

# **Základní představy fyziky**

U3V - Obdržálek - 2023

- Doba **filosofická** (předvědecká): Aristoteles (věci se pohybují tak, aby zaujaly svá přirozená místa v přírodě: země dole, nad ní voda, oheň...)
- Doba **klasická**: Galileo, Newton, ... XVII-XIX.stol. Důraz na kvantitativní popis; měření. Pohybové rovnice vs. Principy (analytická mech.)
- Doba **moderní**: od r. 1905
  - Teorie relativity (STR, GTR)
  - Kvantová teorie (QT)

## Přehled stylů fyziky

- **Prostor**  
newtonovský **absolutní prostor**
- **Čas**  
newtonovský **absolutní čas**
- **Klid vs. pohyb:**  
již Galileo znal princip mechanické **relativity**
- **Síla**  
příčina **změny** pohybu
- **Práce**  
(**energie**: teplo, chemie, elektřina - napříč fyzikou)

**Klasická fyzika**

# Typy objektů

- **Částice** (Newton „těleso“, my „hmotný bod“ )
  - Tuhé těleso
  - Kontinuum (spojité prostředí, guma, voda...)
- **Pole** (popis síly, interakce)
  - Gravitační
  - Elektrické (elektromagnetické)
  - Světlo → elmg. pole

Zkoumaný objekt

# Fyzikální veličina

**vlastnost** objektu, materiálu či jevu, kterou lze **měřit** a přiřadit jí číselnou hodnotu + referenci (2,4 mg)

- **V klasické fyzice:**
- nověji: mají svůj **interval** správných hodnot („nejistota“)
- Mění se **spojitě** (Natura non facit saltus)
- **Měření** lze v principu provést tak, že prakticky **neovlivní** měřený **jev**

Klasická fyzikální veličina

Popis (**vztažná soustava**):

- **Absolutní čas**: plyne stále stejně, pravidelně, bez ohledu co je děje
- **Absolutní prostor**: nezávislý na tom, co se v něm děje

Objekt (**částice, bodové těleso**) je určen: **Objekt**

- hmotností  $m$
- polohou  $r(t)$

**Charakteristiky** pohybu částice:

- rychlost  $v(t) = dr(t) / dt$
- zrychlení  $a(t) = dv(t) / dt$
- hybnost  $p = mv$
- energie („živá síla“)  $E = \frac{1}{2} mv^2$

## Newtonovská fyzika (mechanika)

Pohybové zákony Newtonovy:

- **1Nz - Zákon setrvačnosti:** Nepůsobí-li na částici vnější síly, pak částice nemá zrychlení (tj. zůstává v pohybu rovnoměrném přímočarém nebo v klidu)
- **2Nz - Zákon síly:** Časová změna hybnosti částice je rovna výslednici všech vnějších sil na částici působících:  $dp/dt = \Sigma F$
- **3Nz - Zákon akce a reakce:** Působí-li částice A na částici B silou  $F_B(A)$ , pak také působí částice B na částici A silou  $F_A(B)$  a platí  $F_A(B) = -F_B(A)$

## Analytická mechanika

### Pohybové zákony formou principu:

- **Fermatův princip pro světlo:**  
Světlo se v prostředí šíří tak, aby paprsek proběhl dráhu mezi dvěma body A, B za co nejkratší dobu (a měl vždy všude správnou rychlost  $v = c / n$ )
- **Princip virtuální práce:**  
Práce při virtuálním posunutí je nulová
  - (Dělej co dělej, na páce práci neušetříš)
- **Jiné variační i nevariační principy:**  
Hamilton, d'Alembert, Gauss, Maupertois, ...



# Speciální teorie relativity

**1905 Einstein:** Speciální teorie relativity STR

Interpretace Michelsonova pokusu nikoli změnou vlastností materiálů při vysokých rychlostech (Lorentz, kontrakční faktor), ale **souvislostí prostoru a času** (zavedení pojmu **prostorčas**)

**Přechodem** k jiné vztažné soustavě se ledacos mění (princip relativity): délka, doba, hmotnost, ...,  $E = mc^2$

**Rychlost světla** ve vakuu je však stále **stejná**

Elektromagnetické pole vyhovuje automaticky STR

**Gravitační pole:** až v GTR

# Obecná teorie relativity

**Gravitační pole:** zvládnuto až v GTR po 10 letech osamocené práce (tenzorový diferenciální počet)

**Prostoročas** je v GTR **zakřivený**, a lze jím popsat přítomnost hmoty: geometrizace gravitace

- Ekvivalence hmotnosti tíhové a setrvačné
- Formulace pohybových zákonů pro neinerciální systémy; gravitace coby univerzální síla

## Kosmologie

- černé díry
- vznik a vývoj Vesmíru; ...

# Kvantová teorie

## 1905 Einstein, fotoefekt:

nespojité výměna energie; světlo coby proud fotonů (termín až Planck 1932)

**Měření** je rovněž interakce a **mění** vždy měřený objekt (pokud nejde o opakované měření, které však nepřinese novou informaci)

Kvantová **částice** se popisuje polem (komplexní vlnová funkce  $\psi(\mathbf{r})$ , pravděpodobnost nalezení částice  $\sim |\psi|^2$ )

Naopak **pole** je kvantováno:  $E = \hbar f$ ,  $E = mc^2$

**Pole** i **částice** jsou popsány **stejně** - vlnovou funkcí  $\psi$

## (Kvantová teorie)

### Princip nerozlišitelnosti

Částice téhož druhu jsou navzájem nerozlišitelné (jako koruny na účtu nebo vlny na vodě)

System dvou stejných částic  $\psi_1(r_1); \psi_2(r_2)$

- **bozony** - symetrická:  $\psi_1(r_1)\psi_2(r_2) + \psi_2(r_1)\psi_1(r_2)$
- **fermiony** - antisymetrická:  $\psi_1(r_1)\psi_2(r_2) - \psi_2(r_1)\psi_1(r_2)$

fermion: Pauliho **vylučovací princip**:  $\psi_1 \neq \psi_2$

fermiony: „hmota“

bozony: „síla mezi fermiony“

**Antičástice** (ke každé částici; mohou být i totožné:  $\gamma = \bar{\gamma}$ )

# Standardní model

## Elementární fermiony:

6 leptonů + 6 kvarků (různých „barev“)

**Leptony:** elektron  $e$ , mion  $\mu$ , tauon  $\tau$   
jejich neutrina  $\nu_e, \nu_\mu, \nu_\tau$   
(a ovšem i jejich antičástice)

**Kvarky:**  $u, d; c, s; t, b$ .

Z kvarků sestává proton ( $uud$ ), neutron ( $udd$ ), hyperony, ... „viditelná hmota“ kolem nás

**Nezahrnuje** gravitaci (obecnou teorii relativity)

# Interakce („síla“)

Pouhé 4 interakce:

jméno:	řád:	důsledek (např.):
* <b>Gravitační</b>	$10^{-40}$	stabilita sluneční soustavy
* <b>Elmag.</b>	$10^{-2}$	stabilita atomu
** <b>Silná</b>	10	stabilita jádra
** <b>Slabá</b>	$10^{-5}$	stabilita element. částic

\* makroskopické ( $1/r^{-2}$ )    \*\* mikroskopické ( $re^{-r}$ )

řád: na vzdálenosti cca průměru protonu ( $10^{-15}$  m)

Tzv. „výměnná interakce“: jen princip nerozlišitelnosti

# Budoucnost

## Sjednocování interakcí

Elektroslabá interakce (elmg + slabá) - hotovo

Velké sjednocení (GUT) - A. Salam, i jiné teorie ...

„Teorie všeho“ (TOE), i s gravitací (A. Garrett Lisi)...

Temná hmota ...



Děkuji vám za pozornost