
Négyszázötven éve született Johannes Kepler

Johannes Keplernek köszönhetjük a bolygók mozgásának a törvényeit és az égi mechanika megalapítását. Ő volt a csillagászat forradalmának legfontosabb kulcsfigurája a tizenhetedik század elején, amikor Kopernikusz fél évszázada javasolt heliocentrikus világképét alátámasztották Galilei felfedezései és ékesszólása. Noha igen vallásos volt, és Istent kívánta ünnepelni a csillagászatban, a reformátorok és ellenreformátorok között élő lutheránus Kepler megfigyelésekkel ellensúlyozta a misztikus harmónia iránti vonzalmát. Képes volt megszabadulni a terméketlen elméletektől, és matematikai törvényszerűségeket keresni. „Lelkem legmélyéből bizonyítottam igazságát – írta a Naprendszeréről –, szépségét hitetlenkedve, elragadtatott gyönyörűséggel szemlélem.”



Johannes Kepler 1571. december 27-én született a Württemberg tartományi Weilben. Apja bogaras természetű katona volt, maga Kepler gyermekként beteges, felnőttként pedig hipochonder volt. A Tübingeni Egyetemre járt, ahol Michael Mastlinnél, Kopernikusz meggyőződéses hívének tanult. Kepler kezdetben teológusnak készült, de miután az egyetemet 1591-ben befejezte, elfogadott egy tanári állást az osztrák birodalomban, Stájerország fővárosában, Grazban. A matematika és az erkölcsstan professzoraként

nem volt különösebben sikeres, csupán néhány tanítványt szerzett, szabadidejét horoszkópok készítésével mulatta – egyre csökkenő lelkesedéssel, de hitt az asztrológiában –, és a csillagászatot tanulmányozta.

1597-ben Kepler közreadta *Mysterium Cosmographicum*-át, amelyben alátámasztotta Kopernikus elméletét a heliocentrikus világegyetemről. Érdekes, hogy Kepler felhasználta a püthagoraszai eszméket a napközpontú univerzumhoz, komolyan véve a különleges ontológiai szerepet, amelyet az ókori görög tulajdonított a matematikának. („A számok jelentik a mindenséget” – mondta állítólag Püthagorasz.) Kepler megpróbálta kimutatni, hogy a hat ismert bolygó az ókori görög által felfedezett öt mértani testhez hasonló pályát ír le. A Szaturnusz égi formája például a kocka, a Merkuré az oktaéder. Nem csoda, ha Galilei, akinek Kepler elküldte a könyvét, barátságosan, de egyébként óvatosan válaszolt.

1600-ban, hogy lutheránusként az ellenreformáció kellős közepén elkerülje az esetleges üldöztetést, Grazból Prágába költözött. Itt egy rövid, de fontos időszakon át a nagy csillagász, Tycho Brahe segédjeként dolgozott. A két ember minden bizonnyal feszült viszonyban volt egymással, mivel Brahe azt remélte, hogy egész életének a munkája, feltékeken őrzött, összegyűjtött mérései a saját kozmoszelméletét fogják igazolni. Ám a következő évben meghalt. Kepler megörökölte a megfigyelések tömegét, beleértve a Marsra vonatkozó fontos adatokat is. Ezt az információt felhasználva és osztozva Brahe pontosság iránti tiszteletében, Kepler a következő nyolc évben tette legfontosabb felfedezéseit.

Legfontosabb áttörése a hagyományos csillagászat terén az volt, hogy segítségül hívta az erő fogalmát, és olyan törvényeket javasolt, amelyek megmagyarázták a bolygók mozgását. A csillagászatban, beleértve Kopernikust is, addig nem létezett ilyen elmélet, a bolygók mozgásából elsősorban jósolni volt szokás. Amikor Kepler rájött, hogy a Mars pályája nem illik bele sem a ptolemaioszi, sem a kopernikuszi sémába, elhagyott valamit, ami közös volt a két rendszerben, a tökéletesen kör alakú bolygópályák régi filozófiai téziséét. Ugyanakkor szakított azzal a feltételezéssel is, hogy a bolygók egyforma sebességgel haladnak. Adataiból arra következtetett, hogy valamennyi bolygó gyorsabban halad, amikor a Nap közelébe jut, és lelassul, amikor távolabb kerül. A fokozatos megközelítés módszerével felfedezte a törvényt, amely ezt a mozgást kormányozza. A Napot és a bolygót egy képzeletbeli egyenes, rádiuszvektor köti össze, amely azonos idő alatt azonos nagyságú területeket sűrol. Ezt nevezzük Kepler második törvényének.

Miután egy kopernikuszi keretben felfedezte a második törvényt, még tisztázni kellett a bolygók pályájának valódi formáját. Kemény munka után rájött az ókoriak által is ismert ellipszis előnyére. Erre nagy pontossággal illettek a pályáivek. Ez lett Kepler első törvénye: a bolygók pályája ellipszis alakú, a pálya egyik gyújtópontjában van a Nap.

Első két törvényét az 1609-ben megjelent *Astronomia nova* (Új csillagászat) című műben adta közre. Bár nem fedezte fel a tömegvonzás általános törvényét, Galileihez hasonlóan közel járt hozzá. Tudatában volt annak, hogy az égitestek között erők működnek, amelyeknek aránya kapcsolatban áll az égitestek tömegével, de a mágnesességet vélte ennek az erőnek. Az *Astromia nova* fő jelentősége, hogy átrendezte a csillagászat céljait és módszereit. Az égi geometriát alárendelte az új égi fizikának, amely felfedezhető és megérthető törvények szerint működik.

1619-ben jelentette meg *Harmonices mundi* (A világ harmóniája) című könyvét, amelyet legfőbb remekművének tartott. Az illusztrációkkal és zenei példákkal – minden bolygónak külön hangsort tulajdonított – zsűfolt *Harmonices mundi* egyes helyeken

hagymázás munka, de megtudhatjuk belőle, mit értett Kepler azon, hogy matematikai eszköz kell ahhoz, hogy az ember az Isten mellett részesüljön a világegyetem megismerésében. A könyv, noha gyakran áttéved a misztikába, mégis alapvető tudományos felfedezést tartalmaz: Kepler harmadik törvényét, amely szerint a bolygók keringési idejének négyzetei úgy aránylanak egymáshoz, mint a Naptól számított középtávolságaik köbe. Ez lehetővé tette, hogy a pályamozgás alapján kiszámolják a Naptól való távolságát.

Alapvető munkáin kívül Kepler volt a szerzője két fontos fénytani műnek is. 1619-ben és 1621-ben adta ki *Epitome astronomiae* (A csillagászat összegzése) című írását, amelyet a katolikus egyház gyorsan indexre tett. 1627-ben jelentette meg a Tycho Brahe munkásságán alapuló *Rudolf-táblákat* az ismert csillagokról, ezeket a táblázatokat még egy évszázaddal később is használták.

A feljegyzések szerint Kepler későbbi élete nem volt könnyű az ellenreformációs Európában. Amikor megpróbálta kiadni Tycho Brahe adatait, összeütközésbe került a csillagász családjával, a bérét pedig nem mindig kapta meg időben. Felesége és fia meghalt 1611-ben, a következő évben egy felkelés után lemondott Kepler pártfogója, Rudolf császár, munka nélkül hagyva a csillagászt. Kepler hamarosan Linzbe költözött, ahol matematikusként dolgozott. 1625-ben Ulmba menekült a vallási üldözések elől. 1627-ben visszatért Prágába, ahol nagy tisztelettel fogadták, és a sageni (ma Zagan, Szilézia) nagyhercegségben kapott asztrológusi állást. Elfoghatta a kétely, mert végül ismét állást keresett. 1630. november 15-én halt meg Bajorországban.

Kepler nem csupán rendkívül fontos, hanem ellentmondásos alakja is a tudománytörténetnek. Jámbor ember volt. Azt írta: „Komolyan veszem a vallást, nem játszom vele.” Mindazonáltal munkássága hozzájárult ahhoz, hogy örökre megszűnjék az egyház – mind a katolikus, mind a protestáns – világi hatalma.

„Egyike azon keveseknek, akik egyszerűen nem tehetnek másként, mint hogy minden téren kiállnak a meggyőződésük mellett” – írta Albert Einstein, aki csodálta Keplert, mivel megszabadította magát „a szellemi hagyományoktól, amelyekbe bele született. Ez nem csupán az egyház tekintélyén alapuló vallási hagyományokra vonatkozik, hanem az általános természetfelfogásra, a világegyetemben és az emberi szférában lezajló cselekmények korlátozására, valamint a tudományos kísérlet és gondolkodás viszonylagos fontosságára is.”