

A fizika története

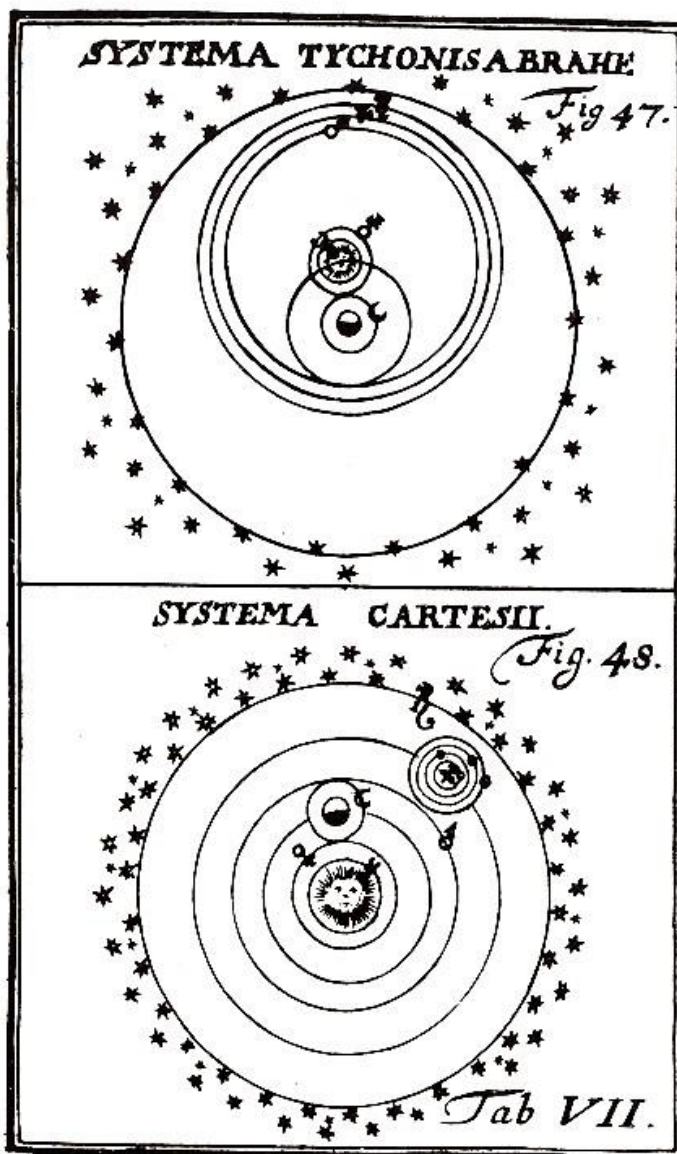
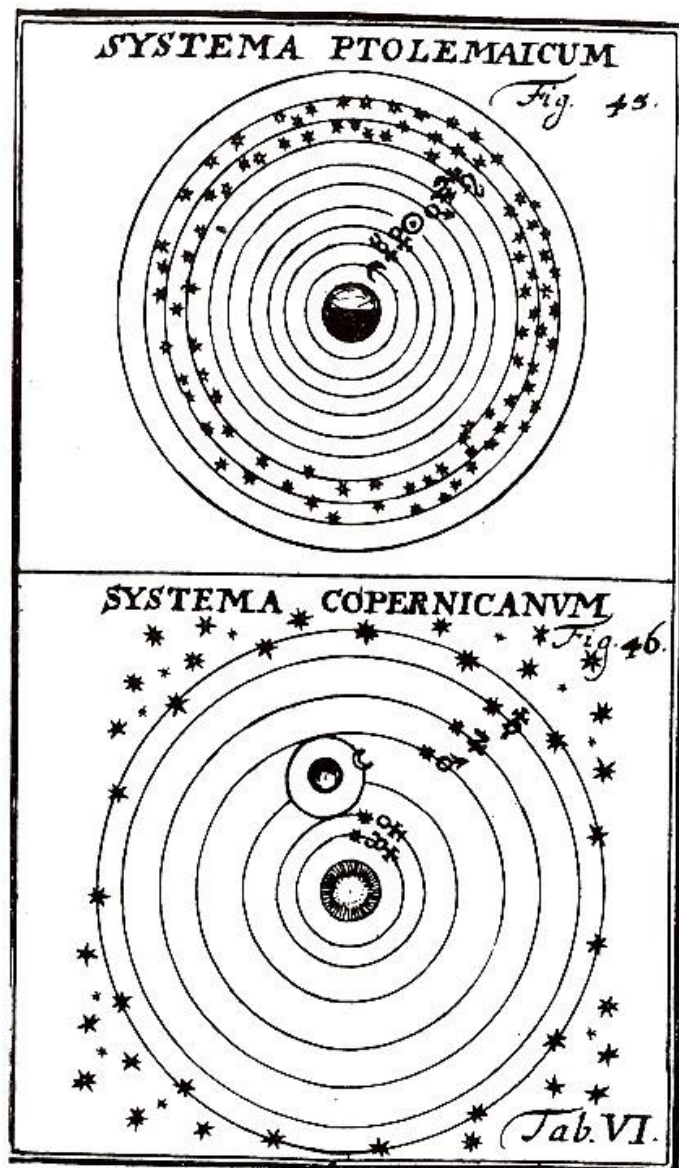
(GEFIT555-B2, GEFIT555-B, 2+0, 2 kredit)

2026/2027. tanév, 1. félév

Dr. Paripás Béla

3. előadás (2026.09.21.)

Ismétlés



Párosítsuk össze a fizikusokat (csillagászokat) és a felfedezésüket!

- 1) a világegyetem középpontja a Nap
- 2) a bolygók ellipszis pályán keringenek
- 3) a napfoltok létezése
- 4) a bolygókat a gravitációs vonzás tartja a pályájukon

- a) Kepler
- b) Galilei
- c) Kopernikusz
- d) Newton

	a	b	c	d
1			X	
2	X			
3		X		
4				X

Ismétlés

Galilei egész életében a heliocentrikus világkép híve.

Az általa épített távcsővel vizsgálja:

- A Hold felszínét, megméri hegyeinek magasságát.
- A bolygók (Vénusz) fázisait.
- A napfoltokat.
- Felismeri a Tejút szerkezetét.
- Felfedezi a Jupiter négy holdját:
az Iót az Európát a Ganümedészt és a Kallisztót

S
i
d
e
r
e
u
s

N
u
n
c
i
u
s





Galileit a Siderius Nuncius Európa-szerte ismertté teszi

→ sok barátja és ellensége lesz

A Pápa barátságos hozzá, de a heliocentrikus gondolatokat veszélyesnek tartja, inkább csak matematikai modellnek tekinti

A **Dialogo Galilei** legnagyobb hatású könyve. Olasz nyelven 1632-ben jelent meg, latinra 1641-ben fordították. Három szereplő, *Salviati* (Galilei szócsöve), *Sagredo* (egy intelligens, józan, elfogulatlan vitapartner) és *Simplicio* (meggyőződéses Arisztotelész-hívő, akit Galilei *Simplikos*, Arisztotelész-komentátor után nevezett el), négy napon át beszélget a két világregyszer mellett és ellen felhozható érvekről és azok cáfolatáról. A könyv azt a látzatot igyekszik kelteni, hogy az érvek és ellenérvek ismeretében az állásfoglalás teljesen az olvasóra van bízva. Ténylegesen azonban az egész könyv a kopernikuszi rendszer melletti egyértelmű kiállítás (3.3–4 abc idézet)

→ A Galilei-per

A Dialogo pápai támogatással, egyházi engedéllyel jelenik meg 1632-ben.

Akkor miért indul per 1633-ban? Talán:

- A Pápa (aki régebben jó barátja volt) személyes bosszúja? (A Dialogóban kifesti.)
- Galilei elég csipkelődős, néha fennhéjázó modorú.
- Kritikus téma feszegetése (az arisztotelészi filozófia volt a hivatalos világkép): tabukhoz nyúlt Galilei?
- Túl sok hasonlóság Giordano Brunóval?
- Valójában tudományosan nem teljesen helytálló érvelés?

Valószínűleg ezek kombinációja.

A per során Galilei kénytelen volt visszavonni a Föld mozgására vonatkozó tanait, de közben, állítólag, végig azt mormolta maga elé: „Eppur si muove!” („Mégis mozog!”). Házi őrizetre ítélik. Itt írja meg a Discorsit.

1992. október 31. - A Nemzetközi Kutató Bizottság befejezi munkáját. 359 évvel Galilei tárgyalása után, a pápa sajnálkozását fejezte ki a Galileit ért hátrányok miatt, és megsemmisítette az inkvizíció elmarasztaló ítéletét.

Galilei a kinematika atyja.

- **Az egyenletes mozgást állapotnak tekinti:** egy állapot mindaddig fennáll, ameddig valami azt meg nem változtatja.
- **A Galilei-féle relativitási elv:** minden állandó sebességgel mozgó rendszer egyenértékű a mechanikai mozgások szempontjából.

DISCORSI
E
DIMOSTRAZIONI
MATEMATICHE,
intorno à due nuoue scienze

Attenenti alla
MECANICA & I MOVIMENTI LOCALI,

del Signor
GALILEO GALILEI LINCEO,
Filosofo e Matematico primario del Serenissimo
Grand Duca di Toscana.

Con vna Appendice del centro di grauità d'alcuni Solidi.



IN LEIDA,
Appresso gli Elsevirii. M. D. C. XXXVIII.

Galilei lejtős kísérletei: tehát (elsősorban) nem a Pisa-i ferde toronyból; a méréseinek a pontossága nem mindig volt megfelelő.



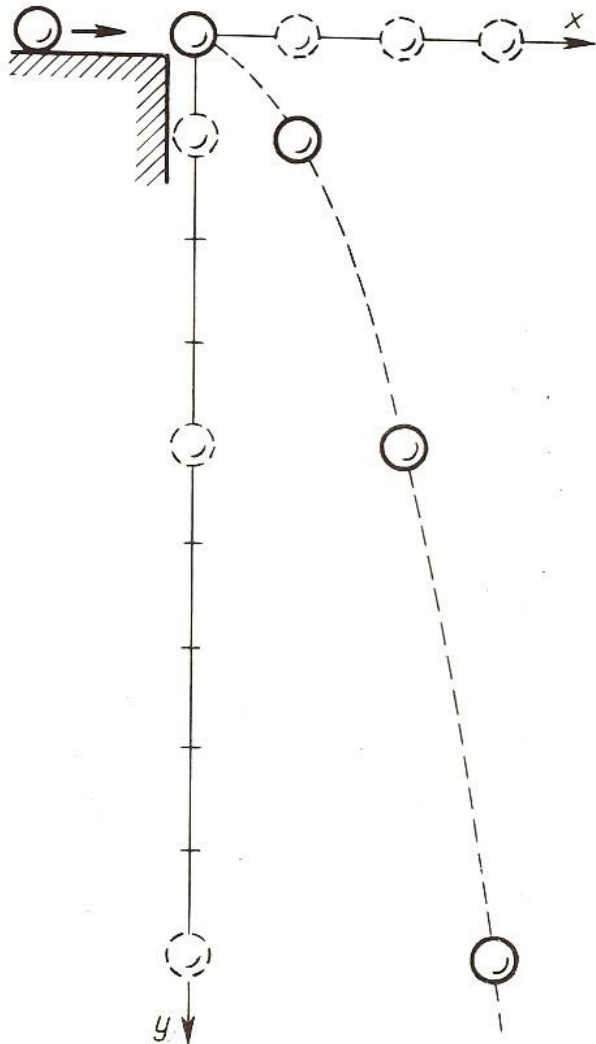
Az egyenletesen változó mozgás leírása, a négyzetes úttörvény.

$$s = at^2/2$$

Galilei a **vízóra egy változatát** használta. Egy tartályból vékony csövön át vizet engedett egy edénybe a lejtőn elindított golyó futásának időtartamára.

A kifolyt vizet egy pontos mérlegen megmérte, és ebből következtetett a futás idejére.

Nem vette figyelembe a lejtőn gördülő golyó perdülését, ezért a g -t hibásan határozta meg.

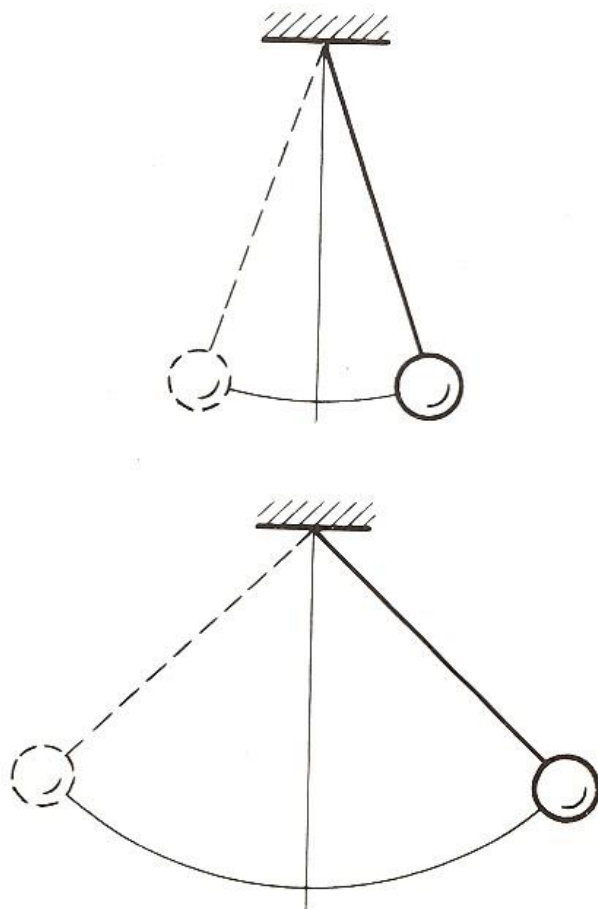


Az elhajított (kilőtt) testek parabola pályán mozognak. (Erről eddig nem tudtak a tüzérek.)



3.3–11 ábra

Az elhajított test két független mozgást végez: egyenletesen halad (itt vízszintesen) és gyorsulva esik. Az eredő parabolapálya



Az inga lengésideje csak annak hosszától függ. Tehát független a tömegtől és az amplitúdótól is. (Ez utóbbi csak kis kitérésekre igaz.)

Ezt Galilei már gyermekkorában megfigyelte a (huzat által lengésbe hozott) templomi csillárokon. Az időt a zsoltárok ritmusával mérte.

A lengésidő amplitúdó függetlensége teszi lehetővé ingaórák konstruálását (amit később Huygens pontosít).

3.3–10 ábra

Egy súlytalan fonálra felfüggesztett test — matematikai inga — lengésideje független a tömegtől, de *függ* a kitérés amplitúdójától. Galilei ezt a függést nem ismerte fel: a kis kitérésekre érvényes állandóságot helytelenül általánosította

Galilei vizsgálati módszere

- fogalom tisztázása
- hipotézis
- matematikai következmény felmérés
- kísérleti ellenőrzés
- ha kell, visszalépés valamelyik korábbi szintre



Galilei hőmérő

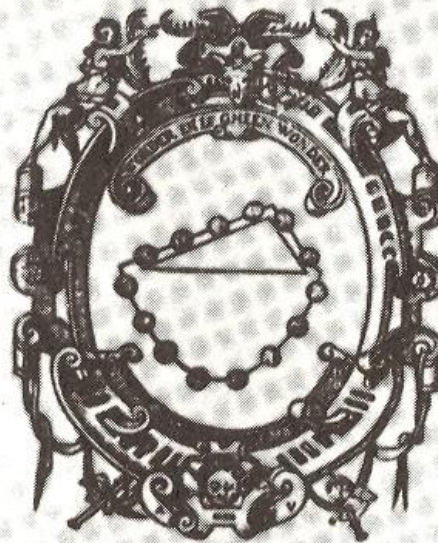
Azért Itálián kívül is voltak okos emberek (talán Galileinél is okosabbak)

Stevin (1548-1620)

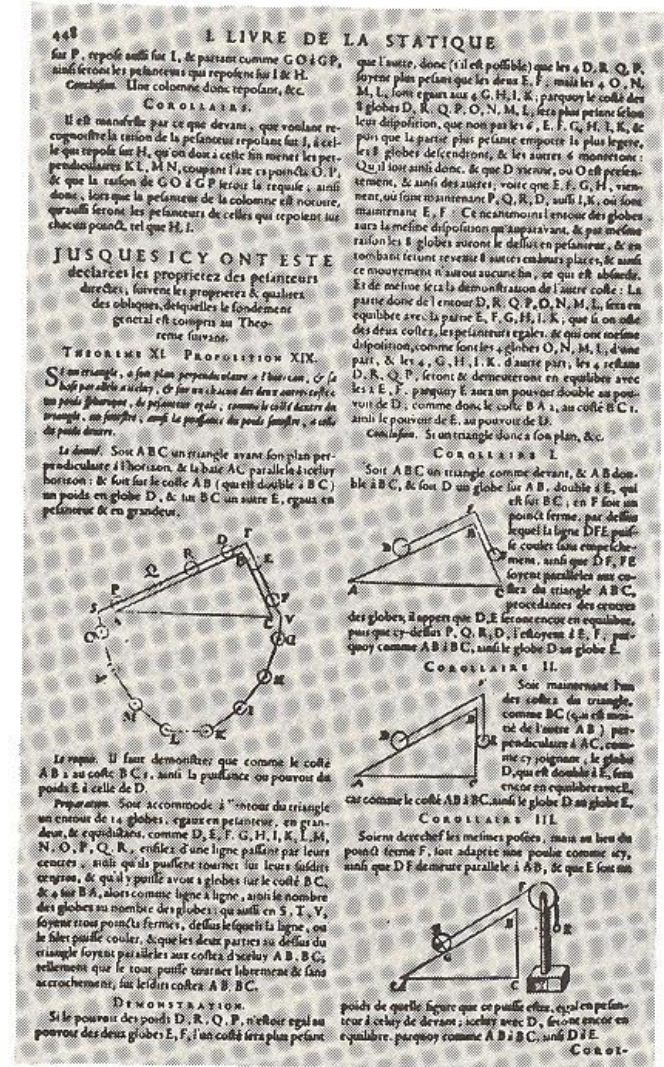
Beeckman (1588-1637)

hőmozgás
légnyomás

DE
BEGHINSELEN
DER WEEGHCONST
BESCHREVEN DVER
SIMON STEVIN
van Brugghe.



TOT LEYDEN,
Inde Druckerye van Christoffel Plantijn,
By François van Raphelinghen.
cld. 13. LXXXVI.



Newtonon innen, Galilein túl, avagy a „**géniuszok évszázada**” (a XVII. sz.)

Galilei (1564-1642)

(Kepler (1571-1630))

Descartes (1596-1650)

Fermat (1601-1665)

Torricelli (1608-1647)

Pascal (1623-1662)

Mariotte(1620-1684)

Boyle (1627-1691)

Huygens (1629-1695)

Newton (1642-1727)

itthon: Pázmány Péter (1570-1637)

Comenius (Komensky) (1592-1670)

Sárospatak !

Apáczai Csere János

(1625-1659)

A XVII. század elején a természettudósok (legalábbis a jobbak) már látják az arisztotelészi tanok hibás voltát. A bölcsesek azonban még nem.

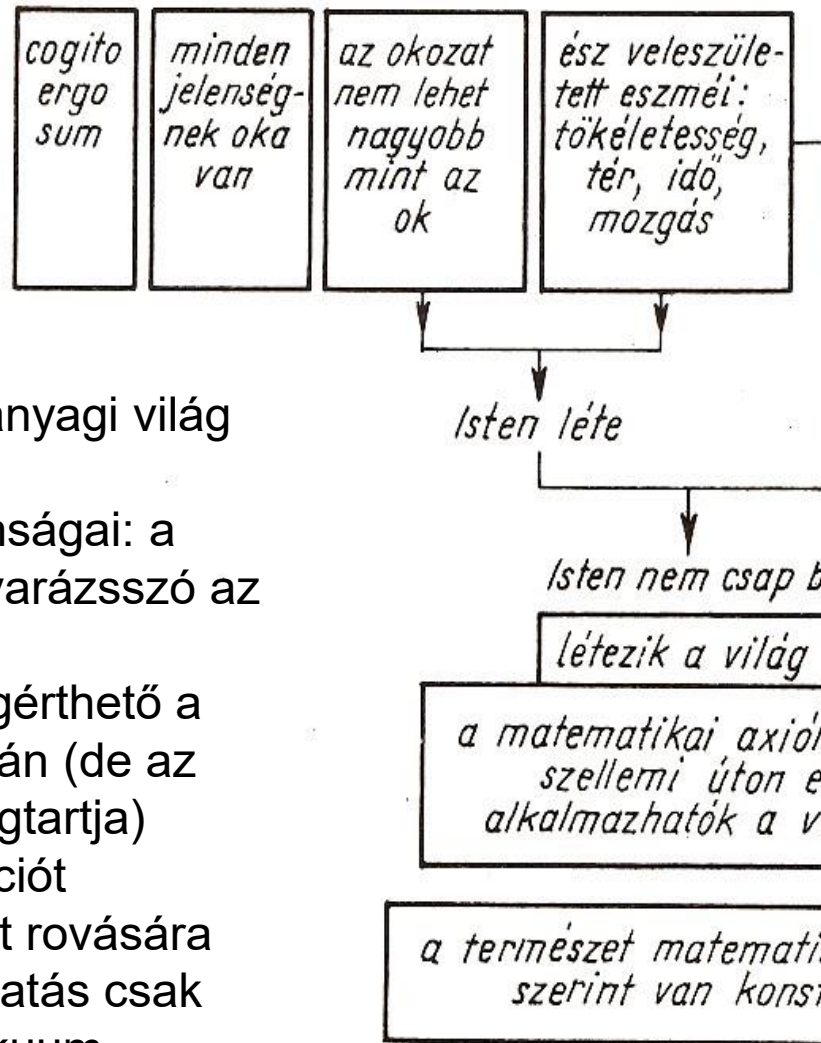
Descartes, aki mindkettő volt, látta be először, hogy Arisztotelész tanait csak akkor lehet végleg kidobni, ha filozófiáját is leváltja, nemcsak a fizikáját.

„Csak a nyilvánvaló igazságokat fogadjuk el, ne higgyünk el semmit a régi könyveknek.”



RENÉ DESCARTES (1596—1650) La Haye-ban, Tourainban született. Apja — elszegényedett nemes — jogász volt. Nyolc éves korától 16 éves koráig La Flèche-ben tanult a jezsuiták iskolájában. 1617-ben Hollandiában, Bredában a katonai iskolánál szolgált mint önkéntes. Ezután beutazta Európát. 1619-ben a bajor herceg hadseregében találjuk; ekkor egy hideg novemberi napon egy jól fűtött kályha mellett fogant agyában az új filozófia alap gondolata. 1623-ban beutazta Itáliát. Nincs nyoma annak, hogy szándéka lett volna *Galileit* meglátogatni. 1629-ben, hogy munkájához békés környezetet találjon, Hollandiába költözött. 1629 és 1633 között dolgozta ki világrendszерét. Műve, a *Le Monde ou traité de la lumière*, nem jelent meg. Descartes ugyanis értesült *Galilei* elítéléséről, és ezért nem merte művét nyilvánosságra hozni. Eredeti formájában sohasem jelent meg, de későbbi műveibe sok gondolatát beledolgozta. Halála után jelent meg az 1628-ban írt műve, a *Regulae ad directionem ingenii*. 1637-ben jelent meg a *Discours de la Méthode*, majd a *Meditationes de Prima Philosophia* (1641) és végül a *Principia Philosophiae* 1644-ben. Utolsó munkája a *Traité des passions de l'Ame* (1649). 1649-ben *Krisztina* svéd királynő meghívására Stockholmba költözött. Szervezete nem bírta a hideg éghajlatot, a következő évben tüdőgyulladást kapott és meghalt.

A képünkön *Descartes Krisztina* királynőnek magyarázza filozófiáját — hajnali 5 órakor: erre az időre tűzte ki a királynő a filozófiai foglalkozások kezdetét. *Descartes* gyenge egészségű volt, így még La Flèche-ben is megengedték neki a jezsuita atyák, hogy késő délig az ágyban maradjon. Életrendjének ez a felborítása is hozzájárulhatott korai halálához.



Descartes filozófiája:

- A tudatunktól független anyagi világ léte
- Az anyag primer tulajdonságai: a kiterjedés és a mozgás (varázsszó az örvénylés)
- A világ kifejlődése is megérthető a természettudomány alapján (de az Isten hitet és a Bibliát megtartja)
- Legnagyobb hibája: a rációt túlhangsúlyozza a kísérlet rovására
- Peripatetikus vonások: hatás csak kontaktus útján, nincs vákuum

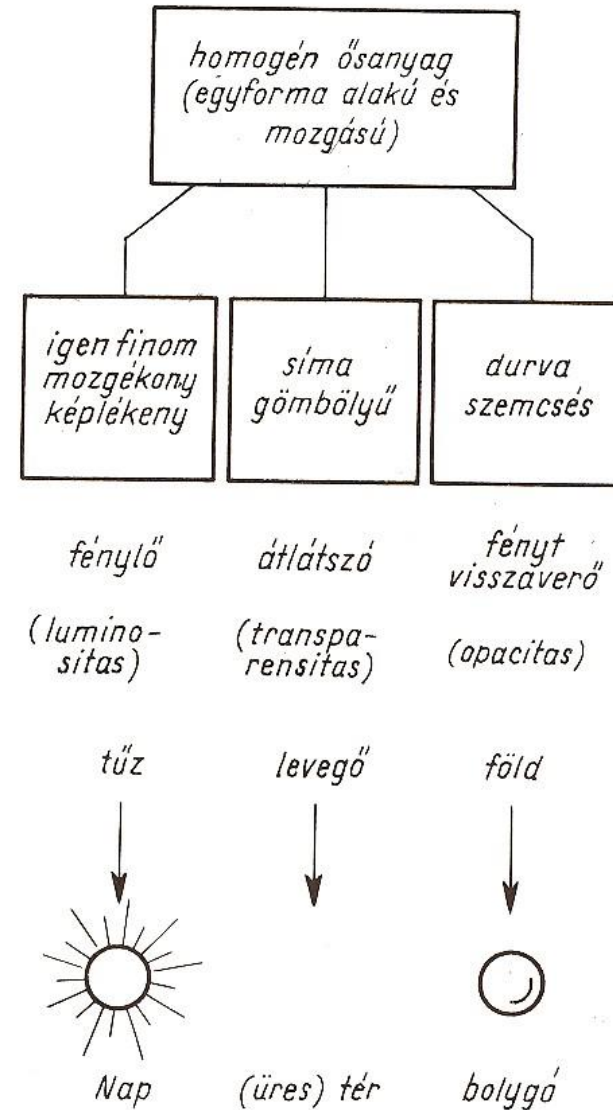
Descartes mozgástörvényei:

1. Egy test nyugalomban marad mindaddig, ameddig valamely hatás nem éri; egy mozgó test változatlan sebességgel folytatja mozgását mindaddig, míg valamivel nem találkozik ami ezt a mozgást megváltoztatja (mint Galileinél).
2. Minden mozgó test egyenes vonalban igyekszik mozgását folytatni (a körmozgás nem természetes mozgás).
3. Ütközési törvények (mert hatás szerinte csak ütközéssel lehetséges).

Sajnos ezek többnyire hibásak (a 8 szabálya közül egy jó, 3 akár helyesen is értelmezhető, 4 egyértelműen hibás).

Descartes kozmogóniája:

A világ kifejlődése is megérthető a természettudomány alapján.
A Földi és égi jelenségek fizikája egyezik.



3.4–9 ábra
Descartes három „alap”-anyaga

Mi nem jellemzi Descartes filozófiáját?

- a) A rációt és a kísérletet egyenrangúan fontosnak tekinti
- b) A tudatunktól független anyagi világ léte
- c) Hatás csak kontaktus útján lehetséges
- d) A világ kifejlődése megérthető a természettudományok alapján

Ki állapította meg először azt, hogy a magára hagyott testek egyenes vonalú egyenletes mozgást végeznek?

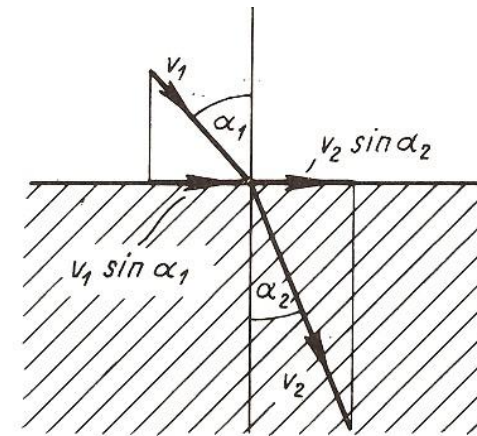
- a) Galilei
- b) Newton
- c) Descartes
- d) Huygens

A Snellius-Descartes törvény.
 Előzmények: Ptolemaiosz, Alhazen,
 Kepler (az $i/r = n$ törvény kis szögekre
 jól teljesül)

A törvény helyesen :
$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = n_{2,1}$$

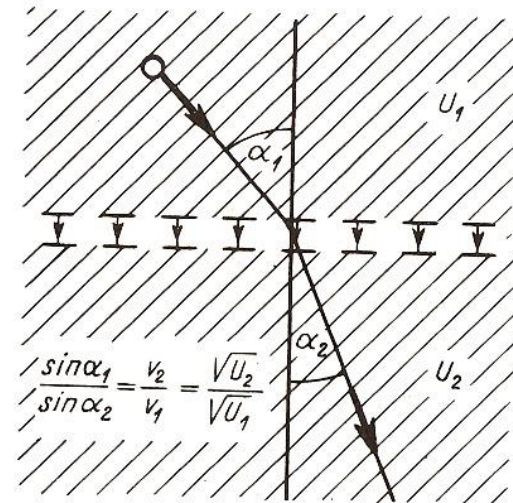
Az indoklás az érintőirányú sebességek
 egyenlősége alapján hibás: a fény
 sebessége a valóságban a közegben a
 kisebb.

Az elektronoptikában az indoklás is
 helyes lenne.



3.5—5 ábra

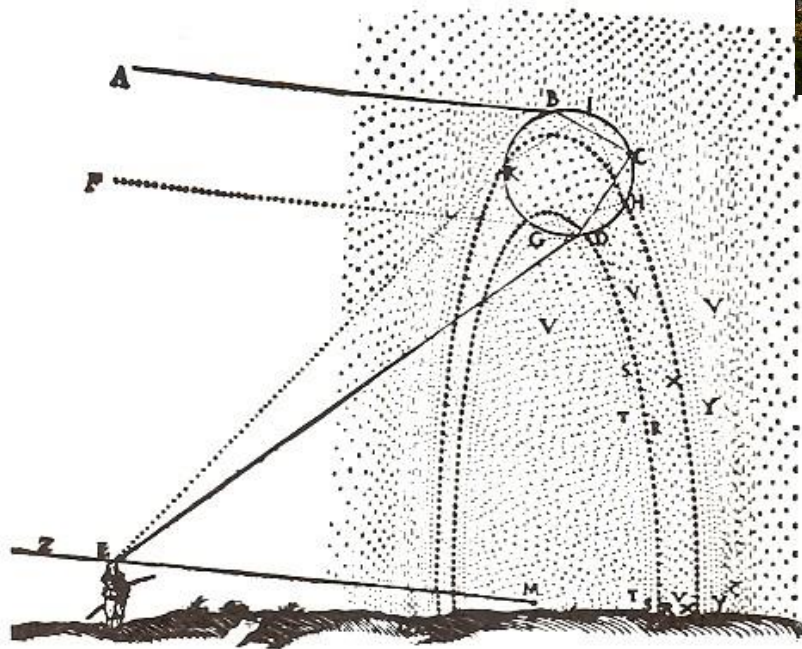
A töréstörvény levezetéséhez elég azt feltételeznünk, hogy a sebességnek a felülettel párhuzamos komponense nem változik



3.5—6 ábra

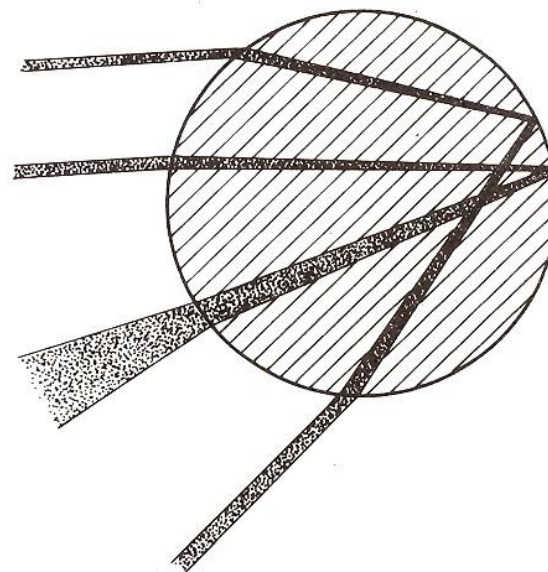
Az elektron pályája kettős rétegen áthaladva törést szenved. A töréstörvényből az optikai törésmutató és a potenciálból vont gyök analógiájára következtetünk

Descartes egyik legnagyobb teljesítménye a szivárvány létrejöttének helyes magyarázata.



3.5–9 ábra

A szivárvány létrejöttének magyarázata Descartes szerint. A főív egyszeres, a mellékív kétszeres belső reflexió után jön létre



3.5–10 ábra

Csak azok a sugarak maradnak párhuzamosak, amelyek a kilépés után 42° szöget zárnak be a belépő sugárral

A Fermat-elv (1662):

egy megadott pontból egy másik megadott pontba a fény a geometriailag lehetséges utak közül azt a pályát követi, amelyet a legrövidebb idő alatt fut be.

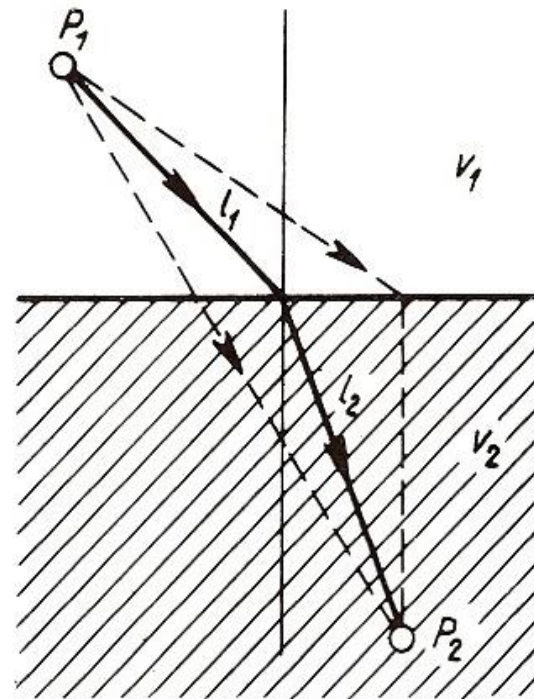
Következmény: ebből is levezethetők a visszaverődés és a törés törvényei, de most (helyesen) a fény sebessége a vákuumban a legnagyobb. (Sajnos a világ nem neki hitt még kb. 200 évig.)



Pierre de Fermat

([1601](#) – [1665](#))

„Egy köböt pedig lehetetlen szétbontani két köbre egy negyedik hatványt két negyedik hatványra ... [Fermat-sejtés](#)



3.5 – 12 ábra

A minimális ideig tartó út megkeresése. A P_1P_2 egyenes a legrövidebb út, de ebből a rövid útból viszonylag sok esik a sűrűbb közegre, ahol a fény lassabban mozog

Vákuum és légnyomás:

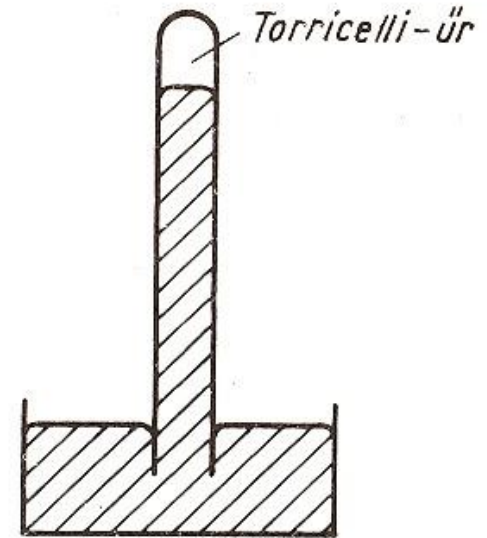
Descartes: erőhatás csak
kontaktus által, nincs vákuum.

1643: a híres Torricelli-kísérlet

Kérdés: mi tölti ki a Torricelli-űrt?
Valóban vákuum, vagy az
„üvegből beszivárgó tűz”?



Evangelista Torricelli
(1608-1647)



3.5–15 ábra
Toricelli kísérlete

Pascal „úr az űrben” kísérlete: a kis Torricelli-berendezés lényegében egy barométer (az első barométer).

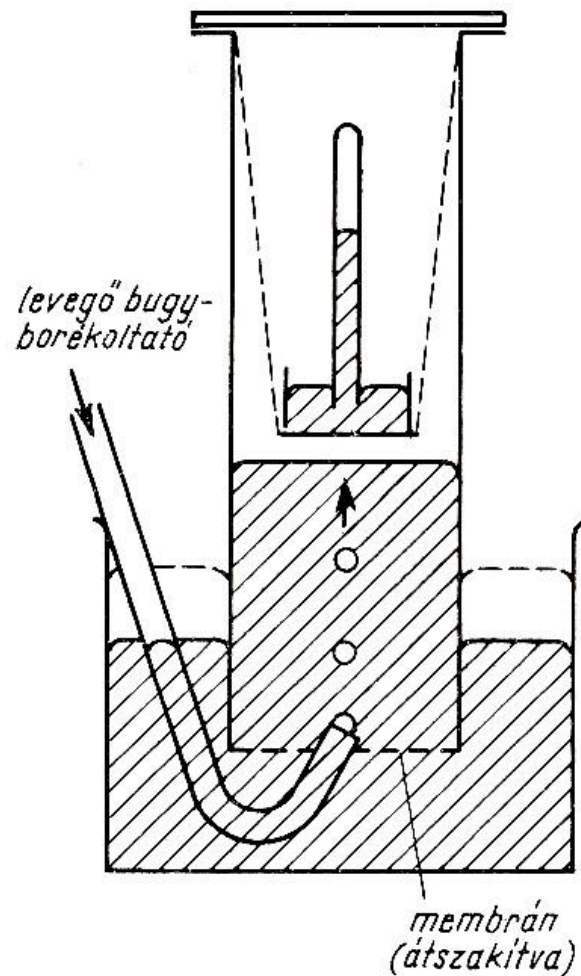
A kezdetben nulla nyomást a bebugyborékoltatott levegő emeli meg, nem a „horror vacui”.

Későbbi kísérlete: a nyomás a hegy tetején kisebb, mint a hegy lábánál (1648).

„Aki Pascal munkássága ismeretében a légnyomás és a vákuum létét nem fogadja el az nem „homo sapiens”.”

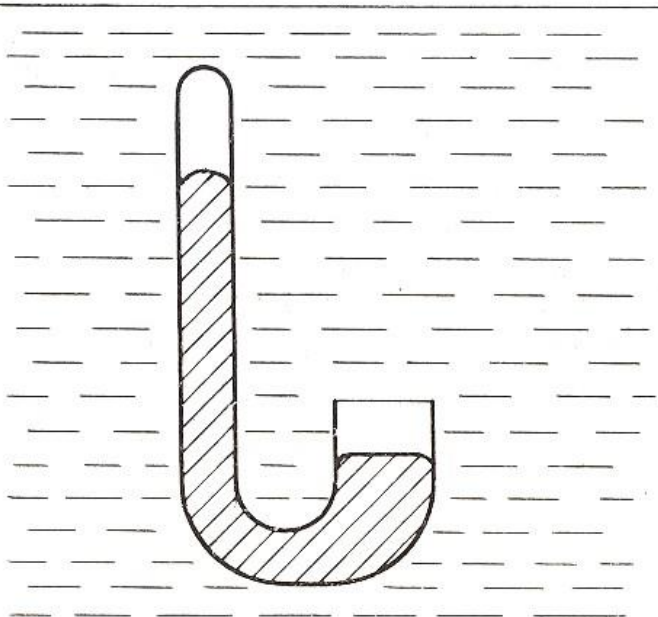


Pascal (1623-1662)



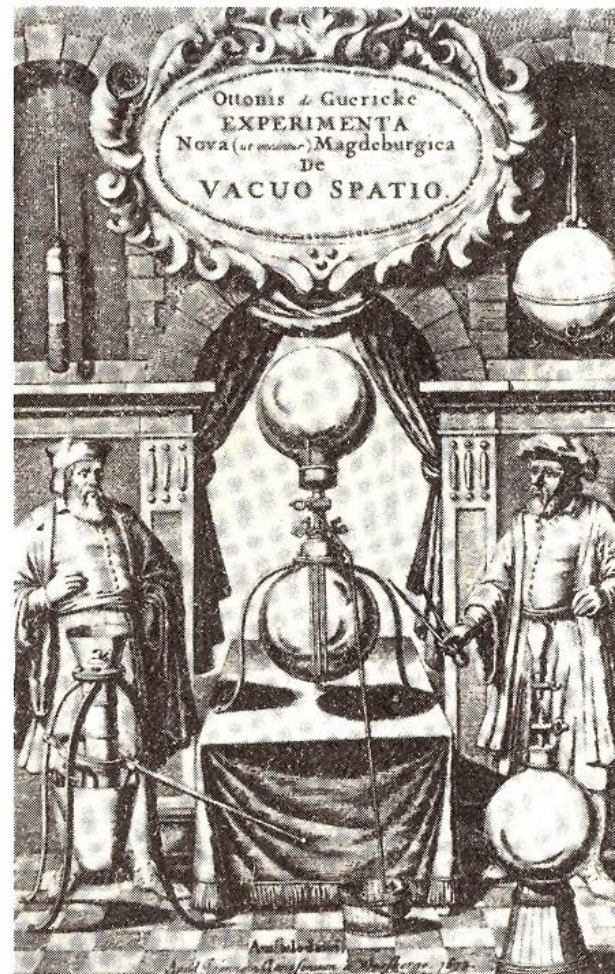
3.5–16 ábra

Az „úr az űrben” kísérlet sémája



3.5–17 ábra

Mariotte kísérlete a külső nyomás szerepének tisztázásához: a barométert különböző mélységekbe helyezi



3.5–18 ábra

Guericke könyvének címlapja

Mariotte (1620-1684) és Boyle (1627-1691)

Otto von Guericke ([Magdeburg](#), [1602](#) – [1686](#))

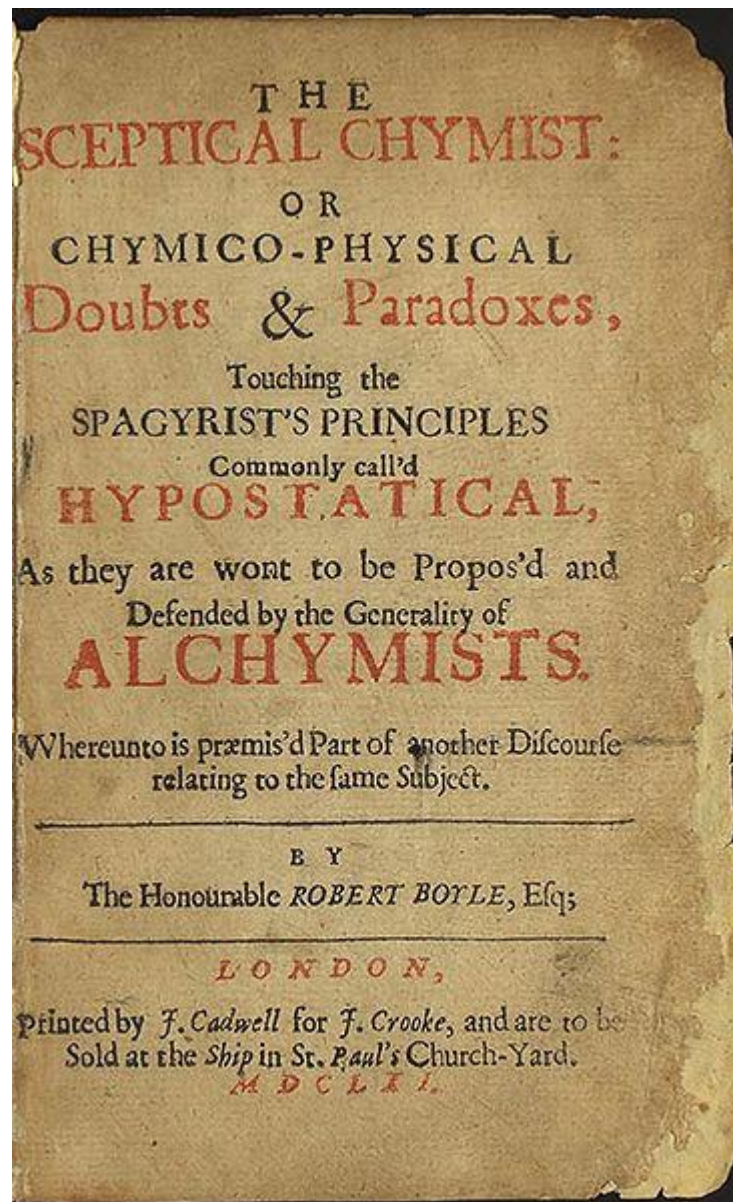
Kezdő lépések a ma kémiája felé.

Atomelmélet – ateizmus (a megváltoztathatatlan atomok kizárják az isteni beavatkozást).

Boyle: az arisztotelészi négy elem tarthatatlan (1661 Sceptical Chemist).

A korpuszkuláris elmélet összeegyeztethető a vallással.

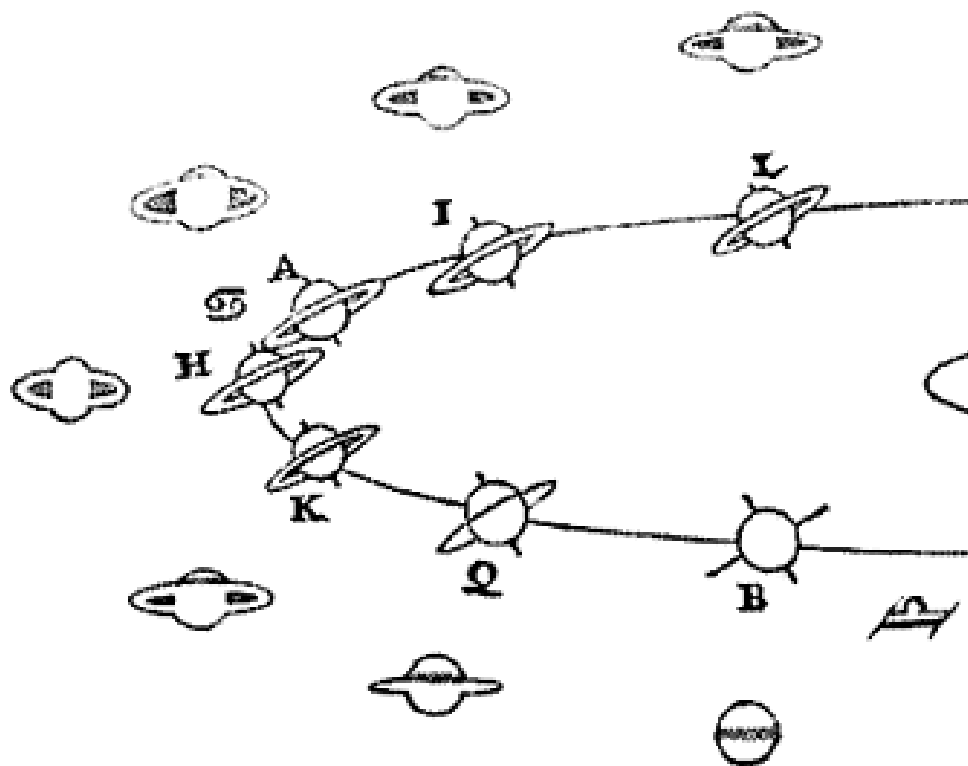
„Az aranycsinálás”.



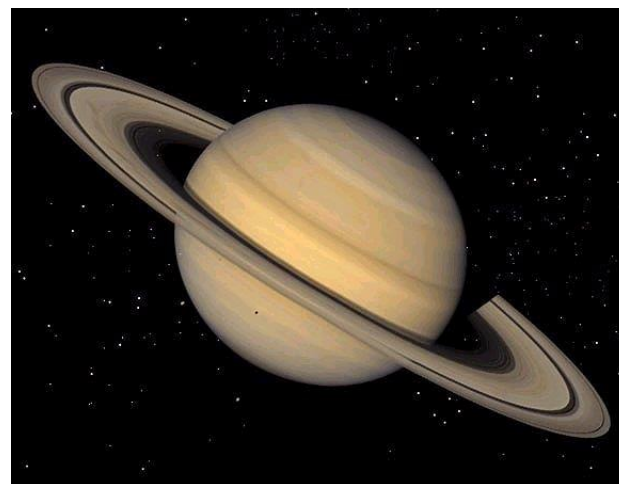


3.6 – 1 ábra

CHRISTIAN HUYGENS (1629 – 1695) Hágában született. Apja – neves politikus, nyelvész, zenész, matematikus – volt az első tanítója. Jogi diplomát szerzett, de korán elkezdett matematikával is foglalkozni. Első matematikai eredményét 17 éves korában érte el. 28 éves korában a kúpszeletek területmeghatározásáról értekezett (*Cyclometriae*, 1651), 25 éves korában a π addig ismert legjobb közelítését adta meg (*De circuli magnitudine inventa*, 1654), majd valószínűségi számítással is foglalkozott. Szereplését a fizikában a testvérével együtt épített távcsővel végzett asztronómiai vizsgálatokkal kezdte. Felfedezte a Szaturnusz gyűrűjét, egy bolygóját (*Systema Saturnium*), az Orion-ködöt. Ezen vizsgálatai közben felmerült a pontos idő mérésének szükségessége. 1657-ben megkonstruálja az ingaórát. Ettől kezdve intenzíven foglalkozik az állandó lengési idejű cikloidális ingák problémájával. Eredményeit – mint általában, ebben az esetben is – nagy időközességgel publikálja (*Horologium oscillatorium*, 1673). Másik igen jelentős munkája, a *De Motu corporum ex percussione* csak halála után, 1703-ban jelent meg, bár eredményeinek összefoglalását 1669-ben a Royal Societynek bemutatta. Legismertebb munkája a *Traité de la lumière* (1690). Megjelenésének késését előszavában meg is indokolja: várta, hogy ideje lesz a tudomány nyelvére, latinra lefordítani.



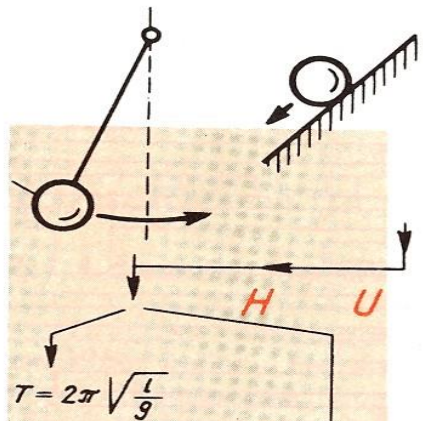
A Szaturnusz gyűrűk
ábrázolása Huygens
cikkében



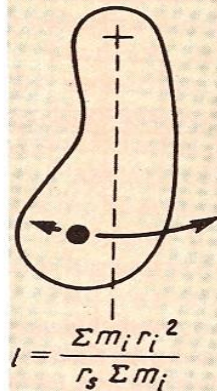
G A L I L E I

DESCARTES

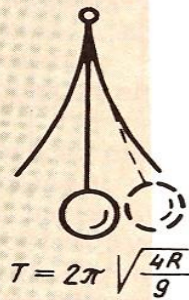
(filozófiai
alapelvek)



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$



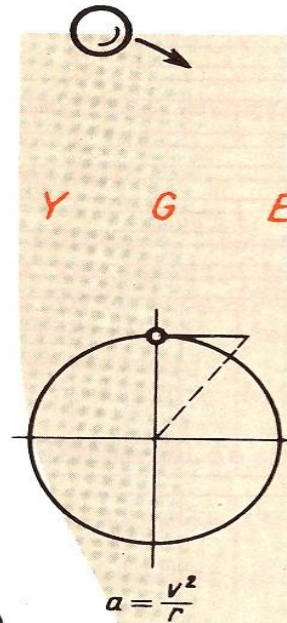
$$l = \frac{\sum m_i r_i^2}{r_s \sum m_i}$$



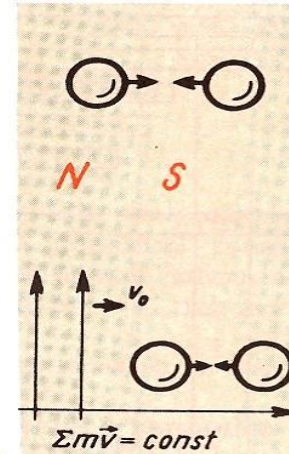
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{4R}{g}}$$

$$mv^2 + 2mgh = \text{const}$$

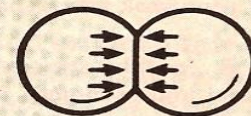
Leibniz
("eleven erő")



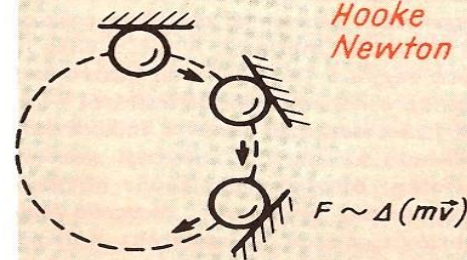
$$a = \frac{v^2}{r}$$



$$\sum m\vec{v} = \text{const}$$

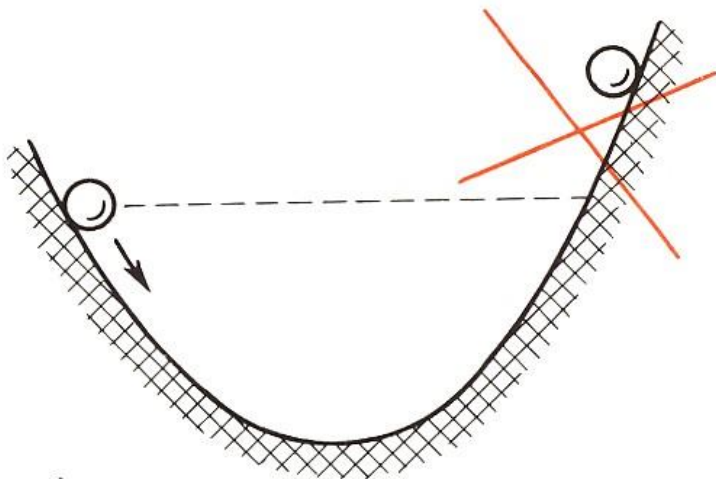


Hooke
Newton

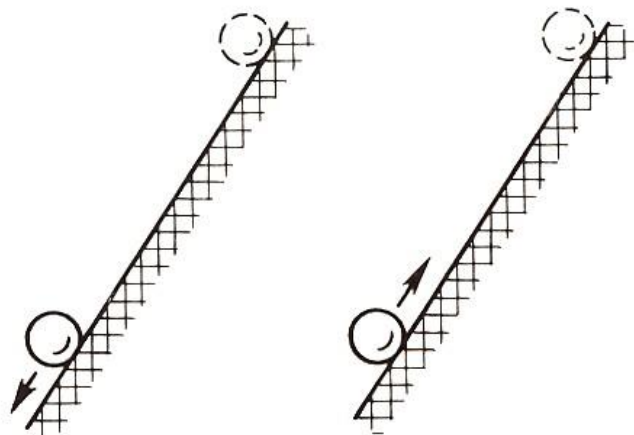


$$F \sim \Delta(m\vec{v})$$

N E W T O N



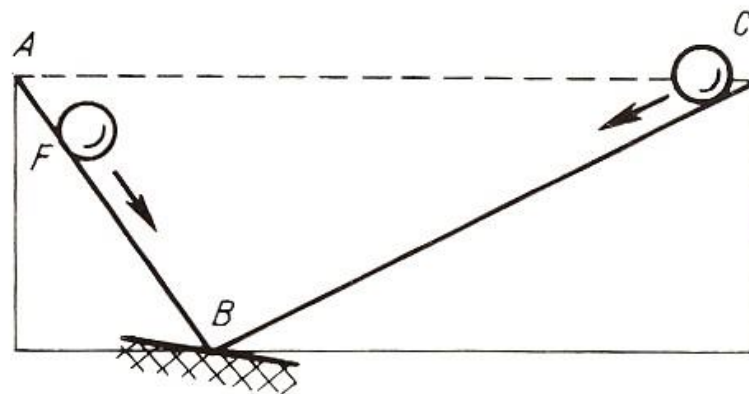
a)



b)

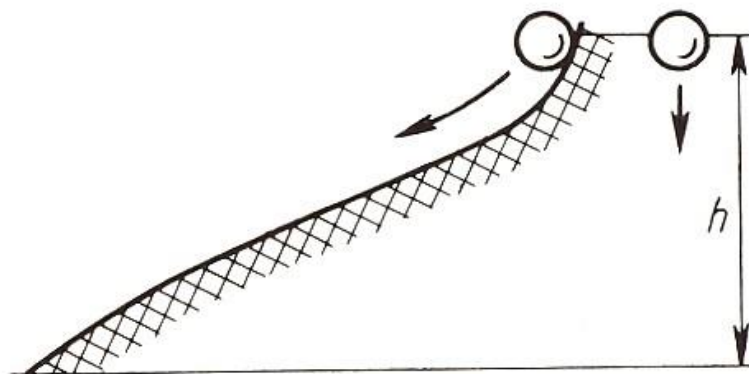
3.6—3 a, b ábra

Huygens két alapfeltevése: a) a testek súlypontja saját súlyuk hatására végbemenő mozgás eredményeképpen sohasem kerülhet a kiinduló állapoti helyzetnél feljebb, b) a mozgások megfordíthatók



3.6—3 c ábra

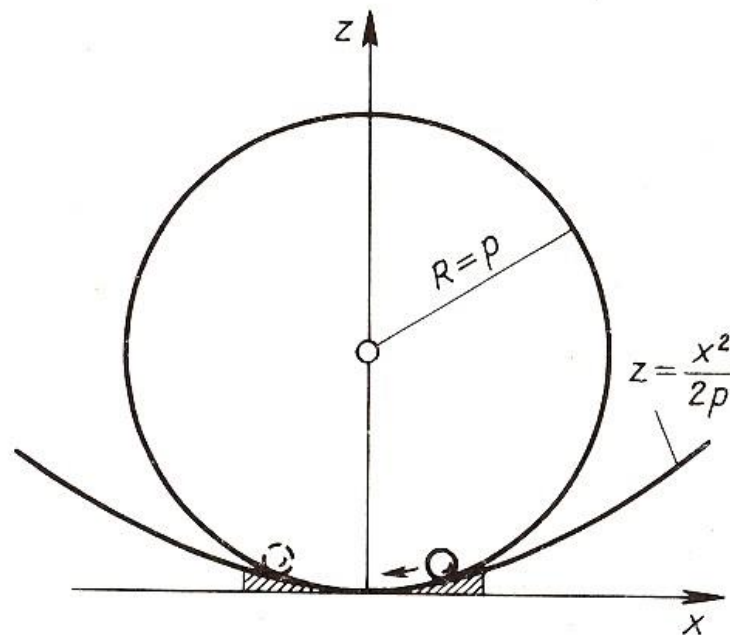
Huygens bizonyítása, hogy a különböző hajlásszögű, egyforma magas lejtő aljára a golyók egyforma sebességgel érkeznek



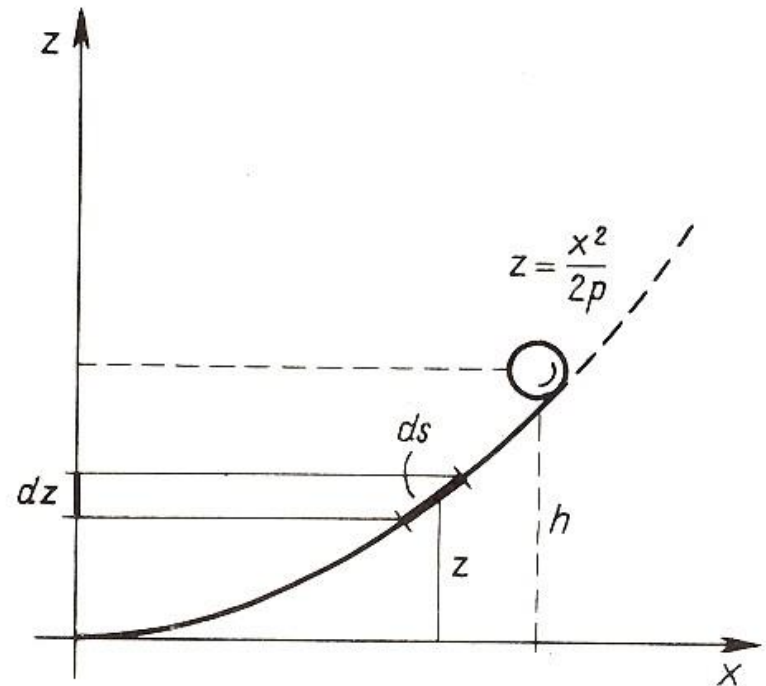
3.6—4 a ábra

Ha egy test akármilyen lejtőn mozog, sebessége ugyanakkora, mintha a lejtő magasságával azonos magasságból függőlegesen esne

Az ingamozgás képletének levezetése $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$

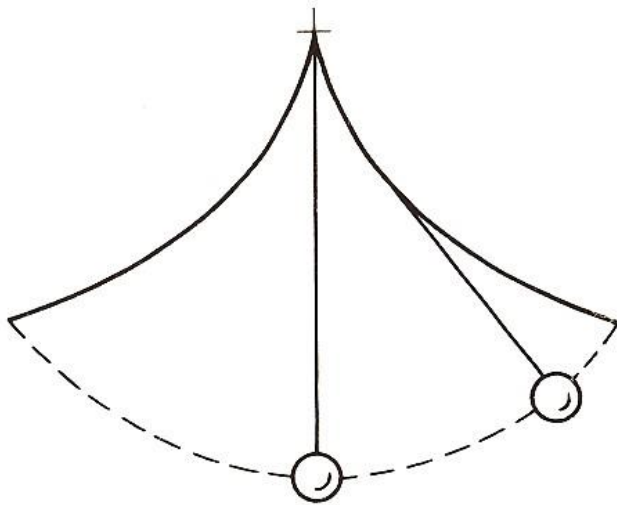


3.6–5 ábra
A kör alakú lejtőt közelítjük meg egy hozzá-
simuló parabolával



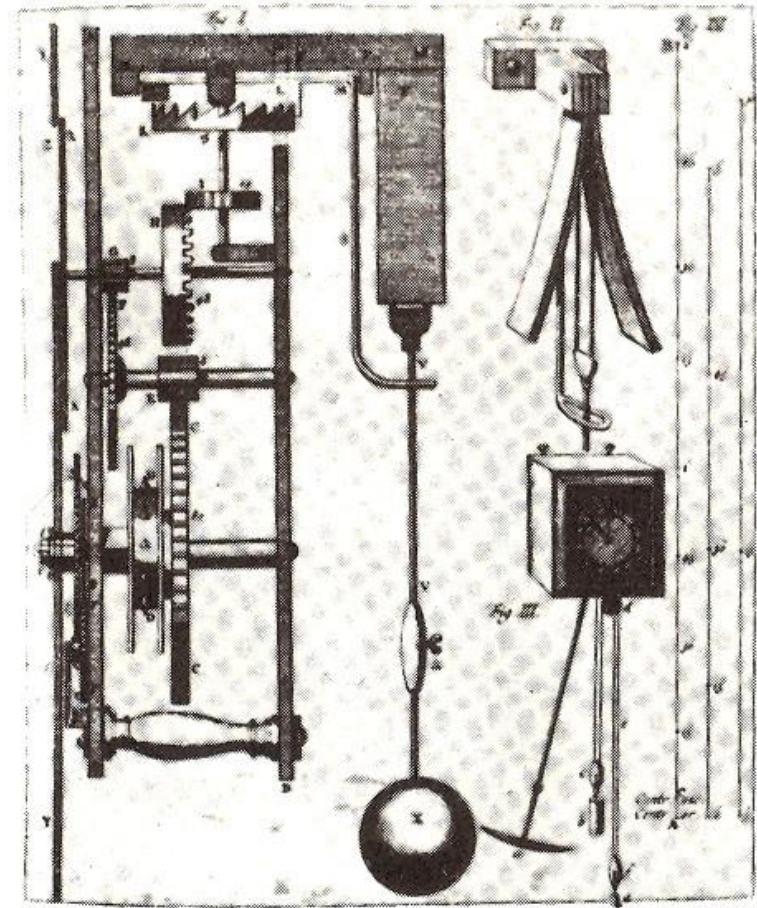
3.6–6 ábra
A parabolán leguruló golyó gurulási idejét az
elemi ds hosszak befutásához szükséges idők
összegeként kapjuk

A cikloidális inga: a nagy
amplitúdóra is állandó lengésidejű
inga elmélete és gyakorlata

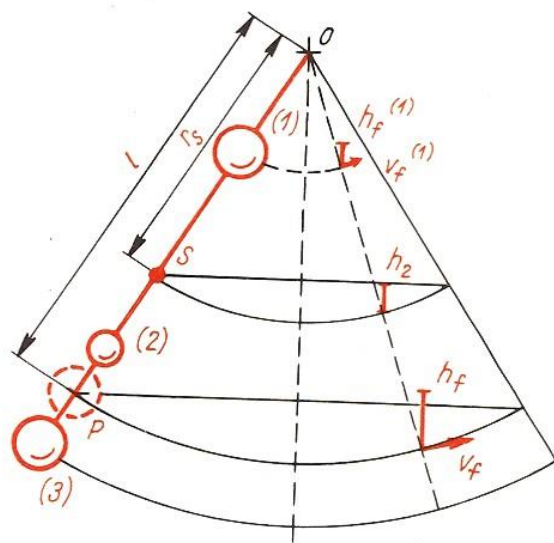


3.6–9 b ábra

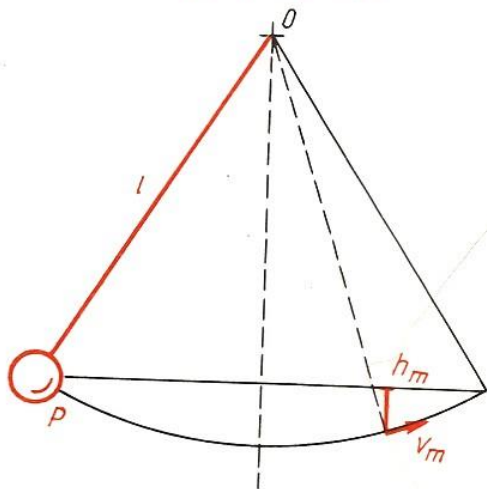
Egy fonálra felfüggesztett test akkor mozog cikloispályán, ha a fonál egy ugyancsak ciklois alakú lemezpárra simul



3.6–10 ábra
Huygens cikloid-ingaórája



$$l = \frac{m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2}{r_s (m_1 + m_2 + m_3)}$$

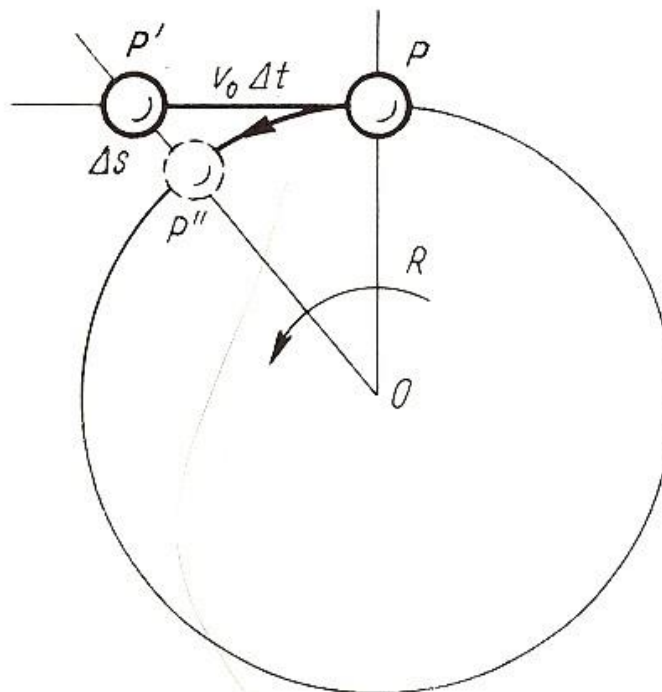


3.6–12 ábra

A fizikai inga lengési idejének megállapításához Huygens a vele azonos lengésidejű matematikai inga hosszát határozza meg

A körmozgás gyorsuló mozgás

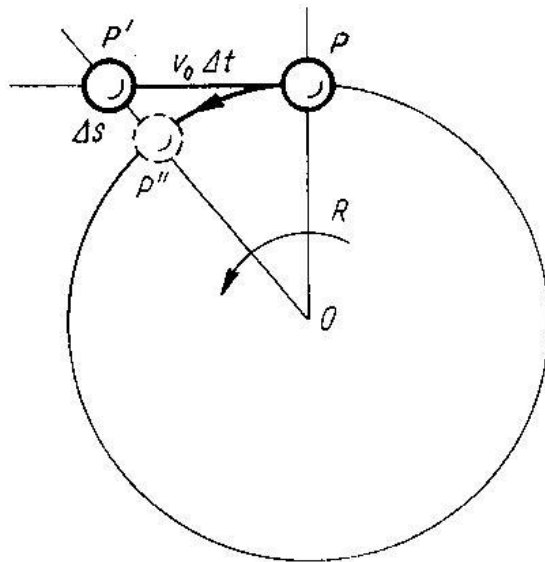
$$a_{cp} = \frac{v_0^2}{R}$$



3.6–18 ábra

Az egyenletes körmozgás gyorsulását Huygens így vezeti le

A centripetális gyorsulás levezetése Huygens szerint



$$R^2 + (v_0 \Delta t)^2 = (R + \Delta s)^2;$$

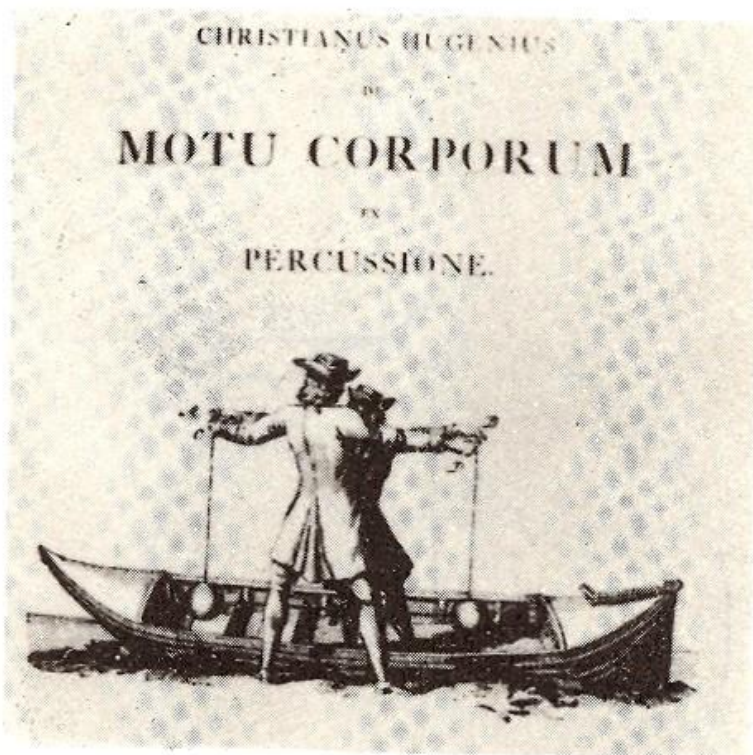
$$\Delta s^2 + 2R\Delta s = (v_0 \Delta t)^2$$

$$\Delta s^2 \ll 2R\Delta s$$

$$\Delta s = \frac{1}{2} \frac{v_0^2}{R} (\Delta t)^2$$

$$a = \frac{v_0^2}{R}$$

$$a_{cp}(\text{Földfelszín}) \sim 0,035 \text{ m/s}^2$$



3.6–15 ábra

Huygens a mozgó hajón lejátsszódó mechanikai jelenségek változatlanságát, invarianciáját nem magyarázza, hanem posztulálja, és ebből az invariancia-követelményből jut el a törvényekhez. Einstein a tömegváltozás törvényét hasonlóan két koordinátarendszerből vizsgált ütközési törvény ekvivalenciájából fogja majd levezetni

Hipotézisek az ütközés törvényeinek levezetéséhez:

- 1, Bármilyen mozgásban lévő test, ha nem ütközik akadályba, változatlan sebességgel egyenes vonalban igyekszik mozogni tetszés szerinti ideig.
- 2, Két egyforma test, ha azonos nagyságú, de ellentétes irányú sebességgel egymásnak ütközik, visszapattanva megtartja sebessége nagyságát, de sebessége előjele megváltozik.
- 3, Egy egyenletes sebességgel mozgó hajón, bármekkora is legyen annak sebessége, a rajta utazó megfigyelő számára az ütközési törvények azonosak.

Melyik az az eredmény, amelyik nem Huygenshez köthető?

- a) centripetális gyorsulás levezetése
- ☒ b) energiamegmaradás rugalmas ütközésnél
- c) fizikai inga lengésideje
- d) ingaórák pontosságának javítása

Melyik pontban írjuk helyesen a fizikusok időrendjét?

- a) Huygens, Newton, Descartes
- ☒ b) Descartes, Huygens, Newton
- c) Newton, Huygens, Descartes
- d) Huygens, Descartes, Newton

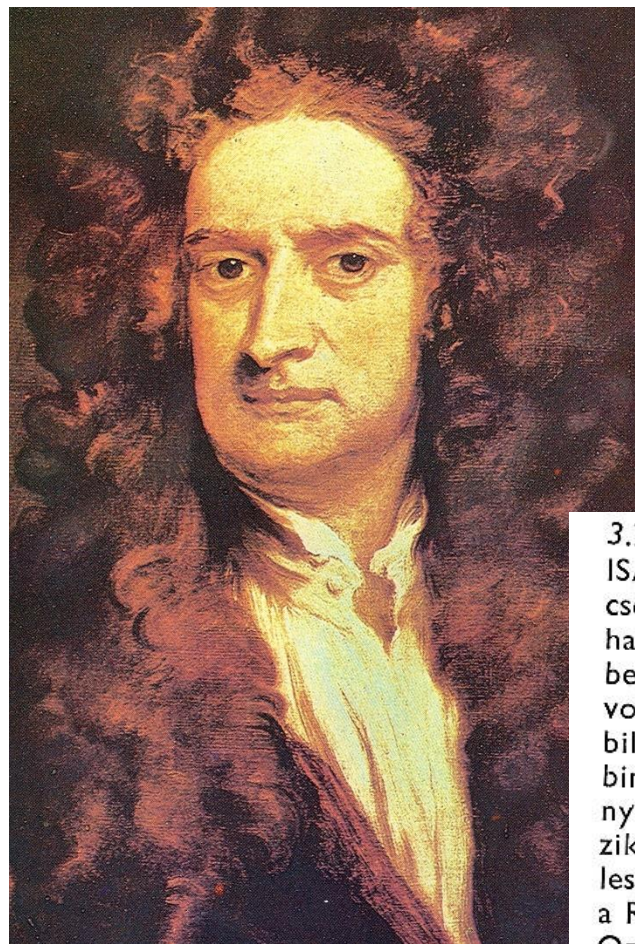
Válasszuk ki a helytelen állítást

- a) a Snellius-Descartes törvény a fény törését írja le
- ☒ b) Descartes szerint a fény a közegben lassabban halad mint vákuumban
- c) Huygens szerint a fény a közegben lassabban halad mint vákuumban
- d) a Fermat-elvből levezethető a törés törvénye

Mint tudjuk, a fény vákuumban gyorsabban terjed, mint közegben.

Kinek az elmélete állítja ezt?

- a) Newton
- b) Kepler
- c) Descartes
- ☒ d) Fermat



3.7 – 1 ábra

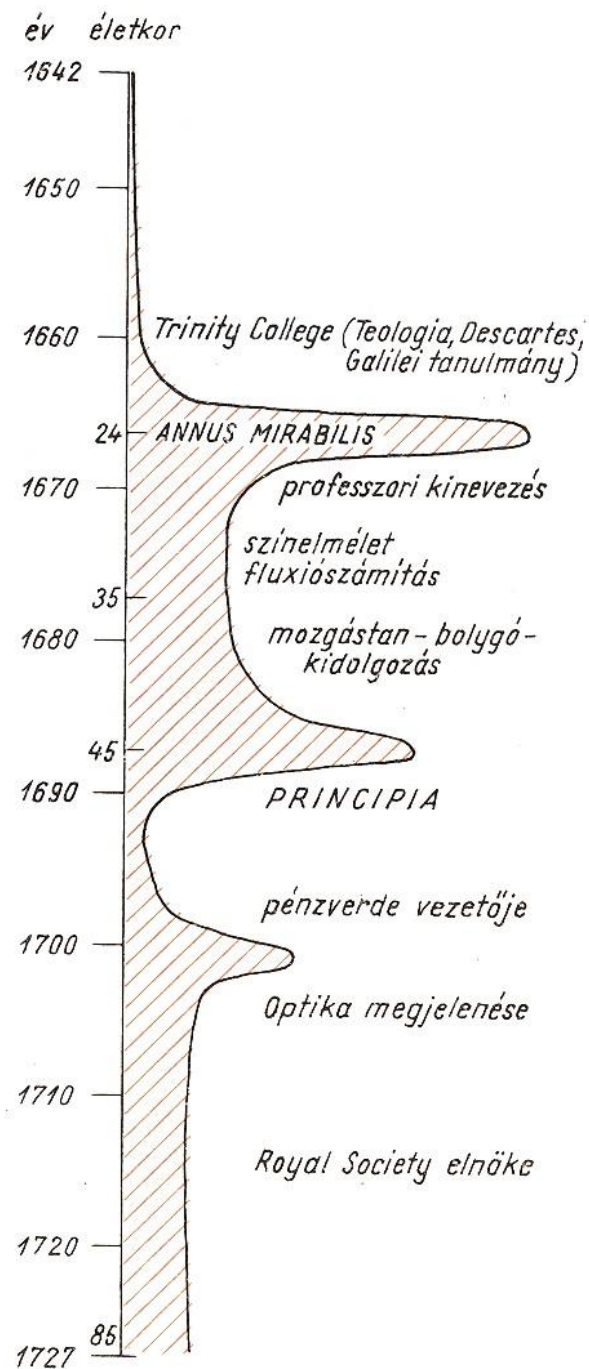
ISAAC NEWTON (1642 – 1727) Woolsthorpe-ban (Lincolnshire megyében), 1642 karácsonján született. A kontinensen ekkor már 1643-at írtak. Apja néhány hónappal előbb halt meg. 1661-ben nagybátyja támogatásával a Trinity College of Cambridge University-ben matematikát tanult. 1665-ben a pestisjárvány idejére birtokára, Woolsthorpe-ba vonult vissza. Ez az esztendő, de különösen a rákövetkező 1666-os volt az „Annus mirabilis” (3.7 – 1 idézet). Newton ekkor 24 éves volt. Ekkor fogalmazott meg benne a binomiális tétel, a differenciálszámítás, a színelmélet, a centripetális erő, a mozgástörvények és a gravitációs vonzás. Visszatérve Cambridge-be optikai problémákkal foglalkozik. 1668-ban elkészíti a tükrös teleszkópot. 1669-ben Barrow utódként professzor lesz a cambridge-i egyetemen. 1672-ben a *Fény és színelmélet* című munkáját bemutatja a Royal Society-nak, ahol olyan vitát váltott ki, hogy elhatározta, nem publikál többé. Optikai vizsgálatait összegyűjtve 1704-ben jelentek meg *Optics* című könyvében. 1684-ben Halley biztatására fogott a *Principia* megírásához, miután Halley vállalta a költségek előteremtését is. 1692 – 93-ban súlyos idegösszeomlása volt, amelyből rendbejött ugyan, de a hátralevő 35 évében már nem volt több jelentős felfedezése annak ellenére, hogy szellemi képességeit teljesen visszanyerte. Ezt Bernoulli egy problémájának – amelyre hat hónap volt kitűzve – egyetlen éjszaka alatt történt megoldásával (1696-ban) és 1716-ban egy Leibniz által feladott problémának a kézbevétele pillanatában adott megoldásával bizonyította be.

1699-ben az állami pénzverde vezetője lett. 1705-ben a királynő lovaggá ütötte. 1703-tól 1727-ig, tehát haláláig a Royal Society elnöke volt. A Westminster Abbeyban temették el.



Newton szobra a bécsi
Természettörténeti
Múzeumban

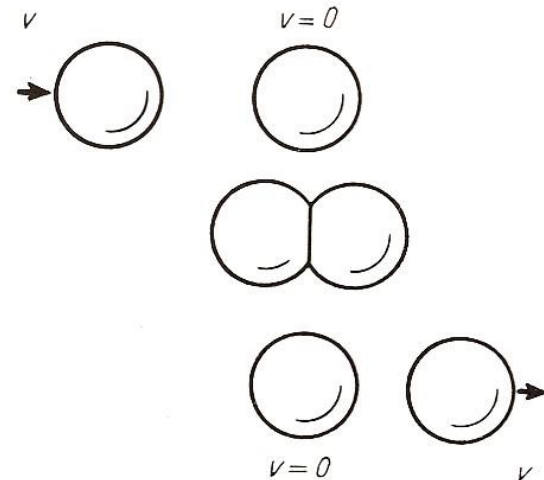
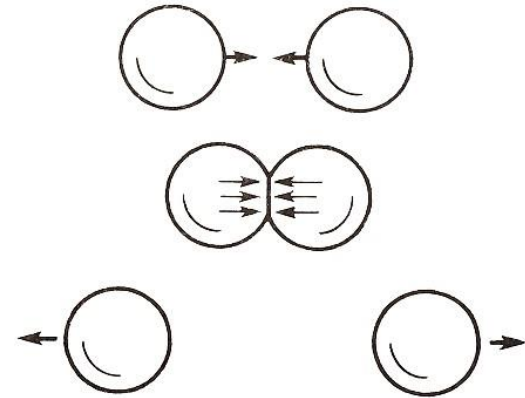
Newton tudományos teljesítménye nem volt egyenletes – nagy magasságok és nagy mélységek jellemezték



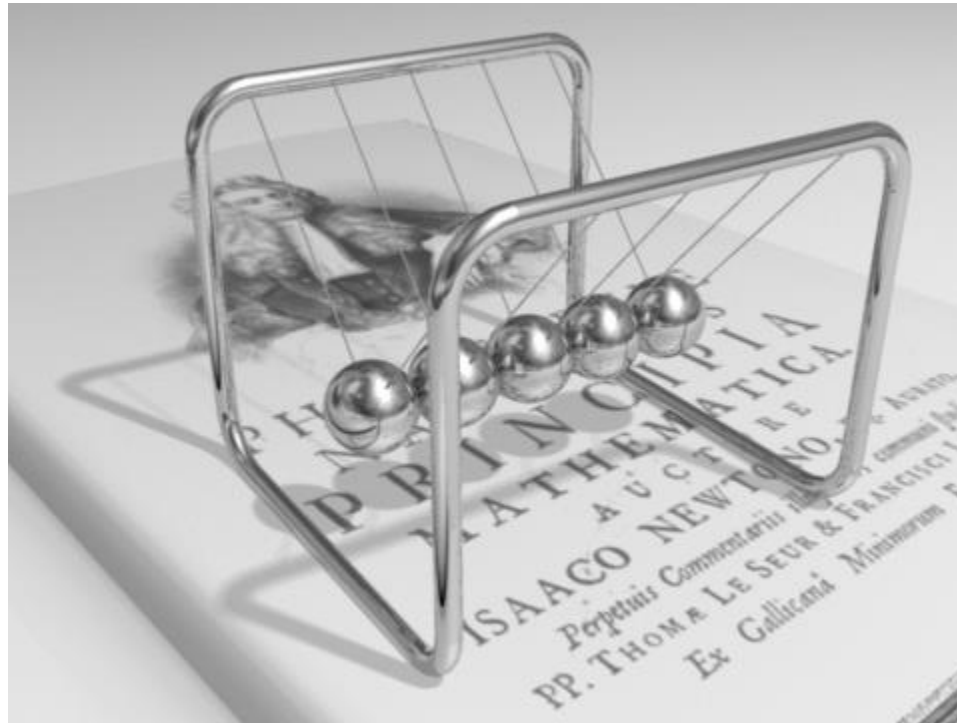
Newton a dinamika atyja

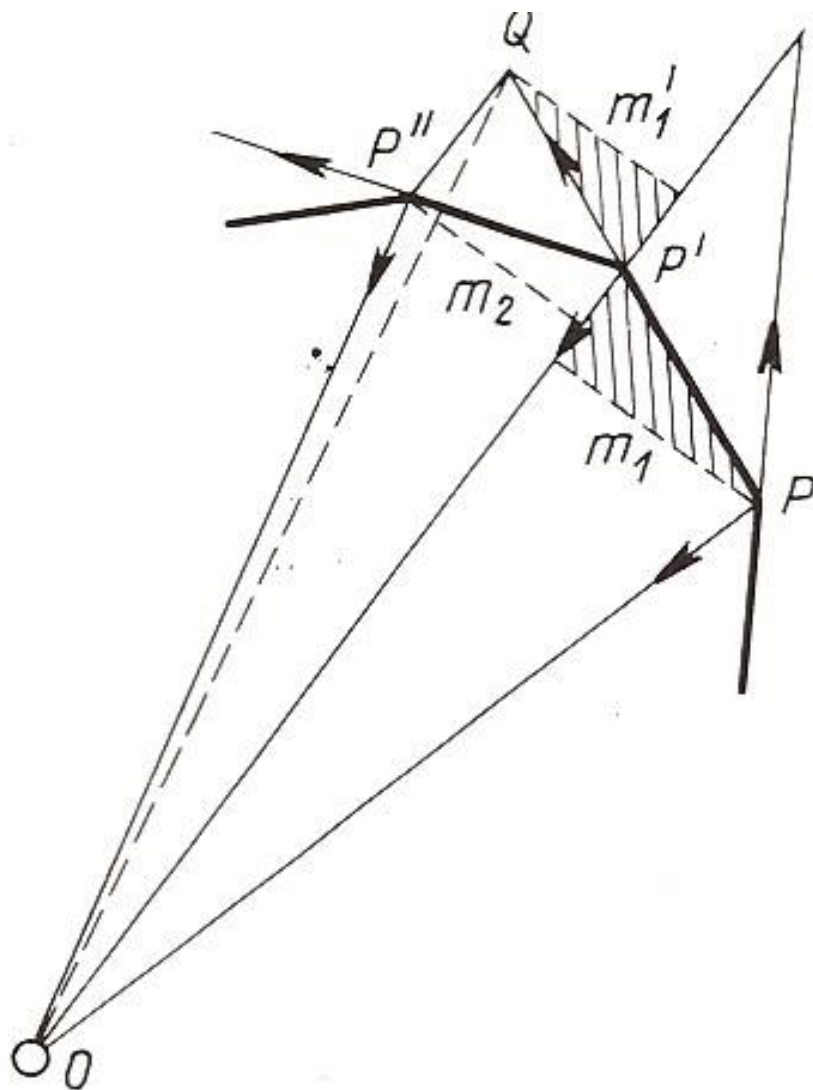
A dinamika törvényeihez vezető lépések:

1. A szimmetrikus rugalmas ütközés fázisai: a mozgás (mozgásmennyiség) lerontásához erőhatásra van szükség, ezt az erőhatást rugalmas deformáció szolgáltatja.
2. A mozgás létrehozására ugyanakkora erőhatásra van szükség, mint a megszüntetésére.
3. Kölcsönhatás közben a két test egymásra egyforma nagyságú, de ellenkező irányú erővel hat.
4. Görbe vonalú pályán történő mozgás ütközések sorozatára is visszavezethető.



A Newton-inga



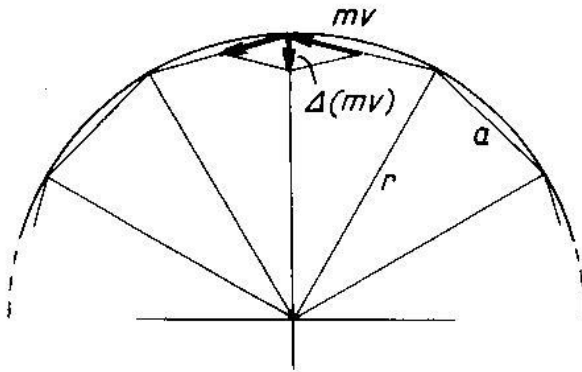


Centrális mezőben mozgó
tömegpont pályájának
közelítése poligonnal.

Az erő OP' irányú, tehát a
lendület (a sebesség) OP' -re
merőleges vetülete megmarad,
tehát $m_1 = m_2$.

Így az OPP' és az $OP'P''$
háromszögek területe egyezik,
azaz a vezérsugar egyenlő
idők alatt egyenlő területeket
súrol: ez bármilyen centrális
mezőben igaz, nemcsak a
gravitációsban.

A centripetális erő levezetése Newton szerint



$$\frac{\Delta(mv)}{mv} = \frac{a}{r} \quad \Delta(mv) = \frac{a}{r} mv$$

$$F(n\Delta\tau) = \frac{na}{r} mv$$

$$F\Delta\tau = \Delta mv$$

$$F\tau = \frac{2\pi r}{r} mv = 2\pi mv$$

Sokszög kerülete → kör kerülete

$$F = \frac{2\pi}{\tau} mv = \frac{2\pi}{\frac{2\pi r}{v}} mv = \frac{mv^2}{r}$$

Newton mozgástörvényei:

1. A magára hagyott test megtartja mozgásállapotát (inerciarendszer).

$$\text{ha } \vec{F} = 0, \text{ akkor } \vec{v} = \text{áll}$$

2. A mozgásmennyiség (időegység alatti) megváltozása arányos a ható erővel és annak irányában megy végbe.

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F}, \quad m \vec{a} = \vec{F}$$

$$\dot{\vec{p}} = \vec{F}, \quad m \ddot{\vec{r}} = \vec{F}$$

erő = tömeg × gyorsulás

3. Kölcsönhatás során a kölcsönható két test egymásra egyforma nagyságú, de ellentétes irányú erővel hat.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

4. Ha egy test több kölcsönhatásban is részt vesz, a kölcsönhatásokat jellemző erőket vektor módjára kell összegezni.

$$\vec{F}_e = \sum \vec{F}$$