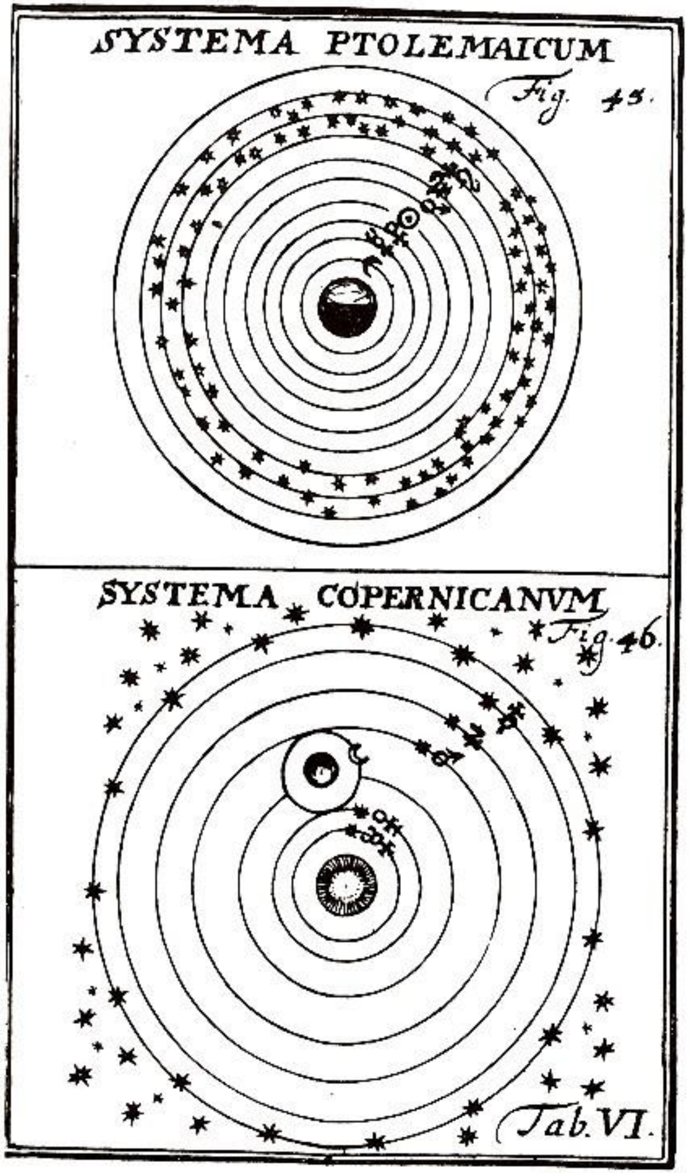
A fizika története

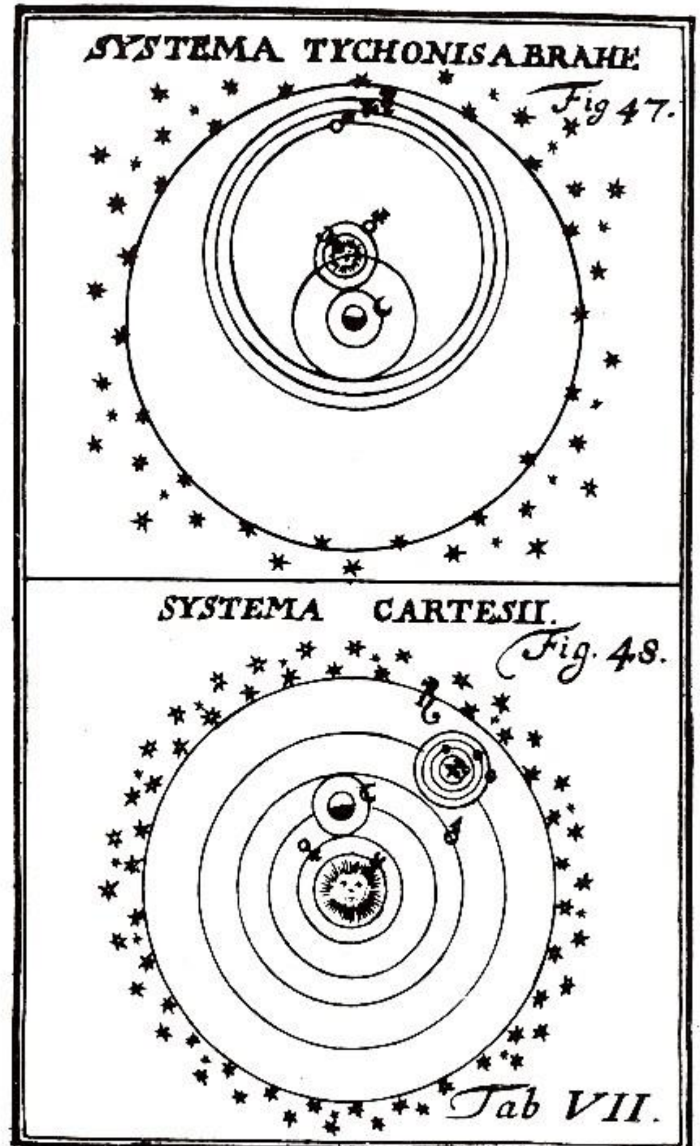
(GEFIT555-B, 2+0, 2 kredit)
2023/2024. tanév, 1. félév

Dr. Paripás Béla

3. előadás (2023.09.28.)

Ismétlés


SYSTEMA PTOLEMAICUM
Fig. 45.
SYSTEMA COPERNICANUM
Fig. 46.
Tab. VI.


SYSTEMA TYCHONIS A BRAHE
Fig 47.
SYSTEMA CARTESII.
Fig. 48.
Tab VII.

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 Ganümédészt és a Kallisztót

Sidereus Nuncius

DIALOGO
DI
GALILEO GALILEI LINCEO
MATEMATICO SOPRAORDINARIO
DELLO STVDIO DI PISA.
E Filosofo, e Matematico primario del
SERENISSIMO
GR. DVCA DI TOSCANA.
Doue ne i congressi di quattro giornate si discorre sopra i due
MASSIMI SISTEMI DEL MONDO TOLEMAICO, E COPERNICANO;
Proponendo indeterminatamente le ragioni Filosofiche, e Naturali tanto per l'vna, quanto per l'altra parte.
CON PRI VILEGI.
IN FIORENZA, Per Gio: Batista Landini MDCXXXII.
CON LICENZA DE' SVPERIORI.

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-hivő, akit *Galilei Simplikos*, Arisztotelész-kommentátor után nevezett el), négy napon át beszélget a két világrendszer mellett és ellen felhozható érvekről és azok cáfolatáról. A könyv azt a látszatot 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 kiállás *(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 Dialogoban kifigurázza.)
- 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.

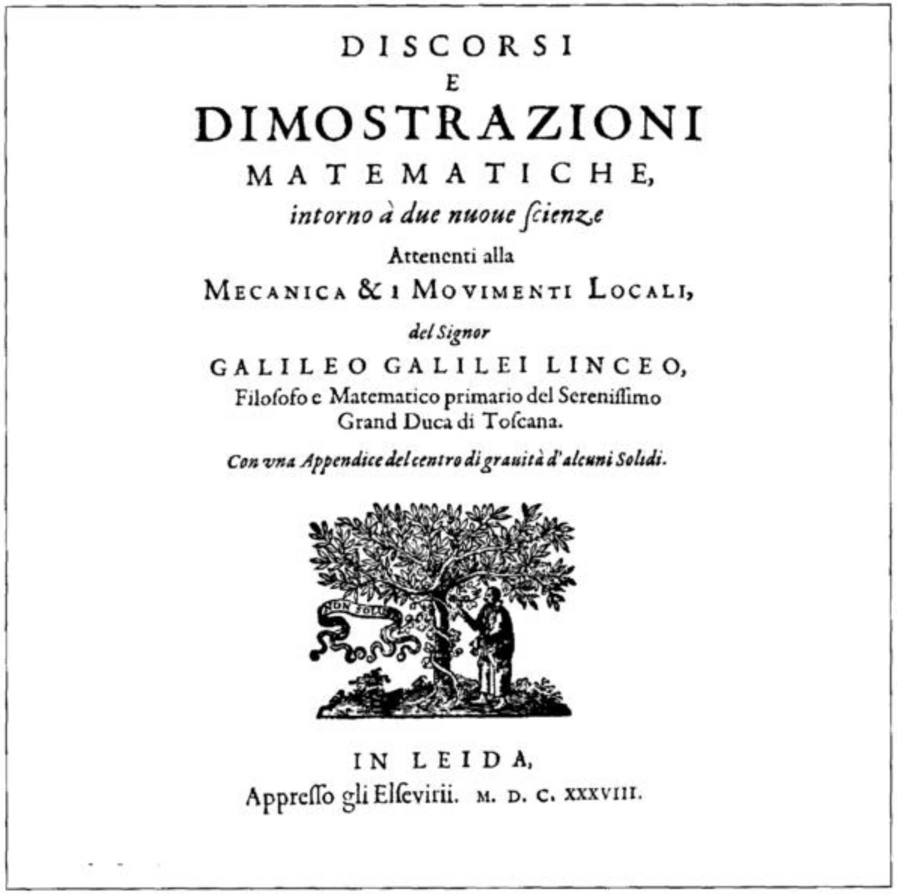
A per során Galilei kénytelen volt visszavonni a Föld mozgására vonatkozó tanait, de közben, állítólag, végig azt mormolta maga elé: „Eppur si muove!” („Mégis mozog!”). Házi őrizetre ítélik. Itt írja meg a Discorsit.

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.

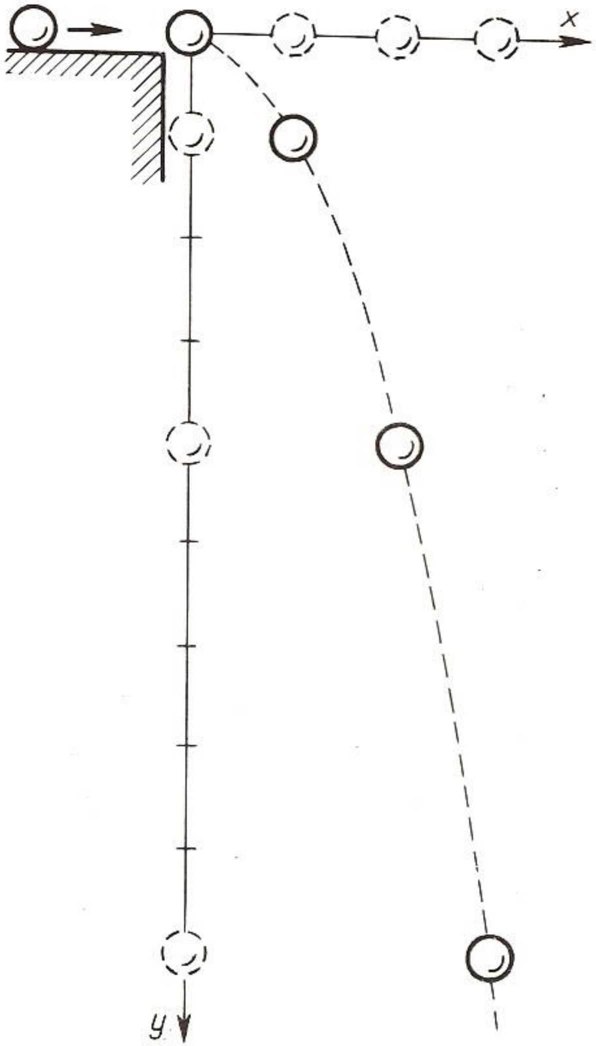
Az egyenletesen változó mozgás leírása, a négyzetes úttörvény.

$$s = at^2/2$$

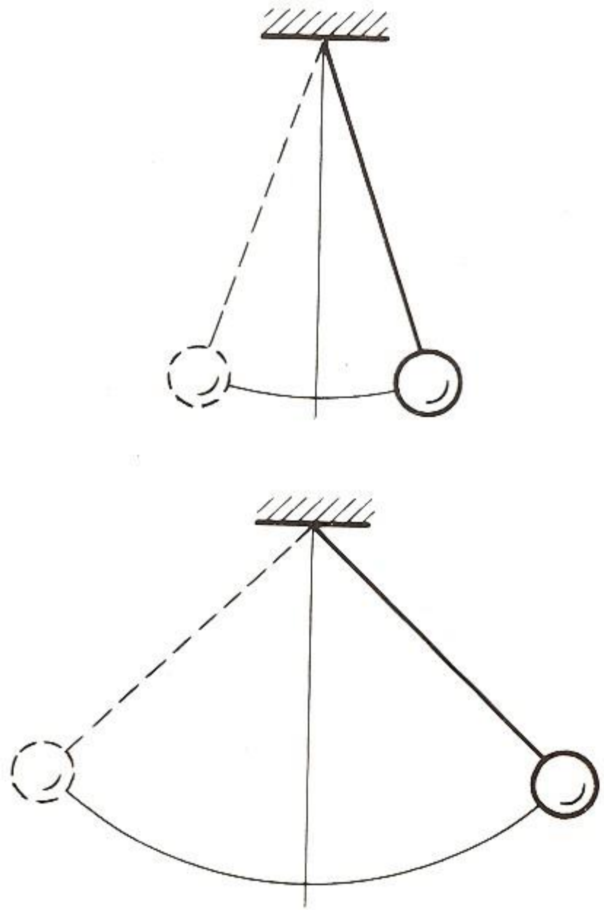
Galilei a **vízóra egy változatát** használta. Egy tartályból vékony csövön át vizet engedett egy edénybe a lejtőn elindított golyó futásának időtartamára.
A kifolyt vizet egy pontos mérlegen megmérte, és ebből következtetett a futás idejére.

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



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

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).

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)

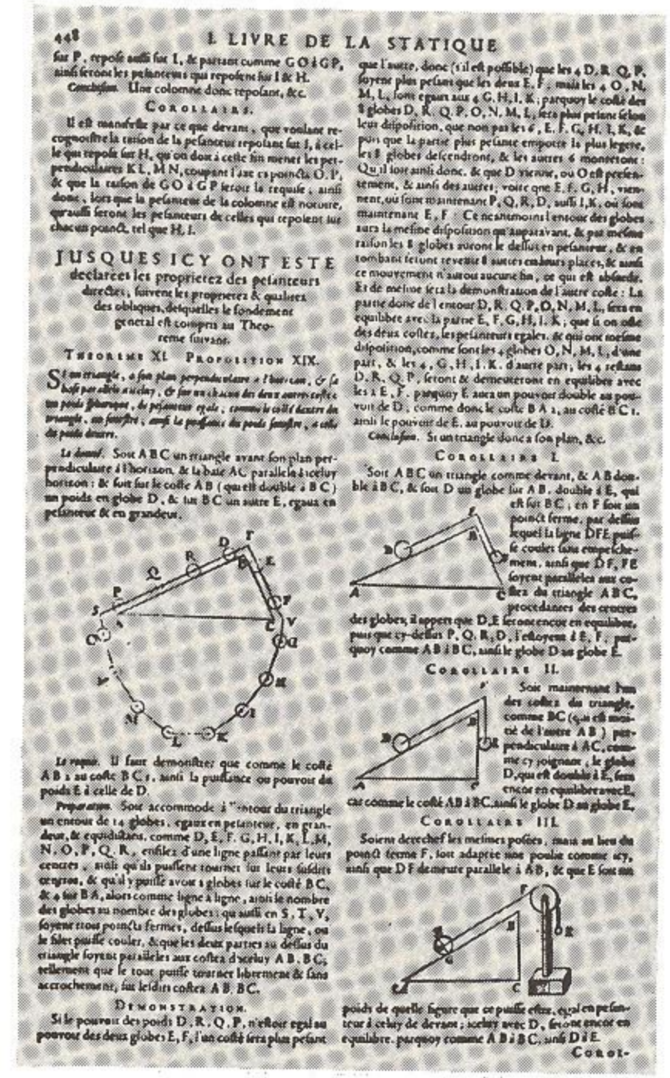
Stevin (1548-1620)

Beeckman (1588-1637)

- hőmozgás
- légnyomás

DE
BEGHINSELEN
DER WEEGHCONST
BESCHREVEN DVER
SIMON STEVIN
van Brugghe.

TOT LEYDEN,
Inde Druckerye van Christoffel Plantijn,
By Françoys van Raphelinghen.
CIↃ. IↃ. LXXXVI.



448 I. LIVRE DE LA STATIQUE

sur P, reposé aussi sur I, & partant comme GO à GP, ainsi seront les pesanteurs qui reposent sur I & H.

Conclusion. Une colomne donc reposant, &c.

COROLLAIRE.

Il est manifeste par ce que devant, que voulant recognoistre la raison de la pesanteur reposant sur I, à celle qui repose sur H, qu'on doit à cette fin mener les perpendiculaires KL, MN, coupant l'axe es poincts O, P, & que la raison de GO à GP seroit la requise; ainsi donc, lors que la pesanteur de la colomne est notoire, qu'aussi seront les pesanteurs de celles qui reposent sur chacun poinct, tel que H, I.

JUSQUES ICY ONT ESTE declarees les proprietez des pesanteurs directes, suivent les proprietez & qualitez des obliques, desquelles le fondement general est compris au Theoreme suivant.

THEOREME XI. PROPOSITION XIX.

Si un triangle, a son plan perpendiculaire a l'horizon, & sa base parallele a iceluy, & sur un chacun des deux autres costez un poids spherique, de pesanteur egale, comme le costé dextre du triangle, au senestre, ainsi la puissance du poids senestre, a celle du poids dextre.

Le donné. Soit ABC un triangle ayant son plan perpendiculaire à l'horizon, & la base AC parallele à iceluy horizon: & soit sur le costé AB (qui est double à BC) un poids en globe D, & sur BC un autre E, egaux en pesanteur & en grandeur.

Le requis. Il faut demonstrer que comme le costé AB 2 au costé BC 1, ainsi la puissance ou pouvoir du poids E à celle de D.

Preparation. Soit accommodé à l'entour du triangle un entour de 14 globes, egaux en pesanteur, en grandeur, & equidistans, comme D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, O, P, Q, R, enfilez d'une ligne passant par leurs centres, ainsi qu'ils puissent tourner sur leurs susdits centres, & qu'il y puisse avoir 2 globes sur le costé BC, & 4 sur BA, alors comme ligne à ligne, ainsi le nombre des globes au nombre des globes; qu'aussi en S, T, V, soyent trois poincts fermes, dessus lesquels la ligne, ou le filet puisse couler, & que les deux parties au dessus du triangle soyent paralleles aux costez d'iceluy AB, BC, tellement que le tout puisse tourner librement & sans accrochement, sur lesdits costez AB, BC.

DEMONSTRATION.

Si le pouvoir des poids D, R, Q, P, n'estoit egal au pouvoir des deux globes E, F, l'un costé sera plus pesant que l'autre, donc (s'il est possible) que les 4 D, R, Q, P, soyent plus pesans que les deux E, F, mais les 4 O, N, M, L, sont egaux aux 4 G, H, I, K; parquoy le costé des 8 globes D, R, Q, P, O, N, M, L, sera plus pesant selon leur disposition, que non pas les 6, E, F, G, H, I, K, & puis que la partie plus pesante emporte la plus legere, les 8 globes descendront, & les autres 6 monteront: Qu'il soit ainsi donc, & que D vienne, où O est presentement, & ainsi des autres, voire que E, F, G, H, viennent, où sont maintenant P, Q, R, D, aussi I, K, où sont maintenant E, F. Ce neantmoins l'entour des globes aura la mesme disposition qu'auparavant, & par mesme raison les 8 globes auront le dessus en pesanteur, & en tombant feront revenir 8 autres en leurs places, & ainsi ce mouvement n'auroit aucune fin, ce qui est absurde. Et de mesme sera la demonstration de l'autre costé: La partie donc de l'entour D, R, Q, P, O, N, M, L, sera en equilibre avec la partie E, F, G, H, I, K; que si on oste des deux costez, les pesanteurs egales, & qui ont mesme disposition, comme sont les 4 globes O, N, M, L, d'une part, & les 4, G, H, I, K, d'autre part; les 4 restans D, R, Q, P, seront & demeureront en equilibre avec les 2 E, F, parquoy E aura un pouvoir double au pouvoir de D, comme donc le costé BA 2, au costé BC 1, ainsi le pouvoir de E, au pouvoir de D.

Conclusion. Si un triangle donc a son plan, &c.

COROLLAIRE I.

Soit ABC un triangle comme devant, & AB double à BC, & soit D un globe sur AB, double à E, qui est sur BC; en F soit un poinct ferme, par dessus lequel la ligne DFE puisse couler sans empeschement, ainsi que DF, FE soyent paralleles aux costez du triangle ABC, procedantes des centres des globes, il appert que D, E seront encor en equilibre, puis que cy-dessus P, Q, R, D, l'estoyent à E, F, parquoy comme AB à BC, ainsi le globe D au globe E.

COROLLAIRE II.

Soit maintenant l'un des costez du triangle, comme BC (qui est moitié de l'autre AB) perpendiculaire à AC, comme cy joignant, le globe D, qui est double à E, sera encor en equilibre avec E, car comme le costé AB à BC, ainsi le globe D au globe E.

COROLLAIRE III.

Soient derechef les mesmes posées, mais au lieu du poinct ferme F, soit adaptee une poulie comme icy, ainsi que DF demeure parallele à AB, & que E soit un poids de quelle figure que ce puisse estre, egal en pesanteur à celuy de devant; iceluy avec D, seront encor en equilibre, parquoy comme AB à BC, ainsi D à E.

COROL-

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 bölcsészek 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.

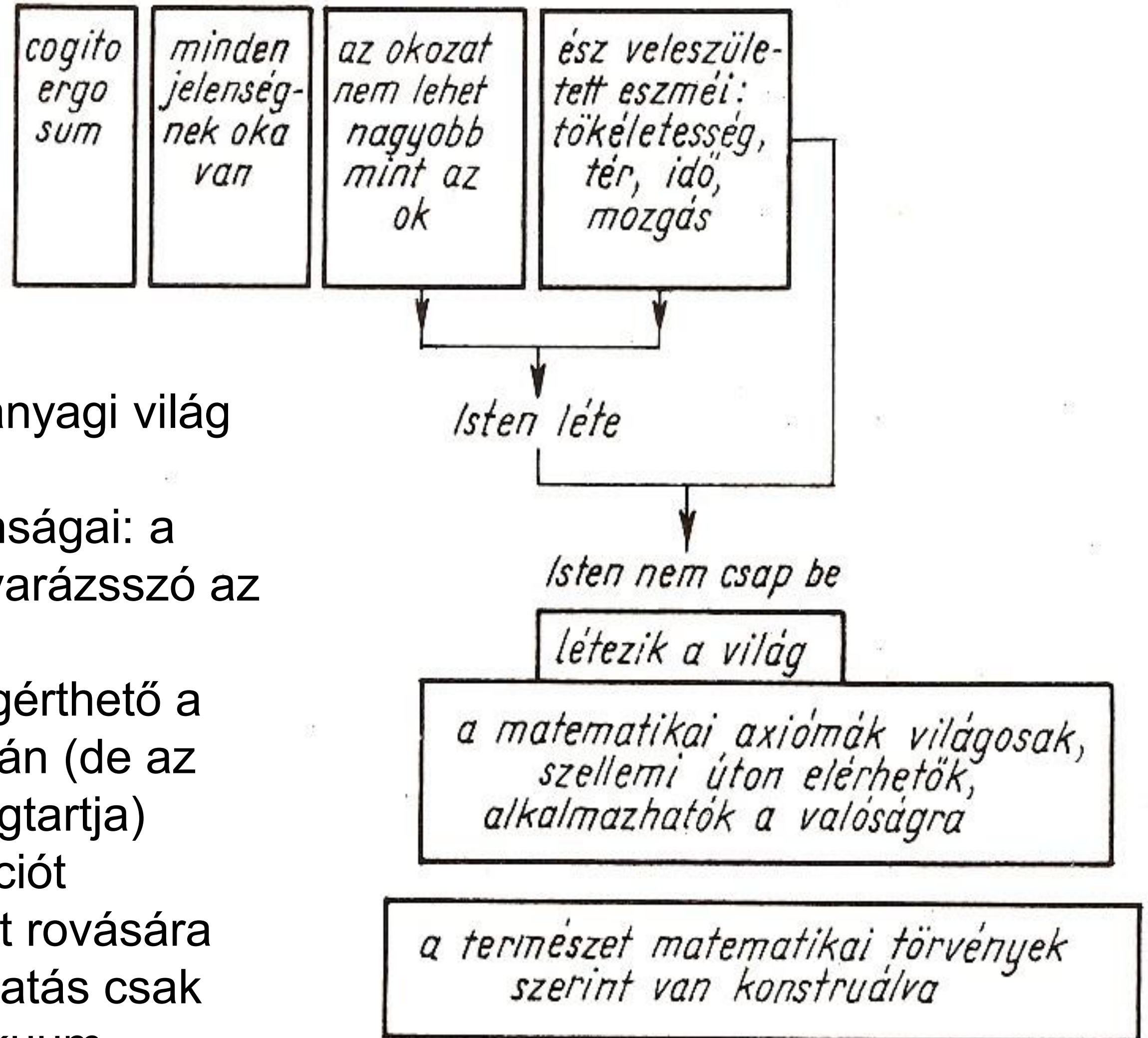
„Csak a nyilvánvaló igazságokat fogadjuk el, ne higgyünk el semmit a régi könyveknek.”

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 alapgondolata. 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 világrendszerét. 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 *Stockholm*ba 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 maradhasson. 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).

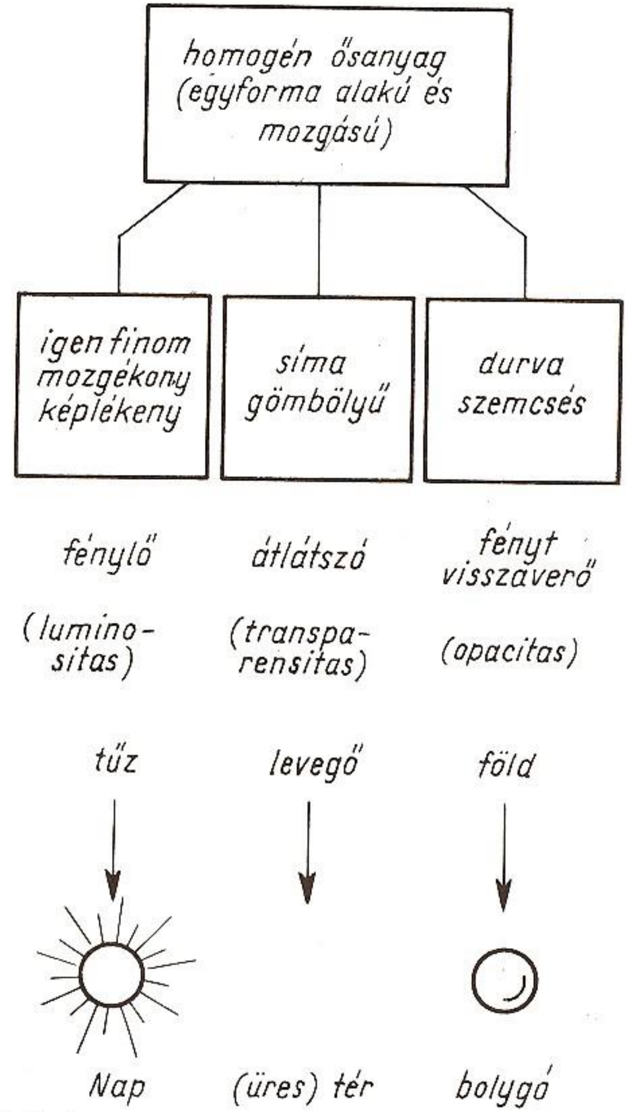
2. Minden mozgó test egyenes vonalban igyekszik mozgását folytatni (a körmozgás nem természetes mozgás).

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

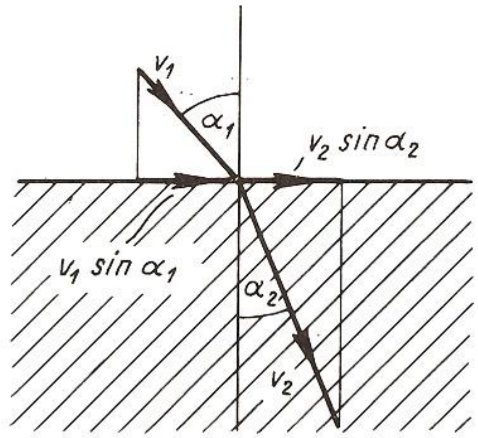
Ki állapította meg először azt, hogy a magára hagyott testek egyenes vonalú egyenletes mozgást végeznek?

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

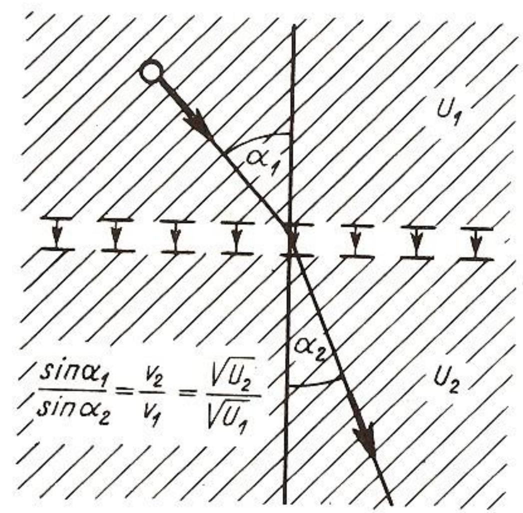
A Snellius-Descartes törvény.
Előzmények: Ptolemaiosz, Alhazen, Kepler (az i/r = n törvény kis szögekre jól teljesül)

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.

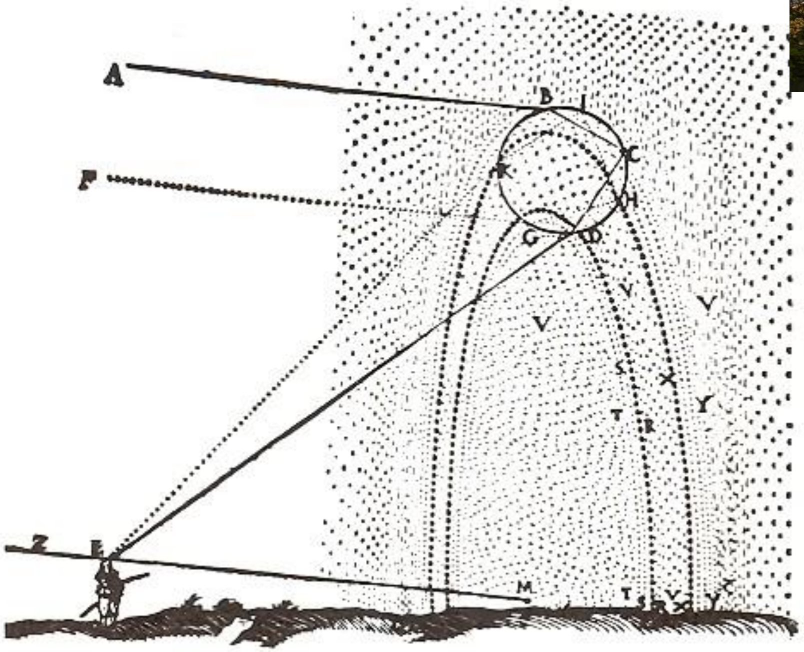


3.5—5 ábra
A töréstörvény levezetéséhez elég azt feltételeznünk, hogy a sebességnek a felülettel párhuzamos komponense nem változik

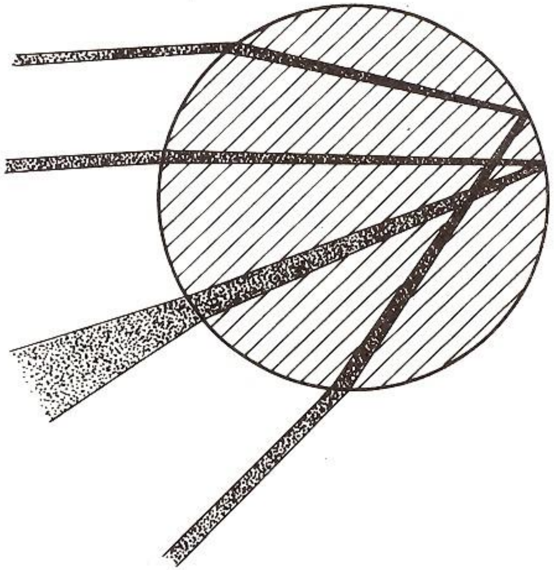


3.5 – 6 ábra
Az elektron pályája kettős rétegen áthaladva törést szenved. A töréstörvényből az optikai törésmutató és a potenciálból vont gyök analógiájára következtetünk

Descartes egyik legnagyobb teljesítménye a szivárvány létrejöttének helyes magyarázata.



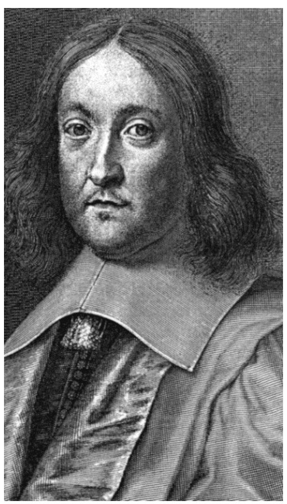
3.5—9 ábra
A szivárvány létrejöttének magyarázata *Descartes* szerint. A főív egyszeres, a mellékív kétszeres belső reflexió után jön létre



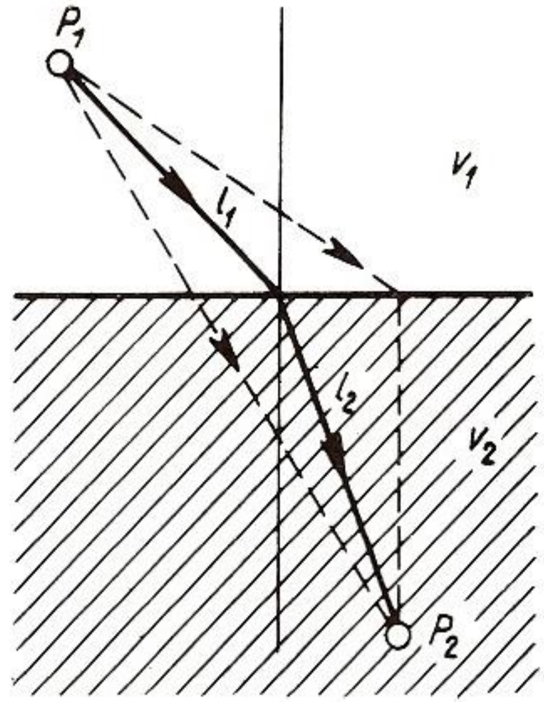
3.5—10 ábra
Csak azok a sugarak maradnak párhuzamosak, amelyek a kilépés után 42° szöget zárnak be a belépő sugárral

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



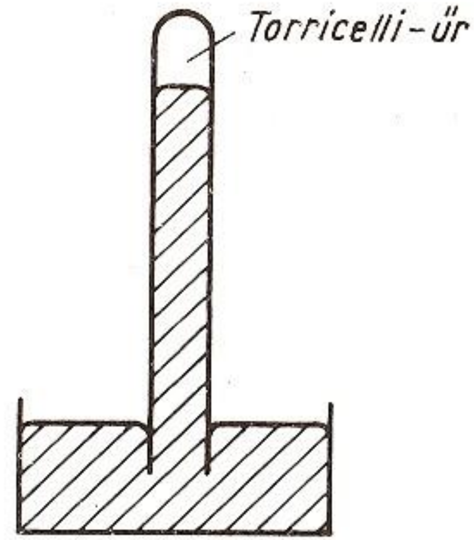
3.5–12 ábra
A minimális ideig tartó út megkeresése. A P_1P_2 egyenes a legrövidebb út, de ebből a rövid útból viszonylag sok esik a sűrűbb közegre, ahol a fény lassabban mozog

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”?



3.5—15 ábra
Toricelli kísérlete

Evangelista Torricelli
(1608-1647)

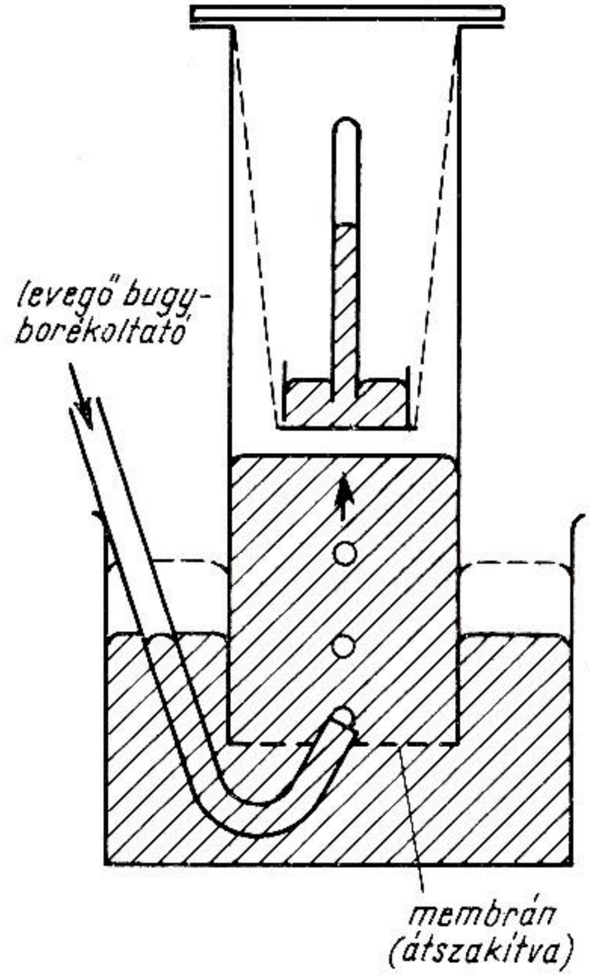
Pascal „űr az űrben” kísérlete: a kis Torricelli-berendezés lényegében egy barométer (az első barométer).

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

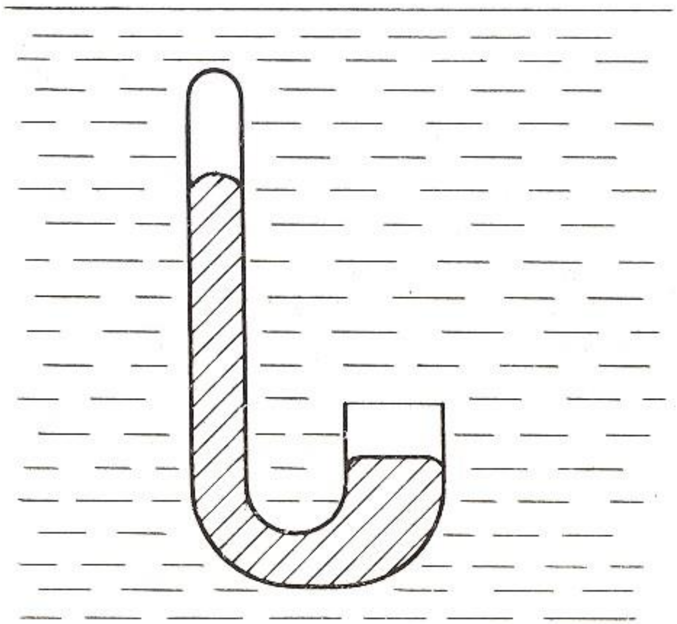
Későbbi kísérlete: a nyomás a hegy tetején kisebb, mint a hegy lábánál (1648).

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

Pascal (1623-1662)

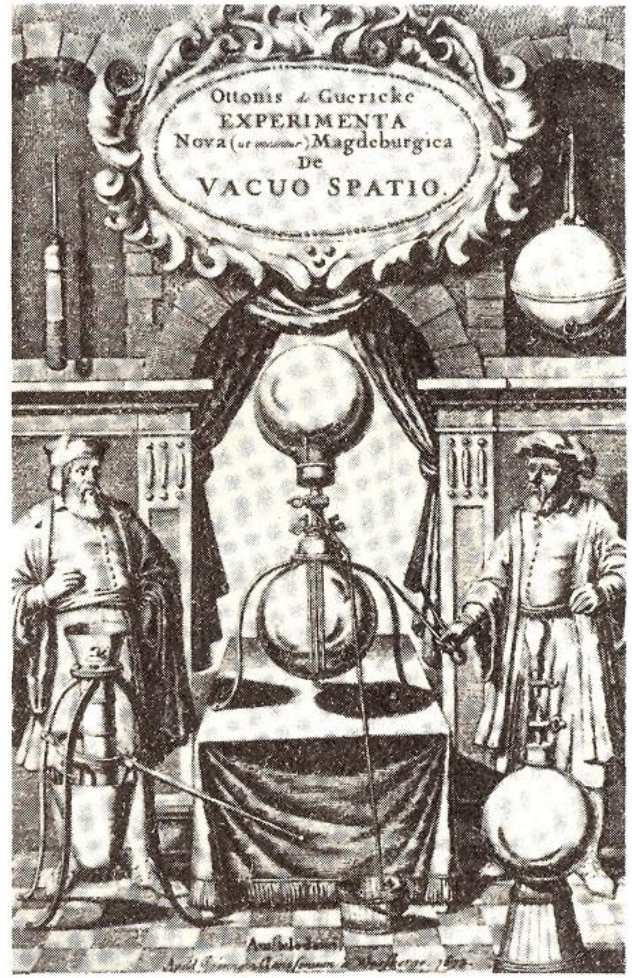


3.5 – 16 ábra
Az „űr az űrben” kísérlet sémája



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)

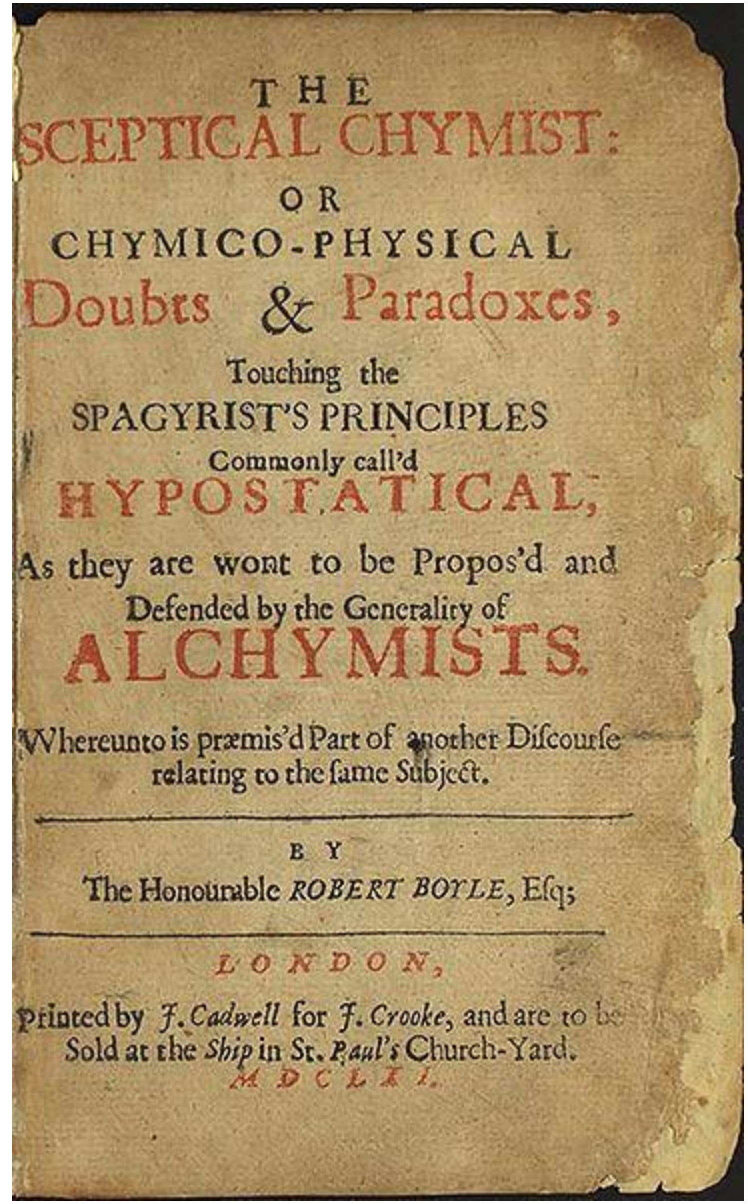
Kezdő lépések a ma kémiája felé.

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”.



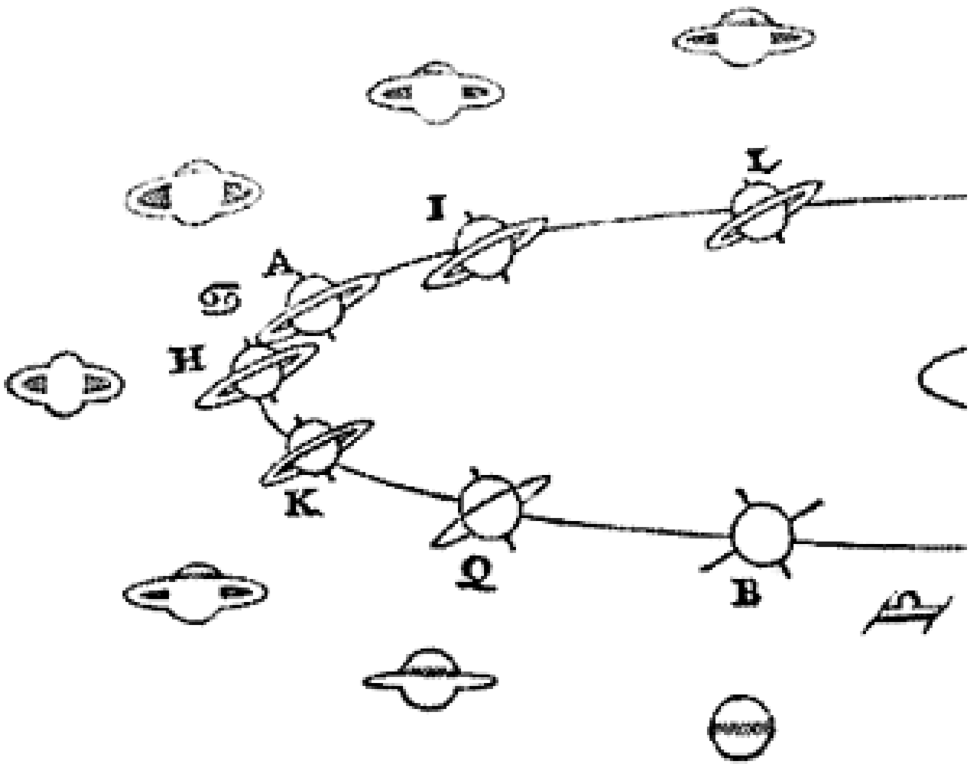
THE
SCEPTICAL CHYMIST:
OR
CHYMICO-PHYSICAL
Doubts & Paradoxes,
Touching the
SPAGYRIST'S PRINCIPLES
Commonly call'd
HYPOSTATICAL;
As they are wont to be Propos'd and
Defended by the Generality of
ALCHYMISTS.
Whereunto is præmis'd Part of another Discourse
relating to the same Subject.

BY
The Honourable *ROBERT BOYLE*, Esq;

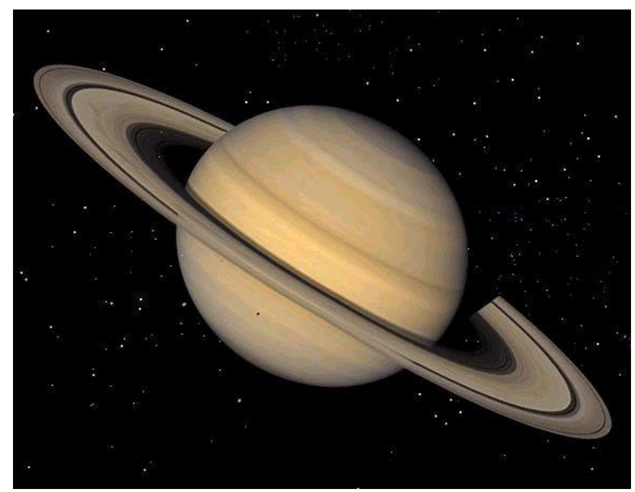
LONDON,
Printed by *J. Cadwell* for *J. Crooke*, and are to be
Sold at the *Ship* in St. *Paul's* Church-Yard.
MDCLXI.

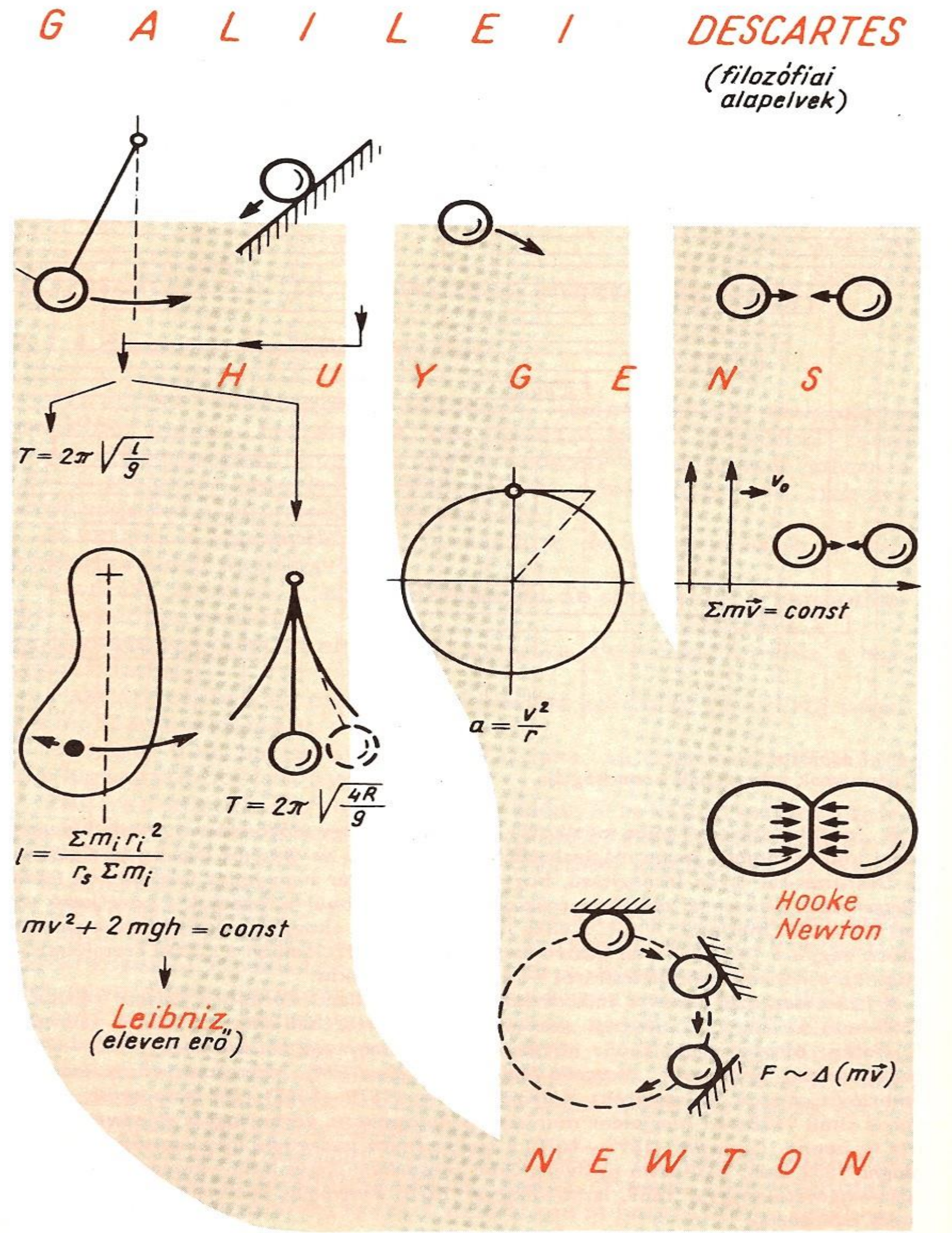
3.6–1 ábra

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 valószínűségszámítással 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 időkéséssel 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.

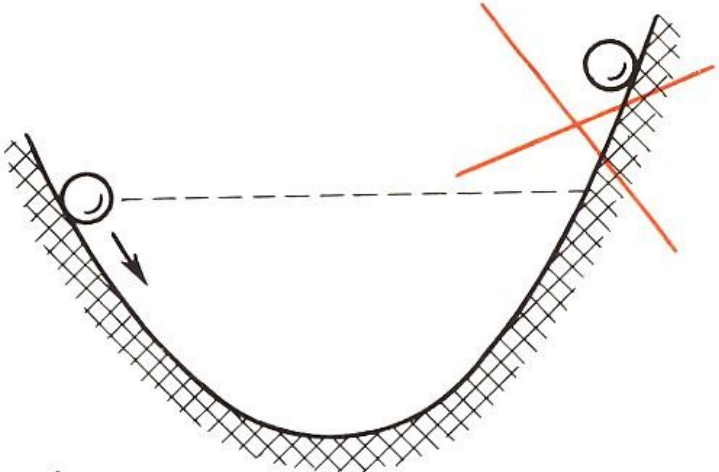


A Szaturnusz gyűrűk ábrázolása Huygens cikkében

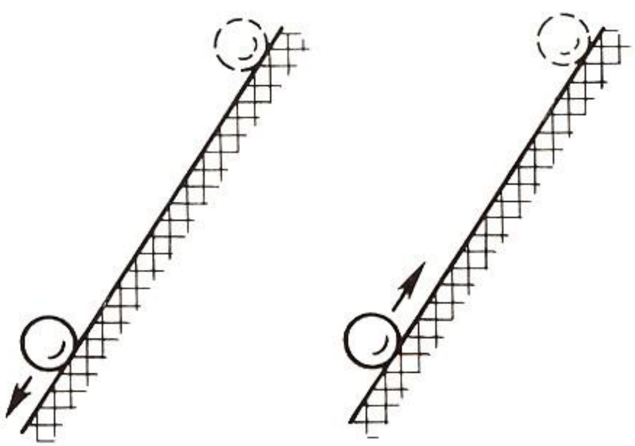




G A L I L E I
DESCARTES
(filozófiai alapelvek)
H U Y G E N S
$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
$T = 2\pi\sqrt{\frac{4R}{g}}$
$l = \frac{\Sigma m_i r_i^2}{r_s \Sigma m_i}$
$mv^2 + 2\,mgh = const$
Leibniz
(eleven erő)
$a = \frac{v^2}{r}$
v_0
$\Sigma m\vec{v} = const$
Hooke
Newton
$F \sim \Delta(m\vec{v})$
N E W T O N



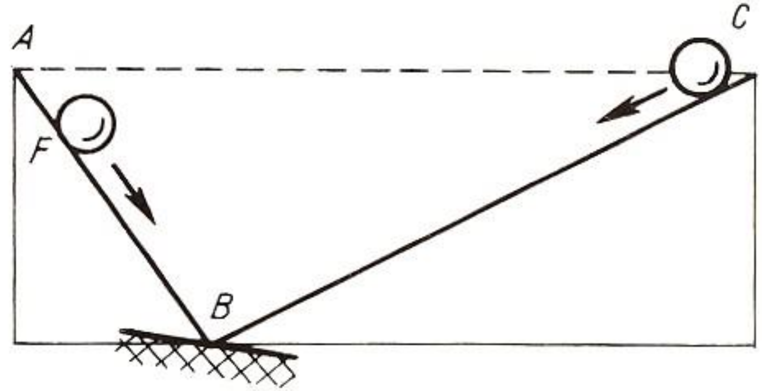
a)



b)

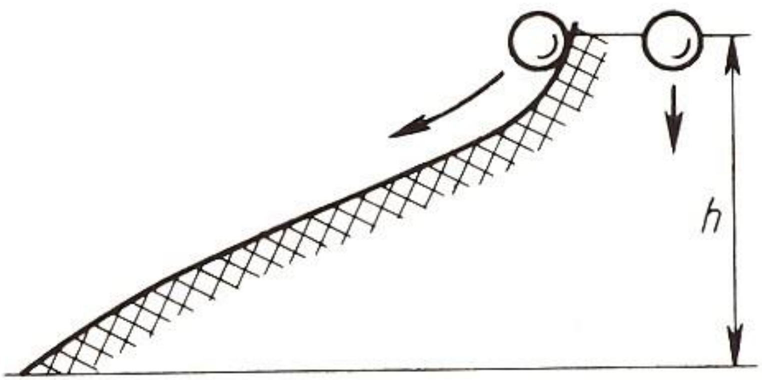
3.6 – 3 a, b ábra

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

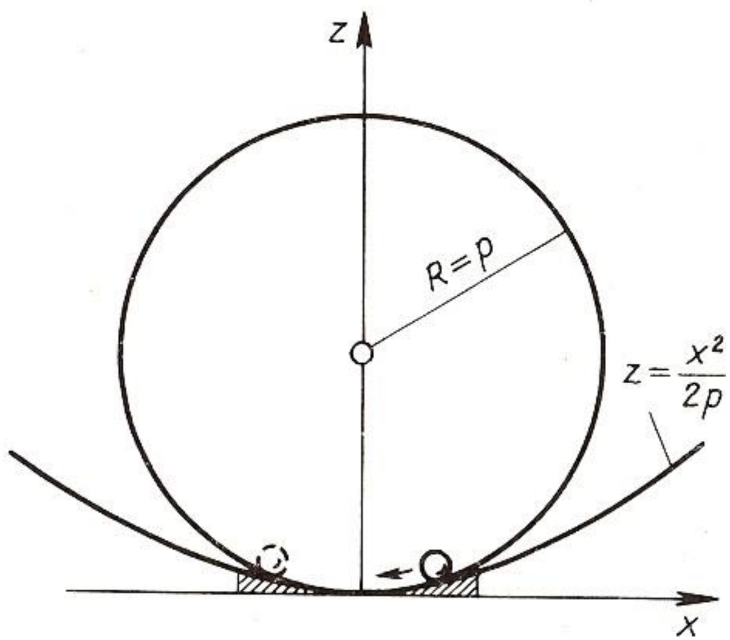
Huygens bizonyítása, hogy a különböző hajlásszögű, egyforma magas lejtő aljára a golyók egyforma sebességgel érkeznek



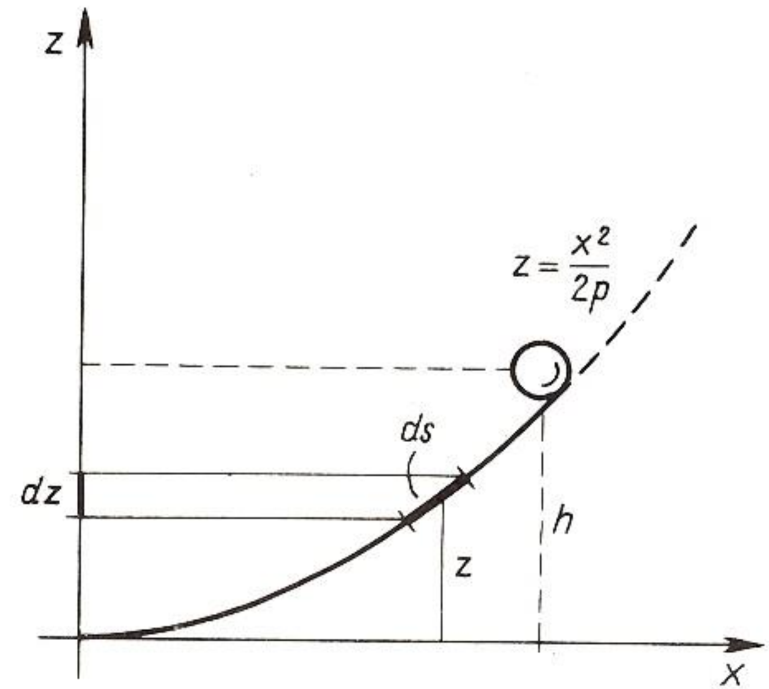
3.6 – 4 a ábra

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

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

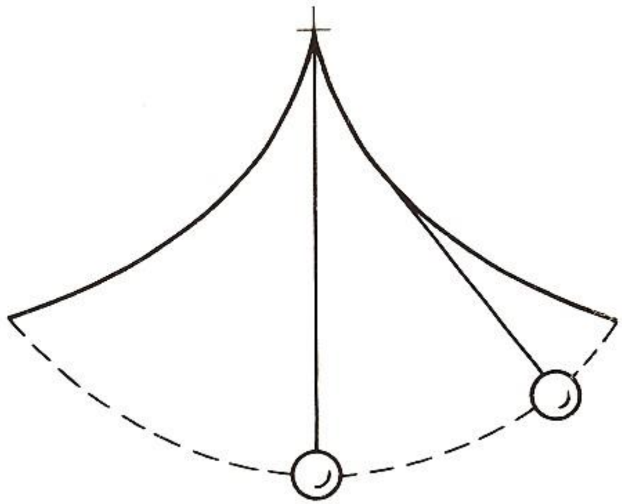


3.6 – 5 ábra
A kör alakú lejtőt közelítsük meg egy hozzásimuló parabolával

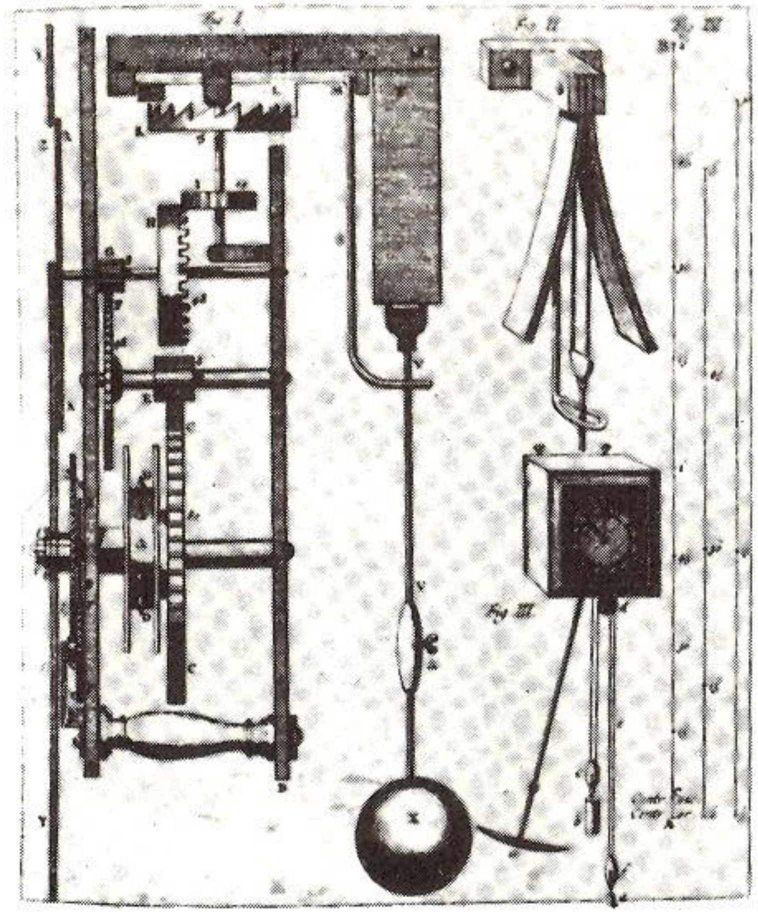


3.6 – 6 ábra
A parabolán leguruló golyó gurulási idejét az elemi ds hosszak befutásához szükséges idők összegeként kapjuk

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



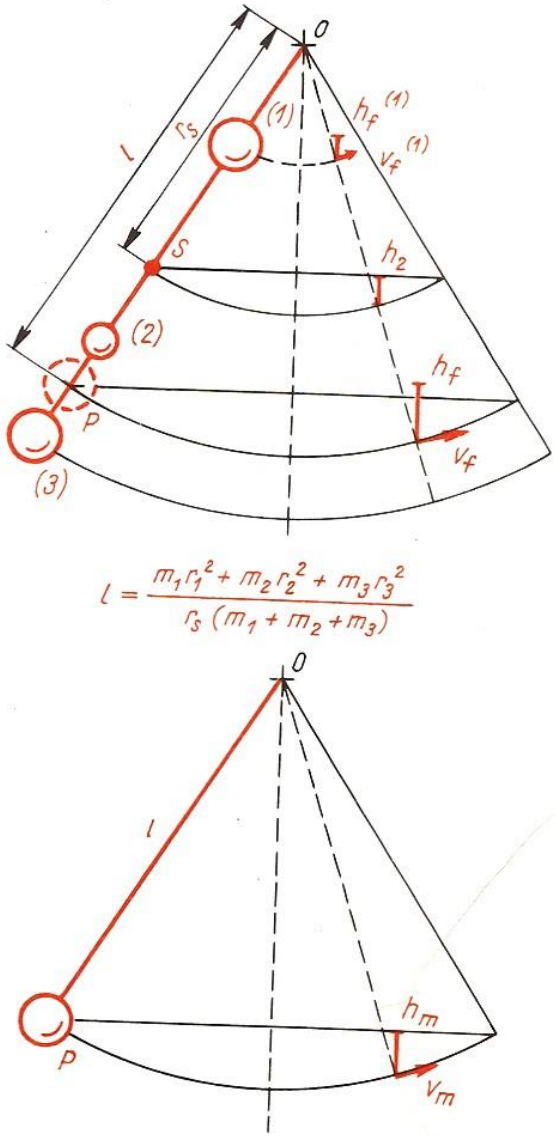
3.6 – 9 b ábra
Egy fonálra felfüggesztett test akkor mozog cikloispályán, ha a fonál egy ugyancsak ciklois alakú lemezpárra simul



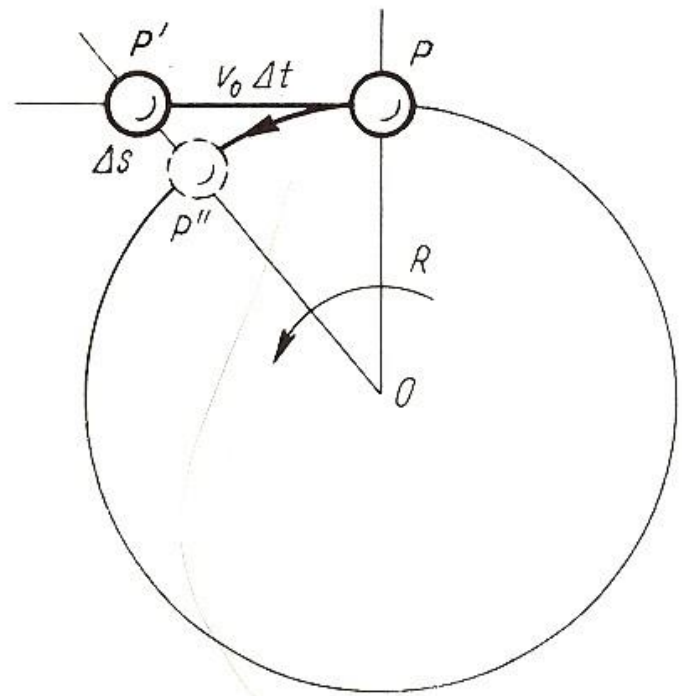
3.6 – 10 ábra
Huygens cikloid-ingaórája

A körmozgás gyorsuló mozgás

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

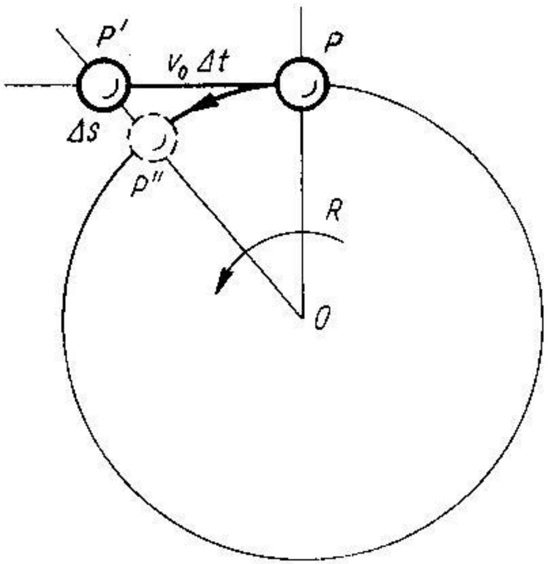


3.6—12 ábra
A fizikai inga lengési idejének megállapításához *Huygens* a vele azonos lengésidejű matematikai inga hosszát határozza meg



3.6—18 ábra
Az egyenletes körmozgás gyorsulását *Huygens* így vezeti le

A centripetális gyorsulás levezetése Huygens szerint



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

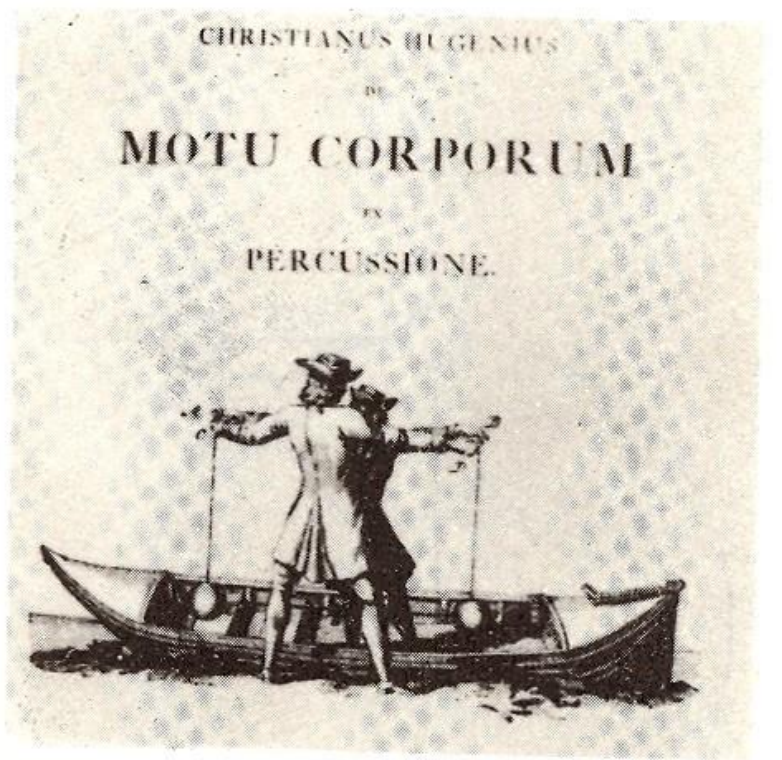
$$\Delta s^2 + 2R\Delta s = (v_0 \Delta t)^2$$

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

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

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

a_{cp}(Földfelszín)~0,035 m/s^2



3.6 – 15 ábra
Huygens a mozgó hajón lejátszódó 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?

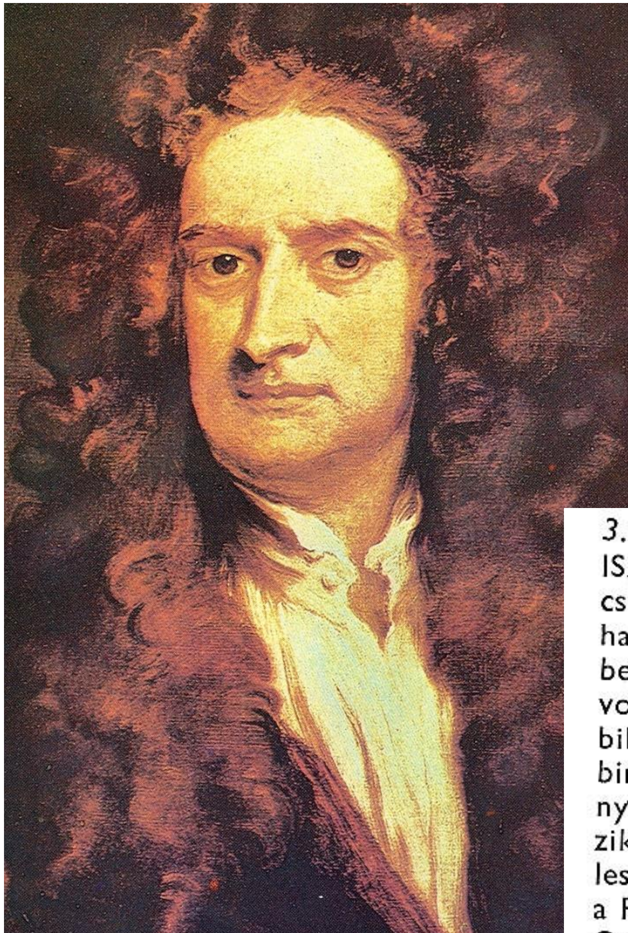
a) Huygens, Newton, Descartes
b) Descartes, Huygens, Newton
c) Newton, Huygens, Descartes
d) Huygens, Descartes, Newton

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?

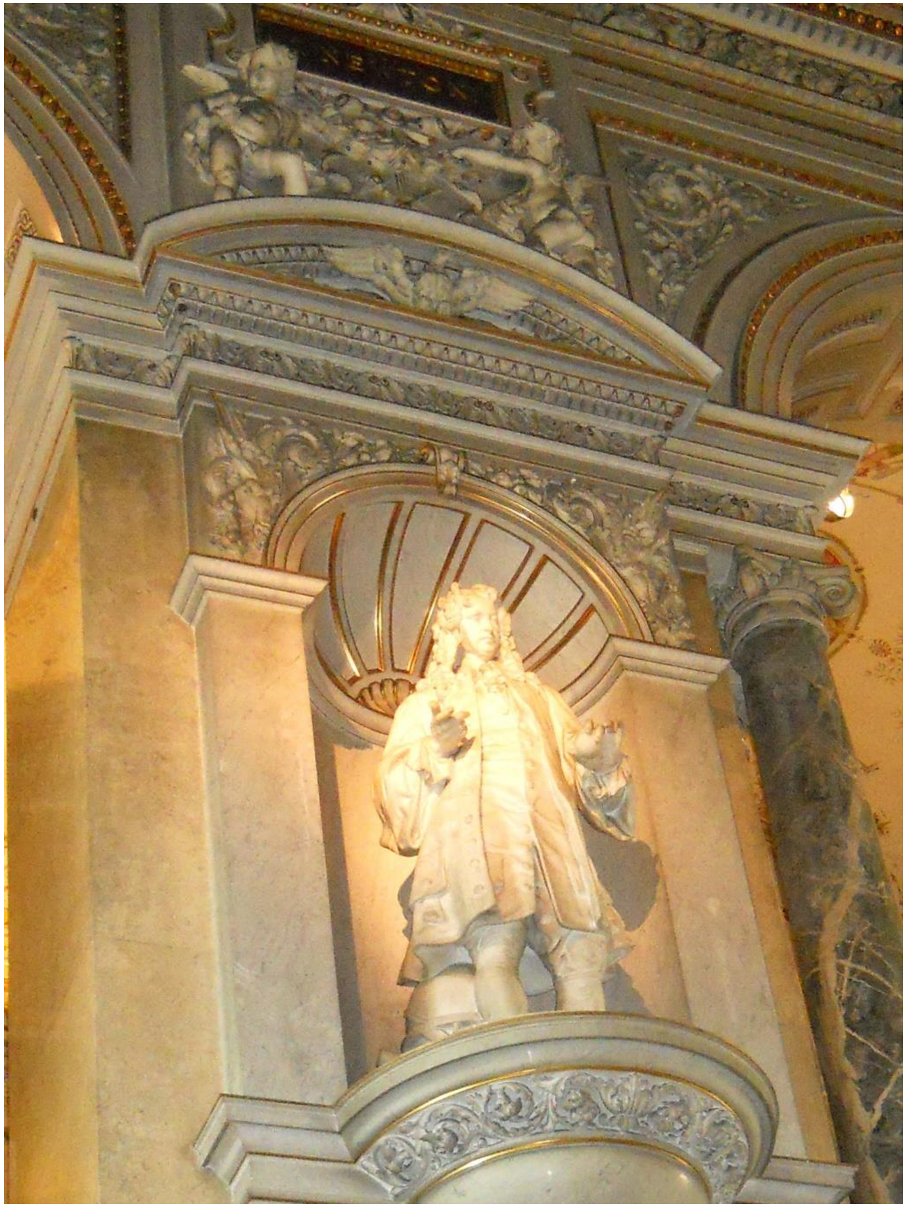
a) Newton
b) Kepler
c) Descartes
d) Fermat



3.7 – 1 ábra

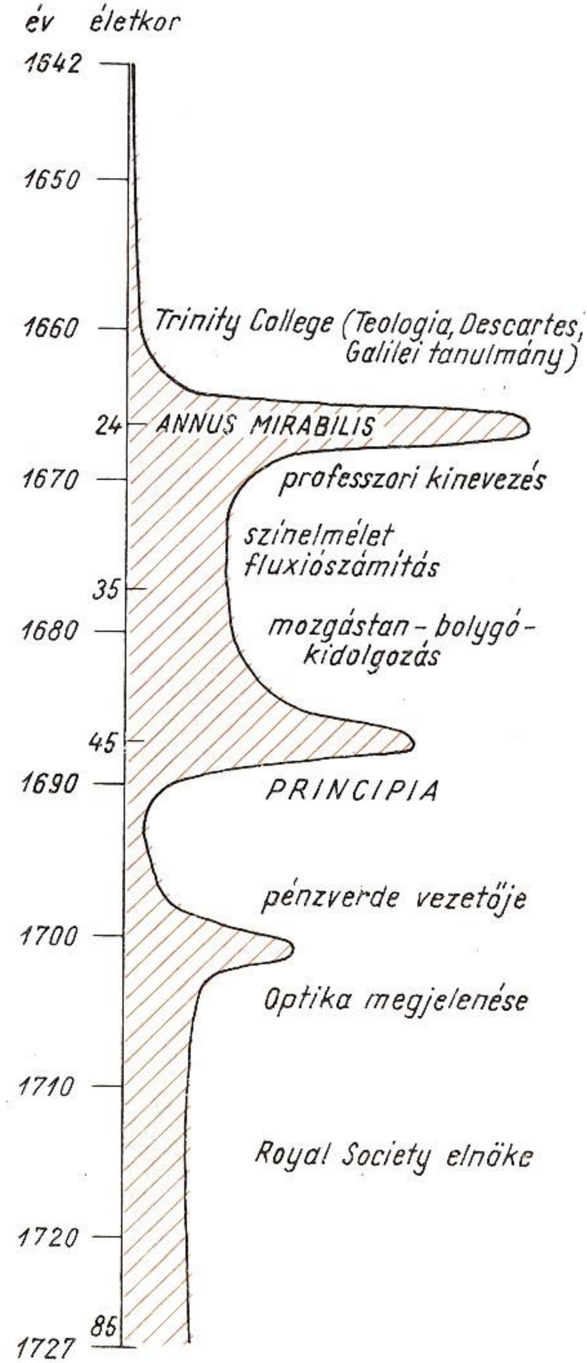
ISAAC NEWTON (1642 – 1727) Woolsthorpe-ban (Lincolnshire megyében), 1642 karácsonyán született. A kontinensen ekkor már 1643-at írtak. Apja néhány hónappal előbb halt meg. 1661-ben nagybátyja támogatásával a Trinity College of Cambridge University-ben matematikát tanult. 1665-ben a pestisjárvány idejére 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 fogamzott 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* utódaként 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 vizsgálatai 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 kézbevétel 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

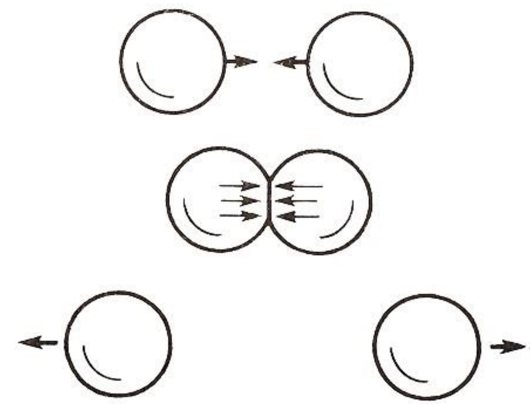
Newton tudományos teljesítménye nem volt egyenletes – nagy magasságok és nagy mélységek jellemezték



Newton a dinamika atyja

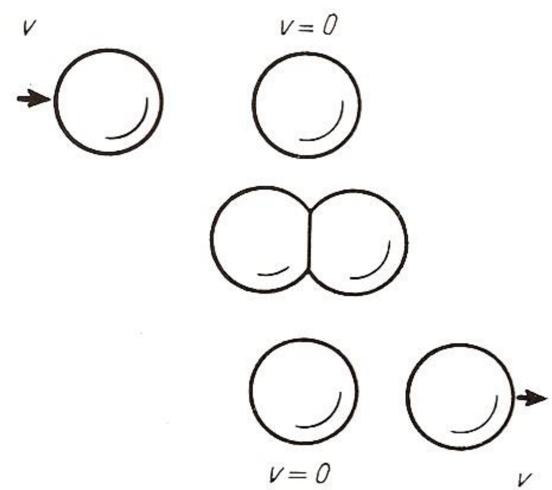
A dinamika törvényeihez vezető lépések:

1. A szimmetrikus rugalmas ütközés fázisai: a mozgás (mozgásmennyiség) lerontásához erőhatásra van szükség, ezt az erőhatást rugalmas deformáció szolgáltatja.



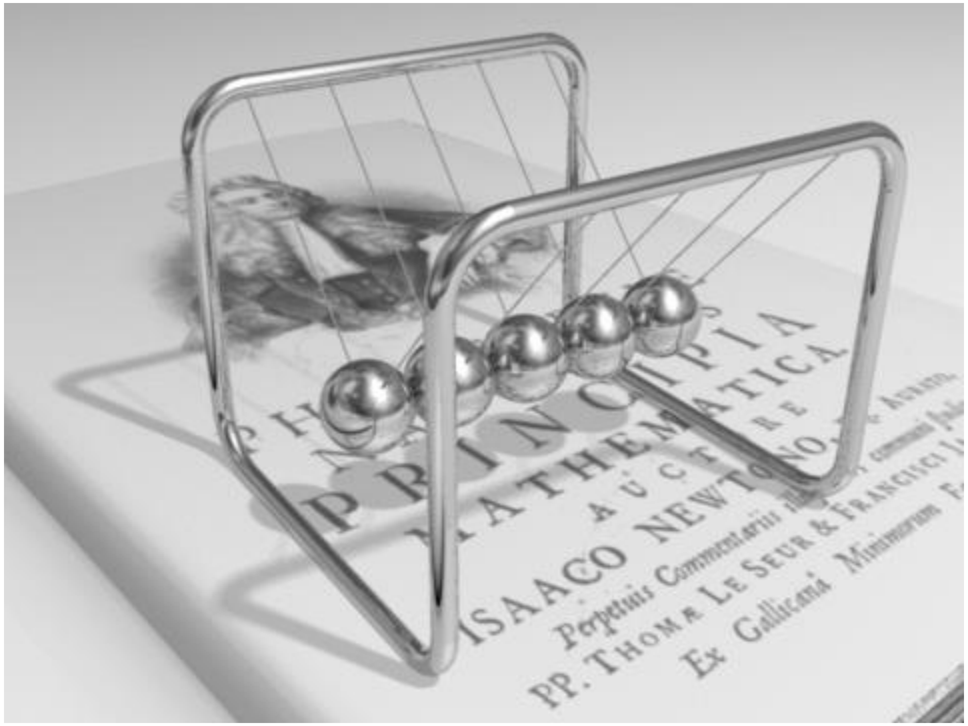
2. A mozgás létrehozására ugyanakkora erőhatásra van szükség, mint a megszüntetésére.

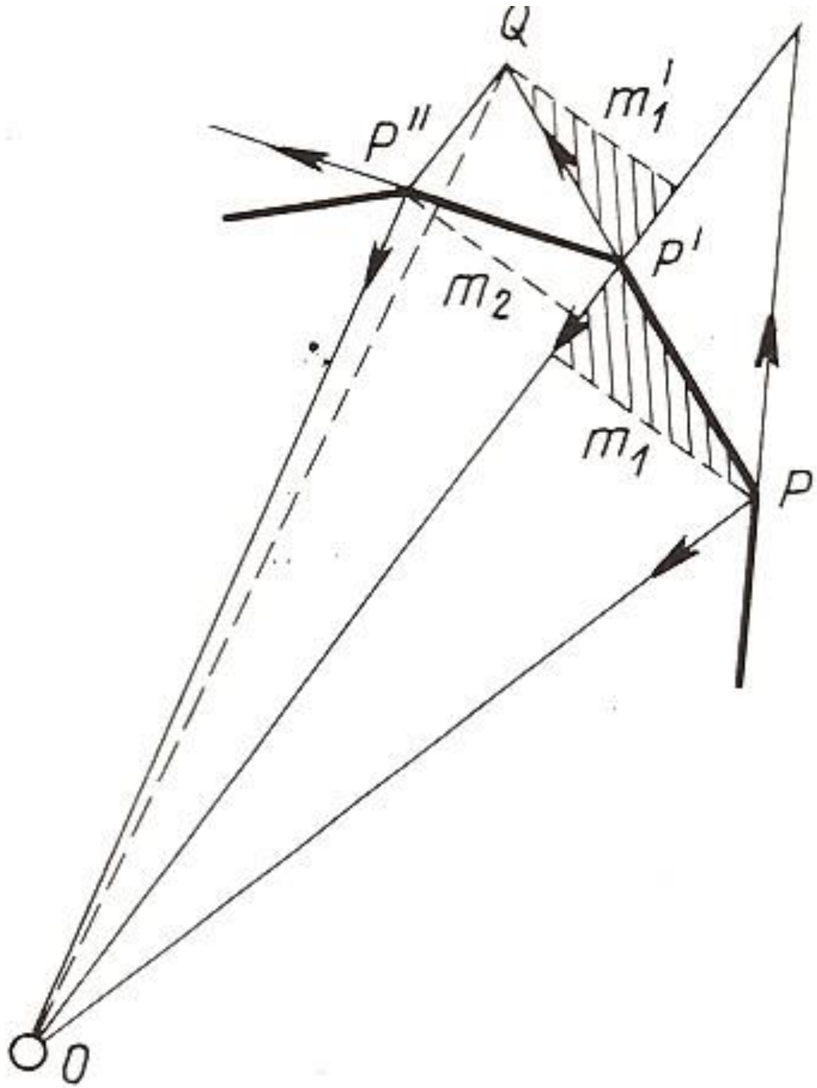
3. Kölcsönhatás közben a két test egymásra egyforma nagyságú, de ellenkező irányú erővel hat.



4. Görbe vonalú pályán történő mozgás ütközések sorozatára is visszavezethető.

A Newton-inga



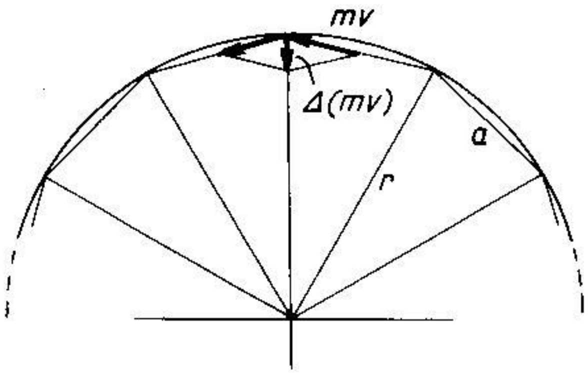


Centrális mezőben mozgó tömegpont pályájának közelítése poligonnal.

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 vezérsugár egyenlő idők alatt egyenlő területeket súrol: ez bármilyen centrális mezőben igaz, nemcsak a gravitációsban.

A centripetális erő levezetése Newton szerint



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

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

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

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

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

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).

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

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

$$\frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}=\vec{F},\ m\vec{a}=\vec{F} \qquad \dot{\vec{p}}=\vec{F},\quad m\ddot{\vec{r}}=\vec{F}$$

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.

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