

Dynamika

Dynamika- studium příčin pohybových změn

- Klasická dynamika- Isaac Newton, Galileo Galilei- makroskopická tělesa, která se pohybují nízkými rychlostmi ve srovnání s rychlostí světla
- Relativistická dynamika- Albert Einstein- základ kvantové mechaniky

Síla (F)- vektorová veličina- jednotka newton (N)- $10\text{N} \approx 1\text{kg}$ při zemském povrchu ($W=mg$)

Účinky síly:

- Deformační
- Pohybové/dynamické

Pokud tělesa interagují, vzájemně na sebe působí silou

Síly dělíme na:

- Kontaktní (*v důsledku elektromagnetická*)
- Polní
 - o Elektromagnetické
 - o Gravitační
 - o *Slabé a silné interakce*

Izolované těleso/volný hmotný bod- na těleso nepůsobí žádné síly

Model izolovaného tělesa- výslednice sil působících na těleso je nulová

1. Newtonův pohybový zákon- zákon setrvačnosti

Pokud je výslednice sil působících na těleso rovna nula, těleso je v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu

Tento zákon popisuje setrvačnost všech těles- klid i rovnoměrný přímočarý pohyb jsou stavy s nulovým zrychlením- statické/dynamické ekvilibrium (setrvačnost způsobí častý náraz řidiče do skla, nebo je také zdrojem jedné z tzv. zdánlivých sil, odstředivé síly)

Za normálních podmínek se všude kolem nás stále nachází síla frikce/tření

(např. lidé v autobuse padají pouze při nenulovém zrychlení- kde je zrychlení tam je nenulová výslednice sil- $F_{\text{net}}=ma$)

Inerciální (inertia- setrvačnost) vztažná soustava- platí 1. Newtonův zákon- tělesa setrvávají v klidu, nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, dokud nepřijdou do kontaktu se silou- nevyskytují se fantomové síly (kulička jedoucí ve vlaku s rovnoměrným přímočarým pohybem je v klidu, nebo v RPP)

Neinerciální vztažná soustava- neplatí 1. Newtonův zákon- na těleso působí zdánlivé setrvačné síly, které nemají původ ve vzájemném působení těles- neinerciální vztažná soustava se pohybuje vzhledem k inerciální vztažné soustavě se zrychlením

(příkladem setrvačné síly a tím pádem neinerciální soustavy je zdánlivá odstředivá síla- pokud člověk jede v autě a auto zatáčí člověk je zdánlivě tlačěn od středu kružnice- to je způsobeno tím, že člověk

setrvává v rovnoměrném přímočarém pohybu, zatímco auto zrychluje ke středu kružnice- dveře „dveře tlačí proti člověku“)

2. Newtonův pohybový zákon- zákon síly

Pokud je výslednice sil působících na těleso nenulová jeho pohybový stav se změní/dojde k akceleraci

Kladka slouží ke změně směru síly

Dvě spojená tělesa se vždy pohybují se stejnou akcelerací

$$F_{net} = m * a$$

Podle tohoto zákona můžeme vidět, že jednotka newton je definována jako $\frac{kg*m}{s^2}$

Pokud je výslednice sil nulová platí 1. zákon

2. Newtonův zákon umožňuje také dynamické měření hmotnosti (např. na ISS, částicová fyzika atd.)

Na těleso působí často gravitační síla W/F_g - určená vzorcem $W = \frac{G*m_1*m_2}{r^2}$ při zemském povrchu pak pouze $W = mg$

Hybnost hmotného bodu a její změna

Hybnost spojuje kinematiku a dynamiku (např. pokud chceme zastavit těžký objekt musíme na něj působit vyšší silou, než na objekt lehčí)

$$p = m * v$$

Hybnost (p) je vektorová veličina a má logicky stejný směr jako okamžitá rychlost daného tělesa

Jednotka hybnosti- $\frac{kg*m}{s}$ kilogram metr za sekundu

$F = m * \frac{\Delta v}{\Delta t}$ – působením síly F po dobu Δt se mění hybnost z mv_i na mv_f

Změna hybnosti je tedy $\Delta p = p_f - p_i = mv_f - mv_i$

$$\Delta p = m * (v_f - v_i) = m * \Delta v$$

Vyjádření 2. Newtonova zákona pomocí hybnosti: **Výsledná síla působící na hmotný bod je rovna podílu změny hybnosti a doby, za níž se hybnost změnila**

$$F_{net} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

Odvoditelné od: $F_{net} = ma = m * \frac{v_f - v_i}{\Delta t}$

3. Newtonův pohybový zákon- zákon akce a reakce- zákon vzájemného působení

Dvě tělesa na sebe působí silami, který mají stejný rozměr a opačný směr

Takovéto 2 síly nazýváme akčně-reakční pár

Tyto síly se neruší, jelikož účinek síly požívá pouze těleso, na něž síla působí

Zrychlení těles, která na sebe působí akčně-reakčním párem nemusí být stejné- závisí ještě na hmotnosti

Zákon zachování hybnosti

Pokud na sebe dvě tělesa vyvíjí akčně reakční pár sil:

$$F_1 = \frac{\Delta p_1}{\Delta t} \quad F_2 = -F_1 = \frac{\Delta p_2}{\Delta t}$$

Čas je stejný

$$\Delta p_1 = -\Delta p_2$$

$$m_1 v_1 = -m_2 v_2$$

$$p_{1f} - p_{1i} = -p_{2f} + p_{2i}$$

$$p_{1i} + p_{2i} = p_{1f} + p_{2f}$$

Celková hybnost izolované soustavy těles se vzájemným silovým působením (akčně-reakční pár) je konstantní/neměnná

Smykové tření (kinetic friction, static friction)

Třecí síla vždy působí proti směru pohybu- způsobena nerovnostmi povrchů a strukturou látek obecně

Tření je závislé především na kolmé síle/normální síle/tlakové síle (normal force) n/F_N - ta je vždy kolmá ke stykové ploše

Než se těleso dá do pohybu působí proti aplikované síle statické tření (static friction)- to se lineárně zvyšuje s aplikovanou silou, dokud nedosáhne mezní hranice určené koeficientem statického tření pro dané materiály a normální silou:

$$F_S (f_s) = \mu_s * n$$

Statické tření je vyšší než kinetické

$$f_s > f_k$$

Velikost kinetického tření/třecí síly je určena koeficientem kinetického tření pro dané materiály a normální silou:

$$F_t (f_k) = \mu_k * n$$

Velikost statické/kinetické třecí síly ani koeficientů tření nezávisí na obsahu stykových ploch, ale na jejich jakosti

Třecí síly umožňují chůzi, jízdu autem fungování hřebíků, opotřebování strojů a jejich zahřívání a jsou důvodem proč na Zemi téměř všechny objekty dosáhnou klidu, a ne rovnoměrného přímočarého pohybu

Nejmenší z třecích sil je valivé tření (f_r)

Jedna z třecích sil je také odpor kapalin a plynů (drag), ten již je závislý na obsahu styčné plochy (pro většinu předmětů- $\frac{1}{4} \rho A v^2$)

Dostředivá síla (centripetal force)

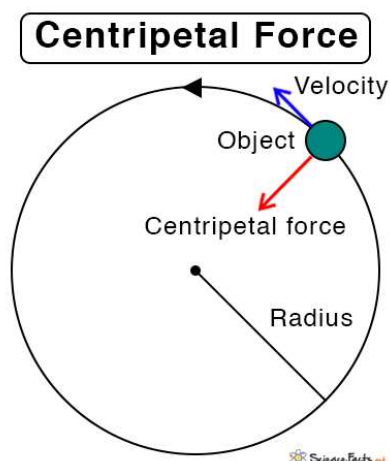
Síla, která umožňuje pohyb po kružnici- akcelerace, kterou vytvoří směřuje vždy ke středu kružnice a vektor rychlosti tedy existuje jako tečna kružnice

$$F_{D(c)} = m \frac{v^2}{r} = mr\omega^2$$

Dostředivá síla může být jakoukoliv silou (např. tření, tenze, gravitace)

Dostředivá síla může samozřejmě být i výslednicí několika sil

Pokud na objekt přestane působit dostředivá síla a jiná síla na něj výrazněji nepůsobí následuje 1. Newtonův zákon a pokračuje v rovnoměrném přímočarém pohybu



Inerciální vztažné soustavy – Galileův princip relativity

Vztažná soustava je těleso/skupina těles, ke kterým vztahujeme pohyby těles jiných

Pro běžné pohyby můžeme považovat soustavu spojenou se zemí za inerciální

Inerciální soustavy- pokud se vlak či loď pohybují rovnoměrným přímočarým pohybem bez akcelerace pozorovatel nedokáže mechanickým způsobem určit, zda se hýbe nebo stojí- platí zde Newtonovy pohybové zákony

Mechanický princip relativity/Galileův princip relativity:

Zákony mechaniky jsou stejné ve všech inerciálních vztažných soustavách. Rovnice, které je vyjadřují mají stejný tvar. Na základě mechanických pokusů není žádná inerciální soustava privilegována

to však neznamena, že i všechny fyzikální veličiny jsou stejné- předmět ve volném pádu, který je ve vlaku bude připadat pozorovateli ve vlaku (v RPP) jako padající svisle, zatímco pozorovatel mimo vlak uvidí část paraboly- to, co je podstatné je, že oba pozorovatelé zaznamenají stejné síly působící na předmět (pouze gravitace Země)

všechny inerciální vtažené soustavy jsou pro popis mechanických dějů rovnocenné

ve všech inerciálních soustavách musí mít bod stejné zrychlení a musí na něj působit stejné síly

Einsteinův princip relativity- kromě mechanických dějů zahrnuje i fyzikální děje, zákony a matematické vztahy- ve všech inerciálních soustavách mají stejný tvar

Každá soustava, která vzhledem k inerciální soustavě akceleruje je soustavou neinerciální

V neinerciálních soustavách se vyskytují setrvačné síly (apparent forces)- (např. odstředivá síla)