

utalni, kik mintegy kiszélesbiték a Thomson által szabott határokat, s a Nap hőjét két óriási égi test összeütközéséből származtatják. Ha felteszük ugyanis, hogy a Napnak jelenlegi tömege valaha mint két külön égi test létezett, s hogy ezen égi testek pályái keresztezván egymást, egymásba ütdtek: akkor mindkét test mozgási energiájának, ha nem is egészben, mégis legnagyobb részben hővé kellett átalakulnia.

Ezen igen egyszerűnek tetsző magyarázatnak azonban szintén megvan a maga nehézségei.

E hypothesis megállapításához azonnal egy más hypothesisre van szükségünk, s fel kell tennünk, hogy a két összeütdött test pályájában úgy haladt, hogy irányaik egymással épen ellentétesek voltak, azaz mindegyiknek pályairánya összeesett azon iránynal, a mely felé a másik vont. Ezen feltétellel mellett is, ha csak 50 millió évre akarjuk is a hőkisugárzást megmagyarázni, mintegy 104:6 mérföldnyi út kellett a két testnek minden másodperczen megfutnia. Vagy miután ily két test közös vonzása mintegy 41 mérföldnyi sebességet hozott volna elő, a két testnek még mindig 63:6 mérföldnyi egyéni sebességgel kellett volna egymás felé tartani.

Elteltekintve még ezen példánélküli sebességtől is, mely az észlelt tűnemények magyarázatához még mind nem elég, ezen az uton egy más akadályba

is ütközünk. Az ütközés előbbi feltételeink mellett nem lehetett más mint concentrikus. Ily összeütközés mellett képesek vagyunk ugyan megmagyarázni a Nap hőjének egy részét, de az egész bolygórendszer keletkezésének és létezésének okát nem adhatjuk. Vagy el kell tehát dobnunk ezen elméletet, vagy a naponként tapasztalt tényekkel ellenkezőleg tagadni egy olynemű bolygórendszernek létezését, minőről eszközeink és számításaink tesznek tanúbizonytságot.

S ezzel letárgyaltuk azon hypothesisek legutólsóját is, melyek a Nap hőjének kimagyarázására eddigelé felhozattak. Alkalmunk volt látni, hogy a követett úton sikerül talán a Nap által kisugárzott hő egy részéről számot adnunk, de ez a valónak csak kicsiny része.

Általában azt kell mondanunk, hogy igenis a Napban okoznak bizonyos hőemelkedést a beléje hulló meteorok, s az által, hogy a Nap consolidálódott szintén nevezetes hőmennyiségnek jutott birtokába, mégis fel kell tennünk, hogy egy más, ezeknél hatalmasabb hőforrásnak is kell léteznie, mely a kisugárzott hőt a múltnak millió és millió évére pótlani képes volt.

Ez a csillagászatnak egy eddig megoldatlanul hagyott problémája, mely az eddig tárgyaltakon kívül más új fogalmak behozását tételezi fel.

DR. HORVÁTH PÁL.

XII. A HARMAT TÖRTÉNETE ÉS SZEREPE.

Dufay, a régi Academie des sciences egyik legtudósabb tagja, ki a villamoság terén fontos megfigyeléseket tett, azt mondta, hogy nincs közönségesebb, nincs gyakrabban előforduló és ismeretebb valami mint a harmat, s hogy mindamellett semmivel sem vagyunk kevésbé tisztában, semmit sem értünk, magyaráztunk meg kevésbé mint épen a harmatot. Nem a szerénység beszélt

belőle mikor ezt bevallotta, sőt inkább a meggyőződés, hogy ő fedezte fel az egész dolog nyitját. — Pedig nem fedezte fel, mert csak annyit tett, hogy egy hibás nézet helyébe, mely szerint a harmat az égből *hull alá*, a mi nem igaz, egy másikat állított, mely szerint a harmat a földből *száll fel*, a mi szintén nem áll. A XVIII. század valamennyi physikusának nézete a harmat

eredetéről e két magyarázat között oszlott meg, mert hisz számukra ezek foglalták magukban az egészet, ki sem is zökkentek ebből a kerékvágásból s gyűjtöttek rakásra tapasztalatokat, melyek persze, hogy hol az egyik hol a másik magyarázatot támogatták. Erre a jó öreg *Musschenbroek*, e kornak egyik lumenje kapta magát, összefoglalta a nézeteket s csinált belőlük háromféle harmatot: az egyik az égből hullott alá, a másik a földből szállt fel, s a harmadik — no ezt a növények izzadták ki: „A növények harmatja voltaképen mintegy verezte a növényeknek, következésképpen hozzájuk tartozó nedvesség, melyet edényeiken át kiizzadnak. Innét vagy onnantól, hogy e harmatnak cseppjei a kiürítő edények mennyisége és helyzete, szerkezete és átmérője szerint egymástól mind nagyságra mind mennyiségre elütnek, s hogy különböző helyeket foglalnak el.“

De a vita e koncessió daczára mégis csak folyt; biz az folyhatott volna akár meddig, mert hiszen az akkori tudósok nem ismerték a physikának azokat az elveit, melyekből a kérdés megoldása előkerülhetett volna. A gőzök létezését alig hogy gyanították; nem ismerték sem a meleg testek hőcserélésének föltételeit, sem a talaj éjjeli hősugárzá-

sát, sem magának a hőnek természetét; a chemiából sem tudtak semmit, s valóban csak sajnálkozással nézhetjük e komoly tudósokat kik valami derék philosophusoknak tartották magukat, mikor nagy komolysággal így beszéltek: „A harmat az állatokra és növényekre nézve néha ártalmas is lehet, a szerint t. i. a mint gömbölyű, vagy éles, vagy hegyes részekből, édes vagy fanyar, sós vagy savanyú, szeszes vagy olajos, étető vagy földes részecskékből áll. Innét vagon, hogy az orvosok a harmatot okolják külön-különb betegségekért, milyenek a forró hideglelés, a vérfolyás s több efféle betegségek. De még azt is tapasztalták, hogy az olyan emberek, kik gyakorta járnak élő fák alatt hol sok a harmat, rühesek lesznek.“ (*Musschenbroek*, *Essais de physique* p. 740.)

Nem azért idéztem e helyeket, mintha kedvem telnék régi mestereink nevetségessé tételében, hanem hogy megmutassam, hogy *Aristoteles* óta nem tanultak semmit, s hogy mi sem tanulhatunk tőlük, s hogy épen nem vesztünk, ha régi könyveiket szépen becsapjuk, s a harmat történetét csak ott kezdjük, mikor a nevetségés mesékből kivetkőzött s tudományos kísérleteken kezdődött alapulni.

I.

Charles Le Roi orvos és a montpellier-i *Ludoviceum* tanára volt, tagja egyúttal a francia tudományos akadémiának és a londoni királyi társulatnak is. Irt sok, ma már teljesen feledésbe bukott orvosi munkát, s közebe-közbe maradt egy kevés ideje meteorológiai megfigyelésekre is, már mint olyan tudományra, mely könnyű is, matematikai készütséget sem kíván, s mely a kíváncsi szellemeknek jobb híjjában kielégítő táplálékot nyújtott. Nagyszerencsés véletlenből e szakban egy főfontosságú felfedezésre bukkant, melyet előtte senki sem sejtett s melyet azóta minden igazol. Azt kell hinnünk, hogy ideje előtt jövőn, kor-

társai nem igen értették meg, legalább beszélni igen keveset beszéltek róla; igen hamar, még pedig teljesen el is feledhették, mert más tudósok újra rábukantak, s mint valami egészen újat ismertették; gyümölcsseit ők szedték, a nélkül, hogy csak szó is lett volna *Le Roi*-ról. Csak igazságot szolgáltatók neki — habár elkésve — midőn nevét oda teszem az élére azon tudósok neveinek, kiknek a harmat magyarázatát köszönjük.* Elég lesz erre nézve, ha kivonatát adom azon emlékiratnak, me-

* *Gehler* „*Physikalisches Wörterbuch*“-ja már 1838-ban teljes méltánnyalattal szól *Le Roi* érdemeiről.
SZERK.

lyet ő 1751-ben az Academie des sciences gyűjteményeiben közzétett.

Ha a szabad levegőre valamely edényben vizet teszünk, nemsokára el fog tűnni. Ez oly valami egyszerű tűnemény, amin mainap senki fel nem akad. Tudjuk, hogy a víz valóságos gázalakú párává lesz, s hogy ez olyan átlátszó lévén, mint a levegő, avval úgy keveredik, hogy benne meg nem látszik. De a XVIII. században ezt még nem tudták; nekik az is elég volt ha azt mondhatták: a levegő a vizet megissza, vagy, a levegő a vizet felszívja, azután láthatatlanná lesz, s ott függ a levegőben. Le Roi kezdte el magyaráztatni a víznek ezen eltűnését és a légben való maradását, még pedig azt mondván, hogy a víz akként terjed szét a levegőben, mint a cukor elolvad a vízben, s ritka élelisméjűséggel a két tűnemény közti hasonlóságot is megjelölte. A cukor, úgymond, eltűnik a vízben a nélkül, hogy annak átlátszóságát megzavarná, nehezebb a víznél, mégis eloszlik benne s nem süllyed le. De a víz csak egy bizonyos és határozott arányt bír a cukorból magába venni, többet annál nem, az megtelíti; ha azonban a hőfok emelkedik, ez az arány is nagyobbodik, úgy, hogy a meleg víz több cukrot bír feloldani, mint a hideg. Már most mindezen tulajdonságok és feltételek a levegőre kitett víznél is jelentkeznek. El is tűnik benne, mégsem zavarja meg átlátszóságát; lebeg is benne, s habár nehezebb a levegőnél, mégsem süllyed alá; de leginkább feltűnő az, hogy a levegő is csak határolt arányban veszi fel a vizet. Mikor a kellő mennyiség benne van, akkor többet nem tud felvenni: telítve vagyon. Ha hevítjük a levegőt, a telítés határa emelkedik, s akkor többet is bír a folyadékból feloldani, s azt azután nagyobb arányban magában megtartani.

A levegő telítésére vonatkozó ezen eszme, melyet Le Roi nyilvánított először, s melyet ő az analógia nyomán oly világosan bebizonyított, elsőrendű physikai törvényt foglalt magában. Valamennyi

későbbi kísérlet szigorúan igaznak találta, s csak a tűnemények megnevezésén kellett változtatni. Mert avval, hogy valami szétbomlásnak mondotta, Le Roi, csak definiált egy tényt, s a hasonlat által csak jelenítette, de nem tett vele egyebet, mint hogy a megértést megkönnyítette s a megjelölést meg egyszerűsítette. Az ismeretek akkori állapotában nem volt senki, a ki az igazi magyarázatot megadhatta volna, de még olyan se volt, ki, ha mindjárt el is magyarázták volna neki, csak meg is értette volna. A gőzök természete teljesen ismeretlen volt még, a ki azt felfedezni hivatva volt: Dalton még nem élt, s itt e helyütt ki kell mondanom, hogy Daltonnak is, miután felfedezését megtette, csak a szétbomlás szónak magyarázatát kellett hozzácsatolnia, mely magyarázat pedig abban állt, hogy megmondta: a víz előbb gőzzé lesz, azután levegővel keveredik, a levegő nem tud bizonyos meghatározott maximumnál többet felvenni; ha e maximumot elérte akkor telítve van.

Bármilyen lett legyen is a magyarázat, Le Roi-t nem akasztotta meg a következtetésekben. Ime az első: mivelhogy magasabb hőfoknál a feloldott anyag mennyisége nagyobb, alacsonyabb hőfoknál szükségképen kisebbnek kell lennie; tehát ha a vízben, mikor meleg volt, sok cukor oldódott fel, ha meghűl nem bírja az egészet megtartani; egy részének ki kell válni s az azután szilárd lesz; ezt az egész világ tudja. Már most az analógia azt kívánja, hogy a vizet tartalmazó levegőnél ép így álljon a dolog: ha hűtjük, előbb oly fokra kell süllyednie, hol a benne levőnél több szétbomlott vízrészt már nem bír magában megtartani, e ponton telített lesz, ez a *telítési fok*; ha a hőmérsékletet azután lejjebb-lejjebb szállítjuk, a levegő a benne levő víznek egész mennyiségét nem bírja feloldott állapotban megtartani: egy része folyós lesz. Ezt a következtetést vonta Le Roi az összehasonlításból; magától

értetődik, hogy teljes gondot fordított a bebizonyítására is.

Először is fogott egy egészen új, fehér üvegpalczkot, mely meleg és nedves napon magától telt meg levegővel. Hogy lehűtse, fogta, belemártotta felényire jeges vízbe. Nehány pillanat múlva kihúzta, s ime, a *belseje* a fenéktől egész azon kerületig meddig be volt mártva, kis vízcseppekkel volt behintve. Ez a kísérlet bebizonyította, hogy a levegő, miután lehült, aláhanyatlott a telítési fokon, s nem tudta magában megtartani mind azt a vizet, mely benne valamely magasabb hőfoknál szétbomlott, hanem a fölösleget szabadon bocsátotta, és az csapadék alakjában lerakódott a hideg üvegre. Erre azután megváltoztatta a kísérletet. A helyett hogy bemártotta volna a palczkot hideg vízbe, megtöltötte vízzel melynek hőmérsékletét lassan-lassan akként szállította le, hogy abba kis jégdarabkákat bocsátott; ily módon lehűtötte lassanként a palczk külső falával érintkező levegőt. Mihelyt ez a telítés fokánál csak egy keveset alább süllyedt, az üvegen *kívül* csapadék támadt, s Le Roi belátta, hogy e foknak más-más napon és más-más helyen igen különbözőnek kell lennie. Ha a fok magas, annak az a jele, hogy a levegő sok vizet tartalmaz; ha pedig alacsony, abból az következik, hogy a levegőben kevés víz van: e fok szorosán összefügg tehát a levegőben levő nedvességek mennyiségével, tehát ennek mértékeül is szolgálhat, s a készülék, mely azt meghatározza, a *hygrométer*, a megsűrűdés hygrométere. Le Roi hygrométere. Azóta alakja megváltozott ugyan, használatra kényelmesebbé vált, de theóriája nem változott. Regnault megadta neki a kezdetben hiányzott érzékenységet, s ma is csak azt mondhatjuk, hogy ez az egyetlen biztos hygrométer. Húsz évvel azután, hogy fel volt találva. Saussure nek az a szerencsétlen ötlete akadt, hogy a levegőnek nedvességi állapotát úgy is lehetne kiszámítani, ha megmérnök, hogy egy kifeszített haj-

szálat mennyivel hosszabbít meg a nedvesség. Kapta magát leírta nagyzajosan a készülékét, s nagy hitele lévén, noha a készülék semmit sem ért, mégis mindenütt elfogadták. Csak nagyon is későn vették észre, hogy ha már kitelik a készüléktől, hogy egyes esetekben vizszás adatokat mutat, hisz akkor ha pontos eredményt keresünk, épen semmit sem lehet benne bízni. Javítottak rajta vagy száz esztendeig, de hiába, vissza kellett térni Le Roi hygrométeréhez, melytől jobb lett volna soha el nem pártolni. Csak téved és csalódik mégis az ember mindenben a mit tesz: csak kijavított tévedések nyomán jut el az igazihoz.

Hagyjuk most ezt a kitérést, s forduljunk vissza magához a tüneményhez. A hygrométerre csapódó lerakódás kezdetben olyan finom homályosodás, mint a minő a lehelettel az üvegtáblán támadt; később cseppecskékre oszlik, melyek előbb csak igen piczikék, de később nagyobbodnak, s egymással egyesülnek: *mesterségesen csinált, de valóságos harmat*. Ez különben olyan valami tünemény, melyre lépten-nyomon ráakadunk: ott az ablaktáblán, mikor künn hideg van; a boros palczkon, mikor a pinczéből hozzák; a hűtő edényen, mikor az asztalra teszik, egy szóval mindazon tárgyakon, melyek valami véletlen okból eléggé lehültek. Maga a természetes harmat is evvel összeegyező jelenségeket mutat: hasonló cseppekből áll, s csak a csendes őszi vagy tavaszi éjjeleken lehült tárgyakra rakódik: nem is egyéb a harmat mint az általános törvényeknek egy különös esete s az éjjeli lehülésnek szükségképi következménye.

Mégis közvetetlen bizonyítékokat is kellett felmutatni s Le Roi nem is maradt el velök. 1751. szeptember 27-kén, a napnyugvás pillanatában, mikor a levegő hőmérséke 17° volt, megmérte a levegő telítési pontját, s azt $13\frac{1}{2}$ foknak találta; ez annyit mondott, hogy a hygrométeren a megsűrűdésnek ezen hőfoknál kellett kezdődnie. Erre azután

dolgozó szobájának terraszára kitett egy hőmérőt, melléje meg egy fehér üvegpalaczkot. Az éjjeli hidegnek kitett két tárgy hőmérséklete lesüllyedt később $12\frac{1}{2}$ fokra; mivel ez a fok alacsonyabb volt mint a telítési fok, csapadéknak kellett képződnie; s valóban a hőmérőn is a palaczkon is bőséges harmatot lehetett látni. Sokszor ismételte e kísérletet, eredménye mindig ugyanaz volt. Mihelyt a hőfok a telítési foknál kisebb volt, a harmat elkerülhetetlenül mutatkozott, soha nem képződött ha nagyobb volt nálánál. Tehát a harmat *se le nem hull az égből, se föl nem száll a földből; benn lappang a levegőben, s a hideg hozza le cseppek alakjában a talajra, a növényekre, a könnyű testekre*; gyorsabban ha az idő nedves, lassabban, ha az idő, a vidék száraz; mindig ha az új derült tehát hideg, soha mikor az idő borús tehát meleg. Megjegyzendő, hogy a városokban majdnem soha sincs harmat, s e körülmény igen boszantotta a meteorológusokat, de Le Roi-én nem zavarta. 1752 szeptember 21-ének éjjelén kettős kísérletet tett: felállított a szabadban két hőmérőt, egyet Montpellier város közepén, a másikat a szomszéd földéken; következő reggelen meggyőződött, hogy a városban sem harmat, sem érezhető lehülés nem volt, míg künn a szabad mezőn, a hőmérsék a telítési fok alá süllyedvén, bőséges harmat volt. Ebből azt látjuk,

hogy a harmat azért kerüli a városokat, mert az éjjeli hűsesség nem hatol beléjük.

Ha kétségbevonhatatlan tény is, hogy Le Roi volt az első ki a párák megsűrűsödésének észszerű magyarázatát adta, s hogy ő benne támadt föl először a harmat lényegének helyes fogalma, mégis be kell vallani, hogy mindent mégsem ő fedezett fel, s hogy bizony elég nagyokat is botlott. Látni lehet, hogy megzavarodik mikor részletezésbe bocsátkozik, s midőn számot írarkodik adni a harmatról, melyet leggyakrabban nedves helyen a növényeken látni. Eme zavar, eme tévedések egy látszólag igen csekély körülménynek rovandók fel, mely az ő figyelmét kikerülte. Hőmérőit ő a fű fölé helyezte el, a helyett, hogy *belé* állította volna, úgy hogy a telítési foknál magasabb hőmérsékletet talált, noha volt harmat. Ekkor azt hitte, hogy minden áron potló magyarázatokat kell keresnie, pedig azok helytelenek voltak. Ha véletlen szerencséből hőmérőjét magára a talajra, vagy a fű közé állítja, alacsonyabb hőfokot talált volna s elmélete nem hogy megdőlt, sőt új megerősítést kapott volna. De így ez utódaira maradt. Ez azt tanusítja, hogy az ember igen közel lehet valamely igazsághoz, a nélkül hogy azt látná, s hogy akár hozzá is érhet már a felfedezéshez, anélkül, hogy tudná, s a nélkül, hogy azt megtenné.

II.

Ha valaki azt találta volna mondani Le Roinak: Uram, ön a harmatot a lehülésből magyarázza, de mondja csak, honnan van ez a lehülés? . . . azt hiszem, hogy mosolygott volna, ép úgy mosolygott volna, mint mikor valaki tőlünk olyant kérdez, a mit meghallgatni sem érdemes. Neki valami nagyon egyszerűnek látszott az egész: ha a Nap leszáll, hát a hőmérsék csökken: ha a kemenczében a tűz kialszik, a meleg is elszállong. Eszébe sem jutott ama kérdést fölvetni, vagy hogy az csak a

feleletet is megérdemelné. Pedig ez nagy problémákat takaró tárgy volt, mely megérte, hogy előzőink, de még mi is, az eddigi határtalan sok tanulmányozást rászánjuk. Hosszúra nyúlna az egész elbeszélni; belevezetne a legújabb felfedezések egyes részleteibe. Legelőbb is egy igen különös tényre bukkanunk benne. Ha valamely borús éjszakán, a talaj fölött különböző helyeken, különböző magasságokban hőmérőket aggatunk fel, azt fogjuk találni, hogy közel egyenlő fokot mutatnak, va-

lamivel nagyobbat a föld közelében, valamivel kisebbet a levegőben. Másképp van ez, ha az éj derült és tiszta. A talaj fölszine és a növények belseje sokkal kisebb hőfokot vallanak, mint a néhány lábnyira fölöttük elterülő levegő. E tényt úgy látszik 1784-ben Glasgowban Patrik Wilson fedezte fel, s néhány évvel később Edinburgban Six erősítette meg. Ez utóbbinak megfigyeléseit egy utánna maradt irat tette közzé, melyből kitűnt az is, hogy valamely rétnék fűve 10 fokkal is lehet alacsonyabb hőmérsékű mint a fölötte levő levegő.

Ezen időben élt Londonban egy Ch. Williams Wells nevű orvos; orvosnak se jó se rossz nem volt, kevesen is ismerték annak; egészsége igen meg lévén roncsolva, a betegség sanyarúságait physikai tanulmányokkal altatta el. Ugyanazon időben támadt neki is az a gondolata, hogy megméri a fű hőmérsékletét. Surreyben, egyik barátjának kertjében megtette kísérleteit, s mint az említett vizsgálók, derült őszi éjszakákon ő is 4—5 fokkal alacsonyabbnak találta a fű hőmérsékét a levegő hőmérsékénél. Nem lévén tudomása Wilsonnak és Sixnek előtte történt kísérleteiről, közzétette a magáéit. Ekkor aztán esetleg megtudta, hogy már megelőzték. Ez intésül szolgált neki, hallgatott és várt. Elég furcsa, de úgy látszik, hogy hármuk közül egyik se tudott Le Roi észleletei felől; legalább nem említik. Beismerik, hogy a fű hidegsége együttjár a harmattal, hogy ezek mindig egymáshoz kötött és elválaszthatatlan jelenségek, s még abban is meg egyeznek, hogy minden helyes ok és meggondolás nélkül, a hideget a harmat következményének mondják; de még nem is kutatják, hogy ennek nem az ellenkezője áll-e, hogy nem a hideg okozza-e a harmatot?

Wells várt egészen 1813-ig, a nélkül, hogy abban hagyta volna tanulmányát, s a nélkül, hogy a tárgyat szem elől tévesztette volna. Egyszerre csak megváltoztatta nézetét. „Nagyobb gond-

dal figyelvén meg a dolgot, kételkedni kezdettem, hogy Wilsonnal és Sixxel egyetemben mind a hárman nem tévedtünk-e, mikor a harmattal járó hideget a folyadék képződése következményének tartottuk. E végből újra hozzáfogtam a kísérletekhez.“ Mi lehetett az oka e fordulatnak? Talán a szerző önálló gondolkozásának eredménye? Nem lehet-e, hogy Le Roi munkáinak elolvasása? Wells ismerte Le Roi-t, mert tagja volt ő is a Royal Societynek; ismerte a víznek a légkörben való lebegéséről szóló értekezését is, mert hisz idézi azt a folyóiratot, melyben az megjelent, és az évfolyamot, melyben közzététetett. Nehéz feltennünk, hogy ne olvasta volna el mikor említi, s ha elolvasta, hogyan magyarázzuk, hogy magáévá fogadta az ott lelt eredményeket, a nélkül hogy megmondaná honnan vette? Nem akarom tovább feszegetni e vallatást; de az világos, hogy az angol physikusnak hallgatása nem bizonyít Le Roi-nak elsőbbsége ellen; legföllebb azt tanúsítja, hogy Dr. Wells vagy nem tudta, vagy hogy érdekében volt arról nem beszélni.

Ezt megemlítvén, Wellsnek kísérleteiről akarok most szólni, úgy a mint ő azokat egy híressé vált és maradt kis munkában, ezen anyagnak eddig leg-tökéletesebb és leglogikusabb tárgyalásában tette. A nélkül, hogy a lehetséges magyarázatokkal foglalkoznék, Wells elkezdí, úgyszólván meg nem oszlott figyelemmel elősorolgatni mind azon körülményeket, melyek a harmatnak képződését segítik vagy akadályozzák. Ez tudományos módszer, mert azonkívül, hogy e föltételek a magyarázat nyomára vezetnek mielőtt megismernek, mindannyian megerősítő következményekké válnak, mikor a magyarázatot már ismerjük Wells akkor felismerte, mit Aristoteles óta tudtak már, hogy a harmat a csillagokkal együtt jár, mikor t. i. az ég derült; s hogy a gyenge szél kedvező neki, az erős pedig akadályozza; hogy csak ritkán látni nyáron, mikor az éjjelek rövidek és

melegek, gyakran tavaszkor és őszkor mikor hosszúk és hidegek; végre hogy soha nem jelentkezik borús időben, se a födelek, csűrők, és sűrű lombozatú fák alatt.

Hogy megfigyeléseinek nagyobb pontosságot adjon, s hogy a különböző körülmények között képződött harmatnak mennyiségét összehasonlíthassa, csinált gyapjúból széles, vastag és nem igen tömör pamatokat, valamennyit egyenlő sulyúnak és egyenlő alakúnak; napnyugta után különböző helyeken elrakta, s másnap reggel a súlynak gyarapodásából megmérte a harmat mennyiségét. A kert közepére állított egy asztalt, a fűre kiterített egy ív papírt, egyikök alatt se volt harmat, annál több volt fölöttök. Minden oly elrendezés, mely az égnek látható részét nagyobbitotta, kedvezett a harmatnak, minden a mi ezen területet kisebbítette, akadályozta a képződését. Végre összefoglalta Wells mindezen kísérleteket egyetlen tételbe t. i., hogy a valamely ponton összegyülemlett harmatnak mennyisége egyenes arányban áll az illető pontról látható szabad égnek területével. E törvény magában foglal mindent; az elméletnek meg kell azt magyaráznia.

Elér ezután a hőmérséklet változásaihoz, melyeket előtte Wilson és Six födöztek fel. Ennek bebizonyítására elég volt neki, hogy egy hőmérőt a földre, a fűbe tett, vagy a gyapjúpamatba, mely a harmatnak gyűjtőjeül szolgál, egy másikat pedig néhány deciméterrel az első fölé a szabad levegőbe függesztett: a fűben levőnek hőfoka mindig alacsonyabb volt; ha a harmat bőséges volt, a hőmérő igen lehűlt; ha kevesebb volt a harmat vagy ha semmi nem volt, akkor kisebb mértékben vagy éppen nem hűlt le. Bátran lehetett tehát, a mi ugyis tudva volt, a két tünemény összehasonlítását állítani, s hozzátenni azt, a mi még fontosabb, hogy a lehülés arányos a látható ég területével.

Wells ezután azt a kérdést kutatta, hogy az együttjáró tünemények közül melyik előzi meg és határozza meg a

másikat, mely kérdés minket éppen nem érdekel, annyival inkább nem, mert Le Roi már hatvan évvel azelőtt megfelelt rája, de az annyival inkább érdekelte Wellst, s miután sokáig habozott a megoldásra nézve, kísérleti úton döntötte el a kérdést. 1813 augusztus 13-ának éjjelén kihordozóskodott barátjának Surreyben levő kertjébe; az idő a meteorologiai vizsgálatra kitünően kedvező volt, noha az égboltozat nem volt egészen felhőtelen. Négy lábára állított vízszintes asztalféle deszkára ráhelyezte a gyapjúpamatok egyikét, melléje egy kis zacskóba hatyúpelyhet, mind a kettőjök középebe egy-egy hőmérőt. Hat óra huszonöt perczkor a Nap elhagyta az említett vizsgáló-helyet; ugyanazon perczben a hőmérők kezdtek süllyedni, s husz percz mulva az egyik 3°85'-kal, a másik 3°30'-kal volt a levegő hőmérséklete alatt, de súlya sem a gyapjúnak, sem a hatyúpehelynek nem nagyobbodott. Folytatta az észlelést a Nap lenyugvása után is, s feljegyezte óráról-órára a talált eredményt. A hidegülés folyton folyt és nagyobbodott, de a harmat csak az éjszakának végévei kezdett lerakódni. A lehülés már jóval megelőzte volt; tehát ez nem a harmatnak *következménye* volt, hanem annak *okozója*. „Kísérleteim tehát“, teszi hozzá Wells, „tulajdonképen be voltak fejezve; mi pedig azt mondhatjuk, hogy Le Roi észleletei után fölöslegesek is voltak.

Részletesen akarnám taglalni ezt az éjjeli lehülést, melynek fontosságát és általánosságát nem eléggé emeli ki. Nem csupán a fűben hűl le a levegő, lehül az minden földi tárgyon, mely vele érintkezik, le a talaj egész területén akár borítja tenyészet, akár nem; s ez a lehülés kezdődik a Nap lenyugvásával s folytatódik s öregbedik egész a Nap felkeltéig. Ezen utolsó pillanatban, a levegőben lépcsőzetesen felaggott hőmérők 20 méternyi magasságtól egészen 15—20 centiméternyiig a talajtól, lassanként kisebbedő fokot mutatnak; de az utóbbin alul hirtelen egy

egyenletesen és jelentékenyen hideg réteg következik, mely minden évszakban hideg, ha az égboltozat tiszta, különösen télen a földön, melyet meg is fagyaszt, leginkább pedig a havon, mert ez a hőt nem vezetvén, az alulról jövő meleget megállítja, a mi azután azonnal téves nézetre vezetett, hogy megtart valamit, a magasabb légrétegek hidegéből, a honnan jött. A föld egész felszíne be van takarva, mintegy bevonva a hideggel, mintegy beburkolva nehézzé vált vékony levegő-kéreggel, mely lecsúszik a lejtősségek oldalain, szétterül a fenekeken, behatol a füvek hézagjaiba, betakarja a fák leveleit és ágait, be a háztetőket és csűröket; mely azonban kerüli még a legkönnyebb födeleket és takarókat is, a minőkkel tavaszkor a növényeket beborítják. Ebben a rétegben rakódik le a harmat, s ebben fagy is meg néha; ezen megelőző lehülés után szokott a föld dérrrel behinódni, még akkor is, ha a légkör nagy tömege a fagyponthoz fölötte fokon marad is. Ha azonban a fűvet vagy a talajt bármily nagy területen valamivel letakarjuk, ez annyi mintha ruhába öltöztettük volna a földet; azonnal fel fogja melegíteni az alatta levő levegőt, mintha valami élő állat volna, s a hideg kéreg a takaró külsején rakódik le. Ez a takaró lehet egy darab vászon, a mit a fűre dobtunk, lehet négy lábon álló asztal is; lábai lehetnek hosszúak, lehetnek rövidek; lehet az akármily magas, sőt lehet földelével helyettesítve. Bármily magasan lehetne a fátyol, akár a légkör határáig emelhetnők, az visszatartaná a talaj melegét. Egy éjjel a véletlen vitte rá erre doktor Wellst. Egymástól különvált felhők haladtak el egymás után feje fölött, fölvaltva be- és kitakarván a csillagos eget: valahányszor egy felhő elvonuló félben volt, a fűnek hőmérséke emelkedett; a mint elhaladt volt, ismét süllyedt: azért hogy a ruha bő, mégis tart meleget. Könnyű belátni a szél befolyását is, mert, ha elég erős, elzavarja a hideg réteget s összekeveri a felső rétegekkel. Nem azt kell tehát mondani,

hogy a szél elpárologtatja a harmatot, hanem inkább hogy akadályozza annak képződését, a mennyiben az okot megrontja.

Tekintetbe véve most, hogy a hideg és annak következménye, a harmat, derült éjszakákon támad s hogy azonnal eltűnik amint az idő beborul, s hogy nagyobbodik amint az égnek látható területe nagyobbodik, azt kell következtetnünk, hogy az ok magában az égboltozatban van, vagyis abban a határtalan űrben, mely fejük fölött terül el; hogy az csakugyan ott van, azt Wells találta meg, s ez az ő munkájának valósággal eredeti része.

A végtelen nagy űr egyik pontján elhagyott Földnek magában véve igen kevés a saját melege; szomszédjai csak a Hold és Nap. Ez utóbbinak tömege óriási nagy, hőmérséke rendkívüli és hozzánk bocsátott melege akkora, hogy kifejezésére hasonlattal kell élnem. Pouillet megmérte és kiszámította, hogy ha a Földgömb 32 méter vastag jéggréteggel * körül volna véve, a Nap azt egy év alatt elolvasztaná. Csakhogy ez a meleg épen nem marad meg; a Föld csak kis részt tart meg ebből, csak annyit a mennyi a növények életéhez szükséges, a többit mind elveszti megint. Minden tárgy mely rajta van, ásványok és élő lények, talaj és víz, egy szóval a Földnek egész felszíne éjjel kisugározza a nappal összegyűjtött meleget; visszaküldi honnan jött, az ég felé, a nagy mindenség minden irányába.

Jól megjegyzendő, hogy átjárja a levegőt anélkül, hogy ez az elszabadulását akár akadályozná, akár elősegítené. A levegő közönbös marad. Áthúzódik a légkör részecskéin a nélkül, hogy őket felmelegítené, a nélkül, hogy velök érintkeznék, vagy valamit adna nekik. Melloni erre vonatkozólag azt mondta, hogy a levegő átbocsátó tulajdonságú, vagyis, hogy úgy mondjuk, a melegre nézve átlátszó. Hogy e tulajdonság teljesen vagy csak közelítőleg

* V. ö. a 116-ik füzet 141. lapjával.
SZERK.

van-e meg benne, azt mindjárt fogjuk kutani; az bizonyos, hogy a talajból jött sugarak nagyobb része keresztül jár rajta. Mikor a légkörből egyszer kijutott, a meleg folytatja útját, a nélkül hogy valamibe akadna, a nélkül hogy valami gátolná, hogy a végtelen mindenségben visszavonhatatlanul elveszzen. Semmi nem pótolja, mert az úrnek nincs hőmérséke, nem is bírja visszahadni. Benne vannak ugyan az elszórt csillagok, melyek bár valóságos Napok, de oly távolságban vannak tőlünk, hogy alig láthatjuk őket s hogy befolyásukat nem érezzük.

A fontos tünemény, melyet leírni akarok, az *éjjeli hőszugárzás*. Ime a közvetlen eredménye; mivelhogy a földön levő tárgyak melegüket elbocsátják, a nélkül hogy helyébe mást kapnának, lehűlnek; de mivel a levegő ezen hőszugárzásnál részrehajlatlan tanúként szerepel, csak ő maga nem hűl le; a testek tehát hidegebbek lesznek mint ő, s a harmat lerakódik. E mellett világos, hogy a födek és felhők alatt a kisugárzás megszűnik, s hogy tiszta időben mikor az égboltozatnak nagy részét láthatni, lehető legnagyobb lesz. Felismerjük itt mindazon feltételeket, melyek elősegítik vagy megakadályozzák a harmat képződését; mindannyia igaznak bizonyul s megerősíti az elméletet. Egyéb dolgokat is ép oly pontossággal bebizonyít ez az elmélet; elmondunk közülök egyet. Ez az éjjeli lehülés nem lehet minden anyagnál ugyanaz: függ kibocsátó képességöktől. Leslie megtöltött forró vízzel egy kocka-alakú edényt, melynek egyik oldala fényesre volt csiszolva, míg a másik korommal volt bevonva; azt észlelte, hogy az első csak 8—10 hőszugarat bocsát ki, a mi alatt az utóbbi százat is; ilyenkor azt mondjuk, hogy a fémnek *kisugárzó képessége* kicsiny, míg a koromé igen nagy. Ebből az következik, hogy valamely fém, mivelhogy kevesebb meleget bocsát ki, kevésbé gyorsan hűl is meg; más részről meg mivel jó hővezető, felveszi a környező talajból a meleget, s

Térmészettudományi Közlöny. XI. kötet. 1879.

az egész éj alatt melegebb marad mint a többi szomszéd-tárgyak; a fém százat marad, míg környékét harmat borítja. Különös sérthetetlenségi tulajdonsága ez a fémek anyagoknak; régen vették ezt már észre, de Wells előtt nem akadt észszerű magyarázata.

Melloni mégis tett ellenvetést az éjjeli kisugárzás ezen elmélete ellen, s a mely látszólag alapos is. Ha tudniillik valamely egészen szabad helyre a talaj fölé hőmérőt teszünk, az minden oldal felé kisugározza meleget; míg ha le, valamely rét füve közé tesszük, a hőmérő meg lesz óva. Az első esetben hidegebbnek kellene lennie mint az utóbbiban, s mégis ennek ellenkezője történik. Miután Melloni ellenvetését kimondotta, csakhamar ő maga meg is czáfolta. Igaz ugyan, hogy az előbb említett hőmérő több meleget sugároz ki, de az őt beburkoló levegő fel is melegíti, s a levegő csak azután hűl le; ez a levegő nehezebb lesz, lesüllyed, de azonnal új meleg réteg foglalja el a helyét, mely ugyanazon változáson megy keresztül, s mely épen úgy süllyed le; így légáramlás képződik, mely a talajon egy nehezebb levegőtömeget halmoz össze; a lehidegebb legalulra süllyed, elterül a fűben és a földön, a hol azután mozdulatlanul marad: ez az a hideg kéreg.

A harmat kérdése most már a legcsekélyebb részletekig meg van fejteve.* Foglaljuk össze. Az éjjeli hőszugárzás lehűti a földi tárgyakat; nagyra fokozódik, ha az éjszaka tiszta, derült; kisebb ha az égboltozat borús; nagyobbodik, ha az égboltozat látható része nagyobb, s megszűnik ha valami takaró van fölötte; mihelyt a hőmérséklet a telítési foknál alább süllyed, azonnal képződik a harmat, s ilyenkor a Föld nem egyéb, mint egy óriási Le Roi-féle hygrométer.

A Holdról még nem szóltunk. Van-e neki valami szerepe ezekben az éjjeli jelenségekben? De mikor olyan fénye-

* V. ö. Tyndall: A hő mint mozgás. 436. l.

sen csillog, hogy is lehetne tőle a befolyást megtagadni? Az általános balvélemény nagyon is sokat tulajdonít neki, s részben őt vádolják a harmat hidegével és a tavaszi fagyokkal. De a közvélemény csalódik; nem szabad belefáradni ennek ismétlésébe és megczáfolásába. Ép úgy mint a Föld, a Hold is kap évenként akkora melegmennyiséget, mely a felszínén 32 méter jeget elolvaszthatna. Ép úgy mint a Föld, úgy ő is felmelegszik nappal és lehül éjjel, s mivel a holdbeli nap közel huszonnolcshoz hosszabb mint a földi, azok a pontok, melyeket mi látunk, tízennégy éjjel és tízennégy nappal szakadatlanul és csökkenés nélkül kapják a meleget. Hogy lehetne tehát az ily behatásnak kitett Hold hideg? képzeljük csak el azt a hőfokot, melyet a Föld elérne, ha egy nyári nap tizenegyszer huszonnégy órányira megnyúlnék. A Holdnak tehát melegnek kell

lennie, sőt igen melegnek, mikor éjszakáinkat bevilágítja, bármily hidegek legyenek is azok; nem hogy gyarapítaná ezt a hideget, sőt inkább minden tőle kitelhetőt megtesz, hogy melegéből nekünk adjon; kevés az ugyan, megvallom, mert a mit a Naptól kap, azt nagy részben minden irányba szétszórja, s a Földnek egy pontjára jutó rész csak csekély lehet, de amint Melloni megfigyelései kétséget kizárólag bebizonyították, mégis valamicske. Azonkívül be van bizonyítva, hogy nincs világosság meleg nélkül. Már csak rá kell szánunk magunkat, hogy beismerjük a Holdnak derült szép éjszakáinkon való jótékony világító szerepét, s hogy ne őt okoljuk se az esőkért, se a káros fagyokért: ő igazán ártatlan tanú csak, egyetlen vétke az, hogy világít. (Jamin, Revue des deux Mondes 1879, január.)

(Folytatása következik.)

Fordította RÉVÉSZ SAMU.

APRÓBB KÖZLEMÉNYEK.

Á L L A T T A N.

(Rovatvezető: KRISCH JÁNOS.)

(7.) A TELESKÓP-HALRÓL.* — A khinai tárgyakon levő festmények után régen ismeretesek voltak bizonyos halak, melyek sajátságos testalkatuk, különösen kiálló nagy szemök, potrohos hasuk és széles farkuk által vonták magukra a figyelmet; különben a közönséges aranyhalakhoz mutatván hasonlóságot, az ember hajlandó volt őket azokhoz a phantastikus állatalakokhoz sorozni, melyekben a khinaiak művésze oly gazdag. Kiderült azonban, hogy ilyen halak igazán léteznek: példányok nemcsak spiritusban, hanem élve is eljuttattak belőlök Európába.** —

* Előadatott a Term. tud. Társ. szakülésén 1878 decz. 18-ikán.

** Nemzeti muzeumunk gyűjteményébe Xantus János hozott néhány példányt kelet-ázsiai útjából.

A legutóbbi világkiállításon egy párizsi haltenyésztő (pisciculteur) már egész csapatot állított ki a sajátságos kiálló nagy szemök miatt *teleskóp-hal*nak nevezett halakból. — Így történt, hogy az érdekes állatokból Krenner J. buzgólkodása és Semsey Andor úr áldozatkésztsége által hozzánk is elkerült hat élő példány, melyeket birtokosuk további megfigyelés céljából nekem engedett át.

Elegendő a kis csoportra csak egy pillantást vetni, hogy a közönséges aranyhalakhoz való hasonlóságukat felismerjük. A hat között van két fehér (ezüsth), egy vörös, egy vörös feketével, egy tisztafekete és egy fekete kevés fehérrel; színezetökben tehát éppen úgy variálnak mint az aranyhalak. Az eltérés a aranyhalaktól főleg abban áll,



Creative Commons License Deed

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

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

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



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



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

Az alábbiak figyelembevételével:

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

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

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

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

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