

Biomechanika

Požadavky z biomechaniky

- Povinná docházka na semináře
- Seminární práce v odevzdávárně
 - Rozbor pohybového prvku
 - Zpracování vědeckého výzkumu místo vlastního návrhu



Studijní materiál

Kalichová a kol.: Základy biomechaniky tělesných cvičení

Biomechanika člověka

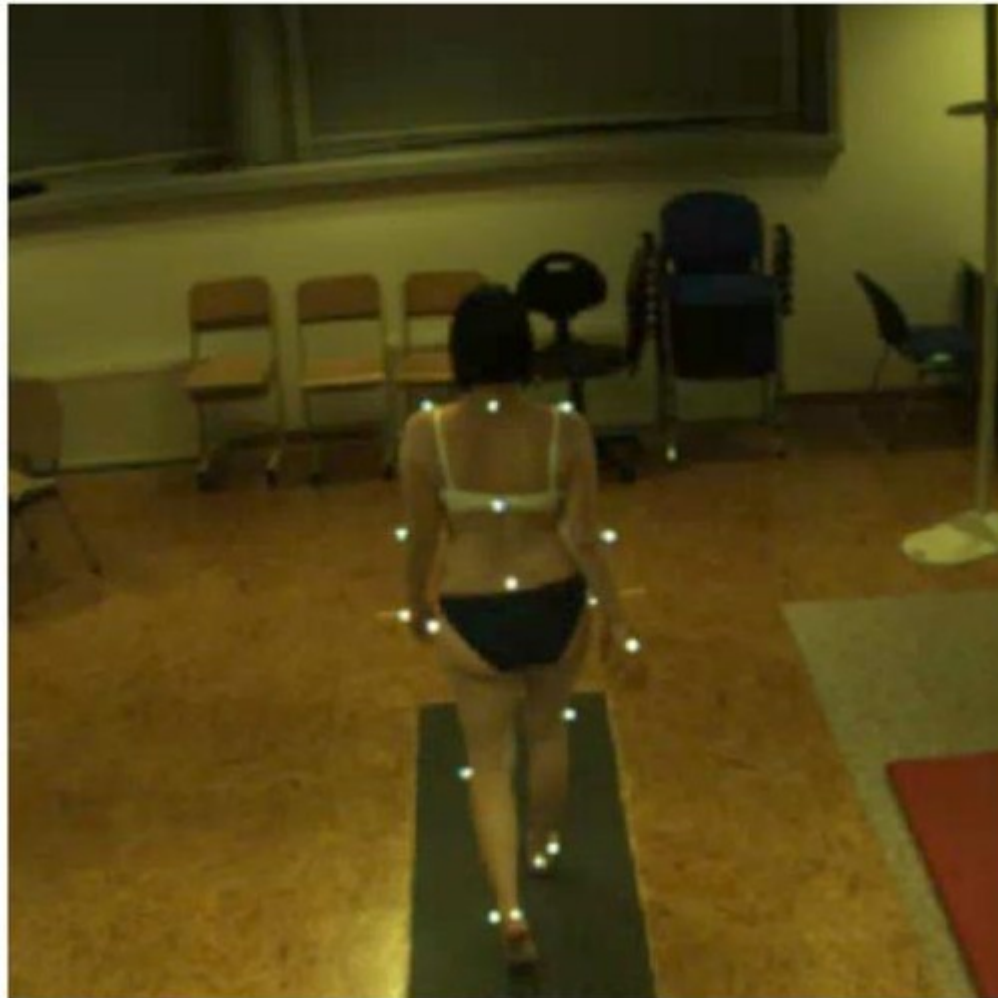
- Pohyb člověka z pohledu
 - Fyzikálního
 - Anatomického
 - Fyziologického

Mechanika

- Věda zabývající se pohybem
- Dělí se na:
 - Kinematiku – obor, který se zabývá popisem pohybu bez ohledu na jeho příčiny
 - Základními kinematickými veličinami jsou dráha, rychlost, zrychlení
 - Dynamiku – obor, který zkoumá příčiny pohybu a jeho změn, také deformaci těles
 - Základní dynamickou veličinou je síla

Biomechanický výzkum u nás na škole

- 3D kinematická analýza



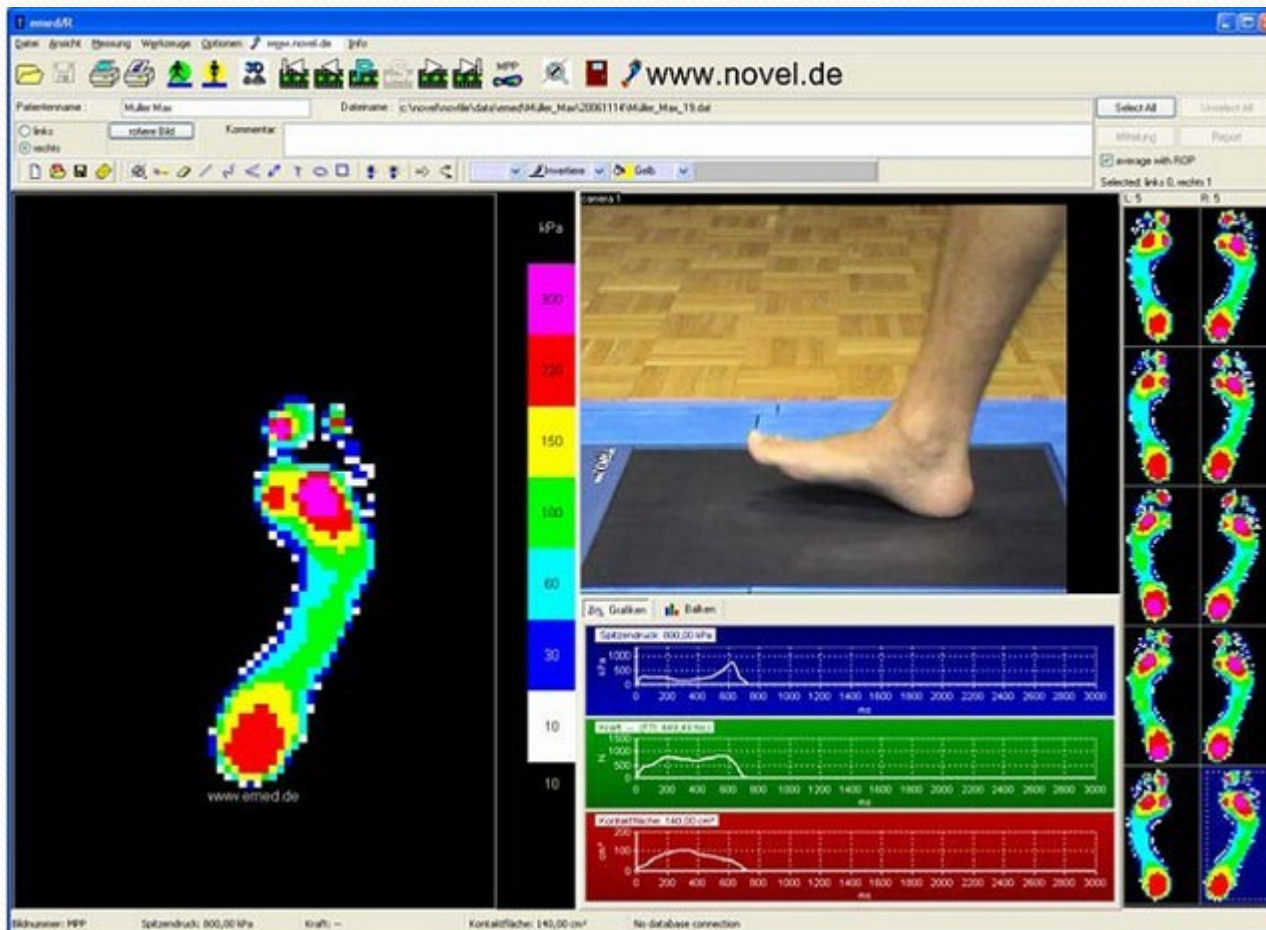
Biomechanický výzkum u nás na škole

- Izokinetický dynamometr



Biomechanický výzkum u nás na škole

- Dynamická plantografie



Další metody

- Goniometrie
- Akcelerometrie
- Stabilometrie
- EMG
- Myotonometrie
- ...

Význam

- Optimalizace techniky (ekonomičnost a efektivita)
- Sestavení metodických postupů
- Zdravotní aspekty
- Protetika
- Kriminalistika

Zápočtový požadavek – seminární práce

- Úvod o vybraném pohybovém prvku
- 5 knih nebo článků, které se prvkem zabývají
- Kinematická analýza – povinně kinogram – rozfázovaný pohyb, dále rychlosti, vzdálenosti, úhly apod.
- Dynamická analýza – obrázek jedné fáze pohybu se zakreslenými všemi působícími silami
- Využívané fyzikální principy
- Hlavní zapojené svaly
- výzkumu využívajícího biomechanických metod
- Úvod, Výzkumné metody (skupina, metodika),
Výsledky, Závěry

Databáze pro hledání odborných informací

- Vyhledávače odborných informací: Google Scholar <http://scholar.google.cz/>, Scirus <http://www.scirus.com/>

- <http://ezdroje.muni.cz>

Přehled zdrojů – podle fakult – FSpS, v knihovně i lékařské a přírodovědné databáze

- **Scopus, SPORTDiscus, Web of Science**

- Přístup k databázím z domu
 - Kliknout na žlutý řádek nahoře a přihlášení jako do ISu

Jak zadat vyhledávací dotaz do databází

- Z vybraného tématu vyberu klíčová slova – to co vystihuje obsah – jsou to slova, která v názvu zůstanou, když odstraním spojky a předložky a slova obecného nespécifického významu
- Za prvé filtruji na název článků – TITLE, málo výsledků: filtruji na Abstrakt

Booleovské operátory

- **AND** - zužuje. Např., **education AND sport** nalezne články, které obsahují *obě slova*
- **OR** - rozšiřuje. Např., **football OR soccer** nalezne články, které obsahují *jedno nebo obě slova*.
- **NOT** - zužuje vynecháním termínu za NOT. Např., **education NOT primary** nalezne články, které obsahují slovo *education* a neobsahují *primary*.

? *

- * vkládá se za kořen slova, aby došlo k pokrytí všech slov z kořene tvořených
- Např. **educat*** nahradí **educate, education, educative**
- ? nahrazuje 1 písmeno: **m?n** najde **man, men**.
- **Pozn:** Pokud hledáte podle názvu článku, který obsahuje otazník, vymažte ho.

Závorky – fungují jako v matematice

Obecné vyhledávání: dog OR cat AND show OR parade

- Nalezne články o psech, kočkách a show a současně všechno o přehlídkách, aniž by tyto články měly vztah ke kočkám a psům

Cílené vyhledávání: (dog OR cat) AND (show OR parade)

- Se závorkami přesně specifikujeme, že chceme články o psech nebo kočkách, ve kterých je současně zmíněna show nebo přehlídka.

Úvozovky

- **„přesná fráze“** – přesná fráze, kterou chci vyhledávat, se dá do úvozovek („aqua aerobic“)

Příklad 1 – databáze Scopus

Výzkum pohybové aktivity seniorů se zaměřením na chůzi

Seniors physical activity research focused on gait

Klíčová slova: physical activity, seniors, elderly, gait

Návrh: physical activity AND (elderly OR senior*)
AND gait

Co s nalezenými výsledky, jak získat plnou verzi článku

- do 100 výsledků – OK - Projít nadpisy — stáhnou relevantní články
- nad 100 výsledků – přeformulovat dotaz, vyšší specifičnost, filtruju např. na články z posledních 10 let nebo podle oboru

- Název vyjadřuje, co hledám – stáhnou si plnou verzi článku
- pokud není plná verze ve vybrané databázi, kliknout na znak **SFX**
- Zobrazí dostupné databáze, kde je ke stažení plná verze – GO

- Pokud ani SFX nenajde plnou verzi ke stažení: **meziknihovní výpůjční služba:**
- <http://www.ukb.muni.cz/kuk/mvs/>

Příklad 2 – databáze Web of Science

Ekonomika vytrvalostního běhu na různých površích tratě

Endurance running economy on different track surfaces

Klíčová slova: endurance running, long-distance running, running economy, track surface

Rešeršní dotaz:

(endurance run* OR long-distance run*) AND run*
economy AND track surfac*

Kinematika

- Převody jednotek
km/h na m/s
- Skaláry/vektory?
 - Hmotnost, dráha, okamžitá rychlost, průměrná rychlost, síla, čas, ...

- Rovnoměrný pohyb:

- $v = s/t$

- Zrychlený pohyb:

- $v = a \cdot t$

- $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$

- Zpomalený pohyb

- $v = v_0 - at$

- $s = v_0 t - \frac{1}{2} a \cdot t^2$

Průměrná rychlost

Lyžař projel prvním měřeným úsekem o délce 100m rychlostí 72km/h následující 100m úsek projel rychlostí 36km/h. Jaká byla jeho průměrná rychlost?

- $s \dots 100 \text{ m}$
- $v_1 \dots 72 \text{ km/h}$
- $v_2 \dots 36 \text{ km/h}$
- $v_p \dots ?$

- $v_1 = 20 \text{ m/s}, v_2 = 10 \text{ m/s}$
- $v_p = \text{celková dráha} / \text{celkový čas}$
- $v_p = 2s / (s/v_1 + s/v_2)$
- $v_p = 200 / (100/20 + 100/10) \text{ m/s} = 200/15 \text{ m/s} = \mathbf{13,3 \text{ m/s}}$

Rovnoměrný pohyb

Při časových cyklistických závodech dlouhých 45,8 km startují závodníci jeden po druhém s časovým odstupem 90 s. Cyklista chce dorazit do cíle současně se závodníkem, který startoval o 270 s dřív. O kolik metrů za sekundu by musel jet cyklista rychleji než tento závodník, který celou trať zvládne za 2 h 2 min? Pro oba jezdce znázorněte také graficky závislost ujeté dráhy na čase.

- $s \dots 45,8 \text{ km}$

- $t_2 \dots t_1 - 270 \text{ s}$

- $t_1 \dots 2 \text{ h } 2 \text{ min}$

- $v_2 - v_1 \dots ?$

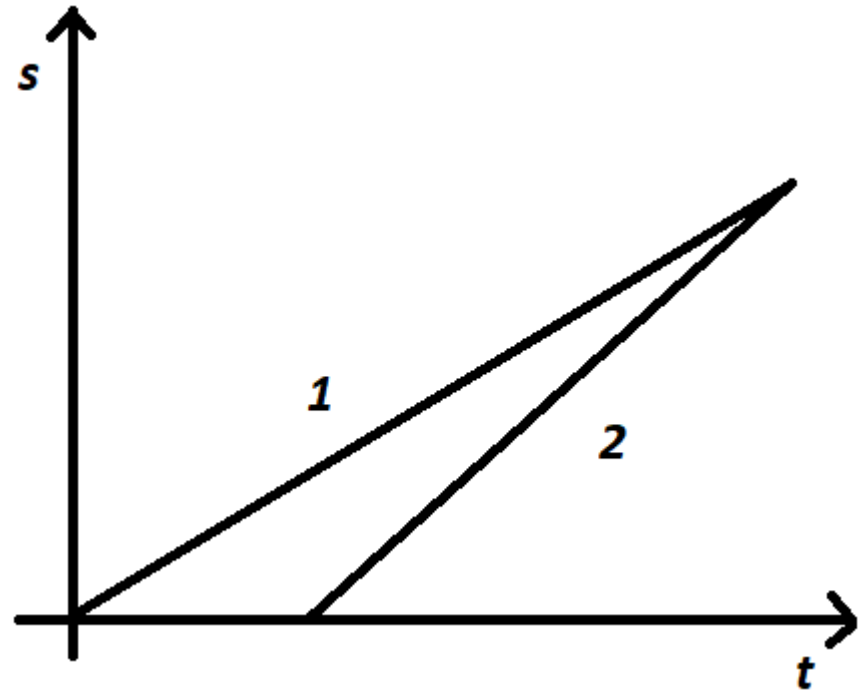
- $s = 45800 \text{ m}$

- $t_1 = 7320 \text{ s}$ $t_2 = 7050 \text{ s}$

- $v_2 - v_1 = s/t_2 - s/t_1$

- $v_2 - v_1 = 45800/7050 - 45800/7320 \text{ m/s}$

- $v_2 - v_1 = \mathbf{0,25 \text{ m/s}}$



Zrychlený pohyb - volný pád

- Př. Jaké rychlosti dosáhne parašutista 10s po výskoku z letadla? Jak velkou vzdálenost při tom urazí?
- $t \dots 10\text{s}$
- $v \dots ?$
- $s \dots ?$

- $v = gt$
- $v = 9,8 \cdot 10 \text{ m/s} = \mathbf{98\text{m/s}}$
- $s = \frac{1}{2} gt^2$
- $s = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 100 \text{ m}$
- $s = \mathbf{490 \text{ m}}$

Zpomalení

Formule Indy potřebuje na zastavení z rychlosti $300 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ brzdou dráhu 85 m . Jaká je velikost zpomalení, kterého můžou tyto vozy dosáhnout? Při závodech formule Indy jsou naměřeny rychlosti až $370 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Jakou dráhu formule Indy ujede, než zastaví z této rychlosti?

- $v_1 \dots \dots 300 \text{ km/h}$

- $s_1 \dots \dots 85 \text{ m}$

- $v_2 \dots \dots 370 \text{ km/h}$

- $s_2 \dots \dots ?$

- $a \dots \dots ?$

- $v_1 = 83,3 \text{ m/s} \quad v_2 = 102,8 \text{ m/s}$

- $s = v_1 t - 1/2 a t^2$

- $v = v_1 - a \cdot t$

- $0 = v_1 - a \cdot t \quad a \cdot t = v_1 \quad t = v_1 / a$

- $s = v_1 \cdot (v_1 / a) - 1/2 a \cdot v_1^2 / a^2 = v_1^2 / a - 1/2 v_1^2 / a = 1/2 v_1^2 / a$

- $a = v_1^2 / 2s$

- $a = 83,3^2 / 2 \cdot 85 \text{ m/s}^2 = \mathbf{40,8 \text{ m/s}^2}$

- $s_2 = 1/2 v_2^2 / a = 1/2 \cdot 102,8^2 / 40,8 \text{ m} = \mathbf{129,5 \text{ m}}$

Rovnoměrný pohyb po kružnici

- Nemění se velikost rychlosti, pouze směr (tečný)

- Obvodová rychlost

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$v = \omega r$$

- Úhlová rychlost

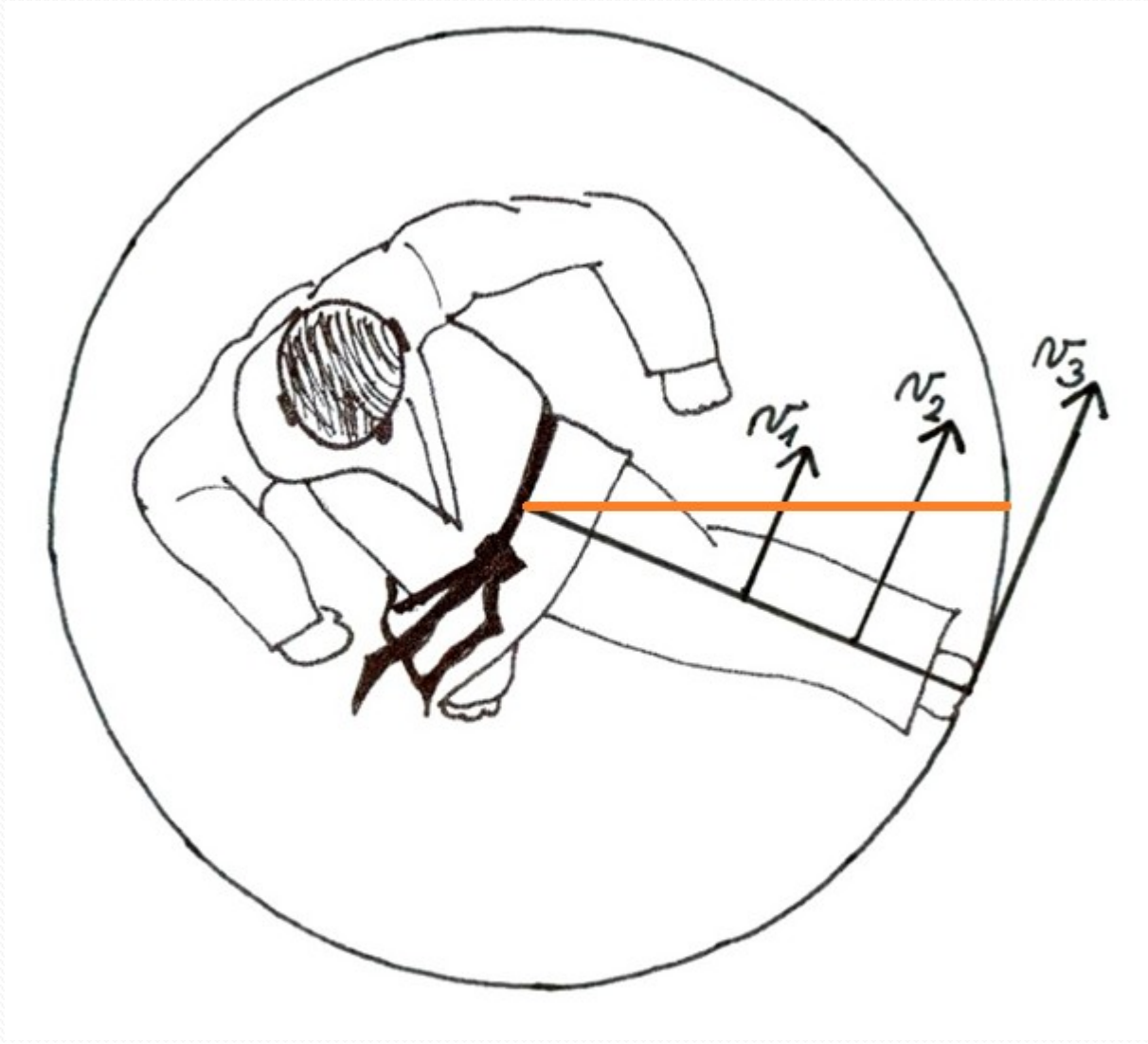
$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

- Perioda T, frekvence f

- Normálové zrychlení – dostředivé

$$a_d = \frac{v^2}{r}$$

$$a_d = \omega^2 r$$



Pohyb po kružnici

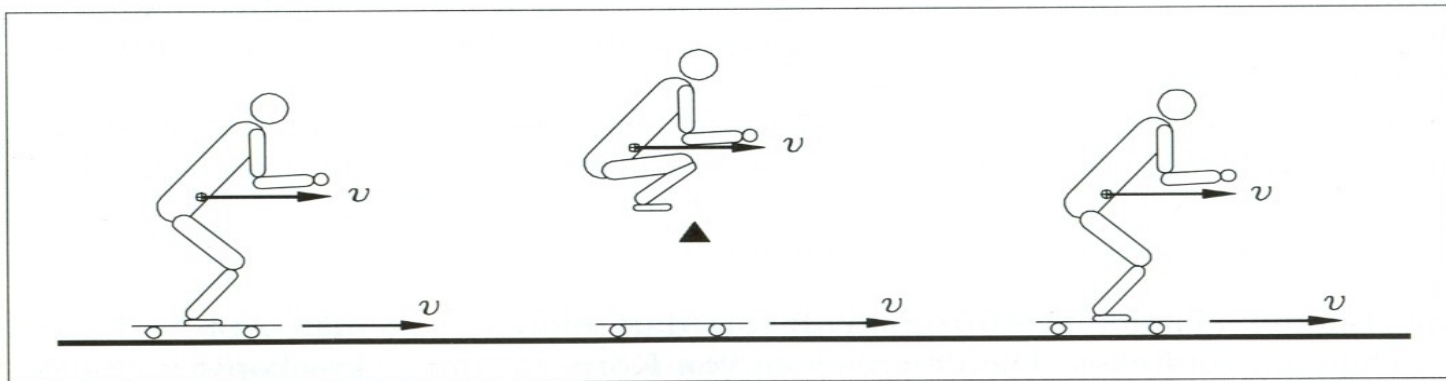
- Podle letecké normy nesmí na pilota působit větší přetížení než $5,95 g$. Jaký nejmenší poloměr může mít zatačka, kterou pilot proletí rychlostí $700 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, aby se nedostal mimo normu? Jak dlouho touto zatačkou poletí, chce-li změnit směr o 90° ?

- $a_d \dots \dots 5,95 \text{ g}$
- $v \dots \dots 700 \text{ km/h}$
- $r \dots \dots ?$
- $T/4 \dots \dots ?$

- $v = 194,4 \text{ m/s}$
- $a_d = v^2/r \quad r = v^2/a_d$
- $r = 37800/5,95 \cdot 10 \text{ m} = \mathbf{635 \text{ m}}$
- $v = 2\pi r/T \quad T/4 = 2\pi r/4v$
- $T/4 = 2\pi \cdot 635/4 \cdot 194,4 \text{ s} = \mathbf{5,14 \text{ s}}$

Skládání (sčítání) pohybů

- Komplexně těžko řešitelné složité pohyby rozkládáme na pohyby jednodušší
- Obvykle pohyb rozdělujeme na pohyb ve vertikálním a horizontálním směru



Šikmý vrh

- V ose x – rovnoměrný přímočarý
- V ose y – svislý vrh vzhůru

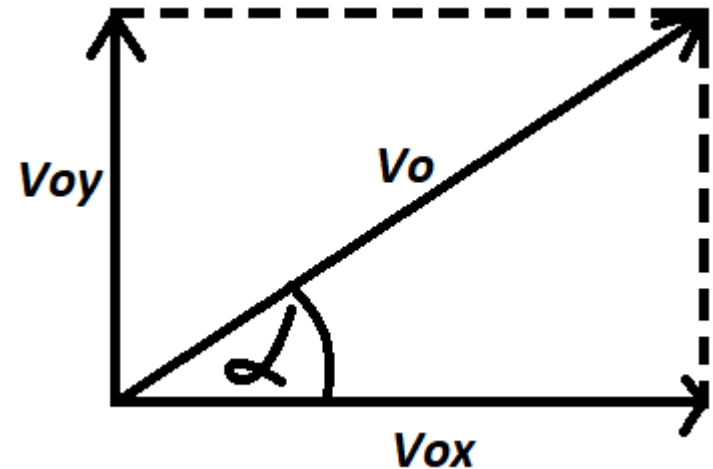
$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$x = v_{0x}t$$

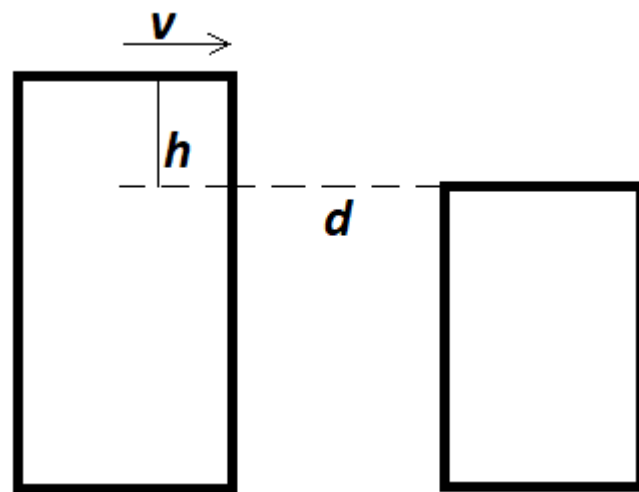
Pro složky počáteční rychlosti platí:

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$



Vodorovný vrh



Šikmý vrh

Horizontální rychlost těch nejlepších skokanů do dálky dosahuje až $10,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Jak velká je při odrazu vertikální rychlost, naměří-li rozhodčí délku skoku $8,8 \text{ m}$? Pro zjednodušení předpokládejme, že těžiště atleta je ve chvíli odrazu a doskoku ve stejné výšce.

$$v_{x0} \dots\dots 10,7 \text{ m/s}$$

$$s \dots\dots 8,8 \text{ m}$$

$$v_{y0} \dots\dots ?$$

$$v_y = v_{y0} - gt$$

$$0 = v_{y0} - gt/2 \quad v_{y0} = gt/2$$

$$t = s / v_{x0} \quad v_{y0} = g \cdot s / 2v_{x0}$$

$$v_{y0} = 8,8 \cdot 10 / 2 \cdot 10,7 \text{ m/s} = 4,1 \text{ m/s}$$

Dynamika

Druhy sil

Newtonovy zákony

Třecí síla

Druhy sil

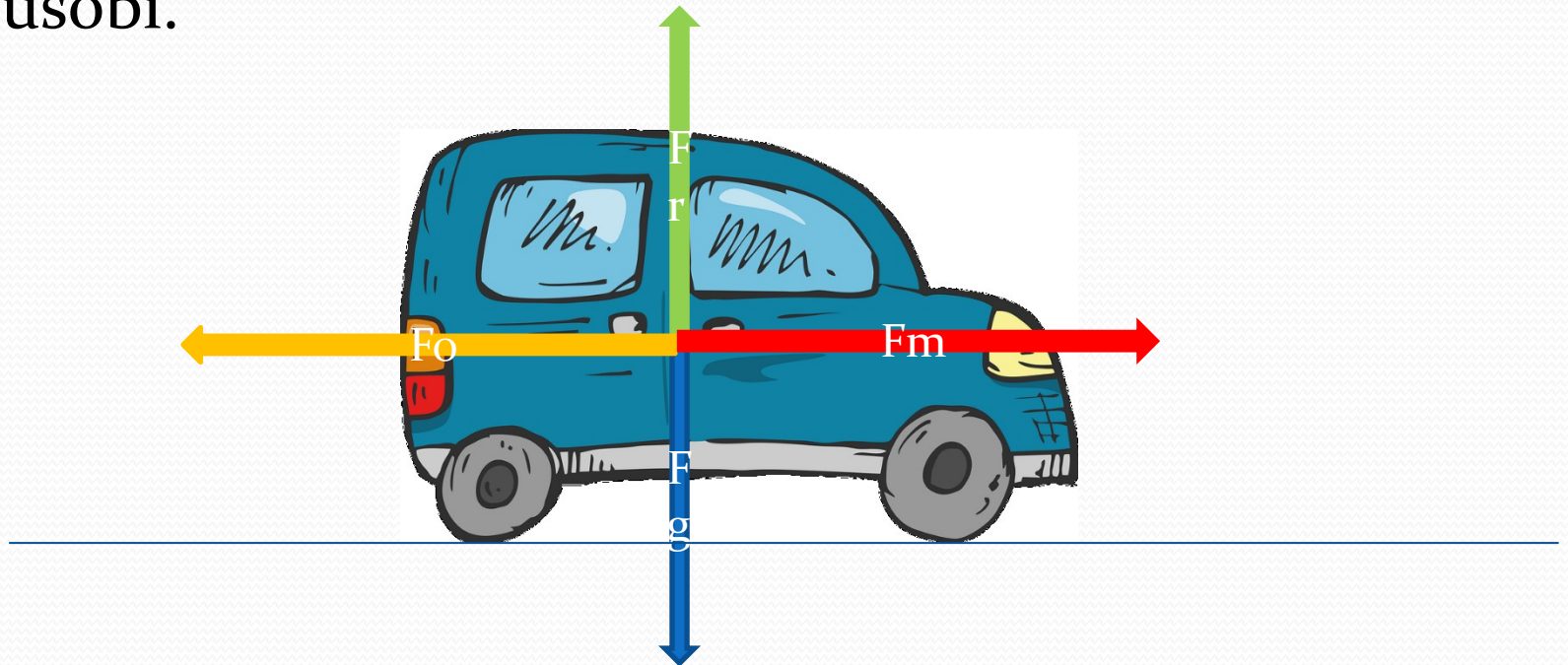
- Vnitřní
 - Svalová – sama nás nevede do pohybu
- Vnější
 - Gravitační síla
 - $F_g = m \cdot g$
 - Reakce podložky
 - Třecí síla
 - $F_t = F_N \cdot f$
 - Odpor prostředí
 - Dostředivá síla
 - Setrvačná síla

Newtonovy zákony

- 1.NZ
 - Setrvačnosti
 - Součet všech $F=0$, potom klid nebo rovnoměrný pohyb
- 2.NZ
 - Síly
 - Součet všech F není 0, potom zrychlený pohyb $F=m \cdot a$
- 3.NZ
 - Akce a reakce
 - Jedno těleso působí na druhé a zároveň druhé stejnou silou na první

Působící síly

- Automobil se pohybuje po rovné silnici stálou rychlostí 80 km/h. Zakreslete všechny síly, které na automobil působí.



Třecí síla

- Jak velký musí být součinitel smykového tření mezi podrážkou boty a podložkou, aby se sprinter mohl rozběhnout s horizontálním zrychlením $1,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$?
- $F_t = F_N \cdot f$
- $F_t = m \cdot a$
- $F_t = m \cdot g \cdot f$
- $m \cdot a = m \cdot g \cdot f$
- $a/g = f$
- $1,2/9,8 = 0,12$

