

# Fyzikální pojmy

Mgr. Tomáš Milář, Ph.D.  
PdF MU, Brno



16. 11. 2017, UP Olomouc

Věda usiluje o co největší přesnost a jasnost pojmů, pokud jde o jejich vzájemné vztahy a korespondenci s vnímanými údaji.

Albert Einstein  
*Teorie relativity a jiné eseje*  
PRAGMA, 2000, (originál 1950)

Často se říká, a určitě ne bez důvodu, že vědec je špatný filozof. Proč by tedy nemělo být správné, aby fyzik přenechal filozofování filozofovi? To by jistě mohlo být v pořádku v době, kdy fyzik věří, že disponuje pevným systémem základních pojmů, které jsou tak neochvějné, že na ně vlny pochybností nemají vliv; nemůže to však být v pořádku v době, kdy se samotné základy fyziky stávají problematickými, což se v současnosti děje. V době, jako je ta dnešní, kdy nás zkušenost nutí hledat novější a pevnější základ, fyzik nemůže prostě přenechat kritické úvahy o těchto základech filozofovi, protože sám nejlépe ví a jistěji cítí, kde ho bota tlačí. Při hledání nového základu musí zkoušet vyjasnit si ve své vlastní mysli, do jaké míry jsou pojmy, které používá, oprávněné a nutné.

Albert Einstein  
*Teorie relativity a jiné eseje*  
PRAGMA, 2000, (originál 1950)

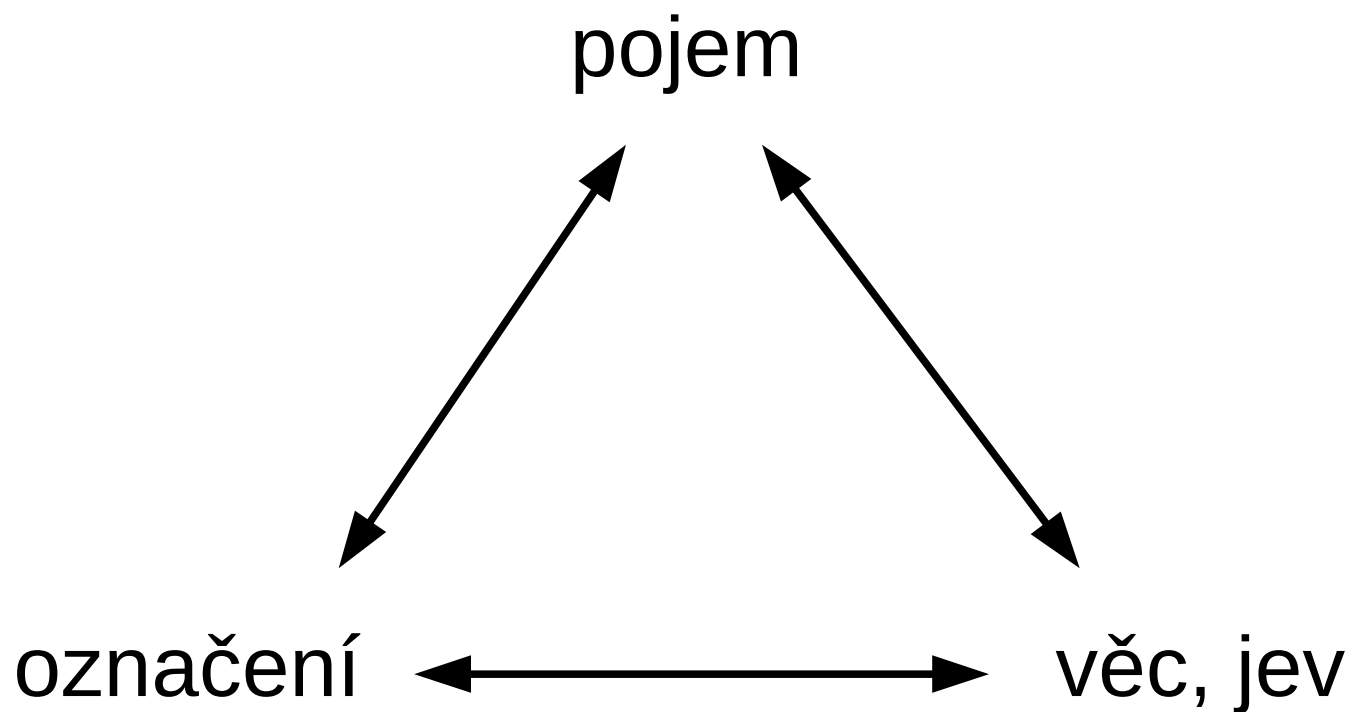
Význam fyzikálních věd pro filosofii není jen v tom, že fyzikální vědy stále doplňují naše znalosti o neživé hmotě, ale především v tom, že umožňují prověřovat základy, na nichž spočívají naše nejprvotnější pojmy, a ukazovat oblast jejich použitelnosti. Narůstání experimentálních dat a rozvoj teoretických pojmů vedou nepochybně k zdokonalování terminologie.

Niels Bohr

*Kvantová fyzika a filosofie (kausalita a komplementarita)*

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, 1960

# Sémiotický trojúhelník



C. K. Ogden, I. A. Richards, *Meaning of meaning*, 1923

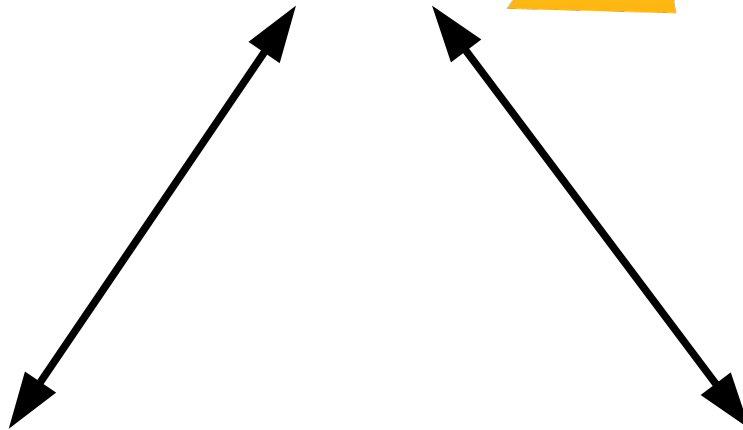
# J. A. Komenský

## O prospěšnosti správného pojmenování věcí (1651)

Lidská řeč se skládá ze slov. Slova se však netýkají ničeho jiného než věcí, které označují. Přenášejí obrazy věcí z mysli mluvícího do mysli poslouchajícího. Z toho plyne, že slova, která nic neoznačují (jako bolda, datit, fitu aj., která se snad v žádném jazyce nevyskytují), jsou bez užitku. Stejně je tomu se slovy, která sice mají svůj význam, ale my jim nerozumíme, jako např. arabským slovům abach, ibil, ha aj. Proto je řeč tím lepší, čím je věcnější a duchaplnější, a je tím planější, čím méně věcnosti a rozumu je v ní. Proto mají lidská slova větší váhu než slova papoušků, proto řeč moudrých převažuje nad ženskými zaklínadly.



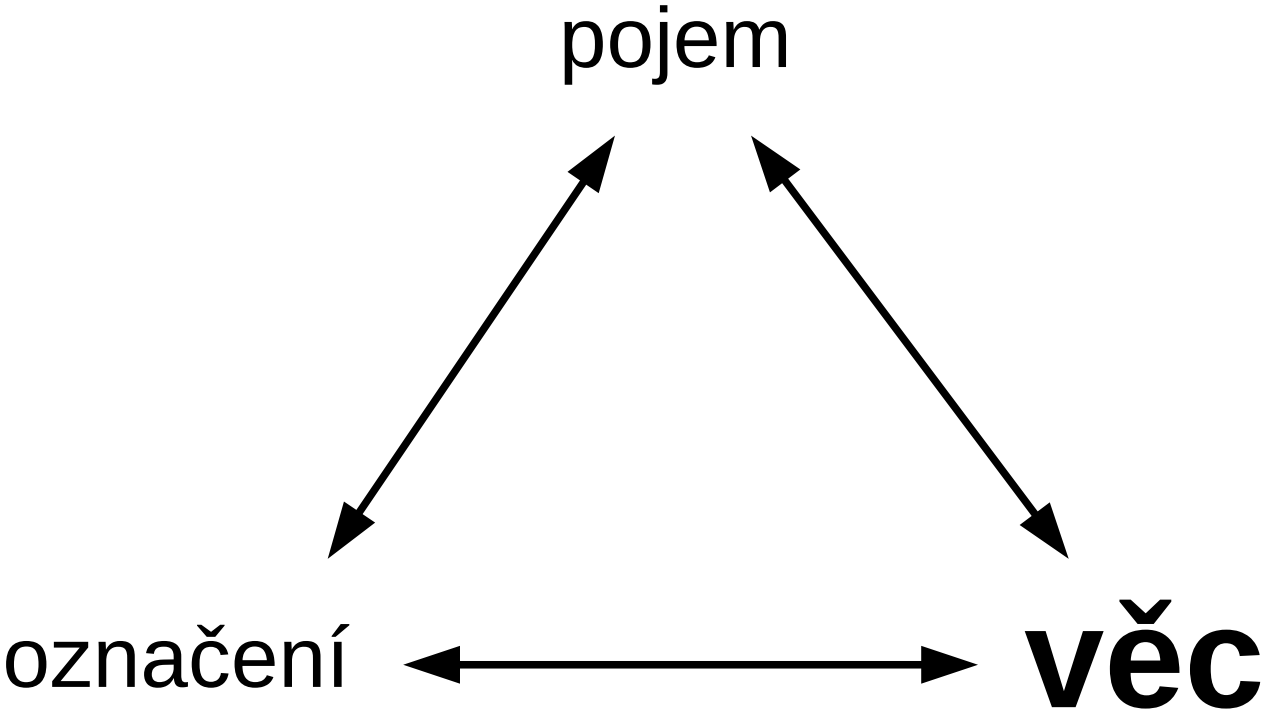
pojem



označení

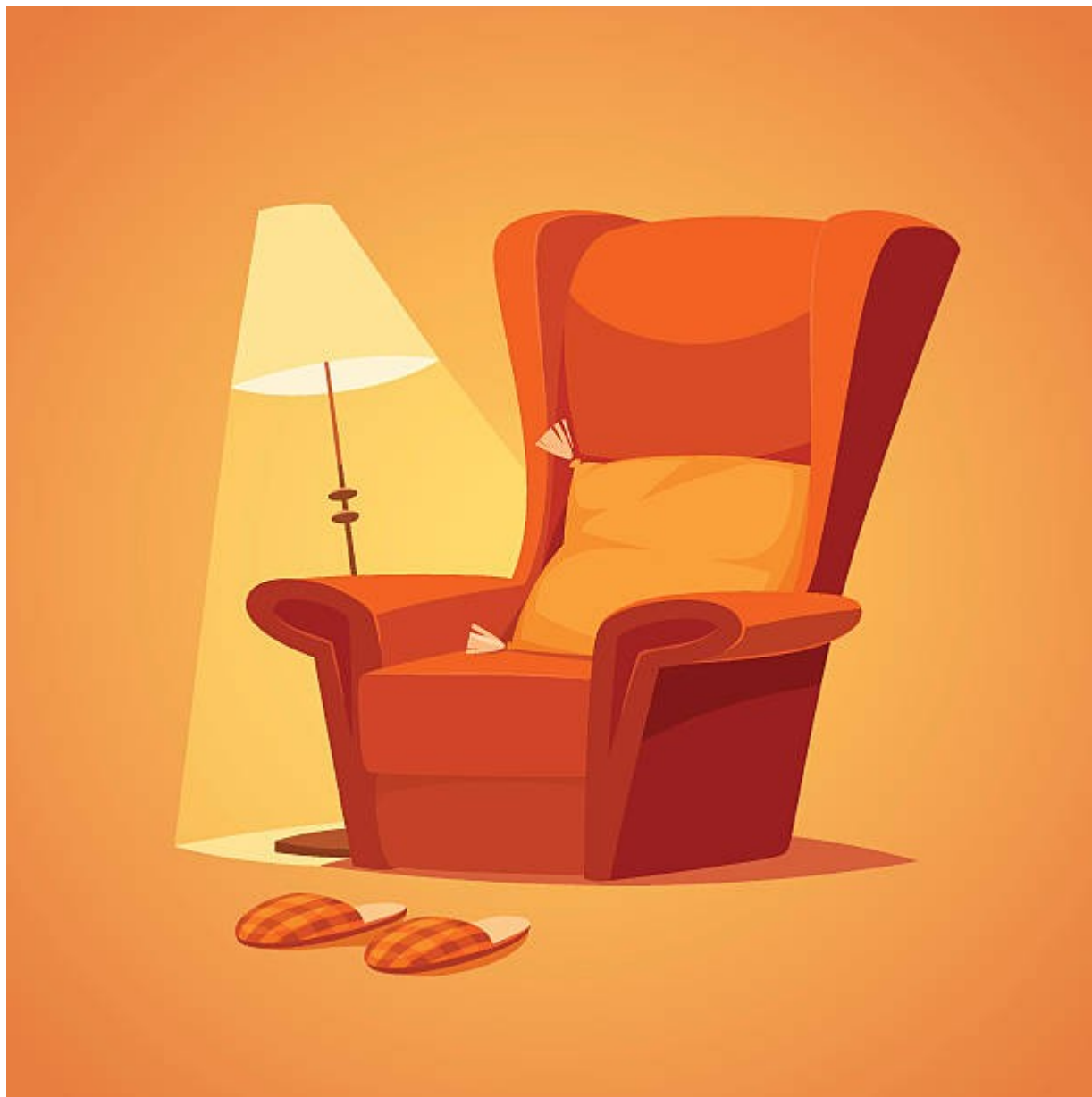
věc







Co je (tohle konkrétní) křeslo?



Každá jednoduchá idea je přiblížením. Pro ilustraci si vezměme nějaký předmět... Co je to předmět? Filosofové vždy řeknou: „No, například křeslo“. V okamžiku, kdy to řeknou, je jasné, že nevědí, o čem hovoří. Co je to křeslo? Křeslo je určitá věc tamto... Určitá?, jak určitá? Čas od času se z něj vypařují atomy – ne mnoho, několik – padá na ně prach a rozpouští se v nátěru; takže podat přesnou definici křesla, přesně říci, které atomy jsou křesla a které jsou vzduch nebo které atomy jsou prach, které atomy jsou nátěr křesla – to je nemožné. Takže hmotnost křesla lze definovat jen přibližně. Stejně tak není možné definovat hmotnost jednotlivého předmětu, neboť ve světě neexistují žádné jednotlivé, osamocené předměty – každý je smíšeninou mnoha věcí, takže vždy máme co činit s řadou přiblížení a idealizací.

*Feynmanovy přednášky z fyziky I., str. 170*

„Člověk je už svou fyziologickou podstatou spojen s prostředím. Na mikroskopické úrovni může být obtížné rozlišit, kde je ještě člověk a kde začíná jeho prostředí.“

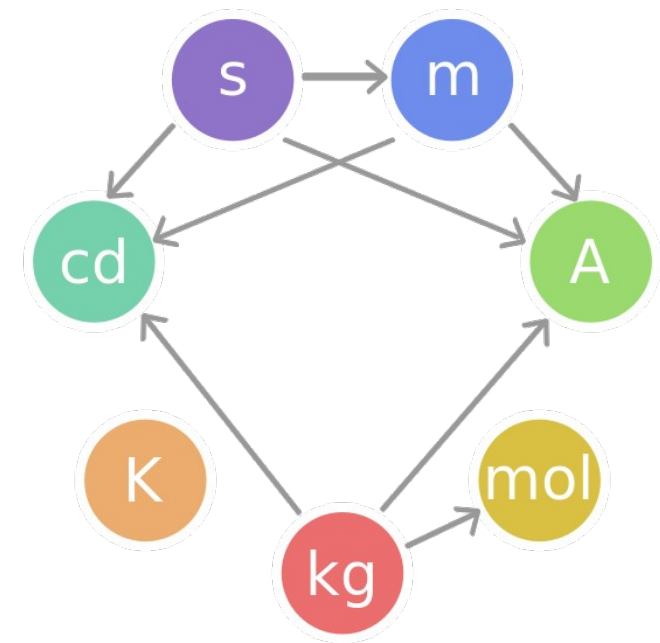
Jan Krajhanzl

*Psychologie vztahu k přírodě a životnímu prostředí, str. 116*

# Hejno ptáků



# Etalon kilogramu



<https://en.wikipedia.org/wiki/Kilogram>

<https://www.youtube.com/watch?v=oHrXjolhl-k>

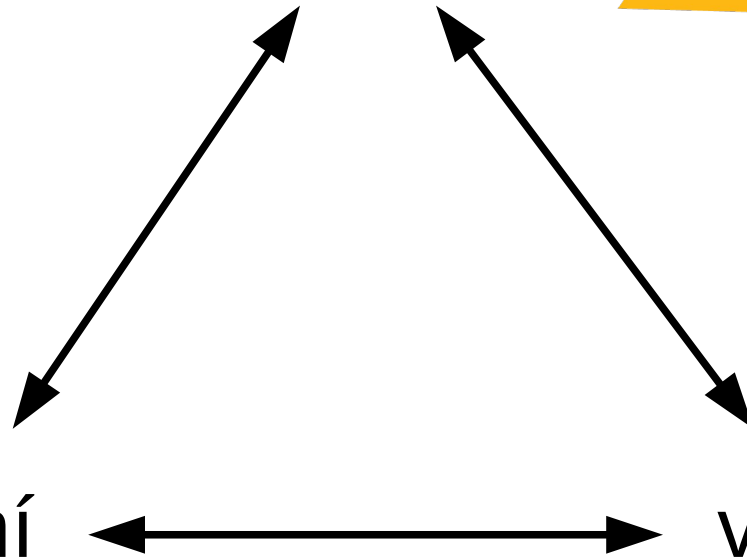
<https://www.youtube.com/watch?v=NRqBBqdBaP8>



**pojem**

označení

věc





# Struktura fyziky

oblasti fyziky  
teorie,  
modely

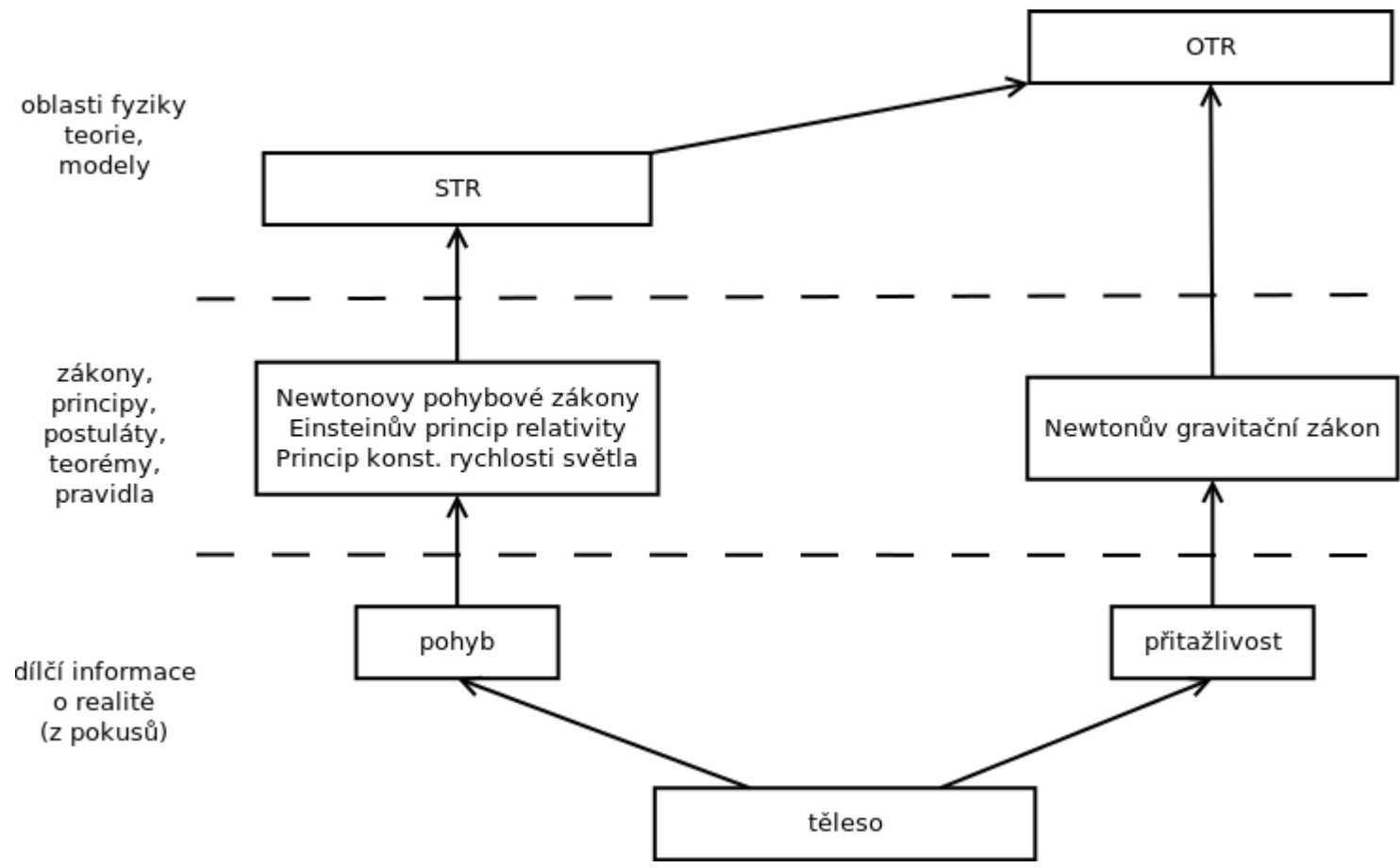


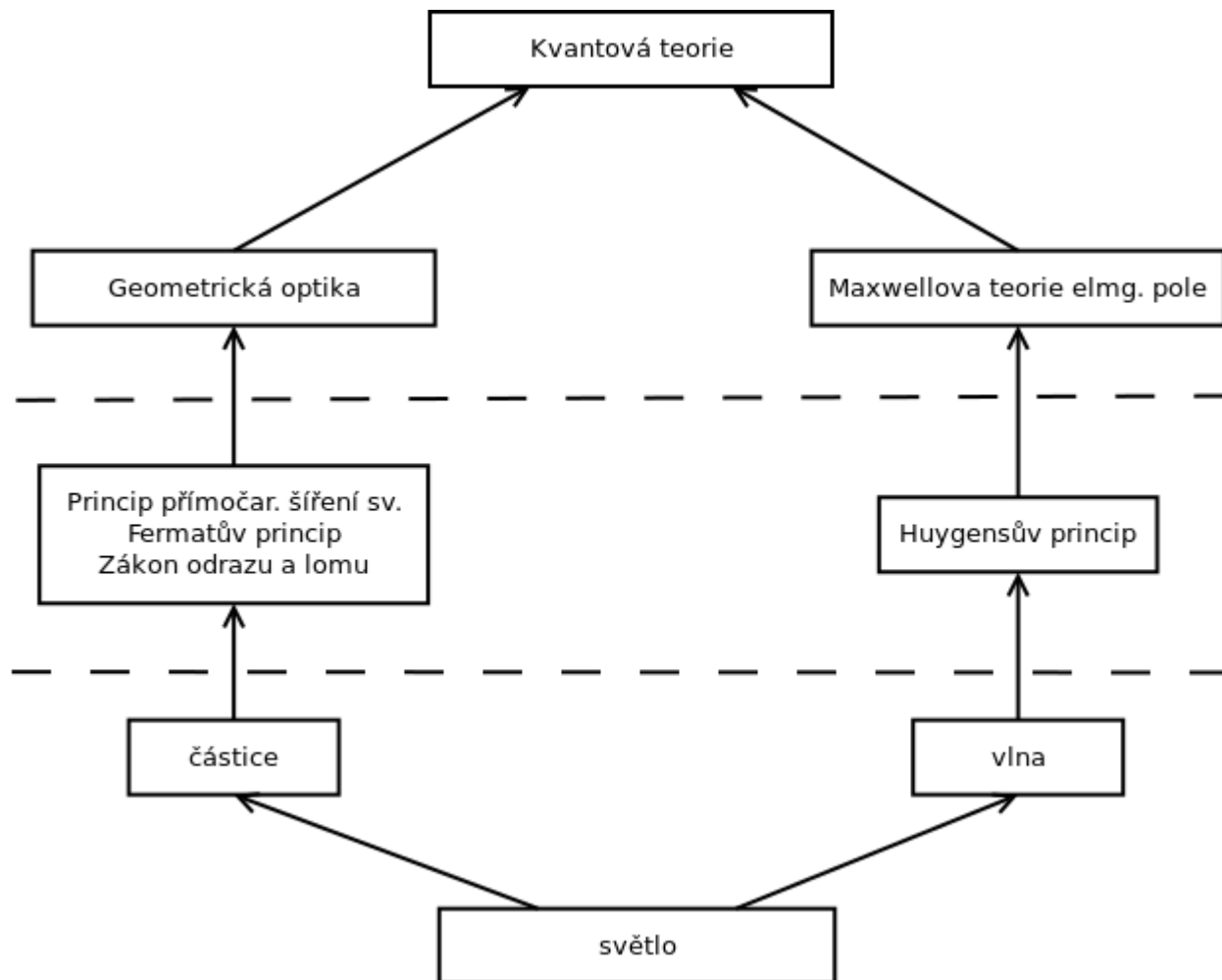
zákony,  
principy,  
postuláty,  
teorémy,  
pravidla

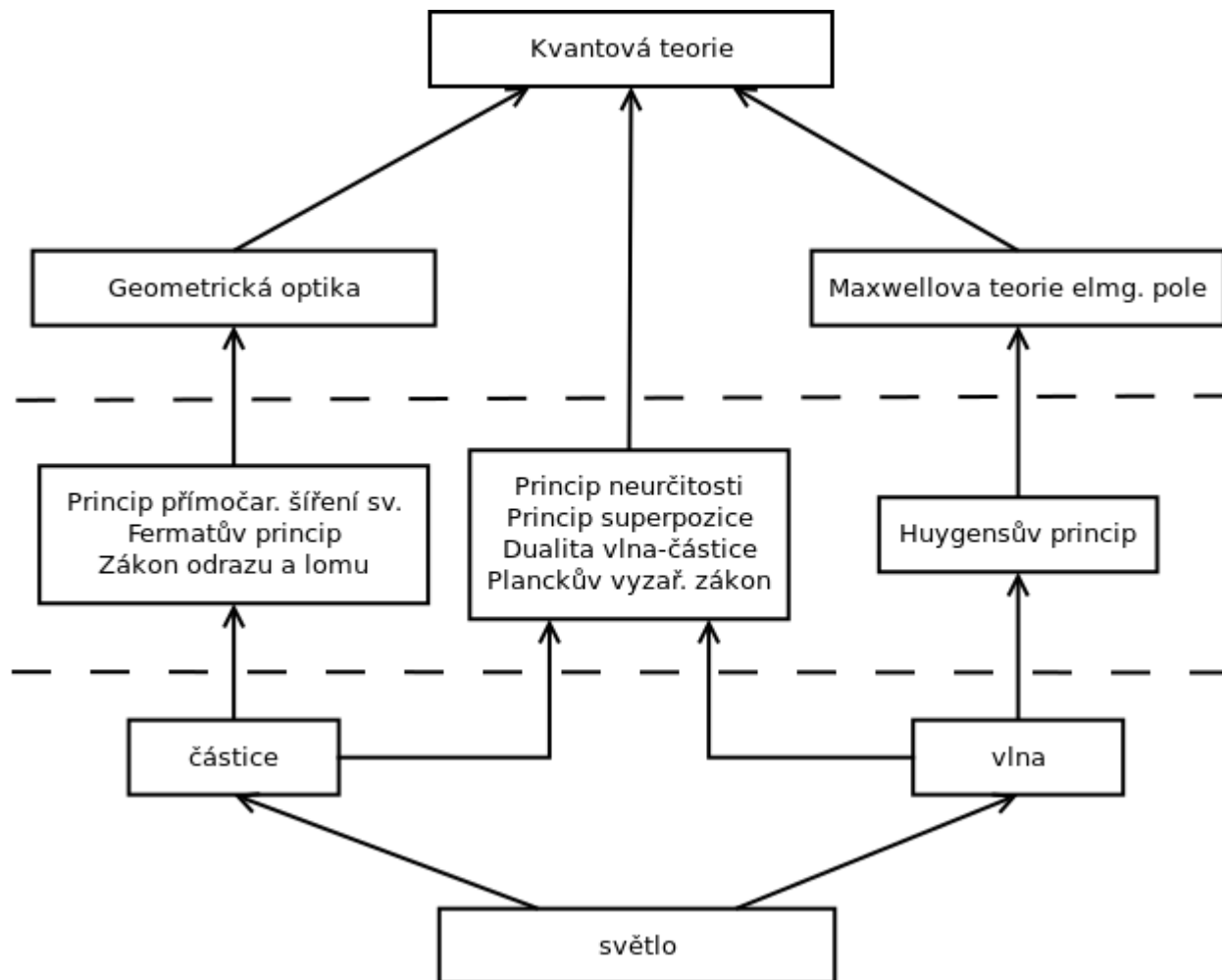


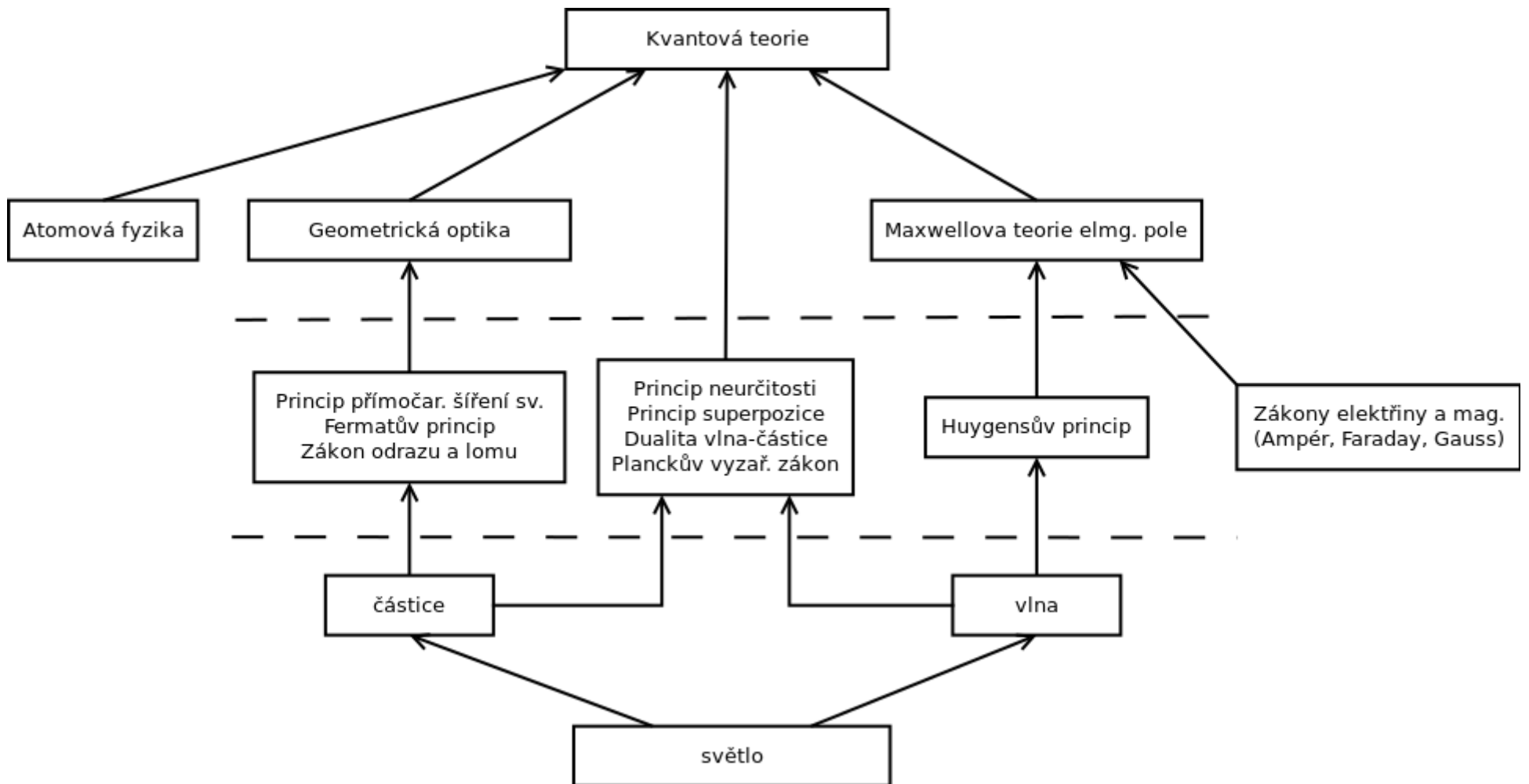
dílčí informace  
o realitě  
(z pokusů)







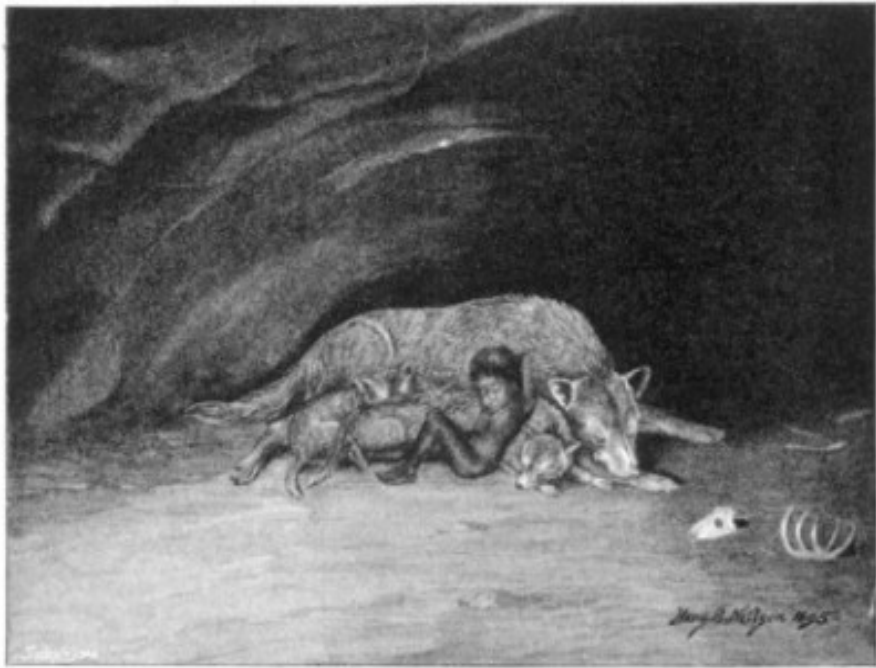




# Co je to „myšlení“?

„operace s pojmy, tvoření a užívání určitých funkčních vztahů mezi nimi a přiřazování smyslových zkušeností k těmto pojmům“

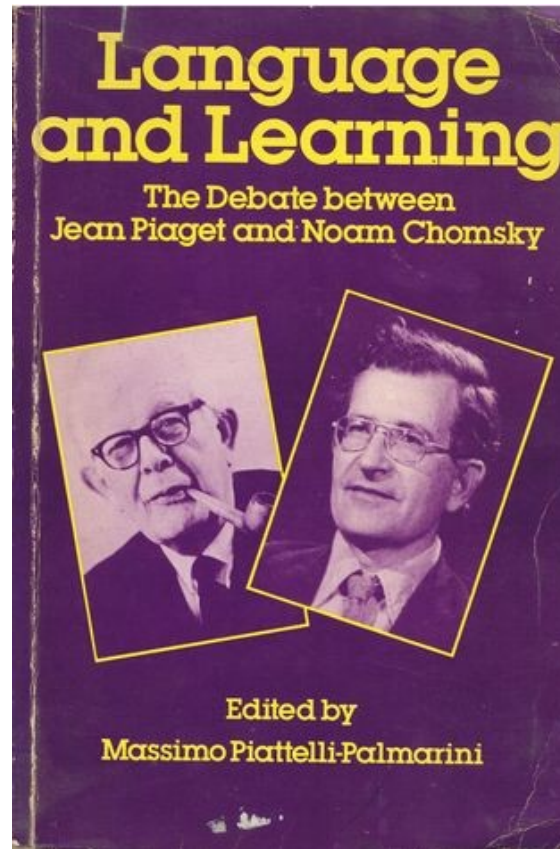
A. Einstein



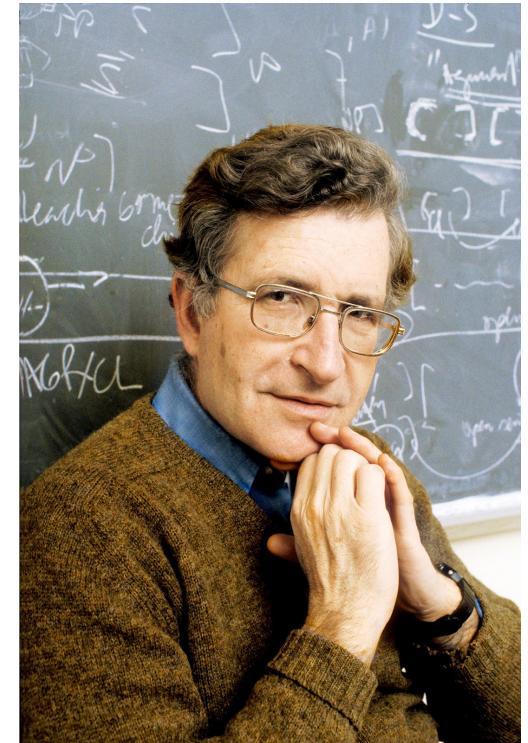
# Jak se učíme mateřský jazyk?

**Jean Piaget**  
(1896 – 1980)

Cognitive  
Development theory



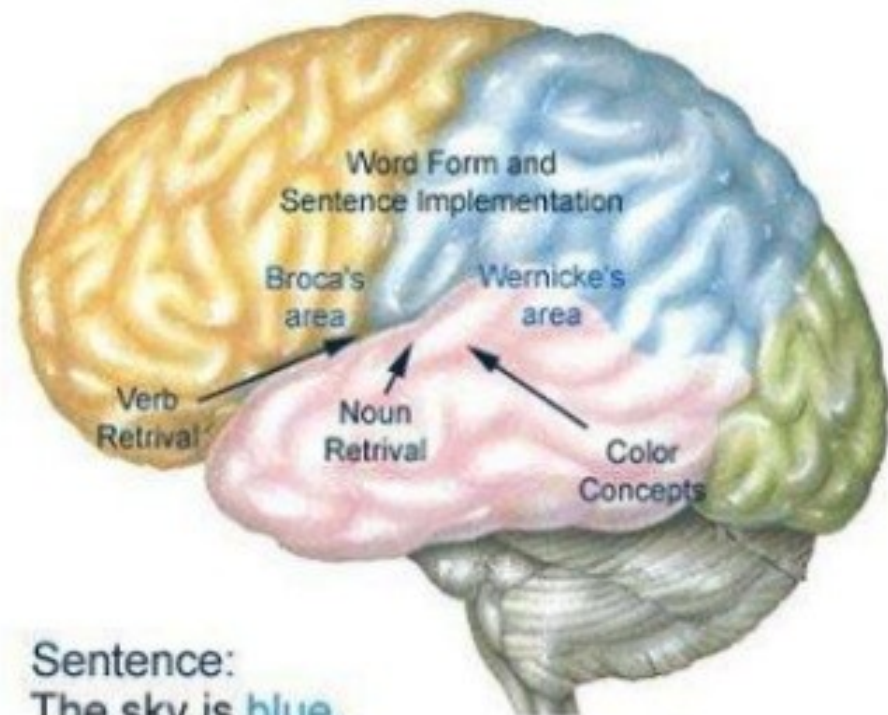
**Noam Chomsky**  
(\*1928)  
Innatist theory



## THE “LAD” (Chomsky, 1965)

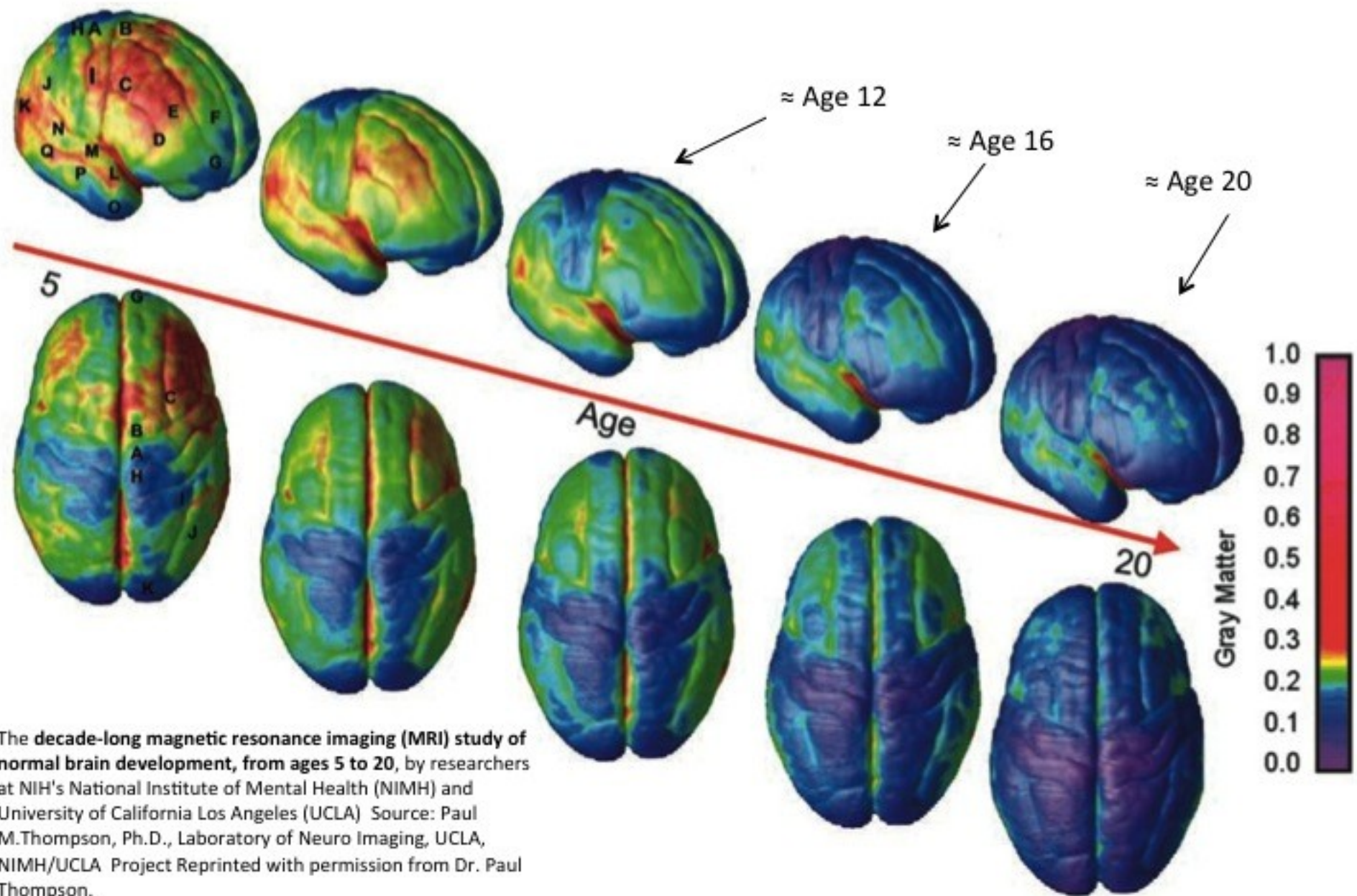
- The language acquisition Device (LAD) is a postulated organ of the brain that is supposed to function as a congenital device for learning symbolic language (i.e., language acquisition).

Language involves retrieval of information from many brain areas.

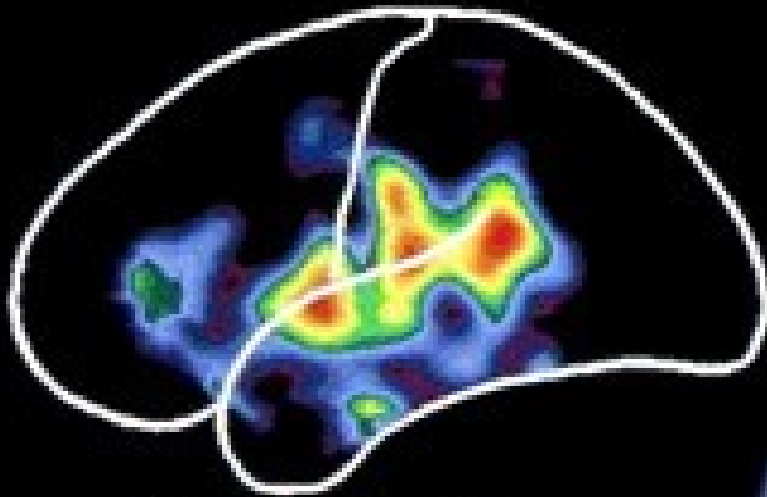


Sentence:  
The sky is blue.

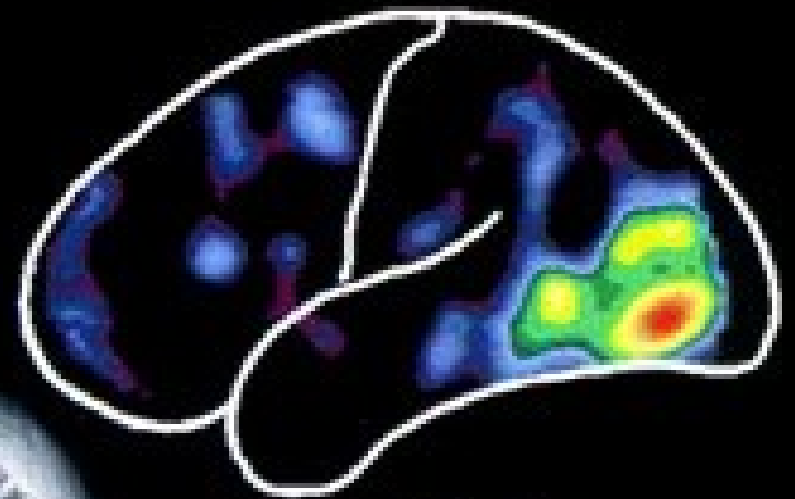




- the contribution of substance use to poor academic performance.
- drugs and alcohol hijack neural networks in the brain
- substances do not work in that brain the way they work in the brain of an adult



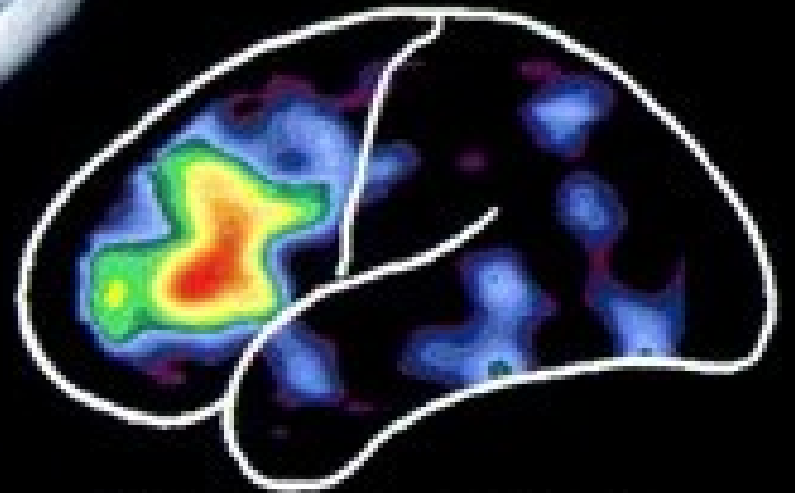
Hearing Words



Seeing Words



Speaking Words



Thinking About Words



## Recognition Networks

The "what" of learning



How we gather facts and categorize what we see, hear, and read. Identifying letters, words, or an author's style are recognition tasks.

## Strategic Networks

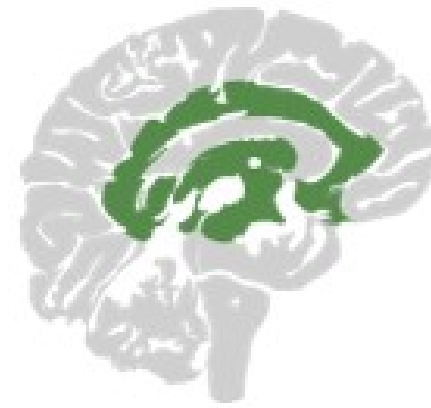
The "how" of learning



Planning and performing tasks. How we organize and express our ideas. Writing an essay or solving a math problem are strategic tasks.

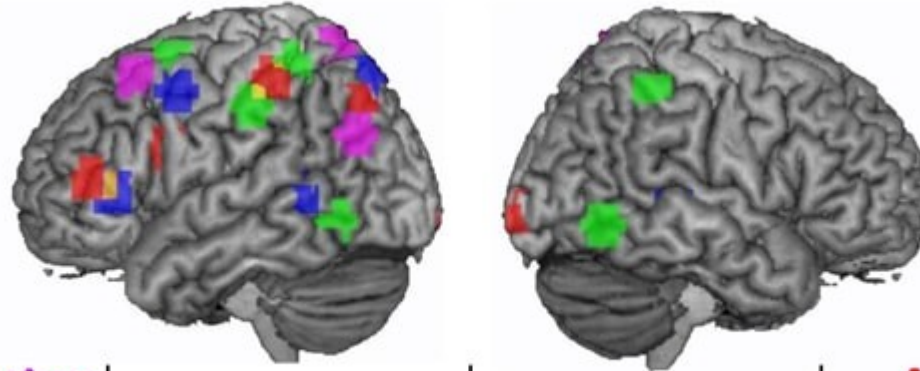
## Affective Networks

The "why" of learning



How learners get engaged and stay motivated. How they are challenged, excited, or interested. These are affective dimensions.

# Přemýšlení o fyzikálních pojmech



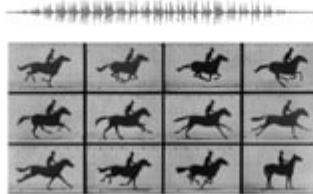
## Causal motion visualization

gravity  
potential energy  
centripetal force  
torque



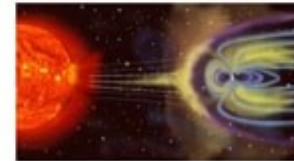
## Periodicity

frequency  
wavelength  
sound waves  
radio waves



## Energy flow

electric field  
direct current  
heat transfer  
light



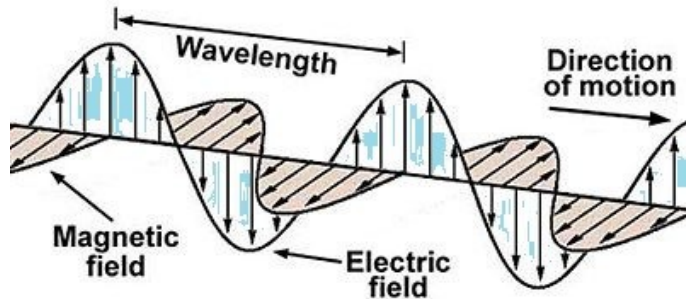
## Algebraic representation

velocity  
acceleration  
electric current  
heat transfer

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

# Představivost

- Feynman – elmg. vlna

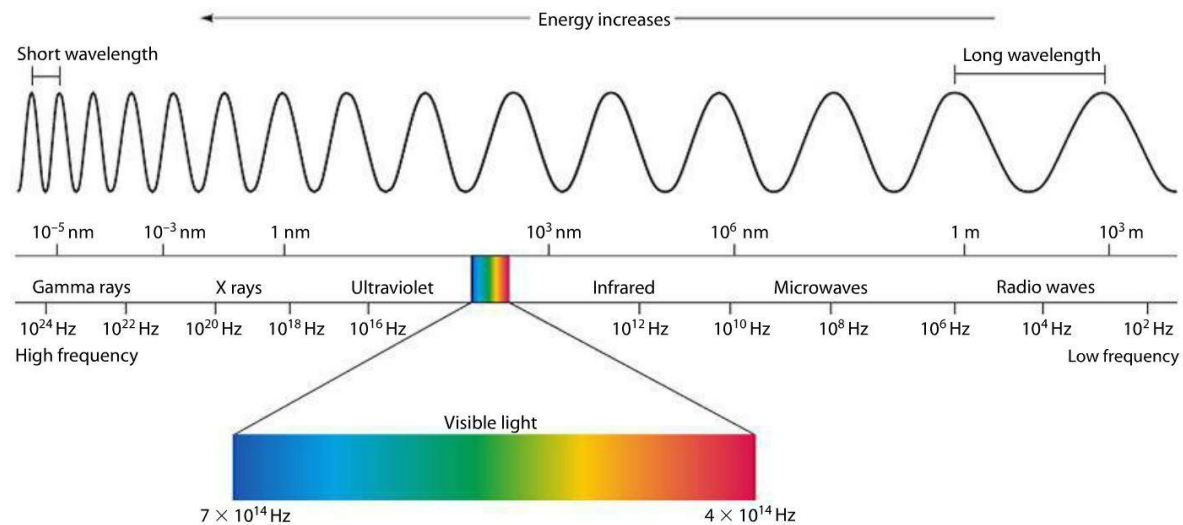


$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$



## Rudolf Carnap (1891 – 1970)

- analýza jazyka vědy
- formální zápis => slovní interpretace
- **chápaní ve fyzice**



# Vliv vědecké specializace pro chápání pojmů

Thomas S. Kuhn  
(1922 – 1996)

Je jediný atom hélia  
molekulou či nikoli?



# Struktura vědeckých revolucí

„Nutnost změny významu zavedených a všeobecně známých pojmů je ústředním bodem revolučního působení Einsteinovy teorie.“

Thomas S. Kuhn  
(1922 – 1996)



- Vědecké revoluce => předefinování pojmů
- Lze z OTR odvodit teorii Newtonovu? (odlišný význam pojmů prostor, čas, hmotnost...)



# Vědecká revoluce => klasická vs. kvantová fyzika

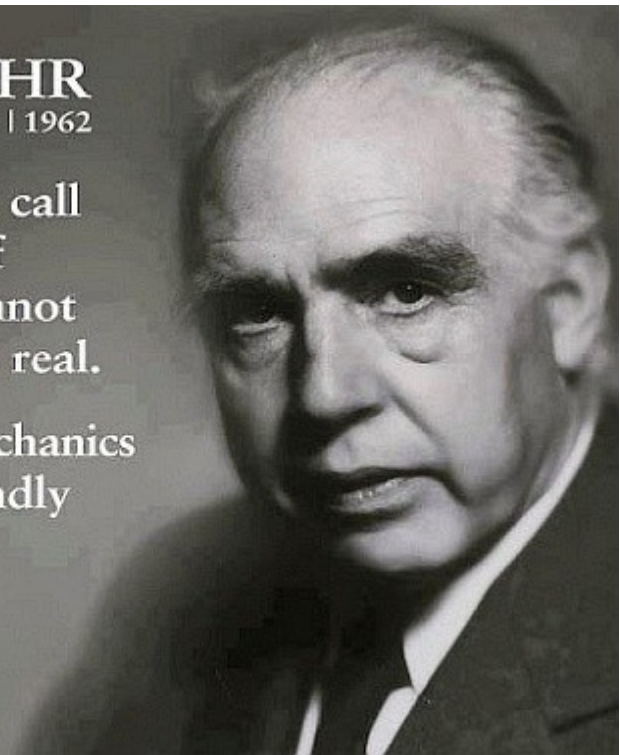
- pozorování, experiment, měření, jev
- kauzalita, determinismus
  
- kvantový svět nelze postihnout názornými představami
- subjektivnost je vyloučena!
- princip komplementarity

**NIELS BOHR**

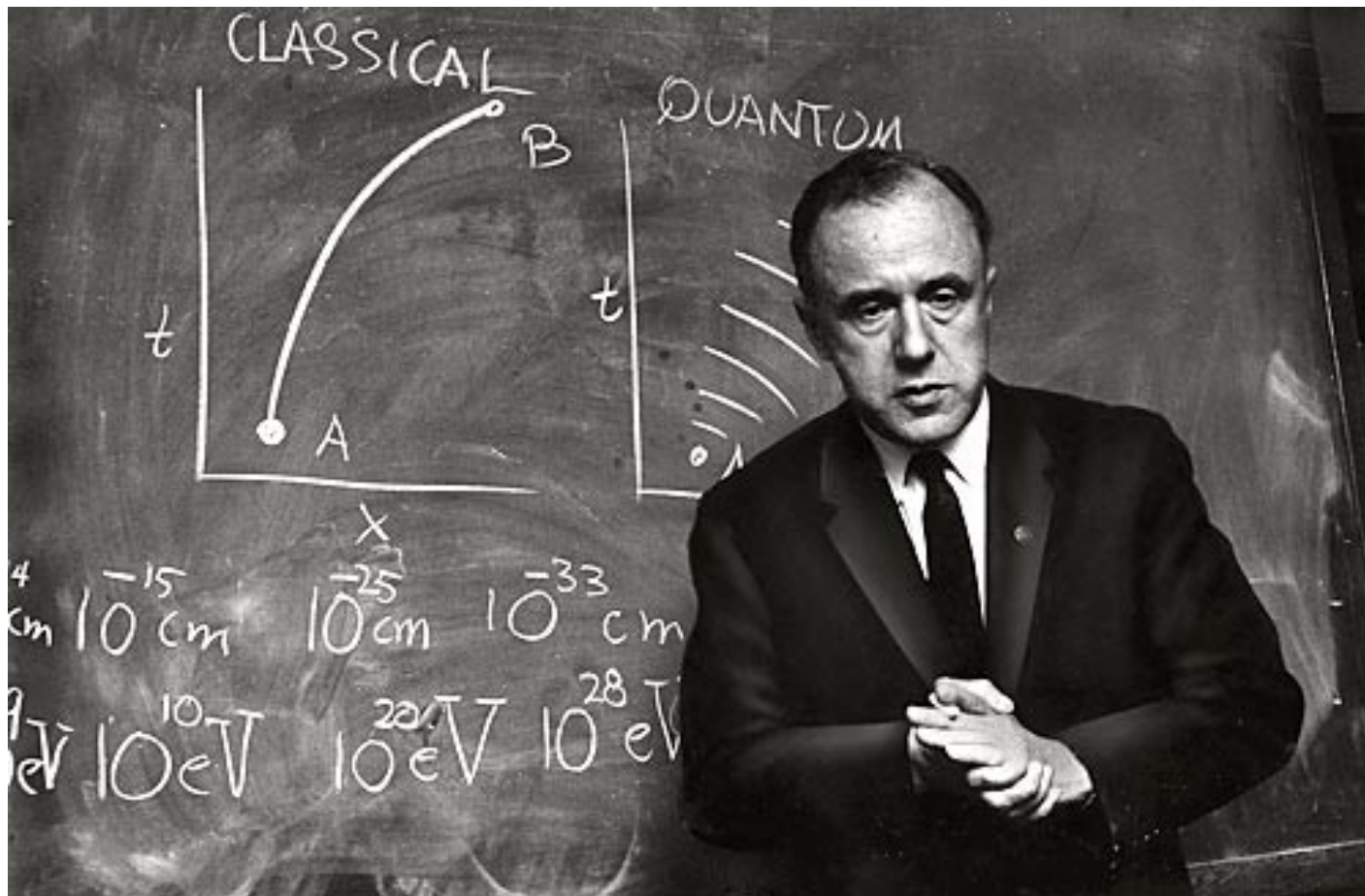
7 | 10 | 1885 – 18 | 11 | 1962

Everything we call  
real is made of  
things that cannot  
be regarded as real.

If quantum mechanics  
hasn't profoundly  
shocked you,  
you haven't  
understood  
it yet.



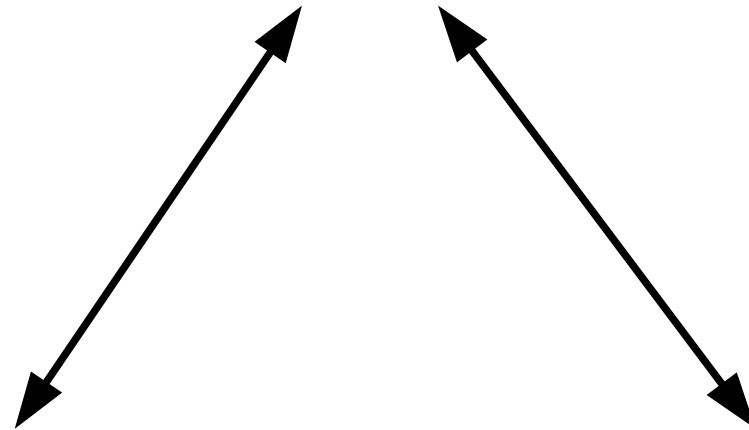
# Wheelerova hra



Pojmy, jež nemají základ v přírodě, můžeme přirovnat k severským lesům, jichž stromy nemají kořeny. Stačí závan větru, nepatrný **fakt**, a celý les stromů a ideí klesne k zemi.

D. Diderot

pojem



**označení**

věc





# Orwellův „newspeak“ (doublespeak) - nepříjemná pravda uchu lahodící

- *restrukturalizace, optimalizace* –

# Orwellův „newspeak“ (doublespeak)

- nepříjemná pravda uchu lahodící

- *restrukturalizace, optimalizace* – propouštění
- *vzdušný arzenál* –

# Orwellův „newspeak“ (doublespeak)

- nepříjemná pravda uchu lahodící

- *restrukturalizace, optimalizace* – propouštění
- *vzdušný arzenál* – bomby a rakety
- *čisté uhlí* –



# Orwellův „newspeak“ (doublespeak)

- nepříjemná pravda uchu lahodící

- *restrukturalizace, optimalizace* – propouštění
- *vzdušný arzenál* – bomby a rakety
- *čisté uhlí* – spalování uhlí s ukládáním CO<sub>2</sub>  
(fakticky neexistující technologie)
- *komunikace* –

# Orwellův „newspeak“ (doublespeak)

- nepříjemná pravda uchu lahodící

- *restrukturalizace, optimalizace* – propouštění
- *vzdušný arzenál* – bomby a rakety
- *čisté uhlí* – spalování uhlí s ukládáním CO<sub>2</sub>  
(fakticky neexistující technologie)
- *komunikace* – propaganda

# Teleologie ve fyzice

„Hlubší voda nezamrzá za kruté zimy proto,  
**aby** nebyl zničen takto život v řekách.“

Ladislav Čelakovský: Darwin a dnešek  
Orbis, Praha, 1959

# Teleologie ve fyzice

„Světlo se v prostoru šíří z jednoho bodu do druhého po takové dráze, **aby** doba potřebná k proběhnutí této dráhy nabývala extrémální hodnoty.“

Fermatův princip (Wikipedie)

Fermatův princip... „Spočívá v tom že ze všech možných drah, kterými se lze dostat z jednoho bodu do druhého, **si světlo vybírá** takovou, která vyžaduje nejkratší čas.“

Feynmanovy přednášky z fyziky, str. 347

„Tento princip vychází z předpokladu, že světelný paprsek procházející bodem A v jednom optickém prostředí a bodem B v druhém prostředí, urazí vzdálenost AB za minimální možný čas.“

<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/439-fermatuv-princip-nejmensiho-casu>

# Interpretace ve fyzice

- zákon vs. definiční vztah

$$I = \frac{U}{R} \qquad R = \frac{U}{I}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

„Každý fyzikální vztah, ať zákon nebo definice, je třeba ve škole formulovat za podmínek, pro které byl odvozen.“

Emil Kašpar, Fyzika ve škole, 1966, str. 56

# Pravopis

- fysika X fyzika  
(*physis*, příroda)
- filosofie X filozofie  
(*filein*, mít rád, *sofía*, moudrost, *zofos*, temnota)

# Volba termínů

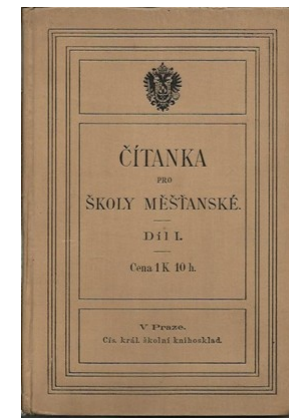
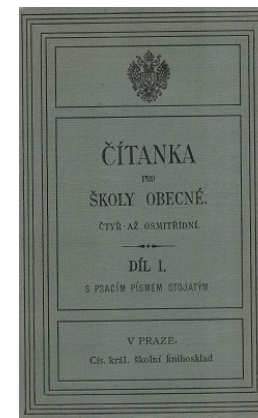
## *Těžisko či těžiště?*

Přírodní vědy ve škole, 1956 a 1957

Prof. Ivan Poldauf vs. Doc. Emil Kašpar

# Integrace výuky fyziky a českého jazyka

- Přírodopysné články v čítankách



- Josef Klika (1857 – 1906)



- 1881 Navedení, jak zacházeti s fyzikálními přístroji ve škole obecné
- 1883 O vyučování fysice ve školách obecných a měšťanských
- 1896 **Silozpyt pomůckou vyučování jazykového** ve školách obecných i měšťanských
- 1898 Diagrammy a obrazy k vyučování silozpytu





# Geneze fyzikálních pojmů

**Analýzou konkrétních příkladů vývoje fyzikálních pojmů jsme dospěli k vymezení následujících pěti kategorií:**

**Vznik** – v určité době se objevila potřeba zavedení nového pojmu k vysvětlení fyzikálního jevu. Např. experimenty s elektřinou, magnetismem a zářením vedly v 19. stol. k Maxwellově teorii a zavedení nového pojmu *pole*.

**Zánik** – zavedený pojem se postupem času ukázal být v rozporu s novějšími teoriemi, experimentem a realitou vůbec. Ve fyzice-vědě byly některé pojmy opuštěny, stále však mají význam z hlediska historie fyziky (např. *éter*, *flogiston*).

**Vzkříšení** – pojem byl zaveden, opuštěn a ve světle nových poznatků znovu akceptován (*kosmologická konstanta*).

**Oddělení** – s prohlubujícím se poznáním dochází ke zpřesňování pojmu tak, že se z něj vyčleňují pojmy jiné. Dobrým příkladem je pojem *teplo*, který zpočátku zahrnoval všechny možné termické jevy, ale mohl zahrnovat i jevy související jen zdánlivě (např. chuť pálivého koření). Později vznikly pojmy *teplota*, *vnitřní energie*, *tepelná kapacita* atd., pro které bylo nutné zavést vhodné termíny.

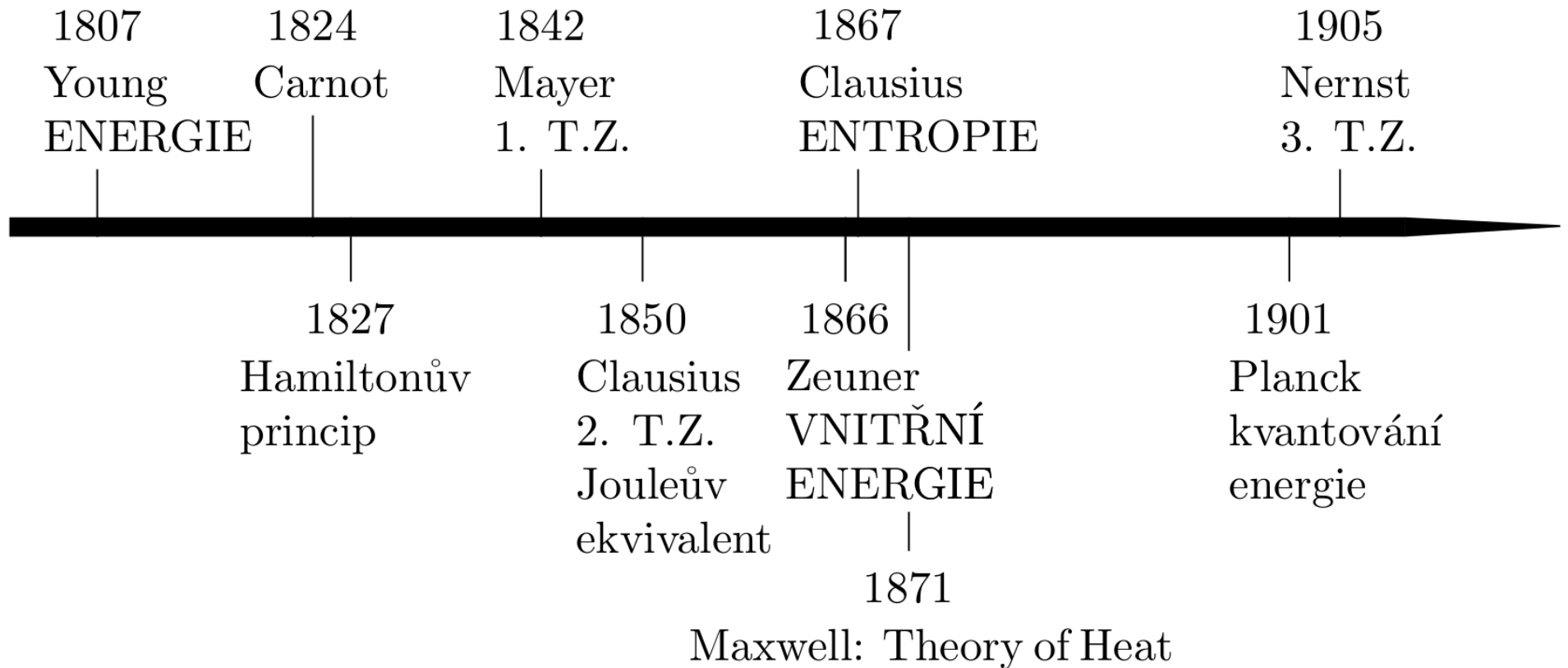
**Sloučení** – mohou být pozorovány dva jevy, u nichž se později ukáže, že mají stejnou podstatu. Např. všechny hmotné objekty se vzájemně přitahují, ale také vykazují jistou setrvačnost pohybového stavu. Proto kvantifikaci těchto jevů vznikly pojmy *hmotnost tíhová* a *hmotnost setrvačná*, které byly později sloučeny v jedinou fyzikální veličinu – *hmotnost*. Dále došlo ke sloučení pojmů *prostor* a *čas* v nový pojem *prostorčas*, jakkoliv ve fyzice mají oba původní pojmy smysl i nadále.

## Francis Bacon, Nové organon (1620)

13. Všechny kosmaté látky, jako vlna, chlupy zvířat a peří, také obsahují teplo.
16. Každé těleso, tře-li se silně, jako kámen, dřevo nebo sukno atd.; proto nápravy kol se někdy vzejmou; nícení ohně v Západní Indii dělo se třením.
25. Vonné látky a palčivé rostliny jako dracunculus, řeřicha atd. Třeba se nejeví teplými na dotek (ani roztlučeny na prášek), přec na jazyku a na patře, jsouce žvýkány, hřejí a pálí.
27. Také prudký a silný mráz působí jakýsi pocit pálení, neboť se říká, že „Pálí pronikavý a mrazivý severák“.

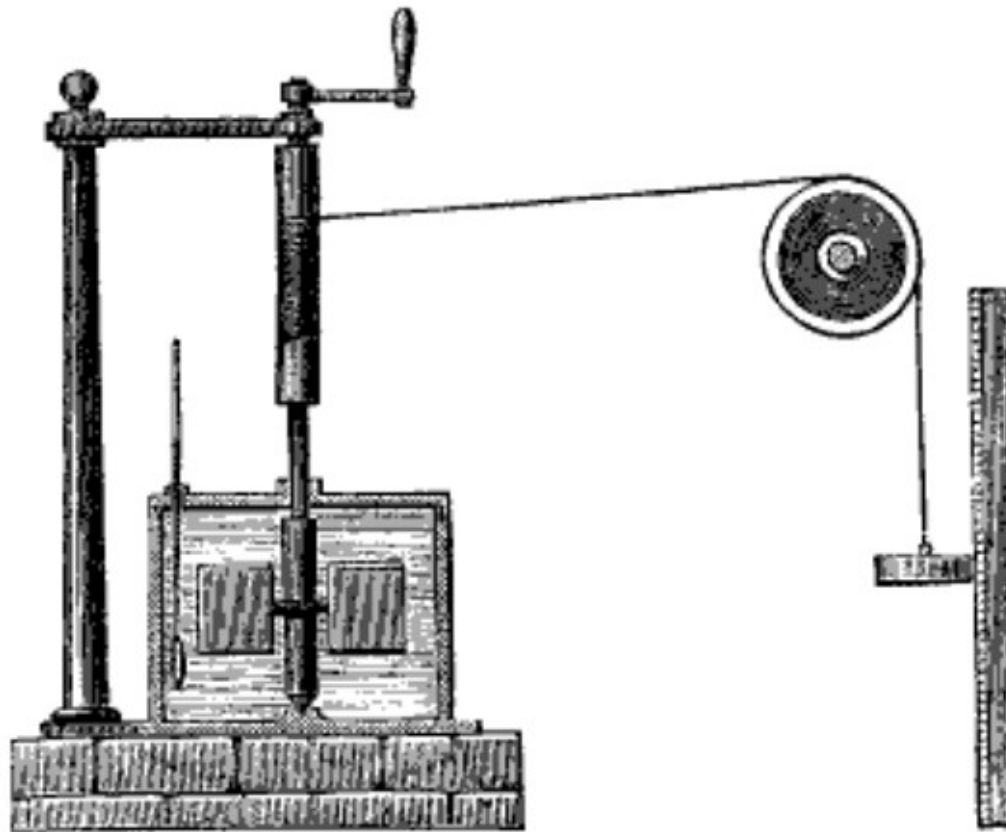


# Milníky v termodynamice



# Jouleův pokus

Mechanický ekvivalent tepla změny vnitřní energie



JOULE'S APPARATUS.

## 2055 - Zařízení pro měření mechanického ekvivalentu tepla

[← Zpět na výpis produktů](#)



Množstevní jednotka: ks

**10.670,00 Kč**

Cena bez DPH

**12.910,70 Kč**

Cena s DPH



 **Koupit**

Objednací číslo:

**5001.2055**

Získáte:

**213 Bodů**

# Josef Drnec (1925), Panýrkův přírodopis pro měšťanské školy chlapecké i dívčí

- „Slovem *teplo* vyznačujeme v obecné mluvě jistý *stav* těles, *příčinu* tohoto stavu a *pocit*, který těleso takové v nás působí.“
- „Teploměry se zakládají na tom, že hmoty zvětšují teplem svůj objem.“
- „Stupně pod nulou slovou *stupně zimy*, stupně nad nulou *stupně tepla*.“

## FYZIKA

- > Jednotky fyzikálních veličin
- > Důležité fyzikální konstanty
- > Kinematika
- > Dynamika
- > Gravitační pole
- > Mechanická práce
- > Mechanika tuhého tělesa
- > Mechanika kapalin
- > Mechanické kmitání a

## TEPELNÁ ROZTAŽNOST

1. Charakterizujte - tepelnou roztažnost pevných, kapalných a plyných látek!

[▼ UKAŽ ŘEŠENÍ](#)
[▼ UKAŽ VŠECHNA ŘEŠENÍ](#)

2. Měděný drát ( $\alpha = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$ ) měl při teplotě  $-5^{\circ}\text{C}$  délku 21,55 m.. Jakou délku má při teplotě  $30^{\circ}\text{C}$ . O kolik cm se drát prodloužil?

[▼ UKAŽ ŘEŠENÍ](#)
[▼ UKAŽ VŠECHNA ŘEŠENÍ](#)

3. Měděný drát ( $\alpha = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$ ), jehož délka při teplotě  $18^{\circ}\text{C}$  byla 150 cm, zahřál se při průchodu



# Ustálená slovní spojení

- teplotní roztažnost
- tepelná vodivost, tepelný odpor
- tepelná rovnováha
- tepelné stroje (tepelné motory)
  
- ~~tepelný~~ teplotní pohyb částic
  
- tepelné záření

## **Přetrvávající nejednoznačnost v pojmech a terminologii**

Americký fyzik Mark W. Zemansky identifikoval tři běžné chyby v chápání tepla a používání příslušného termínu „heat“ (Zemansky, 1970):

1. Odkazování na „teplo v tělese“ (např. „heat in a body“).
2. Použití „heat“ jako slovesa (např. „If you heat something, it becomes warmer.“).
3. Kombinování *tepla* a *vnitřní energie* v jeden nedefinovaný koncept *tepelné energie* (thermal energy), který někdy má význam tepla a jindy vnitřní energie.

## Doporučení pro učitele a autory učebnic:

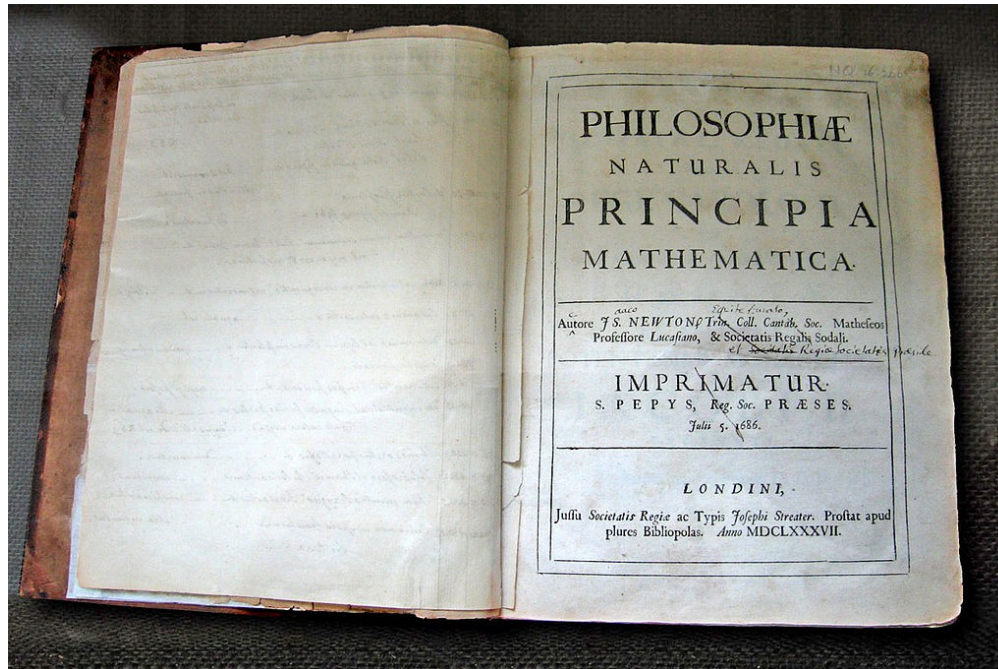
- Důsledně rozlišovat mezi *teplem*, *teplotou* a *vnitřní energií*.
- Pryč se slovem *teplo* všude, kde veličina  $Q$  nevystupuje!

## Doporučení pro učitele a autory učebnic:

- Ve fyzice používat slovo *teplo* jen ve významu fyzikální veličiny.
- Nepoužívat sousloví *tepelná energie*.
- Nepoužívat sousloví *mechanický ekvivalent tepla*.
- Nahradit *tepelný* za *teplotní* pohyb částic.
- Nepoužívat *tepelné záření* jako synonymum k IR záření, ale pro sálání na všech vlnových délkách.

# Vývoj pojmu „hmotnost“ a jeho označení

- 1684 - Isaac Newton, Principia  
„Množství hmoty (quantitas materiae) je měřítkem toho, co vyplývá z jeho hustoty a objemu.“



<http://nase-rec.ujc.cas.cz/archiv.php?art=5475>

<http://kramerius.nkp.cz/kramerius/MShowUnit.do?id=8095>

# Vývoj pojmu „hmotnost“ a jeho označení

... J. S. Presl (1821) a J. V. Sedláček (1825), kteří byli odborníky v přírodních vědách a měli hlavní podíl na tvorbě české přírodovědné terminologie, se pokusili o pojmovou a terminologickou diferenciaci. Názvu hmota užívají ve významu látka, materiál, kdežto slovem hmotnost označují poprvé v české odborné literatuře fyzikální veličinu definovanou podle Newtona jako „množství hmoty“ (quantitas materiae). Podnět Preslův a Sedláčkův zůstal bez odezvy...

J. S. Presl, Přehled prací nejznamenitějších r. 1817 v hvězdářství, meteoroznanství, síloskumu a lučbě udělaných, Krok I, sv. 1, 1821 a sv. 3, 1822.

J. V. Sedláček, Základové přírodnictví aneb Fyzyky a Matematyky potažené neboli smíšené, Praha 1825.

# Vývoj pojmu „hmotnost“ a jeho označení

Filip Stanislav Kodym  
(1811 – 1884)



Naučení o žiwlech, jejich moci a vlastnostech, 1849

150

Přítěžnost wrchů.

odstraněno, z následujícího kolísání hůlky vy-  
početl velikost toho přitěhu. Porownaje potom  
hmotnost onoho olova s hmotau celé země, na-  
lezl, že w tom samém poměru, oč tato víc hmo-  
tý má nežli onen kus olova, její přítěžnost je  
právě o tolik wětší. — Z čehož tedy na jewu, že  
přítěžnost je skutečně weškerým tělesům vlastní  
a s hmotností jejich sauměrná.

To samé sturznienem početně i zkoušku učiněno

# Vývoj pojmu „hmotnost“ a jeho označení

Josef František Smetana, *Počátkové silozpytu čili fysiky*, 1852

## Hmotnost. (Unburchbringlichtfeit)

**Každé těleso jest hmotné, t. j. značí jsoucnost svou hmatem, překázejíc prstům a každému jinému tělesu vnikati do prostoru, v kterém samo právě se nachází. Pročež dvě rozličná tělesa stejnou dobou nikdy v tom samém prostranství býti nemohou, nébrž jedno ustoupiti musí, když tam druhé přijíti má, a pakli ustoupiti nemůže, tedy také druhému tam vniknouti nemůže.** Když chceme n. p. hřeb do prkna vraziti, musí mu část dřeva ustoupiti; když ponoříme kámen do nádoby s vodou, tedy v ní voda vystoupí; když ponoříme sklenici otvorem zrovna pod vodu, tedy do ní voda nevniká, a svíčka pod ní hoří, protože z ní vzduch (Luft) vyjítí nemůže. Proto také neteče tekutina do láhve, když jí nálevkou pevně přiléhající rychle naplniti chceme, an vzduch z láhve ucházeti, tedy tam vodu vpouštěti nemůže. Z toho patrně, že nejen tělesa pevná ale i tekutá i vzdušná hmotná jsou, z látky (Materie) jisté se skládajíce, která prostor, v němž se nachází, také skutečně vyplňuje. Tato látka, prostor tělesa vyplňující, slove hmota (massa) jeho. Na hmotnosti vzduchu zakládá se zvon potápěcí, t. j. veliká těžká nádoba, zvonu podobná, pod níž člověk sedě pod vodu se spustiti a tam nějaký čas v suchu vytrvati může.



# Vývoj pojmu „hmotnost“ a jeho označení

- 1960 – Zdeněk Horák,  
*K terminologii základních pojmů ve fyzice.*  
Pokroky matematiky, fyziky a astronomie



Proto navrhuji, aby se podíl síly a zrychlení nazýval „hmotnost“. Toto slovo má tvar slov početné kategorie fyzikálních názvů, které značí míru nějaké vlastnosti, ale zároveň je to slovo ve fyzice nové, které není zatíženo jiným významem, který by mohl jeho smysl zkreslovat.\*)

\*) Ve filosofii užívaný význam slova hmotnost (např. hmotnost světa) lze snadno a v plné důslednosti vyjádřit slovem materiálnost.

- 1963 – státní norma zavádí *hmotnost* jako „míru setrvačných a tíhových vlastností hmotných objektů“

# Diskuze fyz. terminologie v 50. letech 20. stol.

- materie – hmota – masa – látka – síla – váha

„Potíže, které vznikají při výkladu pojmu *váha tělesa* ve vyučování, jsou způsobeny tím, že se slova *váha* používá ve zcela různých významech v denní hovorové řeči a ve fyzikální odborné řeči. *Váha tělesa* ve fyzice znamená sílu, t. j. vektor; v denní hovorové řeči znamená množství látky, na př. množství určitého zboží, fyzikálně je tedy skalár. Obtíž se zvyšuje ještě tím, že názvu kilogram užívá fyzika pro jednotku hmoty, a technika a denní praxe pro jednotku váhy.“

# Diskuze fyz. terminologie v 50. letech 20. stol.

- materie – hmota – masa – látka – síla – váha

„V dosavadních učebnicích užívají žáci na nižším stupni *kilogramu* jako jednotky pro váhu a sílu, na vyšším stupni užívá se kilogram jako jednotka pro hmotu, kdežto pro váhu se užívá *váhový kilogram* nebo *kilopond*.“

# Diskuze fyz. terminologie v 50. letech 20. stol.

## **Dříve**

- hmota
- váha
- váhový kilogram,  
kilopond

## **Dnes**

- hmota
- hmotnost (~~váha~~)
- tíhová síla
- tíha
- newton

# Neprostupnost hmot

Vladimír Menšík:

“Já sice znám z fyziky zákon o neprostupnosti hmot, ale tam nikde není řečeno, že by mě neprolít roh!”



# Neprostupnost hmot

Josef Klika, *O vyučování fysice ve školách obecných a měšťanských*, 1883

Co asi dále pomyslí si chovanec, když učitel s vážnou tváří vykládá, že „na témž místě touž dobou nemohou dvě osoby seděti; dříve musí jedna ustoupiti, aby mohla druhá totéž místo zaujati,“ jak čte se na str. 2 Fysiky pro pětiletou obecnou školu od Jana Kopeckého. Vždyť je tento výjev od útlého mládí s naším názorem tak spojen, že nikdy nebudeme na omylu ve věci té, aniž by pokřtěna býti musela názvem neprostupnosti. I ten žízňavý havran to zná, vždyť „nosil kaménky do láhve do pola vodou naplněné.“ (Kopecký na str. 3.) A jak vysvětlí si chovanec náš, že každé zrníčko červeného prášku kysličníku rtuťnatého současně obsahuje na témž místě kysličník a rtuť? vždyť jsou přece hmoty neprostupny! Proto  **pryč s neprostupnou dětem neprostupností ze škol našich**. Však naleznou ty rozmanité pokusy o neprostupnosti vzduchu svého místa při výkladu o rozpínavosti vzduchu; místo o neprostupné vodě zmíníme se na svém místě o nestlačitelné vodě a t. d.

# Neprostupnost hmot

August Seydler: *Glossy k učení látky fyziky na středních školách*  
Časopis pro pěstování matematiky a fyziky, Vol. 20 (1891), No. 3, 125-130

Velmi problematickou „všeobecnou“ vlastností jest neprostupnost. Pokud hledíme jen k povrchu úkazů, můžeme proti úkazům svědčícím pro neprostupnost uvést řadu jiných úkazů, svědčících opakem: rozpouštění tuhých hmot v kapalinách, směs kapalin, difuze plynů atp. Chceme-li jít hlouběji k jádru, stojí před námi otázka o konstituci hmoty, na kterou odpověď vždy jen zůstane hypotetickou. Dynamický názor ničeho nenamítá proti prostupnosti, ano přijímá ji co důležitý element svého pojmání hmoty. Ale i názor molekulární může předpokládati molekuly (nebo atomy) zcela prostupné, částečně prostupné nebo neprostupné, ano pro jisté pokusy konstrukce hmoty ztrácí otázka neprostupnosti vůbec všechny významy. **Tato velice pochybná „všeobecná“ vlastnost měla by se tedy konečně vymýtiti z učebnic.**

# Neprostupnost hmot

Bertrand Russel, *Logika, jazyk a věda*, Praha 1967

Mluvíme-li o tom, co není logickou konstrukcí, pak nenacházíme takovou vlastnost, jakou je neprostupnost, ale naopak se setkáváme s nekonečným překrýváním událostí v jakkoli malém časoprostorovém výseku. Hmotu považujeme za neprostupnou právě proto, že je to tak stanoveno naší definicí hmoty. Zhruba řečeno a pouze proto, abychom vyložili, jak k tomu dochází, můžeme říci, že za hmotné těleso lze považovat vše, co se děje v jistém časoprostorovém úseku a že konstruujeme tzv. hmotná tělesa tak, že se nepřetínají. Hmota je neprostupná, protože pak lze snadněji formulovat zákony fyziky, provádíme-li naše konstrukce tak, abychom zajistili její neprostupnost. **Neprostupnost je logicky nutným důsledkem definice**, ale skutečnost, že taková definice je výhodná, je empirickým faktem. Hmotné částice nejsou stavebními kameny, z nichž je svět vystavěn. Stavebními kameny jsou události a hmotné částice jsou částmi struktury, o nich sledujeme, že je výhodné věnovat jim zvláštní pozornost.



# Neprostupnost hmot

Eduard Beníšek, *Fysika pro měšťanské školy*, 1947

“Prostor bývá vyplněn hmotou. Každá hmota zaujímá určitý prostor, je prostorná (cihla ve zdi, voda a vzduch v nádobě). Nemohou však dvě hmoty současně vyplňovati týž prostor, nemohou se prostupovati, jsou neprostupné (cihly ve zdi se kladou vedle sebe, voda a vzduch v nádobě jsou nad sebou).”

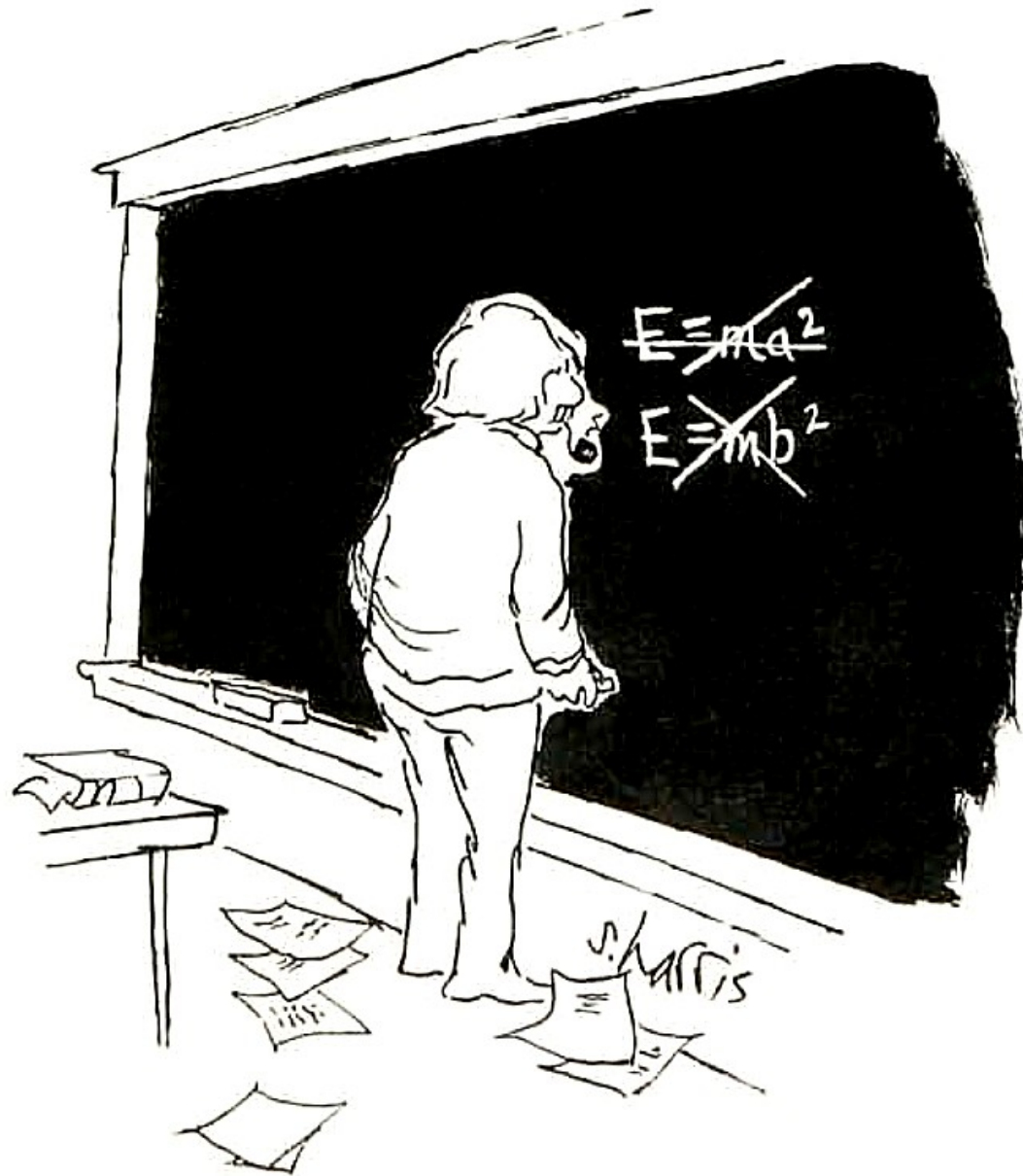
Jan Langr a kol., *Pracovní učebnice přírodovědy pro školy měšťanské*, 1948

“Vše, co nás obklopuje, je hmota. O hmotě se dovídáme hmatem, zrakem a ostatními smysly.”

“Fysika je věda o hmotě a o jejích změnách působených silami.”

“Hmota je prostorná a neprostupná.”

# Ekvivalence hmotnosti a energie



SIDNEY HARRIS

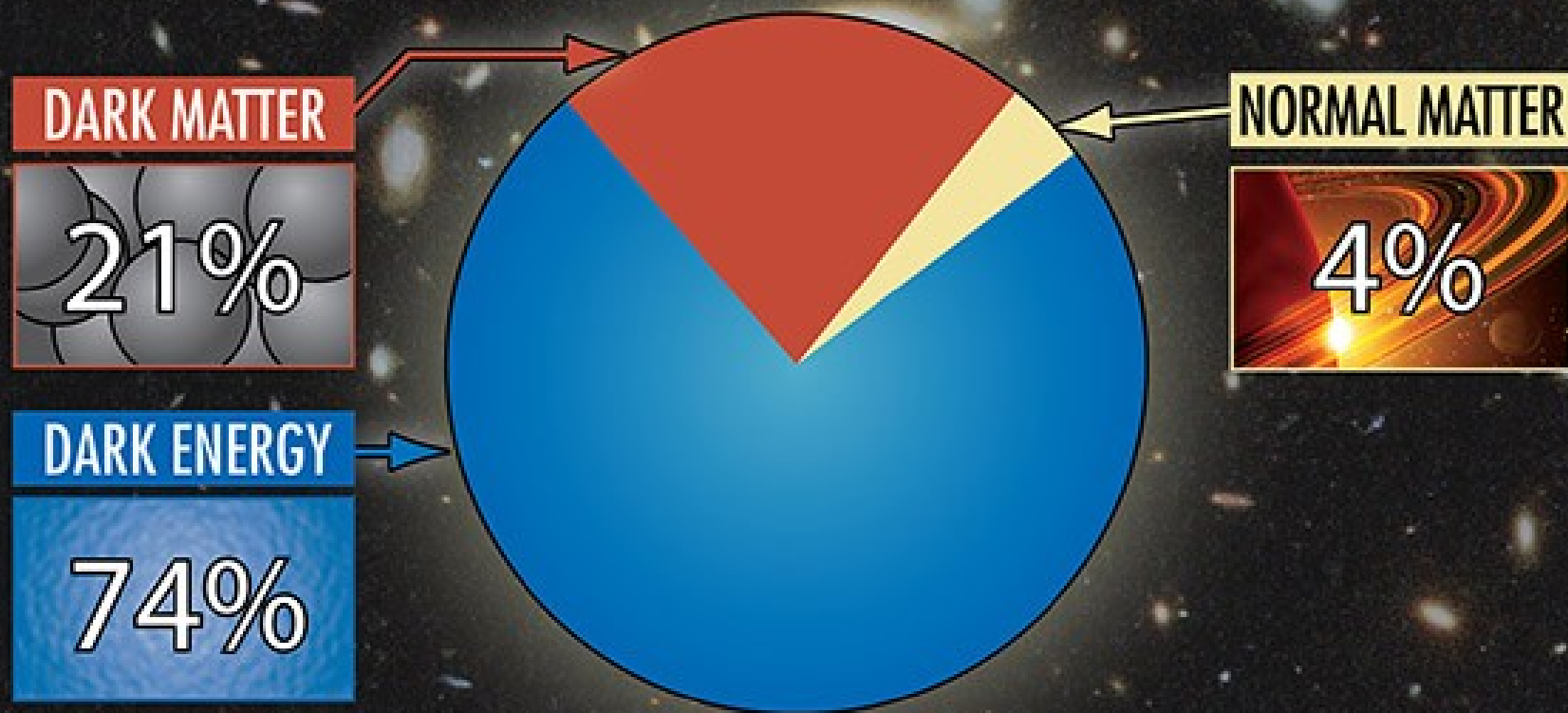
## Ekvivalence hmotnosti a energie

It is sometimes said that “mass is converted to energy” in experiments like this one. But **mass is never converted into energy**, and energy is never converted into mass, because energy (and hence mass) can never be created or destroyed. In pair annihilation, we have precisely the same amount of energy, and mass, before and after the annihilation. However, **it is correct to say that matter** (which has rest mass) **is converted into radiation** (which does not).

Art Hobson, *Teaching  $E = mc^2$ : Mass Without Mass*,  
The Physics Teacher, Vol. 43, February 2005

<https://you.uark.edu/wp-content/uploads/sites/383/2017/02/Mass-without-Mass.pdf>

# What The Universe Is Made Of



temná energie – kosmologická hmota?

Děkuji za pozornost!



[tomas.miler@mail.muni.cz](mailto:tomas.miler@mail.muni.cz)