

Základní představy fyziky

U3V - Obdržálek - 2024-5

- 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“)
 - Soustava částic
 - 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)

- Starší pojetí **chybové**:
veličina má svou **zcela přesnou hodnotu**, já ji ale měřím jen s nějakou **chybou**
- Novější pojetí **nejistotové**:
Veličina má svůj **interval** správných hodnot. Velikost tohoto intervalu: **nejistota**.

Klasická fyzikální veličina

- V klasické fyzice:
- Veličiny se mění **spojitě** (Natura non facit saltus)
- **Měření** lze v principu provést tak, že prakticky **neovlivní** měřený **jev**

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 $\mathbf{v}(t) = d\mathbf{r}(t) / dt$
- zrychlení $\mathbf{a}(t) = d\mathbf{v}(t) / dt$
- hybnost $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$
- energie („živá síla“) $E = \frac{1}{2} m\mathbf{v}^2$

Newtonovská fyzika (mechanika)

Pohybové zákony Newtonovy (měření v APČ):

- **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 (GTR)

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 ψ

(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 μ , tauon τ
jejich neutrina ν_e, ν_μ, ν_τ
(a ovšem i jejich antičástice)

Kvarky: **u**p, **d**own; **c**harm, **s**trange; **t**op, **b**ottom.
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.):
* Gravitační	10^{-40}	stabilita sluneční soustavy
* Elmag.	10^{-2}	stabilita atomu
** Silná	10	stabilita jádra
** Slabá	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