontossággal meg van határozva a forgási ideje, amely alatt saját tengelye körül egyszer megfordul és a keringési ideje is, amely alatt egyszer a Napot körüljárja.

A Merkúr	} keringési ideje	87-969 nap, forg. ideje 88 nap.		
A Vénusz		224-701 « « «	24h 21m	
A Föld		365-256 « « «	23h 56m 4s	
A Mars		686-980 « « «	24h 37m 23s	
A kis bolygók		3 $\frac{1}{3}$ —6 $\frac{2}{3}$ év közt váltakozik, forg. id. különböző		
A Jupiter		4.332-588 nap, forgási ideje	9h 55m 37s	
A Szaturnusz		10.759-201 « « «	10h 14m 24s	
Az Uranusz	} keringési ideje	30.586-29 « « «	9h 55m 38s	
A Neptun		60.188-71 « « «	—	

S éppen a nagy pontosság miatt a legkisebb eltérés okát is meg lehet találni. Herschel († 1822) angol csillagász 1781 márc. 13-án fedezte fel naprendszerünk hetedik bolygóját, az Uranuszt. Utána pályáját megrajzolták, keringési idejét kiszámították s bár a szomszédos bolygók vonzását is számításba vették, az eredmény nem volt kielégítő. Egyelőre nem tudták eldönteni, vajjon a régi megfigyelések pontatlansága, vagy más körülmény magyarázza-e az észlelet és a mennyiségtanilag igazolt törvény közt mutatkozó eltérést; az nem érte el a 2'-et, de Adams († 1892) angol és Leverrier († 1877) francia csillagászok egymástól függetlenül mégis lázasan kutatták az égi mechanikába *«becsúszott kis hibát»*. Először átvizsgálták figyelmesen az összes számítást. Mivel az kifogástalan volt, az eltérés más magyarázatot követelt, amelyet Leverrier már 1845-ben a következőképen fogalmazott meg: *«Az Uranuszt egy ismeretlen égitest téríti ki pályájából»*. Mivel az eltérés iránya az Uranuszon túlra mutatott, Leverrier és Adams a háborgási számítások alkalmazásával megszerkesztették az új bolygó pályáját. Adams német csillagász 1846

aug. 4-én Berlinben megjelölte az új bolygó helyét s 1846 szept. 23-án Leverrier útbaigazításával Galle a kijelölt helyen tényleg meglelte az akkor legszélsőnek ismert bolygót, a Neptunt (66. ábra).

4. A csillagok szabályos mozgása. Több égitest állandóan egy helyen van. Ott látták a régiek is, innen a stella fixa (= állócsillag) elnevezés. Közülük a képzelet játéka többet külön csoportokba foglalt (csillagképek). Ilyenek a Göncöl-szekér, a Fiastyúk, a Vízöntő, a Nyilas stb. Ma már tudjuk, hogy a csillagképek csillagai rendkívül távol vannak egymástól s a nagy távolság miatt csak szemünk számára vannak azonos felületben. Azt is tudjuk, hogy a világűrben nem állanak, sőt borzasztó sebességgel vágatnak.



64. ábra. A Neptun feltételezett pályájáról (1) a tényleges pályára (2) téríti az Uránust.

A Szíriusz másodpercenként	22.000 m
A Véga	24.000 "
A Kapella	33.000 "
Az Aldebaran	49.000 "
Az Arkturusz	674.000 " sebességgel iramlik tova.

Az egymástól 30—40 m távol tartott repülőgépek vezetőit megtapsolja a lelkes nézőközönség, ha félórán keresztül megörzik az elinduláskor formált alakot. S most szóljatok hozzá, nem minden emberi képzeletet felülmúló rendezőerő

szükséges-e ahhoz, hogy az egymástól több milliárd kilométernyi távolságban hihetetlen sebességgel száguldó égitestek olyan pontosan végzik mozgásukat, hogy napról-napra, évről-évre sőt századokon keresztül ugyanabban a csillagképben maradnak, pedig pl. az Aldebaran egyik napról a másikra 4.233,600.000, egyik évről a másikra pedig 1,545.264,000.000 méterrel jut előbbre.

Azaz, hogy valami változás mégis csak történik a csillagképekben, aminthogy a természet semmiben sem merev, egyhangú, kínosan pedáns. Sőt az egységes terv fönntartásával a kivitel minden esetben új remekelés. A két színes test bizonyosan nem egyforma. Két levél egészen különbözik egymástól. A csillagképek sem kihalt, merev formák. Valami változás, ritmikus mozgás itt is történik. Ha az egyiptomi csillagászok már a mostani fotometriával tudták volna lefényképezni, a szabadszemmel nem látható csillagokat több példát tudnánk mondani arra, hogy a csillagképek miként változtak. Így csak egyes feljegyzések igazítanak el bennünket. Az alexandriai Erathosthenes (Kr. e. 280 körül) idejében pl. α Lyra volt a Lant-csillagkép legfényesebb csillaga, ma ez egy fokkal elmarad az Antares mellett. A csillagászok kiszámították, hogy a Göncölszekér 50 ezer évvel ezelőtt keresztformát mutatott s 50 ezer év múlva rúdja kiegyenesedik, kerekéi eltolódnak, szóval útban lesz egy új forma felvételére. Tehát amit legállandóbbnak vélünk, az is folyton változik. Igaz, hogy ehhez a változáshoz 50 ezer évek kellene s azért éppen úgy nem a mi számunkra készül, mint ahogy nem a mi szemünk gyönyörködtetésére van kigondolva a tengerfenék megszámlálhatatlan sok szépsége. Az az év óriási idő nekünk, akik percekre beosztott idő szerint végezzük teendőinket, azonban a világmindenségben 50.000 év elenyésző idő. Akinek örök élete van, arra az 50.000 év eltünése úgy hat

mint ránk az inga lengése s úgy megérzi benne a ritmust,
mint mi a hangok és színek játékában.

A Föld

majdnem legkisebb és ránk való jelentősége miatt mégis legfontosabb csillaga naprendszerünknek. Az emberiség lakóhelye, a megváltás színhelye. A Szentírás kicsinysége dacára is ezért tulajdonít neki központi helyet a többi égitest között. Átmérője az egyenlítőnél 12.892 km, az észak-déli sarkok irányában 12.842 km. Felülete mennyiségtanilag kifejezve 510.101×10^6 km, kereskedelmi nyelven 509,950.943 km²; köbtartalma $1,083.320 \times 10^6$ km. Elférne benne 50 Hold. Tömegének $\frac{3}{4}$ része víz, amelyet az összes folyók 15.000 év alatt vezethetnének csak le s a Duna egyedül, noha Budapestenél óránként 100 millió m³ vizet enged tova, 25 trillió év alatt sem volna kész a munkával. Súlyban kifejezve ez az óriási víztömeg 25 trillió métermázsa. A többi alkotórészek a Föld felületén megmérve 12.000 trillió métermázsat tesznek ki. *Víz és föld* együttes súlya 598.810⁶ tonna, azaz 6,000.000.000.000.000.000.000. (= 6 kvadrillió) kg.

A legmerészebb fantázia sem tudna olyan acélkapcsot elgondolni, amelyet az óriási tömeget fel lehetne akasztani, s nem volna képes olyan szerkezetet elképzelni, amellyel meg lehetne mozdítani.

— Hát Archimedes? Aki a rajta kívül kapott pontról megmozdította volna a Földet, amint mondta: «ὁὅς μοι που στῶ καὶ τῶν γᾶν κινῶ».

— S ha megkapta volna azt a kívánt pontot?

— Földünk most minden lakójával együtt a mélységből kiáltana segítségért.

No ha az Úr szaván fogta volna Archimedest és megadta

volna neki azt a támaszpontot, ahhoz a legszerényebb eredményhez, hogy a Földet helyéből csak 25 mm-nyire is kimozdítsa, a középpontjától 20.000 km távol lévő ponton először is 1317 kvadrillió km hosszú emelőrudat kellett volna lefektetnie. A rúd hosszabb felét pedig — feltéve, hogy ő maga legalább 100 kg súlyos volt, ami matematikusról nehezebben tételezhető fel — a leggyorsabb ágyúgolyó sebességével a Nap és Föld távolságának tízszeresére kellett volna lefelé nyomni; ez a mozgás 63.238 millió évet vett volna igénybe. Tehát ha rögtön hozzálátott volna, ma még csak elenyésző részét végezte volna a vállalt feladatnak.

— Csakhogy Archimedes a csigasorral tett volna kísérletet!

— Igen, de éppen olyan kevés eredménnyel. Mert hogy egy álló- és 76 mozgócsigából álló csigasorral, 1 cm-rel magasabbra emelje a Földet, ahhoz a 755.500.000.000.000 km hosszú kötelet éjjel-nappal dolgozva s percenként 30 métert húzva éppen 47.500.000.000.000, azaz több mint 47 billió évig kellene húznia.

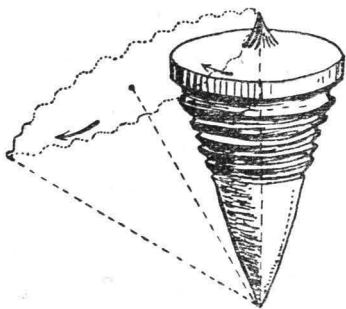
S ez az óriási tömeg a világmindenség láthatatlan finom kapcsaiba foglalva némán siet tovább és zökkenés nélkül végzi szövevényes mozgásait.

Közülk a saját tengelye körüli forgás a legismertebb. Minden fordulása egy napot vesz igénybe s oly gyors, hogy mi a felületén másodpercenként 30.000 méter utat teszünk meg. (Önmagában örületes gyorsaság, de a világmindenségben egészen stilszerű. Ha az óramutatót és az óralapot a Föld sugarához, illetve kerületéhez viszonyítjuk és a két sebességet összemérjük, a Föld forgása még egyszer olyan lassú lesz, mint a kisebb mutató járása.) Gondolkozzunk csak az önmagában szédületes sebességen. A legjobb művű fegyver 800 méter sebességgel lövi ki a golyót. A Krupp-féle hajóágyú 40-46 cm

átmérőjű és 920 kg lövegét 940 m másodpercnyi sebességgel 43 km-nyi távolságra röpti. Még ezek a legnagyobb technikai gyorsaságok is mivé törpülnek Földünk irtózatoss sebességéhez viszonyítva. Minden lélekzetvételre 30 km utat teszünk! Ha a Földön kívül állva néznők végig a vágatást, megesküdnénk rá, hogy benne az élet lehetetlen. S a valóságban annyit sem érzünk belőle, mint a hajó dongájában rágcsló szű a hajó hánykódásából. S ez a 30 km másodpercnyi sebesség nem kezdű vagy átlagos, hanem *a legpontosabb kronométer állandű, egyenletes sebessége*. De minek hasonlítsam a Föld mozgási pontosságát bármihez, mikor még a legmerészebb álmok országában sincs e pontosságot megközelítű kronométer. Hisz hónapok vagy évek múlva a legjobb órák is késnek vagy sietnek. Kerekeik kopnak, a légkör változásait megérzik s valamennyit igazítani kell. Mihez? Berlinben a hamburgi csillagvizsgálű adja a pontos időt. A pesti ember a Múzeum-körűton a bölcsészeti kar órájához igazítja napirendjét. Rómában a Capitoliumi csillagvizsgálű villanycsengűvel adja tudtul a Gianicolón lévű katonáknak azt a pillanatot, amikor a Nap a Föld mozgása következtében átlépi a delelűpontot. Nápolyban egy utca a delelűvonal. Tehát az egész világon minden óra ahhoz igazodik, amelyet az Úr jelként állított az égboltozatra. Amely a Föld forgása következtében évezredek óta mutatja a pontos időt, és évmilliók multán sem kell igazítani: a legkisebb sietés vagy késés nélkül 23 óra 56 perc és 4-09 másodperc alatt végzi egy-egy fordulátát.

A Föld második mozgása keringés a Nap körül. Középsebessége másodpercenként 29.7 km. A 945 millió km-nyi egész pálya megtételére mégis 365 nap, 6 óra, 9 perc és 10.75 másodperc kell. Harmadik mozgása a precessio. A földtengely t. i. a Nap körül végzett mozgás síkjára, az ekliptikára nem merűleges, hanem a merűlegessel 23.5°-nyi szűget zár be s a

Nap és Hold vonzása a Föld tengelyét felegyenesíteni törekszik. Emiatt a Föld tengelye a gyorsan forgó pergetyűhöz hasonlóan (67. ábra) $2.23 \cdot 5^\circ$ nyílásszöggel kúpfelületet ír le, amelynek befejezéséhez 25.800 év szükséges. A sarkcsillag a Földtengely szabályos eltolódása miatt változik. Ma a Kismedve α -ja, 12.000 év múlva a Véga α Lyrae lesz a sarkcsillag. S e mozgáshoz járul az égitestek helyzetváltozásából származó



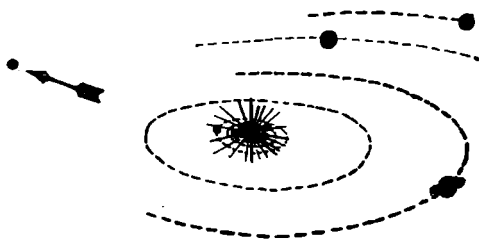
67. ábra. Földünk sarka a pergetyű csücskéhez hasonló hullámos kört ír le.

mozgás; azoknak a Földre gyakorolt változott vonzása miatt u. i. Földünk sarka a kúpfelület rajzolásnál a lassuló pergetyű tengelyéhez hasonlóan hullámos kört ír le. (67. ábra.) A pergetyű egy hulláma a pillanat ezredrésze alatt elkészül, a Föld-precessio libegései $181\frac{1}{2}$ évet vesznek igénybe. S még ezek sem egyenlők, a földtengely ki-

sebb-nagyobb kilengései miatt. A legnagyobb Kr. e. 3000 évvel történt, amikor az egyenlítő és az ekliptika által bezárt szög $27^\circ 31'$ volt. Kr. e. 15.000 évvel $21^\circ 20'$ -nyi szög alatt a legkisebb kilengés állott be. Attól kezdve nagyobbodott; Kr. e. 2000 évvel $23^\circ 53'$, Kr. e. 6600-ban $22^\circ 54'$ volt. Az óriási időperiódusok tehát mindössze 7° kilengéscsúcsért mutatnak. A nagyon tökéletesnek gondolt emberi alkotás, az Eiffel-torony csúcsa nem is a legerősebb szélben 15 cm körben forog.

S végül a Nappal, annak egész rendszerével együtt Földünk is másodpercenként 16, percenként 960, óránként 57.600, naponként 1,382.400, évenként nem kevesebb mint 503,576.000

km sebességgel rohan a világűrben (68. ábra). Bármennyire nyergeljük is meg képzeletünket, ezt a gyorsaságot felfogni nem tudjuk. Bizonytalan, hogy nyílegyenesen vagy kör-, ellipszis-, parabola-úton haladunk-e. Bizonytalan, hány millió év kell a megérkezéshez, mivel azt sem tudhatjuk, hogy hova repülünk ilyen megdöbbentő gyorsasággal. Valamikor azt mondták a tudósok, hogy a Herkules-csillag felé száguldunk. Ma azt vélik, hogy a Tejút homályos pontja vonz bennünket. S kérdés, hogy azzal a vonzó csillaggal együtt nem



68. ábra. Az ismeretlen csillag felé száguldó naprendszer.

száguldunk-e még gyorsabban egy más ismeretlen állócsillag felé, amely újból egy harmadik égitesttel való egyesülésre törekszik. Sok idő múlik el, míg az ember e kérdésekre valamennyire is kielégítő feleletet remélhet, ha egyáltalában azon problémák közé tartozik, amelyek megoldására értelmünk hivatva van.

A nagy bizonytalanságban a természettudomány csak egyetlen biztos ismeretet és szilárd talajt jelöl meg számunkra s ez Isten. «Az a gyönyörű kötelék, amely az égitesteket egymáshoz fűzi, csak egy értelmes és hatalmas lény bölcseségétől és akaratától származhatik. S ha az állócsillagok hasonló rendszerek középpontjai, akkor ugyanilyen tervben kiépítve azok is ennek az egynek uralma alatt állanak. Ez az egy kor-

mányoz mindent, nem mint a világ lelke, hanem mint a mindenség ura. S uralma miatt Úrnak, Istennek, mindenhatónak (παντοκράτωρ) nevezzük.»

Ezt mondja Newton a *Principia philosophiae naturalis mathematica* (1687) befejezésében. Tehát Isten a mi szilárd alapunk, vonzó csillagunk és kormányosunk. Hozzá ragaszkodva, jó irányban haladunk, s ezer kilométeres utakat téve is állandóan «benne élünk, mozgunk és vagyunk». (Ap. csel. 17, 28.)

Isten képe bennünk.

Egy európai tudós arab vezetőjével sivatagon haladt keresztül. Amikor a nap nyugovóra tért, az utóbbi kis szőnyegét leterítette, és mintha senki sem lett volna közelében, zavartalanul imádkozni kezdett. A tudós hol a napot nézte egykedvűen, hol az igazhívrőre tekintett szánakozva. A végén ilyen párbeszéd folyt le közöttük.

— Mit csináltál?

— Imádkoztam.

— Kihez?

— Allahhoz.

— Láttad már valaha?

— Nem.

— Kezeid illették?

— Nem.

— Ha sem nem láttad, sem kezeiddel nem illeted, mégis imárod, akkor te ütődött vagy.

Igy a nap végeztével mindketten pihenni tértek. Másnap a tudós korán kiment sátorából, majd visszatérve arabjához így szól:

— Éjjel egy eltévedt teve járt sátrunk körül.

— Láttad? — kérdi az arab.

— Nem.

— Érinttetted?

— Nem.

— Ha sem nem láttad, sem nem érinttetted, és mégis hiszed, akkor te ütődött vagy.

— Láttam a lábanyomát a homokban.

Erre már a nap teljes fényességében pompázott a látóhatáron.

— Én pedig az égen Allah kezenyomát látom, hiszem létét és imádom őt.

* * *

Az életsivatagon keresztül haladva az előbbi arab okoskodása szerint *értelmünknek* lehetetlen elzárkóznia az elől, akinek léte világít, mint az égő nap. Mivel azonban a kérdéssel összekötött nehézségek miatt bajos róla $2 \times 2 = 4$ szabású ismeretet szereznie, s méginkább mivel az értelem az *akaratot* arra kötelezi, hogy fölségének megfelelő módon, azaz törvényeit megtartva helyezkedjék el vele szemben, ami sokkal nehezebb, mintha mások ütődötteknek mondanak bennünket: Isten létének elfogadása nincs minden nehézség nélkül. Az akaratra kegyelmével közvetlenül csak Isten hat. Ami embertől telik, az az értelemmel keresztül történhetik. Amint okvetetlenkedő tudákosok gáncsot véhetnek az akarat elhatározásának, az Istenről az értelemnek közvetített világos fogalom viszont az akaratot elhatározásában segíti. Ez volt a jelen könyvnek célja és feladata. Az értelem hamar belátja, hogy hajnal, bogár, szekfű, patakmoraj és kristály mindmegannyi képe a tökéletességben magasan felettünk álló lénynek, minthogy minden csak azt juttathatja másnak, amivel maga rendelkezik. Tehát abban a felsőbb lényben kell

lennie rendnek, szépségnek, igazságnak, és minden e földön tapasztalható kiválóságnak. «*Isten minden tökéletesség dli-tása*» — mondja Areopagita Szent Dénes (Myst. theol. 2.). Értelmünk a természettudományok haladása után ma jobban mint előbb belátja, hogy a szóbanforgó tökéletességek száma szinte végtelen, s így ma még igazabb, amit a régi arabok mondtak: *Ha minden tenger tinta volna, előbb kifogyna a tengerek tartalma, minthogy az emberiség együttes munkával leírhatná Isten tökéletességeit.* Főként ma világos ez előttünk, amikor a megismerés határai a végtelenbe tolódtak. Amikor rádióink pillanatok alatt fogja Berlint és Londont. Közvetíti a repülőök bűgását, s az erdőből a tengelice énekét. Szobánkba hozza a Niagara zúgását. Asztalunkra vetítjük a legtávolabbi állócsillagok anyagát, vegyi vizsgálattal betekinthetünk a tárgyak belsejébe, s ugyanakkor a tapasztalatainknak már hozzáférhető világot a még tudnivalók óceánja mellett kis pataknak sejtjük. Értelmünk minden felszerelésünk dacára kis gyertyává zsugorodik, amellyel koromsötét éjjel valaki a Szent Péter-bazilika szépségeit kívánja megismerni. A nagy világ szépségeiből minden készségünk dacára is csak azt a keveset ismerjük, amit gyertyánk éppen bevilágított. Az egyenlőre még csak sejtett tökéletességek száma végtelen lévén, végökukat is csak valami még magasabb rendű tökéletességekkel rendelkező végtelenben sejtjük: tehát a teremtetett lényekben nekünk hozzáférhető rend, erő, szépség, célszerűség, jóság, igazság, szentség stb. nem egyéb, mint rendetlenség, erőtlenség, botorság és mocsok és rossz meg igazságtalanság és elveteműltség amellest, akinek szemei a napnál fényesebbek (Eccli 23, 28.), akinek a napfény csak árnyéka (Michelangelo), s aki még az angyalokban is talál kivetnivalót (Jób 4, 18.). Ez a lény fölül van minden földi tökéletességen, azért az összes megismert tökéletességek

csak emberies izüktől megtisztítva állíthatók róla. Azért mondja az előbb említett Szent Dénes : «Az Isten nem lényeg, nem élet, nem világosság, nem értelem, nem lélek, nem bölcsesség, nem jóság, nem istenség» (Myst. theol. 3.). Azért mondja Damaszk. Szent János, hogy sokkal találóbb Istenről valamit úgy mondani, hogy mindent tagadunk róla. Nem olyan értelemben, mintha Isten nem volna, hanem mert ő mindazt felülmúlja, ami létezik. Magát a létezést is fölülmulja. (De fide orthodox. I, 4.)

* * *

Az Istenkereső értelem munkájának ezt a mozzanatát Szent Ágoston magánbeszélgetései így adják elő.

«Nagy fáradsággal kerestelek, Uram. Bejártam a világ térségeit és útjait. Előre küldtem kutatóimat, érzékeimet. Révükön akartalak téged szemtől-szembe látni. Szemem azonban azt mondta : ha Isten nem látható, én nem tudom őt felfogni. Füleim mentegették magukat, hogy ha hangot nem ad, rajtuk keresztül nem vehetek róla tudomást. Szaglásom azt mondta, hogy ha nem illat, nem hagyatkozhatom reá. Izlésem sietve hozzátette, hogy *csak* az ízt ismerheti meg. Kezeim pedig kijelentették, hogy csak a tapintható dolgokról adhatnak ismeretet. Ezekután észrevettem, hogy amikor Istent keresem, *nem* szabad testet kutatni ; *nem* szabad a fénynél vagy a méz édességénél megállni. *Nem* szabad az érzékieknél időt veszteni. Helyesebben Istent keresve keresem a mindent homályba borító fényt, amiről a szemek nem vehetnek tudomást. Keresem a minden dallamnál szebb hangot, amelynek elemzésére és felfogására a fül képtelen. Keresem az érzékek elől kitérő illatot, s azt az ízt, amely elfeledtet minden ismert édességet, s amiről emberi érzék tudomást nem vehet.

Ezt kutatom, Istent keresve. Értem, hogy megkérdeve a földet, Isten-e, azt felelte, *nem*. A rajtalévő tárgyak mind hasonlóan beszéltek. Megkérdeztem a tengert mérhetetlen mélységeivel, a benne lévő állatokkal, s tiszteletüknek tartották azt felelni, mi *nem* vagyunk Isten. Máshol keresd őt! Megkérdeztem a levegőt szeleivel együtt, s azt mondta, *nem* vagyok Isten. Hiába fordultam naphoz, csillagokhoz. Valamennyi egyhangon tagadólag felelt.» (Ed. Parisiis 1910. cap. 31.)

* * *

Ha a legkiválóbb emberek értelme is ilyen nehezen szerez Istenről fogalmat, még kevésbé képes összes tökéletességeit megismerni, és róla világos képet alkotni az *emberiség*, éppen az ecélra Istentől rendelt tanítótékintély nélkül, amely a kinyilatkoztatás világánál s a tudósok kutatásainak eredményeképpen a következő néhány szóban foglalja össze elemeit annak a fölséges képnek, amely századok gondolkodásának és vizsgálódásainak eredménye.

«A római katolikus és apostoli egyház hiszi és vallja, hogy létezik egy élő és igaz Isten, teremtője és ura az égnek és földnek, aki mindenható, örök, mérhetetlen, fölfoghatatlan, értelmében és akaratában, valamint tökéletességeiben végtelen; egy teljesen egyszerű, egyedülvaló s természetével a világtól különböző szellemi állag, aki önmagában önmaga által a legboldogabb, kimondhatatlanul fölülmulja az összes létező és elgondolható lényeket. Ez az egy igaz Isten nem saját boldogságának megszerzése vagy gyarapítása céljából, hanem egyedül azért, hogy a nekik juttatott jók által tökéletességeit a teremtményekkel közölje, az idők kezdetén teljesen szabadakaratából alkotta az anyagi és szellemi világot, aztán az embert, aki testből és lélekből állván, mindkettőt egyesíti

magában. Továbbá valljuk, hogy Isten előrelátással és gondoskodással véd és kormányoz minden teremtményt, hatalmával elérvén végtől a végig mindenhová, és mindent kedvesen elrendez.» Így beszél a vatikáni szent zsinat Istenről (Sess. III. cap. I.), akinek arcáról a fátyolt semmiféle emberi tudomány el nem vonhatta. Akit szemtől szembe csak az örök boldogságban láthatunk és élvezhetünk, ha itt a földön a lelkünkbe rajzolódott képnek megfelelően hódolattal tiszteljük, létünk sarkpontjává, cselekedeteink indítékává tesszük.
