

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

Készítette: Kőhegyi Gergely, Kutrovácz Gábor, Margitay Tihamér, Láng

Benedek, Tanács János és Zemplén Gábor

Szakmai felelős: Kőhegyi Gergely

2011. január



5. hét

Tudományos elméletek megerősítése és elvetése

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

Szakmai felelős: Kőhegyi Gergely

Tudományos elmélet mint ismeretelméleti probléma

- A tudomány is egyfajta megismerési forma.
- Megismerési forma még a kávézaccból jósolás, vagy a „jók és rosszak harca” képzet is.
- A tudomány (propozicionális) tudás igényű megismerési forma.
- Tehát a tudományos tudás is egyfajta tudás: proposíció formájában megfogalmazott, (1) fallibilisen igazolt (2) igaz (3) vélekedésekből kell, hogy álljon.
- (3) Honnan származik a vélekedés?→Felfedezés kérdése (lásd később)
Pl.: Úgy vélem, hogy $F=m \times a$...
- Propozicionális jelleg: A kognitív folyamatok a nyelvben testet öltenek (Bécsi Kör véleménye).
- (2) Igazak-e az elmélet állításai? Tényleg úgy működik-e a világ, ahogy az elmélet

leírja? → Tudományos elméletek és valóság viszonyának kérdése (lásd később).

- (1) Mi biztosítja, hogy hitünk az elméletben fallibilisen igazolt? → Tudományos elméletek megerősítésének kérdése (**lásd most!**)

Az igazolás problémája

- Pl. A: Ez a kréta fehér.
- Logikai forma: A (nulladrendű), F(k) (elsőrendű)
- Az állítás igazsága közvetlenül tapasztalatilag ellenőrizhető.
- Pl. A: Ez a konkrét keresleti görbe a kereslet törvényének megfelelően viselkedik.
- Logikai forma: A (nulladrendű), F(k) (elsőrendű)
- A igazsága egy sor premissza igazságából következik (mikroökonómiai elmélet):
 $(P_1 \& P_2 \& \dots \& P_n) \supset A$
- Ha P_1, P_2, \dots, P_n igaz, akkor A is igaz (logikai szükségszerűség).
- Pl. A: Minden alma a hűtőmben piros.
- Logikai forma: $A = \forall x[a(x) \supset p(x)]$, tárgyalási univerzum: hűtőm, vagy $\forall x[(a(x) \& h(x)) \supset p(x)]$
- Ha az a_1, a_2, \dots, a_n hűtőbeli almákra (véges sok eset) mind igaz, hogy $p(a_1), p(a_2), \dots, p(a_n)$ (egyedi állítások), akkor A univerzális állítás is igaz.
- Pl. Normál jószág esetén minden keresleti görbe a kereslet törvényének megfelelően viselkedik.
- Logikai forma: $A = \forall x[k(x) \supset t(x)]$, tárgyalási univerzum: ?
- Mik azok az egyedi állítások, amelyek igazsága esetén A igaz? Végtelen sok ilyen van!
- Ugyanolyan, mint a hollós példa! A tudományos törvények ilyenek (lásd korábban).

Verifikációs elv 1.

(Verifikáció = igazolás)

- Tehát az univerzális állítások igazságát is egyedi állítások biztosítják.
- Egy egyedi állítás (propozíció) csak akkor értelmes, ha empirikus tartalommal bír.
- Egy proposíció jelentése abban a különbségben áll, amit a tapasztalati valóságban az a különbség jelent, ha a mondat igaz vagy hamis
→ mindig meg tudjuk állapítani (elvileg), hogy a tények igazzá teszik-e az állítást vagy sem.
- „Egy mondat jelentése azonos verifikációjának módjával” (Pierce).

Mik nem empirikus állítások?

- A törvényjellegű általánosságok nem empirikus állítások: ezek tapasztalatok sokaságát összegzik.
- Egyedi állítások: pl. „Gábor jó fej”
↔ ez csak akkor működik a tudományban, ha minden tapasztalati szituációban el tudom dönteni, hogy az „x jó fej” nyitott mondat alkalmazható-e az adott tárgyra, vagy sem
→ itt nem: nincsenek egyértelmű kritériumok (pl. mérési utasítások)⇒ a tudományos közösség nem értene egyet ennek verifikálási módjában (lásd később).
- „Gábor tömege 67 kg”: itt már vannak egyértelmű kritériumok, egyetértésre lehet jutni.
- De tapasztaljuk-e közvetlenül Gábor tömegét?
Nem: szigorúan véve azt tapasztalom, hogy milyen számot jelez a mérleg
⇒ legközvetlenebb tapasztalat: érzetadatok
„Itt most fekete”, „Itt most meleg”

⇔ viszont ezek szubjektívek!!!

•Protokolltétel-vita: mik azok a legközvetlenebb empirikus állítások, melyekre építkezhetünk?

Összefoglalva

•A verifikáció alkalmazásának feltételei:

•Legyen egyedi állítás (adott tapasztalati szituációra vonatkozó),

•és legyen adott a verifikálásának módja (objektív igazságfeltételek összessége).

•Problémák, ha lehetőségünk van közvetlen verifikációra:

•Véges sok egyedi állítás nem verifikálhat egy végtelen sokaságra vonatkozó állítást.

•Az egyedi állítások verifikációjánál is szubjektív érzetadatokba ütközünk. Ezek nehezen (vagy egyáltalán nem) objektivizálhatók.

•De azt is nehéz megmondani, hogy mi verifikálható közvetlenül.

•Például a tudományos törvények biztos, hogy NEM!

Verifikációs elv 2.

•Minden elmélet alapját a közvetlenül verifikálható protokolltételek jelentik

→ ha ezeket verifikáltuk (a megadott verifikációs eljárás segítségével), akkor az egész elmélet igazsága ezekre vezethető vissza.

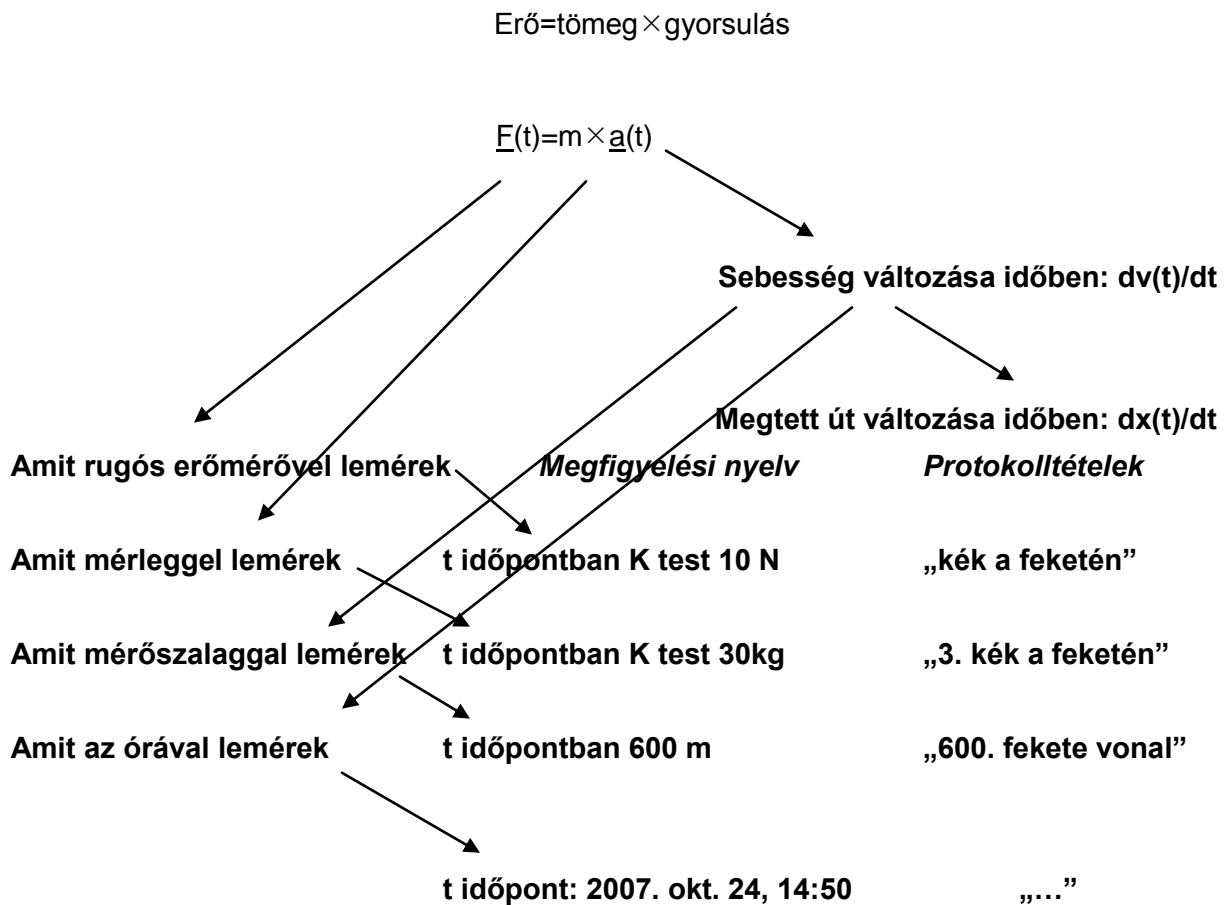
•A protokolltételek igazságából *logikai módon* következik az elmélet igazsága (mert az elméletnek logikailag konzisztens kell lennie).

•De hogyan?

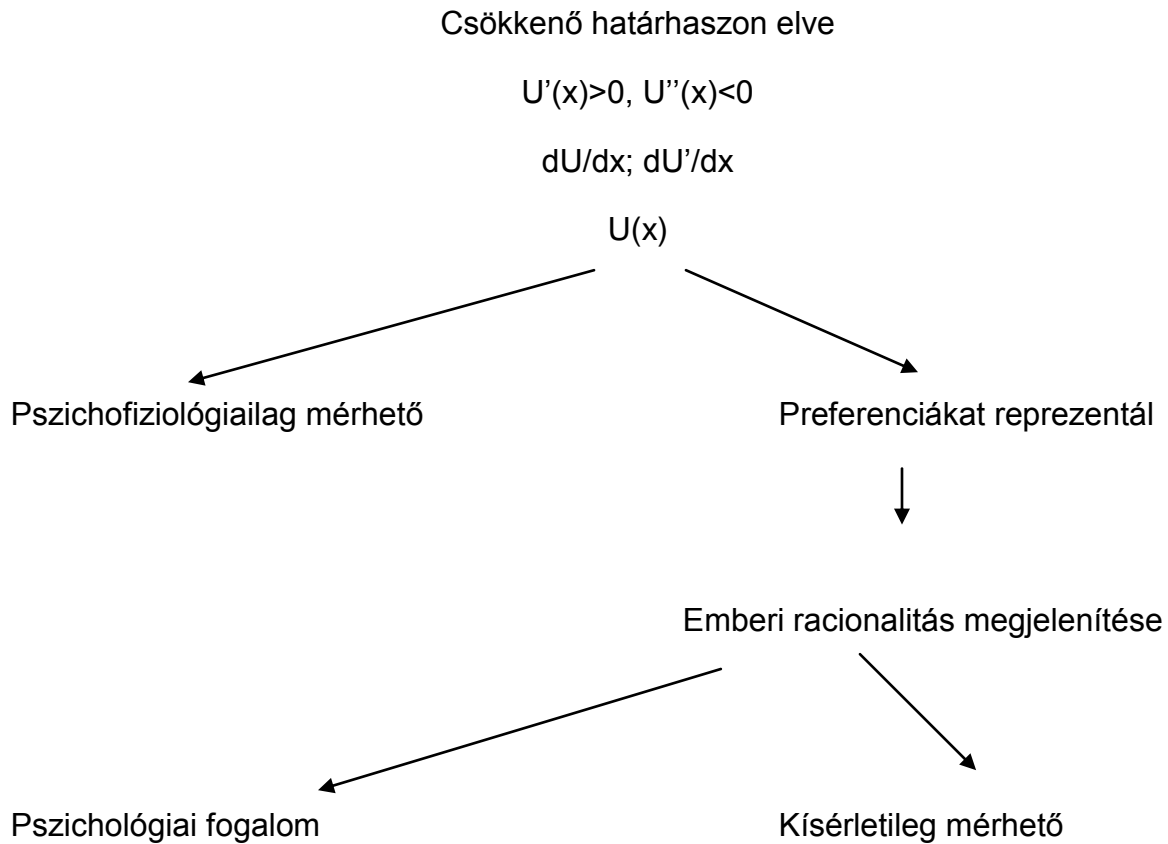
Egységes tudomány fizikai nyelven

(R. Carnap)

- Pl. Newton II. tv.: (elméleti nyelv)



PI. Gossen II. tv.: (elméleti nyelven)



Elméletek ellenőrzése

•Az ellenőrzés 2 alapvető eredményre vezethet:

- igazolás (verifikáció): az elmélet igaz.
PI. a Mars pozícióinak mérési adatai igazolják azt a Kepler-törvényt, mely szerint a bolygók ellipszis alakú pályán mozognak: valóban egy ellipszist rajzolnak ki.
- cáfolás (falszifikáció): az elmélet hamis.
PI. a Michelson–Morley kísérlet eredménye cáfolja az éterelméletet.

Induktív igazolás

- Az empirikus tényeket kifejező megfigyelési állítások logikailag bizonyítják az elméletet.

PI. A veréb madár és tud repülni.

A gólya madár és tud repülni.

A vöcsök madár és tud repülni.

Minden madár tud repülni.

- De: Hume indukciókritikája: ez sohasem lehet egy logikai viszony! (Mondja a strucc.)

•A nagy „induktív bázis” (egyéb feltételek mellett) valószínűvé teheti az elméletet, de sosem teheti biztossá → Tehát sosem bizonyítja!

Hipotetikus-deduktív igazolás

- Az elméletet a következményei által igazoljuk

PI. Elmélet (hipotézis): Minden madár tud repülni.

Kezdeti feltétel: A vöcsök madár.

Következmény: A vöcsök tud repülni.

•Az elméletet „igazoltuk”. De: itt sem lehetünk benne biztosak, hogy nem találkozunk majd egy cáfoló esettel.

•Jobb azt mondani: az elméletet megerősítettük (*korroboráltuk*). Minél több következménye igazolódik, annál valószínűbb, hogy igaz.

A konfirmáció foka (pl. későbbi Carnap)

- Egy elméletet nem lehet empirikusan bizonyítani, de minden újabb korroboráló eset növeli a valószínűségét.
- Vezessünk be valószínűségi értékeket egy elmélet igazságára, és alkalmazzunk egy logikai-valószínűségi kalkulust (pl. tautológiák valószínűsége 1, ellentmondásoké 0, minden másé 0 és 1 között van, pl. a newtoni axiómáké $1-\varepsilon$ (ε nagyon kicsi, mert annyi az alátámasztó tapasztalat))
- Praktikusan persze aligha kivitelezhető...

Cáfolás (Karl Popper)

- Egy deduktív elméletet nem tudunk igazolni,
de akár egyetlen hamis következmény is cáfolja!
- Pl. Minden holló fekete. (*hipotézis*)
Zokni egy holló. (*segédhip.*)
Zokni fekete. (*konklúzió*)
DE Zokni nem fekete! (*tapasztalat*)
Tehát nem minden holló fekete → a hipotézis cáfolata.

Az igazságértékek öröklődése

Érvényes következtetés: Ha a premisszák igazak, akkor a konklúzió is igaz. Tehát a premisszák igazsága „öröklődik” a konklúzióra.

Ha esik az eső, nedves az út.

Esik az eső.

Nedves az út.

Mi a helyzet, ha a konklúzió igaz? Semmi: az igazság visszafelé nem öröklődik.

Ha ork vagyok, akkor $2+2=4$

Ork vagyok.

$2+2=4$.

És ha a premisszák hamisak?

Attól még a konklúzió lehet igaz (meg persze hamis is)!

Lásd fent.

És ha a konklúzió hamis? Akkor legalább az egyik premisszának hamisnak kell lennie!

Lásd legfelül.

(Lásd helyes következtetés fogalma a logikában).

Tehát a konklúzió hamissága öröklődik a premisszákra.

Falszifikációs modell (Karl Popper)

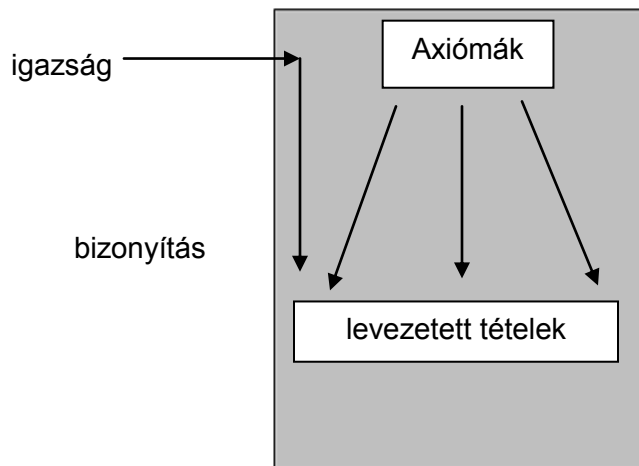
(falszifikáció = cáfolás)

- Ha tehát az elméletek
- csak deduktívak lehetnek,
- és ha deduktív módon nem lehet igazolni őket a tapasztalat segítségével,
- akkor az elméleteket csak cáfolni lehet.
- Vagyis elmélet és tapasztalat összevetésének egyetlen logikus módja a cáfolás
→ a tapasztalati tudománynak az elméletek cáfolására kell törekednie, bizonyítani úgysem tudja őket.

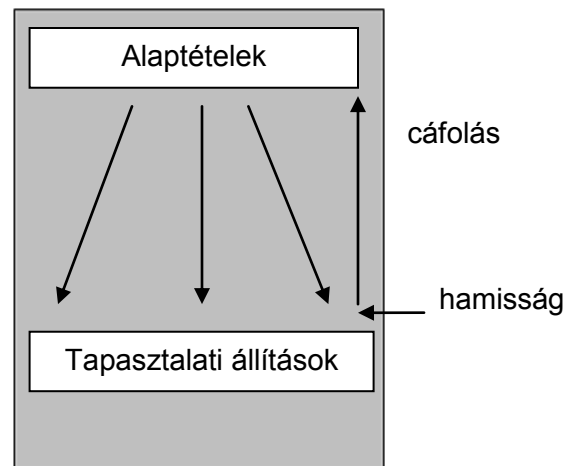
A bizonyító és cáfoló tudományok idealizált modelljei

„Euklideszi” tudomány: *bizonyító*

„Popperi” tudomány: *cáfoló*



Ma a matematika ilyen.



Ma a tapasztalati tudományok ilyenek.

Probléma 1:

nem így működik a matematika

- (Lakatos Imre: *Bizonyítások és cáfolatok*)
- Descartes-Euler-féle poliéder tétel:
 $c - é + l = 2$ (csúcsok, élek és lapok száma)
- Sejtés alapja: **indukció** (pl. kocka, tetraéder, gúla, stb.)
- „Ami engem illet, be kell vallanom, hogy még nem tudtam szigorú bizonyítást

konstruálni erre a tételre... Mivel azonban oly sok esetben bizonyult igaznak, nem lehet kétséges, hogy minden testre vonatkozóan igaz. Az állítást tehát, úgy látszik, kielégítően megindokoltuk.” (Euler, 1758)

Egy bizonyítás (Cauchy, 1813)

- Ha a test „gumilapokból” áll, távolítsunk el egyet, és terítsük ki a síkba $\rightarrow c - é + l = 1$ (-1).
- Minden lapot vágjunk háromszögekre $\rightarrow +1$ $é$, $+1$ l
 $\rightarrow c - é + l = 1$ érvényes marad.
- Vegyük el a háromszögeket egyenként \rightarrow két eset lehetséges (lásd ábra), de az összefüggés mindkettőben érvényes marad.
- Végül egy háromszög marad, és arra igaz.

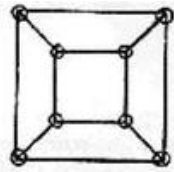


Fig. 1.

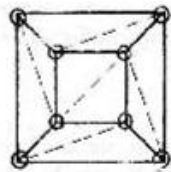
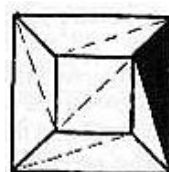


Fig. 2.



(a)

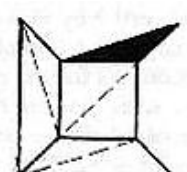
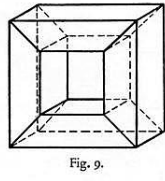
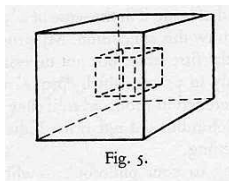


Fig. 3.

(b)

Ellenpéldák



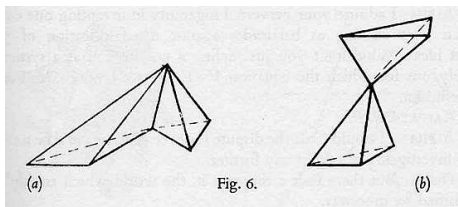
- „kockaos kock”:

$$c - é + l = 4$$

- „képkeret”: $c - é + l = 0$

• la

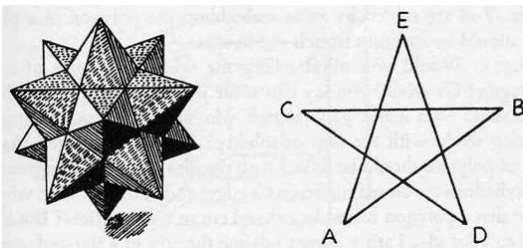
C -



etraéder:

• c

C



Megoldások (Lakatos I.)

- „Bűnös lemmák” keresése (mit tettünk fel a bizonyításban, ami nem igaz?),
- a poliéder definíciójának módosítása (az ellenpéldák nem is igazi poliéderek),
- kimagyarázás, toldozás-foltozás...
- A matematika sem tisztán bizonyító, hanem a cáfolatoknak is fontos szerepe van (szemlélet, intuíció, stb.).

Probléma 2: nem így működik a tapasztalati tudomány

- Nap-neutrínó vita
- Cáfoló tapasztalat: a Napból érkező neutrínók száma jóval kisebb a vártnál.
- Mit cáfol ez?
- Elméleti napfizika: pontosan milyen magreakciók mennek végbe a Nap központi területein.
- Numerikus modellek: milyen belső hőmérséklet, nyomás stb. tételezhető a felszíni adatok alapján.
- Részecskefizika: hogyan viselkednek a neutrínók a Nap és a földi detektor között.
- Radiokémia: milyen reakciók mennek végbe a radioaktív folyadékot tartalmazó detektorban.
- Keresleti függvények meghatározása ökonometriai módszerekkel:
- Cáfoló tapasztalat: az illesztett regresszióban a termék saját árához tartozó paraméter szignifikánsan pozitív, azaz nem teljesül a kereslet törvénye.
- Mit cáfol ez?
- Rossz a regressziós becslés (pl. nem teljesülnek a regressziós feltételek).
- Rossz a függvényforma.
- Rossz a mikroökonómiai elmélet, amelyből a kereslet törvénye adódik.
- Rosszak a mikroökonómiai elmélet axiómái (pl. nem is racionálisak az emberek).

Aluldetermináltsági tézis

(Pierre Duhem, Otto Neurath, Willard van O. Quine)

•Az elméletek mindig összefüggő rendszereket alkotnak, és cáfoló tapasztalat esetén sosem tudjuk, melyik részt cáfoltuk meg.

•Akár már logikailag: a konklúzió hamissága esetén azt tudjuk, hogy *legalább az egyik* premissza hamis, de azt nem, hogy melyik

.Premisszák: P_1, P_2, \dots, P_n

•Konklúzió: K

•Törvény: $(P_1 \& P_2 \& \dots \& P_n) \supset K$

•Cáfoló tapasztalat: K hamis

•Logikai következmény: $P_1 \& P_2 \& \dots \& P_n$ hamis (azaz VALAMELYIK premissza hamis, de nem tudjuk, hogy melyik!)

•Pl. Ha Gábor ananászlét iszik, mindig megbetegszik.

Gábor tegnap ananászlét ivott.

Gábor ma beteg.

Duhem (korai) kritikája

a falszifikációról

•A kísérletező fizikus egy sor elméleti kijelentés igazságát fogadja el munkája során.

•„... a fizikus sohasem végezheti el egyetlen, kiragadott hipotézis kísérleti tesztjét, csak egy egész csoportét; amikor a kísérlet az előrejelzésekkel nem egyezik, csak annyit tud meg, hogy a csoportot alkotó hipotézisek közül legalább egy elfogadhatatlan és módosítandó; de a kísérlet nem mutatja meg, melyiket kellene megváltoztatni” (Duhem

1954. *The aim and structure of physical theory*. Princeton, N.J.: Princeton University Press. 187. o.).

- Ez a híres Duhem-féle holizmus tétele. Duhem érvelése alátámasztotta konvencionalista, holista pozícióját, amely szerint a fizikus dönteni tud a hipotézisek egy kitüntetett csoportjának elfogadásáról, és ez a választás – mivel több ilyen lehetséges hipotézishalmaz választható – aluldeterminált.

- így a kísérlet sikertelensége esetén nem tudja eldönteni, hogy melyik feltételezés hibás (csak annyit tud, hogy legalább egy hibás) – az elméletet nem tudjuk „a labor ajtaja előtt hagyni”.

Willard van Orman Quine: Aluldetermináltság

„Bármely kijelentést igaznak tarthatunk minden körülmények között, ha a rendszer egy másik részének megváltoztatása eléggé radikálisan történik. Még egy, a perifériához közel eső állítást is – a makacs tapasztalás dacára – igaznak tarthatunk, a hallucinációra való hivatkozás, vagy a logikai törvényeknek nevezett állítástípusok módosítása által; és fordítva is ez a helyzet: egyetlen állítás sem immunis a revízióval szemben. Még a „kizárt harmadik” logikai törvényének módosítását is javasolták a kvantummechanika egyszerűsítésének céljából; és milyen elvi különbség van egy ilyen változtatás és az olyanok között, amely által Kepler rendszere kiszorította Ptolemaioszét, Einsteiné a newtonit, vagy Darwiné az arisztotelészt?” Quine: Az empirizmus két dogmája

„Mindegyikünk számára adottak tudományos hagyományok, és az érzéki ingerek szolgáltatva zárótűz; és azok a megfontolások, amelyek arra indítanak bennünket, hogy a folyamatos érzéki ösztönzést hozzáidomítsuk ezekhez a tudományos hagyományokhoz, ahol racionálisak, egyben pragmatikusak is.”http://nyitottegyetem.phil-inst.hu/tudfil/ktar/forr_ed/quine.htm

Vegyes igazolás

kísérleti trv1

kísérleti trv2 → Elmélet → Kísérleti trv n

kísérleti trv3

→ egy korábban nem ismert kísérleti törvény egyezése a tapasztalatokkal megerősíti az elméletet.

•Mindezek gyakorlati szempontból megerősítik az elméletet, így az *robustus* lesz.

⇔ ez logikai értelemben nem konkluzív (nem lesz bebizonyítva), de praktikus értelemben kevés okunk lesz kételkedni benne (beágyazódik a működő tudásunk összességébe, esetleg alapjaiba).