

# Gottfried Leibniz



Gottfried Leibniz  
(1646-1716)

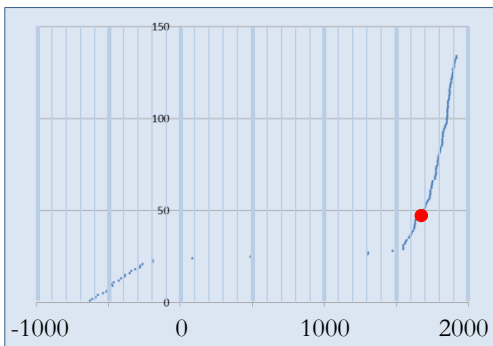
Gottfried Leibniz oli saksalainen filosofi, fyysikko ja matemaatikko. Hän syntyi Leipzigissä heinäkuun 1. päivänä vuonna 1646.

Gottfriedin isä kuoli pojan ollessa kuusivuotias, jolloin Gottfried jäi äitinsä hoidettavaksi.

Äidin maailmankatsomuksella uskotaan olleen tärkeä merkitys Leibnizin filosofialle, toisaalta hän peri Leipzigin yliopiston moraalifilosofian professorina toimineen isänsä laajan kirjaston, jonka teoksia hän ilmeisellä kiinnostuksella tutki jo kouluaikanaan.

Leipzigin yliopistoon hän kirjautui 14-vuotiaana ja suoritti filosofian kandidaatin tutkinnon 16-vuotiaana vuonna 1662 ja maisterin tutkinnon vuotta myöhemmin. Leibniz jatkoi nopeaa etenemistään lakiopinnoilla ja oli valmis tohtorintutkintoon vuonna 1666.

Leibnizin lähestymistavassa fysiikan ilmiöihin korostui vahvasti luonnonfilosofinen perusta. Kiinnittäessään huomiota liikkeen alkuperään, hän – päinvastoin kuin Descartes ja Newton – tunnisti liikemäärän  $mv$  sijaan energiaa tarkoittavan suureen  $mv^2$  (*vis viva* – *elävä voima*) ensisijaiseksi säilyjäksi liikejärjestelmissä.



# Gottfried Leibniz



Gottfried Leibniz  
(1646-1716)

*Essays in Dynamics, Part 2: The Laws of Nature :*

- kaikki muutokset ovat asteittaisia
- jokaisella voimavaikutuksella (action) on vastavaikutus (reaction)
- seurauksessa (effect) ei ole enempää eikä vähempää voimaa (energiaa) kuin sen syystä (cause).

*”Maailman koko voima (energia) säilyy sekä paikallisesti että globaalisti, siten että aina on yhtä paljon voimaa (energiaa) syystä ja toteutumassa.”*

Vis viva (elävä voima) [ $mv^2$ ] – vis mortua (kuollut voima) (Galilei)

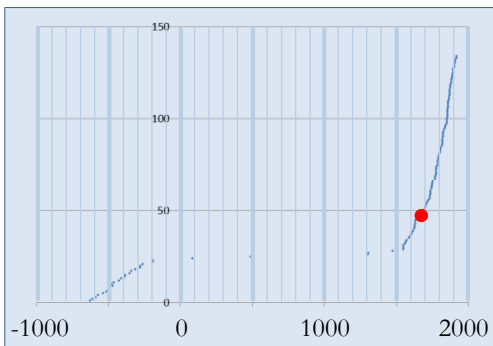
*Vrt. Aristoteleen entelekeheia ”potentiaalisuuden aktualisoituminen”.*

liikemäärä:  $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$

$$\mathbf{p} = m \cdot 2\mathbf{v} = 2m\mathbf{v}$$

vis viva:  $E_k = 4m\mathbf{v}^2$

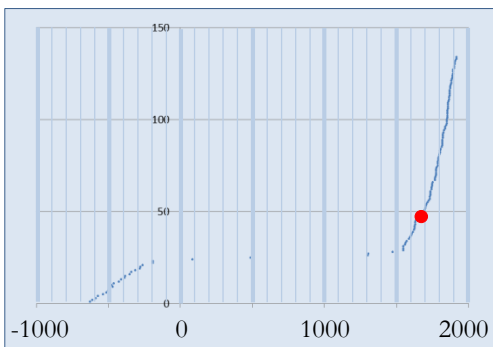
$$E_k = m \cdot (2\mathbf{v})^2 = 4m\mathbf{v}^2$$



# Gottfried Leibniz



Gottfried Leibniz  
(1646-1716)



*Essays in Dynamics, Part 2: The Laws of Nature :*

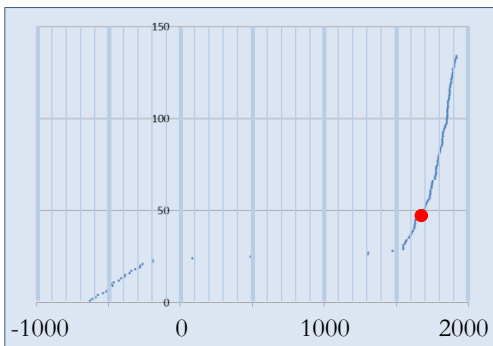
Diagram illustrating Galilei's experiment on falling bodies. A vertical axis is marked from 0 to 4. At height 1, two blocks of mass  $4m$  are shown with a double-headed arrow labeled  $v$ . At height 4, a single block of mass  $m$  is shown with a double-headed arrow labeled  $v_{4b} = 2 \cdot v$  (Galilei).

nostotyö:	$E_g \sim 4mb$	$E_g \sim 4mb$
liikemäärä:	$\mathbf{p} = 4m \cdot \mathbf{v}$	$\mathbf{p} = m \cdot 2\mathbf{v} = 2m \cdot \mathbf{v}$
vis viva:	$E_k = 4m \cdot \mathbf{v}^2$	$E_k = m \cdot (2\mathbf{v})^2 = 4m \cdot \mathbf{v}^2$

# Gottfried Leibniz



Gottfried Leibniz  
(1646-1716)



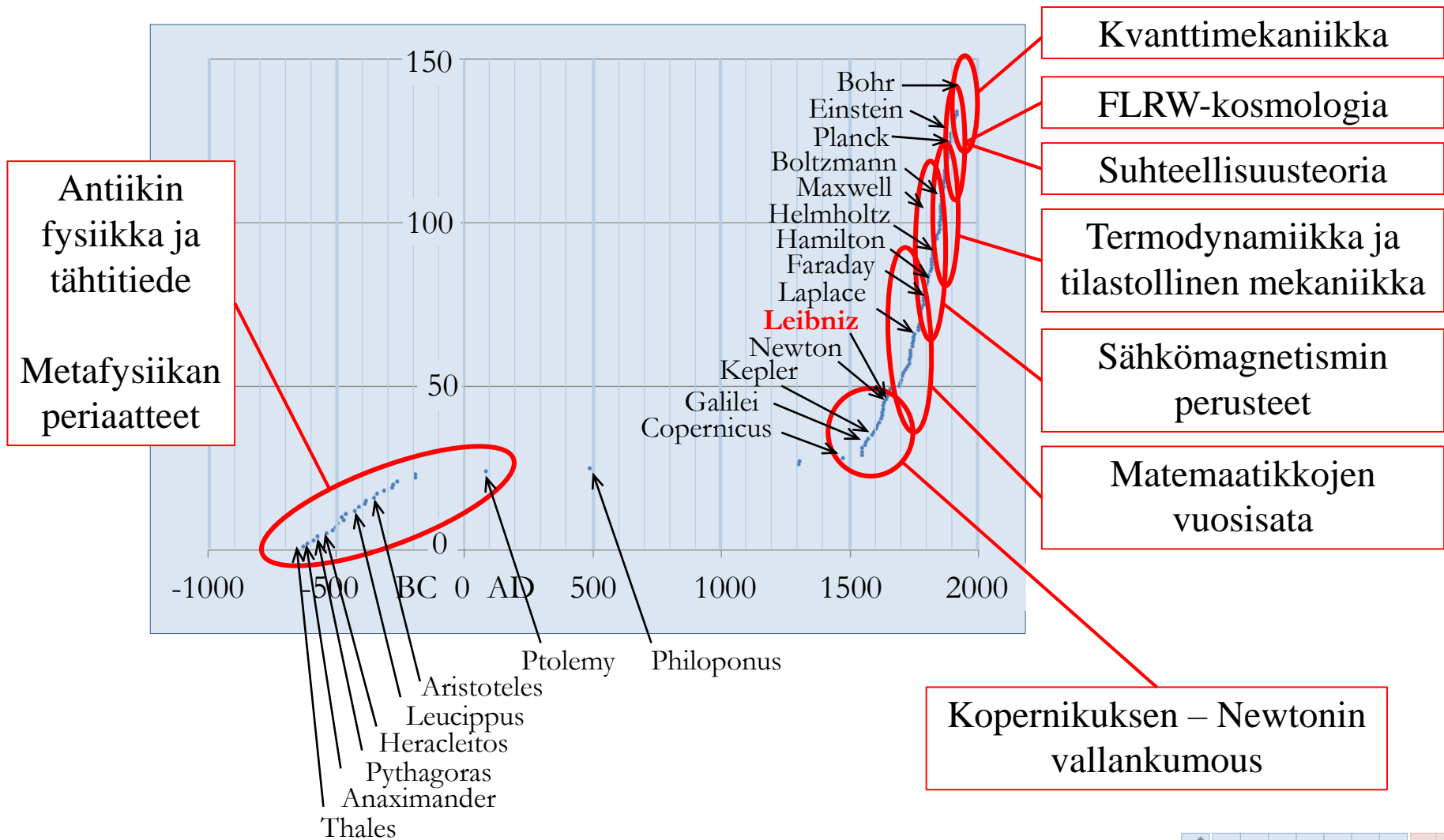
Blaise Pascalin  
laskukone 1642

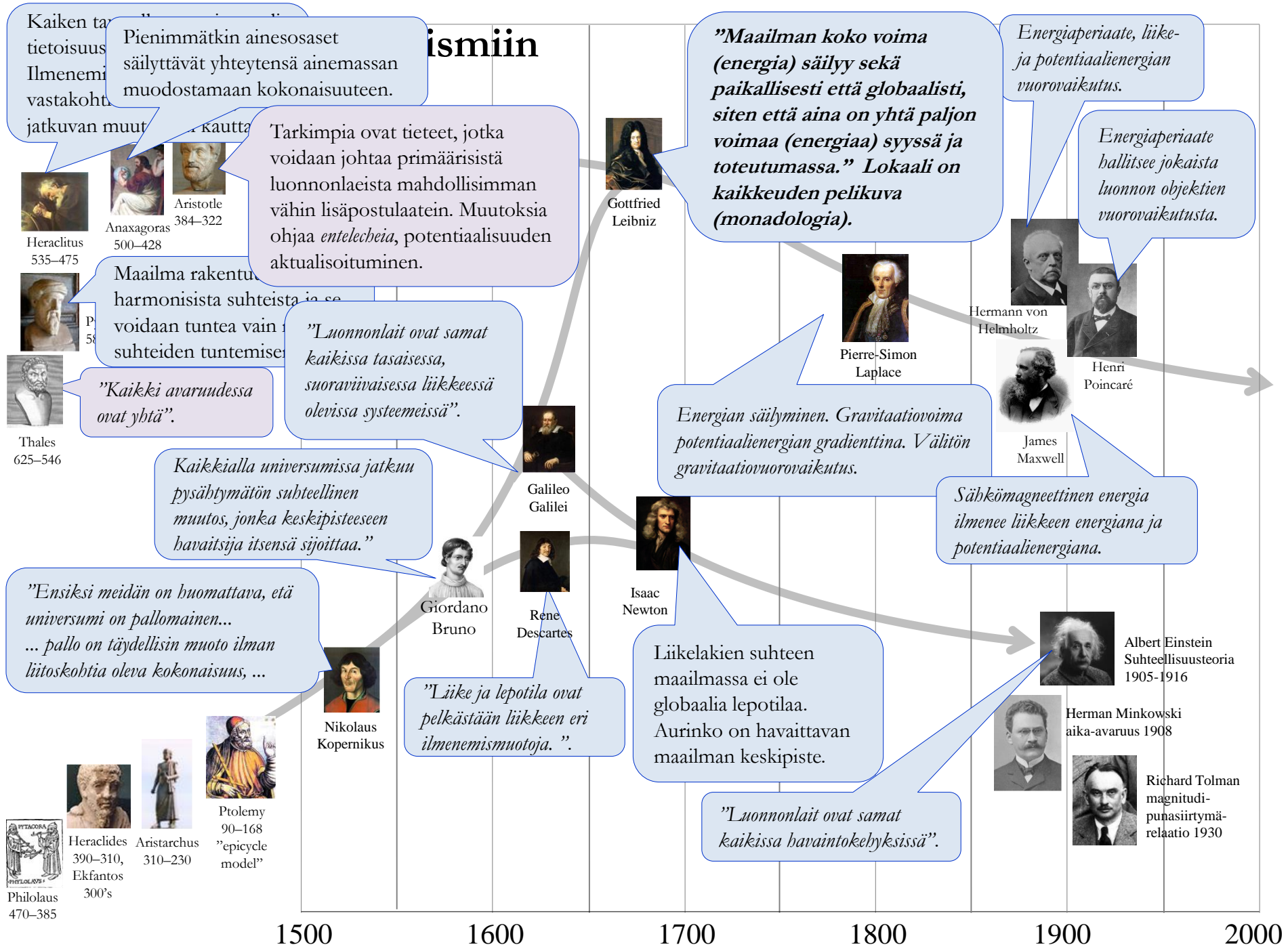


Leibnizin laskukone 1673



# Luonnontieteen kehitysjaksoja





# Metafysiikasta empirismiin



Aristotle  
384–322

Tarkimpia ovat tieteet, jotka voidaan johtaa primäärisistä luonnonlaeista mahdollisimman vähin lisäpostulaatein. Muutoksia ohjaa *entelecheia*, potentiaalisuuden aktualisoituminen.

"Luonnonlait ovat samat kaikissa tasaisessa, suoraviivaisessa liikkeessä olevissa systeemeissä".

Kaikkiällä universumissa jatkuu pysähtymätön suhteellinen muutos, jonka keskipisteeseen havaitsija itsensä sijoittaa."



Nikolaus  
Kopernikus



Giordano  
Bruno

"Liike ja lepotila ovat pelkästään liikkeen eri ilmenemismuotoja."



Rene  
Descartes



Galileo  
Galilei



Gottfried  
Leibniz



Isaac  
Newton

Liikelakien suhteen maailmassa ei ole globaalia lepotilaa. Aurinko on havaittavan maailman keskipiste.

"Luonnonlait ovat samat kaikissa havaintokehyksissä".



Pierre-Simon  
Laplace

Energian säilyminen. Gravitaatiovoima potentiaalienergian gradienttina. Välitön gravitaatiovuorovaikutus.

"Maailman koko voima (energia) säilyy sekä paikallisesti että globaalisti, siten että aina on yhtä paljon voimaa (energiaa) syyssä ja toteutumassa." Lokaali on kaikkeuden pelikuva (monadologia).

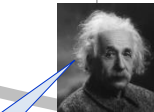


Hermann von  
Helmholtz



James  
Maxwell

Sähkömagneettinen energia ilmenee liikkeen energiana ja potentiaalienergiana



Albert Einstein  
Suhteellisuusteoria  
1905-1916



Herman Minkowski  
aika-avaruus 1908



Richard Tolman  
magnitudi-  
punasiirtymä-  
relaatio 1930

FLRW-kosmologia

Energiaperiaate, liike- ja potentiaalienergian vuorovaikutus

Energiaperiaate hallitsee jokaista luonnon objektien vuorovaikutusta.

Nollaenergia-  
periaate



Dennis  
Sciama

Dynamic Universe

Avaruuden massan kokonaislepoenergia = gravitaatioenergia

Avaruus sulkeutuu 4D pallon pinnaksi

1500

1600

1700

1800

1900

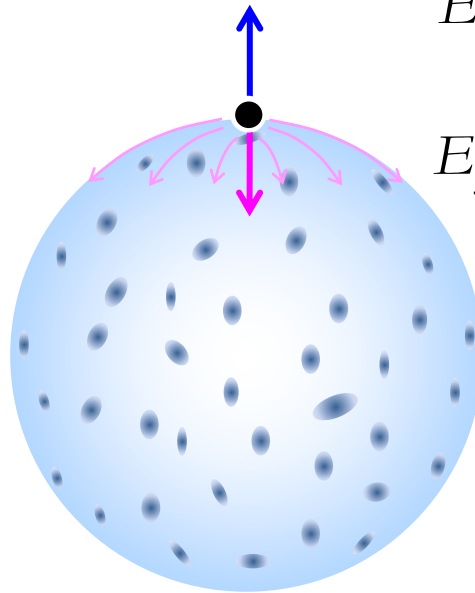
2000

# Gottfried Leibniz

*"Monadi aineen paikallistumana on peilikuva kaikkeudesta"*

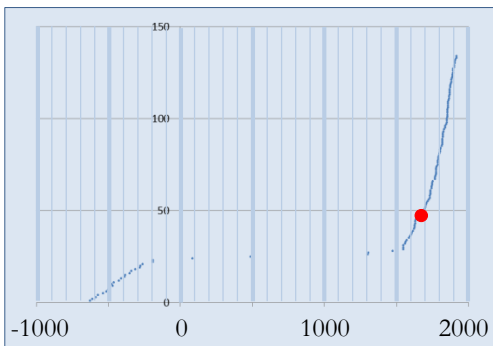


Gottfried Leibniz  
(1646-1716)



$$E_m = c_0 |\mathbf{p}| = c_0 |m\mathbf{c}_0| = mc_0^2$$

$$E_g = -mG \int_V \frac{\rho_r dV}{r} = -m \frac{GM''}{R_4}$$





# Pierre-Simon Laplace



Pierre-Simon  
Laplace (1749-1827)

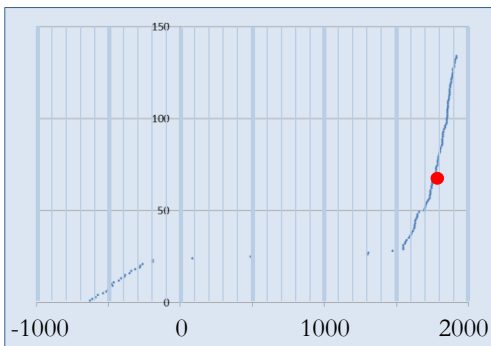
Laplace'n taivaanmekaniikan analyysit perustuivat gravitaatio-  
potentiaalin kuvaamiseen summautuvana skalaarikenttänä.  
Gravitaatiovoima ratkaistiin potentiaalin gradientista.

Planeettakunnan stabiilisuutta ja planeettojen keskinäisiä  
vuorovaikutuksia tutkiessaan osoitti myös että  
gravitaatiovuorovaikutus on oleellisesti ottaen välitön.

Laplace oli myös ensimmäisiä, jotka hahmottivat mustan aukon  
olemassaolon.

.... Laplace-operaattori  $\nabla^2 = \Delta$  (*nabla*<sup>2</sup> tai *delta*, *Laplacian*)

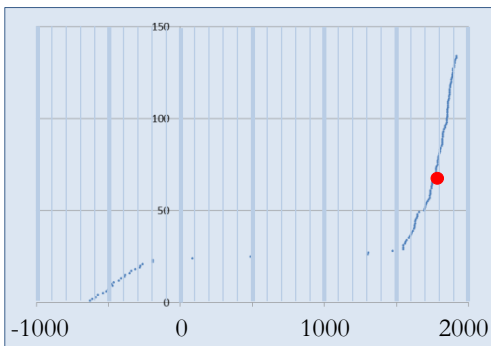
*Mécanique Céleste* (1799–1825)



# Pierre-Simon Laplace



Pierre-Simon  
Laplace (1749-1827)



Laplacen demoni:

*“Voimme pitää universumin nykytilaa seurauksena sen menneisyydestä ja syynä sen tulevaisuudella. Älyllinen olento, joka määrätyllä hetkellä tuntisi kaikki voimat, jotka ovat saaneet luonnon liikkeeseen, ja kaikkien sen osien kaikki sijainnit, jos tämä älyllinen olento olisi riittävä tekemään analyysin kaikesta tästä tiedosta, se tuottaisi yhtälön universumin kaikista liikkeistä suurimmista kappaleista pienimpiin atomeihin; sellaiselle olennotle mikään ei olisi epävarmaa, ja niin tulevaisuus kuin menneisyyskin olisi läsnä hänen silmissään.”*

# Hermann von Helmholtz

Hermann von Helmholtz oli saksalainen lääkäri, fyysikko ja filosofi, joka lihasten metabolismia koskevissa tutkimuksissaan tunnisti energian säilymisen periaatteen ensisijaiseksi luonnonlaiksi.

Helmholtzilla oli vahva luonnonfilosofinen ote tutkimuksiinsa. Kirjassaan *Dictionary of Scientific Biography* (*Tieteen Elämäkertojen Sanakirja*) Steven Turner luonnehti Helmholtzia

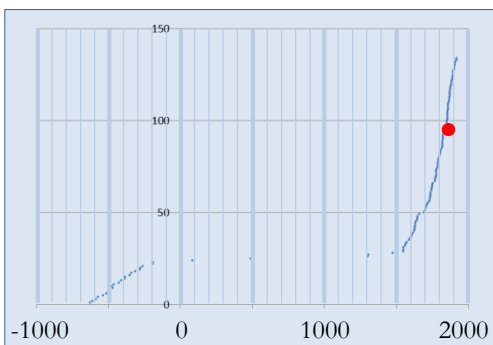
*”Viimeisenä Leibnizin perinteen filosofina ja monialaisena tieteilijänä, joka omisti elämänsä luonnon yhdistävien periaatteiden etsimiseen”.*

*”**Voiman määrä, joka on käytettävissä koko universumissa on muuttumaton, eikä sitä voida lisätä eikä vähentää.**”*

*”Ensimmäinen aiheeni on selittää mitä **voiman määrällä** tarkoitetaan; tai yleisluontoisemmin sen teknisiin sovelluksiin viitaten, **työn määrä** sanan mekaanisessa merkityksessä.”*



Hermann von Helmholtz  
(1821–1894)



# James Clerk Maxwell

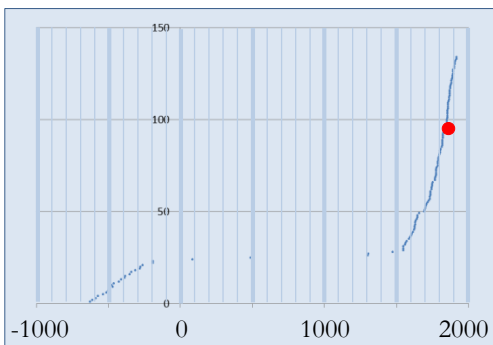


James Clerk Maxwell  
(1831 – 1879)

James Clerk Maxwell oli skotlantilainen fyysikko ja matemaatikko, joka tunnetaan ennen kaikkea Maxwellin yhtälöistä, joissa yhdistyy siihen mennessä lähinnä empiirisellä tutkimuksella saatu ymmärrys sähkömagnetismista.

Hän viittaa useamman kerran Weberin töihin, ja toteaa mm. että *“...hypoteettisessa väliaineessamme etenevien poikittaisten aaltojen nopeus, laskettuna MM. Kohlrauschin ja Weberin sähkömagneettisista kokeista on niin tarkoin sama kuin M. Fizeaun optisista kokeista laskettu valon nopeus, ettemme voi välttyä päätelmästä, että valo muodostuu saman väliaineen poikittaisesta aaltoliikkeestä kuin mistä johtuvat sähkömagneettiset ilmiöt”*.

*”Puhuessani sähkömagneettisen kentän energiasta haluan tulla ymmärretyksi kirjaimellisesti. Kaikki energia on mekaanista energiaa, riippumatta siitä ilmeneekö se liikkeenä tai elastisuutena”*.



# Henri Poincaré



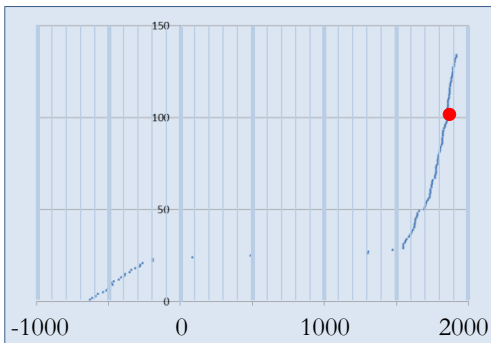
Henri Poincaré  
(1854–1912)

Henri Poincaré oli ranskalainen matemaatikko, fyysikko, insinööri ja filosofi – viimeinen ”monitieteilijä ja universalisti”.

Henri Poincaré oli Poyntingin työhön viitaten todennut, että sähkömagneettinen energia käyttäytyy kuin kuvitteellinen neste, jonka massatiheys on  $m = E/c^2$  ja liikemäärä  $mc = E/c$ .

Poincaré muistutti, että suhteellisuusteorian edellyttämä gravitaation äärellinen nopeus on ristiriidassa Laplacen tulosten kanssa.

*”Logiikalla todistetaan, intuitiolla keksitään”.*



# Henri Poincaré

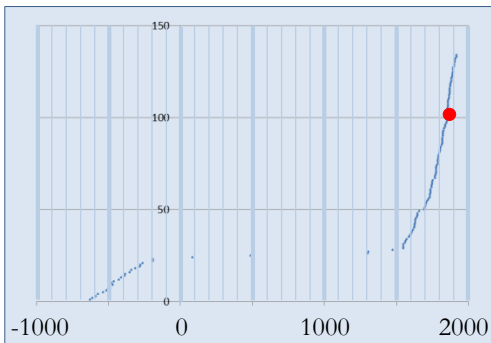


Henri Poincaré  
(1854–1912)

Kirjassaan *Tiede ja hypoteesi, Luku VIII* (1902) Henri Poincaré kuvaa 1800-luvun lopun energiaperiaatetta:

*”Klassisen mekaniikan tuomat ongelmat ovat saaneet jotkut pitämään parempana uudenlaista systeemiä, jota he kutsuvat Energiaperiaatteenksi (Energetics). ... Aloitamme määrittelemällä kaksi suuretta, jotka näyttävät perustavaa laatua olevaa roolia tässä teoriassa. Ne ovat **kineettinen energia**, tai **vis viva**, ja **potentiaalienergia**. Ne hallitsevat jokaista muutosta, jonka luonnon objektit läpikäyvät.*

*Ensinnä, kineettisen energian ja potentiaalienergian summa on vakio. Tämä on energian säilymisen periaate. ...*



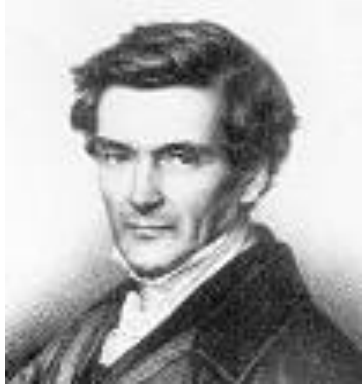
# Gustave Coriolis

Gustave Coriolis oli ranskalainen matemaatikko insinööri ja monitieteilijä, joka tunnetaan ennen kaikkea pyörivien systeemeihin liittyvien voimien analyysistä ja hänen mukaansa nimetystä *Coriolis voimasta*.

Coriolis määritteli *työn* ja *kineettisen energian* käsitteet ja johti Newtonin mekaniikasta kineettiselle energialle lausekkeen

$$E_k = 1/2 mv^2$$

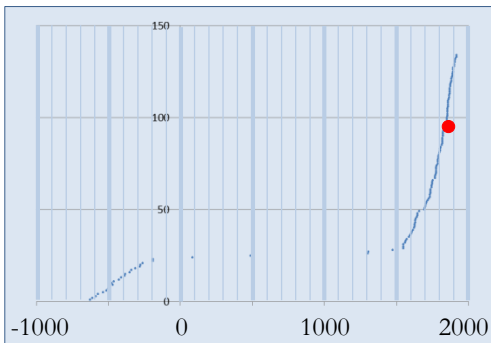
Gustave Coriolis  
(1792–1843)



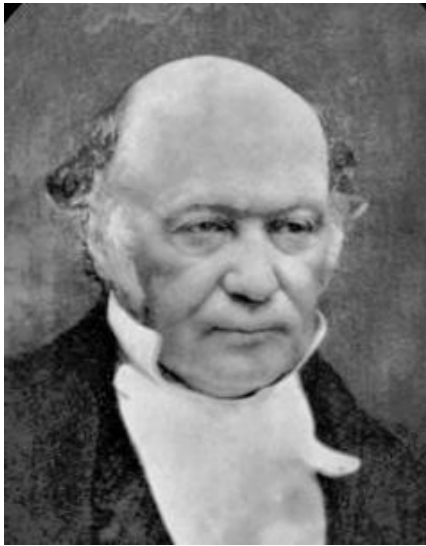
$$F = m \cdot a = m \frac{dv}{dt}$$

$$E_k = \int_0^v F dx = \int_0^v \frac{m dv}{dt} dx = m \int_0^v \frac{dx}{dt} dv$$

$$= m \int_0^v v dv = 1/2 mv^2$$



# William Hamilton

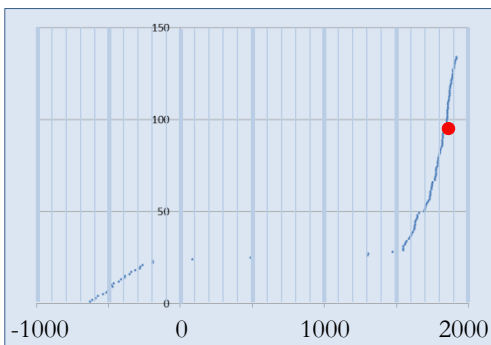


William Hamilton  
(1805–1865)

William Hamilton oli irlantilainen fyysikko, astronomi ja matemaatikko, joka Lagrangen ohella on merkittävästi kehittänyt klassisen mekaniikan formalismia.

Hamilton tunnetaan työstään optiikassa ja ennen kaikkea mekaniikassa. Vuonna 1828 *Transactions of the Royal Irish Academy* sarjassa ilmestyneessä artikkelissaan *Theory of Systems of Rays* (*Säteilyjärjestelmien teoria*) hän esitti Hamiltonin funktioon perustuvan klassisen mekaniikan formalismin perusteet.

Artikkelin jatko-osassa ja vuonna 1834 julkaistussa artikkelissa *On a General Method in Dynamics* (*Yleinen Mekaniikan Menetelmä*) hän esittää *muuttuvan vaikutuksen* (*varying action*) periaatteen, mikä salli sekä säteilyä että partikkeleita sisältävän systeemin tarkastelun.





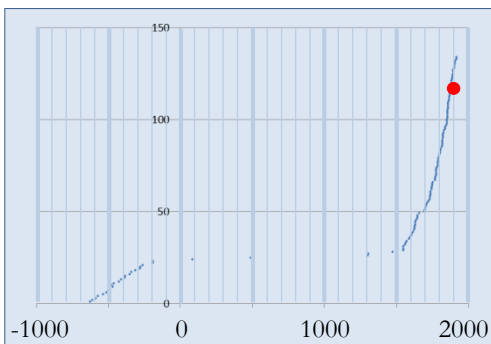
# Richard Feynman



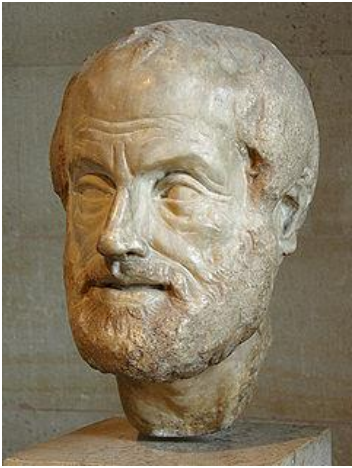
Richard Feynman  
(1918–1988)

Richard Feynman oli 1900-luvun jälkipuolen merkittävimpiä fyysikkoja. Hän tuli tunnetuksi sekä polkuintegraaliin perustuvan kvanttielektrodynamiikan ja kvanttielektrodynamiikan kehittäjänä että erinomaisena luennoitsijana.

Luennoillaan Feynman pyrki tekemään fysiikkaa ymmärrettäväksi, mutta myönsi samalla, että *"kvanttimekaniikkaa ei voi ymmärtää"*.



# Aristoteles



Aristoteles  
(384–322 eKr.)

Metafysiikka: ”Jokainen ihminen haluaa tietää ...”. ”... Viisaus merkitsee syiden ja periaatteiden ymmärtämistä. ... Tarkimpia ovat tieteet, jotka voidaan johtaa primäärisistä luonnonlaeista mahdollisimman vähin lisäpostulaatein (ja apukeinoin kuten aritmetiikka ja geometria)”.

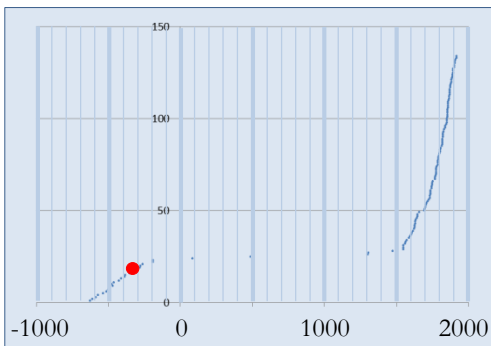
Fysiikka: ”... emme voi ajatella tuntevamme asiaa ellemme tunne asiaan vaikuttavia ensisijaisia syitä ja periaatteita emmekä ole analysoineet asiaan liittyviä peruselementtejä ...”

## ***Entelekheia : Potentialisuuden aktualisoituminen***

*Lepotila - liiketila*

*Luonnollinen liike kohti objektin luonnollista tilaa*

*Pakotettu liike: tarvitaan liikuttaja*



# Antiikin metafysiikan perintö

Kaiken taustalla on universaali tietoisuus (luonnonlaki), **logos**.  
Ilmeneminen toteutuu vastakohtien harmonian ja jatkuvan muutoksen kautta.

Maailma rakentuu harmonisista suhteista ja se voidaan tuntea vain näiden suhteiden tuntemisen kautta.

Kosminen järjestys ei ole ylhäältä johdettua, vaan luonteeltaan geometristä; kosmista järjestystä hallitsee tasapaino ja harmonia. Kaikki materia rakentuu ikuisesta, rajattomasta *apeironista* (ja lopulta myös palaa *apeironiin*).

Avaruus on suurin asia, sillä se sisältää kaiken. Liikkeen syy on kaikkialla kosmoksessa läsnä oleva sielu (jumaluus). Kaikki avaruudessa ovat yhtä.

Olemassa oleva on tulosta toisilleen vastakkaisten luovien voimien, yin'in ja yang'in, vuorovaikutuksesta.

*Luulo* perustuu aistihavaintoihin ja arkiseen ajatteluun, *todellisuus* sen sijaan on muuttumaton kokonaisuus, jonka vain puhdas järki ja intuitio saattaa saavuttaa. Mitään ei synny tyhjästä.

Persoonaton jumaluus *nous* (*järki*) on luonut näkyvän maailman ikuisesta, äärettömästä ainesmassasta. Pienimmätkin ainesosat säilyttävät yhteytensä ainesmassan muodostamaan kokonaisuuteen. Ymmärrys saavutetaan mietiskelyn avulla, aistihavainnot eivät voi synnyttää oikeaa kuvaa todellisuudesta.

Maailma on jatkuvassa muutoksessa, jonka lähteinä ovat toisilleen vastakkaiset voimat, rakkaus ja riita, fysiikassa kokoavat ja hajottavat voimat. Alkuaineet ovat ikuisia, muutokset syntyvät niiden erilaisista yhdistelmistä.

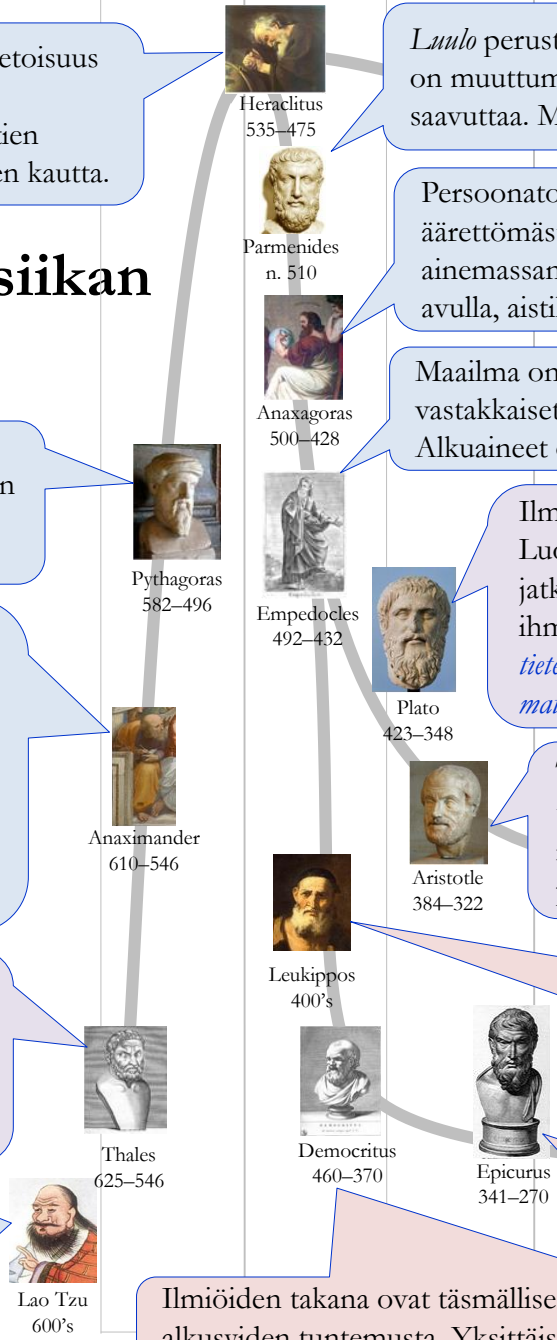
Ilmiöitä ohjaava maailmansielu kuvastuu luonnonlakien kautta. Luonnonlait ovat ikuisia ja muuttumattomia - havaintomaailmaamme jatkuvasti muuttuva. Aistihavainnot ja empiirinen tieto on alempiarvoista ihmisen sisäiseen ideamaailmaan nähden. *"... todellisuuden kuvauksen, jota tieteellinen tutkimus etsii täytyy olla ilmaistavissa matematiikalla, sillä matematiikka on tarkin ja määritellyn ajattelutapa johon kykenemme..."*

Tieteen tavoitteena on alkusyiden tunnistaminen. Tarkimpia ovat tieteet, jotka voidaan johtaa primäärisistä luonnonlaeista mahdollisimman vähin lisäpostulaatein. Muutoksia ohjaa *entelecheia*, potentiaalisuuden aktualisoituminen.

Aine koostuu täysin kiinteistä alkeisosasista, joita on lukemattomia, joilla on lukemattomia muotoja ja jotka ovat jatkuvassa liikkeessä.  
*"Mikään ei tapahdu turhaan, vaan kaikkei syystä ja tarpeesta".*

Epikuros korosti havaintojen ja aistien merkitystä. Universumi on ikuinen ja ääretön, jossa tapahtumat ovat kuvattavissa atomien liikkeinä ja vuorovaikutuksina muutoin tyhjässä avaruudessa.

Ilmiöiden takana ovat täsmälliset luonnonlait, joskaan ne eivät edellytä tarkoitusten tai alkusyiden tuntemusta. Yksittäisiin ilmiöihin kuitenkin liittyy kausaalisuus. Ihminen ei saa todellista tietoa ilmiöistä – hän ainoastaan määrittelee mitä hän uskoo niiden olevan.



600