Úvod do sem patří název

Zápisky z přednášky Jméno Příjmení učitele

Jméno Příjmení

Úvodní informace

Miroslav Kučera Martin Veis

miroslav.kucera@

webová verze přednášek

Havránek Klasická mechanika Kvasnica Mechanika Atkins, Paula Fyzikální chemie Halliday, Resnick, Walker Fyzika Kvasnica Matematický aparát fyziky

prezentace z první hodiny: http://alma.karlov.mff.cuni.cz/fyzika1/

cvika: Fahnrich Příklady z mechaniky zápočet: 70/100, dva testy po 50 bodech, 10 za docházku 10 za chození k tabuli

Značení

látka – skládá se z částic s klidovou hmotností, nějaký objekt pole – neskládá se z částic, ale zprostředkuje silové působení mezi částicemi (grav., el., mag., ...) popis pole – klasicky pomocí fyzikální veličiny nebo kvantovš jako výměnu zprostředkujících (intermediálních) polních částic typy polí

- skalární pole – popsáno skalární veličinou v prostoru
- vektorové pole – popsáno vektorovou veličinou v prostoru
- homogenní x heterogenní
- isotropní x anisotropní

Metoda: Hypotéza

- předpoklad možného stavu, domněnka, jejíž platnost není ještě plně prokázána
- je pdoložená řadou faktů vytyčujících salší směr výzkumu
- hyp. je testovatelná, lze potvrdit nebo vyvrátit

Teorie

- popisuje zákonitosti a souvislosti celé skupiny jevů v určitém oboru

- co nejlepší přiblížení realitě, vystavěno na objektivních důkazech
- je vnitřně konsistentní, každá teorie ale má své limity
- na základě teorie a hypotéz vytvoříme model
- Model – kvalitativní, kvantitativní (matem.), nějaké zjednodušení problému

Zákon

- popisuje pozorování v přírodě (zatímco teorie se ho snaží vysvětlit)
- je vždy pravdivý – vychází z mnoha pozorování

Postulát – Axiom

- je výchozí předpoklad (tvrzení), který je v dané teorii obecně přijímán jako pravdivý (a ta teorie na tom stojí)

Fyzikální veličiny

- extenzivní (kvantita – hmota, náboj), itenzity (kvality – teplota, napětí)
- určeny velikostí a rozměrem (jednotkou): veličina = číselný údaj krát jednotka
- soustavy jednotek jsou věc dohody
- nejběžnější SI, dále např. absolutní – Gaussova (cgs – převodové konstanty (v grav., elstat. síle) položíme rovny 1, pak se dají věci navzájem odvodit)

Fyzikální veličiny – přehled

- skaláry – vyjádřeny jedním údajem (velikostí); invariantní vůči volbě souřadnicové soustavy
- vektory – vyjádřeny obecně n složkami v n-D prostoru, ve 3D si můžeme představit jako orientovanou úsečku; závisí na volbě souřadnicové soustavy
- ve fyzice se zpravidla používá pravotočivá pravoúhlá kartézská souřadnicová soustava
- můžeme využít také např. polární souřadnice, sférické souřadnice

Základy vektorového počtu

- skalární součin – vektor × vektor → skalár; používá se pro velikosti, úhly, kolmost, ...; značíme $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$ nebo $(\mathbf{b})$
- vektorový součin – vektor × vektor → vektor, funguje jen ve 3D, pozor na správný směr – pravotočivo; používá se pro určení kolmice k rovině, počítání obsahu, ...

Přehled vztahů TODO zkopírovat z prezentace; zjistit co je tenzor

Kapitola 1

Historie

Základem ve fyzice je **experiment**.

Historický přehled – starověk

- Pythagoras, Eukleides – geometrie
- Demokritos – atomismus
- Platón – Akademia ("nevstupuj, kdo neznáš geometrii)
- Múseion (Chrám můz, alexandrijská knihovna) (Ptolemaios I.) – opisovali všechno na co přišli, otevřené "vědcům"
- Aristoteles – Kučera hater, spekulativní závěry

Historický přehled – středověk

- Koperník
- Bacon
- Galilejo Galilei – "první člověk, který studoval přírodu moderním způsobem"– experiment, závěr, zobecnění; prvotní princip relativity
- Kepler – Praha
- Descartes
- Hooke
- Christian Huygens
- první vědecké akademie – Londýn (Newton), Paříž, Berlín (Leibniz), (Petrohrad)

Historický přehled – 2. pol. 17. stol.

- Isaac Newton – vysypal pohybové zákony prakticky z rukávu
- Leibniz – souběžně s Newtonem dif. a int. počet

Historický přehled – 18. až 20. stol.

- Leonhard Euler – jmenuje se po něm všechno
- Karl F. Gauss –
- Michael Faraday – propojení elektřiny a magnetismu
- James C. Maxwell – elektromagnetismus

Moderní fyzika – od poč. 20. stol.

- na konci 19. stol. už se zdálo že fyzika je hotová, pak ale našli několik věcí co tohle rozbilo (ZČT – UV katastrofa)
- Max Planck – kvantování
- Wilhelm C. Roentgen – RTG
- Bragg, Laue – difrakce na krystalech – první "zobrazení atomů"
- Albert Einstein – navazuje na výsledky Lorentze, Poincarého – STR

1.1 Čím se budeme zabývat

Mechanika (mechané = stroj) – popis pohybu těles v čase a jejich chování při působení síly
Newtonova klasická mechanika – zapomeň na relativitu a kvantování (toto ale má svoje limity)

Kapitola 2

Kinematika

Anotace: Kinematika bodu. Parametrický popis pohybu, rychlost, zrychlení, rozklad zrychlení na tečnou a normálovou složku. Základní druhy pohybů.

- zkoumá pohyb těles v prostoru
- určení polohy v čase, relativně vzhledem k vztažné soustavě
- objektem je hmotný bod
- poloha je určena polohovým vektorem, ten je vázaný
- trajektorie je geometrická křivka v prostoru po které se bod pohybuje
- dráha je délka trajektorie (není tady ten údaj o směru, zakřivení, trase)

2.1 Pohyb hmotného bodu

TODO vložit celý slide č. 4 prezentace FI_1.kinematika

- vektor okamžité rychlosti **v** TODO slide č. 5

Ekvivalentní popis: TODO slide č. 6 zrychlení TODO slide č. 7 zrychlení má obecný směr (lze pak rozložit na normálové a tečné) přičemž $a_t = \frac{dv}{dt}$ – pozor to tečné ne to celkové (to se hodí) TODO přepastit poučky ze cvik 02/10, navíc $\frac{v^2}{R}$, R poloměr oskulační kružnice TODO přepastit složky slide č. 9

Příklad 1. Vodorovný vrh – zrychlení se s časem "přelévá"z normálového do tečnéh

Kapitola 3

Dynamika

newtonovy zákony, síly, hmotnost příčiny pohybu a zájemné působení těles pro síly platí tzv. princip superpozice – jsou to prostě vektory, vektorově to sčítám, vektorově to rozkládám

1. zákon setrvačnosti (Galileo): Nepůsobí-li na těleso vnější fyzikální vlivy (tj. žádné pravé síly, popř. výslednice pravých sil je nulová - tzv. volná částice), pak soustava souřadná, vůči níž je těleso v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, je soustava inerciální. 2. zákon síly: časová změna hybnosti tělesa je rovna výslednici vnějších sil, které na těleso působí

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v})$$

3. zákon akce a reakce

setrvačnost = odpor proti změně pohybového stavu, m = setrvačná hmota 1. zákon určuje inerciální soustavy, vůči nimž je volný h. b. v klidu nebo se pohybuje rovnoměrně přímočaře, v těchto soustavách měříme zrychlení 2. zákon umožňuje stanovit hmotnost těles, tímto je definována síla (jednotka síly) na levé straně pohybové rovnice hybnost: $\vec{p} = m\vec{v}$

3.1 Síly při různých druzích pohybu

$\vec{F} = m\vec{a}$ $prp : \vec{F} = 0, przp : \vec{F} = konst.(\propto m)$ Harmonický pohyb: TODO slide č. 9

3.2 Newtonovy pohybové rovnice – inerciální vztažné soustavy

$$\vec{F} = m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

$$F_i = m\frac{d^2x_i}{dt^2}, i \in \{1, 2, 3\}$$

lineární diferenciální rovnice 2. řádu, ale 3 lineární pohybové rovnice v jednotlivých dimenzích – princip superpozice Musím ještě dodat počáteční podmínky: $F(t, x_1, x_2, x_3, \frac{dx_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt}, \frac{dx_3}{dt})$ Klasická mechanika je deterministická = pro stejné počáteční podmínky se h. b. bude chovat stejně.

Příklad 2. Vodorovný vrh $\overrightarrow{r} = (0, h, 0)$ $\overrightarrow{v_0} = (v_{01}, 0, 0)$

$$m\frac{dv_1}{dt} = 0$$
$$m\frac{dv_2}{dt} = -mg$$
$$m\frac{dv_3}{dt} = 0$$

$$dv_1 = \int dt$$
$$v_1 = C_1 = v_0 1$$
$$v_2 = -gt + C_2 = -gt$$
$$v_3 = C_3 = 0$$

$$x_1 = \int v_{01} dt = v_{01}t + C_4 = v_{01}t$$
$$x_2 = -\frac{1}{2}gt + C_5 = -\frac{1}{2}gt + h$$
$$x_3 = C_6 = 0$$

Příklad 3. Harmonický pohyb

$$\overrightarrow{v} = (v_{01}, v_{02}, 0)$$
$$\overrightarrow{r} = (r_0 \cos\alpha, r_0 \sin\alpha, O)$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x$$
$$x = C \sin\omega t, [\omega] = s^{-1}$$
$$-C\omega^2 \sin\omega t = \frac{k}{m}(\sin\omega t)$$
$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$x = C_1 \sin\omega t + C_2 \cos\omega t$$
$$x = A(sin\omega t + \varphi)$$

trošku jinak (exp. fce rovnost siny cosy)

$$x = Ce^{\lambda x}$$
$$C\lambda^2 e^{\lambda x} = -\frac{k}{m} e^{\lambda x} C$$
$$\lambda^2 = -\frac{k}{m}$$
$$\lambda = \pm i \sqrt{\frac{k}{m}} = \pm i\omega$$

$$x = C_1 e^{i\omega t} + C_2 e^{-i\omega t}$$

→ kdykoliv když vidím dif. rci tvaru $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$ je to harm. pohyb a jdu na siny

Příklad 4. Pohyb při odporu prostředí

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = -kv$$
$$m\frac{dv}{dt} = -kv$$
$$\int_{v_0}^{v} \frac{dv}{v} = \int_0^t -\frac{k}{m} dt$$
$$\ln v - \ln v_0 = -\frac{k}{m} t$$
$$\frac{dx}{dt} = v = v_0 e^{-\frac{k}{m}t}$$

$$\int_0^x dx = \int_0^t v_0 e^{-\frac{k}{m}t} dt$$
$$x = -v_0 \frac{m}{k}[e^{-\frac{k}{m}t} - 1] = \frac{v_0 m}{k}[1 - e^{-\frac{k}{m}t}]$$

Příklad 5. Kladka TODO Obrazek slide č. 12, TODO celý

- nehmotné kladky, nehmotné závěsy, tělesa hmotnosti m_1 a m_2, $m_1 > m_2$
- pohyb v jednom směru → skalární značení
- těžší těleso klesá → kladný směr zrychlení a
- tahová síla vlákna F

$$m_1 g - F = m_1 a$$
$$m_2 g - F = m_2 a$$

$$a = g\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}$$

3.2.1 Pohyb soustavy?

$$\vec{r} = \vec{r}' + \vec{R}$$
$$\vec{R}' = \vec{u}t$$
$$\vec{v}' = \vec{v} - \vec{u}$$
$$\vec{a}' = \vec{a} + \vec{a_u}$$
$$\vec{a_u} = \frac{d^2\vec{R}}{dt^2} =$$

3.3 Pohyb v neinerciální soustavě

pokud $\vec{a_u} \neq 0$:

$$\vec{F}' = m\vec{a}' = m(\vec{a} - \vec{a_u}) = \vec{F} - m\vec{a_u} = \vec{F} + \vec{F^*}$$

kde $\vec{F^*} = -m\vec{a_u}$ je setrvačná síla

a teďka experimenty

sloupeček magnetů zespoda je odpinkávám pravítkem, jestli pomalu posune se celý sloupeček, pokud rychle odělávám jednotlivé magnety

koule na laně, pod ní na laně držátko, když trhnu rychle utrhnu spodní nit, když pomalu horní i s koulí – šíření síly

setrvačnost korku v lahvi vody – korek se při zrychlení pohne ve směru pohybu – je vytlačen vodou s větší hustotou, ta se chová podle očekávání (lags behind)

foucaultovo kyvadlo ukázka corriolise rotace země

$\vec{F}$ není pravá síla

Příklad 6. Pohyb v otáčivé neinerciální soustavě

mějme polární souřadnice, pak $\vec{v}' = \vec{v} - \vec{u} = \vec{v} - \vec{\omega} \times \vec{r}$, tedy $\frac{d'\vec{r}}{dt} = \frac{d\vec{r}}{dt} - \vec{\omega} \times \vec{r}$ tj. časové derivace téhož vektoru v různých s. s. se líší! tyto vztahy platí pro lib. vektor tj. $\frac{d'\vec{A}}{dt} = \frac{d\vec{A}}{dt} - \vec{\omega} \times \vec{A}$

$\mathbf{a}' = \frac{d'v'}{dt} = \frac{dv'}{dt} - \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}' = \frac{d\mathbf{v}}{dt} - \frac{d\omega}{dt} \times \mathbf{r} - \boldsymbol{\omega} \times \frac{d\mathbf{r}}{dt} - \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}'$

TODO odstředivá, eulerova, coriolisova síla slide č. 20 TODO cvika příklad 2.14.

Newtonovy pohybové rce v základním tvaru platí jen v inerciálních soustavách, v neinerciálních je třeba do vztahů doplnit setrvačné síly

3.3.1 Další veličiny

hybnost: $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ moment síly: $\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F} = (\mathbf{r}_B - \mathbf{r}_A) \times \mathbf{F}$ moment hybnosti: $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times p = \mathbf{r} \times m\mathbf{v} = (\mathbf{r}_B\mathbf{r}_A) \times m\mathbf{v}$ impuls síly (časový účinek síly): $\mathbf{I} = \mathbf{F}\delta t \rightarrow \sum_{i=1}^{n} \mathbf{F}_i\delta t_i \rightarrow \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F}dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{d\mathbf{p}}{dt}dt = \delta\mathbf{p}$ změna hybnosti h. b. = impulsu síly vykonaného na h. b. TODO slide č. 25, 26 3. NZ jako důsledek ZZH, ZZMH

experimenty: