

A 40200

В.В. МИТКОВИЧ

Johannes Kepler

1571-1630

A 40200

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

ОДЕЉЕЊЕ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИХ НАУКА

ВОЈИСЛАВ В. МИШКОВИЋ

JOHANNES KEPLER

1571 — 1630

БЕОГРАД

1972

ВОЈИСЛАВ В. МИШКОВИЋ

JOHANNES KEPLER

1571 — 1630

ACADÉMIE SERBE DES SCIENCES ET DES ARTS

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

VOJISLAV V. MICHKOVITCH

JOHANNES KEPLER

1571 – 1630

Présenté à la IX séance de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles,
le 24. XII 1971, par l'auteur lui-même.

R é d a c t e u r

PETAR STEVANOVIĆ

Membre de l'Académie

Secrétaire de la Classe des Sciences mathématiques et naturelles

B E O G R A D

1 9 7 2

1140200

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

ОДЕЉЕЊЕ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИХ НАУКА

92 : 521/525 (438) "1571/1630"

ВОЈИСЛАВ В. МИШКОВИЋ

JOHANNES KEPLER

1571 — 1630

Примљено на IX скупку Одељења природно-математичких наука, 24. XII 1971,
по приказу самог аутора.

У р е д н и к

академик ПЕТАР СТЕВАНОВИЋ
секретар Одељења природно-математичких наука

Б Е О Г Р А Д

1 9 7 2

ИЗДАЈЕ: СРПСКА АКАДЕМИЈА
НАУКА И УМЕТНОСТИ

ТИРАЖ: 800 ПРИМЕРАКА

ШТАМПА: „НАУЧНО ДЕЛО“
БЕОГРАД, ВУКА КАРАѢИЋА 5

Ц. Д. 399067



С А Д Р Ж А Ј

	Страна
Уводна реч	1
Први део БИОГРАФИЈЕ ОСНИВАЧА	
Никола Коперник	5
Тихо Брахе	7
Галилео Галилеј	10
Изак Њутн	13
Претходници оснивача	17
Други део JOHANNES KEPLER	
Кеплеров живот	23
Кеплеров допринос	33
Датуми догађаја из Кеплерова живота	39
Литература	43
Résumé	45

JOHANNES KEPLER

1571—1630.

„Нека је слава астроному који је смогао истрајности и имао оштрине духа да, једино рачуном, открије законе небеских кретања, и то у време кад се до њих ниједним другим путем није стићи могло.“

J. B. Delambre

УВОДНА РЕЧ

27. децембра 1971. навршава се четврта стогодишњица од рођења немачког математичара и прослављеног астронома *Јоханеса Кеплера*, једног од главних и, свакако, најзаслужнијег међу онима које смо назвали оснивачима нове астрономије. Петорица их је чијим је делима и открићима историја наука признала ту улогу и доделила назив оснивача нове астрономије.

То су: пољске народности католички капелан *Никола Коперник*, нећак епископа у Ермланду, правник, медицинар и одушевљени астроном; потомак шведске племићке лозе, дански племић, *Тихо Брахе*, неуморни астроном посматрач, двају краљева астролог; син немачке осиромашале протестантске племићке породице, *Јоханес Кеплер*, несубени пастор, професор математике, по невољи астролог, недостижни астроном-истраживач; потомак старе италијанске флорентинске племићке породице, *Галилео Галилеј*, даровити физичар, професор математике на универзитетима у Пизи и Падови, срећни астроном-проналазач; енглеске фармерске породице јединац, *Изак Њутн*, наследник свог учитеља у Тринити-колеџу, члан и доживотни председник Лондонског Краљевског друштва и управник Краљевске ковнице, еминентни математичар, физичар и небески механичар.

Истицање Кеплера као најзаслужнијег међу њима не треба никакo схватити као резултат неког одмеравања или упоређивања научног значаја и доприноса сваког од поменутих оснивача. Јер, у тој улози — која је једино битна овде — они се не могу један од другог одвајати, нити оцењивати посебно. Само за једнички њихов допринос представља темељ импозантне грађевине о којој је реч.

Да није било Коперника и његова „*De Revolutionibus orbium coelestium*”, више је него вероватно да се млади Јоханес Кеплер не би ни одвајао од започетих теолошких студија, нити се одрекао мирног и безбрижног свештеничког позива, да се напорним астрономским студијама и, више него неизвесном, позиву астронома посвети.

Да Кеплер није дошао у додир са Тихом Брахеом, а нарочито са његовим двадесет година вођеним посматрачким дневницима, ви-

ше је него вероватно да, пре свега, име овог данског астронома не би оволико слављено било, нити би се он данас налазио међу оснивачима нове астрономије; а ни Кеплер не би успео да дође до открића која је астрономији за собом оставио.

Вероватно би сасвим другачије и дочекани и схваћени били, друге и последице за собом повукли сви они призори и појаве што их је Галилеј, својом ка небу управљеном оптичком тубом откривао, да Коперник није, шест деценија пре тога, Земљу померио са њена пједестала у средишту васионе и отиснуо је у планетски вртлог, а Кеплер је, својим законима, укротио и упутио елиптичком путањом око Сунца.

Најзад, не каже ли, сећајући се својих младих година, и сâм Њутн: „ . . . Те године (1666) почео сам размишљати о сили теже која се простире до Месечеве путање; и, пошто сам пронашао био како да одредим силу којом лопта, што кружи по унутрашњости сфере, притискује њену површину, извео сам — помоћу Кеплерова закона, према којем се квадрати трајања обилазака планета односе као трећи степени њихових даљина од средишта путања — да силе што планете одржавају на њиховим путањама, морају бити обрнуто пропорционалне квадратима њихових даљина од средишта око којег круже.”

Да ли би и славни Њутн успео да докаже свој закон о општој гравитацији, и тиме коначно објасни и утврди тачност хелиоцентричног система, на којем почива нова астрономија и за који се, дваест деценија раније, Коперник био без доказа одлучио? — Деламбр и Леверје одговарају на то питање да — не би!

Али ако су неразлучно били повезани у улози оснивача нове астрономије, пут који су, сваки од њих, дотле морали да пређу знатно су им се разилазили, у по нечем се чак и неупоредиво међу собом разликовали: не само по времену када су пролазили, већ и по срединама кроз које су водили, и по приликама, а, нарочито, материјалним условима под којима су, и породице им и они сами, живели, радили и успели да дођу до својих открића и ова уграде у темеље нове астрономије. Због тога ћу се и задржати само на најважнијим моментима из живота ових људи, како бисмо управо те разлике могли уочити.

Кеплерова наука се код нас, истина, тек од недавна почела неговати и обрађивати. Али ову прилику ипак нисмо могли, ни хтели, да пропустимо а да се не сетимо толико заслужног астронома; и њега и онога, бар најбитнијег, што је астрономији за собом оставио. О свему томе је, додуше, много, огромно много, досад писано, и у сличним приликама. Човек би се скоро смео запитати, може ли се о материјалу којим се о Кеплеру досад располагало и знало, још нешто рећи

или написати што већ није било казано или написано? Мислим нешто ново, још неказано, а садржајно?

Пред тим питањем сам се одлучио да се у овој Споменици, посвећеној четвртој стогодишњици Кеплерова рођења, ограничим на три ствари.

Да што рељефније — насупрот животу остале четворице, који су они провели, углавном, безбрижно, обезбеђени у сваком погледу и у пуном изобиљу — истакнем Кеплеров живот, препун, од најранијег детињства, несрећа свих врста, незаслужених прогонстава, потуцања ван домовине; праћен сталним материјалним неприликама и немаштином, уз све то још и честим смртним случајевима у породици. Па ипак, тог несрећног човека нису, целог живота, напустили невиђена његова вредноћа, неисцрпна упорност у раду, пословична честитост и, уз све то безазлени хумор.

Поред тога да укажем и на чињеницу да су Коперник и Њутн за своје доприносе, као оснивачи нове астрономије, налазили код својих претходника — што, уосталом, они и сами признају (набрајајући чак и код којих) и више од простих инспирација — К е п л е р једини, међу оснивачима, није за своје проналаске имао претходника, још мање, дакле, налазио неке инспирације. Напротив. Требало му је више од пет година истрајног, итекако напорног рада и бескрајних нумеричких рачунања да се ослободи наслеђених принципа и отресе начина расуђивања, у које се дуго нико није усуђивао ни да посумња!

И, на крају, да прикажем, у најсажетијем облику, и на, колико је могућно, приступачан начин, главни део Кеплерова удела и доприноса као једног од твораца нове астрономије.

Први део

БИОГРАФИЈЕ ОСНИВАЧА

НИКОЛА КОПЕРНИК

Никола Коперник се родио у Торунју ((Thorn), у Пољској, 19. фебруара 1473. У десетој години остао је без оца, али је имао срећу да га к себи узме ујак, вармски бискуп, који се тиме прима да се стара о Коперникову васпитању и даљем школовању.

По навршеној осамнаестој години шаље ујак младог Коперника на универзитет у Краков, да студира медицину. Започете студије завршава на време и бива промовисан за доктора медицине. За време студија Коперник је напоредо похађао, међутим, и предавања, у то време познатог, пољског астронома, професора Брудзевског, аутора тада цењеног дела „*Commentaria utilissima in theorieis planetarum*”.

По завршеним студијама враћа се у Торун и проводи извесно време крај мајке и ујака. Затим одлази у Италију, где слуша филозофију и медицину, прво на универзитету у Падови, а затим у Болоњи. Овде Коперник има прилике и прати и предавања из астрономије, код професора Доминика Марије од Фераре. Необично пријатељство и похвална препорука овог професора омогућују младом Пољаку да постане (1499) професор математике на универзитету у Риму, тада главном граду свеколиког хришћанства. Било му је тада 27 година.

У својим предавањима из астрономије, која су била необично посећена, Коперник је излагао материју из Птолемејева Алмагеста. То му је пружало лепу прилику да се дубље унесе у материју коју треба да излаже, и тако већ тада почне примећивати сву сложеност механизма којим су објашњавана кретања и појаве у систему.

У Италији је Коперник провео пуних седам година, од 1496. до 1502. Кад се вратио у домовину имао је двадесет и девет година. Пада, свакако, у очи да Коперника богатство никако не привлачи. Не посвећује се лекарском позиву. Не помишља ни да се богато ожењи — како је то могао — и себи у ондашњем друштву обезбеди угледан положај. Не привлачи га ни положај наследника свог некадашњег профе-

сора, на катедри астрономије, која је у то време упражњена. Свим овим искушењима млади Коперник одолева. Претпоставља им мирни свештенички позив и живот, који му омогућује да сиромашном свету буде од помоћи као лекар, па и апотекар (јер је и лекове сам справљао). Све слободно време посвећивао је и проводио у размишљањима о систему света, а, повремено, и у интересантнијим астрономским посматрањима, за која је сам и инструменте израђивао.



Сл. 1. Никола Коперник

1507. Коперник је већ — како по свему изгледа — имао у глави коначно пречишћене главне идеје и ставове свог реформаторског дела; чак почео и на хартију да га ставља. Писао га је, без журбе, пуних седам година. Но и по завршетку, чувао га је код себе у рукопису. С

времена на време га је дотеривао, допуњавао. Али га није објављивао иако се у научном свету већ било прочуло да има готово дело, са новом теоријом о склопу система света.

Необјављен је рукопис свог дела Коперник држао више од двадесет и седам година и поред понављаних покушаја и капуанског кардинала, и кулмског бискупа, и наваљивања многих утицајних пријатеља да дело штампа. Најзад је пристао и, 1541, предао рукопис да се објави. Први пут је штампан у Нирнбергу, под насловом: „*Nicolai Copernici Torinensis, de Revolutionibus orbium coelestium libri VI, in quibus stellarum et fixarum et erraticarum motu ex octeribus atque recentibus observationibus, restituit hic autor . . .*”

Доживео је још — како изгледа — да на самртничком одру види први примерак свог реформаторског дела, које је наишло на одобравање само малог броја људи, а на потпуну равнодушност код свег осталог света.

ТИХО БРАХЕ

Тихо Брахе је својих педесет и пет година проживео — могло би се рећи — сигурно безбрижније и удобније него што би их провео да је други неки позив у животу био изабрао. Доживео је, истина, стицајем околности, али више сопственом кривицом, и неколико горких часова. А могао је, како је и до необузданости каткад умео плах бити, и више и тежих тренутака у животу имати. Али је умео тај Скандинавац бити и доследан до упорности и непоколебљив остати у ономе што науми и што га одушеви. И тако је свој кратки и, добрим делом, безбрижни живот провео у истрајном раду, ако и не у оном циљу у којем је он мислио да ће бити искоришћен. Јер, као убеђени астролог, живео је у уверењу да ће из прикупљеног материјала моћи да сазна о утицају небеских појава и збивања на будућност људи.

Као син богате, племићске, породице требало је да се посвети војничком позиву. Он, међутим, одлази да студира реторику и филозофију. Али призор једног Сунчевог помрачења, чији ток посматра како се одиграва тачно по предвиђањима астронома, оставља толико дубок утисак на машту тринаестогодишњег Тиха, да он почиње да чезне да се са астрономијом упозна. Набавља превод Птолемејева Алмагеста и посвећује се студијама математике, а ведре ноћи, кришом, проводи у посматрању неба. Притом и несвесно подлеже празноверном духу времена и веровању у дејство небеских појава на догађаје и судбину људи. И, на запрепашћење својих родитеља, млади Тихо се заветује и посвећује — астрономији.

1562. одлази да студира права у Лајпцигу. После три године, проведене више у астрономским посматрањима него у студирању, креће на пут по Немачкој и Швајцарској, где се упознаје са више астронома и хемичара. У домовину се враћа пред крај 1570. и посвећује хемији и астрономији. Две године касније, случајно, открива, у сазвез-

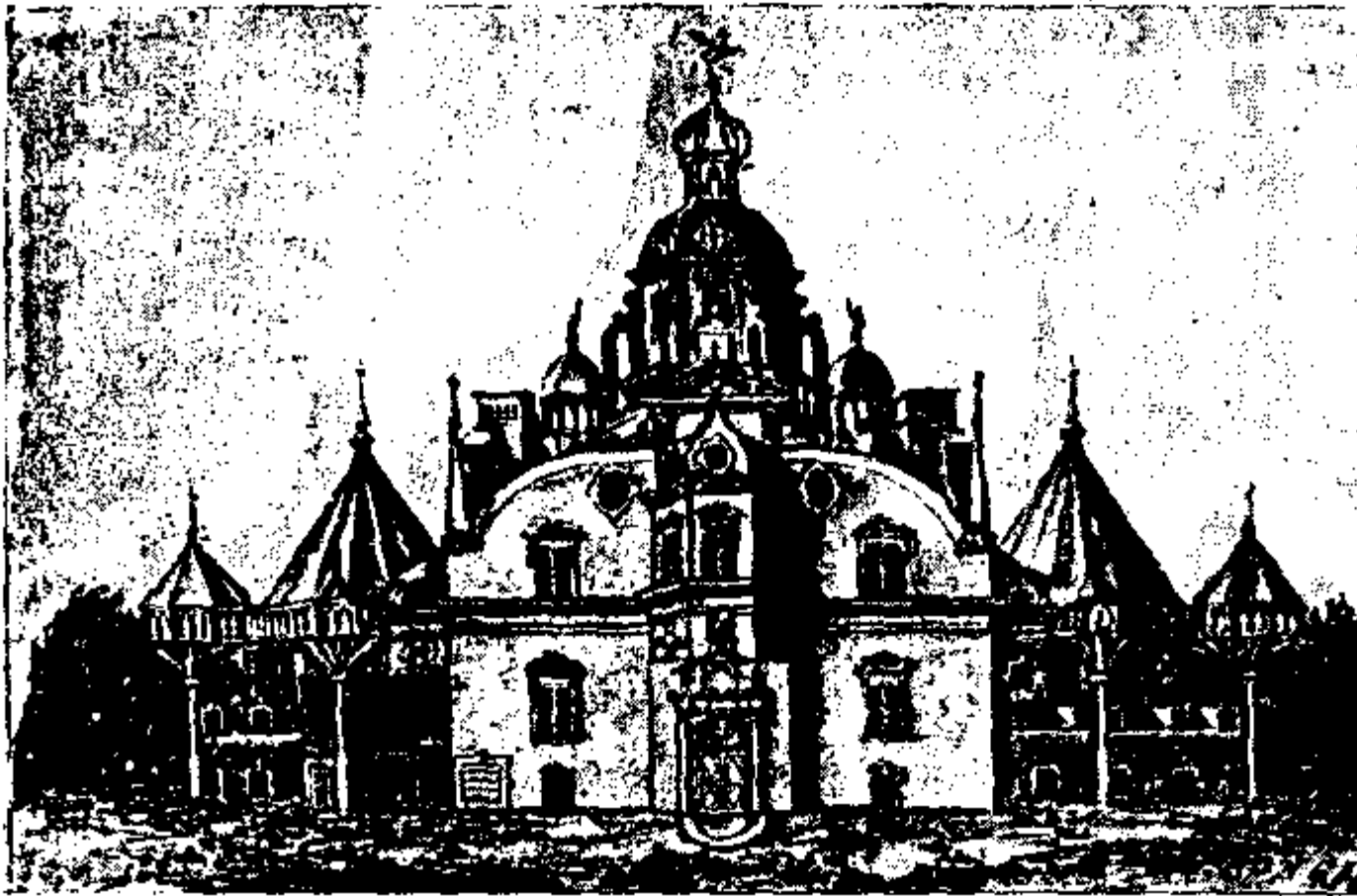
бу Касиопеје, чувену Супернову 1572. Овај га догађај још више везује за астрономију и наредне године објављује прво своје дело, под насловом „De Nova stella anni 1572”. Женидба младом лепом девојком из



Сл. 2. Тихо Брахе

народа и, због ове, завада са породицом приморавају га да поново напусти домовину. Склониште налази код хесенског кнеза, Виљема IV, иначе страсног астронома, који има и своју, широм света познату, опсерваторију. Кратки боравак овде пресудан је био за даљи Брахеов живот.

На необично топлу препоруку свог домаћина, дански краљ, Фредерих II, позива к себи Брахеа и поклања му цело острво Хвен, где овај подиже своју познату велику астрономску опсерваторију, Ураниборг — Стјернеборг; снабдева је читавим низом разноврсних, савршених, астрономских инструмената. На њима, уз помоћ бројних асис-



Сл. 3. Uraniborg (према *Astronomiae instauratae mechanica*)

тената и калкулатора — међу којима се налази и познати астроном Лонгомонтанус — обавља ревностно и брижљиво све врсте астрономских посматрања. Бави се и разним астрономским проблемима, долази и до неких важнијих открића. Али главно су му занимање посматрања, специјално кретања планете Марса, која ће, касније, ући и у историју астрономије, јер ће допринети и послужити при изграђивању темеља нове астрономије.

Са својим системом света Тихо није имао среће. Можемо рећи из два разлога. Прво, што се његов систем није пре Коперникова појавио. Тако је могао послужити као нека врста прелазног система, од геоцентричног ка хелиоцентричном. А други је разлог што се после Коперника појавио. И мада је Тихо самог Коперника необично високо ценио, систем му никако није могао (или није хтео) да прихвати.

У ред оснивача нове астрономије Брахе је само преко Кеплера доспео. Да случај није довео у додир ова два трудбеника изузетних способности, иначе у многим погледу до неподношљивости скоро различите природе — а, можда, и да Тихо није убрзо, по Кеплерову пресељењу у Праг, умро — више је него извесно да би Тихоова посматрачка документација, као и сва остала писмена заоставштина, и данас још лежале похрањене у некој европској библиотеци. Као што, вероватно,

ни Кеплера ни Тиха не би историја наука помињала као осниваче нове астрономије.

ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЈ

Седам година пре но што је Кеплер рођен, угледао је у домовини Дантеа, Леонарда да Винчиа, Михел Анџела, Рафаела, свет, у Пизи, и један од оснивача нове астрономије, Галилео Галилеј. Син не баш сјајно материјално ситуираног флорентинског племића, ипаче угледног музичара и познатог композитора, од 16. године посвећује се, у свом родном граду, студијама медицине. Убрзо, међутим, ове замењује студијама егзактних наука, специјално математике и геометрије. Ту, за време студија још, долази до изражаја проналазачки дух младог Галилеја: проналази (1583) изохронизам осцилација клатна; принцип којим ће се Хајгенс послужити и каснијим својим проналасцима знатно унапредити астрономију.

Пет година затим напушта Галилеј студије, не положивши никакав испит. Међутим у то време изводи, са косог торња у Пизи, чувени свој експеримент којим проверава закон о слободном падању тела. Ови проналасци толико подижу углед младог Галилеја, да у двадесет петој години, на препоруку свог професора, долази на катедру математике, на универзитету у Пизи. Ту, спремајући предавања за своје слушаоце, упознаје се са системом света старих Грка, специјално Птолемејевим, а уједно, и са делом пољског свештеника — реформатора тог система, Коперника. Тада већ вичан геометријском начину расуђивања, Галилеј увиђа предности Коперникова система, мада доказа за њега још нема. Ипак из опрезности, да не би дошао у сукоб са религиозним фанатизмом своје средине и времена, он у предавањима избегава да спомене Коперника и Кеплера; он заступа Птолемејев систем.

На Универзитету, између младог Галилеја и чланова професорског колегија, који су готово сви присталице перипатетичара, долази често до дискусија и објашњавања, а нису изостајале ни интриге против Галилеја, као убеђеног антиаристотеловца. И зато, а, вероватно, и због скромних припадности, прелази (1593) у Падову, за професора универзитета. Осамнаест наредних година које ће ту провести представљале су, и за већ славни падовански универзитет, сјајно доба, колико по Галилејевим предавањима, толико и по оном низу значајних открића и нових ставова којима је физику, а нарочито механику, обогатио, и којима је, са Кеплером, утро пут петом оснивачу нове астрономије.

Као већ славном научнику у то време Сенат удвостручава Галилејеве месечне припадности. Али он, као и многи други математичари, да би своје приходе још увећао, радо саставља хороскопе богатим и утицајнијим личностима за поједине чланове породица; дакле и астрологијом се бави.

Наступа за астрономију толико значајна, а нарочито за Галилеја и његову универзалну популарност, година — 1609. Првих месеци те године долази му до ушију вест да је у Холандији, неки оптичар, случајно, пронашао справу која знатно појачава вид. Галилеју је толико довољно било да, користећи се својим знањем из оптике, већ августа, исте године, изради прву своју „оптичку тубу“, којом постиже линеарно увељичање око трипут.



Сл. 4. Галилео Галилеј

Интересантно је да на једном месту признаје да, без ове вести о проналаску у Холандији, вероватно никад не би на ту идеју дошао.

Постоји забелешка како, те године, 21. августа, Галилеја посећује група од осам венецијанских сенатора и како, са торња цркве Св. Марка, они дурбином посматрају кубета једне падованске цркве, удаљене преко 30 км. А три дана касније Галилеј приказује сенаторима други, нов дурбин, којим постиже деветоструко увељичање, истичући

при томе како ће справа моћи врло корисно у рату да послужи. Вероватно у уверењу да је Република тиме за увек обезбеђена и искључивост овог преимућства над будућим непријатељем, Сенат доноси одлуку да се Галилеју одреди, поред редовних принадлежности, још и доживотна награда од 1000 златних гулдена годишње.

Најзад долази онај за развитак астрономије неоспорно пресудан тренутак, а и за Галилеја, као потпуно непозната астронома, кад он своју оптичку тубу — коју је у то време већ толико био усавршио да њоме постиже увећање од више десетина пута — управљања ка небу.

Куда је Галилеј прво уперио дурбин? Шта му је у сазвезђу Плејада, шта у Ориону, а шта у Презепину развејаном јату запало за око? Које је утиске на њега произвео поглед на Млечни пут, какве поглед на Месец, а какве тек на Сунце, кад је на његовој површини угледао црне пеге? По чему је на Земљиним пратиоцима разврставао формације и објашњавао њихову природу? Како је међу њима разазнавао долине од узвишења и нашао начина да овима и висине одређује? Чиме су га планета Јупитер и његови пратиоци изненадили? Како је промене у изгледу Венере тумачио? **С р е ћ о м** и по даљи развитак астрономије, а и по престиж и углед самог Галилеја, он је све утиске и резултате ових посматрања и открића објавио већ 12. марта 1610, у спису под насловом „*Sidereus nuncius (magna longeque admirabilia spectacula pandens... quae a Galileo Galilei, patricio Florentino, ... sunt observata in Lunae facie, fixis innumeris, lacteo circulo, stellis nebulosis . . . quos nemini in hanc usque diem cognitus novissime auctor deprehendit primus . . .*”

Од значаја за Галилеја ће испасти то што су његова открића и све што се од почетка 1610. збивало допринели да се прилично пољуља вера код дотадањих присталица у Птолемејево учење. Али се нису Коперникову систему, већ, и то и сами црквени кругови — Брахеову систему света окретали. Из схватљивих разлога, уосталом, јер је у њему Земља остајала непокретна, у средишту васионе. И да би тај став цркве још боље био обележен, Генерална конгрегација је, својом одлуком од 5. марта 1616, јавно осудила и забранила Коперниково дело „*de Revolutionibus . . .*”, као и сва остала дела са сличном садржином. А три године доцније је под забрану пало и Кеплерово дело „*Epitome astronomiae copernicanae*”. Нису, међутим, тада осуђени, нити забрањени били, Галилејеви списи!

Да ли је ово изузимање својих списа из одлуке о забрани Галилеј схватио као неко охрабрење? Или се просто није умео задовољити славом коју су му његова открића у научном свету већ била обезбедила, па је желео нешто више да постигне? Да ли је имао намеру да се тако једном за свагда обрачуна са претендентима на приоритет неких од његових открића? Или је у ствари католичку цркву имао на уму, због осуде Коперникова учења? А не би требало искључити ни околност да му је, можда, избор за папу (1623) њему наклоњена кардинала Барберинија улио наде да ће, насупрот свим упозорењима са разних страна, својим новим делом постићи ефекат и успех

који је желео? Тек, он је затражио дозволу за објављивање дела, и то на италијанском језику. И, ма колико чудно то изгледало, дозвола му је дата да, после незнатних поправака, може штампати чувено своје дело „Dialogo sopra i due sistemi del mondo, Tolemaico e Copernicano”.

Њиме је Галилеј — као што је познато — без потребе и невоље, дигао против себе сву црквену власт, и не само католичку. Због њега је био осумњичен и оптужен за „јерес”, и био приморан да се, пред главним судом инквизиције, јавно одрекне (22. јуна 1633) садржине дела, дакле учења које је заступао. Само дело је, разуме се, било забрањено.

Остатак живота, после овог срамног процеса, Галилеј проводи у свом летњиковцу, у Арчетрију, крај Фиренце, окружен својим најближим, али под сталним надзором инквизиције. Иначе, углавном, неузнемираван и безбрижно, наставља научни рад. Али је здравствено тада већ почео да попушта: слух му је знатно ослабио, а вид је скоро потпуно изгубио. Умро је 8. јануара 1642.

ИЗАК ЊУТН

Крајем исте године које је, на почетку, Галилеј умро, угледао је свет у старој енглеској племићској породици Њутн, посмрче Изака. У трећој години његова живота мајка му се преудаје, и малог Изака узима к себи његова баба. Основну школу завршава у свом родном месту, а затим га уписују у колеџ у Грантаму. Но после свега две године узима га к себи мајка, која је у међувремену поново остала удовица. Желела је да свом првенцу повери вођење фарме. Али како овај за ту врсту позива није показивао ни смисла ни воље, враћа се у колеџ и наставља школовање.

Са навршеном осамнаестом годином уписује се Њутн на универзитет у Кембриџу. Као студент од почетка проводи време у темељној студији Еуклидове Геометрије, Декартове Аналитичке геометрије, Кеплерове Оптике, Коперникова учења, Валисове Аритметике. И ускоро затим изненађује свог професора, тада познатог филолога и математичара, Бароа, оригиналним својим решењима разних, међу овима и нових, математичких проблема и ставова. Диплому зрелости — степен бакалората уметности — добио је 1665.

У Енглеској исте године избија епидемија куге, која коси велики број жртава. У Кембриџу се због епидемије затвара универзитет. Њутн се враћа у своје родно место, где се задржава до пролећа 1667. Те, скоро две, године проводи у интензивном размишљању и извођењу разних оптичких експеримената. У то време успева и да оствари — не зна се само којим редом — три своја значајна проналазка: проналази методу флуksiја, у ствари диференцијални и интегрални рачун; открива закон о општој гравитацији и утврђује да је бела

светлост сложена из седам елементарних боја. Њутн је тада био навршио двадесет пет година.

Овде се не можемо и нећемо задржавати на излагању Њутнових епохалних проналазака у областима ни чисте математике, ни рационалне механике, ни оптике. Ограничићемо се само на оне његове доприносе који су га уврстили међу осниваче нове астрономије.

Из раније цитираних Њутнових речи види се да је он до закона о општој гравитацији дошао за време боравка, због епидемије, у свом родном месту; имао је двадесет четири године. У цитираном ставу важне су, у овом тренутку, последње Њутнове речи: „И тако сам упоредио силу потребну да Месец одржи на његовој путањи, са силом теже на Земљиној површини, и нашао сам да једна другој **п р и л и ч н о д о б р о** одговарају.” Ове речи остављају велико место сумњи у причу о Њутнову ставу према неслагању, које је констатовао, између убрзања теже изведена експериментално и израчуната из Месечева кретања. Неслагање је уклоњено тек пошто је Њутн, на једној седници Краљевског друштва, сазнао за нову вредност дужине степена меридијана. Њутн је — према причи — вративши се кући, после те седнице, покушао да рачун понови са новом вредношћу Земљина полупречника, али је толико „узрујан” био да тај елементарни рачун није у стању био да сâм изведе, већ је то морао препустити једном свом пријатељу.

Три детаља оправдавају сумњу у истинитост приче. Прво, већ саме Њутнове речи, да поменуто убрзање **н и с у т а ч н о**, већ само **п р и л и ч н о д о б р о** једно другом одговарала (али је Њутну то тада било довољно). Друго, према причи, Њутн је за Пикарову нову вредност Земљина полупречника сазнао на седници Друштва 1682, а, у ствари, он је за њу сазнао још 1679. из Хукова писма. И, треће познато је да Њутн, пре 1682, није имао пријатеља који би поменуто проверавање могао извршити место њега.

По повратку, после епидемије, у Кембриџ, Њутн конкурише и бива изабран за члана Тринити колеџа. Наредне године (1668) затичемо га како покушава да изгласа несферична сочива. Али како тада живи у уверењу да због хроматске аберације неће успети да добије добар рефрактор, израђује рефлектор којим посматра Јупитерове сателите. Три године доцније израђује други рефлектор, који приказује и поклања Краљевском друштву. Годину дана касније постаје члан Друштва.

У двадесетшестој години наслеђује свог професора, у Тринити колеџу, на катедри математике, на којој ће се задржати до 1701.

Зна се да је око 1680. и архитекта Хук, други еминентни енглески физичар, био дошао до закључка да се кретање планета може објаснити помоћу привлачне силе обрнуто пропорционалне квадрату удаљења од центра. Али то није могао доказати. 1684. Халеј дознаје од Њутна да он тај доказ има; касније му је и послао два различита доказа тог става. Али, по свом познатом обичају, ни овог пута није се журрио да га објави.

Халеј, који је увидео прави значај Њутнова рада, упорно је почео на Њутна наваљивати да ствар што пре објави. На Халејеву иницијативу рад је и био пријављен Краљевском друштву, али сâм рукопис дела предат је тек крајем априла 1686. Наслов дела је био „Principia mathematica philosophiae naturalis”. Из штампе је изишло половином 1687 (о Халејеву трошку!).



Сл. 5. Изак Њутн

Дело је имало три тома, а обухватало је — најсажетије речено — све што је дотле постигнуто у науци о кретању, од Аристотела и Птолемеја, затим Коперника и Кеплера, па Галилеја, Хајгенса и Декарта до његова писца.

О садржају прва два тома довољно ће овде бити да кажем да је први представљао прву штампану теоријску механику, а други — прву штампану математичку физику.

Најважнија је за нову астрономију трећа књига. У њој Њутн третира, на основи закона о општој гравитацији — кретање сателита око Јупитера и Сатурна и великих планета око Сунца; показује како се долази до вредности маса планета у јединицама Земљине масе; одређује Земљину густину и налази да износи између пет и шест пута густину воде. Одатле израчунава масе Сунца и планета које имају пратилаца; налази за спљоштеност Земљине лопте $1/230$. Затим, као последицу гравитационог дејства на Земљин сфероид, изводи конично кретање Земљине осе, кретање још познато под именом прецесије еквинокција. Поставља основу теорији плимне и осеке. Први излаже методу за одређивање кометских путања и наговештава њихову периодичност.

Познато је да се Њутн, док је спремао рукопис свог главног дела за штампу, излагао несхватљивим и психичким и физичким напорима. Било му је тада, кад му је дело изишло из штампе, 45 година. Непосредно после тога на њему се ништа није примећивало. Шта више, наредне године је био изабран за представника универзитета у парламенту. Убрзо затим, међутим, доживљује Њутн — вероватно као последицу недавног нечувеног умног напора и преморености — психички поремећај. Болест, срећом није потрајала ни две године; али у том периоду сналази га и друга несрећа: пожар у стану, који му уништава добар део рукописа.

Појава „Принципа“, по свему судећи, обележава код Њутна крај његове стваралачке активности. Што је касније и урадио значајније и објавио било је, у ствари, само наставак или плод његове активности из првог периода, често чак и из студентских дана. Али се није ни у овом другом периоду престао бавити питањима из разних научних области, мада су му занимања и активности после објављивања „Принципа“, до краја живота, били сасвим друге врсте и садржаја него они у првом периоду.

Ускоро по опорављењу од болести постаје Њутн (против своје жеље) прво чувар, а, три године касније, директор Државне ковнице, и — дефинитивно се настањује у Лондону. Споменимо и то да га, исте године, бира Париска академија за свога члана.

Презаузетост пословима у Ковници приморава га да се, две године касније (1701), одрекне професуре на лукасовској катедри у Кембриџу. 1703. изабран је за председника Краљевског друштва, што ће и остати до краја живота. А две године затим добива Њутн племство: постаје Sir Isaak. Тако некадањи скромни и повучени кембрички професор математике постаје дворски човек: живи у безбрижном благостању, окружен пажњом и поштовањем, свуда дочекиван с почастима.

Али се не може рећи да је, поред свега тога, код Њутна ослабио интерес за питања из разних области науке. Рукописи његове заоставштине посведочили су да се хемијом и алхемијом није од студентских дана престајао бавити.

А познато је колико га је времена стало, колико је енергије морао утрошити и каква је узбуђења преживљавао за време полемике са Лајбницом и његовим присталицама, у одбрану приоритета свог проналаска флуksiја. Но још непријатнијим сценама је присуствовао у току оног жалосног и мучног сукоба са Фламстидом, првим и неоспорно заслужним директором Гриничке астрономске опсерваторије, чије је радове Њутн ценио и њима се обилато служио. Додајмо још и то да се Њутн, као дубоко религиозан човек, бавио и теологијом: био је одличан познавалац Светог писма и оставио је више историјско-богословских списа, за која су везана и његова хронолошка испитивања

О својим из младости омиљеним истраживањима и експериментима издао је (1704), но тек годину дана после Хукове смрти, дело „Оптика“, што изгледа није било случајно. Њутн је, по свој прилици, тако желео да избегне да поново оживи полемику о теорији светлости и другим питањима из оптике, коју је, у своје време, водио са Хуком и његовим једномишљеницима.

Већ више година Њутн је помишљао на друго издање „Принципа“. Једно, што је понешто желео да измени, а, још више, због извесних Лајбницових замерки и напада његових присталица на неке ставове у првом издању. Кад је приступио том послу, било му је 67 година. Иако је у младом професору Котсу имао одличног помагача, припремање рукописа је потрајало четири године, тако да је друго издање „Принципа“ угледало свет 1713.

Последњи Њутнови радови били су посвећени „Хронологији“ и спремању трећег издања његова главног дела, које је изашло 1725.

Последњи дани живота донели су му страховите физичке патње, но Њутн их је стојички подносио. Али, за чудо, непосредно пре но што ће се од живота растати, болови су потпуно престали. У зору, 21. марта 1727, у осамдесет петој години, угасио се живот најпрослављенијег међу оснивачима нове астрономије на чијој се надгробној плочи епитаф завршава речима:

„Sibi gratulentur mortales tale tantumque existisse humani generis decus!“ (Смртници могу да честитају себи што се такав и толики људског рода украс појавио).

ПРЕТХОДНИЦИ ОСНИВАЧА

Чини ми се, међутим, да, ни после овог осврта на животе четворице поменутих оснивача нове астрономије, не би још потпуно и довољно били осветљени сав значај, права улога и заслуга оног петог оснивача, ако бисмо пропустили да, ма и за тренутак, застанемо, проценимо колико је сваки од њих, независно од претходника, унео у допринос који је за собом оставио, за који му је историја наука признала улогу оснивача нове астрономије.



Никола Коперник је располагао довољном оштрином духа, а имао је и потребне одважности да се прими улоге реформатора миленијумима старе астрономске науке и, уједно, инаугурише полагање првих темеља нове астрономије. Одважност му је неопходна била, јер је живео у средини и радио у доба када се „само могло веровати, а слободно мислити није смело”. А имао је довољно и оштрине духа да прозре сву замршеност и недостатке до тада неприкосновеног геоцентричног система света и предложи његову замену складнијим и несравњено једноставнијим хелиоцентричним системом. И пристао је, после скоро четири деценије оклевања, да и свету објави да човек није више у средишту васионе, нити се свет око њега окреће, већ да је Земља — код које је утврдио да три врсте кретања обавља — само једна међу осталим планетама, од којих свака око Сунца кружи својом путањом.

Дубље у Коперниково дело и реформаторско учење не морам се упуштати. Она су, уосталом, добро позната. Нас, у ствари, овде занима питање којим је путем Коперник дошао до својих закључака, и да ли је на том путу наишао на идеје сличне онима на којима почива његов систем.

Делимичан одговор на ово питање наћи ћемо у Коперниковим сопственим речима, Сâм на једном месту каже: „Зато сам се потрудио да прочитам дела свих филозофа до којих сам могао доћи, како бих видео да ли неки од њих није претпоставио да кретања сфера света могу и другачија бити од оних о којима математичари у школама предају. И нашао сам, прво, код Цицера да је Nicetas (V в. пре н. е.) веровао да се Земља креће; касније сам код Плутарха наишао да су исте идеје имали и неки други. . . Полазећи од ових мишљења, почео сам и сâм да размишљам о Земљиној покретљивости. . . И, мада је идеја могла изгледати апсурдна. . .”

И у свом „Нацрту” Коперник наводи на једном месту (само је, накнадно, то место у рукопису превучено) да је и Аристарх Самошанин (III в. пре н. е.) већ заступао мишљење да се Земља креће око непокретног Сунца.

Ти стари филозофи за које Коперник каже да је прочитао све које је нашао, били су, према томе, не само претече већ и инспиратори хелиоцентризма, значи и Земљина двоструког кретања. На ово указују, уосталом, и они недостаци на које наилазимо у Коперникову реформисаном систему, због којих је и само грубо приближно могао представљати стварна кретања. Под овим недостацима мислим на униформна кружна кретања која је задржао, а, због ових, и епициклика, којих се није могао у предложеном систему ослободити.

*

У животу данског астронома Тихо Брахеа могла би четири момента бити обележена као пресудна за став и суд историје наука о њему и његову делу, па, према томе, и за његову улогу као оснивача

нове астрономије. Са својим системом света Тихо није за астрономију значио напредак. Напротив. Његов систем је, за његово место у науци, био први неповољан момент. Други неповољан је био што се он појавио после Коперника. Као астронома Тихо га је, лично, високо ценио, али се — као што знамо — са његовим реформисаним системом није могао сагласити, нити га је могао прихватити.

Као повољни, пресудни чак, по улогу која му је припала намећу се неоспорно, опет, два момента. Као први — његова двадесетогодишња истрајност у савесном и педантном посматрачком раду, у току којег је прикупио материјал без којег би астрономија свакако морала, ко зна колико још, да причека да постане „нова“. Као други је — ма колико то, можда, и парадоксално звучало — био његов принудни растанак са опсерваторијом Ураниенборг; напуштање своје домовине, пресељење, са свом својом научном документацијом, у Праг, и долазак у везу са Кеплером.

Да је Брахе остао у Ураниенборгу и наставио са својим посматрачким радом, дакле, чак и увећао своју посматрачку ризницу, нема много вероватноће да би дошао са Кеплером у додир. Ово са разлога што ни привлачније понуде нису успеле да Кеплера привуку да напусти своју земљу. А да није у Кеплеру наишао на правог и проблему дораслог сарадника, који није труда жалио да у пуној мери искористи Тихоову посматрачку архиву, питање је велико да ли не би овај материјал — као и многи слични — остао, можда и до данас, неискоришћен у некој светској библиотеци.

*

Питање оригиналности доприноса код Галилеа Галилеја, као оснивача нове астрономије, иначе ненадмашног експериментатора, еминентног физичара и астронома, не може се ни поставити. Не може из простог разлога што је он био први човек који је справу за појачање вида управрио ка небу. Први је био и који је, затим, одмах свету објавио (1610) у свом „Sidereus pincius“-у, шта је све на небу открио том справом. Тако је његов допринос новој астрономији брзо пренесен и преко границе његове земље, по целом осталом свету.

Оно што у том спису пада у очи то је да се Галилеј не изјашњава за Коперников систем отворено, већ, некако, посредно, и што, као доказе за Земљино обртање и транслаторно кретање, око Сунца, наводи појаве плиме и осеке и пасатске ветрове.

Већ је напред помињано да се не зна поуздано какве су побуде могле Галилеја покренути да, шеснаест година после стављања на индекс од стране цркве свих списа о Земљину кретању, напише и изда (1632) свој „Дијалог“, у одбрану Коперникова система света. Какве су по Галилеја последице отуда проистекле познато је и сувише добро да бисмо се на томе морали овде задржавати. При томе изненађује да у делу ни не помиње Кеплерове радове — с којим је

био у доста живој преписци — нити у делу говори о Марсову елиптичком кретању, а о планетском кретању говори као о кружном и униформном.

Ипак је то допринело да и Галилејеви проналасци, као и оно што је због њих доживео, добију нечувен публицитет у целом свету и произведу ефект супротан ономе што се у неким земљама предузимало против оснивача нове астрономије и саме нове астрономије.

*

Довршио је полагање темеља нове астрономије генијални енглески физичар, математичар и небески механичар Изаак Њутн.

Пошто је оборен стари, привидни, геоцентрични, и Коперник оживео једноставнији, прави, хелиоцентрички систем света, а Кеплер открио законе како се у њему крећу тела која га сачињавају, остајало је још да се утврди и објасни зашто се тако крећу. Другим речима, трагало се да се утврди постоји ли неки општији закон из којег би, као последице, следовали Кеплерови закони. И откривен је такав општији закон. Формулисао га је и назвао законом опште гравитације Изаак Њутн. А општим га је назвао јер је открио да је то, у ствари, особина материје: да свака њена честица, ма где се у простору налазила, привлачи другу честицу силом директно пропорционалном производу маса честица, а обрнуто пропорционалном са квадратом удаљења између њих.

Нас, у овом тренутку, занима питање да ли је Њутн за то своје откриће нашао инспирације, или било каква ослоња, у радовима својих претходника?

О тежи је — зна се — говорио већ Коперник. По њему је тежа особина (слободних тела око Земље да се приближе њену средишту) која је својствена не само телима на Земљи, већ и свим небеским телима. И то је Њутну морало, свакако, бити познато.

Код Кеплера налазимо где каже: „*Solis igitur corpus esse fontem virtutis quae planetas omnes circumagat*”. (Сунчево је дакле тело извор силе која све планете приморава да круже), (краће речено, механички узрок кретања свих планета у Сунцу је). А на другом месту каже: „Сила која покреће не губи се удаљујући се од средишта, она се само распоређује на много већи простор”. (Од тог тврђења до закључка да сила делује обрнуто пропорционално квадрату удаљења само га је један корак раздвајао). Али треба и то рећи да се у студентским годинама Њутн нарочито бавио Кеплеровом оптиком.

У својим „Принципима”, као своје претходнике, Њутн наводи: француског астронома Исмаела Бујо-а (*Ismaël Boulliaud*) (1605—1694, познат под латинизираним презименом *Bullialdus*); италијанског астронома Ђовани-а Борели-а (*Giovanni Borelli*) (1608—1679) и енглеског физичара, архитекту, свог савременика Роберта Хук-а (*Robert Hooke*) (1635—1703).

Boulliaud, на једном месту у свом делу „Astronomia philolaica“ (1645), у којем критикује Кеплерове законе, каже, говорећи о привлачној сили као узроку планетских кретања: „Ако таква сила постоји, она мора опадати са квадратом удаљења.“

Borelli је, у свом делу објављеном 1666, изложио своју теорију о Јупитеровим сателитима, засновану на привлачној сили „обрнуто пропорционалној са квадратом удаљења и изједначеној са центрифугалном силом“.

Зна се из записа да је пре појаве „Принципа“, приликом једног сусрета Хука, Халеја и Рена (Wren), овај последњи и поставио питање, „да ли се тело под дејством силе која опада обрнуто пропорционално квадрату удаљења креће по елиптичкој путањи“, па чак је и малу награду предложио ономе који то докаже.

На питање: да ли је Њутн нашао код својих претходника инспирације о начину дејства силе на планете, одговор је — потврдан. Начин дејства силе био је познат, само нико пре Њутна није у стању био да и докаже: **з а ш т о** је то тако.

Први је Њутн, из Кеплерова закона, **и з в е о** (математички) да сила услед које планете описују око Сунца своје путање мора бити обрнуто пропорционална квадрату њихова удаљења од Сунца. Први је, осим тога, доказао и да је конични пресек једина крива коју може тело описивати под дејством силе обрнуто пропорционалне са квадратом удаљења од привлачног центра, при чему ће од почетних услова зависити да ли ће описивати кружну, елиптичну, параболу или хиперболичну путању. Први је Њутн открио, упоредивши силу која Месец одржава на путањи око Земље са силом теже на њеној површини, да су оне исте.

Даљим расуђивањем и применом постављених принципа, Њутн открива да је сила теже, у ствари, својствена материјалној честици, ма колико она била мала. Ту силу, присутну међу честицама у целој васиони, назвао је Њутн **о п ш т о м г р а в и т а ц и ј о м**.

Пада у очи при том да је Њутн избегавао и да додирне питање о узроку гравитације, задовољавајући се чињеницом да она постоји и дејствује према закону који је открио и формулисао.

Други део

JOHANNES KEPLER

КЕПЛЕРОВ ЖИВОТ

Први „законодавац” нове астрономије, Johannes Kepler, родио се 27. децембра 1571. (два месеца пре времена), као првенац сиромашне лутеранске породице, у селцу Магстат, крај варошице Вајл (у оно време Wyl), близу Штутгарта, у покрајини Виртемберг. Његов отац, Хајнрих, син бившег председника општине Вајл, прво време био је у најамничкој служби војводе од Албе. Мајка му, Катарина, била је жена неписмена, уз то горопадна, која није о свом сину много водила бригу, као, уосталом, ни о троје остале своје деце.

Пошто је отац био отпуштен из војске, породица се сели, прво, у Левенберг, где Јоханес похађа основну школу. Но убрзо се Кеплерови и одавде селе, у Емелдинген, где отварају гостионицу. Млади Јоханес, иако још дете и слабог здравља, мора родитељима да помаже како у гостионици тако и у пољским радовима. Али ни овај посао породици не иде од руке. Отац поново ступа у најамничку службу и одлази у Аустрију, где му се за увек губи траг. Млади Кеплер напушта мајчин дом и склања се код своје тетке и тече, протестантског пастора.

У прво време млади Кеплер и овде мора да помаже у пољским радовима. Но после једне опасне болести, која га умало није живота стала (а за цео живот оставила му је трага на лицу), у тринаестој години, шаљу младог Кеплера у семинар у Аделберг, а две године доцније, у семинар у Маулборн, да се посвети студијама за пасторски позив. Ту је 1588, са врло добрим успехом, положио испит зрелости. Наредне године прелази, као државни питомец, у семинар у Тибинген, где завршава теолошке студије и добива (1591) магистарску диплому. Пред младим Кеплером је тако сад отворена пасторска каријера.

Боравак и студије у Тибингену показали су се од пресудног значаја за Кеплеров даљи живот и позив. Јер је ту имао прилике да,

поређ теолошких студија, прати на универзитету, сем предавања из математике, код професора Михаела Местлина (1550—1631), и његова предавања из астрономије. Местлин је, додуше, јавно заступао и бранио Птолемејев систем, али је Кеплера упознао и са Коперниковим системом и учењем, и не слутећи куда ће то овога одвести.



Сл. 6. Кућа у којој се Кеплер родио

Почетком 1594, захваљујући изванредно похвалној препоруци својих професора, нарочито Местлина, тада већ и пријатеља, Кеплер добива позив да заузме упражњено место професора математике и астрономије у гимназији у Грацу, у Штајерској. Прихвата позив, и 24. маја 1594. г. држи прво предавање. На предавањима није имао много слушалаца, дешавало се да ни једног не буде. Зато му је

стављено још у дужност да у вишим разредима држи предавање из аритметике, латинског и реторике.

Поред ових послова стављено му је у дужност — за то је при-
мао и специјалну месечну награду — да опрема и издаје календар.
А обичај је био да календар има и додатак, који би доносио сваковрсна



Сл. 7. Кеплер као дечак

предвиђања: времена, политичких и других важнијих догађаја и разна астролошка пророчанства.

Да ли је Кеплер сâм веровао да звезде могу имати неког утицаја на земаљски живот и збивања? Кеплерови биографи су мишљења да он није веровао у астрологију. Његова преписка сведочи, међутим, да је, у то време, веровао да небеска збивања имају утицаја на судбину људи. Тако, у једном писму свом професору и пријатељу Местлину, јавља да му се син налази у животној опасности, изражавајући чак и сумњу да ће остати у животу. И, дете убрзо — умире!

Многа му се предвиђања нису, међутим, обистињавала, тако да је, постепено, губио веру у њих. Додуше настављао је на захтеве појединаца да и даље саставља хороскопе, али их је, обично, пропраћао опоменом: „*Quidquid dicam, aut erit, aut non*” (што сам рекао догодиће се, или неће).

Но и поред ових послова Кеплер је налазио слободног времена, које је посвећивао темељном проучавању Ретикусова дела „*Narratio Prima*”, а нарочито Коперникова „*De Revolutionibus Orbium Coelestium*”

о којем се у његовој средини, у то време, живо расправљало. Слободно време је искористио и да доврши прво своје дело „*Prodromus Dissertationum continens mysterium cosmographicum de admirabili proportione orbium coelestium,...*” А захваљујући Местлиновоу заузимању, успео је да дело и изда (у лето 1596).



Сл. 8. Кеплер у 39. години

Било је то оне исте године кад је Тихо Брахе напустио своју домовину и са својим инструментима и свеколиком посматрачком документацијом прешао у Немачку. Као у то време највише у свету цењеном астроному, на чији је суд много полагао, Кеплер му је послао један примерак свог дела. Не слутећи, наравно, какве ће, ускоро последице, и коликог значаја, то имати и за њега и за астрономију. Један примерак свог дела је, у исти мах, и Галилеју послао. Тихо је књигу,

међутим, тек годину дана касније примио, али му је одмах одговорио, позивајући га да дође к њему. И Галилеј му је потврдио пријем књиге, али никакво му своје мишљење о њој није саопштавао. Кад му је Кеплер накнадно затражио мишљење, није му одговорио.

Убрзо после појаве „*Prodromus*”-а, уверен да је у Штајерској нашао средину у којој се може за стално настанити, Кеплер се, у двадесет шестој години, жени лепом, богатом племићком, удовицом из првог брака, разведеном од другог мужа, Барбаром Милер, која му доноси велико имање са дворцем у близини Граца, и са којом ће петоро деце изродити. Те прве године у браку, али свега две, једине су протекле безбрижне, срећене и срећне године у животу, иначе препуном недаћа и несрећа, које ће Кеплер и његова породица имати да проживе.

Прво двоје деце им умиру одмах по рођењу.

Ни пуне две године по Кеплеровој женидби, верски толерантног надвојводу Карла наслеђује син му, доцнији цар Фердинад, нетрпељиви католик. Он доноси одлуку да Штајерску покатоличи и зато протерује из земље све протестанте, дакле и професоре из Граца, па међу њима и Кеплера. Он се склања у Маџарску. Али на заузимање неких језуита, Кеплеру бива већ после месец дана дозвољено да се, под извесним условима, врати на своју дужност. Предосећајући, међутим, да ово стање неће дуго потрајати, обраћа се своме професору Местлину и моли га да му, ако може, издејствује неку службу у Тибингену. Како му отуда ништа није стизало, Кеплер се решава да прихвати поновљени Тихов позив, који му је у међувремену стигао (1599), да оде к њему у Праг. У позиву му је, уједно, Тихо обећавао да ће, као калкулатор, имати већу плату него као наставник у Грацу. Кеплер позив прихвата. И с јесени исте године стиже у Праг, сáм, да се лично упозна са Брахеом и уједно обавести о будућем свом послу.

Први утисци (сусрет је био 3. фебруара 1600) које су на Кеплера учинили Тихо Брахе и нова средина нису га много одушевљавали. Утолико чак мање што Брахе није крио да Кеплерову помоћ има намеру да искористи да, помоћу посматрања којима располаже, свој систем (а не Коперников) провери и поправи. Кеплер је, опет, у Брахеовој посматрачкој документацији наслућивао изванредно повољну могућност да своју идеју о хармонији васионе потврди. Местлину се, у то време, у једном писму поверава „како Тихо располаже благом којим, као већина богаташа, не уме да се служи!”

С друге стране, Кеплер није губио из вида ни стање своје породице. Стало му је било да је, свакако, што пре смести и што боље збрине. И тако, под притиском свих тих околности, ипак је, већ 5. фебруара 1600, био утврђен план будућег Кеплеровог рада. Према овом плану је требало да Брахеов сарадник, *Longomontanus*, посматра Месец, а Кеплер — планету Марс. Тај споразум Кеплер је, у више наврата, покушавао да једним уговором са Тихом утврди, међутим, овај на то није пристајао. И тако, већ на самом почетку сарадње, долази до несугласица, чак и препирки, које су на махове доводиле скоро и до раскида.

Почетком јула Кеплер напушта Праг и Чешку и враћа се у Штајерску да среди породично имовинско стање. У Грацу га, међутим, ускоро изненађује наредба да у року од четрдесет пет дана мора



Сл. 9. Johannes Kepler

да напусти земљу. Како из Тибингена никакав одговор није добио, 30. септембра напушта Грац. И тако, октобра 1600, са женом и поћерком, стиже у Праг: болестан, без средстава.

Тихо, срећом, раније дата обећања испуњава: цар Кеплера именује царским математичарем и Тиховим сарадником. Овај, опет, пошто

увиђа да његови помоћници нису дорасли да савладају посао који од њих очекује, прихвата Кеплерове услове, према којима овај неће учествовати у посматрањима, већ се само посветити Марсовој теорији.

Што се тиче Кеплерова живота и рада у Прагу, било је тешко и поверовати да ће се ове две тако различите природе — деспотски и раздражљиви Тихо и осетљиви и смирени Кеплер — моћи дуго подносити и успешно сарађивати. Зато се може сматрати као скоро срећна околност што је Тихо поживео управо још толико колико је требало да Кеплера уведе и упозна са својом посматрачком архивом.

После једне кратке болести, 24. октобра 1601, Тихо је преминуо. На самртничкој постељи је још ставио Кеплеру на срце да доврши Рудолфове таблице и његову (Брахеову, а не Коперникову) теорију света.

После Тихоове смрти само царско расположење према Кеплеру је у знатној мери допринело да му је коначно омогућено било да се користи Брахеовом посматрачком заоставштином. Но ово није ишло без приличних одуговлачења и тешкоћа. А потицале су од стране Тихоових наследника. Једно време су чак под кључем држали како инструменте за астрономска посматрања, тако и сву писмену документацију. Тешком муком је најзад, и тек по цену једног писменог уговора, Кеплеру пошло за руком да му буду поверена Брахеова посматрања, која је требало да, у првом реду, искористи да Тихоову теорију и систем света помоћу њих обради.

Све ово време Кеплер не прима редовне и уговорене своје принадлежности.

Једно време, непосредно после Тихоове смрти, Кеплер је и покушавао да уради што је Тихо желео, али је најзад дошао до уверења да му је труд узалудан. Под крај 1601. доноси одлуку и приступа проучавању и обради посматрања, специјално оних планете Марса, новом, својом, методом.

Јуни и јули те године болују и Кеплер и његова жена.

У то време и довршава и своје дело „*Ad Vitellionem Paralipomena quibus Astronomiae pars Optica traditur. . .*” које у јесен (1604) штампа и Франкфурту. Октобра те године се појављује, у сазвежђу Офијухуса, нова звезда; а то је појава којој, у оно време, велики значај придају и астрономи, а нарочито астролози. Кеплер је и сâм посматра и о њој, две године доцније, штампа у Прагу мемоар, под насловом „*De stella nova in pede Serpentarii. . .*”

У децембру се Кеплеру рађа син.

1606. објављује Кеплер своје прво главно дело, које ће се после многих одуговлачења, углавном, материјалне природе, из штампе појавити тек три године касније. Дело је добило наслов „*Astronomia nova de motibus stellae Martis ex observationibus Tychonis Brahe*”.

Зауставићу се на предговору овом делу. Он је упућен цару Рудолфу, који је био обећао да ће финансирати издање, међутим, обећање није био у стању да одржи. Предговор је веома занимљив,

јер неочекивано рељефно слика не само околности под којима је Кеплер морао све то време да ради, већ и расположење и душевно стање, као и ауторов хумор. Из предговора ћу издвојити само те ставове. Почиње речима: „Приводим Вашем Величанству отмена заробљеника; то је успех напорне и тешке војне, предузете под вашом заштитом. . . . Што се мене тиче ја морам, пре свега, да похвалим истрајност и преданост храброг капетана Тиха Брахеа, који је, под заштитом данских владара, Фридриха и Кристијана, пуних двадесет година сваке ноћи, без предаха, проматрао све непријатељеве навике, откривао његове планове и открио му све потајне трагове. Његова посматрања, која ми је оставио, помогла су ми да се ослободим оног страха од неодређеног, који човек осећа пред непријатељем кога не познаје. . . .

У току неизвесне борбе, колико је све било пораза, какве све несреће нису сналазиле наш табор? . . . Војници, који су у свему оскудевали, дезертирају у масама; док, међутим, нови регрути још нису били дорасли покретима. А понајвећа невоља беше што су намирнице биле нестале. . .

Зато овакав успех треба искористити и снажно борбу наставити: опасности више нема, јер је Марс у нашој власти. Али преклињем Ваше Величанство да не изгуби из вида да је новац живац рата и да своме благајнику изволи наредити да вашем генералу исплати потребну суму како би могао нову војску опремити!“ . . .

По завршетку главног дела Кеплер је — изгледа — имао намеру да напише нов Алмегест, који је требало да носи наслов „Хипарх“ (које ће објавити тек уз *Tabulae Rudolphinae*). Зато су му, наравно, потребни били мир и обезбеђен живот. У то време су му, међутим, управо ти услови недостајали. Кеплера највише погађа то што припадљности и даље врло нередовно прима, уколико их уопште прима.

Те године ће Кеплерову породицу, поред оскудице, задесити још два тешка удара. С пролећа (1611) умире му седмогодишњи љубимац, Фридрих; а у лето, исте године, умире му жена. Колико тешко то Кеплера погађа сведоче „*Funesta Domestica*“.

У то време — кад престо и круну цар Рудолф Матији уступа — Кеплер увиђа да више овако не може и нуди своје услуге Земаљским сталежима Горње Аустрије. Кеплерова понуда бива прихваћена, с тим да у Линцу предаје математику, да изврши премер земље и заврши започете „*Tabulae Rudolphinae*“. Само пресељење мора, међутим, да одгоди за скоро годину дана, како би удовољио жељи цара Рудолфа, да га не напушта док не умре. Тако је Кеплер у Линц стигао тек 1612.

Годину дана касније се Кеплер жени по други пут. Узима из околне Линца, девојку — сироче, Сузану Рајтингер (*Reuttinger*), која ће му изродити седморо деце, но која ће, сем двоје, сва још сасвим мала поумирати.

У прво време после женидбе Кеплеру се враћа воља и елан за рад. Он све време тада и искоришћује да приведе крају два своја дела,

додуше сасвим различите садржине: своје друго главно дело, „*Nagponices mundi*” — које довршава управо кад Немачка улази у сурови тридесетогодишњи рат — и једну врсту астрономског уџбеника, под насловом „*Epitome astronomiae copernicanae*”, који ће скоро четири године излазити. Земаљски сталези, међутим, Кеплеру скоро замерaju што се не бави довољно пословима којих се примио, специјално Земљиним премеравањем и уговореним астрономским таблицама.

Друго главно дело му је из штампе изишло 1619, у Линцу, За-нимљив је предговор у овом делу, којим упознаје читаоца са свим про-машајима и лутањима која су претходила ономе што ће читалац у де-лу наћи, па додаје: „Ево вам главног резултата мојих студија. Могу савременици и будући нараштаји моје дело читати или не, мени је то сасвим свеједно. Оно ће кроз сто година свакако наћи свога читаоца!”

Кеплер је још заузет био довршавањем штампања овог свог дела, кад му је стигао извештај да му је против мајке покренут процес, зас-нован на сумњи и оптужби да је вештица, да је одржавала везе са „нечастивим”, што је за собом повлачило осуду да буде жива спаљена. Како су сва Кеплерова настојања остала без успеха, да нађе адвоката који би се примио (тачније, усудио да се прими) да је брани, Кеплер одлучује (1620) да, прелазећи преко свега што је мајци могао замерити, отпутује у Виртемберг и сâм покуша да мајку спасе и оптужбе и страшних мука које су је чекале.

Молба којој се Кеплер обратио баварском краљу, а, вероватно, и углед који је, као царски математичар, уживао (јер у судском про-токолу са суђења стоји забележено да се „оптужена појавила у прат-њи свога сина, царског математичара” . . .) довољни су — изгледа — били да пресуда буде поништена и оптужена ослобођена.

Пошто се вратио свакодневном животу, Кеплер се решава да доврши астрономске таблице, на којима је већ радио и одавно желео да их види штампане. Код куће су се, међутим, материјалним нево-љама и немаштини придружиле нове верске трзавице и прогањања — којих је, истина, овога пута, Кеплер, као царски математичар, био поштеђен. Но од неко време је на Кеплера мучан утисак остављало и сазнање, до којег је дошао из писама и дела својих пријатеља и савременика, да му се дела врло слабо читају. Тако је констатовао да се и његови пријатељи, са којима се редовно дописивао, D. Fabri-cius и S. Magius, у својим делима још увек на Птолемејево учење и систем ослањају. А од свог учитеља и старог пријатеља, професора Местлина, није одговора добивао, већ пуних пет година на писма који-ма му се обраћао.

У то време Кеплер у Линцу не налази могућности за штампање својих радова. Своје логаритамске таблице „*Chilias Logarithmorum. . .*” штампа (1624) у Марбургу. Зато се ради штампања астрономских таб-лица решава да напусти Линц. Па како му је стало да и породицу на неко безбедније место склони, одлучује се да је пресели и смести у Регенсбург; а сâм, са рукописом таблица, одлази у Улм.

У Улму је пријатељски дочскан. Али са штампањем не иде без тешкоћа: долази до честих препирки, па и застоја. Најзад, ипак, успева да штампање приведе крају; таблице излазе 1627. Но тек по завршетку штампања искрсавају непредвиђене тешкоће. Изазивају их Тихоови наследници. Захтевају, пре свега, да посвету таблица они израде; и, друго, да насловна страна дела буде украшена Тихоовом сликом, коју ће они дати. Помирљиви Кеплер само додаје иза ове свеју посвету, у којој се налази и реченица: „Шта на ово да кажем кад је посвета дела, на којем сам се двадесет шест година сатирао, Вашем Величанству већ извршена?“ . . .



Сл. 10. Кеплерова радна соба данас

Првих дана наредне године Кеплер бива примљен у свечану аудијенцију код цара Фердинанда II, да му уручи један примерак књиге.

Тешком материјалном стању са којим се Кеплер и његова породица стално боре знатно доприноси и његова доследна упорност у верском погледу. Покушаји и понуде који му се у том смислу, са више страна, чине наилазе на Кеплерову непоколебљиву приврженост вери у којој је рођен. Безданежно материјално стање покреће Кеплера да се у то време обрати војводи Валенштајну (Wallenstein), на кога га је двор упутио за све непримљене принадлежности (којих се укупан износ био попео на преко 12000 форината). До дужне суме ни овога пута није дошао, али је од војводе добио обећање да ће му у Сагану (у Шлеској) опремити потпуну штампарију. Обећање, додуше, не наилази код

Кеплера на велико поверење; и он се тешка срца одлучује и да породицу пресели у Саган. Али га, с друге стране, привлачи помисао да би тако, уз помоћ штампаних таблица, знатно лакше и брже ишло спремање годишњих ефемерида. А издавање и продаја ефемерида би осетно повећали приходе за издржавање породице. Али Валенштајн, на жалост, обећање није одржао.

У том материјалном стању Кеплер помишља на своје поодмакле године, а и на болест која сваког часа може да га снађе. Али га нарочито тишти што му породица није збринута. Зато се решава да лично оде у Регенсбург, где је у то време заседао Рајхстаг, а боравио је и сâм цар Фердинанд II: да се једном молбом обрати директно сабору, евентуално, и самом цару. У молби би изложио материјално стање у које је с породицом доспео.

Пут од Сагана до Регенсбурга Кеплер је превалио на коњу, по хладном, јесењем времену, и у Регенсбург је стигао првих дана новембра 1630. Рајхстаг је тада већ био закључио своје заседање. Кеплер је, ипак, успео да од цара добије известан мањи део дужне суме; у сваком случају знатно мањи него што је очекивао. Но и то је касно стигло!

Трећи дан по доласку у Регенсбург Кеплер добива јаку грозницу, која га и у постељу обара и којој подлеже, 15. новембра 1630, у педесет деветој години живота.

Сахрањен је 17. новембра.

За време борби око Регенсбурга (1632—1634) гроб му је, међутим, као уосталом и цело гробље, био сравњен са земљом. Тек 1808, отприлике на месту где му се могао налазити гроб, подигнута је данас мала капела са Кеплеровим попрсјем.

КЕПЛЕРОВ ДОПРИНОС

По живот, по позив и Кеплеров научни рад од пресудног значаја било је његово познанство и пријатељство са М. Местлином (1550—1631), тибингенским професором математике и астрономом, познатим као птолемејевцем, али потајним коперниковцем. Местлин је своје слушаоце темељно упознавао са делима Еуклидовим, Аполонијевим и Архимедовим, са учењима и системима света Птолемејевим и Тихо Брахеовим, а мали број, само одабраних међу њима, и са Коперниковим хелиоцентричним системом света. Иако се Местлин, у свом делу које објављује 1624, не признаје за коперниковца, већ излаже Птолемејево учење, он Тиха Брахеа назива Птолемејем оног времена.

Талентовани и вредни Кеплер брзо скреће Местлинову пажњу на себе, тако да се овај почиње њиме више бавити: више му поклања времена и подробније га упознаје, поглавито са Коперниковим учењем. Шта више, ускоро се, између учитеља и ђака, развија и право пријатељство, којим ће се Кеплер користити целог живота, нарочито у тешким тренуцима, и обраћаће се Местлину, ако не и за помоћ, оно за савет, а најчешће да му се искрено изјада због своје хуђе среће.

Тако је, после Местлинова савета, Кеплер донео одлуку да се астрономији посвети; а, ускоро затим, и да се прими понуђеног му положаја професора математике у Грацу. Прво своје предавање је ту одржао — како је напред већ поменуто — 24. маја 1594. Па, као што историја често неки значајнији догађај из живота, или неко важно откриће, радо доводи у везу са обичном појавом или случајем — на пример: избор Тихо Брахеова животног позива доводи у везу са помрачењем Сунца од 21. августа 1560; или Њутново откриће закона опште гравитације са падом јабукe — и Кеплерово једно „значајно откриће” (тако га је он сам назвао) везује за његово предавање од 19. јула 1595. Из писма Местлину сазнајемо и какво је то „откриће”. То је његово убеђење, до којег долази „да у васиони влада ред који је Бог предвидео, у чију би тајну он желео да проникне!”

Кеплеру је двадесет две године. Он не престаје да размишља о Коперникову систему света. Њега живо занимају питања: зашто има само шест планета? Постоји ли међу њиховим путањама, мислио је — о удаљењима од Сунца — и њиховим кретањима (брзинама) неки однос и какав? Кеплер почиње неуморно да трага за одговорима на та питања.

Прво их тражи у разним бројним односима међу појединим планетским сферама. Кад у том не успева, покушава да уцртава правилне многоугаонике у просторе између путања. На овим покушајима губи — како сам каже — цело лето. Затим долази на идеју — коју сматра „открићем” — да простор између шест планетских сфера (димензија одређених планетским револуцијама) — колико их је у његово време било познато — испуни са пет правилних полиедара. Ово привидно „елегантно” решење Кеплер објављује (1596) као прво своје научно дело, под насловом „*Prodromus dissertationum cosmographicarum continens: Mysterium cosmographicum...*” познато под скраћеним називом „*Mysterium cosmographicum*” (Тајна васионе).

Дело је било од троструког значаја за свог писца. Пре свега, њиме се он представио ондашњем научном свету. Друго, преко њега је успоставио везу са Галилејем, Фабрицијусом, Маријусом и другим људима од науке оног времена; оно му је послужило и да се упозна, а, убрзо затим, и сарадњу успостави са Тихом Брахеом (иако му је овај саветовао „да се окани тих бескорисних шпекулација, већ да се посвети проучавању посматрања којима располаже”). И, треће, што је основна идеја, из које је потекло ово дело, Кеплера, тако рећи, опседала целог живота и, најзад, после двадесет и три године трагања и лутања, и довела до открића — којему се највише обрадовао — до открића његова трећег закона. Кеплер ово примећује и сам, у другом издању (1621) дела, кад каже: „Правац мог целог живота, мојих студија и дела проистицали су из ове једне књижице!”

Кеплер је за живота објавио велики број радова и књига, највише, наравно, из астрономских и математичких наука, али и из многих других области. Занимљиво је да је 1622. сам био израдио списак („*Catalogus librorum*”) свих својих до тада објављених радова. Уку-

пан број његових објављених ствари износи, можда, око осамдесет, међутим, више стотина достиже број писама којима се Кеплер обраћао појединим научницима, пријатељима, владарима, пословним људима — од којих су нека (Magini-у, Fabricius-у) имала и по више десетина страна. Целокупна Кеплерова дела објавио је (1858—1871) у осам књига Chr. Frisch. И кореспонденцију сам овде споменуо, јер се тек из целокупне заоставштине може да стекне јасна слика о броју, а и скоро невероватној разноврсности тема којима се све бавио, и свим идејама о којима је Кеплер размишљао.

Пада још нешто у очи. Док Кеплера готово целог живота, од рођења до последњег часа, прате честе недаће и несрећни стицаји околности, у његову научном раду често важну, можда и пресудну улогу по сам рад (и астрономију) играју, напротив, повољни, чак срећни стицаји околности. О некима је од таквих стицаја било већ речи. Овде бих хтео да истакнем још један, нарочито важан и за Кеплера и за астрономију.

Неоспорно је срећна била околност што је Кеплеров долазак у Праг пао управо у време кад је Тихо, са својим главним помоћником, Longomontanus-ом, био заузет теоријом Марсова кретања. Сам Кеплер нам каже: „Да је Лонгомонтанус тада радио на другој некој планети, и ја бих на ту био пао. Божја је воља била — рекао бих — да стигнем управо у време кад је он на Марсу радио, из чијег је кретања једино и могуће било пробити се до тајни астрономије, иначе би за увек оне остале скривене.” Ово — мислио је — због тога што је, од свих тада познатих планета, Марс имао релативно незнатан нагиб путањске равни, а релативно највећу ексцентричност путање, тако да је оновременим средствима за посматрање једино на његовој путањи могуће било утврдити да одступа од кружне линије.

Успех Кеплерове улоге и истраживачког рада почивао је — како је то напред већ речено — на Тихоовим двадесетогодишњим посматрањима, која су за оно време била врло тачна. Јасније и одређеније речено, док су се Птолемејеви резултати и закључци ослањали на посматрања која су била тачна на десет лучних минута, Тихо Брахеова посматрања је карактерисала тачност од две лучне минуте. Околност двоструко срећна: прво, јер су тако Тихоови посматрани положаји могли послужити да се стварна путања планете одреди; друго, што посматрања нису тачнија била (Поенкаре каже „десет пута тачнија”) јер тада, вероватно, не би ни Кеплера, ни Њутна било!

Кеплеров допринос новој астрономији је, могли бисмо рећи, сав садржан у његовим двама делима: „*Astronomia nova de motibus stellae Martis ex observationibus Tychoonis Brahe . . .*”, са обрађеном теоријом Марсова кретања, на којој се задржао од лета 1600. до краја 1605, објављеном 1609, у Прагу; и „*Harmonices mundi libri V*”, објављеном десет година доцније, у Линцу. Прво од њих нас упознаје — кроз лавиринт нумеричких операција, опсежних расуђивања и излагања, идустрованих често и врло компликованим цртежима — са два прва Кеплерова закона о планетском кретању. О другом делу се истори-

чари астрономије не устручавају да признају, да садржину четири прве књиге не би вредило ни приказивати, да у истој није објављен трећи закон планетског кретања: Кеплерово, неоспорно, најзначајније откриће.

Планетско кретање до Кеплера сматрано је као униформно кружно кретање. Примећивана колебања у кретањима — код Птолемеја у даљинама планета у односу на Земљу, код Коперника у односу на Сунце — уклањана су („појаве су спасаване“) увођењем ексцетара и епицикличних кретања планета.

Идеја водиља — која ће Кеплеру од почетка његових дугих трагања осветљавати пут и најзад га и довести до открића ставова, неупоредивих са онима које и његови далеки претходници, и савременици, па и сам Кеплер, чак и први нараштаји после њега, сматраху необоривим — била је да је Сунце извор силе која планетама управља при њихову кретању око Сунца.

Поменута идеја га је навела да као средиште света усвоји средиште правог Сунца („извор светлости“ и средиште „душе кретања“). Њоме, као обузет, Кеплер је схватио да, прво, опозиције планета и ексцентричности њихових путања морају се односити на средиште правог Сунца; и, друго, да мора, пре свега, одредити и познавати Земљину праву путању, јер се она огледа у привидном кретању планета. Нарочито, мора испитати да ли се, доиста, Земљино кретање обавља, како су то Птолемеј, Коперник и Тихо Брахе сматрали, једнолико, по кругу; или постоји, како је он то претпостављао, и на апсидној линији Земљине путање (као и код осталих планета) тачка из које њено кретање изгледа једнолико (названа *punktum aequans*). Да ово постигне, послужио се згодно изабраним Марсовим положајима из Тихоових посматрачких дневника. И утврдио је да, доиста, и Земљину ексцентричност треба преполовити; значи да се средиште Земљине путање налази, приближно, на половини раздаљине Сунца од *punktum aequans*-а. О овом свом резултату Кеплер извештава Местлина у писму од 20. децембра 1601.

Према дотадањим Кеплеровим испитивањима и рачунима, планете описују кругове променљивом брзином: брже у перихелу, спорије у афелу. Другим речима, налази да им брзина одговара раздаљини од Сунца. Став му је тај погрешан; али ће, касније, из њега проистећи значајни за начин кретања планета — закон површина. Овај гласи да: радије-вектор (Сунце — планета) преваљује за једнака времена једнаке површине. Данас је то други Кеплеров закон. Њиме је доказано да се планете не крећу униформно око Сунца. Но њиме још није било решено питање облика планетине путање.

Оно утврђивање, помоћу згодно изабраних Марсових положаја, праве Земљине путање, послужило је, уједно, Кеплеру да за сваки планетин посматрани положај одреди њену раздаљину од Сунца. Тако добиени низ тачака за Марсову путању није давао круг. За раздаљине планете од Сунца што су одговарале аномалијама 90° и 270° добиване су, на пример, вредности мање од оних које су одговарале кружној путањи.

Тако је Кеплер добио за Марсову путању неку врсту — о в а л е: мање обрине у афелу, јаче сужене у перихелу.

На анализи те путање провео је Кеплер целу 1604. „Кад би путања — пише у то време Fabricius-у — била елипса...?“ Пред крај године, после небројених безуспешних покушаја и десетинама пута понављаних сличних рачунских радњи, долази до сазнања да овална путања није могућна. Уверио се да стварне раздаљине планете од Сунца леже између круга и овале: „Као да је Марсова путања елипса“, каже у писму Fabricius-у (од 18. децембра 1604). Али тада још ништа није у том правцу испитао.

Фебруара 1605. полази Кеплеру за руком да сагледа праву везу између радија-вектора и ексцентричне аномалије; а позната му је била веза између времена (средње аномалије) и ексцентричне аномалије: то је била једначина која носи његово име. Преостајало му је још само да увиди да је путања за коју те везе постоје — е л и п с а.

Убрзо после ускршњих празника Кеплер коначно и увиђа да је права путања планете елипса. До конца године ће и рукопис за штампу довршити. Што ће дело тек четири године доцније угледати свет, разлоге треба тражити, пре свега, у недостатку материјалних средстава; а, добрим делом, и у отпору Брахеових наследника, углавном зета. Штампање је приведено крају у Прагу, тек половином 1609.

Други Кеплеров допринос новој астрономији је његова „Хармонија света“. Последњи њен део већ својим насловом „О савршеној хармонији небеских кретања“, подсећа на Кеплерово прво дело, којим се представио научном свету, чија га основна идеја за време његових истраживања никако није напуштала. На последњим странама тог дела Кеплер каже: „Пре осам месеци сам угледао први зрак светлости; три месеца има како сам угледао светлост дана; најзад, пре неколико дана угледах Сунце у пуном сјају. Ништа ме не може зауставити, ја се препуштам само одушевљењу;. . . . Ако ми праштате, радоваћу се; ако ми замерате, то ћу поднети. Коцка је бачена: пишем књигу; читаће је савременици или будућа поколења, за мене то нема значаја; она ће моћи чекати на свог читаоца: није ли и Господ шест хиљада година чекао на једног посматрача својих дела?“

Другим речима, после низа покушаја, којима се ни броја не зна, после силних безуспешно понављаних нумеричких операција, специјално узалудних дизања на разне степене периода и планетских средњих даљина, и упоређивања тако добиваних бројева „приводимо крају откриће започето пре двадесет и две године . . . А ако вам је стало да му и тренутак знате, то је 18. марта 1618. Почето, али нетачно израчунато, па одбачено као погрешно, поново предузето, и са свежом жестином, 15. маја, оно је растерало таму око мог духа. Толико га добро потврђују Тихоова посматрања, да ми се учинило да сањам и као да сам поверовао у нешто што тек треба да докажем. У ствари је ван сумње и сасвим тачно било да је однос трајања обилазака двеју планета износио тачно колико и однос средњих њихових даљина дигнутих на степен три половине.“ Данас овај значајни Кеплеров,

трећи, закон, обично, изражавамо речима: квадрати трајања револуција двеју планета односе се као кубови (трећи степени) њихових средњих даљина (од Сунца).

У тренутку кад је видео да је успео, као очаран сазнањем тајне коју је толико дуго и тако ватрено прижељкивао, обузима га радост коју није у стању да обичним речима искаже, и побожни Кеплер из Светог писма позајмљује речи и узвикује: „Мудрост Господња бесконачна је, као и његова слава и моћ Сунце, Месече и планете величајте га својим неизрецивим језиком. . . .”, па завршава: „нека је слава и мом старом учитељу Местлину!”

О расположењу и пријему на које су наилазили Кеплерови резултати, па најзад, наишла и сама открића, код пријатеља и људи од науке, за многе карактеристичне и занимљиве појединости сазнајемо тек из обимне преписке коју је водио за све време својих других, често мучних, трагања. Поменућу само најпознатија имена астронома. Тако, на пример, сазнајемо да Г. А. Магини (италијански астроном) — до чијег је мишљења Кеплер увек много држао — ни на једно писмо, у то време, уопште није одговарао. Слично је и Местлин поступао: управо у периоду 1600—1605. ни на једно Кеплерово писмо није одговарао. Најнеочекиванији и најтеже објашњив био је Фабрициусов поступак. У једном писму (од 1607) Кеплеру пише: „Ти са твојом елипсом поништаваш кружно, униформно кретање, што налазим, кад мало дубље промислим, за апсурдно!”

Још занимљивије ће бити, кад је реч о пријему на који су наилазили код научника Кеплерови успеси, да се осврнемо и на Галилејево мишљење. Изненађује да он, који је у то време више него ико био у положају да оцени значај Кеплерових проналазака, у свом „Дијалогу”, који је писао у одбрану Коперникова система света, и не спомиње Кеплерове законе (прва два). Да ли није заиста схватио, или је намерно ћутке прелазио преко свега што је Кеплеровим законима хелиоцентрички систем добио?!

*

Тако је својим доприносом Кеплер, коначно, оборио четрнаест векова неприкосновеним сматрано учење о једноликом кружном, као једином природном, кретању небеских тела, око непокретне Земље, у средишту васионе; а трима својим законима, неупоредиве једноставности и неограничене трајности, од којих ће сад полазити сва значајнија открића у астрономији, себи обезбедио најглавнију улогу међу творцима нове астрономије, а имену свом у астрономској науци неподељено признање и бесмртну славу.

ДАТУМИ ДОГАЂАЈА ИЗ КЕПЛЕРОВА ЖИВОТА

1571—XII—27. 1577.	Рођен је у Вајлу, у Виртембергу. Родитељи му се пресељавају из Вајла у Леонберг.
1580—1584 1586—XI—... 1587—X—5. 1588—IX—25. 1589—IX—...	Родитељи му држе гостионицу „Zur Sonne”. К. ступа у семинар у Маулборну. Упис на универзитет у Тибенгену. К. добива степен бакалауреуса. Као стипендиста почиње евангелистичке теолошке студије.
1591—VIII—11.	К. полаже магистарски испит (као други од петнаест кандидата).
1594—III—...	К. бива постављен за професора математике у Грацу.
1594—V—24. 1596.	К. држи прво своје предавање у Грацу. К. објављује „Prodromus”, прво своје научно дело.
1597—IV—27. 1598—IV—11. 1598—IX—28.	К. се жени Барбаром Милер, из Штајерске. К. добива први Тихоов позив на сарадњу. Протестантски учитељи и проповедници морају у року од осам дана да напусте земљу. Једино је К. изузет.
1599. крајем 1600—I—6. 1600—II—3. 1600—VIII—7. 1600—X—19.	Код К. сазрева одлука да пређе у Праг. К. сâм, без породице, напушта Грац. К. први састанак са Тихоом, у Бенатеку. К. коначно протеран из Граца. К. са женом, поћерком и покућством стиже у Праг.
1601—X—24.	Тихоова смрт. К. Постаје „царски математичар”.
1602—III—9. 1604 почетком	К. прима прву уговорену плату. К. предаје цару рукопис своје Оптике, која крајем године излази из штампе.
1604—XII—18.	К. пише Фабрициусу и саопштава му да истина лежи између круга и овале „управо као да је Марсова путања елипса”.
1605—X—11.	К. писмом извештава Фабрициуса да је Марсова путања елипса.

- 1606—I—... К. извештава Kerwart-a von Hohenberg-a да је дело готово.
- 1606—XII—... Цар одобрава 400 гулдена за штампање дела.
- 1607—V—28. К., у уверењу да види Меркуров пролаз испред Сунца, посматра на Сунчевој површини групу пега.
- 1609 половином Довршено штампање дела „Astronomia nova” у Heidelberg-у.
- 1610—II—1. К. извештава Magini-a да је све примерке про- дао штампару, јер дотле никакву награду није примио.
- 1610—III—... К. сазнаје да је Галилеј, дурбином са два со- чива, открио „четири нове планете”.
- 1610—IV—8. К. добива примерак Галилејева „Sidereus Nunc- cius-a”
- 1610—IV—19. К. одговара и честита Галилеју; а исте године објављује и шаље Галилеју своје дело „Dissert- atio cum Nuncio Sidereo”.
- 1611—II—19 К. син, љубимац Фридрих, умире од богиња.
- 1611—IV—... Као „лукави калвиниста” добива отказ и мора напустити Праг.
- 1611—VI—11. К. стиже извештај о постављењу у Линцу.
- 1611—VII—3. Кеплеру умире прва жена.
- 1612—III—... Цар Матија потврђује К. као „царског мате- матичара”.
- 1612—IV—... К. са своје двоје деце, напушта Праг и досеља- ва се у Линц.
- 1612 крајем К. добива позив да присуствује на седници рајхстага, у Регенсбургу, где ће дискутовати о реформи Календара.
- 1613—X—30. К. се по други пут жени; узима Suzanna Reut- tinger
- 1617—X—12. Први одлазак у Виртемберг због процеса пок- ренута против К. мајке.
1619. К. објављује своје главно дело „Harmonices mundi”, у Линцу.
- 1619—V—10. Католичка црква ставља на индекс К. дело „Epitome...”.
- 1620—IX до 1621—XI Други одлазак и боравак у Виртембергу због суђења К. мајци.
1622. К. саставља и објављује „Catalogus librorum” објављених до 1622.
- 1624—X—... К. путује у Беч због штампања „Tabulae Rudol- finaе”
- 1625—I—... К. је поново у Бечу.
- 1626—XI—20. Са женом, децом и стварима К. полази за Улм.
- 1626—XII до 1627—IX. К. борави у Улму због штампања „Tabulae Rudolfinae”.
- 1627—IX до 1628—VII К. борави у Франкфурту, Улму, Регенсбургу, Прагу, Линцу.
- 1628—VII—... К. добива тражени отпуст из службе аустриј- ских Сталежа.
- 1628—VII—... К. долази у Саган.

1630—IV—...	Три недеље борави К. у Валенштајновој резиденцији у Gritschin-у.
1630—X—8.	К. креће на пут у Линц.
1630—XI...	К. стиже у Регенсбург.
1630—XI—15 (п. н.)	Кеплер умире.
1630—XI—17.	К. је сахрањен у Регенсбургу.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- J. Kepler, *Astronomia nova* (у преводу, са предговором Проф. Dr M. Caspar) Oldenburg. 1929.
- J. B. Delambre, *Histoire de l'astronomie moderne*, Paris, 1821.
- J. Bertrand, *Les fondateurs de l'astronomie moderne*, Paris.
- R. Wolf, *Geschichte der Astronomie*, München 1877.
- F. Boquet, *Histoire de l'astronomie*, Paris 1923.
- W. Gerlach—M. List, *Johannes Kepler*, München 1971.

R é s u m é

JOHANNES KEPLER

(1571—1630)

Le présent mémoire est consacré à la commémoration du quatre-centième anniversaire de la naissance de l'astronome et mathématicien allemand *Johannes Kepler*, l'un des principaux et le plus original des cinq illustres astronomes que l'histoire des sciences ait proclamés fondateurs de l'astronomie moderne.

Le mémoire est composé de:

Préface (p. 1 — 3);

Première partie, comportant deux chapitres:

Notes biographiques des fondateurs (p. 5 — 17);

Prédécesseurs des fondateurs (p. 17 — 21);

Deuxième partie, comportant également deux chapitres:

Johannes Kepler — Sa vie (p. 23 — 33);

Contribution de Kepler comme fondateur (p. 33 — 38)

Rappelons que ces fondateurs sont: le Polonais *Nicolas Copernic* auquel revient le mérite d'avoir rétabli le système héliocentrique; le Danois *Tycho Brahe*, l'infatigable observateur dont les vingt ans d'observations ont rendu possible la découverte des lois qui règlent les mouvements des corps célestes; l'Allemand *Johannes Kepler*, le législateur des mouvements planétaires dont les impérissables découvertes ont consolidé le système héliocentrique; le célèbre physicien italien *Galileo Galilei*, le premier à orienter sa lunette vers le ciel et les corps célestes; l'Anglais *Isaac Newton*, l'un des plus grands esprits de l'humanité et fondateur de la mécanique céleste.

Issus de cinq pays divers, appartenant à cinq nations différentes, et bien que les contributions de chacun comme fondateur n'aient guère été comparables, ils restent inséparables dans leur rôle de fondateurs de l'astronomie nouvelle.

Sans Copernic et son impérissable „*De Revolutionibus orbium coelestium*”, il est plus que probable que le jeune Kepler ne se serait pas détourné de ses études théologiques et n'aurait pas sacrifié la paisible vocation pastorale, pour s'orienter vers l'astronomie et s'aventurer dans une profession aussi aléatoire à son époque que celle d'astronome.

Si Kepler n'était pas venu en contact avec Tycho Brahe, plus particulièrement avec ses incomparables observations poursuivies pendant deux décennies, il est presque certain que ni le nom de l'astronome danois n'aurait été glorifié, ni Tycho considéré aujourd'hui comme l'un des fondateurs de l'astronomie moderne; pas plus que Kepler n'aurait réussi à réaliser les mémorables découvertes qu'il a léguées à l'astronomie.

Les divers phénomènes et corps, invisibles à l'oeil nu, découverts par Galilée, à l'aide de la lunette dirigée pour la première fois vers le ciel, auraient certainement rencontré un accueil différent, sans susciter les conséquences que l'on connaît, si Copernic n'avait pas, six décennies auparavant, déplacé la Terre de son piédestal au centre de l'univers, pour la lancer dans le tourbillon planétaire; et si Kepler ne l'avait pas (soixante cinq ans plus tard), en la soumettant à ses lois, acheminée suivant son itinéraire annuel autour du Soleil.

Aussi Newton, se rappelant ses années de jeunesse, dit-il lui-même: „Cette année-là (1666) j'ai commencé à méditer sur la pesanteur et l'influence que peut avoir l'attraction de la Terre sur la Lune; puis, comme je venais de déterminer la force qu'exerce sur la surface de la sphère une bille roulant à l'intérieur de celle-ci, j'en ai déduit — à l'aide de la loi de Kepler, en vertu de laquelle les carrés des révolutions planétaires sont entre eux comme les cubes des grands axes de leurs orbites — que les forces auxquelles obéissent les planètes sur leurs orbites doivent être inversement proportionnelles aux carrés de leurs distances du centre autour duquel elles gravitent.

Mais tandis que Copernic, Tycho Brahe, Galilée et Newton passèrent leurs vies, peut on dire, tout à fait à l'abri des soucis ou difficultés matériels, la vie de Kepler toute entière, par contre, ne fut qu'une longue succession d'épreuves, de malheurs familiaux, de persécutions, mais surtout d'éternels embarras pécuniaires. Aussi, pour faire mieux apparaître les dissemblances des conditions et circonstances dans lesquelles se déroulaient les activités et recherches de chaque fondateur, a-t-on jugé utile de donner ici un court aperçu des moments les plus importants de leurs biographies.

En outre, étant donné la diversité des contributions, en particulier des découvertes de chacun des fondateurs, il nous a de même paru utile d'examiner brièvement ce que chacun d'eux devait à ses prédécesseurs.

Le premier chapitre de la première partie contient les résumés très condensés des biographies de N. Copernic, Tycho Brahe, G. Galilée et de I. Newton, bien connues d'ailleurs sans qu'on ait besoin d'y insister ici.

Le second chapitre est consacré à l'examen des questions suivantes: savoir si et jusqu'à quels points les contributions des fondateurs ont-elles été influencées, voire inspirées, par les oeuvres ou les recherches de leurs précurseurs et desquels.

Quant à la contribution de Copernic, on n'a fait que citer ses propres paroles, à savoir: „Aussi j'ai résolu de relire les ouvrages de tous les philosophes, pour y chercher si aucun d'eux n'avait admis pour les sphères célestes d'autres mouvements que ceux acceptés dans les écoles, et je trouvais dans Cicéron que Nicéas croyait au mouvement de la Terre. Plutraque m'apprit ensuite que cette opinion avait été partagée par plusieurs auteurs. . . . Partant de ces idées, j'ai commencé moi-même à réfléchir sur la mobilité de la terre. . . . Et bien que l'idée ait pu être considérée comme absurde. . . .”

Dans son „*Commentariolus*” Copernic nous fait savoir en outre (bien que la phrase en question se trouve rayée dans le manuscrit) qu'Aristarque de Samos a également enseigné que la Terre se mouvait en une révolution autour du Soleil immobile.

Quant aux contributions de Tycho Brahe et de Galilée la question de leur précurseur ne se pose même pas.

C'est d'une façon plus détaillée qu'a été analysée la question de savoir si Newton pour sa contribution, a pu avoir quelque inspirateur parmi ses prédécesseurs. A cet effet on n'a fait que rappeler les noms des auteurs que Newton mentionne dans ses „*Principes*”. En premier lieu, chez l'astronome français *I. Boulliaud* (1605—1692) on trouve la phrase suivante: „Si une telle force existe (sous-entendant l'attraction réglant les mouvements des planètes), elle doit décroître avec le carré de la distance”. En outre, l'astronome italien *G. Borelli* (1608—1679) base sa théorie sur les satellites de Jupiter „sur la force d'attraction inversement proportionnelle au carré de la distance et égale à la force centrifuge”.

En dernier lieu Newton cite le nom du physicien connu *R. Hook*, son éternel rival.

Il saute aux yeux, cependant, que Newton systématiquement évitait de soulever la question de la cause de la gravitation, se contentant du fait qu'elle existe et agit suivant la loi que l'on connaît.

Les dix pages du premier chapitre de la deuxième partie du mémoire sont consacrés à la biographie assez détaillée de *J. Kepler*.

Dans le second chapitre de la deuxième partie on a évoqué les circonstances la plupart du temps décourageantes pour Kepler et la famille, ses interminables conflits avec les traditions, ainsi que ses patientes recherches, son application infatigable et une contention d'esprit qui, parfois — avoue Kepler — „*diu nos torserat pene ad insaniam*”, mais, finalement le conduiront néanmoins, à la découverte d'abord de ses deux premiers, puis, neuf années plus tard, de sa mémorable troisième loi, établissant ainsi d'une manière définitive les lois des mouvement des planètes, anéantissant pour toujours les combinaisons compliquées des



*

Le mémoire est terminé par un petit tableau des dates les plus importantes de la vie tourmentée de J. Kepler.