

BIOMECHANIKA

1, Základy biomechaniky (historie a definice oboru)

Studijní program, obor: Tělesná výchovy a sport

Vyučující: PhDr. Martin Škopek, Ph.D.

ZÁPOČTOVÉ POŽADAVKY

- ✘ Systém výuky – přednáška (nepovinná)
 - cvičení (aktivní docházka 80%)
- ✘ Písemný zápočtový test – prosinec (bude upřesněno)
- ✘ Ústní zkouška – Leden (nutný zápis přes systém Stag!)

TÉMATÁ PŘEDNÁŠEK A CVIČENÍ

- ✘ Základy biomechaniky, historie, základní fyzikální veličiny SI, převody jednotek, základní goniometrické funkce
- ✘ Vektory a skaláry, sčítání a odčítání vektorů, skalární a vektorový součin
- ✘ Těžiště, momenty sil, stabilita
- ✘ Rovnoměrný přímočarý pohyb, rychlost
- ✘ Volný pád, svislý vrh
- ✘ Vodorovný vrh, šikmý vrh
- ✘ Kruhový pohyb, obvodová rychlost, dostředivé zrychlení
- ✘ Newtonovy pohybové zákony
- ✘ Disipativní síly (statické odporové síly, třecí síla, hydrostatický tlak)
- ✘ Disipativní síly (dynamické odporové síly, tvarový odpor, Magnusův jev)
- ✘ Energie pohybu člověka, práce, energie, výkon
- ✘ Dynamika pohybu tělesa, podmínky rovnováhy, dynamika otáčivého pohybu

HISTORIE BIOMECHANIKY

- ✘ Leonardo da Vinci (1452 – 1519)
- ✘ Giovanni Alfonso Borelli (1604 – 1680) – zakladatel Biomechaniky
- ✘ Robert Hook (1635 – 1703) – mech. vlastnosti svalů
- ✘ Etienne - Jules Marey (1830-1904) – 1. kinematická analýza
- ✘ Nikolay Alexandrovich Bernstein (1896 – 1966) – základy motoriky a sportovní biomechaniky

ZÁKLADY BIOMECHANIKY

- ✘ Proč studovat biomechaniku?

- ✘ Co je biomechanika?

Vědní obor zabývající se studiem vnějších a vnitřních sil a zkoumáním jejich účinku na živé organismy.

- ✘ Jaké jsou cíle biomechaniky sportu a tělesných cvičení?

Hlavním cílem biomechaniky sportu je zlepšení výkonnosti v daném sportu nebo při tělesném cvičení.

Vedlejší cíle (zdokonalení techniky, zdokonalení sportovního náčiní, zdokonalení tréninku, prevence zranění)

JAK BIOMECHANIKA DOSAHUJE CÍLŮ?

- ✘ 1, Zdokonalení techniky – kvalitativní analýza
- kvantitativní analýza
(Např. gymnastika - salto, plavání, oštěp, skok vysoký, běh na lyžích)
- ✘ 2, Zdokonalení sportovního náčiní (např. oštěp, plavání, lyžování aj.)
- ✘ 3, Zdokonalení tréninku (např. krasobruslení)
- ✘ 4, Prevence zranění a rehabilitace (např. gymnastika, tenis, běhání, taping)

VYMEZENÍ BIOMECHANIKY

Mechaniku, jako obor a **objekty**, které zkoumá, lze dělit dle několika kritérií:

- × **Hmotný bod**
 - + Je charakterizován pouze svojí hmotností, rozměry i tvar tělesa jsou zanedbány.
- × **Tuhé těleso**
 - + Má stálý tvar a objem, je nedeformovatelné vlivem působících sil.
 - + Lze si jej též představit jako soustavu hmotných bodů mezi nimiž jsou dokonale tuhé vazby.
- × **Poddajné (pružné) těleso**
 - + Má daný tvar a objem, který se může vlivem působících sil měnit, přičemž vzniká deformace a napětí.
- × **Kapalina**
 - + Zachovává stálý objem, ale nezachovává stálý tvar.
- × **Plyn**
 - + Je stlačitelný a vždy vyplňuje celý prostor, v němž se nachází, tj. nemá stálý tvar ani objem.

ZÁKLADNÍ DĚLENÍ MECHANIKY

Dělení klasické mechaniky tuhých těles dle vztahu k příčinám pohybu:

× Statika

- + Zkoumá rovnováhu těles a bodů za klidu nebo za rovnoměrného přímočarého pohybu.

× Kinematika

- + Zkoumá pohyb těles a bodů bez ohledu na působící síly.

× Dynamika

- + Zkoumá pohyb těles a bodů jako následek působení vnějších sil.

ZÁKLADNÍ DĚLENÍ MECHANIKY

Dělení dle rychlosti či velikosti objektů:

✘ Klasická mechanika

+ Rychlost zkoumaných objektů je daleko nižší než je rychlost světla.

✘ Relativistická mechanika

+ Rychlost zkoumaných objektů se blíží rychlosti světla.

✘ Kvantová mechanika

+ Přejít do mikrostruktury, rozměry atomů.

KINEMATIKA BODU

Kinematika popisuje pohyb bodu bez ohledu na silové působení. Pohyb bodu je popsán třemi veličinami:

- ✘ **Trajektorie** je křivka, po níž se bod pohybuje. Obecná poloha bodu v čase je určena polohovým vektorem:

$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

- ✘ **Rychlost** charakterizuje změnu polohy v čase:

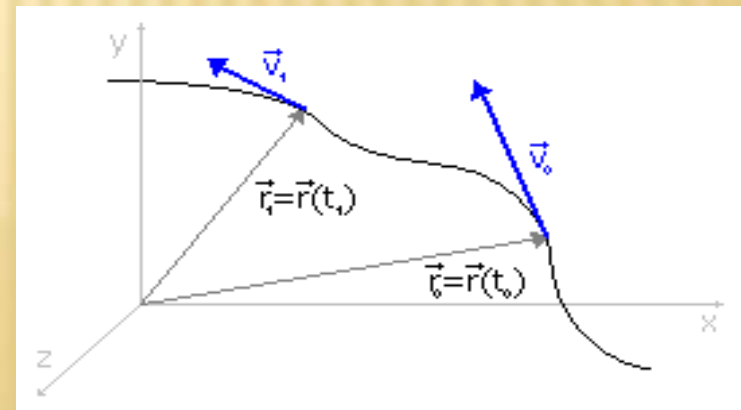
$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

- ✘ **Zrychlení** charakterizuje změnu rychlosti v čase:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

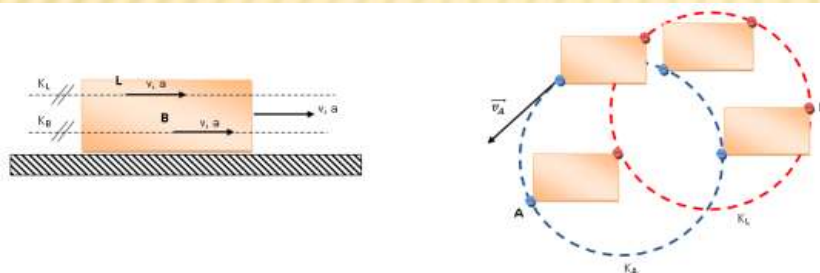
Podle trajektorie bodu lze pohyb rozdělit na:

- ✘ Přímočarý
- ✘ Křivočarý v rovině
- ✘ Křivočarý v prostoru

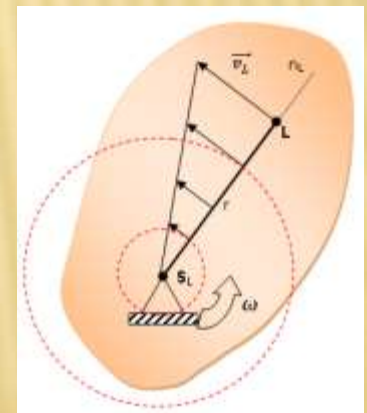


KINEMATIKA TUHÉHO TĚLESA

- ✘ **Obecný rovinný pohyb tělesa:** Může být složen ze dvou elementárních pohybů, posuvného a rotačního. Jakýkoliv složitý pohyb v rovině lze řešit rozkladem na tyto elementární pohyby.
- ✘ **Posuvný pohyb tělesa:** Všechny body tělesa se pohybují po stejných vzájemně posunutých křivkách stejnou rychlostí a se stejným zrychlením. Při posuvném pohybu tělesa má spojnice dvou libovolných bodů tělesa stále stejnou orientaci v prostoru.



- ✘ **Rotační pohyb tělesa:**
Body tělesa se pohybují po soustředných kružnicích stejnou úhlovou rychlostí a se stejným úhlovým zrychlením.



S ČÍM BIOMECHANIKA PRACUJE A CO MUSÍTE ZNÁT?

- ✘ Základní fyzikální veličiny SI a měrné jednotky:
 - délka [m]
 - čas [s]
 - hmotnost [kg] (setrvačnost)
 - termodynamická teplota [K]
 - elektrický proud [A]
 - látkové množství [mol]
 - svítivost [cd]

S ČÍM BIOMECHANIKA PRACUJE A CO MUSÍTE ZNÁT?

Předpony jednotek SI

T	tera	10^{12}
G	giga	10^9
M	mega	10^6
k	kilo	10^3
h	hekto	10^2
da	deka	10^1

d	deci	10^{-1}
c	centi	10^{-2}
m	mili	10^{-3}
μ	mikro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	piko	10^{-12}

S ČÍM BIOMECHANIKA PRACUJE A CO MUSÍTE ZNÁT?

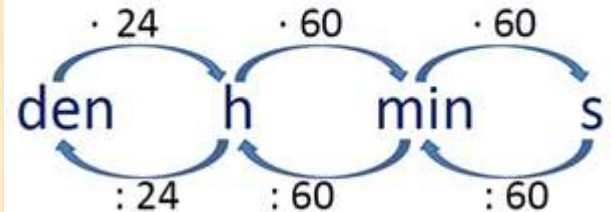
✘ Převody jednotek

$$\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$$

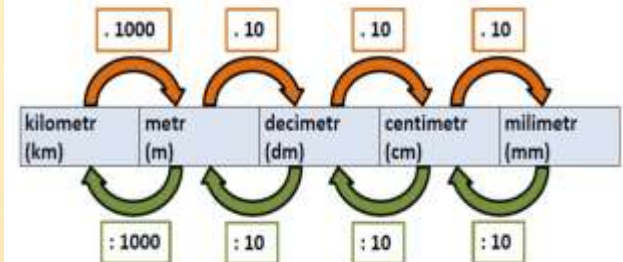
$$2 \text{ min} = (2 \text{ min}) \cdot (1) = 2 \text{ min} \cdot \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}\right) = 120 \text{ s}$$

Převeďte: 2400 ft/min na m/s (1ft = cca 30 cm)

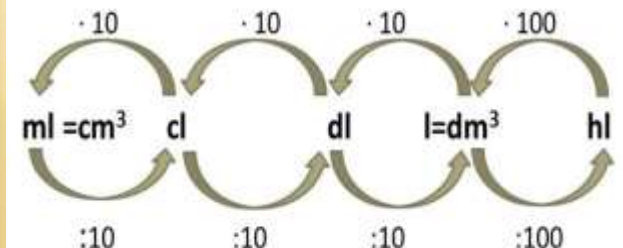
JEDNOTKY ČASU



JEDNOTKY DÉLKY



Jednotky objemu

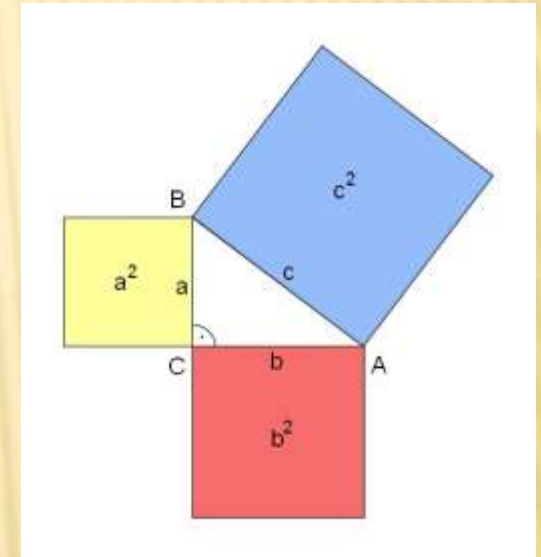


S ČÍM BIOMECHANIKA PRACUJE A CO MUSÍTE ZNÁT?

- ✘ Pythagorova věta

$$a^2 + b^2 = c^2$$

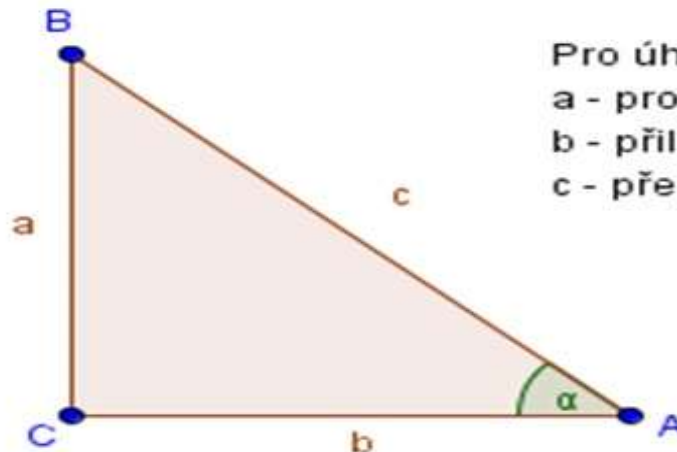
- ✘ Trigonometrické funkce



$$\sin \alpha = \frac{\text{protilehlá}}{\text{přepona}}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{přilehlá}}{\text{přepona}}$$

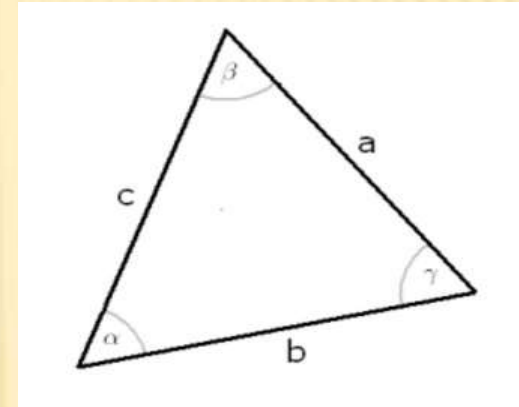
$$\tan \alpha = \frac{\text{protilehlá}}{\text{přilehlá}}$$



Pro úhel α je strana:
a - protilehlá
b - přilehlá
c - přepona

S ČÍM BIOMECHANIKA PRACUJE A CO MUSÍTE ZNÁT?

✘ Obecný trojúhelník



Sinová věta

Pro každý obecný trojúhelník platí, že poměr sinu úhlu a délky jemu protilehlé strany je konstantní pro všechny vnitřní úhly daného trojúhelníka

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

Kosinová věta

Kosinová věta je zobecněním Pythagorovy věty pro obecný trojúhelník. Pomocí kosinové věty lze určit třetí stranu obecného trojúhelníka, jsou-li dány jeho dvě strany a úhel, který tyto strany svírají.

$$\begin{aligned} a^2 &= b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha \\ b^2 &= c^2 + a^2 - 2ca \cos \beta \\ c^2 &= a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma \end{aligned}$$

1. CVIČENÍ

- × 10^{-6} klima
- × 10^9 nt
- × 10^6 fon
- × 10^{-12} la
- × 10^{-3} on
- × 10^1 dent
- × 10^{12} sa
- × 10^{-6} fon
- × 10^2 r

2. CVIČENÍ

× Převeďte:

60 cm	m	3000 dm ³	m ³	5 min	s
550 ml	dm ³	2 m ²	cm ²	55 dkg	kg
600 g	t	2,2t	kg	80 mg	g
40 dm	m	320 mm	dm	400 cm	dm
200 a	ha	0,5 km	dm	5t	kg
3 hod	min	85 cm	m	200 cl	l
90 mm	dm	300 dm ²	m ²	4m ²	dm ²
0,3 l	cm ³	5 min	s	5,5m	mm
300 cm	m ²	300 ml	dm ³	2 d	h
3500 m	km	6 kg	t	72 m	km
180 s	min	90 mg	g	4 kg	mg

3. CVIČENÍ

- ✘ Sprinterská trať mívala vedle délky 100 m běžné v současném atletickém sportu také délku 110 yardů. Která trať je delší a o kolik yardů? (1 yard = 3 ft, 1 m = 3, 28 ft)

4. CVIČENÍ

- ✘ Při redukční dietě ztrácí jedinec za týden cca 2,3 kg tělesné hmotnosti. Kolik miligramů v průměru ztrácí člověk každou sec?

5. CVIČENÍ

- ✘ Freediver se potápí rychlostí cca 36,5 sáhů za minutu. Kolik je to v m/s? (1 sáh = 6 ft, 1 m = 3,28 ft).

6. CVIČENÍ

- ✘ Golfista byl vzdálen od jamky 137 m. Svou holí odpálil míček, ale rána se nepovedla a odklonila se od jamky pod úhlem $\alpha = 37^\circ$ a dopadla do vzdálenosti 105 m. Jak daleko od jamky míček dopadl?

