

SCIENCA REVUO de Internacia Sciencia Asocio Esperantista BEOGRAD, Jugoslavio	Et Vol. 22 n-ro 56/91-92 25.12.1971.
---	--

*Por la 400-jara datreveno
de la naskiĝo de J. Kepler*

PER ASPERA
AD ASTRA



*Johannes Keplerus
Mathematicus*

(J.O. Matvijišyn - K. Velkov, K i e v - L e n i n g r a d , Sovetunio)

En decembro 1971. plenumiĝis 400 jaroj de naskiĝo de la fama germana sciencisto Johano Kepler, matematikisto kaj astronomo, aŭguro de Njuton /Newton/ - fiziko kaj kreinto de nova astronomio, kiu majeste kompletigis la Kopernik-sistemon kaj esence kontribuis al analizo de infinitezimoj.

Johano Kepler naskiĝis la 27-an de decembro 1571. en la ŝvaba urbo Vajl /Weil der Stadt/, Virtembergga duklando, en malriĉa familio. Zorgoplenan kaj amaran sorton havis la malsanema Johano: anstataŭ lerni, la 6-jara knabo devis priservi en la patra drinkejo, kaj poste nelaŭforte labori en kamparo. Multfoje morto sekvis deproksime tiun morbeman estaĵon, destinitan kaj laŭmirakle restinte vivan antaŭnaskiton, apenaŭ de ĝi saviĝinta en deriro pro morbilo kaj lasita de la gepatroj. Dektrijara, li mortis la trian fojon kaj neniu jam esperis, ke li supervivos. Kion malbonan oni povis fari al la estonta genio - ĉion li eltenis de siaj gepatroj. Sola hela rememoro sur fono de la familia infero restis la fratino Margarita, tamen ŝi baldaŭ edziniĝis al homo, fariĝinta poste malamiko de Kepler.

Por liberiĝi de superflua "buŝo" en la familio, la patrino decidis sendi la, nekapablan labori fizike, junulon al senpaga lernado en Virtembergan lernejon /1583./, poste en Adelbergan monaĥejon kaj en superan lernejon ĉe Maŭlburna monaĥejo /1586./. La lasta preparadis abiturientojn por supera seminario ĉe Tubingena Akademio, kie J. Kepler estis akceptita kiel plej bona stipendiulo-seminariano de la jaro 1591.

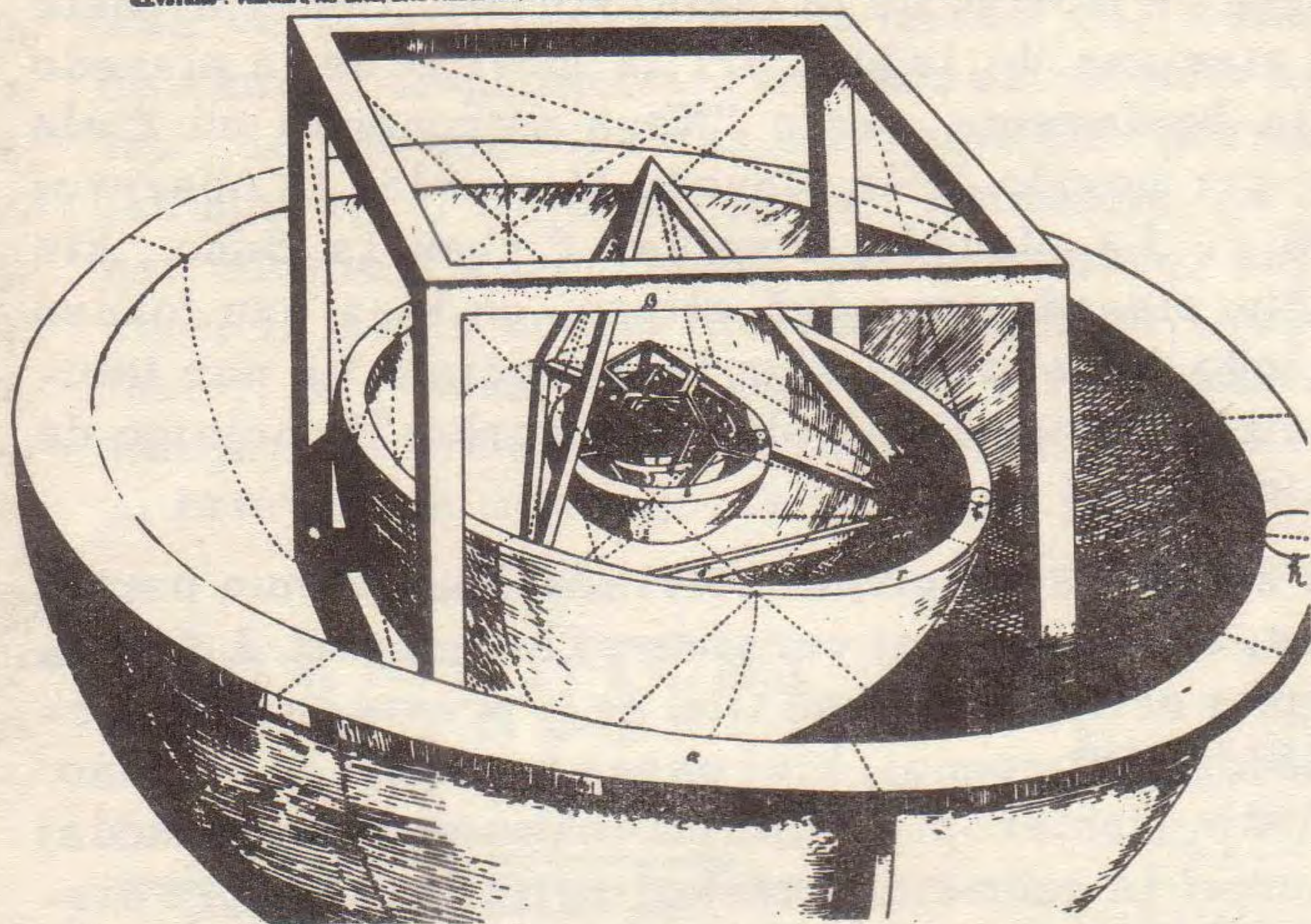
Dum la lernojaroj Kepler insiste studas matematikon kaj astronomion sub la senpera gvidado de sia instruisto profesoro Mestlin, kiu unua konatigis lin kun la revolucia doktrino de Kopernik pri strukturo de la Universo. La liberpensaj ideoj de Kepler fariĝis baro por ricevo de eklezia rango, tial la juna magistro okupas oficon de instruisto pri matematiko kaj morala filozofio en la supera lernejo de urbo Grac /Graz, Ŝtiric/. Li komencis per eldono de kalendaro laŭ Gregoriana sistemo. Astrologia kalendaro-prognozilo por la 1594.jaro estas la unua presita verko de Kepler. Li komprenas la pseŭdosciencan karakteron de astrologio, sed lia financa stato estas tiom malfacila, ke la sciencisto estas devigata kompili similajn "aŭspiciojn" dum sia tuta vivo.

"Liberiĝinte de tio eĉ dum mallonga tempo - kaj mi devus iri en sklavecon ankoraŭ pli humiliga". Des pli ĉar "astrologio estas filino de astronomio, kvankam neleĝa, kaj ĉu estas nenature ke filino nutras sian patrinon, kiu alimaniere mortus pro malsato".

El la tiutempaj leteroj de Kepler estas videble, ke li profunde pensas super la problemo pri scienca argumentigo de strukturo de la Universo. Serĉante leĝon, kiu kunligus periodojn de la planedaj cirkuladoj kaj iliajn relativajn distancojn de la Suno, Kepler erare sin turnas al la teorio de poliedroj, helpe de kiu li penas studi leĝkonformecojn inter la planedoj.

La unua granda verko de J. Kepler: "Antaŭanto de kosmografiaj verkoj, enhavanta kosmografian sekreton: pri la mirinda rilato de proporciecoj de ĉielaj cirkloj, pri la kaŭzo de nombro de ĉielaj sferoj, iliaj grandoj, pri iliaj periodaj movoj, ĝeneralaj kaj apartaj, klarigita per kvin regulaj geometriaj korpoj" /1596./ ne havis grandan sciencan signifon, sed jam ĉi tie la sciencisto montris sin vera adepto de la Kopernik-teorio. Dum sia tuta vivo li kreis hipotezojn, sen kiuj estas neeble prezenti al si lian sciencan laboron. Ties kontrolado daŭris malfacilajn jarojn da kalkulado. Ŝajnis ke tenebro de la Universo malfermis antaŭ li sekreton de sia esto, ke li trovis leĝon, kunligantan la relativajn distancojn de la planedoj ĝis la Suno helpe de ses regulaj figuroj. Kompare kun la firmaj ĉieloj - la ĉielaj sferoj - de Kopernik, tio sendube estis certa progreso. La kalkuloj kaj kontroloj de geometriaj ideoj "ŝtelis" 2 jarojn. Kepler ĉiam fieris pro tiu libro, sed baldaŭ li devis rezigni de la akceptitaj en ĝi hipotezoj. Kiel malfacile la virtuoza kalkulanto Kepler pravas pravecon de siaj ideoj, tiel facile la filozofa Kepler rezignas de neveraj hipotezoj. La dana astronomo Tiĥo Brahe /Tycho Brahe/, traleginte la libron, vidis en la persono de juna Kepler virtuozezan kalkulanton kaj unuaklasan matematikiston-teoriiston. En la 1601., laŭ invito de T. Brahe, Kepler kune kun la edzino kaj la infanoj alvenas Pragon, kie baldaŭ fariĝas imperiestra astronomo - post la morto de T. Brahe.

TABELLA III.
ORBIVM PLANETARVM DIMENSIONES, ET DISTANTIAS PER QVINQVE REGVLARIA CORPORA GEOMETRICA EXHIBENS.
ILLVSTRVM. PRINCEPI, AC DNO, DNO FREDERICO, DVCI WIRTEMBERGICO, ET TIBICINO, COMITI MONTIS BELGARVM, ETC. COMBRATA.



Strukturo de Suna sistemo, prezentata per aro da eniĝaj geometriaj korpoj



Ilustraĵo el "Nova stelo"/1606/.

Labori li devis multe, kaj la trifoje trakalkulataj florinoj apenaŭ sufiĉis por iel tarvivi. Kvankam Kepler apartenis al akompanantaro de la imperiestro, tamen li konfesas en siaj leteroj ke "la kaso estas malplena, kaj salajro ne estas donata" kaj ke li "perdis tempon apud pordo de la trezorejo, vane starante antaŭ ĝi kiel mizerulo". Por nutrisian familion li devas konstante kompili horoskopojn.

Kepler edziĝis 26-jara kun reciproka amo al altranga kaj belega virino, Barbara Miler fon Ŝuman. Atako de epilepsio ĉesigis vivon de lia edzino, baldaŭ mortas iliaj tri infanoj.

Kepler edziĝis duan fojon - al la ĉarma Susanna Rittinger, kiu naskis al li ok gefilojn. Zorgoj pri la familio kaj scienca agado tro lacigis la junan scienciston. Ja unu el tiuj flankoj ne estis pli facila ol la alia.

En Prago estas eldonitaj kelkaj verkoj de Kepler, inter kiuj "Suplemento al Vitellio" /1604./ pri la apliko de optiko en astronomio. "En la tuta libro estas sentata mano de majstro kaj ĝis nun oni povas de ĝi je io sin instrui" - skribas Bertran. Tie Kepler traktis la astronomian refrakton, montris ekzistadon de la suna korono, donis ĝustan teorion de la astronomia teleskopo, difinite precizajn regulojn por kalkulo de fokusaj distancoj, argumentis veran teorion de la vido, prezentis sian opinion pri strukturo de lumo, antaŭis en la leĝo pri atmosfera premo de la aero je 40 jaroj la eksperimentojn de Toriĉeli, deduktis leĝon pri ŝanĝo de luma intenseco reciproke proporcie al kvadrato de distanco ĝis la lumfonto. Prezentante parabolon kiel hiperbolo aŭ elipso kun senfine forigita fokuso, li unuan fojon uzas la principon de kontinueco en la elementa geometrio. Apartajn fragmentojn de ĉi tio prenas post 50 jaroj R. Dekart por sia "Dioptriko".

La teoriaj studoj de Kepler estus neeblaj sen multjaraj precizaj observoj far Tiĥo Brahe de moviĝo de la ĉielaj korpoj. Ĝeneraligante la rezultojn, Kepler starigas du leĝojn pri la moviĝo de la planedo Marso, donitajn en lia fundamenta verko "Nova astronomio aŭ ĉiela fiziko kun komentarioj pri moviĝo de la planedo Marso laŭ la observoj de Tiĥo Brahe" /1609./. La planedoj rivoluas ĉirkaŭ la Suno, kiu kaŭzas ilian movon; ĉiu planedo iras laŭ elipso, en kies unu fokuso troviĝas la Suno. La leĝo de la areoj, kiun la sciencisto tie nur intuicie sentas, estis precize pruvita en lia pli posta verko "Koncizigo de la Kopernik-astronomio".

Kepler sukcesis simple kaj originale solvi taskon, kiu nun portas alian nomon, pri la meza, ekscentra kaj vera movoj laŭ elipso. La nova astronomio estas ŝuldanta al Kepler ankaŭ tion ke li pruvis la neŝanĝecon de inklinoj de planedorbitaj ebenoj, kiuj pasas tramezo de la Suno. Ĉe tio li proponas kelkajn manierojn por difini inklinojn de la planedaj orbitoj al ekliptiko. Unu el la geometriaj taskoj de tiu verko - pri disigo de surfaco de duoncirklo en donita rilatumo - kondukas al solvo de transcendentaj ekvacioj /ekvacio de Kepler/, kiu havas grandan rolon ĉe difino de la elementoj de elipsaj planedaj orbitoj. Pri la solvo de ĉi tiu ekvacio poste sin okupis J. Lagranĝ /1771./, P. Laplas /1823./, V. Bessel /1816.-1817./, K. Gaus /1809./ kaj aliaj.

En la 1615. en Linc estis eldonita la fama matematika verko de Kepler "Nova stereometrio de vinaj bareloj", en kiu estas montrita maniero por kalkulo de areoj kaj volumenoj de diversaj rotaciaj korpoj surbaze de la metodo de nedividebloj. Kepler traktas transformadon de unuj figurojn en aliajn surbaze de egalgrandeco de iliaj konforme infinitaj partoj aŭ nedivideblaj elementoj.

La metodo de nedividebloj de Kepler entenas elementojn de analizo de infinitoj, kiu poste estis disvolvita en la verkoj de Kavaljeri. Studante la problemon pri formo de korpo, Kepler venis al izoperimetriaj taskoj. Menciinte ke, "apud ĉiu maksimumo la ŝanĝoj estas nesentemaj", Kepler antaŭas la inventotan post 30 jaroj ĝeneralan regulon pri trovo de ekstremumoj de Ferma. La verko de Kepler estis konsiderinda puŝo por progreso de matematiko, aparte por praktika kalkulo de areoj kaj volumenoj de kompletaj figuroj, kion ne ampleksis la metodoj de la "klasika matematiko".

En la verko "Koncizigo de la Kopernik-astronomio" /1618.-1622./ J. Kepler aplikas la inventitajn pli frue por Marso du leĝojn al moviĝo de ĉiuj planedoj, inkluzive la Lunon ĉirkaŭ la Tero. Trian leĝon li uzas ankaŭ por studo de kvar Jupiteraj satelitoj. La leĝoj pri planeda rivoluo donis al Kepler eblecon konstrui teorion de sunaj kaj lunaj ekliptoj, konsiderinde pliĝustigi la distancon inter la Suno kaj la Tero. La aŭtoro firme staris sur la pozicioj de la Kopernik-teorio, tial la libron oni tuj indeksis kiel malpermesita kaj forbrulenda.

De "Koncizigo de la Kopernik-astronomio" venas la radikoj de alia verko - "Harmonio de la mondo". Ĝi estas siaspeca kalejdoskopo de sintezo de geometrio, muziko, astronomio kaj astrologio, al kiu rilatoj de sciencistoj estas diversaj. En "Harmonio de la mondo", simila laŭ spirito al lia unua verko "Antaŭanto...", la aŭtoro penas uzi en astronomio Pitagor-ideojn pri la nombroj kaj muzikaj intervaloj, en kiujn li metas novan filozofian esencon. Apud malmulte da kredindaj faktoj, proksimaj al mistiko, tiu verko enhavas profundajn sciencajn ideojn, konfirmitajn de la tuta progreso de astronomio. Parte, danke al la inventita tria leĝo, la teorio de planeda revoluo estis unuigita.

Ioannis Kepleri
**HARMONICES
M V N D I**

LIBRI V. QVORVM

Primus GEOMETRICVS, De Figurarum Regularium, quæ Proportiones Harmonicas constituunt, ortu & demonstrationibus.
Secundus ARCHITECTONICVS, seu ex GEOMETRIA FIGURATA, De Figurarum Regularium Congruentia in plano vel solido:
Tertius propriè HARMONICVS, De Proportionum Harmonicarum ortu ex Figuris; deque Naturâ & Differentiis rerum ad cantum pertinentium, contra Veteres:
Quartus METAPHYSICVS, PSYCHOLOGICVS & ASTROLOGICVS, De Harmoniarum mentali Essentia earumque generibus in Mundo; præsertim de Harmonia radiorum, ex corporibus celestibus in Terram descendens, eiusque effecta in Natura seu Anima sublimari & Humana:
Quintus ASTRONOMICVS & METAPHYSICVS, De Harmoniis absolutissimis motuum celestium, ortuque Eccentricitatum ex proportionibus Harmonicis.
Appendix habet comparationem huius Operis cum Harmonicis Cl. Ptolemaei libro II. Itemque Roberti de Fluctibus, dicti Fluct. Medici Ononensis speculationibus Harmonicis, operi de Macrocosmo & Microcosmo insertis.



Com S. C. M. Privilegio ad annos XV.

Lincii Austriz,

Sumptibus GODOFREDI TAMPACHII Bibl. Francof.
Excudebat IOANNES PLANCVS

ANNO M. DC. XIX.

Unu el ĉapitroj titoloj de
"Harmonio de mondo"



Paĝo kun astronomiaj kalkuloj
de J. Kepler

Peresekutoj de katolikoj, familia malfeliĉo, malfacilaĵoj de la komenciĝinta Tridekjara milito, ne rompis la kuraĝon de la sciencisto. En la 1624. lian atenton aliris la inventitaj de Neper /1614./ logaritmoj kaj li argumentas ilian teorion en 30 teoremoj - por kiuj la landgrafo Hesenski sendis al li 30 talerojn kaj prizorgis eldonon de la libro. La logaritmaj tabeloj, kompilitaj de Kepler, estas senpera prototipo de la nuntempaj logaritmaj tabeloj.

Post transloĝiĝo al Ulm, Kepler finas sian multjaran laboron super "Rudolfaj tabeloj" /1627./, nomitaj tiel honore de la imperiestro Rudolfo la Dua. Helpe de ili oni povis anticipi kalkuli kun granda por tiu tempo precizeco la planedajn koordinatojn por iu ajn momento.

Samtempe estis senerarigitaj la malnovaj prusaj tabeloj - ĝis kelkaj gradoj. Surbaze de siaj tabeloj Kepler, en sia verko "Pri maloftaj kaj mirindaj fenomenoj" /1631./, antaŭvidas tempon de paso de Venuso preter la suna disko, kion poste erare alproprigadis Galilej. La Kepler-tabeloj dum pli ol ducent jaroj servis kiel bazo por ĉiuj kalkuloj de planedaj moviĝoj.

Ŝanĝante diversajn oficojn - ĉe librovendisto, ĉe eldonisto de geografiaj mapoj kaj planoj, instruisto ktp. - la sciencisto devas penige perlabori panpecon por ne morti pro malsato. En la ofico ĉe la imperiestra militestro Valenŝtajn /de la 1628./ la granda astronomo, al kiu laŭ ironio de la sorto estis komisiite kompili horoskopojn, estis anstataŭita de iu astrologo-italo, sukcesinta pli bone kontentigadi kapricojn de la brutala kaj neklera despoto.

Lasta verko, kies presado komenciĝis ankoraŭ dum la vivo de la sciencisto, estis la filozofia alegoria astronomia romano "Sonĝo". Kune kun aliaj poeziaj kaj prozaj verkoj, tiu romano estas modelo de interesa poezi-sciencia literatura heredaĵo de la sciencisto. Aŭtune de la 1630., survoje de Linc al Regensburg, Kepler ekmalsanis kaj post 6 tagoj, la 5-an /15-an/ de novembro, mortis. Nur en la 1808. en Regensburg, kaj en la 1870, en Vajl, estis inaŭguritaj monumentoj en la patrujo de la fama astronomo kaj matematikisto Kepler.

*Impensum mi dolabram tempus fuit et
labor et res:
O curas operis quae utrum o surgentis inane!*

*Joannes Keplerus, Imp. Caes. FERDINANDUM
Cæsarem Austriae Supr-Austriacae Mathematicus,
scripsit Ulmae Ann. Aprilis Anno Erae Chr.
Christianae occidentalis M DC XXVII.*

Aŭtografo de J. Kepler

La tutan sian vivon J. Kepler dediĉis al batalo por konfirmo kaj progresigo de la suncentra teorio de la granda pola astronomo M. Kopernik. Kopernik estis konvinkiĝinta, ke la natura moviĝo de planedoj povas esti nur moviĝo laŭ cirklo kaj ke la planedoj cirkulas egalritme laŭ rondaj orbitoj. Kepler umua pruvis ke la planedoj cirkulas ne laŭ rondaj, sed laŭ elipsaj, orbitoj kaj rapideco de ilia moviĝo egalritme ŝanĝiĝas; li konstatis ligon inter distancoj de la planedoj ĝis la Suno kaj periodojn de ilia cirkulado. La teorio de konusaj sekcoj, konata al geometroj de la antikva mondo kaj forgesita dum la mezaj jarcentoj, estis novece sencigita kaj uzita de Kepler ĉe priskribo de la moviĝoj

de ĉielaj korpoj. /Pri tio pli detale ĉe J. Matvijišyn: "J. Kepler kaj la ĉiela mekaniko" en "Trudy seminara po matematiĉeskoj fizike", Kiev, 1971/.

Kepler estis la unua sciencisto-naturalisto, kiu enkondukis en la sciencon la nocion "natura leĝo" en ĝia nuntempa signifo. Li konstatis ke en la realo leĝkonformecoj - kiuj povas esti plene ekkonitaj de la homoj - esprimiĝas ankaŭ en neegalritmeco, ekz. en moviĝo de planedoj, kio ebligis meti sub tiun nocion matematikan bazon. La naturaj leĝoj, laŭ la penso de Kepler, estas kredindaj kaj neŝanĝigeblaj leĝoj de la materia mondo, kiuj respegulas kvantajn ĝeneralajn ligojn de la realeco kaj baziĝas sur observoj kaj teoria pensado. Kepler, same kiel Galilej, Dekart, Spinoza, kreis sendube, en limoj de la mekanika materiismo, fidindan bazon por evoluo de la precizaj sciencoj. La leĝoj de Kepler, kiuj ludis decidan rolon en argumentado fare de Njuton de la leĝo pri universa gravitado, ĝeneraligitaj kaj precizigitaj, eniris la ĉielan mekanikon /la problemoj de du korpoj/ kaj teorion astronomion ĝenerale /moviĝo de astroj en duopaj sistemoj/.

La granda historia signifo de Kepler, kiel skribis Ajnštajn, konsistis en tio ke "li vivis en tia epoko, kiam la ideo pri ĝenerala leĝkonformeco de la naturaj procesoj tute ne estis argumentita. Tiel granda estis lia kredo je leĝkonformeco, tiel grandan forton li donis al tiu kredo, ke li oferis jardekojn da pacienca malfacila laboro por empirika studo de planeda moviĝo kaj dedukto de matematikaj leĝkonformecoj de tiuj moviĝoj - sola, sen ia ajn subteno kaj agnosko".

La metodo de senpera operaciado kun aktualaj infinito, kiu aperis en la 1615. en la verkoj de Kepler, estis la plej frua en la integralaj metodoj. La maniero por kalkulo de volumenoj de rotaciaj korpoj kaj ties partoj estis nepreciza, kio estis komprenebla same al la aŭtoro kiel al liaj samtempuloj, inter kiuj kelkaj - ekz. skoto Anderson, la disĉiplo de Vieta - akuzis Kepler je neestimo al memoro de Arĥimed. Tamen, la peno krei regulan algoritmon de operaciado kun infinitezimoj ne estis vana, sed trovis vastan subtenon kaj ricevis pluan disvolviĝon en la verkoj de Galilej, Kavaljeri, Toriĉeli, Paskal, Valis, Roberval, Ferma, Dekart kaj Barou - la fondintoj de la integrala kaj diferenciala kalkuloj.

La manuskriptoj de Kepler estas nuntempe konservataj en la arkivo de la Sciencia Akademio de Sovetunio en Leningrad. La verkoj de la sciencisto estas eldonitaj en multaj lingvoj de la mondo; liaj ideoj estis konataj al multaj aŭtoroj de natursciencaj verkoj jam en 17.-18. jarcentoj.

La jubileo de la sciencisto estas vaste celebrata de la tuta sciencia mondo. En kadro de XIII Internacia Kongreso pri historio de sciencoj /Moskvo, 1971./ estas aranĝata internacia simpozio en Leningrad, dediĉita al la 400-jara datreveno de la naskiĝo de Kepler.