

450 години от рождението на Галилео Галилей

Ева Божурова



*Аз твърде много обичах звездите,
за да се страхувам от нощта.*

Галилео Галилей

Какво ли е чувството да си първият сред толкова много – милиони хора на Земята, който вижда, че Луната не е загадъчна кристална топка, а подобен на нашата планета свят, с неравна каменна повърхност, с планини и долини?

Или когато, след дълги странствания на мисълта, разкриваш велика тайна на природата и в първите минути на прозрението знаеш, че си достигнал до нещо, което още никой друг на този свят не знае? Такъв единствен върховен миг е съдено да преживеят само на малцина от хората, посветили живота си на науката. А на великия италиански физик и астроном Галилео Галилей е била отредена цяла поредица.

Галилео Галилей е роден на 15 февруари 1564 г. в италианския град Пиза. Неговият баща, Винченцо Галилей, е бил музикант, композитор и специалист по акустика. За влиянието, което бащата на Галилео вероятно е оказвал върху него като учен, можем да съдим по знаменателната мисъл, изказана от Винченцо Галилей: „Струва ми се, че онези, които разчитат само на тежестта на авторитетите, за да докажат някакво твърдение, без да



Родният град на Галилео Галилей – Пиза, с прочутата наклонена кула

търсят аргументи, с които да го подкрепят, действат абсурдно. Аз искам свободно да задавам въпроси и свободно да отговарям, без всякакво раболепие. Така е с всеки, който е искрен в търсенето на истината”.

През 1581 г. Галилео Галилей е изпратен в Университета в Пиза, за да следва медицина. Но той не се интересува особено от нея. Веднъж случайно слуша лекция по Евклидова геометрия и решава, че ще се посвети на математиката и природните науки.

Като студент 19-годишният Галилео съзирава в катедралата в Пиза огромния църковен полилей и прави първото си значително откритие. Той установява, че при различни амплитуди полилеят се люлее с еднакъв период. Периода на люлеене Галилео измерва със собствения си пулс. През 1641 г. – в последната година от живота си, той предлага свойството изохронност на махалото да се използва за конструиране на часовник. Тогава той вече е сляп, но по неговите указания синът му начертава схема на часовника. Усъвършенстван механизъм е изобретен от Кристиан Хюйгенс (Christiaan Huygens) през 1656 г. Механични часовници с тежести са



Схемата на Галилео Галилей за часовников механизъм с махало

съществували още от XIII в., а часовниците с пружини се появяват в XV в. Те обаче били много неточни. Натрупвали грешка от порядъка на 30 минути за денонощие. Идеята с въвеждането на махалото е енергията от

навитата пружина или спускащата се тежест да се освобождава в точно определени порции. Те се задават от периода на люлеене на махалото. А част от енергията се използва за поддържане на люлеенето на самото махало. Грешката на часовника намалява до няколко минути на седмица.

През 1585 г. Галилео напуска Университета в Пиза, без да получи диплом. Работи като университетски преподавател по математика в различни градове. Авторитетът му непрекъснато расте. През 1591 г. Галилей е назначен в Падуанския университет. Там чете лекции по геометрия и астрономия и дава частни уроци по геометрия, аритметика, военни укрепления, геодезия, космография, оптика.

През 1594 г. Галилео конструира водопотопна помпа, задвижвана от коне, и получава патент за нея от Венецианския сенат. През 1641 г. Великият херцог на Тоскана Фердинандо II де Медичи се готви за фестивал, на който иска да покаже своите фонтани. Поръчва на конструкторите помпи, които да вдигат водата на 50 – 60 м над нивото на кладенците. Но те не успяват да постигнат разлика в нивата, по-голяма от 10 м. Херцогът повиква на помощ 77-годишния по това време Галилей. Той също не може да реши проблема. Тогава ученикът на Галилей – Евангелиста Торичели (Evangelista Torricelli) доказва, че това въобще е невъзможно. Така прави ново откритие. Водата се издига нагоре поради налягането на въздуха. Теглото на въздушен атмосферен стълб с единично сечение се уравновесява с теглото на воден стълб, висок около 10 м (или с теглото на около 760 мм живачен стълб – живачният барометър е конструиран от Торичели през 1644 г.). Проблемът на строителите на фонтаните е бил, че по това време действието на помпите се е обяснявало чрез учението на Аристотел. Според него природата не търпи празно пространство и водата се издига нагоре, за да го запълни. Торичели опровергал това. Живакът се издига само дотолкова, че налягането му да се изравни с това на въздуха отвън. В горната част на тръбичката остава празно пространство – вакуум.

През 1597 г. Галилео съчетава в един два инструмента – сектора, използван за определя-

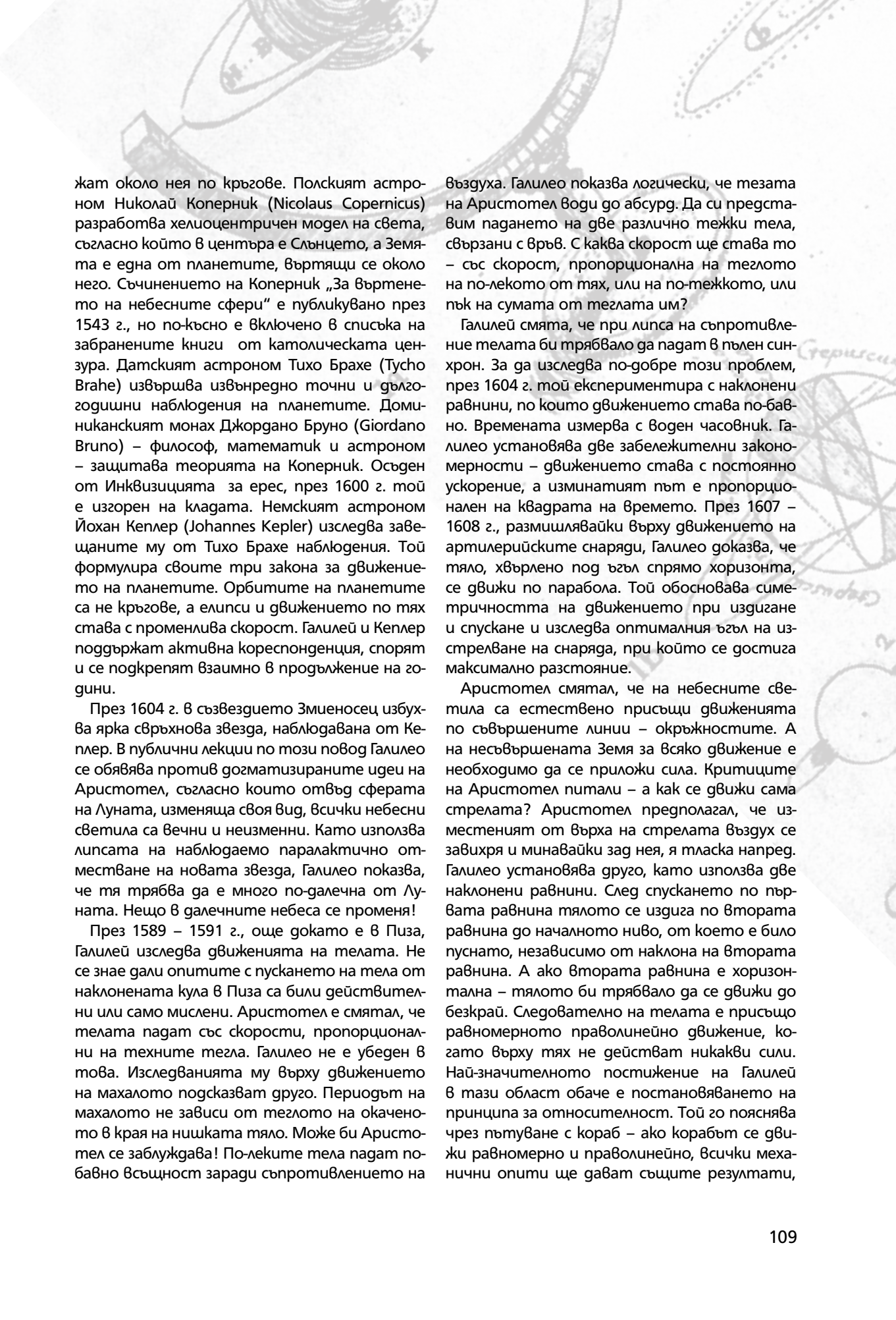


Ева Божурова е гл. асистент в катедра „Методика на обучението по физика“ към Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“. В продължение на дълги години, до 2013 г., тя е работила като преподавател в Народната астрономическа обсерватория и планетариум „Николай Коперник“ във Варна.

не на ъгъла на насочване на артилерийските оръдия, и пропорционалния пергел – първообраз на сметачната линейка. През 1606 – 1607 г. Галилей изобретява термоскопа – първия по рода си примитивен термометър. В изобретен стъклен цилиндър с прозрачна течност плуват стъклени балони с течности с различна плътност. При изменение на температурата поради топлинното разширение плътностите на балоните с течност се променят и те се изкачват нагоре или се спускат надолу.

В основата на цялата западна наука, философия и теология през Средновековието, а и по времето на Ренесанса стоят идеите на великия Аристотел, наричан първия истински учен на света. За съжаление, те са превърнати в непоклонима догма, срещу която човек е немислимо да се опълчи. Не и Галилео обаче. Срещу своите опоненти, придържащи се към Аристотелевите догми, Галилео използва духа на самия Аристотел: „Аристотел ме е научил да задоволявам своя разум само с това, в което ме убеждават разсъжденията, а не единствено с авторитета на учителя.“

Според възприетата от официалната наука и Църквата представа Земята е в центъра на Вселената и всички небесни тела се дви-



жат около нея по кръгове. Полският астроном Николай Коперник (Nicolaus Copernicus) разработва хелиоцентричен модел на света, съгласно който в центъра е Слънцето, а Земята е една от планетите, въртящи се около него. Съчинението на Коперник „За въртенето на небесните сфери“ е публикувано през 1543 г., но по-късно е включено в списъка на забранените книги от католическата цензура. Датският астроном Тихо Брахе (Tycho Brahe) извършва извънредно точни и дългогодишни наблюдения на планетите. Доминиканският монах Джордано Бруно (Giordano Bruno) – философ, математик и астроном – защитава теорията на Коперник. Осъден от Инквизицията за ерес, през 1600 г. той е изгорен на кладата. Немският астроном Йохан Кеплер (Johannes Kepler) изследва записите му от Тихо Брахе наблюдения. Той формулира своите три закона за движението на планетите. Орбитите на планетите са не кръгове, а елипси и движението по тях става с променлива скорост. Галилей и Кеплер поддържат активна кореспонденция, спорят и се подкрепят взаимно в продължение на години.

През 1604 г. в съвездието Змиеносец избухва ярка свръхнова звезда, наблюдавана от Кеплер. В публични лекции по този повод Галилео се обявява против догматизираните идеи на Аристотел, съгласно които отвъд сферата на Луната, изменяща своя вид, всички небесни светили са вечни и неизменни. Като използва липсата на наблюдаемо паралактично отместване на новата звезда, Галилео показва, че тя трябва да е много по-далечна от Луната. Нещо в далечните небеса се променя!

През 1589 – 1591 г., още докато е в Пиза, Галилей изследва движенията на телата. Не се знае дали опитите с пускането на тела от наклонената кула в Пиза са били действителни или само мислени. Аристотел е смятал, че телата падат със скорости, пропорционални на техните тегла. Галилео не е убеден в това. Изследванията му върху движението на махалото подсказват друго. Периодът на махалото не зависи от теглото на окачено в края на нишката тяло. Може би Аристотел се заблуждава! По-леките тела падат по-бавно всъщност заради съпротивлението на

въздуха. Галилео показва логически, че тезата на Аристотел води до абсурд. Да си представим падането на две различно тежки тела, свързани с връв. С каква скорост ще става то – със скорост, пропорционална на теглото на по-лекото от тях, или на по-тежкото, или пък на сумата от теглата им?

Галилей смята, че при липса на съпротивление телата би трябвало да падат в пълен синхрон. За да изследва по-добре този проблем, през 1604 г. той експериментира с наклонени равнини, по които движението става по-бавно. Времената измерва с воден часовник. Галилео установява две забележителни закономерности – движението става с постоянно ускорение, а изминатият път е пропорционален на квадрата на времето. През 1607 – 1608 г., размишлявайки върху движението на артилерийските снаряди, Галилео доказва, че тяло, хвърлено под ъгъл спрямо хоризонта, се движи по парабола. Той обосновава симетричността на движението при издигане и спускане и изследва оптималния ъгъл на изстрелване на снаряда, при който се достига максимално разстояние.

Аристотел смятал, че на небесните светили са естествено присъщи движенията по свършените линии – окръжностите. А на несвършената Земя за всяко движение е необходимо да се приложи сила. Критиците на Аристотел питали – а как се движи сама стрелата? Аристотел предполагал, че изместеният от върха на стрелата въздух се завихря и минавайки зад нея, я тласка напред. Галилео установява друго, като използва две наклонени равнини. След спускането по първата равнина тялото се издига по втората равнина до началното ниво, от което е било пуснато, независимо от наклона на втората равнина. А ако втората равнина е хоризонтална – тялото би трябвало да се движи до безкрай. Следователно на телата е присъщо равномерното праволинейно движение, когато върху тях не действат никакви сили. Най-значителното постижение на Галилей в тази област обаче е постановяването на принципа за относителност. Той го пояснява чрез пътуване с кораб – ако корабът се движи равномерно и праволинейно, всички механични опити ще дават същите резултати,



Телескопът на Галилей

каквито биха давали при неподвижен кораб.

През 1608 г. в Холандия майсторът оптик Ханс Липерсхей (Hans Lippershey) изобретява уред, който приближава обектите, наблюдавани през него. През 1609 г. Галилео Галилей научава за това и се опитва да конструира подобен уред само по словесното му описание. Неговият първи телескоп е с диаметър на обектива 3 см и дава увеличение около 3 пъти. После той усъвършенства уреда и постига увеличение около 30 пъти. Телескопът на Галилей има за обектив изпъкнала леща, а за окуляр – вдлъбната леща. Той дава прав образ на наблюдавания обект.

Галилео Галилей е първият, който използва оптичния уред, за да наблюдава небето. Първите му наблюдения предизвикват сензация. Галилео демонстрира телескопа пред Венецианския сенат.

Според представите на античната наука Млечният път представлява облачни изпарения от Земята. Галилео вижда през своя телескоп, че Млечният път е съставен от неизброимо множество звезди. През декември

Обитаемият Юпитер
1610

2. Юпитер март Н. 12	○ **
30. март	** ○ *
2. април	○ ** *
3. март	○ * *
3. Н. 5.	* ○ *
4. март	* ○ **
6. март	** ○ *
8. март Н. 13.	* * * ○
10. март	* * * ○ *
11.	* * ○ *
12. Н. 4 март	* ○ *
13. март	* * ○ *
14. април	* * * ○ *

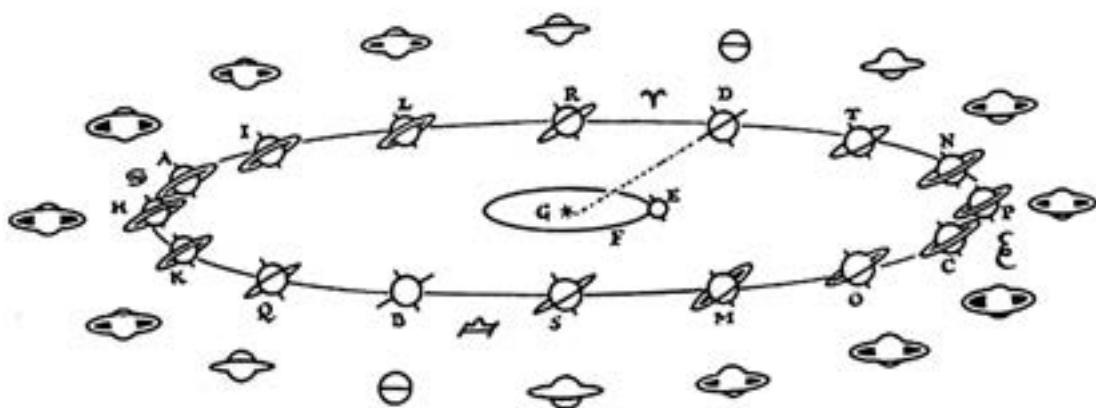
Описание на спътниците на Юпитер, открити от Галилей

1609 г. той наблюдава Луната и за първи път вижда неравна повърхност със скали, планини и долини.

През януари 1610 г. Галилей открива четирите най-големи спътника на Юпитер. Днес те се наричат Галилееви спътници. Галилео установява, че спътниците се движат около Юпитер. Това е нов силен аргумент против геоцентричния модел на Вселената. Не всичко се движи около Земята! През 1612 г. Галилей предлага движението на спътниците около Юпитер да се използва като универсален



Рисушка на Галилей на Луната



Рисунка на Сатурн от Хюйгенс

лен часовник, чрез който да се решава проблемът с точното определяне на географската дължина.

През юли 1610 г. Галилео наблюдава странни образувания около Сатурн. Поради несъвършенството на своя телескоп той не е могъл да различи пръстените на Сатурн, които са открити от Хюйгенс през 1655 г. През 1612 г. Галилео бил озадачен от „изчезването“ на образуванията около планетата. Хюйгенс обяснява периодичното изчезване с факта, че понякога пръстените на Сатурн са обърнати ребром към нас и не се виждат.

От декември 1610 г. Галилей наблюдава последователните фази на Венера, подобни на лунните фази, заедно с изменението на нейния видим ъглов диаметър. Това е блестящо потвърждение на явлениято, предсказано от Коперник като следствие на неговата хелиоцентрична система.

Също в края на 1610 г. Галилео прави за първи път зарисовки на слънчевите петна, макар да не е първият, който ги наблюдава с телескоп. Слънчевите петна означават, че дори и Слънцето не е свършено!

Популярността на Галилей е невероятно висока. Приет е на няколко аудиенции във Ватикана – с папа Павел V, а по-късно – със следващия папа Урбан VIII, който му е личен приятел. Галилео печели симпатии на просветени висши църковни служители. Въпреки че е свидетел на преследването на Коперниковите идеи, той все по-смело ги защитава.

Но представителите на Йезуитския орден виждат голяма заплаха в хелиоцентричния модел като отрицание на свещените книги. Това е особено тревожно във времето на най-жестоките борби между католиците и протестантите. В тази ситуация има и комични елементи. Някои наричат телескопа дяволско творение. Ватиканските кардинали обсъждат въпроса дали не е греховно да се гледа към небето през зрителна тръба и решават, че все пак това може да се позволи. Астролозите недоволстват. Техните теории се объркват от появата на нови небесни светилища, като спътниците на Юпитер. Тогавашната астрология е била съществена част от медицинското образование. Тя се е използвала при диагностиката на болните.

През 1616 г. се води първият процес на Инквизицията срещу Галилей. Той е оправдан, но му е забранено да се изказва и да пише за системата на Коперник. Тежките проблеми идват, когато Галилей гръзва да напише „Диалог за двете системи на света“. В него той съпоставя геоцентричната и хелиоцентричната система чрез диалози между двама герои. Героят, отстояващ геоцентричната система, е наречен с името Симплицио, което произхожда от италианската дума, означаваща „прост“. В речта на Симплицио религиозните авторитети разпознават своите собствени аргументи.

Това Инквизицията не може да прости. През 1632 г. започва втори процес. Галилей, вече стар и болен, под заплаха от мъчения и



Корицата на съчинението на Галилей „Диалог за двете системи на света“

изгаряне на клада е заставен да се отрече от убежденията си. Всеизвестната фраза, може би произнесена от Галилей след процеса – „И все пак тя се върти“ – няма историческо потвърждение. Но има други неговии мисли, които са документирани и достатъчно показателни, като например тази: „Не съм задължен да вярвам, че същият Бог, който ни е надарил с чувства, здрав смисъл и разум, изисква от нас да се откажем от тяхното използване“.

Осъден е на доживотен домашен арест. Църковни чиновници следят за всяка написана от него дума. Но макар и ослепял, измъчван от болести, той продължава да генерира забележителни научни идеи до последния си ден. През 1638 г. Галилео прави един от първите опити за измерване на скоростта на светлината. В този опит той и негов помощник застават на два хълма, на разстояние около една миля. Всеки държи запален, но закрит фенер. В началния момент Галилео открива фенера си. Когато види светлината, помощникът му открива своя. Галилео трябва да измери времето между началния момент и момента, когато той самият види светлината от фенера на помощника си. Интервалът, който е трябвало да измери Галилей, е бил около 0,000005 сек. Естествено, опитът не успява. Но забележителното в тази постановка е, че предварително Галилей пра-

ви измервания, когато двамата участници стоят непосредствено един до друг, с цел да отчете закъснението от техните реакции. Изводът му е, че светлината се движи с крайна скорост, но извънредно голяма, според него поне 10 пъти по-голяма от скоростта на звука.

През годините под арест Галилео систематизира и развива своите идеи в областта на механиката. Той написва още едно значимо съчинение за двете нови науки – кинематиката и съпротивлението на материалите. Изнесено тайно от Италия, то е издадено в Лайден, Холандия.

Галилео Галилей умира на 8 януари 1642 г. Книгите, съдържащи идеите на хелиоцентризма, са извадени от забранителния списък на Инквизицията едва през 1835 г. През 1979 г. по инициатива на папа Йоан Павел II във Ватикана започва преразглеждане на съдебния процес срещу Галилей. След 13 години работа, на 31 октомври 1992 г., религиозните католически власти признават, че присъдата му е била неправилна.

В чест на Галилей с неговото име са наречени по един кратер на Луната и на Марс, също както и космическата станция „Галилео“, която изследва Юпитер и неговите спътници. А по случай 400-ата годишнина от изобретяването на телескопа 2009 е обявена за Международна година на астрономията. ■