

## KEPPLER.

A reformatio és a renaissance szoros kapcsolatban vannak egymással. Ezért a reformatio alatt a szabadon vizsgálódó gondolkodást is kell érteni, mely minden tekintélyen, hagyományon, múlton, mennyiben ezek tévesek és hibásak, túlemlelkedik; érteni kell alatta az elméleti és gyakorlati szellemnek minden irányú átalakítását. Ez értelemben Columbus, Copernicus, Keppler, Galilei épen úgy reformátorok, mint Luther, Zwingli, Kalvin. Egy az elv, melyet a reformátorok híven szolgáltak: a minden tekintélytől független, szabadon gondolkodó vizsgálódás, mely a tiszta igazság földerítésére törekszik és csak a tér, melyen gondolkodnak és nyomoznak, különbözik. Természetes, hogy az ily férfiakat mely, benső lelkesedés az igazságért hatja át. Lelkesedés nélkül nincs reformátor! És az ily férfiak egyszersmind bátor emberek, mert a régi tekintélyvel, a századok folytán meggyökerezett tévedésekkel, előítéletekkel, elavult nézetekkel szembeszállani, a léleknek rendkívüli bátorsága kívántatik. A kik ily bátorsággal harcolnak az igazságért, azok az emberiségnek díszei és egyszersmind legnagyobb jótevői. Ily férfiak sorába tartozik Keppler, egyike a legnagyobb csillagászoknak. Előfutója Copernicus, az újkori csillagászat atyja, az igazság kardjával fölfegyverezve merészkedett azokat a csillagászati véleményeket, előítéleteket megtámadni, melyeket nem csak az ókor legnagyobb csillagászai hittek és tanítottak, de melyeket az egyház, a keresztyén világban e legnagyobb tekintely, is szentesített.

Copernicus rendszere az ókoritól, a mint ezt Claudius Ptolemæus nyomán ismerjük, két lényeges pontban különbözik. Copernicus a naponkénti mozgást úgy magyarázza, hogy

a Föld nyugatról keletre saját tengelye körül naponként egyszer megfordúl, holott Ptolemæus azt tanította, hogy valamennyi csillag naponként a Föld körül mozog. A második pont, melyben Copernicus Ptolemæustól eltér, a Nap és a bolygók mozgására vonatkozik. Míglen az ókori rendszer szerint a Nap évenként is egy kört ír le, a nyugvó Föld körül s azonkívül a többi bolygók a Föld körül körökben mozognak; Copernicus azt tanítja, hogy a Föld szintén bolygó, mely mint a többi bolygók a nyugvó Nap körül mozog. Copernicus tanát eretnekinek tekintették mindazok, kik azt a biblia némely helyeivel és Aristotelessel összeegyeztethetlennel tartották. Sőt a csillagászok között is voltak ellenei.

A bolygók mozgásának jelenségeit Copernicus úgy magyarázta, hogy a bolygók, melyekhez a Föld is tartozik, köralakú pályákon mozognak a Nap körül. Ha ez az eset van, innen következik, hogy a bolygók mozgása nekünk azért látszik szabályellenesnek, mivel mi nem állunk a mozgás központjában. Csak midőn a csillagászok a helyes észlelések bőségében voltak, melyek a bolygók helyzetét viszonyban a Földhöz mutatják, csak akkor lehetett a bolygóknak helyzetét viszonyban a Naphoz kiszámítani s a pályát megjelölni, melyet azok a Nap körül leírnak. Ha ebből az tűnik ki, hogy e pálya nem kör; úgy attól a nézettől, mintha a bolygók a Nap körül a kör alakjában mozognának, meg kell válni. Ezt a haladást a csillagászatban megtette Kepler. Copernicus idejében a bolygókat még nem észlelhették azon élességgel, mely ahhoz szükséges lett volna, hogy pályáikat pontosan meghatározzák. Tycho becses észlelései ezt nagyban elősegítették, Kepler pedig Tycho mellett dolgozott. A bolygók között különösen Mars volt az, melynek mozgását a köralakúval nem lehetett összeegyeztetni. Kepler, midőn e bolygó mozgásába elmélyedt, Tycho észleléseit tartotta szeme előtt. Éveken át nagy szorgalommal és fáradhatatlan kitarással folytatta számításait oly időben, midőn a magasabb számítási útakat még nem ismerték. A számításokat saját vallomása szerint hetvenszer ismételte. Miután fölfedezésének igazságáról meggyőződött, 1609-ben kiadta Marsról írt munkáját, mire a csillagászat egészen új világosságban tűnt föl. E munka, a legtökéletesebb mestermű, melyet valaha matematikus a számítási módok még tökéletlen eszközeivel megtett, két törvény fölis-

merésére vezetett. Az első így hangzik: valamennyi bolygó a Nap körül ellipszis alakú pályán mozog s a Nap ez ellipszis egyik gócpontjában áll.

E törvény által a ptolemæi rendszernek utolsó maradványa elenyészett, mely Copernicusnál még föntartotta magát, tudniillik, hogy a Föld a Nap körül kör alakú pályán mozog.

A Föld pályája a Nap körül ellipszis, de excentricitása kicsiny, tehát a körtől oly keveset különbözik, hogy körnek lehet venni. Ellenben Mars excentricitása sokkal nagyobb, az ellipszis, melyet leír, nyújtottabb, mint a többi bolygóké, melyeket Kepler idejében ismertek. Tehát e bolygó mozgásához az észlelések nagyon alkalmasak voltak megmutatni azt, hogy a Nap körül nem ír le kört. Így Mars vezette Keplert a nagy fölfedezésre, melyet azután minden bolygóra kiterjesztett. Most könnyű volt kimutatni, hogy a Hold is a Föld körül ellipszist ír le.

A második törvénye így hangzik: a vezérsugár által (radius vector) leírott terület arányos az idővel, mely alatt a sugár mozgott.\*) E törvény új világot vet a bolygók mozgásának mivoltára. A mi azon törvényből foly, a fő az, hogy a bolygó minél közelebb jut a Naphoz, annál gyorsabban, minél távolabb esik a naptól, annál lassabban mozog.

A két törvény minden egyes bolygóra vonatkozik ugyan, de azt még nem mondja meg, minő kapcsolat van a különböző bolygók mozgása között. Keplernek mindig az a meggyőződése volt, hogy ily kapcsolatnak kell lenni. Tizenhét évi észlelés után sikerült neki — fölhasználván Tycho észleléseit is — az igazi utat megtalálni. Gondoljuk két bolygónak keringése idejét ugyanazon egység, például a nappalok által kifejezve, epen úgy pályáik nagy tengelyeinek hosszát ugyanazon egység, például mértföld által előadva, a Keplertől fölfedezett harmadik törvény így fog hangzani: a körülforgási idők négyzetei úgy viszonyúlnak egymáshoz, mint a pálya-ellipszisek fel nagy tengelyeinek köbszámai. Ez a három törvény tette nevét halhatatlanná. Ez tette öt világhírű csillagászszá. A csillagászat volt hívatása. És a három törvényt kora meg nem értette, nem tartotta egységnek, mint hypothesisnek; maga Galilei

---

\*) Másképen a törvényt, talán még egyszerűbben, így is lehet kifejezni: a vezérsugár egyenlő időközökben egyenlő területeket surol.

nem is említi azokat. Csak midőn Newton a gravitatio törvényét fölfedezte, akkor ismertettek el Kepler törvényei általánosan.

Az első két törvény magában foglalja mindazt, a mi szükséges az egyes bolygó mozgásának kiszámítására. És az teljes magyarázatát foglalja mindannak, mit a csillagászatban első szabályellenességnek neveznek. Az ellipsis-elméletnél egy eredeti gondolat is vezette: az arány, a törvényszerűség és a természet kapcsolata. És figyelme a távolságok meg a megfelelő idők közti vonatkozásra mint lényegesre és physikaira is irányult. A körpálya helyett, melynek valamennyi átmérője egyenlő, tanítja az ellipsist, melynek átmérői a legnagyobbtól a legkisebbig változnak; az egyenlő mozgás helyett pedig tanítja az egyenlőtlent, melynek sebessége szintén a legnagyobbtól a legkisebbig változik. E mellett pedig kiegyenlítődik, mi az ellipsis-elméletnek physikai magva, a naptól való távolságok egyenlőtlensége a sebesség egyenlőtlenségével.

*Kepler János élet- és jellemrajza.* Kepler született 1571 december 27-én Württembergben, Weil városa mellett fekvő faluban, Magstattban. Már gyermekora nagyon szomorú volt, a nyomor már ez időben nyomta. Atyja, ki régi, de elszegényedett nemesi családhoz tartozott, 1574-ben elhagyta családját s Alba herceg alatt katonai szolgálatba állott, az anya nem sokára követte férjét. A szülők a gyermeket idegenekre bízák. Azok távollétében János 1574-ben himlőbe esett, élete hajszálon függött, csaknem szeme világát veszítette s ezóta látása gyöngé volt. A szülők 1576-ban visszatérve, Leonbergben telepedtek le, mivel kis vagyonukat egy jótállás miatt elvesztették. A gyöngé testalkatú fiút szülei a nehéz mezei munkára is használták. A családi szegénység okozta, hogy János elvégezvén az elemi és a latin iskolákat, Tübingában a theologiai intézetbe lépett, hogy itt állami költségen tanuljon. Volt ott egy tanár, ki Kepler ifjú lelkére nagyon hatott s kihez bensőképen ragaszkodott. Ez Mæstlin, a mathesis tanára s az akkori csillagászok között nem jelentéktelen. Mæstlin nyilvános előadásában a ptolemausi rendszerhez tartotta ugyan magát, de tehetségesebb tanítványaival Copernicus tanait is megismertette. Mæstlin vezette be egy itáliai útazása alkalmával Galileit is Copernicus tanaiba. Ellenben a tübingai theologusok nem épületes vitatkozásai Kepler világos, eleven szellemére

nem hatottak, az ő független érzése nem hajolt oly hittanok felé, melyekkel meggyőződése ellenkezett. Mindemellett a theologiai tanulmányokban és az egyházi beszédekben kitűnt. Midőn tanulmányait befejezte, papi állomást nem kaphatott, mivel a túlbuzgók nem találták őt elég erősnek a hitben. Ezért kénytelen volt Grácban egy tanári állomást elfogadni. Fizetése 150 forintból állott. Szerencséjére oly tudományra hitták meg, mely lángelméjének megfelelt — a mathesisre. E mellett az erkölestant is elő kellett adnia. Ekkor kezdett Copernicus rendszerének mélyebb megalapításáról gondolkodni. Hozott föl mellette physikai és metaphysikai okokat. Szóval a Nap-rendszerről kezdett bölcsekedni s így jelent meg tőle 1596-ban *Prodromus dissertationum cosmographicarum continens Mysterium Cosmographicum*. Már itt mutatta meg a huszonöt éves fiatal ember fényes elméjét s a számításban fáradszorgalmát. Mæstlin csodálkozott a gondolatok eredetiségén. Kepler úgy válaszolt, hogy legjobb tanítója a folyam forrása. Galilei, kinek egy példányt küldött, fölismerte a vele rokon szellemet, Tycho is bámulta a művet, noha irányával ellenkezett. De a protestáns tübingai theologusok megbotránkoztak, hogy az írással ellenkező tanokat hirdet a Föld mozgásáról. Mivel azonban a württembergi herczeg érdeklődött a dolog iránt, Kepler egyelőre nem érezte a kellemetlenségeket. 1597-ben Kepler egybekelt mühlecki Müller Borbálával, egy styriai nemesember leányával. De tőle is kívánták, hogy nemesi levelét mutassa meg. Ezt meg is tette, Zsigmond császár óta családja nemes lévén, noha ő a nemességre nem sokat adott. Azt szokta volt mondani: «a nemességet, az ösöket és mindazt, mit nem mi magunk tettünk, nem tartom sajátunknak». Első két gyermeke korán elhalt, mit fájdalmasan érzett.

Bajor Miksa és Ferdinand főherczeg Ingolstadtban a jezsuiták tanítványai voltak. Azok csepegtették be szíveikbe a protestánsok elleni gyűlölséget s így elkészítették a harmincz éves háborút. A jezsuiták szenvedélyesen kiemelték mindazon bajt, melyet a vallási egyenetlenség magával hoz. A dolog természetéből és a nagy uralkodók példáiból bizonyították, hogy első kötelessége annak a fejedelemnek, kit a gondviseles a vallási viszály zavarai közt a kormányra meghítt, az igazi egyház ellenei ellen a legszigorúbb eszközökkel eljárni s a catholicus vallás egységét helyreállítani. Midőn a styriai

rendek Ferdinandnak hódoltak s arra kérték, hogy ő is, mint atyja, a vallásgyakorlat szabadságát erősítse meg, a főherczeg azt felelte, hogy az a hódolattal nem függ össze. Már ekkor gyaníthatták, hogy mi sors vár rájok. Azon ferde tétel, *cujus regio, illius religio*, mely az ágostai vallási békében elfogadott, elegendő tért engedett Ferdinandnak, hogy országaiban a hitegységet erőszakkal is helyreállítsa. 1598-ban Ferdinand csakugyan elkezdte a protestánsokat üldözni. Minden protestáns pap és tanító kénytelen volt fejvesztés büntetése alatt az országot elhagyni. Kepler a magyar földre menekült, de a jezsuiták, kik csillagászati ismereteit becsülték, Ferdinandnál védelmi levelet eszközöltek ki számára s előnyök ígérete által törekedtek őt a katholicismus számára megnyerni. Csalatkoztak. Szelidségét gyöngeségnek, vallási türelmét a vallási meggyőződés hiányának tekintették. Ő kinyilatkoztatta, hogy ragaszkodik az ágostai vallástételhez. Nagyon becsülte az evangéliumi szabadságot. Oly jellemet, mint milyen volt az övé, legkevésbé sem ingathatták meg Ferdinand erőszakoskodó intézkedései. Az üldözések alatt hitsorsosait vígasztalta. Hogy hitét szerette, azt ő a magas állású katholicusoknak is egyenesen megmondta. Hohenburgi Herwart, bajor kancellár, a jezsuitáknak nagy barátja, Keplert tudományáért nagyra becsülte és vele, maga is tudományos ember lévén, levelezésben állott. Kepler Herwarthoz 1598-ban így ír: «Mivel önt tanulmányaimról már tudósítottam, kedélyem hangulatát is kinyilatkoztatom. Minek ön talán örül, az nekem kínos fájdalmat okoz. Keresztény vagyok. Az ágostai hitvallást az atyai oktatásból, gyakran átgondolt okokból merítettem, ahhoz ragaszkodom, magamat tettetni nem tudom. A hit dolgát komolyan veszem és nem mint játékot. Ezért komolyan aggódom a vallás gyakorlatáért».\*) Luthert csodálja. Róla egy helyen így nyilatkozik: «A tekintély hallgatagon uralkodik királyi tiszteletadás nélkül. Így uralkodott Luther.» Szól róla mint az igazságnak legkitünőbb képviselőjéről. Soha nem jött kísértetbe, hogy az igazságot elhagyja, ennek pedig legbölcsebb emberek is ki vannak téve. Ő volt a legbölcsebb. Hát gyalázó szavai illenek egy bölcshez? Használta ezeket, de nem

\*) *J. Kepleri opera omnia*, ed. Ch. Frisch. Francof., 1858. Vol. I. 69. lap.

helyeselte. Hibázott indulatból, de nem ítélete szerint. Kepler szeretett, mint Luther, de nem gyűlölt, mint Luther. Keplernek ez könnyebben mehetett, mint Luthernek. Kepler távol állott a felekezeti gyűlölségtől, de még inkább attól, hogy áttérjen és hitével kereskedjék. Ezt mutatja Pistorius apáthoz írt levele, ki az evangéliumi vallást külső előnyökért elhagyta s katholicussá lett. Midőn ez Freiburgból jelenti, hogy halálos beteg, Kepler így válaszol: «Te tehát a kiválasztottak közé fogsz jutni s ha én a nagy napon Krisztus előtt meg fogok jelenni, tanúskodol majd, hogy nem a pápa, a püspökök, a papok elleni felekezeti gyűlölségből, hanem tiszta buzgóságból, az Isten iránti szeretetből, Krisztus parancsai iránti tiszteletből, (melyek a középszerű magyarázók szerint a római monarchiára vagy az egyházi zsarnokságra vonatkoznak), mondom, hogy én ez okoknál fogva azon szabadságban megmaradtam, melyben Isten kegyelméből születtem és soha a római iga alá nem hajtottam fejemet — oly emberek igája alá, kik a keresztyénekre nem csak közönyös szertartásokat ráerőszakolnak, hanem Krisztus és az apostolok szavait és parancsait a legveszélyesebb módon magyarázzák s a magyarázatnak e jogát magok számára veszik igénybe. Ha a magyarázatnak e joga egyszer elvesz, úgy az Antikrisztusnak lesz módja birodalmát az egyházban fölépíteni, s Krisztus országát fölforgatni.»\*)

Noha a jezsuiták, kik akkor a catholicus világot kormányozták, Keplertől az oltalmat meg nem vonták; ez látta, hogy Grácban nem maradhat, más részről felesége vagyona miatt eltávoznia bajosan esett neki. Minden szenvedései között, melyeket az uralkodó kegyetlen eljárása rá és hitsorsosaira hozott, azzal vígasztalta magát, hogy a világkormányzó jósága nem téved s úgy gondolkodott, ha van valami, mi az embert e nyomasztó számkivetésben fölemelheti, ez a csillagászat, mivel tárgya a legbölcsebb teremtő dicsőítése. Ki a csillagászatban ideákat, úgy mint rendet, törvényt és rendszert lát, az ily embert a tudomány vallásosan is hangolja. Hova forduljon? szeretett volna Württembergbe visszatérni, de ott a szűk keblű orthodoxia miatt semmi kilátása sem volt a hivatalra, a mint ezt Mæstlin meg is írta neki. Ekkor hívatott meg Tycho melle Prágába. Tycho halála után (1601-ben) Rudolf császári ma-

\*) Hanschiusnak Kepler levélgyűjteményében CCXXXI. levél



thematikusnak nevezte ki, de állása nem vette le vállairól a családi gondokat. Rudolf császár 500, később talán 1500 forintban állapította meg ugyan fizetését, de a pénzt ritkán fizették ki; ez az aranycsinálók zsebébe vándorolt. Számos iratai, melyeket ez időben szerkesztett, semmit sem jövedelmeztek neki. Ő azokat nem írta pénzért. Hogy legalább szegényesen fődözze családjának szükségait, kénytelen volt haszontalan kalendáriumokat írni. Maga fejezi ki így magát, mivel azokba a csillagok járásából különféle jövendöléseket szőtt be. Itt a kor előítéleteinek engedett, melyek nemcsak a sokaságot, a gyöngé, beteges elméjű császárt, hanem a kitünő férfiakat is fogva tartották, de melyeket, a hol csak tehette, ostorozott. Azon megtoldások nélkül naptárait senki sem vette volna meg. Hozzá teszi, hogy ez mégis valamivel jobb mint koldulni.

Míg a prágai udvaron tartózkodott, következő nevezetesebb munkákat dolgozott ki. Az astronomiát csak úgy lehetett reformálni, ha az optika is mint segédtudomány kijavíttatik. Itt is mindenütt visszament az elvekre s így kaptuk tőle az *Optikai astronomiát*, 1604. *Az új astronomiát* vagy a Mars csillagról írt művét, mely 1609-ben jelent meg, tekintik Kepler fő munkájának. Itt állította föl azon elméletet, hogy a bolygók pályájának alakja ellipsis. Hogy a physikát is bevonta nyomozásainak körébe, ez abból is kitetszik, hogy ő, ki a mágnessel azelőtt is foglalkozott, az akkor megjelent Gilbert művét fölhasználta. Ekkor lett tudományosan megalapítva, hogy a Föld mágnes. Abban az évben, midőn Marsról szóló munkája megjelent, találta föl Galilei a távcsövet. Kepler el volt ragadtatva, hogy ez által az égi tűnemények ismerete gyarapodni fog. A távcső ismét visszavezette őt az optikához s 1611-ben megírta *Dioptrikáját*.

A kormányra képtelen és beteg elméjű Rudolf testvérei már 1606-ban egy családi tanácsban elhatározták, hogy őt leteszik s jogait öcsésére, Mátyásra, ruházzák át. Rudolf császár 1608-ban csakugyan testvérének, Mátyásnak, kénytelen volt Magyarországot és Ausztriát átengedni, később Csehországot is. Midőn Mátyás katonái Prágába rontottak, Kepler lakásához közel raboltak és gyilkoltak. Kepler neje már évek óta bükörban szenvedvén, a háború iszonyai következtében megőrült s 1611-ben meghalt.

Ez évben Kepler himlőben vesztette el három gyerme-

két is. A gyöngé Rudolfot mindenki elhagyta, csak a becsületes Kepler tartott ki híven mellette.

Mátyás megerősítette ugyan Keplert mint császári matematikust, de ez a nagy tudósnak keveset használt. Fizetésének hátrálékai, melyek Rudolf halálakor négyezer tallérra emelkedtek, mindig növekedtek. A császár környezete, ki egészen a jezsuiták kezében volt, nem lehetett Keplernek kedvező. Tisztelték ugyan benne a nagy tudóst, de még inkább gyűlölték őt mint megátalkodott eretneket. Keplernek könnyű lett volna kedvezőbb állást szerezni, ha a catholicus hitre áttér. De nemes jelleméhez nem fért az, hogy meggyőződését áruba bocsássa. Ezért a császári udvar Keplert örömmel elbocsátotta, midőn őt az osztrák rendek a linczi gymnasiumba a mathesis tanárának meghívták. Linczben azt tapasztalta, hogy a württembergi theologusok is eretnekek tekintik őt. Hitzler, Tübingából kikerült theologus, kizárta őt az úrvacsora élvezetéből, mivel egy íratot, melyben a reformátusok kiátkoztattak, nem akart aláírni. Ezért panaszszal fordult a stuttgarti consistoriumhoz. De ez föltétlen engedelmességet kívánt s azon kívül azt a bölcs tanácsot adta neki, hogy tartózkodjék a theologiai nyomozásoktól s maradjon az ő mathesisénél. Pedig ha a XVII. század nagy férfijaiban élt az a hit, hogy az Isten fia emberré, az ige testté lett; e hit senkinél sem volt mélyebb és melegítőbb, mint Keplernél, de hogy Krisztus teste mindenütt jelen van, ez a hit nem volt Kepler szabad szelleme szerint.

Mint császári matematikus jelen volt 1613-ban a regensburgi birodalmi gyűlésen, hol a császár a protestáns rendeket rá akarta bírni, hogy fogadják el a Gergely-féle naptárt. Kepler egy terjedelmes iratban hathatósan sürgette a rendszabály elfogadását. Mind hiába! A protestánsok akkor még úgy gondolkodtak, hogy ez által elismerik a pápától való függést. Keplert már gráci tanár korában a styriai rendek megbízták, hogy készítsen naptárokat (1595—9-ig). Ezek már a Gergely-féle napszámítás szerint vannak csinálva. Ekkor Kepler Mæstlinhez írt levelében így nyilatkozik: Egyenlőség az időszámításban a politikai állapotnak dísze. Nem Gergely bullája, hanem a matematikusok tanácsa hagyatik jóvá. Szégyen Németországra, hogy nélküli azon javításokat, melyeket a tudomány kíván.

Ugyanazon évben Kepler másodszor lépett házasságra egy művelt, kedves nővel. De a csendes családi boldogság nem mosolygott feléje. Új baj támadt. Anyja élénk képzeletű, de kevésbé művelt nő, egy elvetemült asszonynak alkalmat adott, hogy ez őt a boszorkányság gyanújába keverte. Mátyás után következett II. Ferdinand. Ez is megerősítette Keplert állásában. De Ferdinandnak, ki egészen a jezsuitákra hallgatott, szándékában volt a protestánsokat minden a hatalmában levő eszközökkel kiirtani. Ifjúkori barátja, Miksa bajor herceg, Felső-Ausztriába tört, hogy a protestánsokat megtörje. Kepler a linczi ostromnak kellemetlenségeit kénytelen volt kiállani. Az alatt Kepler hetvennégy éves anyját a tömlőczbe vetették, kinek ártatlanságát fia a távolból védelmezte, de eredmény nélkül. Nem látott más módot, mint Württembergbe utazni s anyja ügyét ott személyesen védeni. Személyes közbenjárása kieszközölte annyit, hogy anyját a hideg börtönből a tömlőczör lakására áttették. De melléje két őrt adtak, kiket a szegény Kepler-család volt kénytelen eltartani. 1621-ben az öreg asszonynak kinyilatkoztatták, hogy kínozni fogják, ha nem vall. A bakó megmutatta neki a kínszereket s azokat körülményesen szakértőleg megmagyarázta neki. De ő állhatatosan állította, hogy ártatlan s kiszabadult. Keplert a pör egy évig tartotta vissza Württembergben, mire visszatért Linczbe. Midőn anyját a boszorkányság vádja ellen védelmezte, egészen jogászilag járt el. Ő arra szorítkozott, hogy a boszorkányság vádja nincs bebizonyítva s arra figyelmeztette a bírakat, hogy a vádlók gonoszságának mily borzasztó eszköz adatik kezökbe, ha nem a győző bizonyosságok nyomán ítelnek. Kepler világos, tiszta fej volt, s korának boszorkány- és astrologia esetlen hite lelkében nem talált helyet. Azonban ezzel nem mondjuk azt, hogy ő a *dæmonok* lételeiben való hittől egészen megszabadult volna. Ha ettől egy Kepler, ki a természeti jelenségek okait és törvényeit józan értelmének világánál nyomozta, nem tudott egészen megszabadulni; még az időknek hosszú sora kívánta-tik, hogy az emberiségnek nagy tömege az eldítéletek, a babona sötéttségétől és a vak hittől fölszabaduljon s ne legyen kénytelen a lelki rabság lánczait hordozni.

Kepler külső sorsa jobbra fordulhatott volna, ha I. Jakab, angol király meghívását elfogadja. De részint gyöngéje és gyöngéd gyermekei egészségét feltette Anglia éghajlatától, részint

a hazaszeretet visszatartotta őt, noha akkor már a harmincz-éves háború iszonyai rettegésbe hozták Németországban a kedélyeket. Kapott meghívást a bolognai egyetemre is, de ezt hasonlóképen megköszönte. Kepler a gondolatszabadságot jobban szerette, mint életét. Hogy mehetett volna ő Itáliába, hol a gondolatszabadságot üldözték, hol nem régen Giordano Brunot mint eretneket elégették, hol Galileinek az egyházi törvényszék előtt esküvel meg kellett tagadni Copernicus tanát, hol Kepler híres iratát, mely a bolygók mozgásának három törvényét megalapította, ugyanazon oknál fogva mindjárt megjelenése után a tiltott könyvek jegyzékébe fölvtették.

Noha Linczben is sok keserűség érte és a kedvezőtlen körülmények súlya nehezedett rá, ő a munkában és a nehéz föladatok megoldásában találván örömét, megszakítás nélkül folytatta tanulmányait. Már midőn Styriában tartózkodott, megfogalmazott benne a világ harmoniájának terve, s így írta meg *Harmonices mundi* című munkáját. Ez a mű Keplernek kedvencz műve, I. Jakab, angol királynak ajánlva, megjelent 1618-ban, s nevezetes emléke világos elméjének és túlcsapongó képzeletének, a metaphysika és a mathesis összekapcsolásának. 1618-ban két üstökös volt látható. Kepler ezt mindjárt megragadta, hogy fogalmazza az *Üstökösök elméletét*. 1618—21-ben megírta a *Csillagtan kézikönyvét* három részben. 1616-ban az új astronomia alapján kezdtek megjelenni az *Astronomiai évkönyvek*, s az utolsó évfolyamnál használta már a logaritmusokat, melyeket Neper, skót báró, talált föl. E közben a harmincz éves háború borzalmi ijesztő mértékben növekedtek. 1626-ban Kepler másodízben be volt zárva Linczben, melyet most a protestánsok ostromoltak. Azt a császáriak fölszabadították ugyan, de most a protestánsoknak oly üldözéseket kellett szenvedni, hogy Kepler sem érezte magát biztonságban, Ulmba menekült s itt fejezte be és adta ki 1627-ben azt a munkát, melyen huszonöt évig dolgozott. Neki, mint császári matematikusnak, kötelességévé tétetett Tycho észlelései alapján új csillagászati táblákat készíteni, minthogy nemcsak azok, melyekről X. Alfons, Castilia királya gondoskodott (1252-ben), mint azt Tycho kimutatta, hasznavehetetleneknek bizonyultak be; hanem azok is, melyek Copernicus megfigyelésének alapúl szolgáltak, elégteleneknek mutatkoztak. Keplert különösen azért hitták meg Prágába, hogy Tychonak

ezen táblák kiszámításában segédelmére legyen, e mellett pedig a császár astrologiai kívánságainak eleget tegyen. Noha Kepler azon fáradságos munkára hihetetlen szorgalmat fordított, azt sokszor abba kellett hagynia, mert se segédjei számára, se a szükséges nyomtatási költségekre a szükséges pénzt meg nem kaphatta. 1624-ben Bécsbe utazott s itt kivitte, hogy a nyomtatásra készen fekvő táblákhoz hatezer forint utalványoztatott. Noha alig kapta meg harmadát, mégis elkezdte a nyomtatást, Ulmban befejezte s így jelentek meg 1627-ben a Rudolf császár nevééről elnevezett *Rudolphi táblák*.

Kepler nagy nehezen hozzá jutott a hátralevő pénznek is egy részéhez, megengedték neki, hogy Wallenstein szolgálatába lépjen. Ez nagy barátja volt az astrologiának s ehhez a csillagászatot csak mint segédtudományt tekintette. Kepler Wallensteinnál lakott Saganban, de ismételt kéréseire sem kaphatta meg a megígért hátrálékokat. Wallensteinnak a pénz másra kellett. A híres csillagászt legalább némileg akarta kielégíteni s neki egy morzsát dobni. Wallenstein parancsára a rostocki egyetemi tanács kénytelen volt Keplert a mathesis tanárává megtenni. De Kepler, noha szelíd ember volt, könnyen meg nem hajlott azon ember parancsára sem, ki, mint Wallenstein, azt gondolta, hogy szava törvény. Kepler csak azon föltétel alatt hajlott a neki kitűzött helyre menni, ha Wallenstein ehhez kieszközli a császár engedélyét, s ha a hátrálékok kiegyenlítettnek. Kepler talán az ösztön, talán a belátás által vezetettve, nem bízott a nagy kalandor szerencséjében s nem akarta fő adóságát, a császárt szemé elől elereszteni. Egy világhírű szegény tudósnek egy pár ezer forintért mennyi baja volt a világ leghatalmasabb uraival! Wallenstein bele nem egyezett s Kepler Saganban maradt, a csillagászi naptár nyomtatásával lévén elfoglalva. Azonban a nyomtatás megakadt, mivel a háború zavarai miatt a nyomdászok nem mertek Saganban tartózkodni.

Az 1630-ki regensburgi birodalmi gyűlésen II. Ferdinand kénytelen volt a rendek sürgetésére beleegyezni, hogy Wallensteint letegyék. Ide jött a szegény Kepler is, hogy kérje megérdemlett, de ki nem fizetett filléreit. Már beteg volt s az út, melyet lóháton tett meg, annyira kimevítette erejét, hogy hat nap múlva meghalt, november 15-ikén. Még azt a fájdalmat is megérte, hogy az ő kedves Württembergje a catholicus sereg-

től iszonyúán elpusztított. Németország tehát egyik legjelesebb emberét, legnagyobb csillagászát nyomorban hagyta elveszni. Nehéz idők között élt Kepler, oly időben, midőn a vallási túlságos buzgóság lángoló tüze miatt az ember csak úgy boldogúlhat, ha határozottan egy félhez csatlakozik. De Kepler előtt több volt az igazság, mint a felekezetek kegyétől függő boldogúlhatás.

Bámulni kell, hogy Kepler annyi nyomor és viszontagság között oly nagyot és sokat tett. Van negyven munkája. És annyi nélkülözések és közöny között, a sors annyi csapásai alatt is jó kedvét, kedélyének derűtségét soha el nem vesztette. Mindezt a tudományos igazság iránti lelkesedés, a szabadság szeretete — a tudományos férfinak ez alapvona — okozta. Ez soha sem engedte, hogy elkedvetlenedjék vagy épen kétségbe essék. Tudta ő azt, hogy jön egy jobb kor, mely műveit méltányolni és olvasni fogja. Keblében hordta a tudatot, hogy ő nem a mulandóság, hanem az örökkévalóság számára ír. Ezt ott, hol a harmadik törvényről szól, büszke önérzettel ki is mondta a következő szavakban: «Én most írom ezt a könyvet, de, hogy a jelen vagy a következő nemzedék fogja-e olvasni, az rám nézve közönyös, várhatja olvasóját. Nem várt-e az Isten hatezer évig műveinek figyelmes szemlélőjére?»\*) Keplernek is sokáig kellett várni, míg oly olvasóra talált, ki munkáit teljesen méltányolta — Newtonra.

Kepler előtt a csillagászatot igen szűk szempontból tekintették s e szűk fölfogáson Copernicus sem ment túl. A csillagászok törekvése csak arra irányult, az állócsillagok között a mozgó égi testek helyét pontosan meghatározni. De hogy mozgásaik micsoda törvényeknek vannak alávetve, miért mozognak az égi testek így és nem másképen, az senkinek eszebe nem jutott. Keplert az nem nyugtatta meg. Ifjúsága óta élete utolsó pillanatáig az a meggyőződése vezette, hogy a jelenségek alapjaihoz kell átmenni, és hogy ez alapok nem fekszenek az emberi ismerő tehetségen túl. Látszik, hogy philosophiai szellem volt. Hisz minden nyomozásainak alapját azon eszme képezi, hogy a naprendszer csak az által ilyen, hogy benne törvény és rend uralkodik, hogy a mozgásait kor-

---

\*) *J. Kepleri opera omnia*, ed. Frisch. Vol. V. 269 lap. Francof, 1864.

mányzó törvények a rendszer természetéhez tartozó erőkön alapulnak, a rend pedig az egyes pályák száma, nagysága es helyzete szerint egy geometriai elven nyugszik. Ő az ideák körében mozog. Ő, a philosophiai fej, a tapasztalás által adott tényeknél meg nem állapodik, hanem azokat mint a gondolatok kapcsolatát fölfogni törekszik. Behat az egyesbe, de mindig az egészet tartja szembe előtt s az általános miatt el nem felejtí a különösnek jogát. Igazi philosophiai gondolkodás, midőn azt mondja, hogy az alapok az emberi ismerő tehetség körén túl nem feküsznek. Bízík és hisz az emberi gondolkodás erejében. Általában szép, mély fölfogása van az emberi szellemről. Azt mondja, hogy a lelkek az isteni fény sugarai, mely bennök lakik, bennök elkülönül; azok mint az örökkévaló lénynek képei szükségképen szabadok, mint emez. Megismerni annyit jelent, mint a külső érzékit a belső eszmével összekötni s ennek megfelelőleg magyarázni. Lehet mondani, hogy az fölbredés az álomból. Az, mi az érzéki világban törvényszerű, az, a mi szellemünkben felkölti a törvényt, hol az jelen volt, de a lehetőség fátyola alatt, holott most a valóságban fénylik. A mint a virág szírmainak száma vagy a növények hímszájai, úgy az emberben az ideák és a harmoniák vele születnek, kifejlenek s öntudatra hozatnak. De még is erősebb nála a matematikai, mint a tulajdonképeni philosophiai gondolkodás. Ő hivatásánál, tehetségénél fogva matematikus. Matematikai lángelmeje különösen a geometriai szemléletben mutatkozik s az itt rendkívül termékeny. A legmélyebb philosophusnak, a legszemlemesebb természetvizsgálónak is szüksége van a képzelet erejére. Kepler bír gazdagon áradozó képzelettel, mely kimeríthetetlen a combinatiokban és a gyanításokban, ha valamit föl kell fedezni. Ez ad előadásának sajtáságos ingert. De másrészről az is igaz, hogy a képzelet őt sokszor félre vezetí, megzavarja, hol semmi helyes támpontja nincs s nyelvét is nehézessé, sőt érthetetlené teszi. Kepler képez oly latin szavakat, melyek Ducange *Latinitas medií aeri* című szótárában sem találhatók meg. Képzeletének nagy gazdagságával kapcsolatos az a titkos ösztönszerű tapintat, hogy sokat, mi a fölfedezéshez még meg nem érett, sejt, s ez által tévedéseinek homályát hirtelen az igazság egy sugara világítja meg.

Sok nem sikerült neki, mivel hibás föltevésekből indúlt ki, például miért van csak hat bolygó? De némely dolgot telje-

sen eltalált. Ilyen a három törvény. Azon kérdést, mi e törvények oka, a későbbi idők oldották meg egészen, de hogy ezt a kérdést fölvetette, már ez is nagy érdem. A gondolatmenet, mely felé az utókort vezette, oly új volt, hogy Tycho Brahe azt a tanácsot adta neki, hogy ily üres vizsgálódásokkal hagyjon föl. Sőt későbben a híres Laplace is az emberi szellemre nézve elszomorítónak mondja, hogy Kepler, ez a nagy ember, munkáiban fantastikus speculációkban tetszik magának. Hogy Kepler sokat tévedt, ez egyengette ki az utat, hogy Laplace keveset tévedt. Laplace szelleme csak a csillagos égig emelkedik; Kepler tovább lát. Az tény, hogy Kepler a physikát és a metaphysikát összekeverte, hogy sokszor fantastikus eszmekörben mozog s beletéved a pythagoræusi és az új plátói képzetek világába, hogy oly úton is akar a valóságról fölvilágosítást nyerni, melyhez csak a tapasztalás útján juthatni el. Azonban az összekeverés a fejlődő tudományok természetében feküdt, a physika akkor még csak pólyában feküdt, s hogy ebből kibontakozzék, e tekintetben sokat tett a nagy csillagász. Az eszmekör pedig, melyben mozgott, rá nézve a lelkesedés forrását képezte s maradandó fölfedezéseivel lényeges kapcsolatban áll. Vonásainak szemlélhető képét csak úgy kaphatjuk, ha el nem választjuk azt, mi nála együvé tartozik. Lelkesedése szülte, hogy irálya fonséges. De a komikum is nála kellemetesen váltakozik s végig futja az élcznek, a gúnynak, a humornak fokait. Ékesszólása általában el volt ismerve s iratait virágos nyelv tünteti ki. Értett nem csak a zene elméletéhez, hanem ahhoz is, hogy a hangot művésziileg megalakítsa. Hogy a költői ér is megvolt benne, azt mutatják nemcsak alkalmi költeményei, hanem munkáinak több helyei is, különösen azok, hol lelke az Istenhez fölfohászkodik. Másrészről azonban a tapasztalati ismeret sokoldalúsága is megvan nála s mindenütt törekszik az egyest teljesen fölelemezni és kimeríteni. Ő korának összes tudományosságával rendelkezett s otthonos volt mindennemű írókban, különösen a régi classikusokban, úgy hogy korának humanistáival méltán vetekedett.

Mi szellemének belső szabadságát illeti, az mutatkozik lelki szelidségében, azon határozottságban és buzgóságban, melylyel a fölismert igazsághoz minden téren hevvel ragaszkodik, azon bátorságban, melylyel az előítéletek ellen szembe száll. Mily élénk volt Kepler tudata arról, hogy a szellemi

szabadság lényeges föltétele a tudományos munkálkodásnak, az kitetszik a mint Copernicust ítéli meg: Copernicus vir maximo ingenio et quod in hoc exercitio magni momenti est, animo liber. Szabadon, a betűhöz való ragaszkodástól menten nyilatkozik, hogy Copernicus tana a biblia tekintélyével nem ellenkezik s ezzel együtt kimutatja, hogy az írást észszerűbben magyarázza, mint catholicus és protestáns theologus ellenei. E pontra nézve így ír: «Nyelvünk az érzékek közvetlen bizonyossága szerint igazodik, ettől még akkor sem lehet abstrahálni, ha bizonyosan tudjuk, hogy a valóságban a dolog máskép áll, hisz copernikánus is beszél a Nap felköltéről és lenyugtáról. A biblia is az emberrel, hogy azt megértse, emberi módon beszél a világi dolgokról akkor is, ha a valóság a jelenségtől eltér, akár tudják ezt az emberek, akár nem, az nem taníthat minket optikai vagy astronomiai dolgokra. Itt az előadott elvek szerint szól a Józsuára vonatkozó helyről. Okoskodását így végzi: a theológiában lehet érvényes a tekintély súlya, a philosophiában érvényesek az okok. Lactantius szent, ki a Föld golyóalakját tagadta, szent Augustinus, ki azt megengedte, de nem az ellenlábásokat. Nekem szentebb az igazság, ha minden tisztelem mellett az egyház tanítói iránt a philosophiából bebizonyítom, hogy a Föld gömbölyű, hogy vannak ellenlábások, hogy az egy pont a világmindenségben s forog a csillagok között. \*) Tehát világosan mondja, hogy a bibliából nem tanuljuk a természettudományokat. A természeti törvények igenis isteniek, de azon törvények ismeretére az emberi ész és értelem jött rá. Hisz a természet az ember szemei, értelme előtt mint nyílt könyv fekszik s ebben csak olvasnia kell. Ha az ember azon törvényeket fölismerte, tudja azt is, hogy ehhez a tudományhoz Istenre, ki neki azt föltárja, nincs szüksége, ő azt saját gondolkodása és ereje által eszközölte. A biblia nem nyilatkoztatja ki nekünk a természeti törvényeket, maga az ember az, ki azokat magának kinyilatkoztatja. Kepler a reformatio elvétől, a szabad vizsgálódástól, egészen át van hatva. Az egyház kétsegekívül hibázott, midőn olyat is, mi természet-tudományi, az egyházi hit fokára emelt, pedig a természet-tudományokhoz nem értett. Tapadt a betűhez, a mely megöl.

---

\*) *J. Kepleri opera omnia* ed. Frisch. Vol. III. 153—56. lap. Frankof, 1860.

Az ily eljárás sokakat elidegenített vagy közönyösökké tett az egyház iránt, mert ha valahol, itt lett világos, hogy a tudomány és az egyházi hit össze nem egyeztethetők. Az egyház parancsolt hinni olyat, mit se hinni, se belátni nem lehet. Az új világnézetet a természettudományok nagyon előmozdították. Hogy a tisztábban látó új kor fölvirradjon, e téren nagy buzgósággal és lelkesedéssel munkálkodott Kepler. Ő sok tekintetben a maga kora fölött állott, a betűt nem imádta, a XVII. század türelmetlenségétől, mely az európai emberiségre annyi nyomort hozott, visszaborzadt, ő, az egyenes utat szerető ember utálta a jezsuitismust, egyházának feszes orthodoxiájától elfordult. Mindamellett a keresztyén dogmákat azon formában fölvette hitébe, a mint azokat a régi egyház lényegileg megállapította,\*) s a mint ezek ellen az unitáriusok és némely philosophusok reagáltak, semmit sem akart tudni. A hit tartalmát tekintve, Kepler korának gyermeke volt, formára nézve, vagyis hogyan kell hinni, kora fölött állott, mert igazi vallásosságában nem ragaszkodott a betűhöz. Ezt a gondolkodó embertől kívánni a legnagyobb zsarnokság. Ez a zsarnokság hívta életbe a reformatiót.

Reuschle azt mondja Keplerről: «Welche Fülle von Geistesgaben, welche Schätze des Gemüths, welcher Adel der Gesinnung, welche Grösse des Charakters, welche Arbeitskraft, welche Gelehrsamkeit, welche Virtuosität in Rede und Schrift, welche Freiheit des Gedankens, welche Liebe zur Wahrheit, welche allseitige Humanität mit diesem Mann in das Grab gesunken ist!» Kepler egyike a legnevezetesebb embereknek, kik eddig éltek. Kevés nagy embernél volt a lángelme és a jellem nemessége oly háborítlan egyensúlyban, mint nála. Isteni, boldog ember! Szülő városában 1870-ben a németek emlékszbrot emeltek neki.

Halála után kézirataira Németországon nem találkozott vevő s miután majd a tudósoknál, majd a könyvkereskedőknél potom árért el voltak zálogosítva, azokat II. Katalin csárnő a híres Euler tanácsára a szentpétervári akadémia számára

---

\*) E szerint kell magyarázni szavait, midőn mondja: «christianus sum, ecclesiae filius, et doctrinam catholicam quantum eius ad hanc usque meam aetatem capere potui non voluntate tantum amplector, sed et iudicio comprobo». U. o. Vol. V. 8. l.

2000 talléron megvette. 1847-ben sikerült a kéziratokhoz egy német tudósnek, Frischnek, hozzáférni s Kepler összes munkáit nyolcz nagy kötetben kitünő gonddal Frankfurtban 1858—1870-ig kiadni.

*Kepler tanainak indokolása.* Láttuk a három híres törvényt, melyen az újkori astronomia alapszik. Azonban mélyebben kell lebecsátkoznunk lángelméjének műhelyébe s alap gondolatát addig nyomozni, míg be nem látjuk, hogy tárgyias physikai műveinek története a legbensőbb kapcsolatban áll metaphysikai rendszerének történetével. A rendkívüli ember nagyságát csak úgy méltányolhatjuk egész terjedelemben, ha munkáinak fantastikus, mystikai, titokzatos részét is tekintetbe vesszük,\*) mert ez szintúgy tanúskodik lángelméjéről, mint azon törvények, melyek nevét megörökítették, s melyeken a mai astronomia nyugszik.

Kepler egészen új csillagászati világnézetet alkotott magának, mely a tudományos nézetek kifejlésében mint közép-tag a mai mechanikai és a görög odeologiai szépiészeti világnézet között áll. A pythagoræusi és a plátói világrajznak költői mythusai, melyeket a képzelet alkotott, Kepler világnézetében visszatükröződnek. De mivel ő az inductiót a geometriai speculatióval kötötte össze: birtokába jutott a szilárd és a természethű világrajznak.

### 1. Kosmophysika.

Kepler a világot a pythagoreusok értelmében kosmosnak, azaz térben szemlélhető teljes egésznek, tökéletes műnek tekinti, mely a szépségnek mathematikai törvényei szerint van képezve; de ezzel összekapcsolja a keresztyén ideákat. A kosmos szerinte nemcsak a tudományos nyomozásnak, hanem a

---

\*) Ha az embernek a csillagászat nem szaktudománya, ezt a mystikus részét Kepler munkáinak csak is a szaktudósok nyomán értheti meg némiképen. Én e végett használtam a következő műveket: *Joh. Kepler astronomische Weltansicht* v. Dr. E. Fr. Apelt. Leipzig, 1849. *Kepler und die Astronomie*, v. Dr. C. G. Reuschle. Frankof, 1871. *Joh. Kepler*, v. Dr. Edmund Reitlinger. Stuttgart, 1868. (Csak az első rész jelent meg.) *Himmels-Kunde*, v. Moriz A. Stern. Karlsruhe, 1844. Utóbbi munka népszerű csillagászat, ezért Kepler munkáinak mystikai részét elhagyja.

szépészeti csodálat és a vallásos fölemelkedésnek is tárgya. Ellenben már Galileinél a természettan egészen elválik a vallástól.

A világ tökélye négy dologban áll: fényben, melegben, mozgásban és a mozgások harmoniájában. A világ központja a Nap, a világmindenségnek legtökéletesebb teste, mert a fényre nézve a világnak fényforrása, a melegre nézve a világ gőcpontja, melyben a bolygó világtestek melegesznek.

Mi a mozgás állapotát illeti, a Nap a bolygók mozgásának első oka s első mozgatója a világmindenségnek; a közbeeső térben mozognak a bolygók golyói; az állócsillagok sphaerája e mozgó testnek mintegy basisúl szolgál. Midőn a mozgatott testek helyeit a nem mozgó álló csillagokra vonatkoztatjuk, lehet eljutni az égi mozgások ismeretéhez.

Végre a mozgások harmoniáját tekintve, a Nap azon helyet foglalja el, melyből az összhangzólag kimért nagyságok a bolygók mozgásában a szemnek mutatkoznak. A bolygók azon harmoniának tagjai, az állócsillagok sphaerája pedig vagy a zodiacus köre, azon látható mozgások nagyságának mértékül szolgál.

Ez a képzelet által megalkotott szellemes világphysika képezi Kepler világnézetének alapjait. Aristoteles a metaphysikában négy okot különböztet meg. Azon képzelmények ezeken alapulnak. De Keplernél Aristoteles metaphysikája physikává lett. Mert Aristotelesnél az első mozgató az Isten, Keplernél pedig a Nap, tehát egészen természeti ok. De senki sem gondolja, hogy Kepler merő naturalista. Ő a napot csak a természeti dolgokra nézve tekinti első, közvetlen mozgatónak. Az Istenről azt tanítja, hogy ő a lényeges működés és teremtő élet, jóságát mindennel közli. Ezért nem marad meg eszményi önszemplélemben, mint azt Aristoteles tanította, hanem a teremtésben mutatkozik és az ő kép harmoniája a világban megnyilatkozik. Aristoteles pedig teremtést nem tanított.

Keplernél még megvan a régiek firmamentuma. Ő hitte, hogy a viláépület titkára, mely eddig az emberiség előtt el volt rejtve, *Mysterium cosmographicum* című munkájában rájött.

A viláépület titka abban áll, hogy az Isten a bolygó rendszert, az öt szabályos test szerint képezte s az egek számát, viszonyait és mozgását e testek természetéhez idomította.

A Nap-rendszerről tett minden matematikai és metaphysikai nyomozásainak alapját az az idea képezi, hogy a Nap-rendszer csak az által ilyen, ha benne törvény és rend uralkodik úgy, hogy a mozgásokat kormányzó törvényeknek saját okaik vannak. Ezeket az okokat kifürkészni akarni a legnagyobb bátorságú vállalat volt. A rendre nézve pedig főkép hármat törekedett kimutatni, az égi sphærák számát, nagyságát és mozgását (*numerus, quantitas et motus orbium*) vagy a mint ma mondanók: a bolygók számát, közép távolságát és közép mozgását vagy keringése idejét, mert a dolog természete szerint ezeknek is geometriai elven kell nyugodni. Sejtette ő azt, hogy e dolgoknak is megvan az alapja. E sejtelmet fölélesztette benne a nyugvónak: a Napnak, az állócsillagok egének és az égtérnek (*intermedium*) szép harmoniája az Istennel, az atyával, a fiúval és a szent szellemmel.\*) Minthogy a nyugvók oly harmonice viszonyulnak egymáshoz, nem kételkedik benne, hogy a mozgóknál is a vonatkozások meglesznek. Úgy következtet, hogy ha az Isten a bolygók mozgásait bizonyos viszonyban helyeztette távolságaikhoz: a távolságokat is vonatkozással valami máshoz teremtette.

Az igen természetes, hogy ha a világ kosmos, úgy a világtestek száma törvény által van meghatározva, azaz szükségképen. És ha a kosmos, a mint azt a szó is mutatja, a szépség eszméjének alakjában mutatkozik: ebben Kepler szerint a természeti törvény is befoglaltatik. Csakhogy azt nem lehet a priori meghatározni, hogy a bolygók számának hatnak kell lenni. A bolygók száma függ a központi test nagyságától és tömörségétől.

De mindehhez a megkívántató számításokat még nem ismerték. Egy előadás alkalmával 1595-ben július 19-én villant meg fiatal lelkeben az a gondolat, hogy a bolygók arányos távolsága és az öt szabályos alak közt kell kapcsolatnak lenni. De a szabályos alaktól a szabályos testekhez csak egy lépés

---

\*) *Tria potissimum erant, quorum ego causas, cur ita, non aliter essent, pertinaciter quærebam, numerus, quantitas et motus orbium. Ut hoc auferem, effecit illa pulchra quiescentiam harmonia. Solis, fixarum et intermedii cum Deo patre, Filio et S. Spiritu: quan similitudinem ego in cosmographica persequar amplius. J. Kepleri opera omnia* ed. Ch. Frisch. Frankof, 1858. Vol. I. 106. l.

van. Így jött rá, hogy a világepület az öt szabályos test szerint van képezve. Azt mondja, hogy a Föld minden egyébnek mérteke.\*\*) A Földpálya sugarával leírt gömb körül írjunk le egy tizenkét lapot az ezt körülzáró gömb sugara a Marsé, Mars sphaeráját határoljuk körül egy négy lappal, az ezt bezáró sphaera Jupiteré lesz, Jupiter sphaeráját zárjuk be kockával, a sphaera, mely ezt körülírja, Saturnusé. Továbbá a Föld sphaerájába írjunk be egy húsz lapot, az ez által bezárt sphaera Vénusé lesz, írjunk be a Vénusba egy nyolczlapot s ebben a sphaera Mercuriusé lesz. Így nyerjük a bolygók számának alapját.\*\*\*) Ez esemény emlékére Kepler a fölfedezés szavait úgy írta le, a mint azok abban a pillanatban a nyelven voltak. Kepler öröme erre a fölfedezésre rendkívüli volt s most éjjel-nappal azt nyomozta, hogy szavai Copernicus sphaeraíval összhangzanak-e? Kívánta gondolatait nyomtatásban látni, hogy utána mások, kik tehetséget éreznek, az Isten nevének dicsőítéséhez járuljanak s mintegy egy szájjal a legbölcsebb teremtet magasztalják. Kevés nap múlva örömmel vette észre, hogy az öt szabályos test egyik a másik után a bolygók közé szépen beillik, mit egyenként mutogat és erre a munkát kiadta.

Kepler nemcsak rendkívül örült a világtitkának, hanem általa el volt ragadtatva, a mint a munka végén zsoltári buzgósággal fölfohászkodik: «Világ atyja! mi indított Téged oly kicsiny és gyöngé földi teremtményt oly magasan fölemelni, hogy itt áll fényben, mint egy király, ki terjedelmes országok fölött uralkodik, csaknem mint Isten, mert a Te gondolataidat gondolja».\*\*\*) Kepler nem volt philister philosophus, ki azt mondja, hogy az Istent meg nem ismerhetjük. Sőt azt állítja, hogy az Isten előtt kedves, ha az ember az ő hatalmát, bölcsességét és jóságát kutatja és hirdeti. Egy levélben azt mondja: «ego studeo ut hæc ad Dei gloriam, qui vult ex libro naturæ agnosci, quam maturime vulgentur: quo plus alii inde extruxerint, hoc magis gaudebo, nulli invadebo. Sic vovi Deo, sic stat sententia. Theologus esse volebam: diu augebar. Deus

---

\*) *Terra est circulus mensor omnium. J. Kepleri opera omnia* ed. Frisch Vol. I. 109, Frankofurti, 1858.

\*\*) *J. Kepleri opera omnia* ed. Frisch. Vol. I. 109. l. Frankof, 1858.

\*\*\*) U. o. 185. l.

ecce meâ opera etiam in astronomia celebratur».\*) Ez értelem-  
ben mondja, hogy minden idők bölesei az igazság hirdetésére  
nevezve kölesönös viszonyban állanak s ezért Ptolemæus művé-  
ben, mely egy gondolkodót már 1500 év előtt foglalkoztatott,  
hasonló művet üdvözöl (harmoniók). Hisz a természet a  
távoli századok különböző magyarázói által maga nyilatkoz-  
tatta ki magát, úgy, hogy itt két természetvizsgálónak lelkében  
a világ lényegéről ugyanazon fogalom született meg a nélkül,  
hogy egyik a másiknak útát tört volna.\*\*)

Tehát az öt szabályos test alapja a bolygók számának és  
a Naptól való arányos távolságának. A keringési idők pedig  
függnek a távolságoktól.

Kepler gondolatainak a metaphysikai szükségesség lát-  
szatát törekszik adni. A geometriai viszonyok, úgy mond, örök-  
kévalók, mint az Isten, de megvan bennök a görbének (göm-  
bolyü) és az egyenesnek (szögletes) különbsége. A görbe az isteni  
hasonlatosság bélyegét hordja magán, az egyenes képviseli  
a teremtményt. A világ kiegészítésénél képezetett először  
a mindent befoglaló állócsillag-sphæra, az istenség geome-  
triai képe, a látható és testi Isten. E legvégsőbb kerekítmény  
tartalmát az egyenes és ennek nagyságai teszik. Az egyenesek  
közt a legtökéletesebb és a legszebb az öt szabályos test. Az öt  
szabályos test két rendre oszlik el. Az elsőhöz tartozik a kocka,  
a négylap és a tizenkétlap; a másodikhoz a húszlap és a nyolcz-  
lap. Azok az eredetiek, ezek a származottak. Azok saját oldal-  
lapokkal bírnak és csúcsaikat három sík zárja be. Ezek oldal-  
lapjaikat a négylaptól veszik és csúcsaik több mint három sík-  
laptól vannak bezárva. Az kellett, hogy a Föld pályáját három  
eredeti test zárja körül, maga pedig a két származottat bezárja.  
A Földet e hely illeti meg, mert ez az Istenkép lakhelye.\*\*\*) Az  
öt szabályos alaknak legjelesebbike a kocka. Így az öt testnek  
mindegyike a bolygók között azt a helyet foglalja el, mely azt  
rangjánál fogva megilleti. De az csak látszólagos ok, hogy pél-

\*) U. o. 14. l.

\*\*\*) U. o. Vol. V. 269. l.

\*\*\*\*) A Földről ezt is mondja: «convenientius fieri nihil potuit  
quam ut Tellus nostra totius mundi summa et compendium atque  
adeo dignissima stellarum mobilium, orbe suo inter dietos ordines  
distingveret». Vol. I. 128. l. ed. Frisch, Francof., 1858.

dául a négylap miért esik Jupiter és Mars közé. Azonban az ily speculatiohoz elég kapcsolópontokat nyújtott azon szám-beli mystika, melyet Pythagoras óta üztek.

E természettani phantasiákat, melyek Plato Timæusára emlékeztetnek, Kepler az astrologiára is alkalmazza, az egyes bolygók mivoltát az öt szabályos testből törekedven kimagyarázni. Mivel a Föld az eredeti és a származott soklapok között a határt képezi, azt se az egyikhez, se a másikhoz nem lehet számítani. Az öt szabályos test csak az öt bolygó közt van elosztva. Saturnust tehát a koczka, Jupitert a négylap, Marst a tizenkétlap, Vénust a húszlap, Merkurt a nyolczlap illeti meg.

De ez astrologiai játékok mellett volt egy a tudományra nézve igen fontos dolog, hogy a világ titkait megfontolja. Noha Copernicus a Napot a világ központjába helyezte, mégis a bolygók legnagyobb és legkisebb távolságait nem számította a Naptól, hanem a Föld-pálya központjától, mintha ez volna a világ központja. Ellenben Kepler geometriai világépületét ennek központjától, a Naptól számítja.

És Keplert épen e képzeleteinek köre vezette az igazi, a halhatatlan fölfedezésekre. Mert ha a bolygók távolságai a priori-féle okok által határozhatók meg: úgy csak egy kapcsolatra van szükségünk a bolygók távolságai és mozgásai között s megismerjük a világ titkát. Pedig Kepler azt tanítja, hogy a bolygó mentől távolabb áll a Naptól, annál hosszabb időt kíván pályája befutására. Már a mysteriumban több fejezet e kapcsolatnak van szánva. Ezt kereste Kepler vas kitartással csaknem negyed századig, s hogy ki nem fáradt, azt az előadott ideáknak köszöni. A kapcsolat fölismerése a bolygók távolsága és mozgása között Kepler nagy érdeme, mert az egy fő természeti törvény. Kepler már a «világtitokban» sejtette homályosan azon erőket, melyek a bolygók pályáit meghatározzák, harmadik törvénye pedig Newtont a legáltalánosabb természeti törvény fölismerésére vezette. E kapcsolat tanít minket ismerni azokat az erőket, melyek a bolygókat mozgatják, tehát fölfogni azokat az okokat, melyek pályáikat szabályozzák. Hogy mi ennek ismeretéhez eljutottunk, azt mindenek előtt azon kapcsolatnak köszönjük, mely a bolygók távolsága és mozgása között van. De ez a kapcsolat csak betetőző pontja azon a priori-féle szerkezetnek, mely szerint Kepler a világépületet rajzolja. Világos tehát, Kepler

azt kereste, a mit a gravitatio törvénye megtesz, azt a törvényt, mely a bolygók pályáit meghatározza. Kepler sejtelmesen kereste a kulcsot a geometriában.\*) Newton azt megtalálta a gravitációban.

Még valamit. Kepler azt mondja, hogy mentől távolabb esik a bolygó a maga központjától, annál nagyobb a keringési ideje. Tehát nem csak a keringési idő meghosszabbíttatik, hanem a bolygó mozgása is lassúbb lesz, ha nagyobb távolságban áll a Naptól.\*\*\*) Azt állítja, vagy a mozgó bolygólekek azon mértékben gyöngébbek, minél távolabb esnek a Naptól, vagy a bolygók központjában lakik egy mozgó lélek, mely minden hozzá közelebb álló testet annál inkább tüzesít, a távolabbiakat pedig ellankasztja. És mint a fény a Naptól kisugárzik, úgy ez az életnek, a mozgásnak is forrása s a világ lelke. Hozzáteszi tégy lélek helyett erőt s igazat mondál. Noha Keplernek csak húsz évvel később sikerült a helyes viszonyt megállapítani, már a *mysterium cosmogra-*

\*) Mily magas fölfogása volt Keplernek a geometriáról, kitetszik, midőn ezeket mondja: «Geometria ante rerum ortum menti divinæ coeterna, Deus ipse (quid enim in Deo, quod non sit ipse Deus?) exempla Deo creandi mundi suppeditavit et cum imagine Dei transivit in hominem non demum per oculos introrsum est recepta. U. o. Vol. V. 222. l. Non aberrat ab archetypo suo Creator, geometriæ fons ipsissimus et ut Plato scripsit æternam exercens geometriam. U. o. 277. lap.

\*\*) A 20-dik fejezetben, melynek czíme: «Quæ sit proportio motuum ad orbis», ezt mondja: «quod si tamen præcisius etiam ad veritatem accedere et proportionum æqualitatem ullam sperare velimus, duorum alterum statuendum est: aut motrices animas quo sunt a Sole remotiores hoc esse imbecilliores: aut unam esse motricem animam in orbium omnium centro scilicet in Sole, quæ ut quodlibet corpus est vicinius, ita vehementius incitet: in remotioribus propter elongationem et attenuationem virtutis quodam modo languescat. Sicut igitur fons lucis in Sole est, et principium circuli in loco Solis, scilicet in centro: ita nunc vita, motus et anima mundi in eundem Solem recidit: ut ita fixarum sit quies, planetarum actus secundi motuum, Solis actus ipse primus, qui incomparabiliter nobilior est actibus secundis in rebus omnibus: non secus atque Sol ipse et speciei pulchritudine et virtutis efficacia et lucis splendore ceteris omnibus longe præstat. Hic iam longe rectius in Solem competunt illa nobilia epitheta, cor mundi, Rex, Imperator stellarum». Kepler tulajdonít lelket a Napnak, Földnek stb. Ez még az újplátói befolyás.

phicum ideáiban megvannak a csírák nagyszerű fölfedezéseihez.

Igaz, hogy a *Mysterium Cosmicum* főleg a képzelet műve, igaz, hogy a priori olyat akart megismerni, melyhez tapasztalás is kell, de az emberi képzeletet az igazság szelleme kísérte, mert a tévedés az ég törvényeinek ismeretének útját egyengette. Ez a nagy fontossága van Kepler «világítkának». A tudományok története elvesztené a legnagyobb ingert, ha csak az egy színbe öltözött igazságot adnók elő és nem egyúttal a tévedést, mely amazt, mint az árnyék a fényt kíséri. A tudományok története, vegyülete az igazságnak és a tévedésnek, a hibának; az igazság csak a helyreigazítások által ragyog föl egész tiszta fényében.

A mű először Tübingában jelent meg 1596-ban, jó öreg tanítójának szerető gondjai alatt nyomtatott. Mæstlin a tübingai akadémiai senatushoz beadott véleményében Kepler művéről igen dicsérőleg nyilatkozik. Azt mondja: «ki merészelt volna arra csak gondolni, hogy az égi sphaerák számát, rendjét és nagyságát a priori bebizonyítsa s okát az Isten tanácsából előszármaztassa. Erre vállalkozott Kepler és azt szerencsésen megfejtette. Ő az első, ki tekintetbe vette, hogy a bolygók távolsága egymástól az öt szabályos test által van meghatározva. Ez által minden oly tökéletes kapcsolatban van egymással, hogy semmit sem lehet megváltoztatni a nélkül, hogy az egész össze ne düljön». Csak azt hibáztatja a műben, hogy előadása homályos.

## 2. Az ég physikája.

Tycho a töle föltalált csillagászati szerekkel oly finom észlelesekett tett, melyek csak mély csillagászati belátásból eredhetnek. Ezen a téren rendkívüli hatással működött Kepler. Ez a csillagászatban a nagyszerű fölfedezések ideje. Kepler a bolygók pálya-egyenlőtlenségeit alapos vizsgálat alá vetette. Ennek eredménye lett az első és a második törvény fölfedezése. A bolygópálya alakját is fontos csillagászati számítások után állapította meg.

Tycho Mars megfigyelésének egész sorát hagyta hátra s most Keplernek azok nyomán elmés combinatiók által lehetséges volt a bolygók elméletét megalapítani. Ez által lett ő

atyja az elméleti astronomiának. Megkülönböztette a törvényeket, az elemeket s a kettőből kiszámította az egyes esetet vagyis a bolygónak helyét. E három dolog logikai kapcsolata egyszerű példája, hogy egy tudomány mikép képződött az észkövetkezés alakja szerint. De mivel a törvény egyelőre ismeretlen volt előtte, ő azt az elemek segédelmével az inductio útján nyomozta ki. Az elemek magokban foglalják azon föltételeket, hogy az egyes eseteket a törvények alá foglaljuk; azok különben a törvényekre nézve esetleges nagyságok. Legnehezebb volt ezen az úton fölfedezni, hogy a bolygók pályája ellipsis. De Kepler törvényei az égi mozgásoknak pusztán geometriai alakjai. Newton jól megmutatta, hogy ezek a törvények egy dinamikai törvénytől függenek, s szükségképen következnek az anyag eredeti tulajdonságából — a tömegvonzásból.

Ugyanis azon természeti erők között, melyek minden testit az égen és a földön kormányoznak, egyik fő dolog, mint azt most már mindenki tudja — az általános vonzás. Keplernek erről helyes fogalma volt s az Newton gravitációjához is fontos kapcsolpontokat adott. De ő a vonzást csak földi erő gyanánt fogta föl. Halley és Newton jöttek arra a gondolatra, hogy Galilei törvényeinek az esésről nemcsak a földi testek, hanem az égtérben a csillagok is alá vannak vetve. Aristoteles azt tanította, hogy az égen az ötödik, a többi elemektől különböző elem, az æther. Ezt a tant leginkább Patrizzi és maga Galilei rontotta le s Halleynek és Newtonnak egyengette az útját. Egyszerű az igazság, mely a valóságot kormányozza.

Keplernek még nem volt belátása a központi és a görbe vonalú mozgás mechanikájába. Máskép tétélei a vonzásról helyes belátást mutatnak \*) és sokban helyreigazítják az akkor még forgalomban levő aristotelesi képzeteket. A renaissance-kori természetphilosophusok itt jó utat törtek. Keplernek a tehetetlenségről azon képze volt, hogy minden testnek az a tulajdonsága van, minden pontban nyugodni, hol egy rokon test erejének körén kívül fekszik. Ezért mondja, hogy a vonzás, a rokon testeknek kölcsönös törekvése az egyesülésre oly módon, hogy a Föld a követ erősebben húzza magához, mint a kő a Földet. Ha a Földet a világ központjába helyezve gondoljuk, a nehéz testek nem vonzatnak a világ központja felé, mint

\*) *J. Kepleri opera omnia*. Vol. III. 151. s köv. 1.

ilyen felé, hanem egy kerek mint rokon központ, tudnillik a Föld felé. Helyeztessék a Föld állati tehetsége (facultas animalis) által bárhová, a nehéz testek mind feléje mozognak. De ha a Föld nem volna kerek, a nehéz testek nem törekednének minden felől a Föld központja felé, hanem különféle tájakról különféle pontok felé.

A mi testi anyagból áll, az egyáltalában nem könnyű, hanem viszonylagosan könnyebb az, mi ritkább, még pedig vagy természeténél fogva, vagy ha esetleg meleg járult hozzá. A könnyű testek tehát nem futnak a világ felületére, hanem csak kevésbé vonzatnak s így a nehezebbek által kitolatnak. Ha ez beáll, azok is nyugosznak s a Föld által helyeikhez köttetnek.

Ha két nehéz test, például két kő, valamely helyen közel egymáshoz elhelyeztetik egy harmadik rokon test hatásának körén kívül: úgy (a mágneses testek módjára) egy közbeeső helyen egyesülnének, mindegyik a másikhoz a vonzó tömeg mértéke szerint közeledvén.

Ezt a tételt alkalmazza a Földre és a Holdra. Ezek tehát szerinte rokon testek s így a súly hatását a távolba, azaz a vonzást egy konkrét esetben határozottan kimondja. Ha a Föld és a Hold az életerőnek (vis animalis) egy neme vagy más hasonló által nem tartatnék meg a maga pályáján, a Föld a Holdhoz távolságának 54-ik részével fölemelkednék, a Hold pedig 53-ik részével a Földhöz leszállana s itt egyesülnének, föltéve, hogy mind a két test ugyanazt a tömötséget bírná.

E tettekben általában jól előadja a mechanismus fogalmát. Ugyanis minden testi tömegnek van súlya vagyis a kisebbik vonatkozik a hozzá legközelebb álló nagyobbra mint központjára, a kisebb test a nagyobbnak mechanikai járuléka. A súly az anyag egységének megvalósulása. A tömeg mint pusztán mechanikai egyed tehetetlen, mert nem határozza meg magát saját magából, hanem nyugszik, s csak akkor mozog, ha kívülről járul hozzá valamely erő.

Miután a kristály-sphærák régi képzetét Tycho lerontotta, mit kellett hát állítani, ha azt akarták tudni, hogy a bolygó területe határain miért marad meg s az égből le nem zuhan? Kepler szerint: a tehetetlenséget. De a Napnak van mozgató ereje s ezért a bolygók nem maradnak meg nyugalomban, hanem a Nap körül forognak. Hogy a Nap a mozgás forrása, azt

onnan tudjuk, hogy a távolabbi bolygók lassabban mozognak mint a közelebbiek, azután hogy a bolygó mozgása meggyorsítatik, minél közelebb jut a Naphoz. A Napnak van tengelyforgása azon táj felé, mely felé minden bolygó mozgása történik. A tengelyforgás oka a Napban levő *anima motrix*.\*) Ez gyűjtja még a naptestet s a mindenség fényforrásává teszi. Ezt tehát mint élő lényt gondolja és nem mint mechanikai erőt. A Napból a mozgató erő minden irányban egyenes vonalokban kiárad. Midőn a nap tengelye körül forog, az erőnek azon irányvonalai is forognak s a nyugvó bolygókat magokkal ragadják. A forgó Nap az erőnek kiáradó irányvonalait forgásba hozza s e forgás szerint mozognak a bolygók.\*\*\*) A központi mozgás ideájától Kepler még távol állott. Hogy a bolygók futásának ideje nem esik össze a Nap forgási tartamával, annak két oka van. Ugyanis a mozgató erő gyöngébb lesz, ha a naptól távolabb esik, azután az egyes bolygók tehetetlenségénél fogva, a nap forgási erejének ellenállanak, még pedig annál inkább, minél nagyobb a tömegük. Csakhogy Keplernél a Napból kiáradó erő más, mint a súly. Ez vonzó erő, az pedig forgási, érintői erő.\*\*\*\*) És a Napból kiáradó erő a Nap tengelye körüli forgása miatt csak hosszában terjed.

A régiek véleménye szerint a mozgató erők isteni értelmiségek, melyek hatása mindig egyenlő. Innen az égi körmozgás egyenletessége. Kepler napereje, a régiek értelmi sphaerái közt és Newton gravitációja közt a közepső tag.

Hogy a bolygók ez erő behatása alatt nem írnak le a Nap

---

\*) Nevezi azt így is : vis animalis, vis motrix, virtus motrix. *Joh. Kepleri opera omnia* ed. Frisch Vol. III. C. XXXIII. Ugyan itt azt mondja efflatus (virtutis) quemadmodum et lucis immateriatus est. Relinquitur igitur ut quemadmodum lux omnia terrena illustrans species est immateriata ignis illius, qui est in corpore Solis: ita virtus hæc, planetarum corpora complexa et vehens sit species immateriata ejus virtutis, quæ in ipso Sole residet inæstimabilis vigoris adeoque actus primus omnis motus mundani. 305. l.

\*\*\*) Cum species fontis seu virtus planetas movens, gyeretur circa centrum mundi, rem ipsam quoque cujus est species Solem nempe gyrari concludo. U. o. 305. l.

\*\*\*\*) Hogy az attractióra és a repulsióra, a mint azt ma ismerjük, nem gondolt, kitetszik a következő helyből: idem qui planetam attrahit, vicissim etiam repelleret: quod pugnat cum simplicitate solaris corporis. U. o. Vol. III. 319. l.

körül köröket, hanem ellipsiseket, ezt így magyarázza: Minden bolygóban van mágnes-tengely,\*) mely mindig az ég ugyanazon tája felé iránylik s midőn a bolygó mágnes-tengelye mindig ugyanazon világtáj felé iránylik, nem részesül a bolygó-tengely keringésében. E mágnes-tengely egyik sarka a Nap iránt barátságos, a másik ellenséges. Innen és e tengelynek a bolygó keringése alatti párhuzamosságából ered a bolygópálya ellipszis alakja. Ezek az égphysikának alapvonalai, a mint azokat *Mars* című munkájában rajzolja.

### 3. Az ég harmoniája.

Keplernél az ég physikájának eredménye volt a bolygópályák elemeinek (közép távolság, excentricitás) ismerete, azután fölfedezése az igazi szabálynak, hogy az elemekből mikép kell kiszámítani a bolygók helyeit. Midőn Kepler az ég physikájának eredményeit a «világ titká»-ra alkalmazta, rájött az ég harmoniájának gondolatára. E munkában adta elő a harmadik törvényt. Keplert a világ harmoniájának eszméjére a pythagoreusi tanulmányokon kívül hihetőleg Tychoval való összeköttetése is vezette. Csakhogy Tycho az églevegőből (aura ætherea), tehát inkább physikai módon származtatta a hangok támadását, mint mythosilag. Kepler ellenben, ki úgy a hangok mythusát, mint a kristály-sphærák helyett az églevegőt elfogadta, a világ harmoniáját egyrészt az ég physikájával, másrészt a világ épületének ideájával, a mint ez az öt szabályos test szerint van szerkesztve, összekapcsolta. Miként függenek össze az öt szabályos testtel a bolygók távolságai, azt egyenként előadja. De azt találta, hogy a viláépület az öt rendszerestől eltér és hogy az egyes bolygók az idő alatt, midőn pályájukat befutják, távolságaikra nézve változnak. Kell, hogy e kettőnek közös alapja legyen. Ez az ég harmoniája, mert a harmonia az egésznek egysége és kapcsa, a világ ékessége, a teremtes koronája. Tehát két alapelv van a viláépületre nézve: az öt szabályos testnek geometriai és a harmoniaknak zenei törvénye, úgy hogy egyik a másikhoz illik. Az ég harmoniája a napközépi (heliocentricus) mozgásokban fekszik. Kepler,

---

\*) *J. Kepleri opera omnia*. Vol. III. C. XXXIV. Corpus Solis esse magneticum et in suo spatio converti.

Tycho észlelései nyomán, összehasonlította a bolygók legkisebb és legnagyobb mozgásait s az így készített táblából nyerte az ég harmoniáját. De mi annak értelme és mit akart Kepler e phantasiák által? Célja volt a bolygópályák excentricitásának kimagyarázása. Ez excentricitás kezdet óta csillagászati speculációjának titkát képezte s meg léven győződve a természeti szükségességről, kutatta az excentricitás alapját. Az ő felfedezése által, hogy a pálya alakja ellipsis, a dolgot egészen másképp kellett tekinteni, mert az excentricitás az ellipsisnél a görbének természetében fekszik s új astronomiai elemet határoz meg: a pálya alakját. A körök mind egyenlő alakok. Hogy az ellipsisek mind egymáshoz hasonlók legyenek, egyenlő excentricitással kellene bírnok. Mivel Kepler föltette, hogy a pálya nagyságának van törvénye, illet annak alakjára nézve is gyanított s most ezt a törvényt kereste. Ha ez sikerül neki, a bolygók pályáinak elemeit bizonyossággal a priori meghatározhatja. Nála a törvéynél csak a nagyság, az alak (ellipsis) és a körülforgási idő jó tekintetbe. A törvényt a bolygópályák nagyságára nézve (a bolygók arányos távolsága a naptól) kereste az öt rendes testben, a bolygó ellipsis formájára nézve pedig az ég harmoniájában. Milyek állnak kapcsolatban az excentricitások a harmoniákkal? Matematikailag véve a dolgot, a hang magassága nem egyéb, mint bizonyos hosszúságú húr rezgéseinek száma, melyet a húr egy időegység alatt megtesz. Ha egy bolygónak naponkénti napközépi szögmozgását másodperczekben kifejezzük, e másodperczek számát mint egy hang rezgési számát tekinthetjük. Ha egy bolygó sebessége, keringése alatt megváltozik, nem adja mindig ugyanazt a hangot vagy nem lesznek mindig ugyanazon rezgési számai. Tehát egy zenei hangközön fut végig. De a hangköz, melyben a távolságok változása játszik, nyilván a bolygópályák excentricitása. Hogy a távolságokat a harmoniából kiszámítsa, ismernie kellett azt a törvényt, mely szerint a bolygók közép mozgása a közép távolságokkal megváltozik s így ismerte föl a harmadik törvényt.\*)

Így magyarázza Kepler az ég harmoniájából a bolygópályák excentricitását. El kell ismerni, hogy a mód finoman van kigondolva és éles elmével keresztül vive. És a mi fő, ez alapból emelkedett ki a harmadik törvény. Kepler belátta, hogy a

\*) *Harmonices mundi* Vol. V. Lib. V. C. III.

közép mozgások, következésképen a keringési idők, a számok nagy eltérése miatt, a harmoniák alól kivonják magokat, de megnyugtatta őt azon gondolat, hogy kellett a különböző típusoknak, mint az öt típus tagjainak, kölcsönösen mérsékeltetniek úgy, hogy magában egy sem pontosan, de lehetőleg a legnagyobb összhangzatban legyen az égen kifejezve. Ez azért történt, hogy a világepületben minden tökély meg legyen valószínűsítva.

De az egész dolog hysteron proteron. Ezt mondja többek között Apelt, kinek kritikáját e pontra nézve követjük. Mert a legnagyobb és legkisebb sebességek közti viszonyok valójában szerves kapcsolatban állanak egymással, a mint ez magának Keplernek második törvényéből következik. Kepler szerint az ég harmoniája az, melyet az istenség akart: a világ célja. Azt jól lehet, sőt kell is gondolni, hogy a természet nemcsak gépies törvényeknek van alávetve, hanem szépen és célok szerint is hat. Kepler szerint a világ célja az ég harmoniájában áll, mely a bolygók szögsebességeinek végleteiben (motus extremi) nyilvánlik. A világteremtőnek, hogy a világot a szépségnek szabálya szerint kepezze, a közép távolságokat és az excentricitásokat úgy kellett választania, a mint azok vannak. Keplernek volt az a meggyőződése, hogy a mennyiségek, ha nem is természeti törvény, de a szépség szabálya szerint vannak meghatározva. Csakhogy a törvény ugyanaz marad, holott a mennyiségek, melyeket kormányoz, változók, azaz esetlegesek. Ő pedig arra törekedett, nemcsak a bolygók mozgástörvényeit, de pályájuknak számbeli elemeit is elméletileg meghatározza. A matematikai formák szükségessége és az egyes számérték esetlegessége csak akkor világlott ki, midőn Newton nagy fölfedezése után a physikai csillagászat az ég mechanikájává lett. Az új csillagászatban Kepler lényegileg el nem hagyja a physikai alapot, ellenben a világ harmoniájában azt átlépi, mivel a geometriailag zenei elv, melyet a naprendszer épületének ad, nem áll kapcsolatban a physikai okokkal.

Kepler nagy kincset szerzett az emberiség számára, ép azért képzeltégein nem fogunk mosolyogni. A nagy gondolkodók tévedései is, mint mozzanatok az emberi szellem történetében, méltók arra, hogy följegyeztessenek. Szerette ugyan a dicsőséget, de mindennek előtt szerette az igazságot. Ezért őszintén elmondja minden téves kísérletét, mi írataiban vonzó vo-

nás. Az igazságot, melyet keres, egy szép kaczer lyány képében képzeli, ki ingerkedik vele, fut a fűzfák alá és mégis láttatni akarja magát.

*Malo me Galatea petit lasciva puella, et fugit ad salices  
et se cupit ante videri.*

Kepler igazán a keresztyén vallás szelleme szerint élt, mert mindenek előtt kereste az igazságot, ezért minden nyomort, viszontagságot, üldözést eltűrt s annak mindent fölállított.

DOMANOVSKI ENDRE.