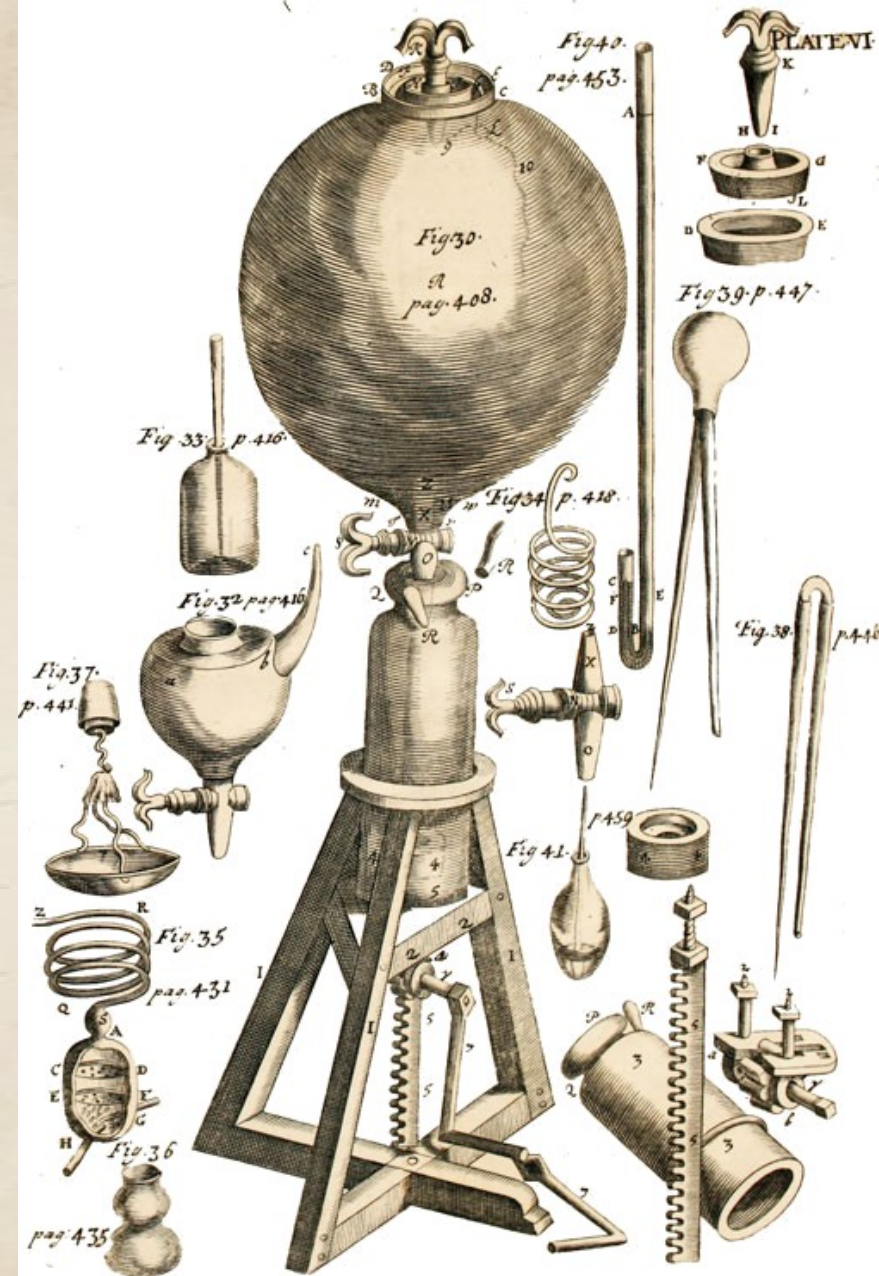


Novověká věda: Vybrané kapitoly

Daniel Špelda, Katedra filosofie FF MU

Jarní semestr 2021



Seznam témat

I. Starý svět a nový svět

- renesanční přírodopis
-

II. Propojený svět

- okultní obory: sympatie, antipatie; astrologie, magie, alchymie
-

III. Svět nových vědeckých metod

- **empirismus x racionalismus; matematizace x experimentalismus; věda x náboženství**
-

IV. Supralunární svět

- astronomie, kosmologie: geocentrismus, heliocentrismus, geoheliocentrismus
-

V. Sublunární svět

- fyzika těles
-

VI. Mikrokosmos a živý svět

- medicína, vědy o živé přírodě
-

VII. Svět, který dospěl

- raná geologie (teorie Země) a počátky evolučního myšlení

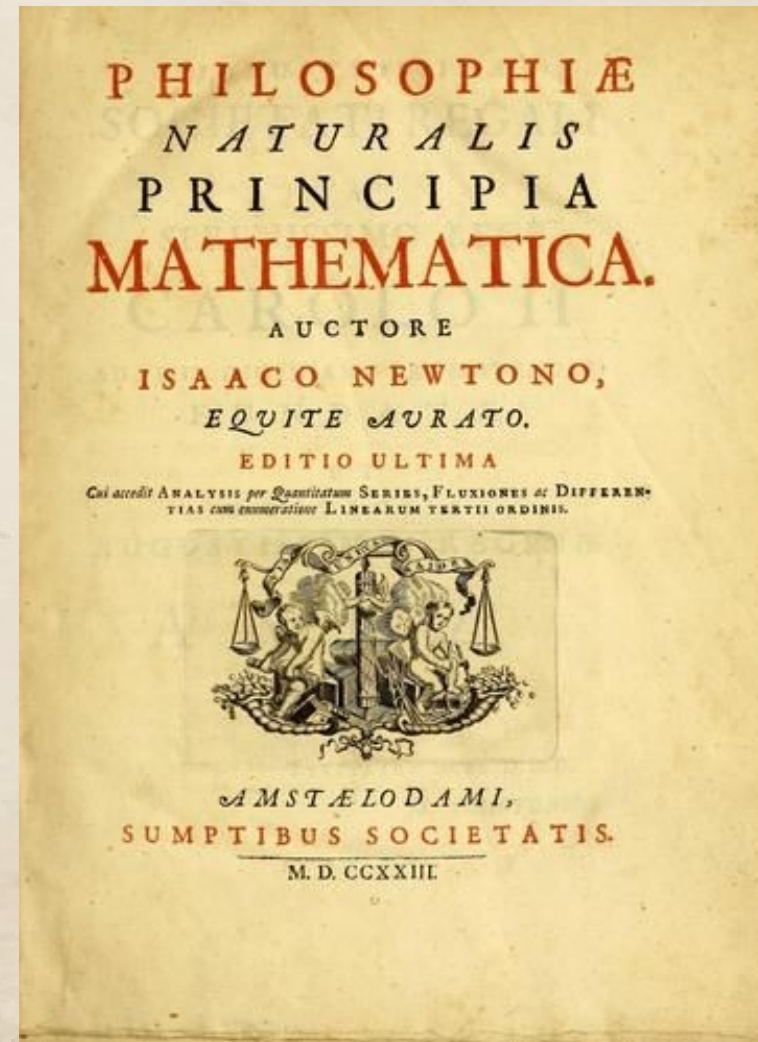
III. Svět nových
vědeckých metod



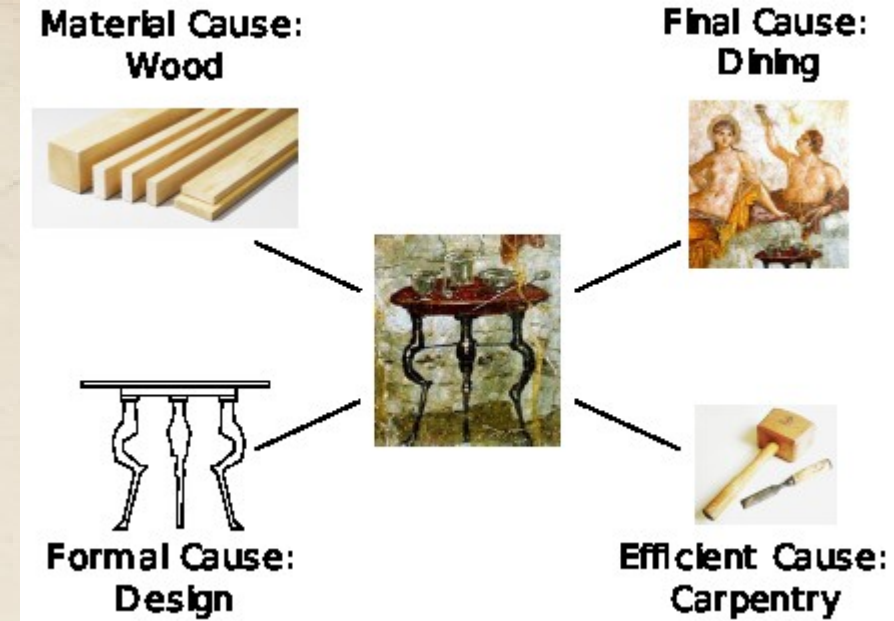
1. Hierarchická klasifikace oborů

1. Hierarchická klasifikace oborů

- ▶ Přírodou a jejími zákony a příčinou se zabývala až do 18. století: *philosophia naturalis*, *scientia naturalis* nebo jako *physica*.
- ▶ Newton: *Principia mathematica philosophiae naturalis* (1687) – metodologická pravidla: *regulae philosophandi*.
- ▶ Aristotelská klasifikace vědění: teoretické, praktické, poietické → teoretické: fyzika, matematika, metafyzika (první filosofie, teologie). Kritérium dělení: proměnlivost a vazba na hmotu.
- ▶ *Historia naturalis* (přírodopis) nebyla považována za vědění (*epistémé*), protože neuváděla příčiny.
- ▶ *Scientiae mediae/mixtae*: smíšené vědy: užívaly matematiku k výkladu přírodních jevů, tj. směšovaly čistou matematiku a fyziku : astronomie, optika, mechanika → fyzikomatematika.



2. Aristotelská přírodní filosofie



- **Arist. přírodní filosofie** = kauzální vysvětlování známého světa – nezájem o singulární data.
- Aristotelská zkušenost = obecné tvrzení, které pochází z opakovaného vnímání stejného procesu buď jedním člověkem nebo lidským rodem (není to zkušenost jednoho člověka s jedinečnou událostí)
- **Přírodní filosofie** – stanovení příčiny bylo vždy deduktivní – sylogismy – věda/scientia/epistémé = odvození z obecných premis považovaných za jisté („lidé jsou smrtelní“).
- Čtyři druhy příčin: *finální* (účelové), *materiální* (látkové), *eficientní* (působící) a *formální* – příčinou je forma entity (Sokrates je smrtelný, protože má formu člověka).

3. Vztah přírodní filosofie a scientiae mixtae

- Z aristotelského hlediska smíšené vědy poskytovaly matematický popis, ne příčiny (a nebyly sylogistické), proto nebyly považovány za opravdovou vědu.
- Přírodní filosofie často určovala obecné kosmologické rysy světa: střed, periferie, obsazení středu atp.
- Astronomie: kvantitativní charakteristiky nebeských těles (velikost, vzdálenost, poloha a rychlost), neposkytuje příčinné vědění.
- Scholastika považovala přírodní filosofii za vznešenější obor (příčiny) – astronomie a další smíšené vědy jsou horší, hypotetické a nedostatečné vědění.
- Zásadní změna v 17. století: smíšené matematické vědy byly povýšeny na opravdové vědy → vzniká z aristotelského hlediska monstrum: matematická fyzika.

8 2. Matematizace přírody

Galileova matematizace přírody

- Galileo začal matematizovat procesy, které dosud spadaly do přírodní filosofie – především pohyb; dva způsoby:
- Hledání geometrického vyjádření jevů.
- G. věřil, že za empirickými procesy se skrývá matematická struktura.
- V přírodě se neskrývají významy ani symboly (viz alchymie).

Příroda je psána matematickým jazykem: „Filosofie je napsána v této velké knize vesmíru, která je ustavičně otevřena našemu pohledu. Ale člověk nemůže této knize porozumět, pokud se nejprve nenaučí chápat její jazyk a číst písmena, jimiž je napsána. Je napsána jazykem matematiky a jejími písmeny jsou trojúhelníky, kružnice a další geometrické útvary, bez nichž je lidsky nemožné porozumět jejímu jedinému slovu.“ (Prubíř / Il Saggiatore, 1623)

- Jak objevit matematické struktury? Vytvořit zjednodušené situace, ve který se odhalí jeho matematicky ideální podstata.

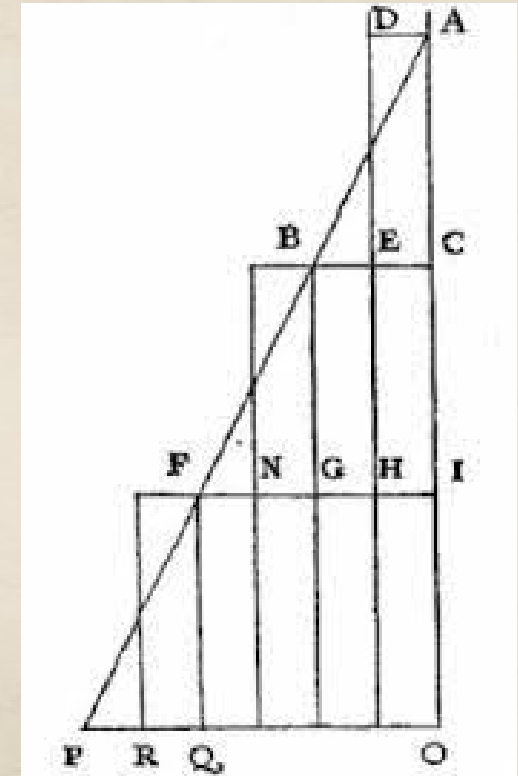


Figure 3. Source: Galilei, n. 17, p. 211.

Experimentální vytváření umělých situací

- ▶ Volný pád se nedá prozkoumat pouštěním těles z výšky (příliš rychlé).
- ▶ Galileo volný pád zpomalil prostřednictvím nakloněných rovin (kalibrovaných prken se žlábkem).
- ▶ Viz video [zde](#) a [zde](#).
- ▶ Pád se jevil jako geometricky znázornitelný proces: diagram znázorňuje zrychlení pohybu s druhou mocninou času:
 - CD je vzdálenost.
 - AB je čas, horizontální čáry = „okamžitá rychlost“
 - Trojúhelník ABC = rostoucí rychlost.
- ▶ Galileovské experimenty jsou založené na pochopení souvislosti, která umožní vytvořit umělou situaci, během níž se uskuteční ideální matematická podstata a je odhalen empirický zákon:

$$s = \frac{1}{2} gt^2$$

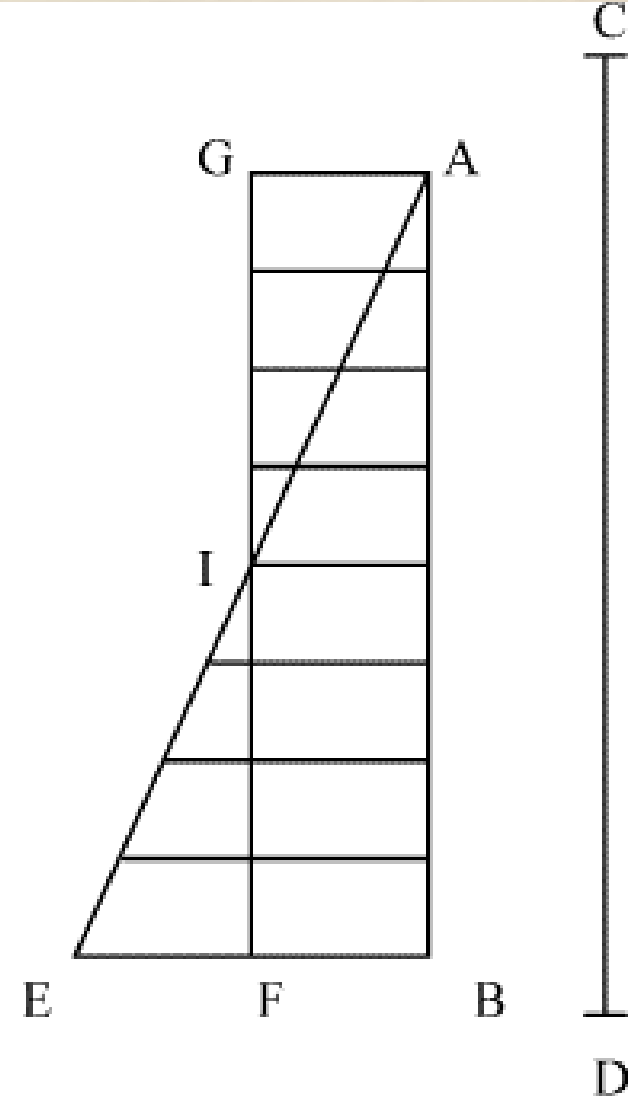


Figure 1.

Popření kvalitativního různorodosti světa

- ▶ Během umělých situací Galileo měřil, vážil a počítal – tj. přeměňoval smyslové vjemy na čísla.
- ▶ Neurčité smyslové jevy jsou nahrazeny ideálními matematickými objekty: geometrickými útvary s numerickými parametry.
- ▶ Měření = převádění kvalit na čísla: měřidlo převádí kvalitativní smyslové jevy na numerické parametry.
- ▶ Galileo nematematizoval kvality aristotelské filosofie (chuť, barvu, teplo atd.) – matematizoval obraz světa, který získal měřením.



Rozlišení primárních a sekundárních kvalit

- Později tyto pojmy zavedl Locke.

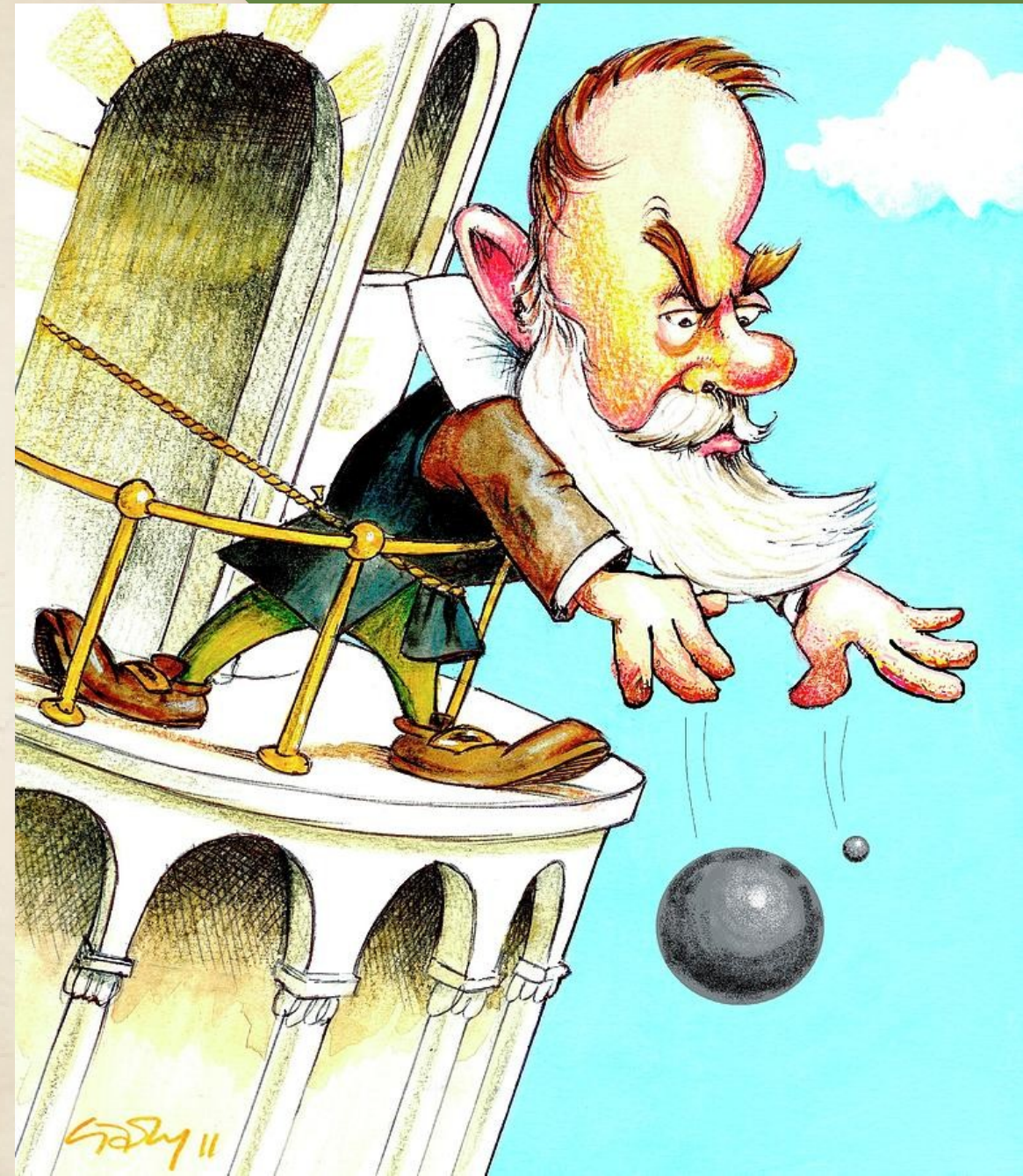
„Myslím, že chutě, vůně, barvy a tak dál jsou jen pouhými jmény, pokud jde o objekty, do kterých je umísťujeme, a že sídlí jen v našem vědomí. To znamená, že pokud by byly odstraněny živé bytosti, všechny tyto kvality by byly odstraněny a zničeny“ (Prubíř, 1632).

- Barvy, teplo, chutě – atd. nic z toho ve skutečnosti neexistuje, jsou to jen naše vjemy, které vznikají ve smyslových orgánech.
- Matematika se stala ontologickou normou – to, co nelze matematizovat, neexistuje.

Newton, Matematické principy přírodní filozofie (1687, 2. vyd. 1713): „vidíme pouze tvary těles a jejich barvy, slyšíme pouze zvuky, dotýkáme se pouze vnějších povrchů, cítíme jenom vůně a ochutnáváme toliko chutě; nejvlastnější substance však nepoznáváme žádným smyslem a žádným reflexivním aktem, a už vůbec nemáme žádnou představu o substancí Boha“ (Scholium Generale).

Fyzika bez sil a bez příčin

- ▶ G. hledal geometrickou konstrukci, která vystihuje pozorovaný jev, ale neptal se po příčinách/silách.
- ▶ G. vytvářel kinematické modely – vždy izoloval objekt od kontextu: pád, kyvadlo, projektil.
- ▶ Svět se mu rozpadá na partikulární a izolované modely různých jevů; galileovská fyzika není univerzalistická.
- ▶ **Izolované zákony:** zákon volného pádu, parabolický zákon šikmého vrchu, zákon pohybu kyvadla, zákon setrvačnosti.
- ▶ **Šťastný pozitivista** – popisoval co děje: neptal se na příčiny, tzn. neměl pojem gravitace – zrychlení není důsledek působení síly, ale vlastnost pohybu.



Nahrazení sylogistické jistoty matematikou

- Aristotelská *scientia* = odvozování závěrů ze sylogismů.
- Novověká věda = jistota poznání by neměla spočívat na sylogismech, ale v matematických důkazech: dedukce z axiomů
- Galileo – žádný systém
- Descartes = systematická přírodní filosofie (*Principy filosofie*, 1644): ideál systému, který vychází ze obecných metafyzických principů, pokračuje ke speciálnějším principům až se dostane k výkladu konkrétních jevů.
- Newtonův úspěch: stanovení **axiomat**, z nich se pak deduktivně vyvozují závěry – ty jsou ale konfrontovány s empirickými a experimentálními zjištěními
- Matematika nahradila logiku jako zdroj jistoty



3. Experimentální přírodní filosofie

Aristotelská zkušenost

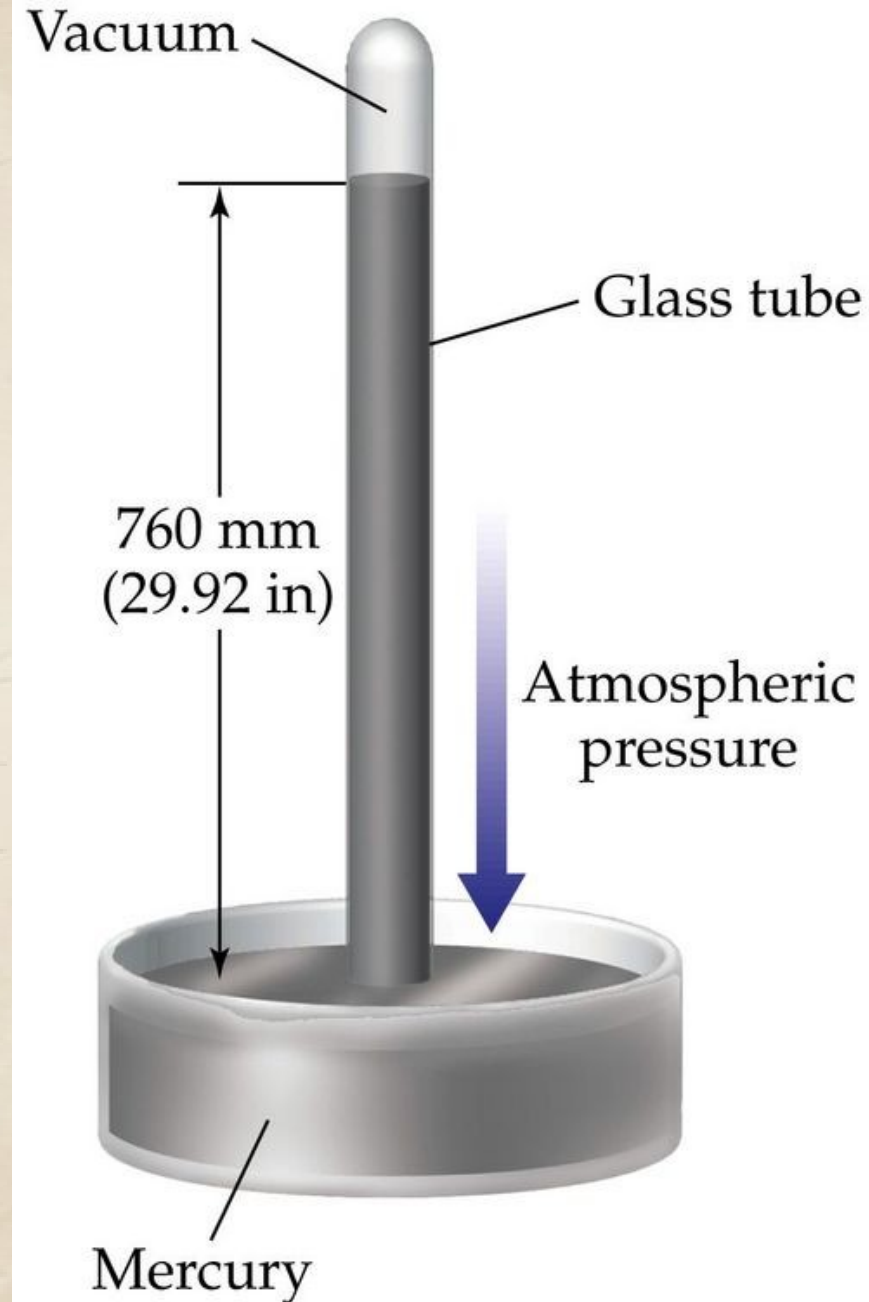
- ▶ Aristotelská zkušenost: generalizovaná pozorování ztotožněná s obecnými principy.
- a) Nová exp. věda – experimenty, které ukazovaly co se nedá vidět (vakuum, atmosférický tlak, krevní oběh). Příroda musí být mučena – představa invazivních zásahů byla zcela cizí aristotelskému myšlení.
- b) Aristotelská přírodní filosofie z důvěrně známého udělala princip; novověká přírodní filosofie: singulární zkušenosti; vytváření protipříkladů, porušování přirozeného chodu přírody.
- ▶ Experimentální postupy se rodily pomalu a postupně.
- ▶ Různé názory na jejich funkci – a) matematictí experimentátoři; b) baconovští experimentátoři.

Matematictí experimentátoři

- ▶ V matematických smíšených vědách: sbírání numerických údajů (astronomie).
- ▶ Matematická interpretace experimentů: měřitelné projevy matematizovatelných zákonitostí.
- ▶ Galileo: volný pád – zpomalení pádu pomocí nakloněné roviny: hovoří obecně o pouštění kuliček a závěrech z experimentu – ale jak přesvědčit ostatní o tom, co nebylo běžně vidět?
- ▶ Například literární prostředky: „*opakoval jsem experiment tisíckrát/bezpočtukrát....*“ – přesvědčit čtenáře, že jeho singulární zkušenosti jsou univerzální.



- ▶ Další strategie přesvědčivosti experimentálních závěrů = **opakování**.
- ▶ Experimenty s barometrem – Evangelista Torricelli (1608-1647).
- ▶ Vakuum vzniklé ve sloupci nad rtuťí – matematické teorie o změně výšky sloupce rtuťi v závislosti na tlaku.
- ▶ Jeho pokusy začala opakovat celá Evropa.



- Blaise Pascal (1623-1662)
- Další pokusy prokazující existenci prázdna a existenci atmosférického tlaku.
- 19. září 1648: Pascalův švagr vylezl na horu Puy de Dôme: na vrcholu byl sloupce rtuti asi o 8cm níže.
- Pascal vydal a okomentoval zprávu o pokusu: jeho závěr chtěl univerzalizovat: kvantitativní korelace mezi nadmořskou výškou a sloupcem – uplatněné na pařížské věže: jeho pokusy bylo možné napodobit i v Paříži a ověřit si existenci vakua i tlaku.
- Scholastičtí profesoři často napadali právě univerzalitu experimentálních závěrů.
- Další strategie: potvrzení experimentu na základě sociální prestiže – šlechtici a kněží jako svědci.

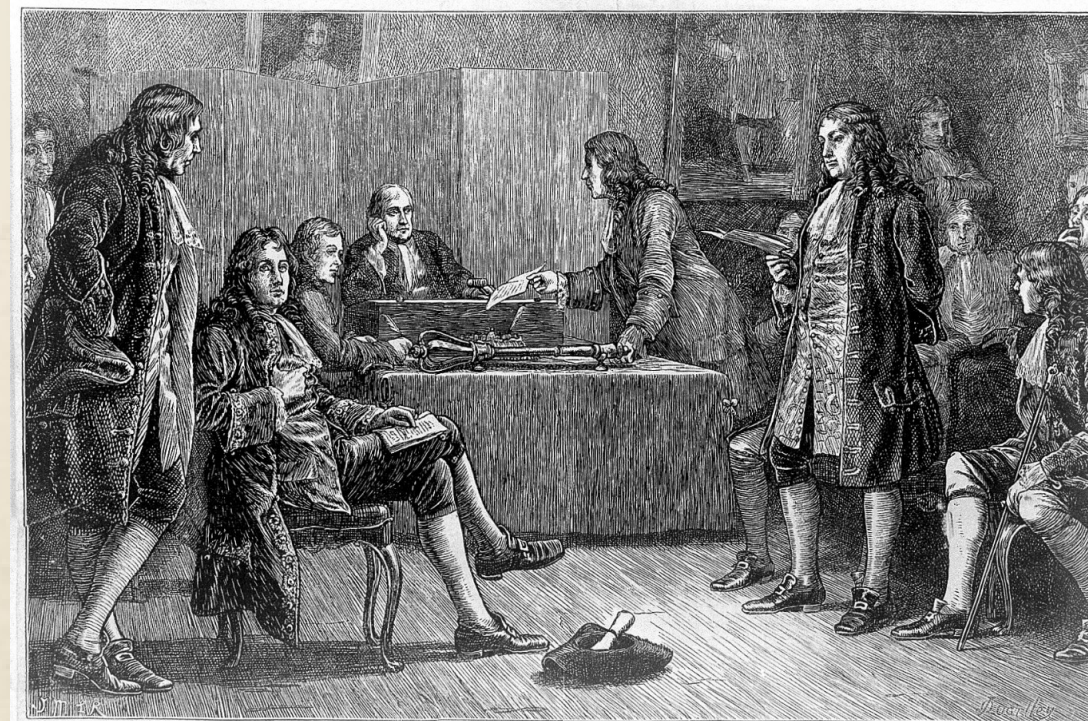


Baconovští experimentátoři

- Zejména v Anglii; od r. 1666 – **Royal Society**, hlásili se k Baconovi.
- R. Boyle, R. Hooke, E. Halley, I. Newton aj.
- Podrobné líčení experimentu – sofistický literární příběh s kontextem a svědky: vtáhnout čtenáře do experimentu.
- Nepřístupovali od singulární zkušenosti (experimentu) k zobecňování.
- Boyle – experimenty s vakuumem.
- Boyle a spol. se vyhýbali zobecňování, protože ho považovali za spekulaci – nechtěli tvořit systém – vyhýbali se dogmatismu, a tedy i sporům – a to kvůli zkušenostem z občanské války.
- Člověk je omezená a zkažená bytost, nemůže toho moc znát – a svými poznatky nesmí ohrožovat všemoc Boha.



- **Royal Society** = sbírání faktů bez sjednocující teorie.
- Filosofie 20. století přišla s tzv. tezí o zatíženosti pozorování teorií (*theory-ladenness, theory contamination*): pozorovací výroky vždy v kontextu teoretických předpokladů a za pomoci měřících metod a nástrojů, jejichž funkčnost zaručuje rovněž nějaká teorie – neexistuje „čisté“ pozorování – jsou vždy „kontaminována“ teorií (Kuhn: teorie vznikají spolu s fakty, s nimiž jsou v souladu) – paradigma určuje pozorování.
- **Royal Society** věřila v akumulaci objektivních dat; považovala se za úschovnu faktů, z níž bude těžit budoucnost, což se stalo: pokusy s vývěvou vedly nakonec přes Denise Papina (1647-1713) k ideji u parního stroje: Thomas Newcomen (1664-1729) v roce 1712. Na konci století ho výrazně zdokonalil James Watt (1736 -1819) – moderní industrializace.



A MEETING OF THE ROYAL SOCIETY IN CRANE COURT (see p. 106).