DYNAMIKA

- → tělesa na sebe navzájem silově působí
- → <u>izolovaný hmotný bod</u>
  - → výslednice všech sil = 0
- → <u>izolovaná soustava těles</u>
  - → soustava, ve které uvažujeme pouze vzájemné sil. působení těles soustavy
- → <u>inerciální vztažná soustava</u>
  - → je v klidu nebo se pohybuje rovnoměrně přímočaře
- → <u>neinerciální vztažná soustava</u> → pohyb nerovnoměrný / křivočaře

- → <u>1. NPZ: zákon setrvačnosti</u>
  - → tělesa <u>setrvávají</u> v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, pokud je vnější síla nepřinutí tento pohybový stav změnit
  - → platí v inerciálních soustavách
  - → neplatí v neinerciálních soustavách

- → <u>2. NPZ: zákon síly</u>

$$\underline{\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}} \Rightarrow \underline{\vec{F} = \vec{a} \cdot m} \qquad [F] = kg \cdot m \cdot s^{-2} = N$$

$$m = \frac{F}{a}$$ → dynamické měření hmotnosti

  - → <u>tíhová síla</u> – F_G
    - → síla, kterou Země přitahuje tělesa ke svému povrchu

$$\underline{\vec{F_G} = m \cdot \vec{g}} \quad \wedge \quad g \doteq 9{,}81\ m \cdot s^{-2}$$

- → <u>3. NPZ: zákon akce a reakce</u>
  - – tělesa na sebe navzájem působí silami stejně velkými opačného směru
  - → současně vznikají a zanikají $\qquad F_1 = F_2$
  - → ve svém účinku se neruší – každá působí na jiné těleso $\qquad \vec{F_1} = -\vec{F_2}$
  - – pohybový účinek nemusí být u obou těles stejný – hmotnost

→ Hybnost tělesa – $\vec{p}$

→ popisuje pohybový stav hmotného bodu z hlediska dynamiky

$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ $[p] = kg \cdot m \cdot s^{-1}$

→ změna hybnosti

→ síla F: $v_1 \rightarrow v_2$ $\wedge$ $p_1 \rightarrow p_2$

$F = m \cdot a \wedge a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

$F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$

$\Delta p = p_2 - p_1$

$\Delta p = m \cdot v_2 - m \cdot v_1$

$\Delta p = m \cdot \Delta v$

$\Rightarrow \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ $\underbrace{\vec{F} \cdot \Delta t}_{\text{impuls síly}} = \Delta \vec{p}$

→ zákon zachování hybnosti – ZZH

→ platí pro izolované soustavy těles

→ těleso A působí silou $\vec{F}_1$ na těleso B

→ 3. NPZ: těleso B působí silou $\vec{F}_2$ na A

$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

$\frac{\Delta \vec{p}_1}{\Delta t} = -\frac{\Delta \vec{p}_2}{\Delta t}$

$\Delta \vec{p}_1 = -\Delta \vec{p}_2$

$\vec{p}_1 - \vec{p}_{10} = -(\vec{p}_2 - \vec{p}_{20})$

$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_{10} + \vec{p}_{20}$

$\vec{p} = \vec{p}_0$

⇒ celková hybnost izolované soustavy těles se nemění – ani její směr

→ Odporové sily

→ sily pôsobiace proti smeru pohybu telesa

• šmykové trenie – F_t

→ tlaková sila – $\vec{F_n}$

→ sila, ktorou teleso pôsobí kolmo na podložku

→ $F_n = F_G \cdot \cos(\alpha)$ – $\vec{F_n}$ je 1 zo 2 zložiek $\vec{F_G}$

→ trecia sila – $\vec{F_t}$

→ smer opačný smeru pohybu telesa

$F_t = f \cdot F_n$ → f = súčiniteľ šmykového trenia – tabuľky

→ F_t nezávisí na obsahu styčných plôch

• kĺzavé trenie – šmykové trenie ale v kĺzaní, stejný vzorec + princíp

• valivý odpor – F_v

→ platí pre telesá kruhového prierezu – válec

→ sila valivého odporu = F_v

$F_v = F_n \cdot \frac{\xi}{r}$ → ξ = rameno valivého odporu $[\xi] = m$

↗ gr. písmeno ksí

→ mnohem menší, než šmykové trenie

• dostredivá sila – F_d

→ výsledná sila pôsobiaca na teleso pri pohybe po kružnici

→ tá sila, vďaka ktorej sa to teleso pohybuje po kružnici a nezrazí

$\vec{F_d} = \vec{F_v}$ $\vec{F_d} = m \cdot \vec{a_d}$ – smer do stredu kružnice

$F_d = m \cdot \frac{v^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r$

→ aby sa teleso A (oblek) pohybovalo po kružnici, tak na neho teleso B (zdroj) musí pôsobiť dostredivou silou $\vec{F_d}$

=> 3. NPZ: teleso A pôsobí na B odstredivou silou – $\vec{F_o}$

$\vec{F_o} = -\vec{F_d}$ $F_o = F_d$

1) Motocykl s posádkou má hmotnost m. Při rozjíždění z klidu urazí rovnoměrně zrychleným pohybem za dobu t vzdálenost s.
Jaká je velikost výslednice sil způsobující rozjezd motocyklu?
Jakou rychlostí jel motocykl po době t zrychlování?
Jaká byla velikost zrychlení motocyklu?
Hledané veličiny vyjádři nejprve obecně, potom vypočítej pro hodnoty:
m = 350 kg, t = 8 s, s = 100 m.
$\left(F = \frac{2m.s}{t^2} = 1\,093{,}75\ N;\ v = \frac{2s}{t} = 25\ m.s^{-1}\ (= 90\ km.h^{-1});\ a = \frac{2s}{t^2} = 3{,}125\ m.s^{-2}\right)$

2) Kulečníková koule pohybující se rychlostí v_0 = 1,5 m.s^{-1} narazila do jiné koule stejné hmotnosti, která byla v klidu. Po dokonale pružném nárazu se obě koule pohybovaly stejně velikými rychlostmi v navzájem kolmých směrech.
Jaká je velikost rychlosti každé z koulí po nárazu?
$\left(v = \frac{v_0}{2.\cos 45°} = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{3}{4}\sqrt{2}\ m.s^{-1} \doteq 1{,}06\ m.s^{-1}\right)$

3) Cyklista se na kole rozjíždí samovolně z kopce, pokud rovina svahu svírá s vodorovnou rovinou úhel větší než α = 0,5°. Průměr kol bicyklu je d = 67 cm. Vypočítej velikost ramene valivého odporu kola, výsledek zaokrouhli na mm.
$\left(\xi = \frac{d}{2} \cdot \tan\alpha \doteq 3\ mm\right)$

4) Automobil hmotnosti m = 1200 kg jede rychlostí v = 90 km.h^{-1} po mostě, jehož vozovka tvoří vertikální oblouk o poloměru křivosti r = 125 m.
Jak velkou tlakovou silou působí automobil na vozovku mostu?
Jakou rychlostí by se automobil musel pohybovat, aby působil na vozovku nulovou tlakovou silou?
Tíhové zrychlení g = 10 m.s^{-2}
$\left(F = m.\left(g - \frac{v^2}{r}\right) = 6\,000\ N;\ v' = \sqrt{g.r} \doteq 35\ m.s^{-1}\ (= 126\ km.h^{-1})\right)$

5) Dvě tělesa se pohybují po téže přímce. Těleso hmotnosti 400 g se pohybuje rychlostí 1 m.s^{-1} a narazí na těleso hmotnosti 100 g, které se pohybuje rychlostí 0,5 m.s^{-1}. Po srážce se obě tělesa spojí a pohybují se dále společně. Urči jejich společnou rychlost, jestliže se před srážkou pohybují
a) týmž směrem b) proti sobě

6) Neklopená silniční zatáčka má poloměr 96 m, součinitel smykového tření mezi pneumatikami automobilu a vozovkou je za sucha 0,6, na uježděném sněhu 0,15. Jakou nejvyšší rychlostí a bez smyku může projet automobil zatáčku
a) za sucha b) na uježděném sněhu

1) $m = 350\ kg$

$t = 8\ s$

$s = 100\ m$

$F, v, a = ?$

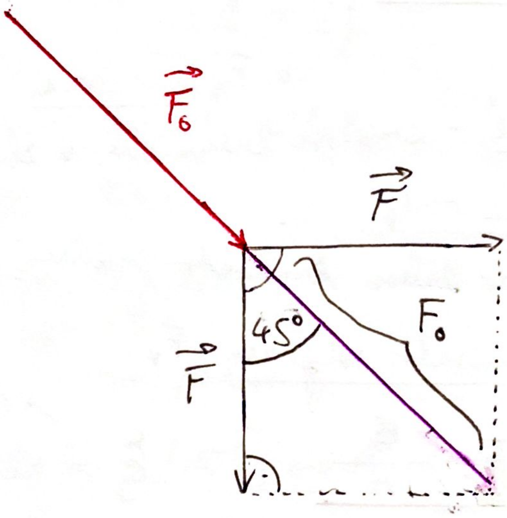
$s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ $\qquad v = a \cdot t$ $\qquad F = m \cdot a$

$a = \frac{2s}{t^2}$ $\qquad v = \frac{2s}{t}$ $\qquad F = \frac{2 \cdot s \cdot m}{t^2}$

$a = 3{,}125\ m \cdot s^{-2}$ $\qquad v = 25\ m \cdot s^{-1}$ $\qquad F = 1093{,}75\ N$

2) $v_0 = 1{,}5\ m \cdot s^{-1}$

$v = ?$



$\cos(45°) = \frac{F}{F_0}$

$a_0 \cdot m \cdot \cos(45) = a \cdot m$

$\frac{v_0}{t} \cdot \cos(45) = \frac{v}{t}$

$v = \cos(45) \cdot v_0$

$v \doteq 1{,}06\ m \cdot s^{-1}$

3) $\alpha = 0{,}5°$ - Koule jede rovnoměrným přímočarým pohybem

$d = 67\ cm$

$\xi = ?$

$F_v = F_1$

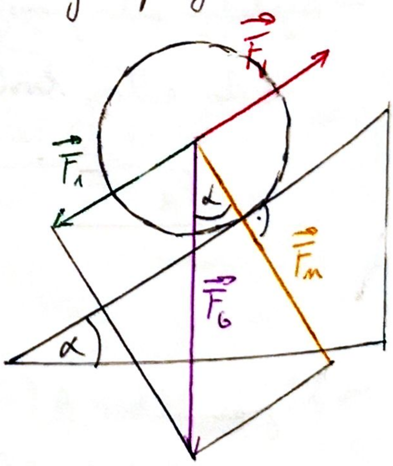
$F_n \cdot \frac{\xi}{r} = F_1$

$F_G \cdot \cos(\alpha) \cdot \frac{\xi}{r} = F_G \cdot \sin(\alpha)$

$\xi = r \cdot tg(\alpha)$

$\xi = \frac{67}{2} \cdot tg(0{,}5)\ cm$

$\xi \doteq 0{,}3\ cm = 3\ mm$



$\sin(\alpha) = F_1 : F_G$

$F_1 = F_G \cdot \sin(\alpha)$

$\cos(\alpha) = F_n : F_G$

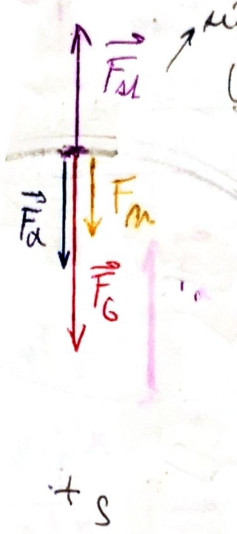
$F_n = F_G \cdot \cos(\alpha)$

4) $m = 1200\ kg$

$v = 90\ km \cdot h^{-1} = 25\ m \cdot s^{-1}$

$r = 125\ m$

$F_n, v' = ?$



fikt. odstř. síla
síla setrvačnosti
$\hookrightarrow \vec{F_{st}} = \vec{F_d}$

a) $\vec{F_n} = \vec{F_G} + \vec{F_{st}}$

$F_n = F_G - F_{st}$

$F_n = m \cdot g - m \cdot \frac{v^2}{r} = \underline{\underline{m\left(g - \frac{v^2}{r}\right)}}$

$\Rightarrow F_n = 1200 \cdot \left(10 - \frac{25^2}{125}\right) N = 1200 \cdot 5\ N = \underline{\underline{6000\ N}}$

b) $\underline{F_n = 0 \Rightarrow v' = ?}$

$0 = m \cdot g - m \cdot \frac{v'^2}{r}$

$v'^2 = g \cdot r$

$\underline{\underline{v' = \sqrt{g \cdot r}}} \Rightarrow v' = \sqrt{10 \cdot 125}\ m \cdot s^{-1} \doteq \underline{\underline{35,4\ m \cdot s^{-1}}}$

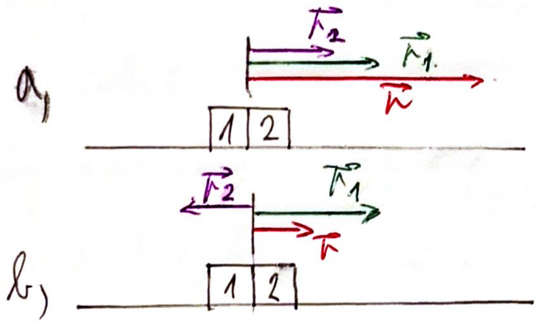
5) $m_1 = 0,4\ kg$

$v_1 = 1\ m \cdot s^{-1}$

$m_2 = 0,1\ kg$

$v_2 = 0,5\ m \cdot s^{-1}$

$v = ?$



$\rightarrow$ ZZH: $\vec{p} = \vec{p_0} \Rightarrow \vec{p} = \vec{p_1} + \vec{p_2}$

a) pohyb týmž směrem

$p = p_1 + p_2$

$(m_1 + m_2) \cdot v = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2$

$v = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$

$v = \frac{0,4 \cdot 1 + 0,1 \cdot 0,5}{0,4 + 0,1}\ m \cdot s^{-1}$

$v = \frac{0,4 + 0,05}{0,5}\ m \cdot s^{-1}$

$\underline{\underline{v = 0,9\ m \cdot s^{-1}}}$

b) pohyb proti sobě

$p = |p_1 - p_2|$

$(m_1 + m_2) \cdot v = |m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_2|$

$v = \frac{|m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_2|}{m_1 + m_2}$

$v = \frac{|0,4 - 0,05|}{0,5}\ m \cdot s^{-1}$

$v = 2 \cdot 0,35\ m \cdot s^{-1}$

$\underline{\underline{v = 0,7\ m \cdot s^{-1}}}$

6) $r = 96\ m$

$f_1 = 0{,}6$

$f_2 = 0{,}15$

$v_1, v_2 = ?$

$F_d = F_t$ důvod proč auto zatáčí, je tření mezi pneumatikami a vozovkou

$$m \cdot \frac{v^2}{r} = f \cdot F_n = f \cdot m \cdot g$$

$$v^2 = r \cdot f \cdot g$$

$$v = \sqrt{r \cdot f \cdot g}$$

a) $v_1 = \sqrt{96 \cdot 0{,}6 \cdot 10}\ m \cdot s^{-1}$

$v_1 = 24\ m \cdot s^{-1}$

b) $v_2 = \sqrt{96 \cdot 0{,}15 \cdot 10}\ m \cdot s^{-1}$

$v_2 = 12\ m \cdot s^{-1}$