

BME

Filozófia és Tudománytörténet Tanszék

1111 Budapest, Sztoczek J. u. 2-4. fsz. 2.

Telefon: 463-1181

zemplen@filozofia.bme.hu

Kutatásmódszertan

Kísérlet és megfigyelés

A kiindulás

- „Bevett nézet”: tudományunkat az különbözteti meg más megismerési formáktól, hogy alapvetően ***tapasztalati adatokra*** épül (+ racionalitás, stb...)
- A mai óra problémái
 - Egy kis meglepetés...
 - Miért is olyan fontos a tapasztalat?
 - Hogyan szerezhető meg?
 - Mire jó?

Simplicio: Tehát te nemcsak hogy százszor nem, de egyetlenegyszer sem végezted el a próbát, és mégis egyszerűen bizonyos vagy az eredményben? Visszatérek a hitetlenségemhez és kezdeti meggyőződéseemhez, hogy a főbb szerzők, akik hivatkoznak rá, végrehajtották a kísérletet, és pedig az általuk előadott eredménnyel.

Salvati: Kísérlet nélkül is bizonyos vagyok benne, hogy az eredmény az lesz, amit én mondtam, mert annak kell lennie. Sőt, tovább megyek, te magad is éppoly jól tudod, hogy a kísérlet eredménye nem lehet más, még ha azt képzeled, vagy azt szeretnéd is hinni, hogy nem tudod...

(Galilei: *Párbeszéd*, 91. o.)

Hogyan esnek a testek?

Salviati: Egyébként a tapasztalati tények ismerete nélkül is rövid és meggyőző érveléssel be lehet bizonyítani, mennyire nem igaz, hogy a súlyosabb test gyorsabban mozog [értsd: esik], mint a nála könnyebb... [...]

Ha tehát van két mozgó testünk, amelyek természetes sebessége nem egyenlő, és a lassúbbat összekötjük a gyorsabbal, nyilvánvaló, hogy a lassúbb akadályozza a gyorsabbat, ez utóbbi viszont növeli a lassúbb sebességét. [...]

Igen ám, de ha ez így van, az is igaz, hogy ha van egy nagy kövünk, amely mondjuk nyolcegységnyi sebességgel mozog, egy kisebb pedig négyegységnyivel, és összekötjük, ketten együtt a nyolcegységnyinél kisebb sebességgel fognak mozogni: ugyanakkor a két összekötött kő együttesen nagyobb, mint az első, amely nyolcegységnyi sebességgel mozgott: ezek szerint a nagyobb kő lassabban mozog, mint a kisebb, ami ellentmond az Ön alapfeltevésének.

(Galilei: *Matematikai érvelések és bizonyítások*, 77-78. o.)

A példa rekonstrukciója:

Hipotézis: $v(N) > v(K)$

(A nehezebb test gyorsabb.)

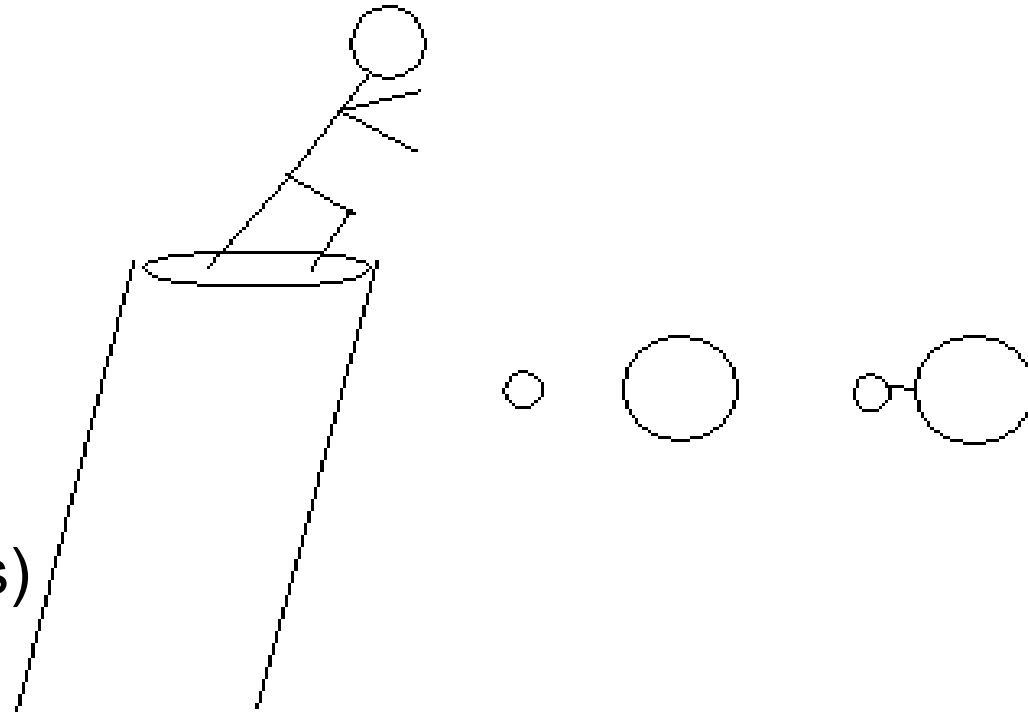
1. következmény: $v(N) > v(N+K) > v(K)$

2. következmény: $v(N+K) > v(N) > v(K)$

Konklúzió: $v(N+K) = v(N) = v(K)$

→ A hipotézis hamis.

- „meggyőző” érvelés egy (empirikus) elmélet ellen és egy másik mellett, de úgy, hogy
- „a tapasztalati tények ismerete nélkül” győz meg bennünket.



Gondolatkísérletek

- A képzelet eszköze a megismerésre: tanulunk egy hipotetikus gondolatmenet következményeiből.
- Igen gyakori a tudomány történetében: Galilei pl. szinte csak gondolatkísérletekkel alapozta meg a modern mechanikát (ez pl. talán meggyőzőbb, mint a pisai toronyból dobált testek...)
- A gondolatkísérletek sokkal kevésbé a modern kor sajátosságai, mint a rendes kísérletek: tökéletesen beleférnek a töprengve-passzívan megismerő szemléletbe (*vita contemplativa*), mint az aktívan-beavatkozva megismerőbe (*vita activa*)
- Egy képzelt konkrét szituáció következményeit kutatjuk.
 - Mi a gondolatkísérletek szerepe a tudományban?
 - Hogyan viszonyulnak a valódi kísérletekhez?
 - Mennyire a tudomány sajátossága a használatuk?
 - Létfontosságúak vagy nélkülözhetők a tudományban?

De sajnos nem elég a karosszékben ülni!

- Bár van olyan gondolatkísérlet, ami ismeretgyarapító, a legtöbb ilyen agyszülemény nem ilyen
- Tipikusan indirekt érvelések – általában valamilyen nézet tarthatatlanságát mutatják be, az abból levezethető abszurd vagy ellentmondó konklúziók alapján.
 - „Már az ókori görögök is...” – na jó ez egy római példa: Lucretius, *De Rerum Natura*
 - Ha a világegyetemnek van határa, akkor azt megdobjhatjuk egy lándzsával. Ha a lándzsa átszakítja, akkor van mögötte valami, tehát nem valódi határ. Ha visszapattan róla, akkor a fal szilárd, tehát vastagsága van, tehát van valami a feltételezett határ mögött, ami tehát nem valódi határ. Vagyis a világegyetem végtelen
- Fenti két példa: elmélettesztelő szerep: rámutat egy elképzelés vagy elmélet problematikusságára a következmények által → igen gyakran indirekt érv
- Az elvetett elképzelést másikkal helyettesít(het)i: hulló testek sebessége egyenlő (✓) vagy a világegyetem végtelen (∅)

Gondolatkísérlet és meggyőzés

„Hogy világossá tegyem, miként működik szerintem a természetes kiválasztódás, engedélyt kell kérnem egy-két képzelt illusztráció előadására. Vegyük a farkas esetét, amely számos zsákmányra vadászik, némelyikre ügyességével, másokra erejével, megint másokra fürgeségével; és tegyük fel, hogy a legfürgebb zsákmány, mondjuk a szarvas, a vidék valamely változása miatt számban felszaporodott, mégpedig abban az évszakban, amikor a farkas kiváltképpen élelem híján van. Ilyen körülmények között nem látok okot a kételkedésre abban, hogy a leggyorsabb és legkarcsúbb farkasok rendelkeznének a legjobb eséllyel a túlélésre, és így fennmaradnának és kiválasztódnának. [...] Ha mármost a legkisebb belső viselkedés- vagy felépítésbeli változás előnyhöz juttatna egy farkas egyedet, neki lenne a legjobb esélye a túlélésre és az utódhagyásra. Néhány kölyke valószínűleg örökölné a kérdéses viselkedést vagy felépítést, és a folyamat ismétlődésével egy új fajta jöhetne létre, amely vagy helyettesítené a farkas eredeti formáját, vagy együtt élhetne vele.”

-
- Nyilván Darwin (*A fajok eredete*)
 - Nem tudunk meg újat: az elmélet ettől függetlenül született (a mesterséges szelekció analógiájára)
 - Nem teszteltük az elméletet: nem cáfoljuk (vagy esetleg megerősítjük?)
 - Funkció: az olvasó meggyőzése → tiszta retorika (?)
 - a korban nincs lehetőség a természetes szelekció megfigyelésére
 - mivel az elmélet bizonyos elemei nem „szabad szemmel” láthatók, ma is támadások: kreacionizmus, intelligens tervezettség

Kísérleti (?) fizika

- Simon Stevin (17. sz. eleje): Mi legyen W és W' aránya, hogy a két súly egyensúlyban maradjon?
- Modellezzük láncsal! De a lánc nem lehet örökmozgó, tehát egyensúlyban van.
- De az alsó rész eleve egyensúlyban van, tehát elhanyagolható,
- és a szögek nem számítanak,
- vagyis az egyensúly az egyes oldalaknál lévő súlyok számától függ.
- Tehát W/W' a megfelelő oldalak hosszának arányával egyenlő.

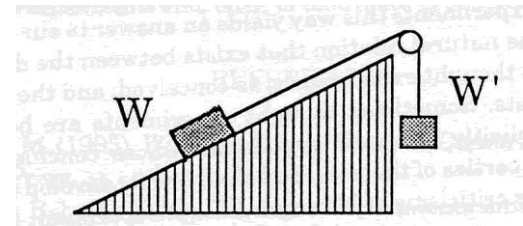


Figure 1

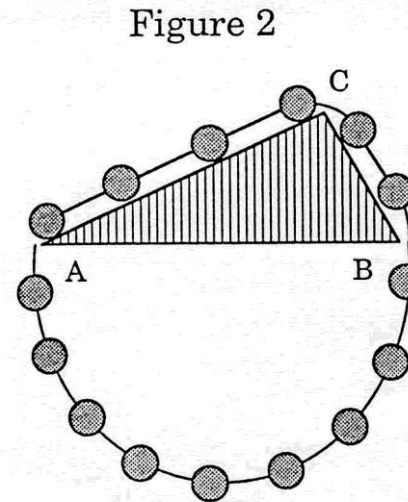


Figure 2

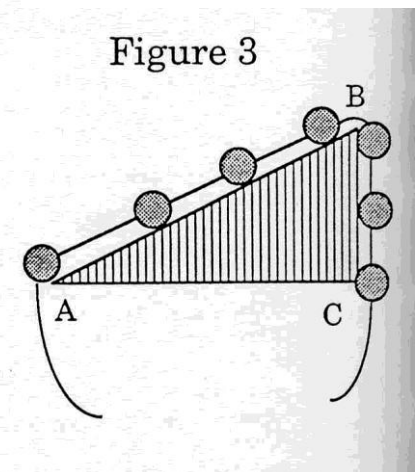


Figure 3

A kísérletek egyik fő formája – a gondolkísérlet?

- Ernst Mach: *A mechanika tudománya*, 1883: itt bukkan fel először a fogalom (*Gedankenexperiment*). Az előbbi példa Mach egyik kedvenc példája
- Empirista értelmezés: a gondolkísérlet a tapasztalatból felszedett „ösztönös ismeretek” tudatosítására szolgál
→ empirikus tudás bővítésének eszköze
- Pierre Duhem: mivel a gondolkísérletek nem valóságos (és sokszor nem is megvalósítható) szituációkról szólnak, semmit sem tesznek hozzá a tapasztalati tudásunkhoz, és a tudományban nincs helyük
- 1990-es évek: a tud.fil. és tud.tört. Egy csapásra ráharap a fogalomra – ma fontos, vitatott terület

De hol a határ?

- Sokszor nem is olyan könnyű eldönteni, hogy valódi-e egy kísérlet vagy sem!

Simplicio: Tehát te nemcsak hogy százszor nem, de egyetlenegyszer sem végezted el a próbát, és mégis egyszerűen bizonyos vagy az eredményben? Visszatérek a hitetlenségemhez és kezdeti meggyőződésemmhez, hogy a főbb szerzők, akik hivatkoznak rá, végrehajtották a kísérletet, és pedig az általuk előadott eredménnyel.

Salviati: Kísérlet nélkül is bizonyos vagyok benne, hogy az eredmény az lesz, amit én mondtam, mert annak kell lennie. Sőt, tovább megyek, te magad is éppoly jól tudod, hogy a kísérlet eredménye nem lehet más, még ha azt képzeled, vagy azt szeretnéd is hinni, hogy nem tudod...

De mit csinál egy „valódi” kísérlet, amit a g.k. nem tud?

- Klasszikus tudományfilozófiában a kísérleteket általában „elmélettesztelésre” használják.
- A valódi megfigyelések / kísérletek ott fontosak, ahol
 - TESZTELNI / ELLENŐRIZNI szeretnénk valamit (vagyis van elméletünk, de nem tudjuk, mennyire megbízható)
- De ezen felül ott is, ahol
 - MÉRNI szeretnénk valamit (vagyis esetlegesen sok érték van) – ez igen triviálisnak tűnik, de mégis komoly problémákat jelent – lásd később
 - FELFEDEZNI akarunk valamit, amit még nem tudunk (ahol pl. még fogalmaink sincsenek) – kezdjük ezzel, és egy példával

Megfigyelések (kísérletek) a 17. sz. előtt is voltak, de jelentőségük kisebb

- Hagyományos tudománytörténetekben a „techné” szféráját kevésbé vizsgálják. Itt nyilvánvalóan rengeteg „kísérlet” (pigmentkeverés, habarcskészítés, fegyvergyártás, metallurgia, stb.)
- Klasszikus (görög) tudományban kevés, „vegyes” matematikai területeken alig (de pl. Ptolemaiosznál igen: fénytörési törvény)
- a beavatkozás nem a „természetet” ismeri meg, hanem a „mesterséget” (Arisztotelész)
- Biológiában sok megfigyelés, orvostudományban felfogástól függően:
- I.e. 3. sz. - Alexandriában Herophilosz és Erazisztratosz elkezdenek boncolni
 - kivégzés módja: boncolás...
 - H: agy és idegrendszer vizsgálata, a dura és pia mater, petefészkek, érző- és mozgatóidegek, szem rétegei, vénák és artériák elkülönítése, szívbillentyűk
- Életműködések alapja négy erő
 - máj: tápláló, szív: melegítő, agy: gondolkodó, ideg: érző

A kísérleti szemlélet térnyerése

■ 17. század – Francis Bacon hatása

- a retorikában hangsúlyozzák az ókortól eltérő szemléletet: a jelenségek feltárása, a „természet kőpadra vonása”: a megismerés aktív („tudás és hatalom egy és ugyanaz”)
- a mágikus tradíció esetleges hatása (Yates)
- az *experimentum* szó mint kísérlet és az *experientia* szó, mint tapasztalat elválik
- a létrejövő akadémiák egyik fő céljuknak a természeti jelenségek kísérleti feltárását tartják.
- A modern értelemben vett kísérletezés itt jelenik meg!

-
- Gross és munkatársai a Philosophical Transactions 1700 előtti cikkeit vizsgálják:
 - a megfigyelések (36%),
 - mechanikai magyarázatok (27%)
 - kísérleti eredmények ismertetése (15%)
 - a jelenségek matematikai magyarázata (6%) (Gross, Harmon és Reidy 2000).

 - A francia lapokban némileg nagyobb a matematikai munkák aránya

Az „arisztoteliánus” kísérletezők

- A Liège-i angol jezsuita kollégium munkáját összefoglaló 1685-ös *Florus Anglo-Bavaricus*
 - „A filozófia oktatásában a professzorok nem csak a peripatetikus iskola doktrínáit tanítják három éven keresztül, hanem többen szorgoskodnak azon, hogy a természet titkait kísérleteken keresztül tárják fel, hogy diákjaink azon tudásterületeket is megismerjék, amelyeket, különösen Angliában, igen nagyra értékelnek. ... Nem hiányzik az algebra, az oszthatatlanok módszerének, vagy az apolloniusi kúpszeletek vizsgálata... Általánosságban elmondható, hogy nincs olyan, akár fizikai akár matematikai felfedezése a Királyi Társaságnak, amelyet II. Károly alapított Londonban, amely ne lenne megvizsgálva és továbbfejlesztve kollégiumunkban” (Reilly 1962: 225).

A tizennyolcadik század

- Szalonokban Európa-szerte kísérleteket mutatnak be
- Stabilizált jelenségek, megbízható leírások
- A kémia – „levegők” felfedezése, majd Lavoisier révén a modern kémia kialakulása
 - pontos kvantitatív viszonyok vizsgálata
 - szemben az adeptuselmélettel a kísérlet „hozzáférhető” mindenki számára aki elég képzett
 - növekvő igény az ipar felől

Charles Dufay 1698 – 1739 (Charles François de Cisternay du Fay)

- 1730 körül kísérleteket kezd az elektromossággal
 - a terület zavaros, nincs kialakult terminológia. Kb. ennyit tudtak (nem mai terminológiával, ami főként későbbi, hadászati kifejezésekből jön):
 - Egyes anyagok dörzsölésre elektrizálódnak, mások nem
 - Esetenként tárgyak érintésre átadják az „elektromosságot”, máskor nem
 - Az elektromosság időnként vonzásként, időnként taszításként jelent meg.
 - Néha hirtelen váltás következett be a vonzás/taszítás tekintetében

A kísérletek

- Különböző anyagok, formák, hőmérséklet, szín, páratartalom, légnyomás
- Az anyagok érinthették egymást, közel lehettek, távol, harmadik testtel összekötve
- Az eredmények merész következtetésre vezettek: a fémeken kívül *minden* anyag dörzsöléssel elektromossá tehető, és a lángon kívül *minden* anyaghoz lehet elektromosságot juttatni.

Vonzások és taszítások

- De mitől vonzották egy ideig egymást az anyagok, majd kezdték hirtelen taszítani?
 - közös mintázat: vonzás – kontaktus – taszítás
 - de harmadik tárgyak ezek a testek vagy vonzottak, vagy taszítottak – nem lehetett megjósolni!
- Merész feltételezés: beszéljünk két elektromosságról!
 - üveg és gyanta alapú elektromosság

Az eredmény

- Kísérletek százait lehetett értelmezni
- „létrehozták” a fogalmat, holott ma teljesen „természetesnek” tűnik
- Dufay nem „felfedezte” a kétfajta elektromosságot, hanem hipotézisként használta, hogy magyarázni tudjon vele jelenségeket
 - 1734 "A Discourse concerning Electricity" from *Philosophical Transactions*: a sors utamba vetett egy másik princípiumot, amely új fényt vet az elektromosság tárgyára”
- A kísérlettel nem elméletet próbált tesztelni, hanem szabályszerűséget feltárni, stabilizálni jelenségeket, stb.

Seventhly, Chance has thrown in my Way another Principle, more universal and remarkable than the preceding one, and which casts a new Light on the Subject of Electricity. This Principle is, that there are two distinct Electricities, very different from one another; one of which I call *vitreous Electricity*, and the other *resinous Electricity*. The first is that of Glass, Rock-Crystal, Precious Stones, Hair of Animals, Wool, and many other Bodies: The second is that of Amber, Copal, Gum-Lack, Silk, Thread, Paper, and a vast Number of other Substances.

Ampère 1. Kísérlet, mint feltárás / felfedezés

- 1820 júliusa – Oersted ismerteti az elektromos és mágneses erő közt felfedezett kapcsolatot
- galvánelemre kötött vezető kitéríti a mágnesűt helyzetéből – hogyan is pontosan?
- Európa szerte lázas kísérletezés – mi is a jelenség?
 - más más szöget mérnek
 - nem „vonzás” vagy „taszítás” – hanem mi?
 - a mágnesűt máshogy viselkedik a drót alatt, mint felett
 - magyarázható mindez vonzó, központi erők jelenlétével (Laplace fizikája)?

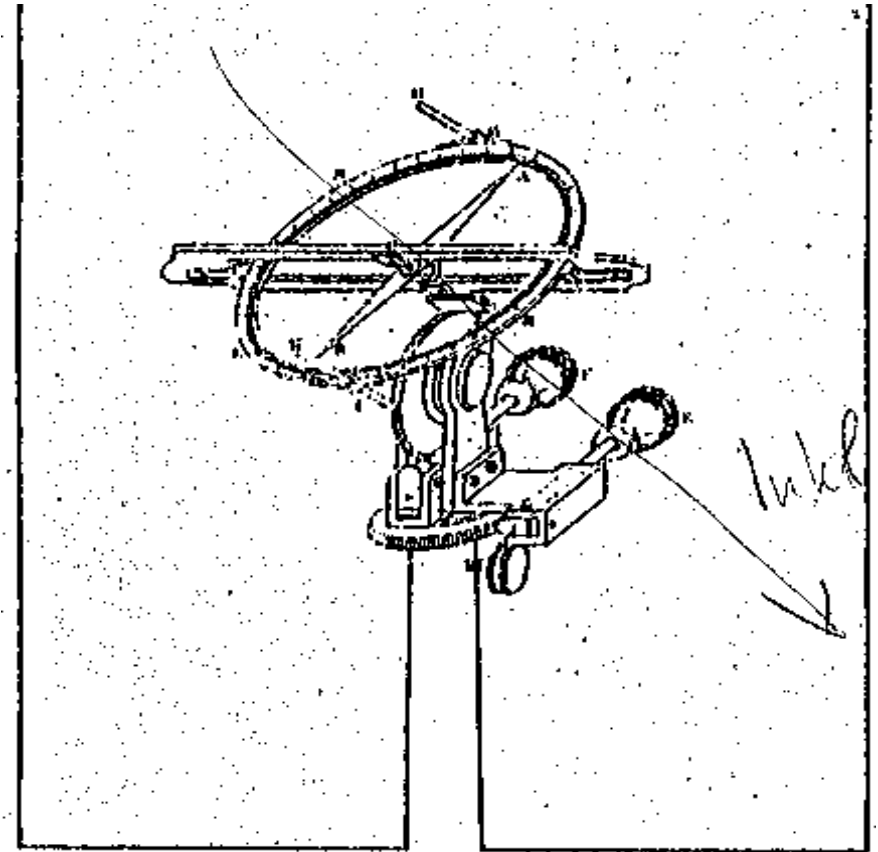
Ampère - Mi is történik?

- André Marie Ampère – nem elkötelezett Laplace felfogása iránt
 - „romantikus fizika”, nem mindent a newtoni felfogásnak megfelelő fordított négyzetes úttörvényben akar megadni
- néhány hónap alatt új fogalmak, új jelenségek, új műszerek, új kísérleti módszerek: az „elektrodinamika” születése
 - 1826 az írott munka megjelenése, de az elmélet fő vonalai három hét alatt megvannak
- Ampère lázas kísérletekkel tölt el három hetet – matematikus, nem gyakorlott kísérletező
- Kezdetben – másokhoz hasonlóan bonyolult magyarázgatás a jelenségleírás
- a „reciprok hatást” keresi – ha a galvanikus áram megmozgatja a mágnest, akkor a mágnes is a vezetőket?
- ki akarja küszöbölni a Föld mágnesességének hatását



Az „asztatikus tű”

- a földmágnesesség kiküszöbölése
 - A kísérleti helyzet egyszerűsítése!
- galvánelem erejének és polaritásának változtatása
- a tű anyaga és hossza,
- a tű és a drót helyzete: alatta, felette, mellette, függőlegesen, vízszintesen
 - „változók” keresése
- ?Mitől fordul el a tű és merre?
 - Empirikus szabályszerűségek keresése



A megfigyelések leírása

- Ampère megfigyelte, hogy derékszögben áll be a tű, ha „szimmetrikus” helyzetben van a dróttal (ha a drót a tű forgástengelyéhez van a legközelebb)
- De melyik irányban mozdul ki?
 - Be kellett vezetni az „áram(lás)” fogalmát – ráadásul ennek jobb és bal oldalát
 - Az „úszószabály” bevezetése – az áramban egy úszó, aki arccal a tű felé néz...

A galvánelem hatása

- Maga a galvánelem is kimozdítja a tűt
 - fel kellett tételeznie, hogy itt is folyik „áram”, de nem a réztől a cink pólus felé, hanem fordítva.
 - Pár nappal később már egy folyamatos körforgásról beszél
 - Mindezeket a fogalmakat azért alkotta, hogy kezelhetővé váljanak a jelenségek
 - „ha – akkor” jellegű szabályszerűségek
- Itt is és Dufay esetében - a kísérlet célja a világ szabályszerűségeinek feltárása, sem nem a mérés, sem nem az elmélettesztelés – először rá kell jönni arra, hogy mi a jelenség – utána lehet majd tesztelni – ld. következő példa

Ampère 2. A kísérlet mint elmélettesztelés

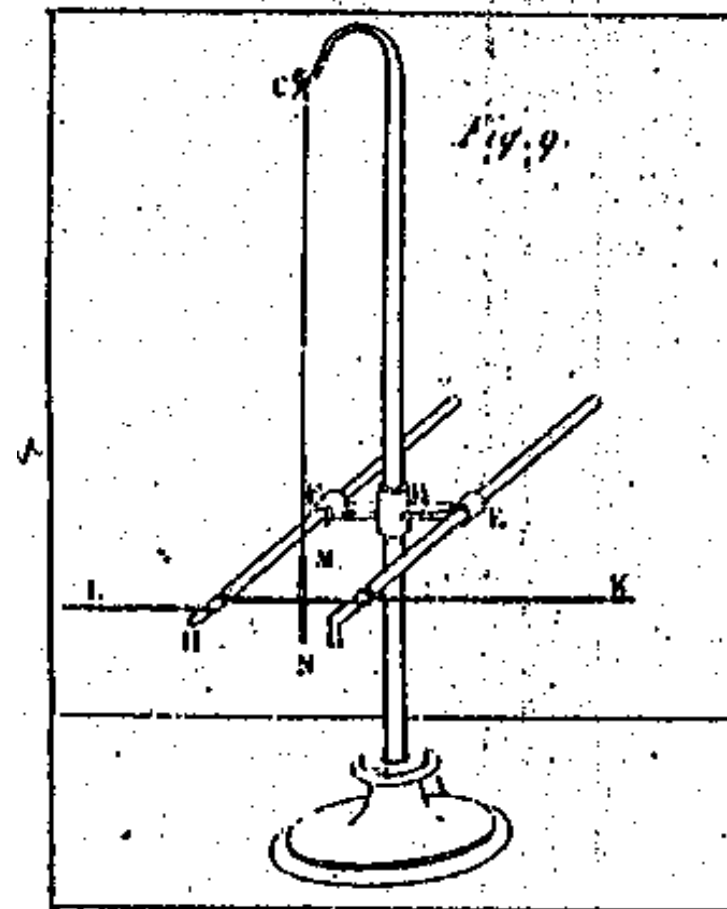
- Ampère kialakította az elméleti magyarázatot is
 - a magnetizmus oka: kis, körkörös áramkörök a mágneses testekben (akár matematikailag is tárgyalhatóvá válik!!!)
 - ez esetben körkörös áramok egymásra is kellene, hogy hassanak, nem csak a mágnesre!
- Ez a helyzet jellemzően más, mint az előző két példa: van egy elmélet, de valószínűleg nem könnyű a jelenséget mérni (hiszen akkor már ismert volna)
 - Kísérletet nem annyira feltárássra használjuk, hanem, hogy döntsön: jól gondoljuk-e vagy sem, hogy hogyan van a világ (kérdés, hogy mikor hisszük el, mit mond a világ- -lásd Duhem)

■ Az áram hatására kimozdul a másik drót

- nincs hatás – súrlódás?
- hogyan oldható meg a jó vezetés + a kevés súrlódás?

■ Félhavi fizetésével megveszi Párizs legerősebb galvánelemét

- a műhelyben működik, pár óra múlva már bejelenti az Akadémián: egyértelmű bizonyítékot talált elmélete igazolására
- a megtervezett apparátust tökéletesítette, optimalizálás
- nem „ha akkor”, hanem „bizonyíték”.



Egy „mai” kísérlet

- 2002: Raymond Davies $\frac{1}{4}$ Nobelt kap a napneutrínók detektálásáért
- Probléma: az uralkodó csillagászati és asztrofizikai elméletek szerint a csillagok (köztük a Nap) anyagot energiává alakít un. magfúzió útján (hasonlóképp, mint a hidrogén bombában történik)
- Ez az elmélet legalább olyan meghatározó és széles körben elfogadott a maga területén, mint a Darwini evolúció elmélet a biológusok körében
- De ha ennyire komolyan gondoljuk, tesztelni kéne! Kísérlet: 1967/68-tól
- A feladat: a fúziós során kibocsátott neutrínók észlelése: igen bonyolult apparátust kíván - A neutrínók ugyanis alig lépnek kölcsönhatásba az anyaggal, ezért ugyan gyorsan ideérkeznek a Nap közepéből, tehát jó hírhozók az ott történtek ügyében – elmondják mi történt 8 perccel korábban a Napban (míg a fénynek év milliókra van szüksége, hogy a Nap magjából kiszabaduljon)
- viszont itt meg nehéz észlelni őket

-
- Legalább két dologra van szükség ahhoz, hogy a beérkező napneutrínók alapján állást foglaljunk, vajon a legközelebbi csillagban, a Napban, folyik-e magfúzió:
 - (1) tudni, hogy mennyi neutrínó várható a napból (erről vita van, ráadásul az évek során mindig változott a bejósolt mennyiség)
 - (2): Tudni kell ezeket detektálni millió m. ólmon tud keresztülmenni anélkül, hogy megállna, de klórral reakcióba lépve radioaktív argont hoz létre
 - alapreakció: $\nu_e + {}^{37}\text{Cl} \rightarrow {}^{37}\text{Ar} + e^-$
 - Mivel a ${}^{37}\text{Ar}$ elbomlik, ${}^{37}\text{Cl}$ lesz belőle
 - gyorsan „ki kell söpörni” az argont

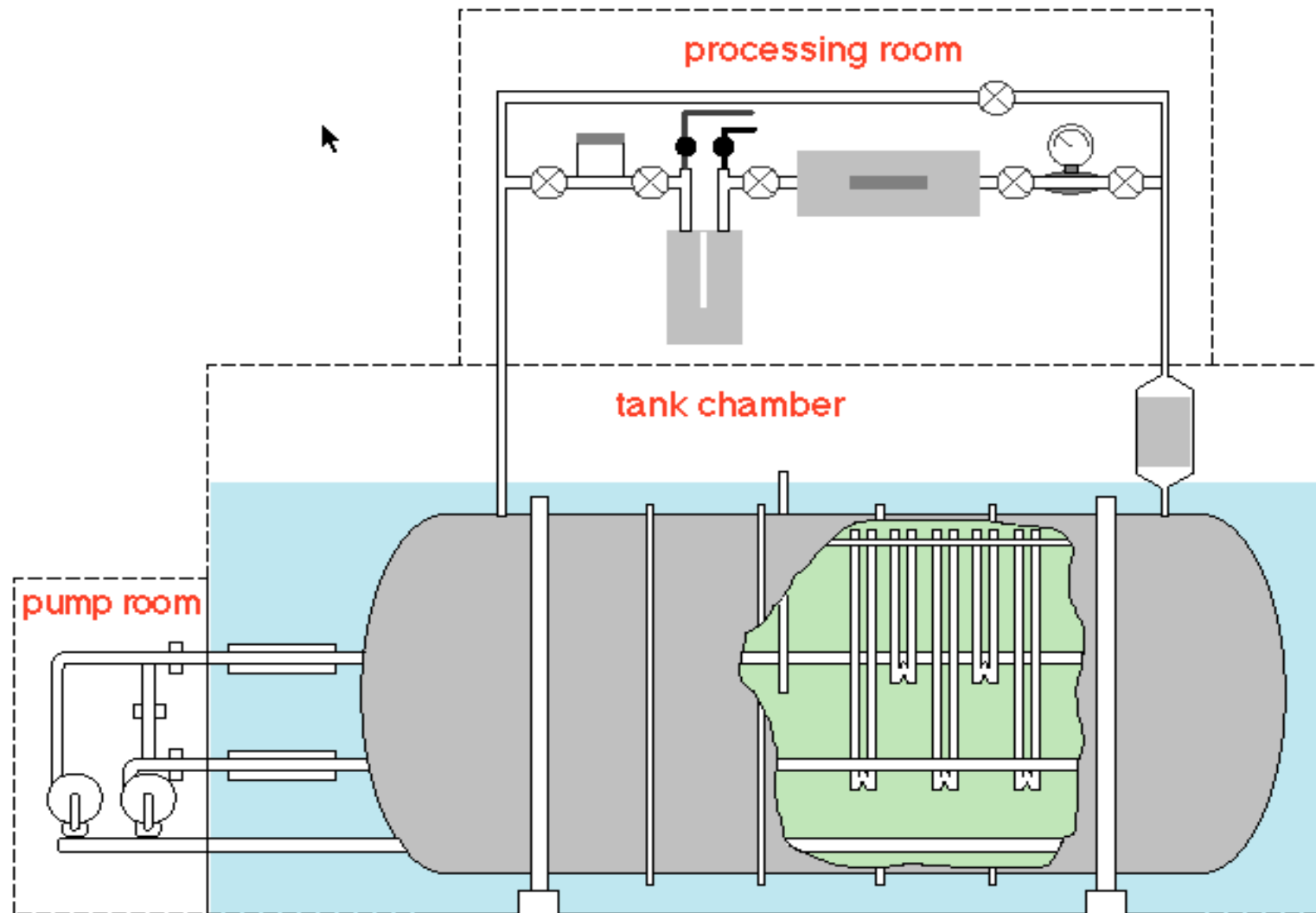
- Homestake kísérlet:

egy bányában >100 tonna C_2Cl_4 (tetraklóretilén)

→ mivel a neutrínó gyengén kölcsönható részecske, ezért ekkora, azaz több mint száz tonna tömegű klórral való kölcsönhatásának eredményeként csupán néhány 100!!! Ar-atom detektálható

AZ IGAZI BAJ, HOGY KÍSÉRLET SZERINT NINCS MEG AZ ELVÁRT, BEJÓSOLT NEUTRÍNÓ-MENNYISÉG!

A Homestake-kísérlet:

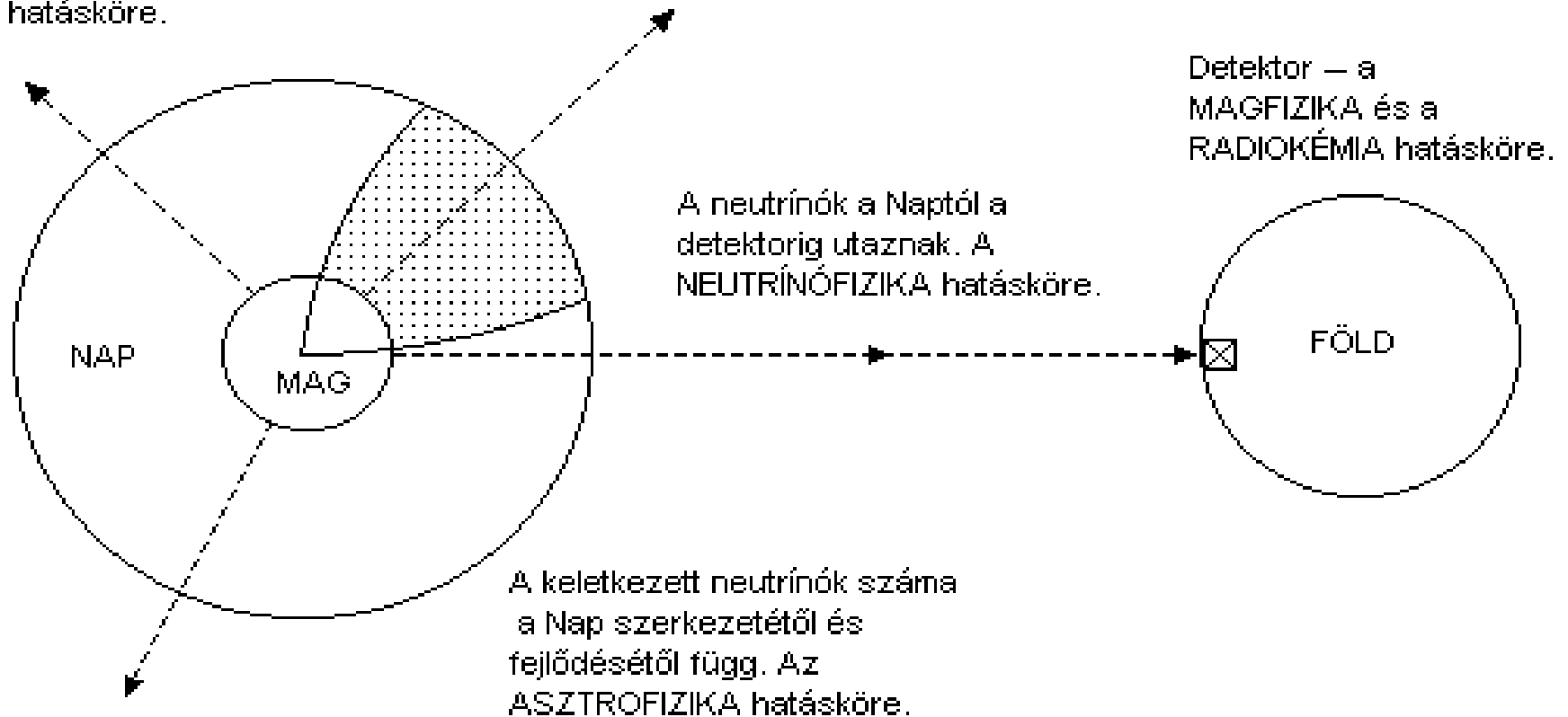


Elmélet és tapasztalat ütközése

- Eredmény: először semmi, majd később kevesebb mint fele annyi neutrínó, mint amennyit várnánk
- Vajon el kell vetni az elméletet? De melyiket?
 1. Napreakciók elmélete
 2. neutrínók elmélete
 3. radioaktív bomlás elméletestb...
- Óriási viták: Hol lehet a hiba? Melyik tudományterület a hibás?
 - Magfizika? A magfizikusoknál, akik a Napban és a detektorban végbemenő atommag-reakciókat vizsgálják?
 - Asztrofizika? Az asztrofizikusoknál, akik a Napban uralkodó viszonyok leírására vállalkoznak?
 - Vegyészek, akik a detektorért felelősek? A radiokémikusoknál, akik az észlelési berendezés működési mechanizmusaival foglalkoznak?
 - A neutrínófizikusoknál, akik a szabad neutrínók viselkedését kutatják?

A napneutrínó-kutatásokban résztvevők diszciplináris megoszlása

A Napmag reakcióiban neutrínók keletkeznek. A MAGFIZIKA hatásköre.



Elmélet és tapasztalat ütközése 2

■ Hibáztatási stratégiák:

- A kísérleteken nevelkedett magfizikusok fenntartásokkal viseltettek a megfigyelés-centrikus asztrofizikusokkal szemben.
- A tiszta megfigyelésekhez szokott asztrofizikusok fenntartásokkal viseltettek a „gyanús” extrapolációs rátákkal dolgozó magfizikusok iránt (hiszen a laboratóriumi körülmények erősen eltérnek a Nap belsejének viszonyaitól, tehát „extrapolálni” kell az eredményeket).
- Mindkét terület képviselői fenntartásokkal viseltettek az „alkímiai” zavarosságú radiokémiai módszerek iránt.

Elmélet és tapasztalat ütközése 3.

- Nem a másik területre vonatkozó, tankönyvekben ismertetett alaptudást kérdőjelezzik meg, hanem az elfölött lévő magas szintű kutatói tudást és gyakorlatot:

azokat a mesterségbeli gyakorlatra alapozott „ezoterikus” módszereket és eljárásokat, melyek csak az aktív kutatók számára ismertek és hozzáférhetők.

- A másik terület képviselői nem elméleti szinten nincsenek tisztában a terület alapjaival, hanem, minthogy a mesterségbeli tudás szinten kívülálló, nem szerezhették meg a megfelelő bizonyossághoz szükséges rutinszerű, gyakorlatias, számos vonatkozásában explikálhatatlan tudást, ezért nem rendelkeznek azzal a speciális tudományos tudással, amellyel az adott terület tudásának bizonyosságát meg tudnák ítélni.

Elmélet és tapasztalat ütközése 4.

- A tudás bizonyosságának problémája ebben a szférában áll elő, azaz ahol a tudás komoly része rutinszerű, gyakorlatias, explikálhatatlan elemeket foglal magában.
- A kísérletben résztvevő teljes kutatói közösségben nincs átfogó tudással és bizonyossággal rendelkező tudós vagy csoport, a kérdéses szinten csak lokális tudás és lokális, mindenkinek a saját területére vonatkozó bizonyossága van.
- Az egyes területek függenek, az egész projekt sikerét tekintve pedig együttesen és kölcsönösen függenek egymástól, ún. *episztemikus dependencia* van: nem teljesül, hogy bárki képes a másik terület eredményeit, az alapul szolgáló módszereket, eljárásokat, számításokat áttekinteni és felülvizsgálni, hanem ki vannak szolgáltatva egymás eredményeinek, amelyet készen kapnak és amelyben meg kell, hogy bízzanak: az eredmények **nem bárki** számára hozzáférhetők, **nem bárki** számára reprodukálhatók.

Eredmény:

- Később újabb, más elveken működő detektorokat is építenek
- Fejlődnek a releváns elméletek
- A bejósolt értékek és a mért adatok közelednek
- Hosszas egyezkedés vége: neutrínó-oszcillációs elmélet
- 35 évvel később Nobel-díj

Néhány tanulság

- A kísérletek túl bonyolultak ahhoz, hogy elméleteket teszteljenek: aluldetermináltság
- EGYES kísérletek magukban soha nem véglegesek, nem vetünk el egy kísérlet alapján elméleteket
- Elméletek és kísérletek nem válnak szét, hanem egy egységes tudás-hálót alkotnak
- A kísérletek szerves részei a tudásnak