

Ernst Machin pyrkimys yhtenäiseen fysiikkaan





Ernst Mach 1838-1916

Ernst Mach Centenary Conference <http://mach16.univie.ac.at/home/>

Sisältö

1. Taloudellisuuden periaate teorioiden arviointikriteerinä
2. Machin luonnonfilosofian pääkomponentit
3. Machin tunnettujen roolien suhteutus hänen luonnonfilosofiaan ja metodologiaan
 - Suhteellisuusteorian innoittaja
 - Metafysiikan vastustaja
 - Atomi-hypoteesin vastustaja
 - Fysikalistisen ajattelun kannattaja: fysiikan tehtävä on antaa havaintojen matemaattinen kuvaus

Taloudellisuuden periaate

Kahdesta teoriasta jotka antavat yhtä tarkat
ennusteet ja selitykset, metafyyysisesti
yksinkertaisempi on parempi



Taloudellisuuden periaate

Empiirinen riittävyys: teorit jotka antavat tutkittavan ilmiön tarkimmat ennusteet / selitykset

Metafyysinen yksinkertaisuus: parhaalla näistä on pienin määrä ja vähiten erilaisia ei-havaittuja entiteettejä, *raakoja faktoja*, *primitivejä*, *aksioomeja*, *selittämättömiä selittäjiä*.



Taloudellisuuden periaate

Thomas Aquinas (1225-1274):

If a thing can be done adequately by means of one, it is superfluous to do it by means of several.

Basic Writings of St. Thomas Aquinas, vol. 2., p. 129. Edited by A.C. Pegis. New York: Random House, 1945.

William of Ockham (1287-1347):

It is vain to do with more what can be done with fewer.

As quoted in Bertrand Russell, *The History of Western Philosophy*, p. 472. New York: Simon and Schuster, 1945.

Isaac Newton (1642-1727):

We are to admit no more causes of natural things than such as are both true and sufficient.

Principia, 3rd edition, bk.3

Bertrand Russell (1945):

if everything in some science can be interpreted without assuming this or that hypothetical entity, there is no ground for assuming it.

Bertrand Russell. *The History of Western Philosophy*, p. 472. New York: Simon and Schuster, 1945.

Taloudellisuuden periaate

Eino Kaila (1935): Teorian suhteellinen yksinkertaisuus:

ennusteet ja selitykset / metafysiikka

Eino Kaila. *Human Knowledge: A Classic Statement of Logical Empiricism*. Translated by Anssi Korhonen. Edited by Juha Manninen, Ilkka Niiniluoto and George A. Reisch. Chicago, Illinois: Open Court, 2014.

Ilkka Niiniluoto. *Descriptive and Inductive Simplicity*, pp. 158-9. In W. Salmon and G. Wolters (eds.), *Logic, Language, and the Structure of Theories*, Proceedings of the Carnap-Reichenbach Centennial, University of Konstanz, 21.-24. May 1991, pp. 147-70. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press/Universitätsverlag Konstanz, 1994.

A theory has high relative simplicity, if it explains a multitude of empirical data by means of a few independent assumptions.

Ilkka Niiniluoto. *Evaluation of Theories*, p. 190. In Theo Kuipers (ed.), *Handbook of the Philosophy of Science: General Philosophy of Science - Focal Issues*, pp. 175-217. Amsterdam: Elsevier, 2007.

Teoriat

Teoriat

Teorioita tulee vertailla taloudellisuuden periaatteella, koska tälle ei ole hyviä vaihtoehtoja jos päällimmäinen tavoite on luonnon syvällinen ymmärtäminen.

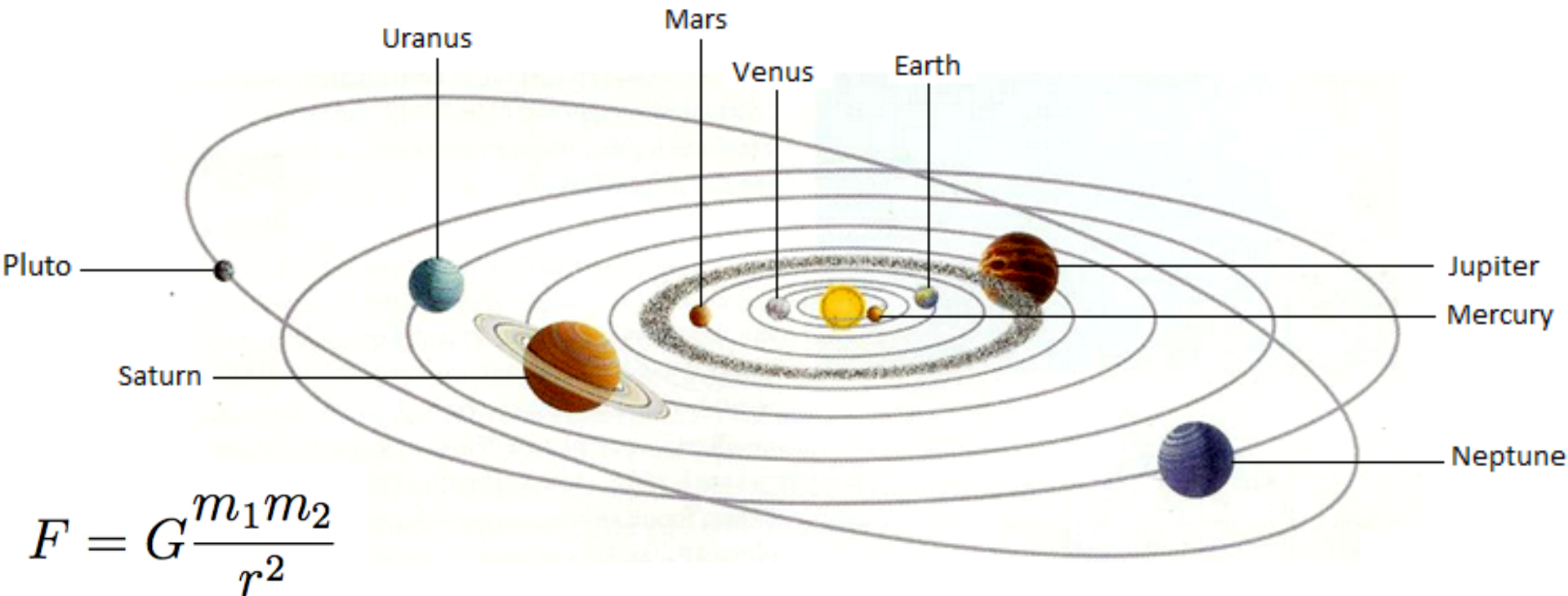
Miksi?

Teoria ontologian ja määriteltyjen käsitteiden summana

- Ontologia: mitä oletetaan olevan olemassa
- Käsitteet: määritellään ontologian perusteella

Teoria ontologian ja määriteltyjen käsitteiden summana

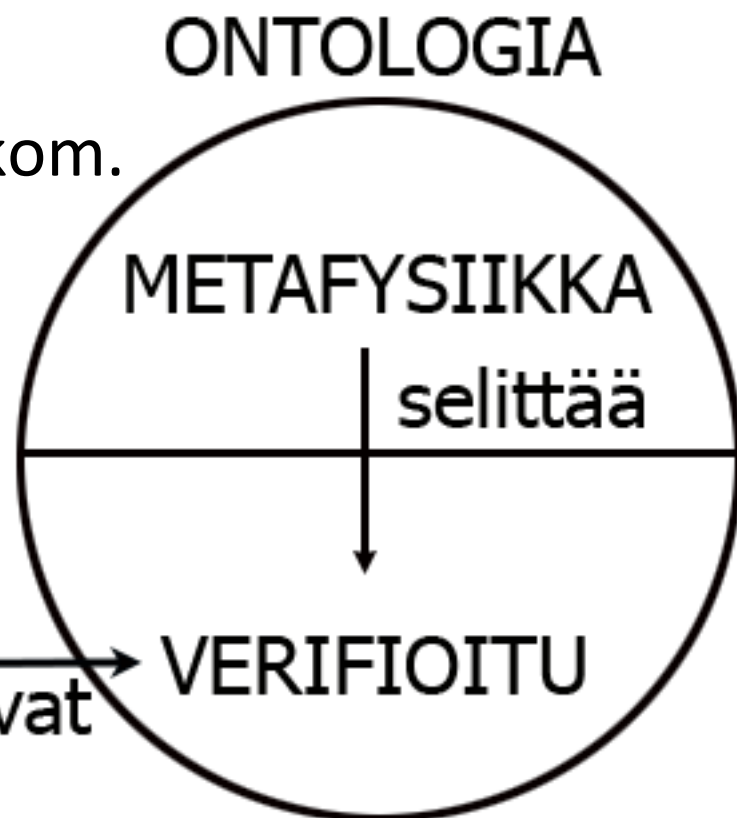
- Ontologia: mitä oletetaan olevan olemassa
- Käsitteet: määritellään ontologian perusteella



Ontologia: verifioitujen ja verifioimattomien sitoumusten summa

Ontologia: mitä oletetaan olevan olemassa

- Verifioidut sitoumukset/uskomukset on verifioitu havainnoilla
- Metafyysiset sitoumukset/uskom. selittävät havainnot mutta ovat itse verifioimattomia



HAVAINNOT

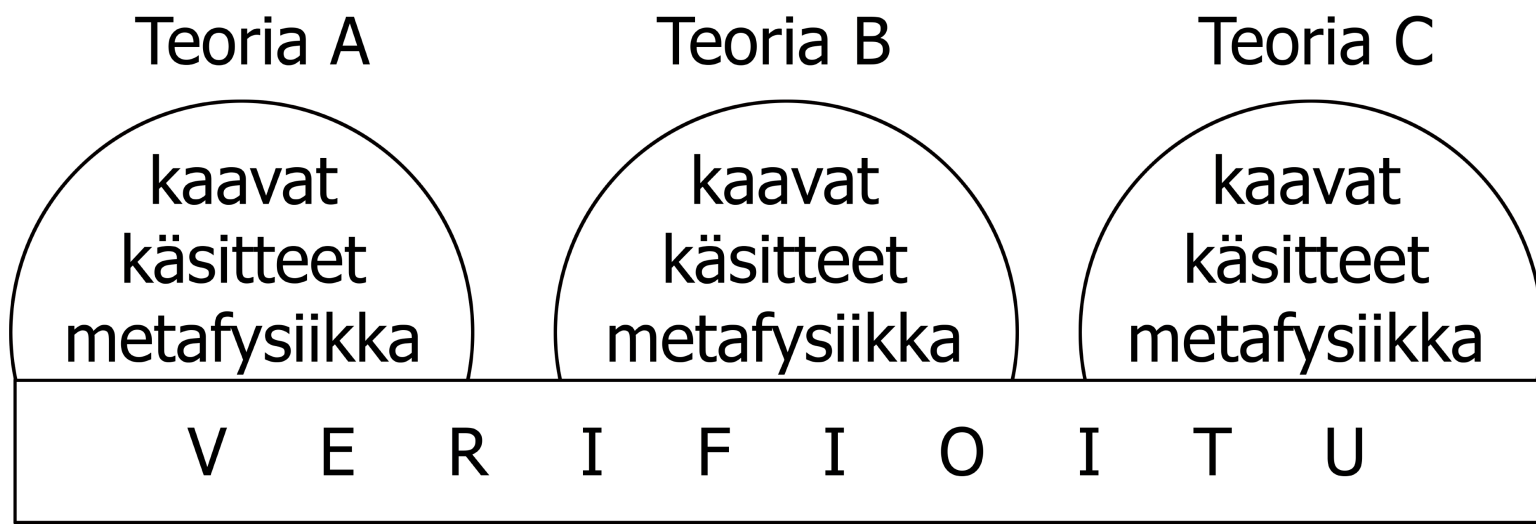
tuottavavat

VERIFIOITU



Ontologia: verifioitujen ja verifioimattomien sitoumusten summa

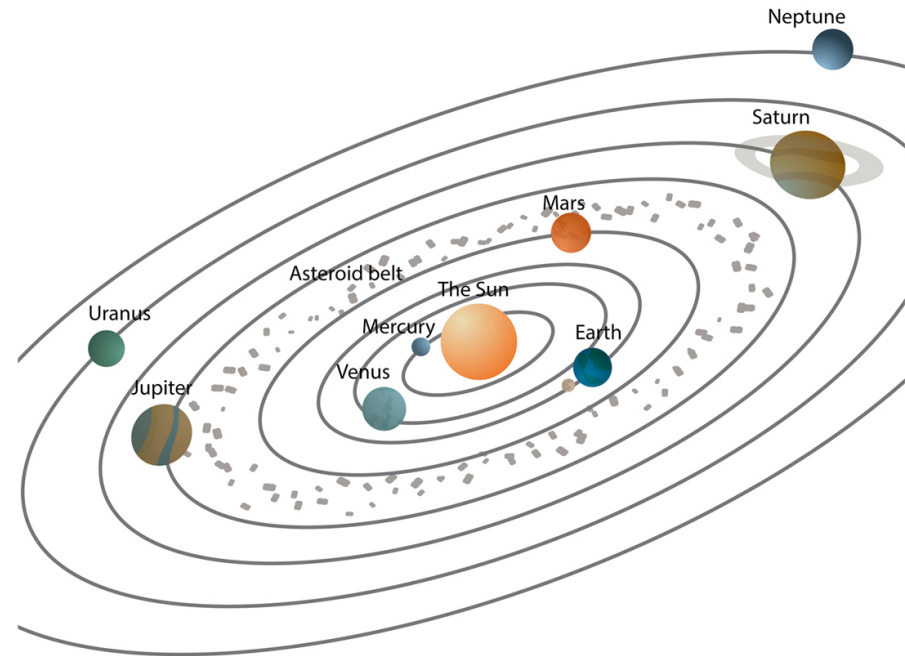
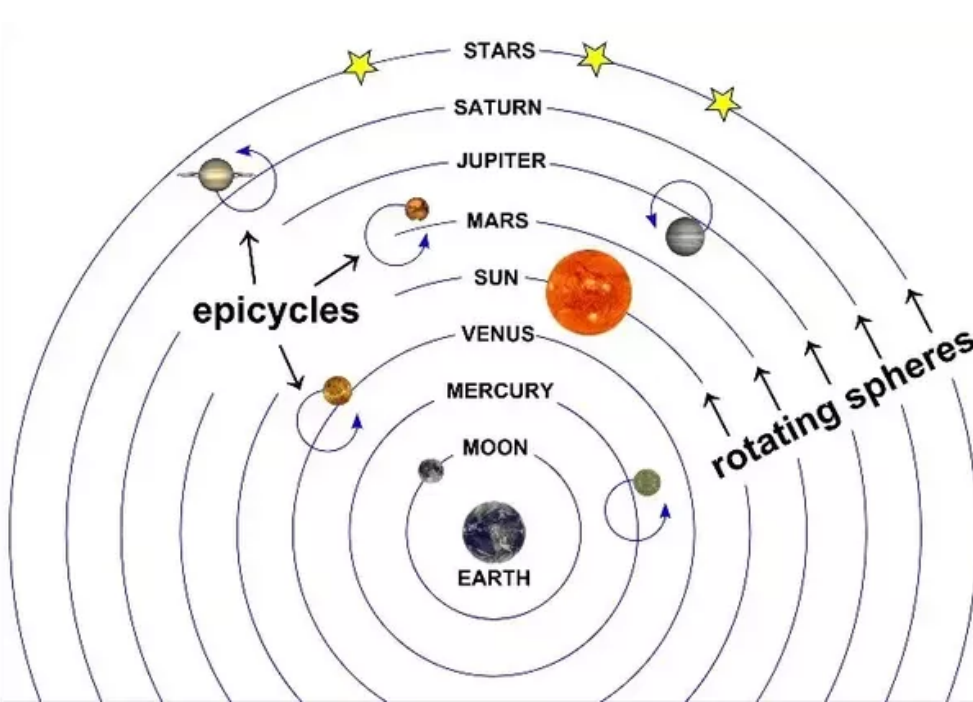
Sama asia voidaan selittää monella eri tavalla. Täytyy vertailla mm. formalismin tarkkuutta, määritelmien käytännöllisyyttä ja metafysisistä kompleksisuutta.



Tarkkuus yksin ei riitä

Alimääräytyvyys: tarkkuus ei riitä kun kaksi teoriaa selittää saman datan yhtä tarkasti.

Anjan Chakravartty. Scientific realism. In Edward N. Zalta, editor, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Fall 2015 edition, 2015.



Tarkkuus yksin ei riitä

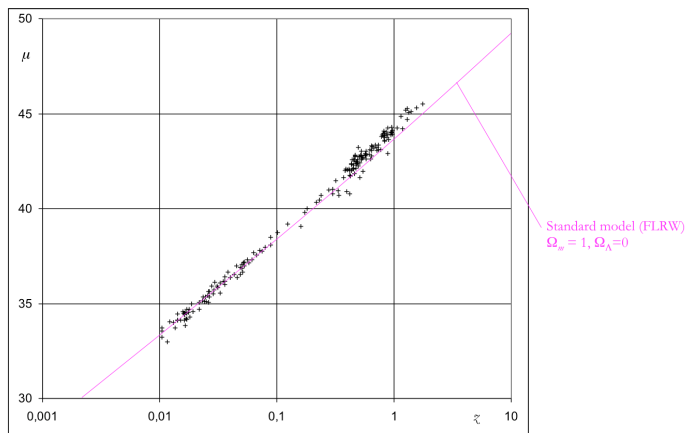
Falsifioituvuus: teorioita ei voi falsioida jos ne voidaan pelastaa keksimällä lisää metafysiikkaa.

Karl Popper. *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge*, p. 281. London and New York: Routledge, 1989. 5th edition.

Karl Popper. *The Logic of Scientific Discovery*. Routledge, 1959.

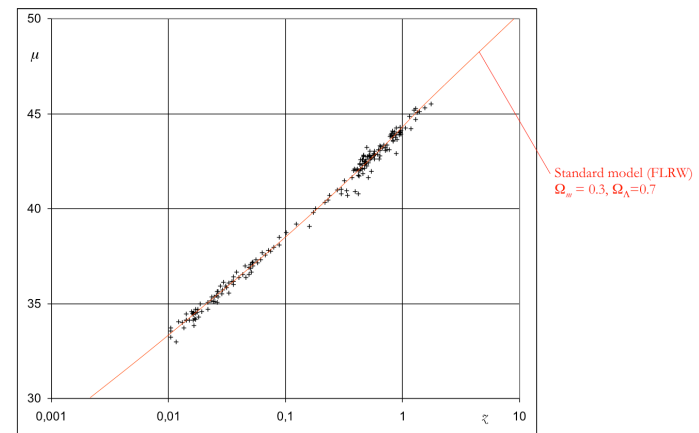
Ekonomia sisältää falsifioituvuuden: teorian suhteellinen yksinkertaisuus vähenee lisääntyvän metafysiikan myötä.

Magnitude versus redshift: K -corrected Supernova observations



Data: A. G. Riess, *et al.*, *Astrophys. J.*, 607, 665 (2004)

Magnitude versus redshift: K -corrected Supernova observations



Data: A. G. Riess, *et al.*, *Astrophys. J.*, 607, 665 (2004)

Pessimistinen induktio

MENNEISYYS → NYKYISYYS → TULEVAISUUS

From the point of view of the present, most past theories must be considered false; indeed, this will be true from the point of view of most times. Therefore, . . . surely theories at any given time will ultimately be replaced and regarded as false from some future perspective. Thus, current theories are also false.

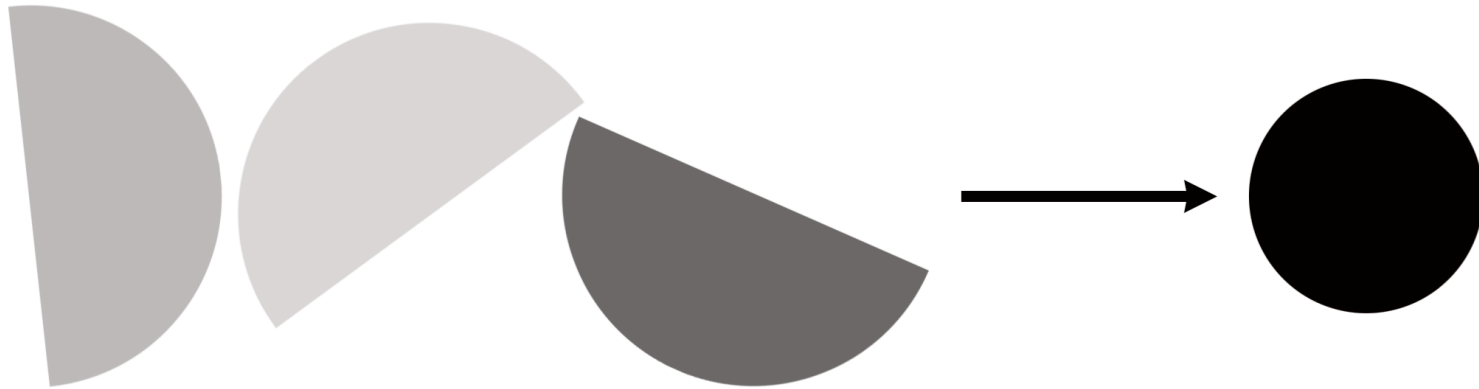
Anjan Chakravartty. Scientific realism. In Edward N. Zalta, editor, The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Fall 2015 edition, 2015.

Tosi tai epätosi → parempi tai huonompi, enemmän tai vähemmän ekonomisesti yhtenäinen

Ekonomisesti yhtenäinen teoria hyveiden ykseytenä

DISUNIFIKAATIO

UNIFIKAATIO



EMPIIRINEN RIITTÄVYYS
MONIMUTKAISUUS
PUUTTEELLISUUS
ERISTYNEISYYS
REDUNDANSSI
SEKAVUUS
RISTIRIITAISUUS
PARAMETRISAATIO

EMPIIRINEN RIITTÄVYYS
YKSINKERTAISUUS
KOKONAISVALTAISUUS
UNIFIKATORINEN VOIMA
VÄLTTÄMÄTTÖMYYS
YMMÄRRETTÄVYYS
KOHERENSSI
RESILIENSSI

Machin metodologia

Machin metodologia

When the objects of an inquiry, in any department, have principles, conditions, or elements, it is through acquaintance with these that knowledge, that is to say scientific knowledge, is attained. For we do not think that we know a thing until we are acquainted with its primary conditions or first principles, and have carried our analysis as far as its simplest elements. Plainly therefore in the science of Nature, as in other branches of study, our first task will be to try to determine what relates to its principles.

Aristotle, *Physics*, bk. 1, ch. 1

Machin metodologia

The goal which it has set itself is the simplest and most economical abstract expression of facts.

Ernst Mach, *The Economical Nature of Physical Inquiry*, p. 207. In *Popular Scientific Lectures*, 5th edition, pp. 186-213. Translated by T. J. McConnach. La Salle, Illinois: Open Court, 1943.

All living creatures who may study physics in the future will be obliged, like us, to provide for their own survival and therefore to pay attention to whatever in nature is economically important and permanent for them.

Ernst Mach, *The Guiding Principles of My Scientific Theory of Knowledge and Its Reception by My Contemporaries*, p. 36. In Stephen Toulmin (ed.) *Physical Reality*, pp. 28-43. Harper Torchbooks, 1970.

Machin metodologia

It can scarcely be denied that the supreme goal of all theory is to make the irreducible basic elements as simple and as few as possible without having to surrender the adequate representation of a single datum of experience.

Albert Einstein. *On the method of theoretical physics*, p. 165. *Philosophy of Science*. 1(2):163–169, April 1934.

Machin metodologia

Ekonominen havaintojen selittäminen on kaikkialla Machin työssä.

Ernst Mach. *The Science of Mechanics*. La Salle, Illinois: Open Court Press, 1919, 4th edition.

Machin Luonnonfilosofia, eli hahmotelma yhtenäisen fysiikan pohjaksi

Machin luonnonfilosofia

Ei-mekanistinen selitys

every metaphysical and every one-sided *mechanical* view of physics were kept away, and an arrangement, according to the principle of economy of thought, of facts –of what is ascertained by the senses– was recommended.

Ernst Mach, *History and Root of the Principle of the Conservation of Energy*, p. 9. Translated from German by Philip Jourdain. Chicago: The Open Court Publishing Co., 1911.

Machin luonnonfilosofia

Relationaalinen aika

Newtonilaisen absoluuttisen ajan, avaruuden ja liikkeen hylkäys:

No one is competent to predicate things about absolute space and absolute motion; they are pure things of thought, pure mental constructs, that cannot be produced in experience. All our principles of mechanics are, as we have shown in detail, experimental knowledge concerning the relative positions and motions of bodies.

Ernst Mach. *The Science of Mechanics*, p. 229, pp. 542-3. La Salle, Illinois: Open Court, 1919, 4th edition.

Leibniz. *Letters to Clarke* III.4. & IV.41.

Kaith Emerson Ballard. *Leibniz's Theory of Space and Time*, p. 61. In: *Journal of the History of Ideas* 21(1), 1960, pp. 49–65.



aika 1



aika 2



aika 3



aika 4

Machin luonnonfilosofia

Machin periaate: massa-objektin liikkeeseen vaikuttaa koko muun Maailmankaikkeuden massa.

The principle “that links inertia of mass to the total mass in space,” and where “the movement of any object would be dependent on the totality of mass in the universe.”

Tuomo Suntola. *The Short History of Science — or the long path to the union of metaphysics and science* . Espoo: Physics Foundations Society, 2012.

Can we fix Newton's bucket of water, rotate the fixed stars, and then prove the absence of centrifugal forces?

Ernst Mach. *The Science of Mechanics*, p. 543. La Salle, Illinois: Open Court, 1919, 4th edition.

Machin luonnonfilosofia

Energian säilymislaki

Ernst Mach. History and Root of the Principle of the Conservation of Energy. Translated from German by Philip Jourdain. Chicago: The Open Court Publishing Co., 1911.

HISTORY AND ROOT
OF THE PRINCIPLE OF THE
CONSERVATION OF ENERGY

BY
ERNST MACH

TRANSLATED FROM THE GERMAN AND ANNOTATED BY
PHILIP E. B. JOURDAIN, M.A. (Cantab.)

CHICAGO
THE OPEN COURT PUBLISHING CO
LONDON
KEGAN PAUL, TRENCH, TRÜBNER & CO., LTD.
1911

J. J. Sturges

Machin luonnonfilosofia

Maailmankaikkeus on kokonaisuus: ei-mekanistiset viiveettömät kausaaliset vaikutukset energian säilyttävässä suhteellisessa liikkeessä olevien objektien välillä, joiden liikkeisiin vaikuttaa koko muun Maailmankaikkeuden massa.



Machin yleisesti tunnettujen roolien sovitus hänen luonnonfilosofiaansa ja metodologiaan

- Atomi-hypoteesin vastustaja
- Metafysiikan vastustaja
- Fysikalistisen ajattelun isä: fysiikan tehtävä on antaa havaintojen matemaattinen kuvaus
- Suhteellisuusteorian innoittaja

Atomi-hypoteesin vastustaja

Mach hylkäsi Boltzmannin atomi-hypoteesin koska se oli mekanistinen selitys. Tässä hän meni liian pitkälle, mutta toisaalta kvanttimekaniikka toi esiin hiukkasten aalto-luonteen.

Ernst Mach. Die Geschichte Und Die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit Vortrag Gehalten in der K. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften Am 15. November 1871. J. G. Calve'sche K. K. Universitäts-Buchhandlung, 1872.

Ernst Mach. History and Root of the Principle of the Conservation of Energy, p. 9. Translated from German by Philip Jourdain. Chicago: The Open Court Publishing Co., 1911.

S. G. Brush. Mach and atomism. Synthese, 18:192–215, 1968.

John Blackmore. An historical note on ernst mach. British Journal for the Philosophy of Science , 36(3):299–305, 1985.

Metafysiikan vastustaja?

every metaphysical and every one-sided *mechanical* view of physics were kept away, and an arrangement, according to the principle of economy of thought, of facts –of what is ascertained by the senses– was recommended.

Ernst Mach, *History and Root of the Principle of the Conservation of Energy*, p. 9. Translated from German by Philip Jourdain. Chicago: The Open Court Publishing Co., 1911.

Mitä tarkoittaa metafysiikan pitäminen poissa?

Metafysiikan vastustaja?

every metaphysical and every one-sided *mechanical* view of physics were kept away, and an arrangement, according to the principle of economy of thought, of facts –of what is ascertained by the senses– was recommended.

Ernst Mach, *History and Root of the Principle of the Conservation of Energy*, p. 9. Translated from German by Philip Jourdain. Chicago: The Open Court Publishing Co., 1911.

Se ei voi tarkoittaa prinssiippejä joita Mach itsekin ehdotti.

Metafysiikan vastustaja?

every metaphysical and every one-sided *mechanical* view of physics were kept away, and an arrangement, according to the principle of economy of thought, of facts –of what is ascertained by the senses– was recommended.

Ernst Mach, *History and Root of the Principle of the Conservation of Energy*, p. 9. Translated from German by Philip Jourdain. Chicago: The Open Court Publishing Co., 1911.

Mach ehdotti metafysiikkaa jolla voi yhtenäistää fysiikan (kutsumatta sitä metafysiikaksi) mutta hylkäsi metafysiikan mitä ei tarvita unifikaatiossa.

Metafysiikan vastustaja?

Mach did not totally reject metaphysics (as some of Vienna Circle tried). He looked through Kant's ideas and accepted unavoidable metaphysics. As a scholar of Beneke and principally a Neokantian, he tried to extract the metaphysical errors of Kant.

Prof. h.c. Dr. phil. Dipl.-Ing Karl Hayo Siemsen



Positivismi Filosofiasa

Keskeiset *loogisen positivismin* klubit filosofian viitekehyksessä — Wienin piiri ja Berliinin piiri— olivat aktiivisia 1924-1936, mutta niiden vaikutus tuntuu käänteiden kautta vielä nykypäivänä. Positivistien *veridikaalisuuskriteerin* mukaan ainoastaa verifioidut uskomukset ovat tieteellisiä. Tämä on Mach-tulkinta:

where neither confirmation nor refutation is possible, science is not concerned

Ernst Mach. The Science of Mechanics . La Salle, Illinois: Open Court, 1919, 4th edition, p. 490.

Positivismi Filosofiasa

Mm. Popper kritisoi veridikaalisuusriteeriä:

My criticism of the verifiability criterion has always been this: against the intention of its defenders *it did not exclude obvious metaphysical statements; but it did exclude the most important and interesting of all scientific statements*, that is to say, the scientific theories, *the universal laws* of nature.

Karl Popper. *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge*. London and New York: Routledge, 1989. 5th edition.

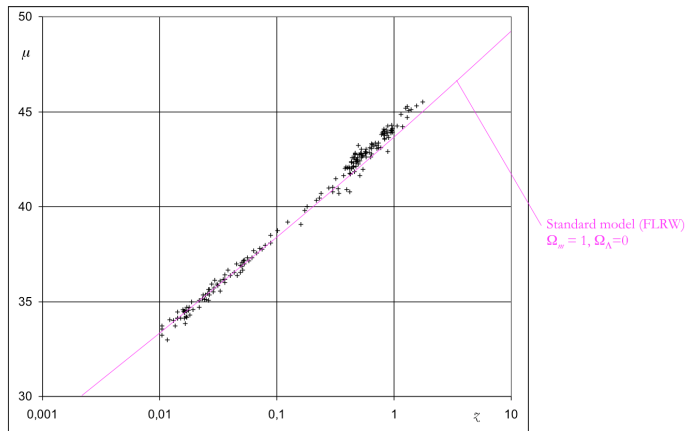
Loogisen positivismin kulta-aika oli 1950-luvulla.

Atocha Aliseda and Donald Gilles. *Logical, Historical, and Computational Approaches*, p. 436. In Theo Kuipers (ed.) *General Philosophy of Science: Focal Issues*, pp. 431-514. Elsevier, 2007.

Loogisen positivismin jälkivaikutus

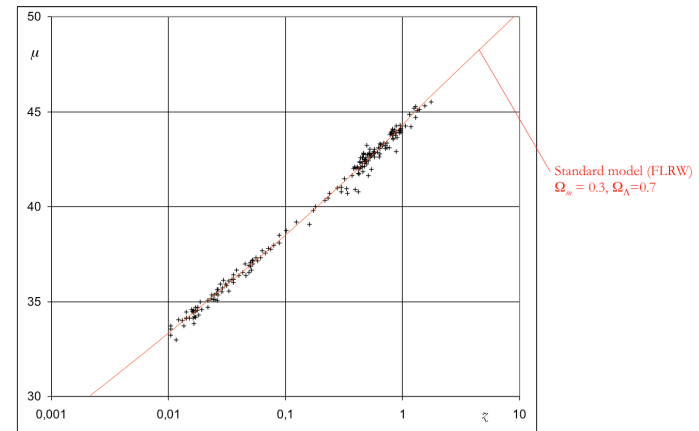
Vaikka veridikalisuus kiteeri yleisesti tuomittiin, oli se silti läsnä monella tavalla. Metafysiikan roolia ei otettu kunnolla huomioon mm. teorioiden evaluaatiossa 1900-luvulla, vaan fokus oli ennusteiden tarkkuudessa, tutkimatta fysiikan teorioiden postulaattikantaa.

Magnitude versus redshift: K -corrected Supernova observations



Data: A. G. Riess, *et al.*, *Astrophys. J.*, 607, 665 (2004)

Magnitude versus redshift: K -corrected Supernova observations



Data: A. G. Riess, *et al.*, *Astrophys. J.*, 607, 665 (2004)

Loogisen positivismin jälkivaikutus

Toisaalla metafysiikka teko comebackin, ja mopo lähti taas käsistä:

Initially granting themselves permission to do a bit of metaphysics that seemed closely tied to, perhaps even important to, the success of the scientific project, increasing numbers of philosophers lost their positivistic spirit. The result has been the rise to dominance of projects in analytic metaphysics that have almost nothing to do with (actual) science. Hence there are now, once again, esoteric debates about substance, universals, identity, time, properties, and so on, which make little or no reference to science, and worse, which seem to presuppose that science must be irrelevant to their resolution.

James Ladyman, Don Ross, David Spurrett and John Collier. *Every Thing Must Go: Metaphysics Naturalized*, pp. 9-10. Oxford University Press, 2007.

Ekonomian comeback

We should favor here, as in science, simple and economical theories. In ontology, the less the better.

Michael Devitt and Kim Sterelny. *Language and Reality: An Introduction to the Philosophy of Language*, p. 278. MIT Press, 1999.

The Principle of Naturalistic Closure:

Any new metaphysical claim that is to be taken seriously should be motivated by, and only by, the service it would perform, if true, in showing how two or more specific scientific hypotheses jointly explain more than the sum of what is explained by the two hypotheses taken separately.

James Ladyman, Don Ross, David Spurrett and John Collier. *Every Thing Must Go: Metaphysics Naturalized*, pp. 9-10. Oxford University Press, 2007.

Reilu metafyyssinen teoria:

- parhaan tieteen informoiva
- syyt suosia sitä ovat hyviä syitä kaikille
- ei tarvita ylimääräisiä primitivejä

Sam Baron. Metaphysics as Fairness. In: *Synthese* 193.7 (2016), pp. 2237–2259.

Ekonomian oskillaatio

1. Mach: ei tarpeetonta metafysiikkaa -1916
2. Looginen positivismi: ylilyönti 1920-1950
3. Veridikaalisuus kiteeri hylätään: 1960-luku
4. Metafysiikkaan piilottaminen sieltä missä sitä tarvitaan ja toisaalla metafysiikan holtiton käyttö
5. Ekonomian uusi nousu reaktiona neo-skolastiseen metafysiikkaan

Ekonomian oskillaatio

Ehkä tällä kertaa saavutetaan kultainen keskitie?
Kyllä metafysiikalle, mutta ainoastaan
primääriselle metafysiikalle mikä yhtenäistää
tiedettä, toimii pohjana todellisuuden
ymmärtämiselle, ja mitä ilman ei pärjätä
filosofiassa.

Havaintojen matemaattinen
kuvaus fysiikan tehtävänä?

Havaintojen matemaattinen kuvaus fysiikan tehtävänä?

Machin tavoitteena oli yhtenäinen fysiikka jonka sydän on ymmärrettävä luonnonfilosofia, ja joka antaa tarkat ennusteet matematiikkaa käyttäen. Havaintojen matemaattinen kuvaus on edellytys fysiikan teorialle, mutta se ei riitä: pitää olla ymmärrettävä todellisuuskuva taustalla.



Havaintojen matemaattinen kuvaus fysiikan tehtävänä?

Nykyfysiikassa keskitytään matematiikkaan. Ilman yhtenäistä postulaattikantaa, fysiikka on hajanainen, täynnä matemaattista luovuutta:

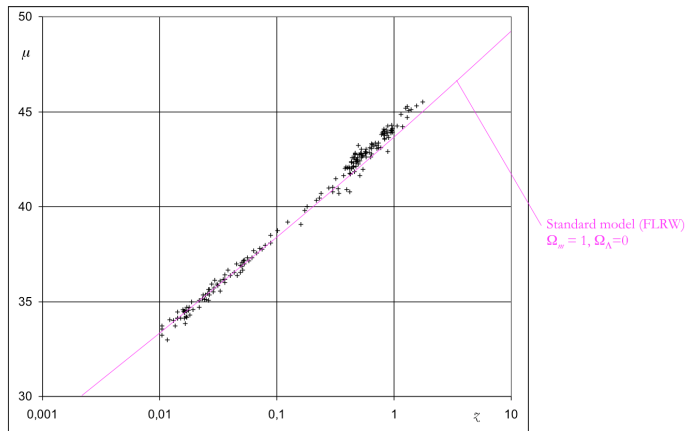
- kvanttimekaniikka
- kaikki tässä välissä
- kosmologia



Metafysiikan rooli fysiikassa?

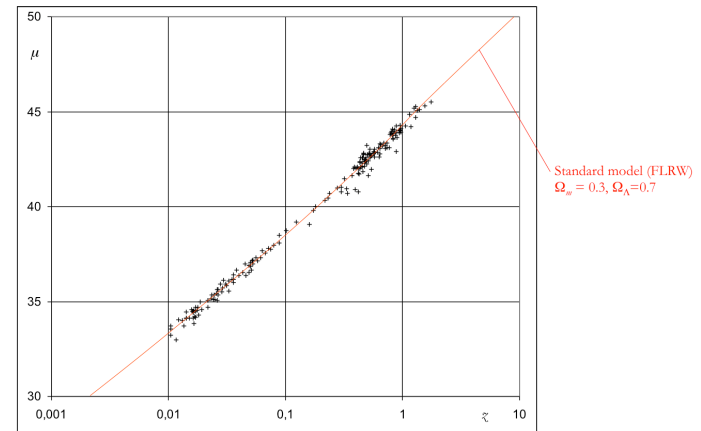
Fysiikassa metafysiikka ei ole metafysiikkaa, vaan empiirisiä faktoja, empiirisiä tosiasioita:

Magnitude versus redshift: K -corrected Supernova observations



Data: A. G. Riess, *et al.*, *Astrophys. J.*, 607, 665 (2004)

Magnitude versus redshift: K -corrected Supernova observations



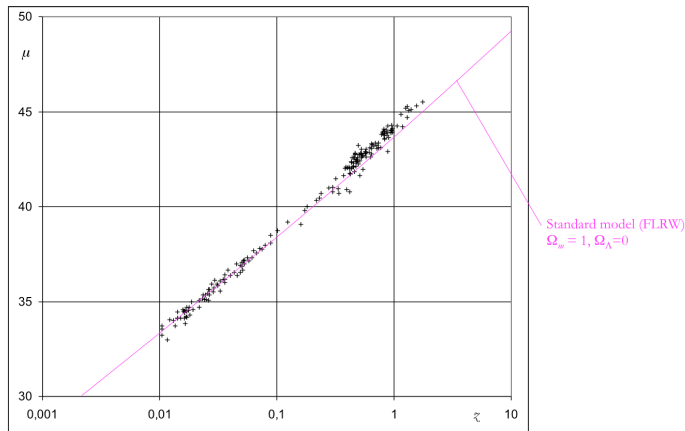
Data: A. G. Riess, *et al.*, *Astrophys. J.*, 607, 665 (2004)

Metafysiikan rooli fysiikassa?

Jos metafysiikan rooli tiedostettaisiin, tekisi lisääntyvä metafysiikka teoriasta huonomman.

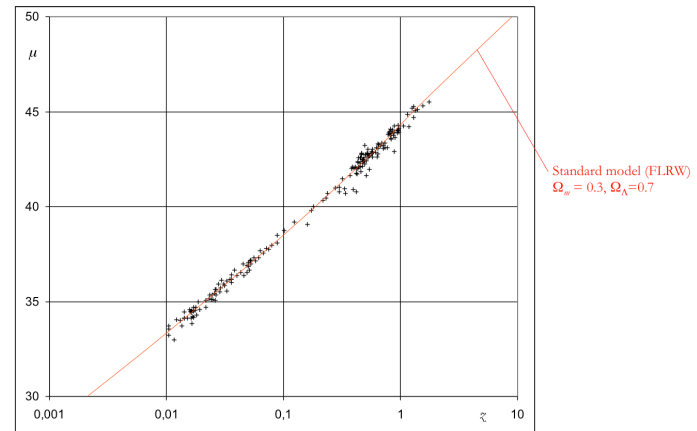
Suhteellinen yksinkertaisuus:
ennusteet/metafysiikka

Magnitude versus redshift: K -corrected Supernova observations



Data: A. G. Riess, *et al.*, *Astrophys. J.*, 607, 665 (2004)

Magnitude versus redshift: K -corrected Supernova observations



Data: A. G. Riess, *et al.*, *Astrophys. J.*, 607, 665 (2004)

Suhteellisuusteorian innoittaja

Mach oli Einsteinin suuri esikuva

INHALT:

Ernst Mach (f. S. 166).

Originalmitteilungen:

H. Weyl, Die statistisch-mechanische Grundlage der allgemeinen Quantentheorie. S. 164.

C. Dreyer, Über Beobachtungen am Königs-Transformatoren. S. 168.

A. Kora, Magnetische Teilchen und rotierende Teilchen. S. 172.

J. Tank, Eine Konstruktionsmethode zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten fester Dielektrika, sowie zur Messung des Dielektrikums von Flüssigkeiten. S. 174.

H. Diehlhorst u. H. Freundlich, Über Schmelzfließen in kollektiven Lösungen und ein Verfahren der Gaskritik von kollektiven Flüssigkeiten. S. 177.

Zusammenfassende Bearbeitungen:

W. Voigt, Fluide Kristalle und anisotrope Flüssigkeiten. (Fortsetzung.) S. 178.

Besprechungen:

W. Fahren, Neue Gebirgslehre und Gerbstheorie. S. 179.

F. Peske, Die Lehre des physikalischen Unschers. S. 179.

C. Dreyer, Die Farben der Moleküle, insbesondere der Kohlenhydrate. S. 179.

W. Brunner, Die Lehre der Erde. S. 177.

G. Kerschenscheider, Was ist die Natur des menschlichen Unschers. S. 177.

Ausgabe für Gebirgs- und Formelgrößen (AGF). S. 179.

Nachtrag zur Übersicht über die Kriegsteilnahme der Deutschen Physiker. S. 179.

Tagesereignisse. S. 179.

Personalien. S. 179.

Verlagsverzeichnis f. das Sommersemester 1916. S. 179.

Ernst Mach.

Von A. Einstein.

In diesen Tagen schied von uns Ernst Mach, der auf die erkenntnistheoretische Orientierung der Naturforscher unserer Zeit von großem Einfluß war, ein Mann von seltener Selbstständigkeit des Urteils. Bei ihm war die unmittelbare Freude am Sehen und Begreifen, Spüren am Denken und Intellektuelle, so stark vorherrschend, daß er bis ins hohe Alter hinein mit den neugierigen Augen des Kindes in die Welt guckte, um sich wuschel am Vorstehen der Zusammenhänge zu erfreuen.

Wie kommt aber ein ordentlich begabter Naturforscher überhaupt dazu, sich um Erkenntnistheorie zu kümmern? Gibt es nicht in seinem Fache wertvollere Arbeit? So höre ich manche meiner Fachgenossen hierauf sagen, oder spüre bei noch viel mehr, daß sie so fühlen. Diese Gesinnung kann ich nicht teilen. Wenn ich an die wichtigsten Studenten denke, die mir beim Lehren begegnet sind, d. h. an solche, die sich durch Selbstständigkeit des Urteils, nicht nur durch bloße Beherzigkeit auszeichnen, so konstatiere ich bei ihnen, daß sie sich lebhaft um Erkenntnistheorie kümmerten. Gerne begannen sie Diskussionen über die Ziele

und Methoden der Wissenschaften und zeigten durch Hartnäckigkeit im Verfolgen ihrer Ansichten unzweifelhaft, daß ihnen der Gegenstand wichtig erschien. Das ist für mich nicht zu verwundern.

Wenn ich mich nicht aus äußeren Gründen, wie Gelderwerb, Ehre und auch nicht oder wenigstens nicht ausschließlich des sportlichen Vergnügens, der Lust am Gehirn-Turnen wegen einer Wissenschaft erwende, so muß mich als Jünger dieser Wissenschaft die Frage lebhaft interessieren: Was für ein Ziel will und kann die Wissenschaft erreichen, der ich mich hingabe? Inwiefern sind denn allgemeine Ergebnisse „wahr“? Was ist wesentlich, was beruht nur auf Zufälligkeiten der Entwicklung?

Um nun Machs Verdienst zu würdigen, darf man nicht die Frage aufwerfen: Was hat Mach in diesen allgemeinen Fragen erreicht, was kein Mensch vor ihm errang? Die Wahrheit in diesen Dingen muß immer und immer wieder von kräftigen Naturen neu gemessen werden, immer entsprechend den Bedürfnisse der Zeit, für die der Forscher arbeitet; wird ein



Ernst Mach

nicht immer neu erzeugt, so geht sie uns über-

Suhteellisuusteoria ja relationaalinen aika

Mach kannatti relationaalista aikaa. Relationaalinen aika ei ole sama kuin relativistinen aika.

	Absoluuttinen samanaikaisuus	Relationaalinen aika
Newton	Kyllä	Ei
Mach/Leibniz	Kyllä	Kyllä
Einstein	Ei	Kyllä



aika 1



aika 2



aika 3



aika 4

Suhteellisuusteoria ja relationaalinen aika

Suhteellisuusperiaate: lepotila vapaasti valittavissa

Koordinaatio-transformaatio: valitun lepotilan suhteen liikkuvan objektin ajankulku hidastuu ja pituus pienenee

Relationaalinen aika ei ole sama kuin relativistinen aika.



Suhteellisuusteoria ja energian säilymislaki

Energian säilymislain rooli Suhteellisuusteoriassa on täysin sekava. Jo pimeän energian oskillaatio herättää kysymyksen yhteensopivuudesta: Voiko kokonaisenergian määrä pysyä samana, jos pimeän energian määrä muuttuu?

Suhteellisuusteoria ja energian säilymislaki

HISTORY AND ROOT
OF THE PRINCIPLE OF THE
CONSERVATION OF ENERGY

BY
ERNST MACH

TRANSLATED FROM THE GERMAN AND ANNOTATED BY
PHILIP E. B. JOURDAIN, M.A. (Cantab.)

CHICAGO
THE OPEN COURT PUBLISHING CO
LONDON
KEGAN PAUL, TRENCH, TRÜBNER & CO., LTD.
1911

J. J. Stinson

Suhteellisuusteoria ja Machin periaate

Machin periaate on ristiriidassa yleisen suhteellisuusteorian kanssa. Einstein keksi termin “Machin periaate” ja piti sitä johdatuksena yleiseen suhteellisuusteoriaan, mutta joutui lopulta toteamaan ristiriitaisuuden: itsenäiset inertiaaliframet; valonnopeudella etenevät vaikutukset.

D. W. Sciama. *On the origin of inertia*. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 113, pp. 34–42, 1953.

M. Reinhardt. *Mach's principle — A critical review*. Zeitschritte fur Naturforschung A, 28, pp. 529–537, 1973.

D. J. Raine. *Mach's principle and space-time structure*. Reports on Progress in Physics, 44, pp. 1151– 1195, 1981.

Suhteellisuusteoria

I discredit the present-day relativity theory, which I find to be growing more and more dogmatical... it has already been both fruitful and of permanent value to mathematics. Will it, however, be able to maintain its position in the physical conception of the universe of some future period as the theory which has to find a place in a universe enlarged by a multitude of new ideas? Will it prove to be more than a transitory inspiration in the history of science?

Machin yleisesti tunnetut roolit

- metafysiikan vastustaja
- atomi-hypoteesin vastustaja
- Fysikalistisen ajattelun isä
- Suhteellisuusteorian innoittaja

Machin yleisesti tunnetut roolit

Metafysiikan vastustaja → Tarpeellisen metafysiikan kannattaja ja ylimääräisen metafysiikan vastustaja. Väärintulkinnasta seurasi vuosikymmenten katastrofi filosofiassa jonka seurauksista ollaan ehkä toipumassa, ja mikä jatkuu edelleen fyysikkojen ajattelussa (metafysiikan roolia teorioissa ei tiedosteta).

Machin yleisesti tunnetut roolit

Fysiikan tehtävä on antaa havaintojen matemaattinen kuvaus → Fysiikan tehtävä on ymmärtää luontoa, eli tavoitteena on yhtenäinen fysiikka jonka sydän on selkeä luonnonfilosofia ja joka antaa tarkat ennusteet matematiikkaa käyttäen.

Machin yleisesti tunnetut roolit

Suhteellisuusteorian innoittaja ➔

Relationaalisen ajan puolestapuhuja, joka hylkäsi suhteellisuusteorian, joka on ristiriidassa Machin tärkeimpien periaatteiden kanssa.

Machin yleisesti tunnetut roolit

Atomi-hypoteesin hylkääjä ➔ Kyllä, mutta lähinnä ei-mekanistisen selityksen etsimisen takia.



Ernst Mach 1838-1916