

TUDOMÁNYOS MÓDSZERTAN





SZÉCHENYI TERV

TUDOMÁNYOS MÓDSZERTAN

**Készült a TÁMOP-4.1.2-08/2/A/KMR-2009-0041 pályázati projekt keretében
Tartalomfejlesztés az ELTE TátK Közgazdaságtudományi Tanszékén
az ELTE Közgazdaságtudományi Tanszék,
az MTA Közgazdaságtudományi Intézet,
és a Balassi Kiadó
közreműködésével.**



Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
06 40 638 638



MAGYARORSZÁG MEGÚJUL



A projekt az Európai Unió
támogatásával valósul meg.

ELTE TáTK Közgazdaságtudományi Tanszék

TUDOMÁNYOS MÓDSZERTAN

Készítette: Kőhegyi Gergely, Kutrovácz Gábor,
Margitay Tihamér, Láng Benedek, Tanács János
és Zemplén Gábor

Szakmai felelős: Kőhegyi Gergely

2011. január

TUDOMÁNYOS MÓDSZERTAN

6. hét

Tudományos elméletek egyesítése

Készítette: Köhegyi Gergely, Kutrovácz Gábor, Margitay
Tihamér, Láng Benedek,
Tanács János és Zemplén Gábor

Szakmai felelős: Köhegyi Gergely

Tudományos elméletek egyesítése

- Redukció

Elméletek visszavezetése más („alapvetőbb”) elméletekre

- Unifikáció

Elméletek egyesítése egy új keretelmélet formájában

A redukció fogalma

- A „visszavezetés”: jelenségek különböző köreire vonatkozó két tudásterület relációja.
- T_1 elmélet minden entitása felfogható mint egy alapvetőbb T_2 elmélet entitása(inak konfigurációja).
Pl. „fény” (optika) = „elektromágneses hullám” (ED)
Pl. Reprezentatív fogyasztó
- T_1 elmélet minden törvénye, jelensége leírható és megmagyarázható a T_2 elmélet nyelvén és törvényeivel.
Pl. „fénytörés” → elektromos és mágneses térerősségvektorok tangenciális komponenseinek egyenlőségéből két felület határán
Pl. makroökonomiai ciklusok → a sokkokra reagáló racionális ágensek viselkedéseinek összessége

A redukció fogalma

- Episztemológiai (ismeretelméleti) redukcionizmus: a jelenségeket egy alapvetőbb szinten meg tudjuk magyarázni.
 - Pl. piaci kereslet egyéni döntésekből
 - Pl. halmazállapot a kémiai kötésekből
 - Pl. nyomás a molekulák mozgásából
- Ontológiai (lételméleti) redukcionizmus: a valódi létezők az alapvetőbb szinten vannak, a felső szint csak „látszat”.
 - Pl. egyéni döntés preferenciákból + (költségvetési korlát)
 - Pl. evolúciós folyamatok a molekuláris szintről
 - Pl. rugalmas testek ütközése az anyagszerkezetükből

Hányféle redukció létezik?

- *The Structure of Science* (Ernst Nagel):
 - Homogén redukció: ha a redukált T_1 elmélet nem tartalmaz olyan leíró terminust, amely nincsen meg a T_2 redukáló elméletben.
 - Pl. Galilei mozgástörvényei Newton mozgástörvényeire
 - Heterogén redukció: logikailag nem levezethető az egyik a másikból, de fenn kell állnia a következőknek:
 - az összeköthetőség
 - származtathatóság
 - Pl. Termodinamika a statisztikus fizikára

A hídtörvények (bridge law)

- Hídtörvény (HT): valamilyen identitásrelációt kell megfogalmaznia.
 - klasszikus fizikai optika – modern optika: létezők megfeleltetései egymásnak: fényhullámok - elektromágneses hullámok
 - így a redukció során valamilyen azonosság kerül megállapításra (HT=redukciós függvények)
 - pl. sok munka után rájövünk, hogy a gének = DNS

Példa 1: Atomizmus a 17. században

- I. e. 5. sz., Démokritosz, Leukipposz: atomok + űr
- 17. sz.: újjáéledés: arisztotelészi természetfilozófia alternatívája
 - a század közepére általánosan elfogadott (nem empirikus!)
„korpuszkuláris filozófia”
- Mechanisztikus felfogás: a részek viselkedésével magyarázható az egész viselkedése (vs. organikus felfogás)
 - a látható jelenségek magyarázhatók az atomok viselkedésével
- Feladat: I. leírni az atomok viselkedését, mozgását
II. ebből magyarázni a tapasztalatot

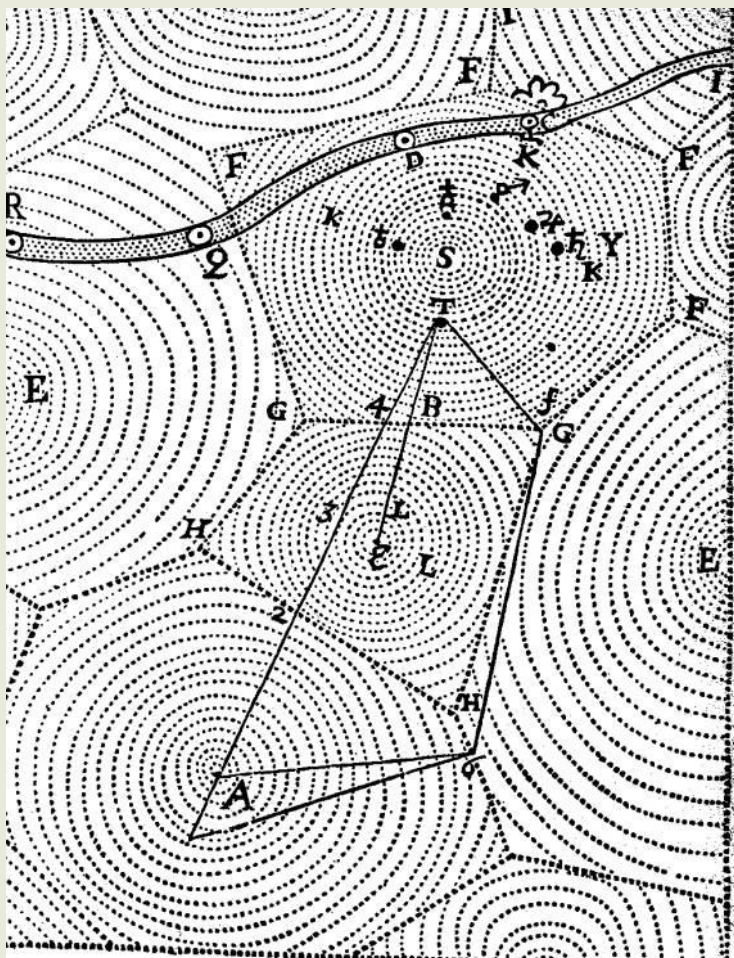
Példa 1: Atomizmus a 17. században

Descartes korpuzkularianizmusa

- Nem atomista: nincs űr → végtelen kis testek „plenum”-a
- I. atomok mozgása két lépésben magyarázandó:
 1. szabad mozgás: hogyan mozognának kölcsönhatás nélkül
 - a) tehetetlenség (impetus elmélet → Galilei → Descartes letisztázza)
 - b) egyenes vonalú (korábban: körmozgás az alapvető)
 2. ütközés: 7 „szabály” alapján (ezek később 1 kivétellel buknak)
- De ami marad: matematikai szabályok alapján kell leírni a mozgást.
 - Módszer: az ütközések közti idő „tartson a nullához”.

Példa 1: Atomizmus a 17. században

- Descartes korpuszkularianizmusa



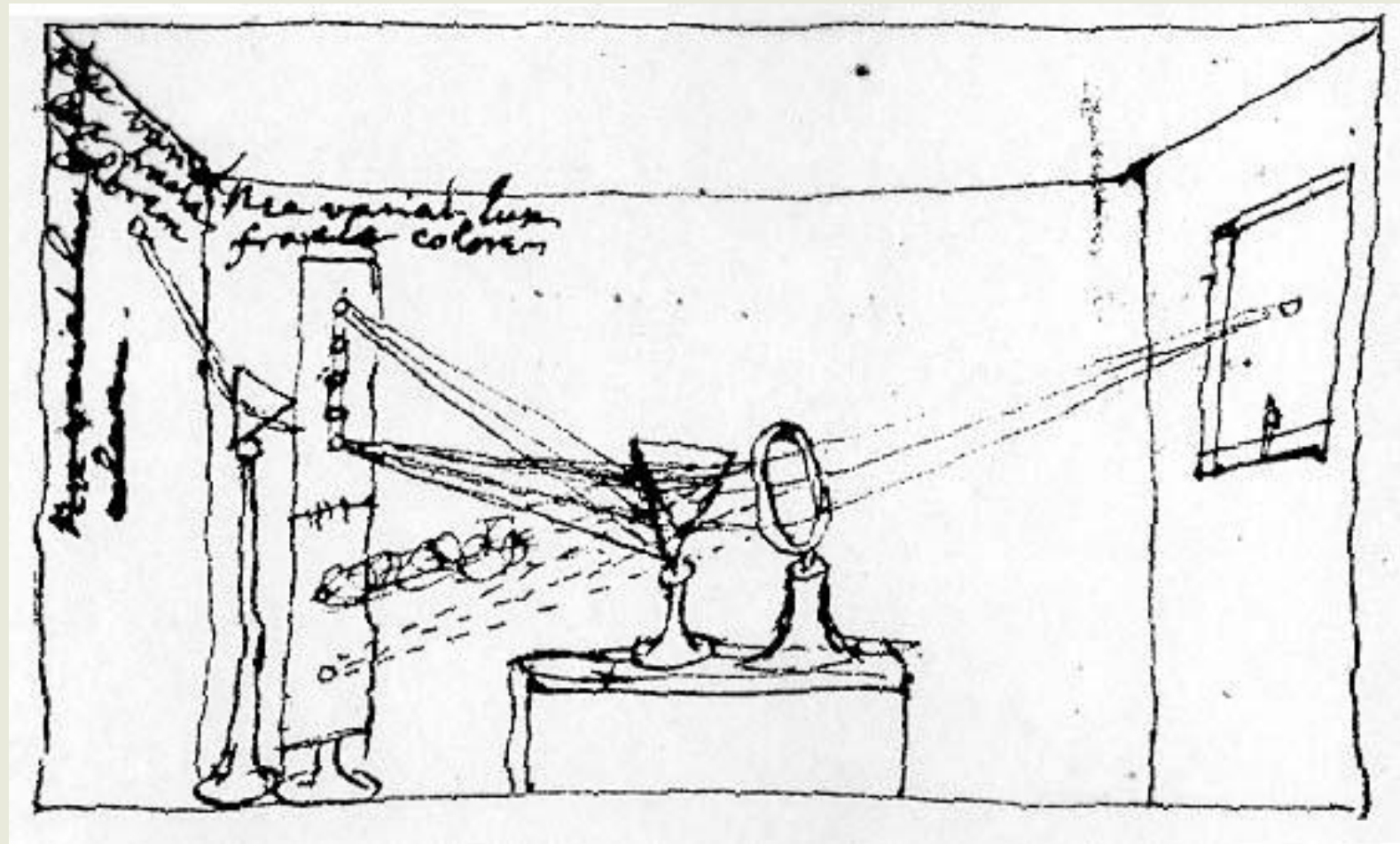
- II. a mozgások eredménye: anyagörvények
- nem lehet űr → az egyenes vonalú mozgás során távozott anyagot pótolni kell → végső soron csak körmozgások vannak
- a szomszédos örvények „összetartják” egymást
- magyarázható: Naprendszer mozgása, Hold mozgása, gravitáció, kémia, geológia, optika, stb.
- egyetemes redukcionizmus: minden fizikai jelenség erre vezethető vissza

Példa 2: A színek redukciója törékenységre

- Egy példa a sikeres korpuszkuláris magyarázatra:
- Newton optikai kísérletei: 1664–1666
 - „Frissen” felfedezett törvény a fénytörésről
 - prizmakísérlet
 - korpuszkulásis szemlélet
 - elszigetelt, de örökösen ügyes kísérletező



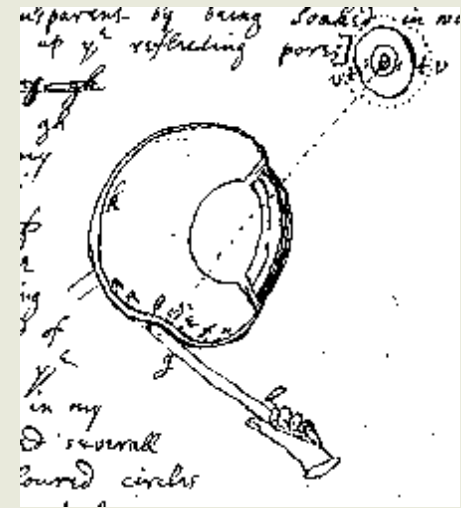
Példa 2: A színek redukciója törékenységre Newton (publikált) kísérlete



Példa 2: A színek redukciója törékenységre

Newton (publikált) kísérlete

- Hogyan magyarázható a látott megnyúlt kép?
- Hullám? Akkor a sarkon bekanyarodna a fény (Grimaldi 1665).
- Ha korpuszkuláris szemléletünk van (az van), akkor mitől van, hogy
 - nagyobb nyomás – vörös,
 - kisebb fénytörés – vörös.
- A vörös fény „erősebb”!
- Lehetséges megkülönböztetések:
 - a részecske sebessége alapján,
 - részecskeméret alapján.



Példa 2: A színek redukciója törékenységre

Newton (publikált) kísérlete

- Tegyük fel, hogy a részecskék (így a fény részecskéi is) különböző méretűek.
- Ezt elfogadva meg tudunk magyarázni
 - egy eddig nem ismert tulajdonságot: a „törékenységet”,
 - egy már ismert tulajdonságot: a színt.
- EZ is redukció! De pontosan hogyan is?

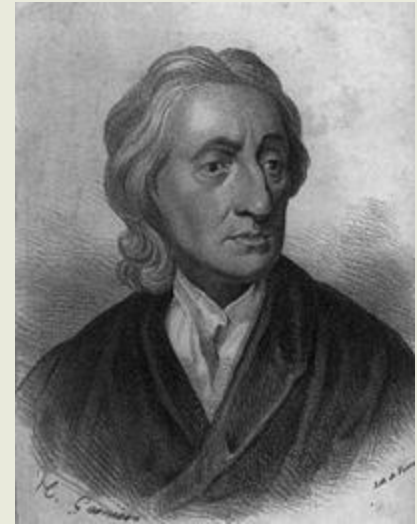
Példa 3: Elsődleges és másodlagos tulajdonságok

- Korpuszkuláris filozófia háttérében: az atomoknak csak bizonyos tulajdonságai reálisak (pl. alak), a többi nem (pl. íz).
- Galilei: az anyag belső tulajdonságai, amelyek a matematika nyelvén kifejezhetők (alak, nagyság, szám) \Leftrightarrow az anyag által okozott tulajdonságok (az érzékszervekben: szín, hő, hang, íz, stb.).
- Gassendi, Descartes: csak az elsődleges tulajdonságok alapján kell magyarázni a Természetet: testecskek tulajdonságai \rightarrow ezek száma, elrendeződése, alakja, mérete (és térbeli helyzete) mindenre magyarázatot ad.
- Newton: az elsődleges tulajdonságok képesek másodlagos tulajdonságok érzeteit kelteni bennünk – mi pedig képesek vagyunk új elsődleges tulajdonságokra találni, ha ügyesen kutakodunk (pl. a fény törékenységére).

Példa 3: Elsődleges és másodlagos tulajdonságok

- John Locke (1632–1704)
- „Értekezés az emberi értelemről” (1690): a modern tudomány követelményeinek megfelelő nagy hatású ismeretelméleti mű.
- Elsődleges és másodlagos tulajdonságok megkülönböztetése
 - Az elsődlegesek közvetlenül mérhetők (szín, íz nem. És a hő?).
 - Az elsődlegesek több érzékszervvel is észlelhetők (látás, tapintás) → ezek magukhoz a testekhez tartoznak, míg a másodlagosak a testek és az érzékek kölcsönhatásához.
 - Tehát: az elsődlegesekkel a testek mindig aktuálisan rendelkeznek, míg a másodlagosok csak „erők”, hogy érzeteket keltsenek. (Diszpozíció, mint pl. törékenység.)

- „Ha elég pontos érzékeink lennének, hogy kivehessük a testek apró részecskéit, és a valódi felépítést, amin az érzékelhető minőségek múlnak, nem kétlem, hogy ezek a mostanitól különböző ideákat okoznának bennünk; mert ami most az arany sárga színe, az eltűnne, és helyette bizonyos méretű és alakú részek csodás szövődékét kellene látnunk. Ezt a mikroszkópok világosan megmutatják: mert ami puszta szemünkben színeket okoz, az felnagyítva egészen másnak mutatkozik; és ha egy látszólag színes tárgy apró részeinek arányait megváltoztatjuk, akkor ezzel megváltoznak a bennünk okozott ideák is.”
(*Értekezés az emberi értelemről* II.xxiii.11)



Ch. 8. LOCKE'S ESSAY. 31

'senses, produce in us those different sensations, which we have from these bodies. It being no more impossible to conceive, that God should annex such ideas to such motions, with which they have no similitude, than that he should annex the idea of pain to the motion of a piece of steel dividing our flesh, with which that idea hath no resemblance.'

§. 8. The ideas of primary qualities of bodies are resemblances of them; and their patterns really exist in bodies themselves: But the ideas produced in us by secondary qualities, have no resemblance of them at all: And what is sweet, blue, or warm in the idea, is but the certain bulk, figure, and motion of the insensible parts in the bodies themselves, which we call so.

Példa 3: Elsődleges és másodlagos tulajdonságok

- Episztemológiai (ismeretelméleti) redukcionizmus:
a jelenségeket egy alapvetőbb szinten meg tudjuk magyarázni.
 - Ontológiai (lételméleti) redukcionizmus: a valódi létezők az alapvetőbb szinten vannak, a felső szint csak „látszat”
- Locke ontológiai redukcionista, de kétli, hogy a magyarázat szintjén is vissza tudunk-e vezetni (érzékszervek korlátai).

Példa 4: A termodinamika redukciója a statisztikus fizikára

- 18. sz.: hő: másodlagos tulajdonság, de mérhető (kiegyenlítődik).
→ egyfajta fluidum: „kalorikum” (Lavoisier, Laplace).
- 19. sz. eleje: megmarad-e a hő? S. Carnot: gőzgép esetén igen (de átalakulhat munkává) \Leftrightarrow J. Joule: elektromos motorok esetén nem: disszipáció.
- 19. század közepe: virágzik a „fenomenologikus” termodinamika, de nincs egyetértés abban, hogy mi a hő.
- ‘40-es évek vége: energiamegmaradás tétele
→ összefüggés a hő és a mechanikai munka, mechanikai energia között. DE: mi lehet az összefüggés?

Példa 4: A termodinamika redukciója a statisztikus fizikára

- 1857, R. Clausius: „A hőnek nevezett mozgás természete”
→ kinetikus elmélet: a hő a molekulák mozgási energiája.
- Egyrészt egyesíti a „termodinamikát” a kémiai atomelmélettel, másrészt egy csomó „misztikus” fizikai fogalmat megmagyaráz, méghozzá newtoniánus alapon (hőmérséklet, nyomás, stb.).
- Probléma: a termodinamikai folyamatok irreverzibilisek (entrópiánövekedés), míg a mechanikai folyamatok reverzibilisek
→ hogyan lehetne visszavezetni egyiket a másikra?
- 1860-as évek: statisztikus eszközök (→ új a fizikában) (Maxwell), Boltzmann: mikro- és makroállapotok
→ az entrópia: valószínűségi jellegű, a relatív valószínűségekről szól (1877).
- Probléma: hol vannak a valószínűségek? (Bennünk vagy a külvilágban?)
- Továbbra is feszültség a mechanika és termodinamika között
→ többek közt ez vezet el a kvantumelmélet megszületéséhez.

Példa 4: A termodinamika redukciója a statisztikus fizikára

Tanulság

- Az ontológiai redukció:
 - itt problémás, mert csak akkor megy, ha a valószínűséget a világ részeként értelmezzük.
- Az episztemológiai redukció működik:
 - egyrészt visszavezet egy jelenségkört egy másikra, amit alapvetőbbnek látunk és jobban ismerünk,
 - másrészt egy csomó területet egyesít a magyarázat szintjén
 - egységesítő szerep (unifikáció: lásd később).

További példák

- Matematikai területek halmazelméleti-logikai megalapozása (lásd később)
- Evolúciós folyamatok génekre (mémekre?)
- Érzékelés a pszichofiziológiára:
 - A szubjektív érzeteket mérhető ingerekhez rendelve közvetve mérhetővé teszik.
 - Weber-Fechner féle érzékelési törvény
 - $\Delta S/S = K \times E$ = állandó (Weber-tört)
 - $E = K \times \log S + B$ (Weber-Fechner-tv.)
- Módszertani individualizmus
 - Csoportviselkedése magyarázata az egyének viselkedésének összességéeként
 - Makroökonómia mikroökonómiai megalapozása

Tudományok közötti redukció?

- A „tudományok egysége”
- Oppenheim–Putnam (1958):
 - elemi részecskék
 - atomok
 - molekulák
 - élő sejtek
 - többsejtű organizmusok
 - társas csoportok
- (Megjegyzés:
a redukció tranzitív)
- Fizikalista redukció:
 - Ontológiai szint: csak a fizikai létezők vannak, a többi csak ráarakódik.
 - Episztemológiai szint: mindent vissza kell vezetni a fizikára.
 - Pl.
 - pszichológia:
neurofiziológiai struktúrák működése,
 - társadalomtudományok:
„módszertani atomizmus”.

Meddig folytatható a redukció?

- Kommunikációelmélet ←
- Szociológia-makroökonómia
- Pszichológia-mikroökonómia
- Biológia
- Fizika-Kémia
- Matematika
- Halmazelmélet
- Logika
- Nyelvészet →

Folytonos a redukció?

- Társadalmi (csoport)viselkedés
 - Egyéni viselkedés
 - Elmefolyamatok
 - Agyi folyamatok
 - Élő organizmusok
 - Élettelen vegyületek
- A team jobban teljesít, mint az egyének elkülönülten?
 - Elme az agyban versus gondolkodó (számító)gépek
 - Turing-teszt
 - J. Searle: Kínai szoba gondolat kísérlet
 - Miből áll a klorofill? És az inzulin?

Unifikáció

- Alkalmas a szintbeli ugrások kezelésére is.
- Új elméleti keret jön létre, amelynek az eredetiek csak speciális esetei.
- P. Kitcher:
 - A magyarázandó mondatok (konzisztens) összességéből indulunk ki (K).
 - A magyarázat $E(K)$ a K-t lehető legjobban egyesítő mondatok összessége (vagy a K-t legjobban szisztematizáló mondatok)
 - égi és földi jelenségek azonos mechanikája
 - newtoni dinamikus korpuszkuláris modell – néhány alapfeltevéssel fizikai, optikai, kémiai jelenségek magyarázata
 - Darwin evolúciós elmélete – a fajok kialakulásának vázlata
 - Sikeres érvelési minták

Példa 1: A mechanisztikus világkép

- Az arisztoteléliánus természetkép egyik metaforája a makkból felnövő fa: ez alapján kell a mozgásokat megérteni \Leftrightarrow a 17. sz. uralkodó metaforája az óramű: apró kis alkatrészek mechanikus mozgása adja ki a rendszert.
- A 14–15. sz.-tól katedrálisok órái: rend, szabályosság, érthetőség példái (gyakran kis jeleneteket imitálnak).
- „Célom megmutatni, hogy az univerzum gépezete nem egy isteni lényhez, hanem órához hasonló.” (Kepler)
- A természeti világ „úgy, ahogy van, egy hatalmas óramű”. (Boyle)

Példa 1: A mechanisztikus világkép

Mechanizmus vs. organizmus

- *Mechanisztikus* felfogás:

Egy rendszer működése a részek működésének összessége, és a rendszer megértése részeinek megértéséből épül fel (mechanikus magyarázat).
Pl. az óramű működése.



- *Organikus* felfogás:

Egy rendszer több, mint részeinek egyszerű összessége, és működése nem érthető meg a részek ismeretéből – valójában a részek érthetők meg a rendszer egésze felől (funkcionális magyarázat).

Pl. egyes szervek működése,

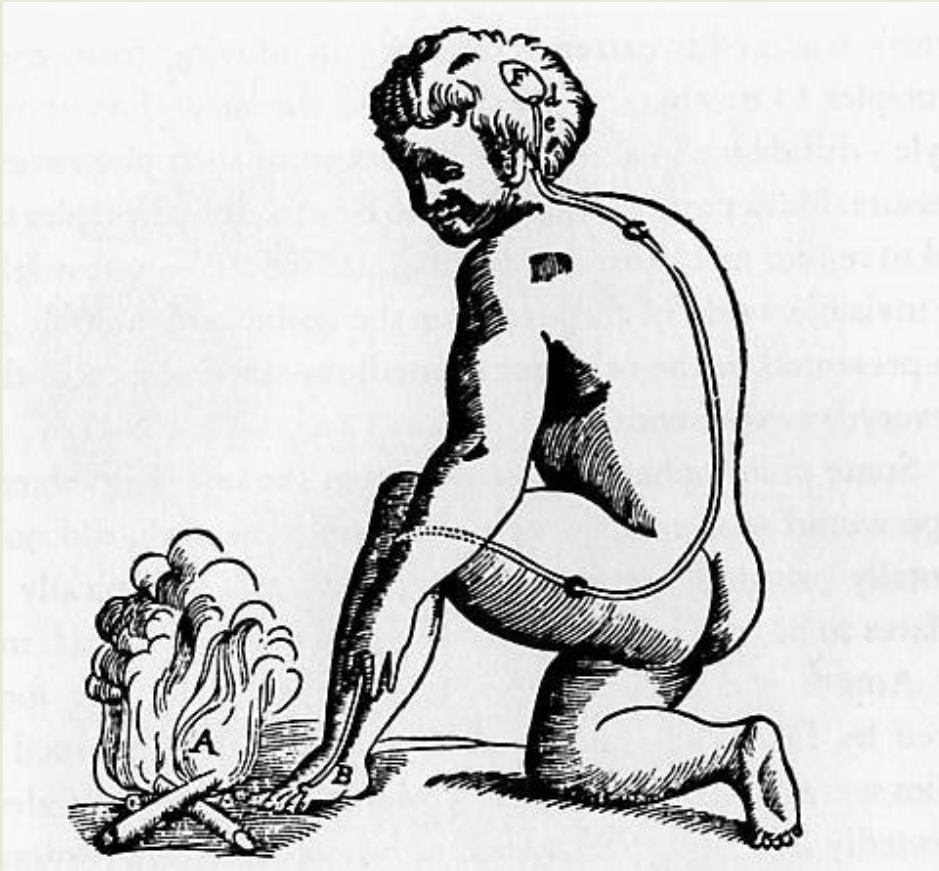
⇔ 17. sz.: az élő szervezetet is „mechanizálják”.

Példa 1: A mechanisztikus világkép

Az élő szervezet mint mechanizmus

- Boncolások: a mozgások és szervek kapcsolata
- Pl. William Harvey: a vérkeringés feltérképezése (1628)
- ⇒ Descartes: ez mechanikusan magyarázható:
a szívben kis tűz ég, amely kitágítja és „elpárologtatja” a bal kamrába érkező vért → a szív kitágul, a kapuk kinyílnak, a vér távozik, majd lehűl → a szív összehúzódik, kinyílnak a túlsó kapuk, belép a lehűlt vér.
(Lásd: *Értekezés a módszerről* (V.), 1637)
- Hasonlóképpen magyarázható pl. az izmok működése.
- Az élő szervezet mint Isten alkotta automata
- „...ha volnának olyan gépek, amelyek egy majom vagy más oktalan állat szerveivel és külső alakjával bírnának, semmiképp sem tudnók felismerni, hogy nem egyeznek meg mindenben ezekkel az állatokkal.” (Descartes)

Példa 1: A mechanisztikus világkép Az élő szervezet mint mechanizmus



Descartes
illusztrációja a
reflexek
mechanisztikus
magyarázatához

Példa 2: Rendszerelmélet

- Extenzív változók (összeadódó mennyiségek) (X): térfogat, energia, áramerősség, távolság, *mennyiség*, stb.
- Intenzív változók (kiegyenlítődő mennyiségek) (Y): nyomás, hőmérséklet, feszültség, erő, *ár*, stb.
- Az intenzív változó különbségek extenzív változó áramlást indítanak el (kiegyenlítődésre törekszenek).
- Általánosított ellenállás (R): az extenzív mennyiségek áramlását akadályozza.
- Fundamentális törvény: $\Delta X = \Delta Y / R$
- Elérési utak: irreverzibilitás

Példa 3: Azonos matematikai modell

Newton-féle általános gravitációs törvény

$$F \sim \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Coulomb-törvény

$$F \sim \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Azonos természetű jelenségek?

Különböző szintek elkülönítése

- A redukció és unifikáció alternatívája
- A leírás különböző szinteken (elektronok, mechanikai testek, élő szervezetek, társadalmi egyének, stb.) ismétlődik.
- A reprezentatív fogyasztós modell nem inkább ilyen?