

Moduly jako prostředek inovace v integraci výuky moderní fyziky a chemie

Reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/28.0182

Filozofické problémy přírodních věd

Vědecké metody: dělení a charakteristika

Lukáš Richterek

Katedra experimentální fyziky PF UP, 17. listopadu 1192/12, 771 46 Olomouc

lukas.richterek@upol.cz

Podklad k předmětu KEF/FPPV



Univerzita Palackého v Olomouci



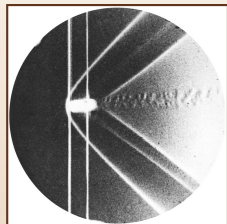
Empirické metody

R. P. Feynman (1918–1988)

„Proč nám příroda dovoluje uhodnout z vlastností jedné části chování zbytku? Jde o nevědeckou otázku. Nevím jak na ni odpovědět jinak než zcela nevědecky. Myslím, že je to tím, že důležitou vlastností přírody je jednoduchost – a proto *je velmi krásná*.“

Součásti (praxeologické hledisko):

- poznávací záměr
- nositel činnosti (badatelé)
- objekt činnosti (příroda, lidské výtvoř, ... realita)
- nástroje činnosti
 - přístroje (dalekohled)
 - zpřístupnění smyslům (G-M počítač, komory)
 - umělé podmínky (chlazení héliem)
 - zexaktnění registrace (elektrokardiograf, Galileo čas)



1888

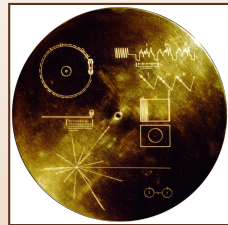


Empirické metody

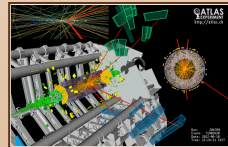
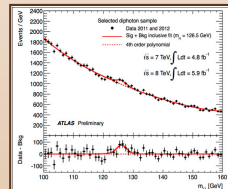
- techniky a metody činnosti: posloupnost operací, závisí na objektu (ne všechny univerzální)
nová metodika $\Rightarrow$ většinou série objevů (grav. vlny, LHC)
- výsledek činnosti – popis (matematický, grafický, filmový, ...); složitější přístroje $\Rightarrow$ někdy rutina



E. Manet: Un bar aux Folies Bergère



Voyager



Pozorování

- **proces záměrného zacíleného vnímání**
- konstatování faktu × fakta sama
(astronomická, ldots)
- *snaha minimálně zasahovat* – jde o přirozený stav, bez ovlivnění člověkem
- jasně vymezený cíl, plánovitost, přesnost, objektivní zaznamenání × „on říká prosím“
- pokud zásah – zlepšení podmínek (příprava preparátu, pitva; zapisujeme teplotu, tlak, ...)
- **prosté, zprostředkované**
 - přímé (lupa, fonendoskop)
 - nepřímé (CCD, osciloskop), zkušenost, interpretace, teoretický základ
- různé vědy mohou více využívat různým typů



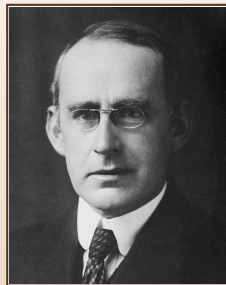
Ondřejov



A. Eddington (1882–1944)

„Celý předmět exaktní vědy tkví v odečítání polohy ručičky a podobných indikací.“

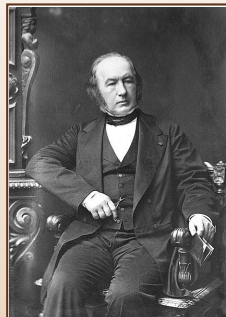
- ručička ukazuje „nevyzpytatelné něco, co neznáme“
- František F. d'Este (rekord 2140 bažantů a koroptví za jediné odpoledne, celkem 274 889 kusů zvěře)
- „statistika nuda je, má však cenné údaje ...“ × Churchill
 - regrese k průměru
 - rakovina ledvin v 3 141 okresech USA – nejnižší venkovské, řídce osídlené republikánské státy středozápadu, jihu a západu



Pozorování

Claude Bernard (1813–1878)
francouzský fyziolog

„Pozorovatel, jak jsem řekl, pouze konstatuje jev, který má před očima. Jeho jedinou starostí musí být, aby se pojistil proti omylům a chybám pozorování, jež by mohly zavinit, že by viděl nějaký jev neúplně, nebo že by jej špatně určil. K tomuto cíli nasazuje do práce všechny přístroje, které mu mohou dopomoci k úplnějšímu pozorování. Musí být jakýmsi fotografem jevů, jeho pozorování musí věrně zobrazovat přírodu. Je nutno pozorovat bez předpojatého názoru: duch pozorovatelův musí být pasivní, což znamená, že musí mlčet. Naslouchá a píše, co mu příroda diktuje.“



Experiment

F. Bacon: Nové organon

„Podobně je nutné při každé zkušenosti vypátrat nejdříve příčiny a pravdivá obecná tvrzení a vyhledat takové, jež by přinesly světlo, a nikoliv pouze okamžitý užitek.... Naději na další pokrok ve vědách lze ovšem založit jen na tom, když bude přírodní věda přijímat a v sobě soustřeďovat četné experimenty, jež samy o sobě nepřinášejí užitek, avšak vedou k objevování příčin a obecných tvrzení. Nazývám je obvykle experimenty, jež přinášejí světlo, na rozdíl od experimentů, jež přinášejí plody.“

- *ex-periri, experimenta lucifera a experimenta fructifera*
- věda, umění, průmysl: **zásah, změna a její důsledky**
- **nejdůležitější experimentální metoda**

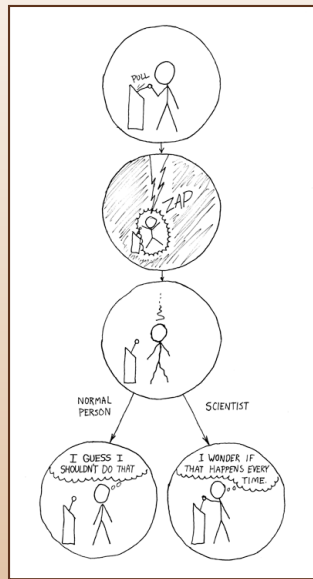


Experiment

F. Bacon: Nové organon

„Podobně je nutné při každé zkušenosti vypátrat nejdříve příčiny a pravdivá obecná tvrzení a vyhledat takové, jež by přinesly světlo, a nikoliv pouze okamžitý užitek.... Naději na další pokrok ve vědách lze ovšem založit jen na tom, když bude přírodní věda přijímat a v sobě soustřeďovat četné experimenty, jež samy o sobě nepřinášejí užitek, avšak vedou k objevování příčin a obecných tvrzení. Nazývám je obvykle experimenty, jež přinášejí světlo, na rozdíl od experimentů, jež přinášejí plody.“

- *ex-periri, experimenta lucifera a experimenta fructifera*
- věda, umění, průmysl: **zásah, změna a její důsledky**
- **nejdůležitější experimentální metoda**



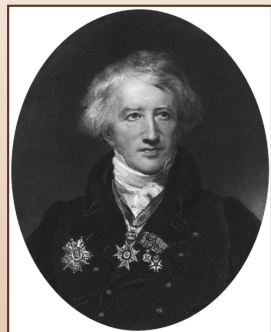
Experiment

- zjišťování faktů, ověřování hypotéz
- počátek novověku, starověk pozorování
- určené podmínky, **opakovatelnost**, součástí je pozorování
- záměrné vyvolávání změn

George Cuvier (1769–1832)
francouzský zoolog

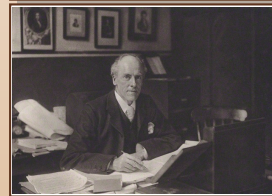
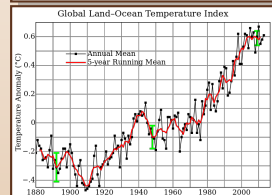
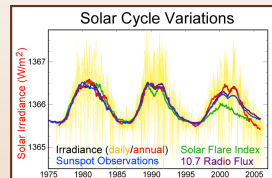
„Pozorovatel naslouchá přírodě, experimentátor ji vyslýchá a nutí ji, aby se odhalila.“

- 1 vymezení pokusného systému (objekt, podmínky)
- 2 zásah do systému
- 3 registrace výsledků zásahu



Experiment

- vnější izolace systému – **kontrolovatelnost** a **reprodukovatelnost** (čím složitější, tím těžší); unikátní zařízení (CERN)
- znalosti o zkoumaném jevu
- **anorganické systémy** × **organické, společenské** – ani objekty nemusí být stejné (reprodukovatelnost do 90 %)
- **homogenizace**, reprezentativní vzorek (pro populaci 700–800 lidí)
- **typy zásahu**:
 - *exogenní aditivní* – např. zkoumání radioaktivního záření na růst rostliny;
 - *exogenní eliminační* – např. vyloučení světla ze souboru podmínek a zkoumání vlivu tohoto zásahu;
 - *endogenní aditivní* – např. aplikace látky do tkáně organismu;
 - *endogenní eliminační* – např. odříznutí růstového vrcholu rostliny.

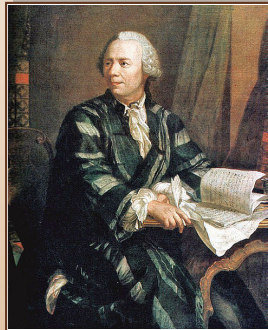


Karl Pearson
(1857–1936)

Experiment

- vícefaktorové experimenty, kvantitativní odstupňování
- procesy navozené (nezávisle pr.) a sledované (závisle pr.)
- *kvalitativní* závislost 0–1 (kontrolní pokus, skupina)
- *kvantitativní* (funkční) závislost, nejjednodušší pro 1 a 1 proměnnou
- faktorové plány experimentů (A_1 – B_1 , A_1 – B_2 , A_2 – B_1 a A_2 – B_2)
- *latinský čtverec*

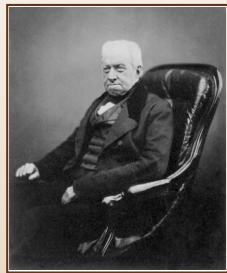
	A_1	A_2	A_3
B_1	C_1	C_2	C_3
B_2	C_2	C_3	C_1
B_3	C_3	C_1	C_2



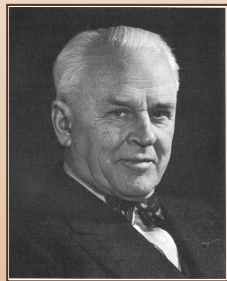
Leonhard Euler
(1707–1783)

Druhy experimentů

- počet veličin
- stupeň kontrolovatelnosti
- vztah ke konstrukci experimentu
- charakter objektů
- experiment
 - laboratorní (ideál, určitá redukce, kontrolovatelnost)
 - přirozený (průmyslový, polní, klinický)
- faktorové experimenty (vliv krmiv na růst různých plemen, hloubka orby a hnojivo na výnosy)
- **heuristický** (empirický, explorativní – plavení uranových sloučenin); vysvětlení později (Brownův pohyb)
- **verifikační** – završuje myšlenkové konstrukce, někdy nečekané výsledky (Michelson, Millikan)



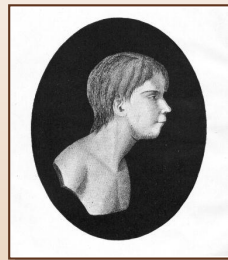
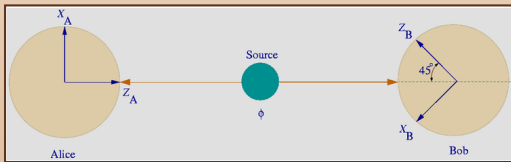
Robert Brown (1773–1858)



Robert A. Millikan
(1868–1953)

Druhy experimentů

- fyzikální, biologický, ... (lze oddělit?)
- živá příroda – variabilita, časový faktor, obtížnější izolovatelnost, vymezení
- testování léků (placebo)
- paměťový efekt, stárnutí $\Rightarrow$ srovnatelnost
- modelové experimenty (proudění, pokusy na zvířatech – etické otázky)
- **ex post facto** – dodatečná konstrukce (vlčí děti – Mauglí)
- myšlenkové pokusy (Gedankenexperiment)
 - Galileo, Hans Christian Ørsted, Ernst Mach
 - Maxwellův démon, Schrödingerova kočka, Einsteinovy výtahy, EPR paradox



Victor de l'Aveyron
($\approx 1788-1828$)
chycen ve 12 letech

