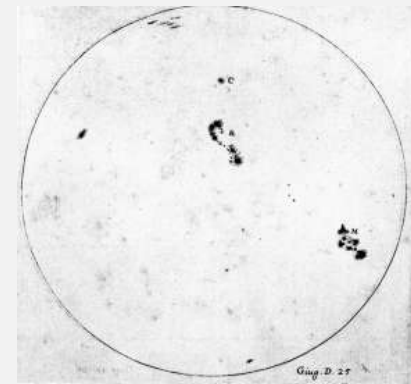
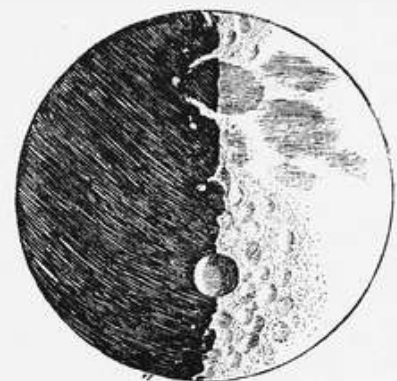




Galileo Galilei

A kopernikuszi fordulat, 2015. április 28.



Élete és művei

- 1564. február 15, Pisa – 1642. január 8, Arcetri
- Muzsikus család (lantok), erős katolikus neveltetés
- Pisai egyetem: orvosi tanulmányok → átvált matematikára
- Állások: firenzei akadémia (előadó, 1588) → pisai egyetem (1589) → padovai egyetem (1592) → megint pisa (örökös állás, 1610)
- Legfontosabb művei:
 - „Az egyensúlyról” (1586)
 - „A mozgásról” (1590, publikálatlan)
 - „A geometriai és katonai körző működéséről (1606)
 - „Mechanika” (1600 körül, publikálatlan)
 - **„Csillaghírnök”** (1610 – *Sidereus nuncius*)
 - **„Levelek a napfoltokról”** (1613)
 - „A becsüs” (1623 – *Il Saggiatore*) (→ üstökösökről)
 - **„Párbeszéd a két legnagyobb világregszerről”** (1632 – *Dialogo dei due massimi sistemi del mondo*)
 - **„Beszélgetések és matematikai bizonyítások a két új tudományról”** (1638 – *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche, intorno a due nuove scienze*)



Kopernikanizmus 1.

- 1597: válaszlevél Kepler *Mysterium Cosmographicum*-ához:

„Csak annyit mondhatok: könyvét nyugodt körülmények között fogom végigolvasni, hogy bizonyosan megtaláljam benne a legfigyelemreméltóbb részeket, s teszem is annál szívesebben, mert magam már évekkkel ezelőtt elfogadtam Kopernikusz tanítását, és álláspontja lehetővé teszi számomra, hogy a természet számos olyan jelenségére találjak magyarázatot, melyek a ma általánosan elfogadott értelmezés szerint teljességgel érthetetlenek. Összeírtam mellette szóló és az ellenkező álláspontot cáfoló érveimet – melyeket azonban eleddig nem merészeltem a nyilvánosság színe elé hozni, mert szemem előtt mesterünk, Kopernikusz sorsának rémképe lebegett. Ő – bár sokak szemében halhatatlan hírnévre tett szert – milliók és milliók (mert ilyen sokan vannak a bolondok és az ostobák) gúnykacajának és megvetésének tárgya maradt.”

- nem tudni, mikor és miért lett kopernikánus
- de még jó ideig (1613) nem vállalja fel nyilvánosan
 - ebben szerepe lehet Bruno kivégzésének (1600) is

Galilei és a távcső

- A 16. sz. végén már többen leírták az elvét, de nem maradt fenn épített példány, és nem volt ez közismert
- Az első távcsövek 1608-ban jelentek meg Hollandiában
 - feltalálói: Hans Lippershey, bár néhány további független jelölt is van
- Ezek „Galilei-féle” távcsövek, vagyis konvex + konkáv lencséből állnak
- Galilei rendelt egyet, de nem várta meg, hanem épített egy sajátot (1609)
 - egyre jobbakat épített (háromszorostól harmincháromszoros nagyításig)
 - a *telescopium* („messzelátó”) nevet 1611-ben az ő eszközére vezették be
 - ez tette híressé: bemutatókat szervezett fontos embereknek
- Felfedezéseit a „Csillaghírnök”-ben és a „Levelek a napfoltokról”-ban közli
 - szinte semelyiket sem ő fedezte fel elsőként, és vele egy időben sokan hasonlóakat észleltek, de övéi a legátfogóbb és legszélesebb körű észlelések, és ő érte el a legszélesebb közönséget

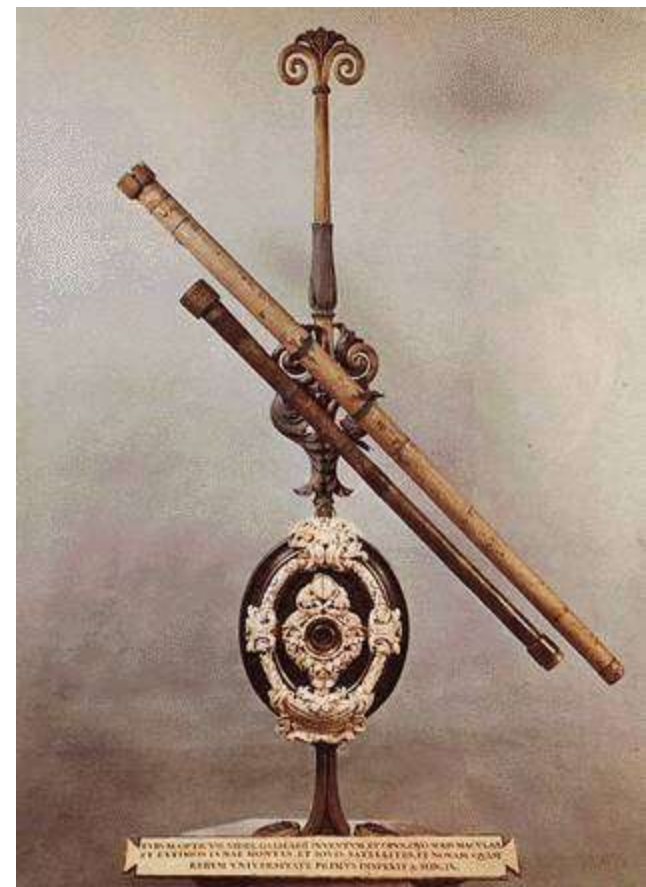




Néhány, Galilei által épített távcső



„Ezzel az ujjal a nemes kéz rámutatott, hogy milyen hatalmas az égboltozat, új csillagokat mutatott csodálatos üveg-eszközével és leleplezte őket, s így elérte azt, mit Titánia sosem tudott.”



Csillaghírnök

„Ebben a kis értekezésben nagy és minden egyes természetvizsgáló számára megnézendő s megfigyelendő dolgokat mondok el. Nagyokat, mondom, mind maguknak a dolgoknak a fontossága miatt, mind azért, mert ilyen újdonságokat még sose hallhattunk, mind pedig az eszköz miatt, amelynek jóvoltából az említett dolgok érzékeinknek szinte elébe mentek.

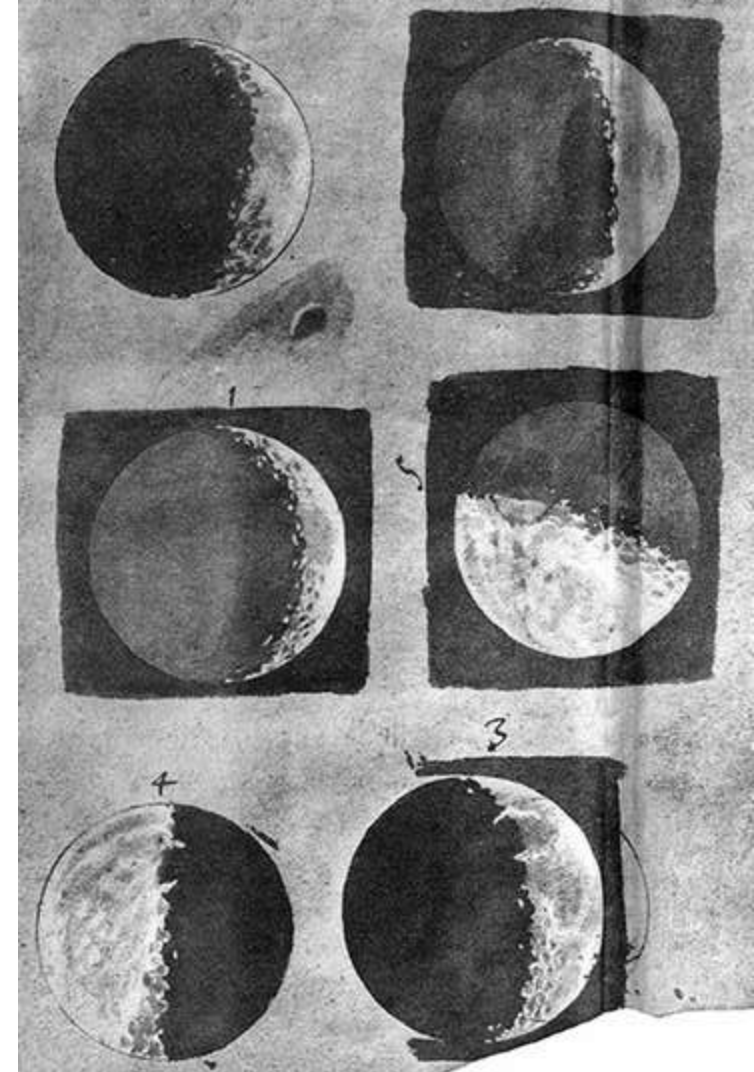
Hiszen valóban nagy dolog, hogy az állócsillagok sokaságához, amelyeket természetes lehetőségeink által a mai napig megláthattunk, még megszámlálhatatlanul sokat adtunk hozzá és tártunk szemünk elé, olyanokat, amelyeket eddig senki sem látott, és amelyeknek száma az eddig feljegyzettekét több mint tízszeresen felülmúlja.”



Hold

„Igen szép és élvezetes a Holdat, amely nagyjából hatvan földsugárnyira mozog tőlünk, oly közelről szemlélni, mintha csak két földsugárnyira lenne; miáltal a Hold átmérője mintegy harmincszor, felülete kilencszázszor, szilárd térfogata mintegy huszónhétezerszer nagyobbak tűnik fel, mint szabad szemmel nézve. Ebből bárki biztosan megítélheti, ha van egy kis esze, hogy a Hold felszíne bizony nem lapos és mintegy kisimított, hanem érdes és egyenetlen; és mint maga a Föld felszíne is, jelentékeny magaslatokkal, mély gödrökkel és törésekkel zsúfolva van mindenfelé.”

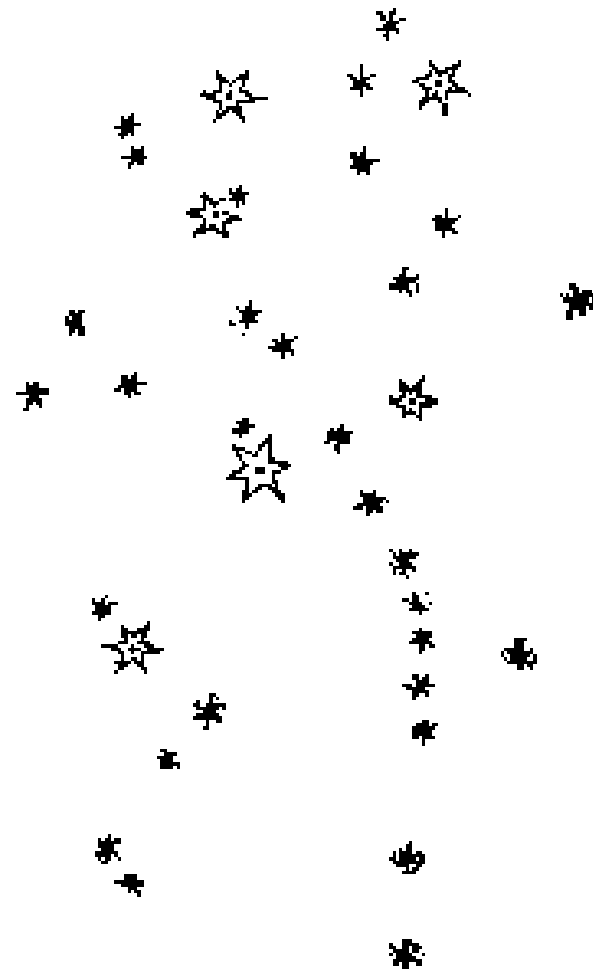
- felszíne a Földéhez hasonlatos
 - érv az égi és földi világ elválasztása ellen (vállaltan anti-arisztotelaiánus)
- tengereket és szárazföldeket vél látni → az ő nyomán nevezik így (*Mare...*)
- megméri a legmagasabb hegy magasságát az árnyék alapján:
4 itáliai mérföld (≈ 8 km)



Csillagok

„A Galaxisról, vagyis a Tejútról vitákba szállni, s annak természetét érzékeink, még inkább értelmünk számára nyilvánvalóvá tenni rövid időn belül alig látszik kifürkészhetőnek; hát még azon csillagok lényegéről, amelyeket egyes csillagászok „ködösnek” mondanak, kimutatni, hogy az teljesen más, mint eddig hitték – igen szép és élvezetes lesz.”

- a csillagok sokkal többen vannak, mint addig hitték (+ minél halványabb, annál több van belőle)
→ ez (majd) a végtelen világ képzetét erősíti
- a csillagok távcsövön át is pontszerűek (szemben a bolygókkal)
→ összhangban Kopernikusszal: mert sokkal-sokkal messzebb vannak (később ezt elveti: a csillagok kör alakúnak tűnnek, látható kis (") átmérővel)
- a Tejút köde számtalan halvány csillag összemosódott fénye



A Jupiter-holdak

„És ami minden csodálkozáson messze túltesz, és ami elsősorban arra bír minket, hogy minden csillagász és filozófus figyelmét felhívjuk, az az, hogy négy bolygócsillagot fedeztünk föl, melyeket előttünk senki sem ismert vagy észlelt; amelyeknek az ismert csillagok közül az egyik nevezetes csillag körül, mint a Merkúr, vagy a Vénusz a Nap körül, megvan a saját keringési periódusuk, s azt hol megelőzik, hol követik, de bizonyos határon túl sosem távolodnak tőle el.”

Observationes Jesuitarum
1610

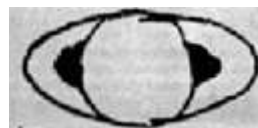
2. J. Jovis. man. H. 12	○ **
30. man.	** ○ *
2. Jovis.	○ ** *
3. man.	○ * *
3. Ho. 5.	* ○ *
7. man.	* ○ **
6. man.	** ○ *
8. man. H. 13.	* * * ○
10. man.	* * * ○ *
11.	* * ○ *
12. H. 4. uel. 1.	* ○ *
13. man.	* ** ○ *
14. Cas. 2.	* * * ○ *

- Medici-csillagoknak nevezi őket
- nem *egyetlen* középpontja van a mozgásoknak (Kop. is ezt állította)
+ a kopernikuszi rendszer egyik szépséghibája: A Föld csak egy bolygó, de kitüntetett, mert van egy Holdja. Így viszont látszik, hogy mégsem speciális.

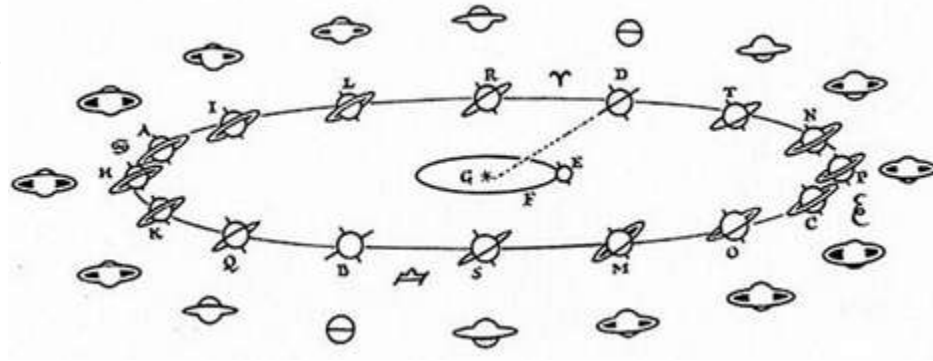
Levelek a napfoltokról

Szturnusz

- 1610: két mozdulatlan holdat lát mellette:
- 1612: eltűnnek a „holdak”!
- 1616: újra előtűnnek, mint a bolygó fülei:

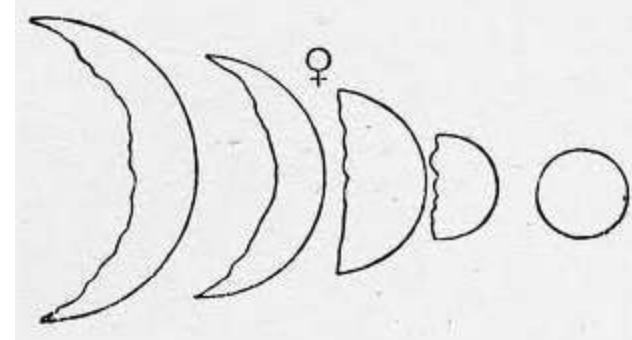


- Megjegyzések:
 - erről persze nem tudni, hogy micsoda, de az biztos, hogy az égbolt tele van újdonsággal, melyek a távcsővel felfedezhetők
 - Christiaan Huygens látta először (1655) gyűrűnek, 50x nagyítással
→ ő magyarázta először, miért tűnt el Galilei előtt: a gyűrű ferde síkja épp a Föld felé mutatott



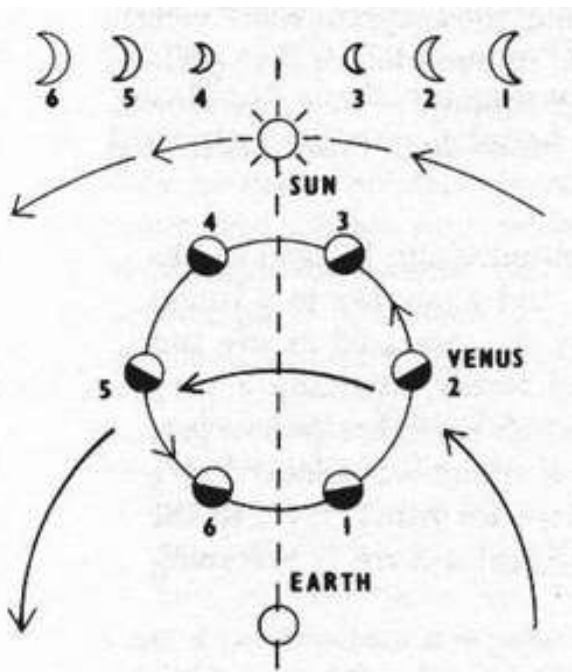
Vénusz

A Holdhoz hasonlóan fázisokat mutat!



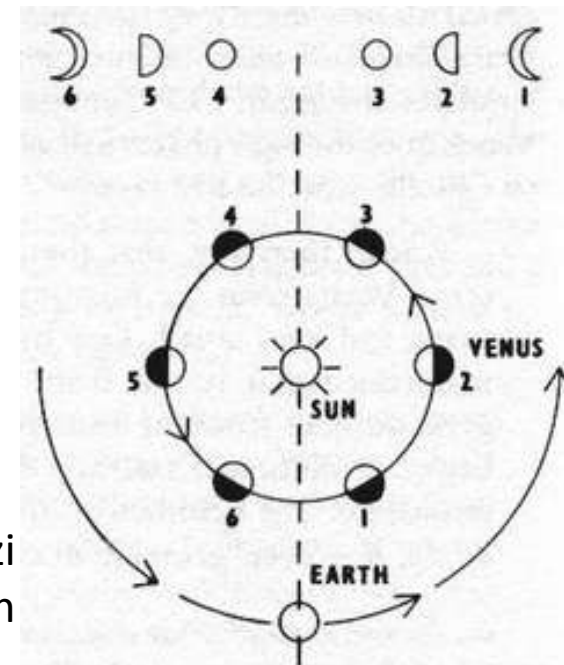
Tanulságok:

- A Naptól kapja a fényét → a bolygók nem az önmagától ragyogó „ötödik elemből” vannak, hanem a Földhöz hasonlók → Kopernikust támogatja alá
- A fázisok és méret összefüggése azt mutatja, hogy a Vénusz a Nap körül kering, ahogy Kopernikusz jósolja:



Ilyen lenne a ptolemaioszi elmélet alapján

És ilyen a kopernikuszi elmélet alapján



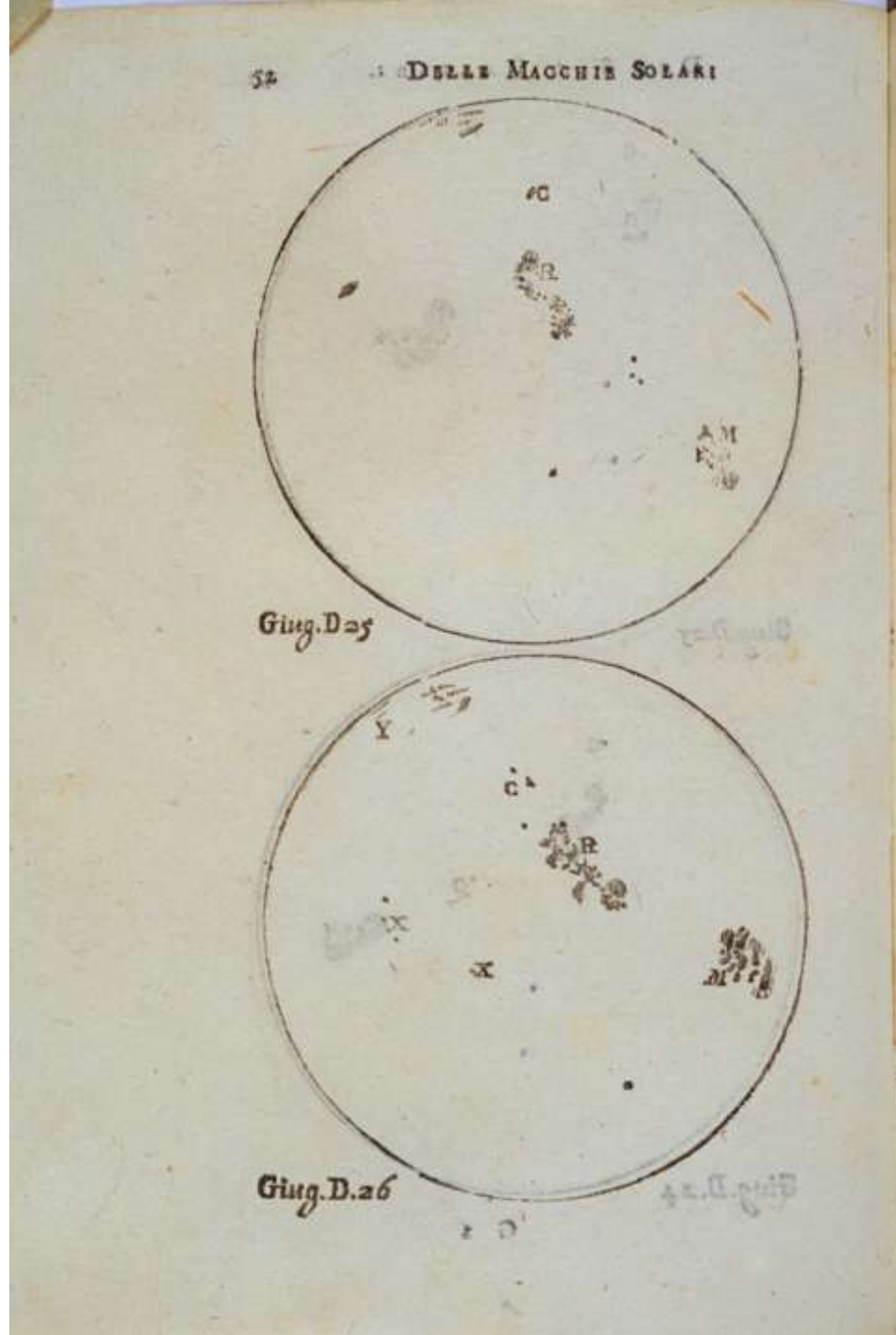
Nap

Felfedezi a napfoltokat

- kormozott üveg kell a távcső elé
- korábban is láttak ilyeneket (pl. Kína), de Európában Merkúr-átvonulásnak hitték őket (pl. Kepler 1607-ben)
- nem Galilei az első, és keserves elsőbbségi vitába került (Christoph Scheinerrel, aki szintén nem az első)

Tanulságok:

- a Nap nem tökéletes (→ az égbolt nem áll tökéletes anyagból)
- a foltok nem állandóak, azaz a Napon létezik keletkezés és pusztulás
- a Nap forog (ezek a felszínen vannak: nem egyenletesen haladnak, hanem a forgás szabályai szerint)



Kitérő 1: Galilei és az anagrammák

- Ekkoriban szokás a friss felfedezéseket levédeni a lopás ellen azzal, hogy első körben egy anagrammában (összekevert betűk) közlik őket, és amikor már biztos az eredmény, felfedik a megoldást
- 1610-11-ben G. két ilyen is küld a toszkán nagykövetnek, aki mindkettőt megmutatja Keplernek (G. kérésére), aki persze próbálja megfejteni őket:

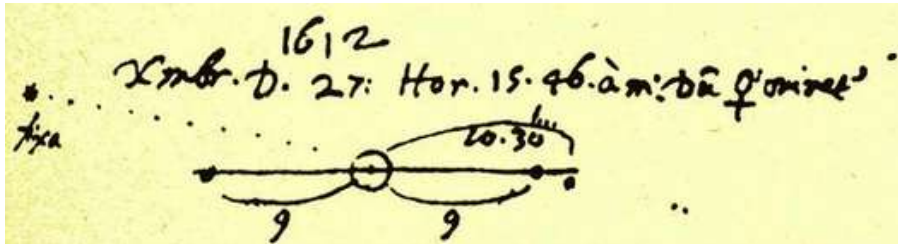
Az anagramma:	Kepler megfejtése:	A megoldás:
<i>smaismrmilmepoetaleumi- bunenugttauiras</i>	<i>Salve umbistineum geminatum Martia proles</i> (Üdv, tüzes iker, Mars ivadéka)	<i>Altissimum planetam tergeminum observavi</i> (A legmagasabb bolygót háromszorosnak észleltem)
<i>Haec immatura a me jam frustra leguntur oy</i> (Ezt már túl korán megpróbáltam, hiába)	<i>Macula rufa in Jove est gyratur mathem etc.</i> (Vörös folt van a Jupiteren, mely matematikailag forog)	<i>Cynthiae figuras aemulatur mater amorum</i> (A szerelem anyja [Vénusz] Cynthiát [Hold] utánozza)

- Megjegyzések:
 - Nagy Vörös Folt: 1660-as években fedezi fel Cassini
 - a Mars-holdakat 1877-ben fedezik fel (de Kepler nyomán többen spekulálnak róluk)

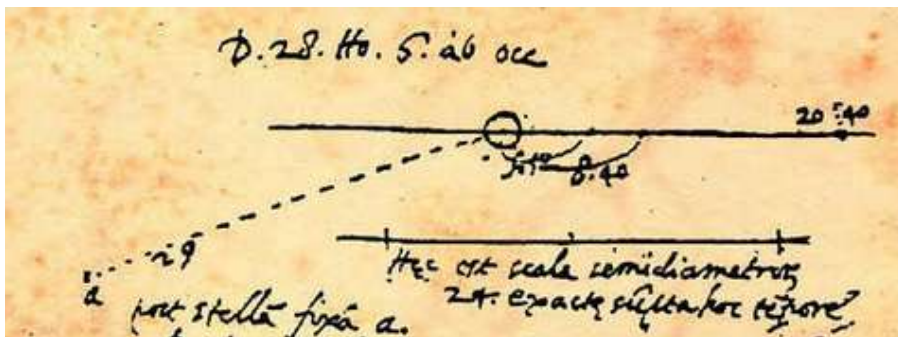
Kitérő 2: Galilei és a Neptunusz

- 1612-13 fordulóján, a Jupiter-holdak észlelésekor G. lerajzolta a bolygót:

Galilei észlelései:



Modern szimulációk:



- Vitatott, hogy felismerte-e a mozgását, de feltehetőleg igen
- Egyes feltételezések szerint erre is írt egy anagrammát, csak ez elveszett
- Mivel nincs lejegyzett felismerés, nem lehet felfedezésnek tekinteni (valódi felfedezés: 1846, a gravitációs hatása alapján...)

Távcsöves bemutatók

- népszerűsíti a csillagászat problémáit, új színben állítja be azokat
- új típusú problémákat vet fel, érdekesebbé teszi



- újabb (és új típusú) támogatókat szerez a kopernikuszi elméletnek: laikusok
- kikényszeríti, hogy a kopernikanizmus kérdése fontos probléma legyen az egyház és a művelt értelmiség számára



Kopernikanizmus 2.

- 1613-től Galilei nyilvánosan is felvállalja Kopernikusz támogatását
- 1616: Rómába utazik, hogy engedélyt kérjen K. tanítására
 - vizsgálat indul. Vezeti: Roberto Bellarmino bíboros →
 - ő vizsgálja Biblia értelmezésével kapcsolatos kérdéseket
 - amúgy Galilei csodálója és rendkívül felkészült teológus
 - ítélet: a hipotézis támogatandó *mint* számítási eszköz, de fizikai valóságként való tanítása eretnekség
 - Galileit elmarasztalják, de nem büntetik
 - K. könyvét indexre teszik (1620, korrigált verzió: 9 mondat módosul)
- 1623: új pápa (VIII. Orbán), aki szintén Galilei csodálója →
 - G. ismét Rómába utazik (pápai meghívásra)
 - a pápa helybenhagyja az 1616-os ítéletet, amíg G. meggyőző bizonyítékokat nem talál
 - G. ezt biztatásnak veszi, és elkezd dolgozni egy művön, amely párbeszédese formában összevetné a föld- és a napközéppontú elméleteket



Párbeszéd a két legnagyobb világrendszerről

- Dialógus-formátum
→ nem saját véleményt tanít, csak nézeteket mutat be
- Szereplők:
 - Salviati: a ragyogó tudós, persze kopernikánus (létező személy, G. barátja)
 - Sagredo: a semleges, józan, „pártatlan” megfigyelő (létező személy, G. barátja)
 - Simplicio: a maradi arisztoteléliánus (lásd később)
- Négy napra oszlik:
 1. A Föld az égitestekhez hasonló
 2. A Föld mozgásának lehetősége
 3. A Föld helye → a kop-i elmélet kifejtése
 4. Az árapály „helyes” magyarázata
- Amiről „elfelejt” beszélni:
 - Tycho elmélete (a korban népszerű)
 - Kepler bolygómozgás-törvényei (G. a körökben hisz)
- (Magyarul: <http://mek.oszk.hu/00500/00557/00557.htm>)



- Első nap

- Sim. fő érvei a Föld és az eget különbsége mellett:

1. Az ég változatlan természetű, a Föld változó természetű
2. Az ég teste világító anyagból vannak, a földiek sötétebből

- Sal. fő ellenérvei 1. ellen:

1. Az ég is változik, csak túl messze van, és ezen a léptéken nem látszik
2. Az üstökösök a Hold szférája felett vannak, és változnak
3. A vendégcsillagok (szupernóvák) az égből vannak és változnak
4. A napfoltok változnak

- Sal. fő érve 2. ellen:

1. Az égitestek nem saját fényvel világítanak, hanem a Naptól kapják a fényt

- Második nap

- Szokásos érvek a Föld forgása (K-Ny irányú mozgása) ellen:

1. Az ejtés vonala függőleges (lásd később: hajóárbc)
2. A függőlegesen feldobott testek ugyanoda esnek vissza
3. K-re és Ny-ra ugyanolyan messze visz az ágyúlövés
4. É-i és D-i ágyúlövések pontosak, nem kanyarodnak el

- Válaszok:

1. Relativitási elv (lásd később)

- Harmadik nap

- a bolygók látszó alakja (sarló) Kopernikusz, ill. Ptolemaiosz alapján
- Kopernikusz előnyei: az ep ciklusok (fő funkciójának) hiánya
- a csillagok kis látszó mérete a távcsőben: nem kell feltételezni, hogy a kopernikuszi elmélet által sugallt távolságban irreálisan nagyok

- Negyedik nap

- ez szolgáltatja G. szerint a legfőbb, döntő érvet: az árapály egy fizikai bizonyíték a Föld mozgása mellett: az árapály oka, hogy a Föld mozog (kering és forog), és ezért „lötyög” rajta a tehetetlen víztömeg
- a könyv eredeti címe a „Párbeszéd az árapályról” lett volna (ezt az Inkvizíció nem engedte meg, mert állásfoglalásnak számít)
- az elmélet igen pontatlan: eszerint naponta csak egy dagálynak kellene lennie, nem kettőnek
- Kepler elméletét, hogy a Hold okozza, asztrológiai babonának tartja (lásd a múlt órát)

Simplicio karaktere

- Bár elvileg egy kora-középkori Arisztotelész-kommentátor nevét viseli, ez a név inkább azt sugallja, hogy „egyszerű”, azaz hülye
- Ráadásul tájékozatlan. Pl. 2. nap, miután Salviati összefoglalja a Föld mozgása *elleni*, egyébként teljesen közismert érveket:

„SIMPLICIO. Ó, hiszen ezek ellen az érvek ellen lehetetlen hatásos ellenvetéseket felhozni!

SALVIATI. Újak talán számodra?

SIMPLICIO. Valóban újak! Most először látom, hogy a természet a maga szeretetreméltóságában milyen szép kísérleteket bocsátott rendelkezésünkre, hogy megkönnyítse számunkra az igazság megismerését. Ó, milyen szépen egyezik az egyik igazság a másikkal, és együttesen milyen megcáfolhatatlan bizonyító erejű egységet alkotnak!”

- Ráadásul a pápa (VIII. Orbán) retorikai fordulatait használja, és ő képviseli (ellentmondásosan) a pápa nézeteit, ami inkorrekt a pápával szemben

Kopernikanizmus 3.

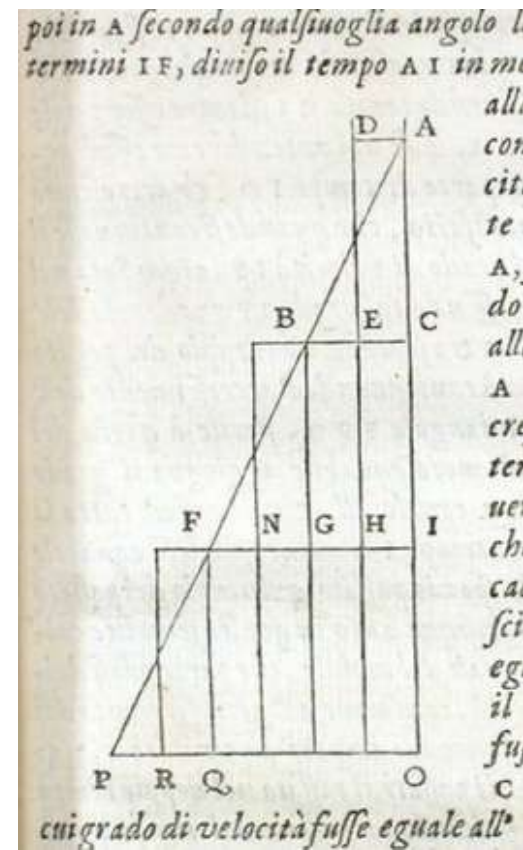
- 1632: a Szent Inkvizíció perbe fogja: megsértette az egyezséget
- Hosszú és bonyolult eljárásban végül is elítélik (1633):
 - vissza kell vonnia és nyilvánosan megtagadnia a heliocentrikus tanait
 - életfogytiglanra ítélték → kényelmes háziőrízet, luxuskörülmények
 - betiltották a Párbeszéd c. művét
- A per és az ítélet hatalmas botrány volt, és erősen megosztotta az egyházat
 - a harmincéves háború korában muszáj volt ilyen kérdésekben lépni
 - sokak szerint G. hibás lépésekkel provokálta ki a pert, és senki sem örült
 - nem a pápa nevében ítélték el, hanem az inkvizíció nevében → enyhébb
- Utóélet:
 - már 1664-ben feloldották a Kopernikuszra vonatkozó tilalmat
 - később fokozatosan visszavonták az összes elítélő álláspontot
 - 1992-ben a pápa hivatalosan is bocsánatot kért
- G. a maradék idejében nem foglalkozott csillagászával, viszont megírta a Beszélgetések c. művét, lefektetve a modern fizika néhány alapvetését



Galilei fizikája

- Ő a modern fizika egyik „atyja”
 - a módszer két alappillére: **matematika** + **kísérletek**
- Matematika
 - nem túl forradalmi, de az infinitezimál-számítás egyik előfutára (végtelen kis részek összegzése → integrálás)
 - szemlélete: a matematika a természet nyelve:

„A filozófia nagykönyve – az univerzum – szüntelenül nyitva áll tekintetünk előtt, de nem érthetjük meg, hacsak előbb meg nem tanuljuk a nyelvet, melyben íródott. Ez a matematika nyelve és írásjelei a háromszögek, körök, és más geometriai alakzatok, melyek nélkül emberileg képtelenség egyetlen szót is felfognunk belőle; enélkül akár ha sötét útvesztőben kóborolnánk.” (A becsüs)



- Kísérletek

- legenda: a pisai ferde toronyból dobált különböző súlyú testeket, hogy megmutassa, azok a súlytól függetlenül egyszerre érkeznek
↔ ezt egy tanítványa írta le a halála után, G. sosem állította ezt
- a szabad gyorsulásra vonatkozó kísérlete ferde lejtőkön alapult
 - jobban mérhető a szabadesésnél: „lelassított zuhanás”
 - az időt többnyire a magában dúdolt zene taktusaiban mérte
 - ötlet: ha vízszintes a lejtő, nincs gyorsulás, sem lassulás → tehetetlenség
- ingák lengésével végzett kísérleteket
- megpróbálta a fény sebességét megmérni (felvillantott lámpákkal)
- de a *gondolatkísérletek* legalább olyan fontosak voltak (lásd mindjárt)

- Néhány eredménye

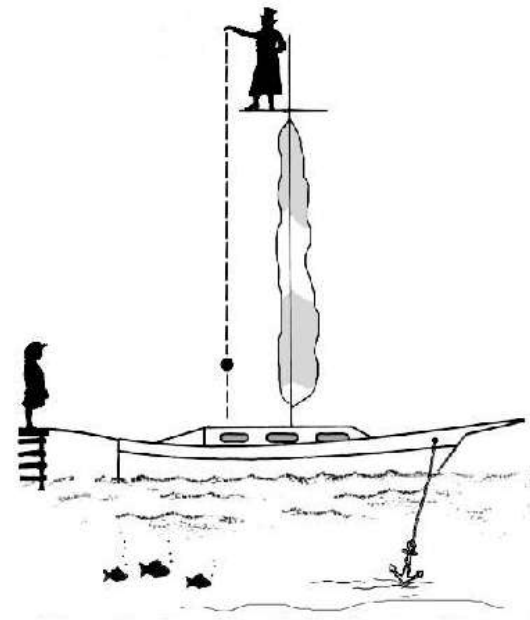
- a szabadesés gyorsulási törvénye pontos alakban
- az inga lengésideje a hosszától függ, nem a kilengéstől (← közelítőleg)
- relativitási elv, impulzus, tehetetlenség... (→ Descartes → Newton)
- (+ rájön, hogy a hangnak van frekvenciája, mint a hullámnak)



Galilei bemutatja ferde lejtős kísérletét (freskó, G. Bezzuoli, 1841)

- Galilei és a kísérletek – esettanulmány

Hajós kísérlet: függ-e az esés vonala a mozgástól?

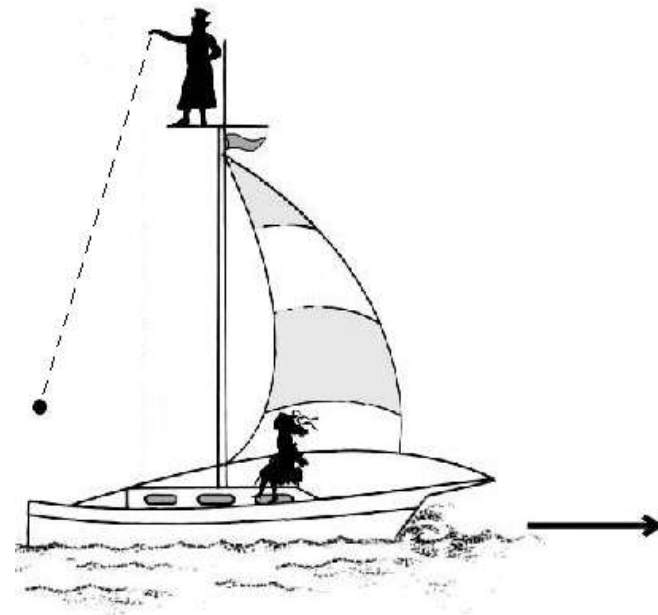


- arisztotelianusok szerint:
Az árbocról ejtett test mindig lefelé,
a Föld kp-ja felé esik
 - Ha áll a hajó: az árboc mentén:

- Ha mozog a hajó: az árboc közben elmozdul, tehát attól távolodva:

- Galilei szerint: a mozgás relatív,
azaz mindig az árboc mentén
mozog a test

→ „döntő kísérlet”: elvégezzük, és
kiderül, kinek van igaza



Párbeszéd, 2. nap:

„ SALVIATI. (...) Végrehajtottad-e már valaha a kísérletet a hajóval?

SIMPLICIO. Én nem, de azt hiszem, hogy azok a szerzők, akik hivatkoznak rá, igen gondosan foglalkoztak vele. Amellett a különbség oka oly magától értetődő, hogy nem marad lehetősége semmiféle kétségnek.

SALVIATI. Hogy a szerzők hivatkoznak rá, anélkül, hogy végrehajtották volna, azt magad tanúsítod a legékeesszólóbban. Mert anélkül, hogy magad végrehajtottad volna, mint bizonyosat idézed, és jóhiszeműleg rábízod magadat az ő szavukra. Valószínűleg, sőt szükségképpen így cselekedtek azok is, nyilván az elődeikre bízták magukat, anélkül, hogy valaha akadt volna egyetlenegy is, aki a kísérletet valóban végrehajtotta volna. Mert mindenki, aki ezt megteszi, rá fog jönni, hogy éppen az ellenkezője történik annak, ami meg van írva. Mert az ember arra az eredményre jut, hogy a kő mindig a hajónak ugyanarra a pontjára esik, akár áll a hajó, akár tetszés szerinti sebességgel mozog. De minthogy a Földnek és a hajónak egyformán kell viselkednie, a kő függőleges eséséből és a torony lábához érkezéséből a Föld mozgására vagy mozdulatlanságára semmit sem lehet következtetni...



SIMPLICIO. Ha nem a kísérlet segítségével bizonyították volna, akkor véleményem szerint vitatkozásunk még nem ért volna véget. Mert szerintem ez a kérdés az emberi spekuláció számára annyira megközelíthetetlen, hogy senki sem merészelhet valamit gondolni vagy sejtteni.

SALVIATI. Én pedig mégis leszek olyan bátor.

SIMPLICIO. Tehát te nemcsak hogy százszor nem, de egyetlenegyszer sem végezted el a próbát, és mégis egyszerűen bizonyos vagy az eredményben? Visszatérek hitetlenségemhez és kezdeti meggyőződésemmhez, hogy a főbb szerzők, akik hivatkoznak rá, végrehajtották a kísérletet, és pedig az általuk előadott eredménnyel.

SALVIATI. Kísérlet nélkül is bizonyos vagyok benne, hogy az eredmény az lesz, amit én mondtam, mert annak kell lennie. Sőt, tovább megyek, te magad is éppoly jól tudod, hogy a kísérlet eredménye nem lehet más, még ha azt képzeled, vagy azt szeretnéd is hinni, hogy nem tudod. Én azonban olyan mesterien tudok az emberi lélekkel bánni, hogy ki fogom belőled erőszakolni a beismerést. ”

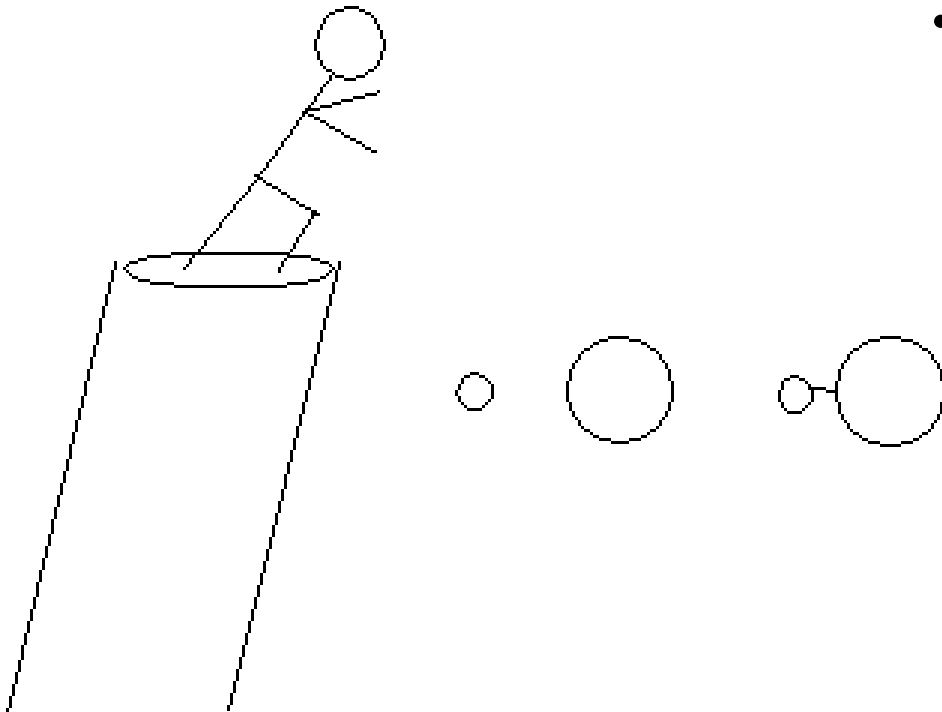
Lássunk egy gondolat kísérletet!

„*Salviati*: Egyébként a tapasztalati tények ismerete nélkül is rövid és meggyőző érveléssel be lehet bizonyítani, mennyire nem igaz, hogy a súlyosabb test gyorsabban mozog [értsd: esik], mint a nála könnyebb... [...] Ha tehát van két mozgó testünk, amelyek természetes sebessége nem egyenlő, és a lassúbbat összekötjük a gyorsabbal, nyilvánvaló, hogy a lassúbb akadályozza a gyorsabbat, ez utóbbi viszont növeli a lassúbb sebességét. [...]

Igen ám, de ha ez így van, az is igaz, hogy ha van egy nagy kövünk, amely mondjuk nyolcegységnyi sebességgel mozog, egy kisebb pedig négyegységnyivel, és összekötjük, ketten együtt a nyolcegységnyinél kisebb sebességgel fognak mozogni: ugyanakkor a két összekötött kő együttesen nagyobb, mint az első, amely nyolcegységnyi sebességgel mozgott: ezek szerint a nagyobb kő lassabban mozog, mint a kisebb, ami ellentmond az Ön alapfeltevésének.” (*Beszélgetések...*)

<i>Hipotézis:</i>	$v(N) > v(K)$	(N gyorsabb.)
<i>1. következmény:</i>	$v(N) > v(N+K) > v(K)$	(N gyorsítja K-t, K lassítja N-t)
<i>2. következmény:</i>	$v(N+K) > v(N) > v(K)$	(N+K még N-nél is gyorsabb)
<i>Konklúzió:</i>	$v(N+K) = v(N) = v(K)$	(különben ellentmondás)

→ A hipotézis hamis.



- Nem kell ide pisai ferde torony...
- A Galilei-kép változásai:
 - régen: sokat kísérletezett (pl. a Firenzei Kísérleti Társaságot a tanítványai alapították)
 - később: nem is kísérletezett, mert arisztotelianus volt, csak gondolat-kísérleteket végzett
 - ma: tényleg kísérletezett, de hogy ezek mai szemmel nézve mennyire „precízek”, az más kérdés

Mérnöki találmányok

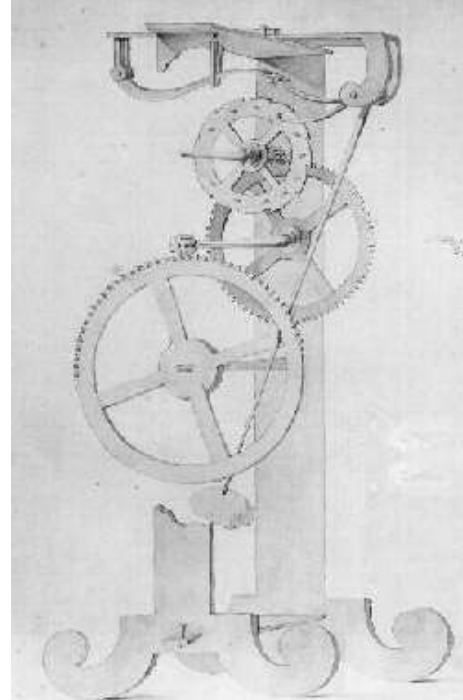


Galilei-hőmérő:

- különböző sűrűségű súlyok emelkednek és süllyednek a hőmérséklet függvényében

Ingaóra-szerkezet:

- bár nem építi meg, de az ő nyomán dolgozzák majd ki (1657, Huygens)



Összetett mikroszkóp:

- fordított távcső
- a „mikroszkóp” szót erre találják ki
- 1660-as évektől indulnak be



Katonai körző:

- lövészeti problémákat (szögek, térfogatok) lehet vele számolni
- több, mint százat épített és elad belőle (+ képzés a használatáról)