

Projekt Smart Akcelerator 3, registrační číslo: CZ.02.01.02/00/22_009/0004182

Klíčová aktivita Pilotní ověření, pilotní nástroj **Medikem na Cymplu**

3.

Metodický list – workshop č. 3 na téma

Mechanika

Datum konání: 25. 11. 2023

Lektor: Mgr. Gabriela Zalubilová



Spolufinancováno
Evropskou unií



Ministerstvo
školství, mládeže
a tělovýchovy



Krajské inovační centrum
Karlovarského kraje

MECHANIKA

jak se věci pohybují a kdy dorazí...

3. workshop biologie listopad 2024

Bud'

MEDIKEM NA GYMPLU

*„Udržování aktivní mysli bylo zásadní
pro mé přežití stejně jako
udržování smyslu pro humor.“*

Stephen Hawking
britský teoretický fyzik 1942–2018

Veličiny a jednotky

Základní

Základní veličiny jsou ty, které nelze odvodit z jiných veličin, a tvoří základ pro měření všech ostatních fyzikálních parametrů.

Mezi základní veličiny patří:

délka	ℓ	měří se v metrech (m),
hmotnost	m	v kilogramech (kg),
čas	t	měří se v sekundách (s),
termodynamická teplota	T	měří se v kelvinech (K),
elektrický proud	I	měří se v ampérech (A),
látkové množství	n	měří se v molech (mol),
svítivost	I	měří se v kandelách (cd).

Doplňkové

Doplňkové jednotky jsou specifické pro měření určitých geometrických nebo prostorových veličin.

Doplňkové jednotky zahrnují:

Rovinný úhel je měřen v radiánech (rad),

Prostorový úhel je měřen ve steradiánech (sr).

„Čas je tak legrační veličina.“

Lauren Kate
americká spisovatelka

Odvozené jednotky

Odvozené jednotky jsou ty, které se získávají kombinací základních a doplňkových jednotek podle určitých matematických vztahů.

Tyto jednotky jsou odvozené z definičních vztahů mezi různými fyzikálními veličinami:

Například: $[v] = \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

rychlost (v) je odvozena jako délka (m) dělená časem (s), takže její jednotka je metr za sekundu ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Další příkladem je $[p] = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

hybnost (p), která je definována jako hmotnost (kg) krát rychlost ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), což vede k jednotce kilogram metr za sekundu ($\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Některé odvozené jednotky mají speciální názvy:

Například: $[F] = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} = \text{N}$

síla (F) je definována jako hmotnost krát zrychlení ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$) a její jednotkou je newton (N), což je kilogram metr za sekundu na druhou.

Vedlejší (mimosoustavové) jednotky

Vedlejší nebo mimosoustavové jednotky jsou ty, které se používají mimo soustavu SI, ačkoli jsou v některých oblastech běžně uznávány a používány. Mezi tyto jednotky patří například:

litr (l), který je používán k měření objemu.

stupeň Celsia ($^{\circ}\text{C}$), který se používá k měření teploty.

minuta (min) a hodina (h) jsou jednotky času mimo soustavu SI, které se používají ke měření kratších časových intervalů; jedna minuta je 60 sekund, jedna hodina je 60 minut.

elektronvolt (eV) je jednotka energie používaná především ve fyzice k popisu velmi malých množství energie, obvykle na úrovni atomů a subatomárních částic.

Násobky a díly

Při práci s různými měřeními a výpočty je často nezbytné používat násobky a díly základních jednotek pro pohodlnější a přehlednější vyjádření hodnot. Násobky a díly se vytvářejí přidáním předpon k názvu základní jednotky, které označují určitý násobek nebo zlomek této jednotky.

deka	da (dk) 10^1	deci	d	10^{-1}
hekto	h 10^2	centi	c	10^{-2}
kilo	k 10^3	mili	m	10^{-3}
mega	M 10^6	mikro	μ	10^{-6}
giga	G 10^9	nano	n	10^{-9}
tera	T 10^{12}	piko	p	10^{-12}
peta	P 10^{15}	femto	f	10^{-15}
exa	E 10^{18}	atto	a	10^{-18}

200 km² je rovno

- A. $2 \cdot 10^8 \text{ m}^2$
- B. $2 \cdot 10^9 \text{ dm}^2$
- C. $2 \cdot 10^{12} \text{ cm}^2$
- D. $2 \cdot 10^{13} \text{ mm}^2$

0,3 litru je rovno

- A. $3 \cdot 10^{-13} \text{ km}^3$
- B. $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
- C. $3 \cdot 10^2 \text{ cm}^3$
- D. $3 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$

Skaláry a Vektory

Skalární veličiny jsou veličiny, které jsou plně popsány pouze jednou hodnotou (velikostí) a nemají žádný směr. Typickými příklady skalárů jsou čas, objem, energie a průměrná rychlost.

Na druhou stranu, **vektorové veličiny** jsou veličiny, které jsou popsány nejen velikostí, ale i směrem. Typickými příklady vektorových veličin jsou okamžitá rychlost, posunutí, síla, hybnost a moment síly.

Velikost vektorové veličiny, jako je například okamžitá rychlost, je určena skalárem, tedy hodnotou bez směru. Například: těleso se pohybuje rychlostí 60 km/h.

Operace s vektory

Operace s vektory zahrnují několik základních metod, které umožňují manipulaci s těmito veličinami pro různé výpočty a fyzikální aplikace.

Jednou z těchto operací je **skládání vektorů**, což zahrnuje jejich kombinaci, aby se získal výsledný vektor.

Pokud mají dva vektory **stejný směr**, jejich skládání vede k vektoru, jehož velikost je součtem velikostí těchto dvou vektorů.

Když mají **opačný směr**, skládání těchto vektorů vede k vektoru, jehož velikost je rozdíl velikostí obou vektorů.

Při skládání vektorů **s různými směry** se využívají trigonometrické funkce, které nám umožňují vypočítat velikost a směr výsledného vektoru.

Další operací je **rozklad vektoru**, který se používá k rozložení vektoru do jeho složek v různých směrech.

Kromě toho existuje také operace **součinu** (nebo podílu) vektorů, která se používá k výpočtu veličin jako skalární nebo vektorový součin.

V případě dvou na sebe kolmých posunutí o velikosti 10 cm obdržíme výsledné posunutí o velikosti přibližně:

- A. 13,1 cm**
- B. 14,1 cm**
- C. 15,1 cm**
- D. 16,1 cm**

Které z uvedených tvrzení je pravdivé?

- A. hybnost je skalár**
- B. velikost rychlosti je vektor**
- C. posunutí je vektor**
- D. velikost dráhy je vektor**

Dvě posunutí opačného směru mají velikost 8 cm a 12 cm. Velikost výsledného posunutí je:

- A. -4cm**
- B. 12 cm**
- C. 4cm**
- D. 6cm**

Kinematika – základní pojmy

Kinematika je oblast fyziky, která se zabývá studiem pohybu těles bez ohledu na síly, které tento pohyb způsobují. V kinematice se zkoumají základní pojmy jako:

Trajektorie je čára, kterou opisuje pohybující se bod v prostoru.

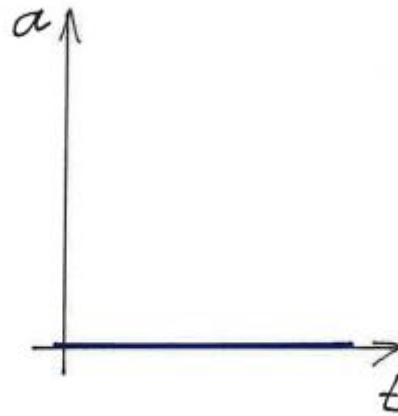
Dráha je délka trajektorie, kterou těleso urazí během pohybu.

Rychlost popisuje, jak rychle se těleso pohybuje po trajektorii. Rozlišujeme mezi průměrnou a okamžitou rychlostí.

Zrychlení je míra změny rychlosti tělesa v čase. Stejně jako rychlost, i zrychlení může být průměrné nebo okamžité.

Rovnoměrný – přímočarý

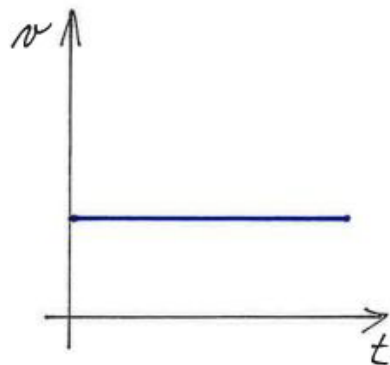
zrychlení



přímka procházející
počátkem s nulovou
směrnicí

Rovnoměrný – přímočarý

rychlost



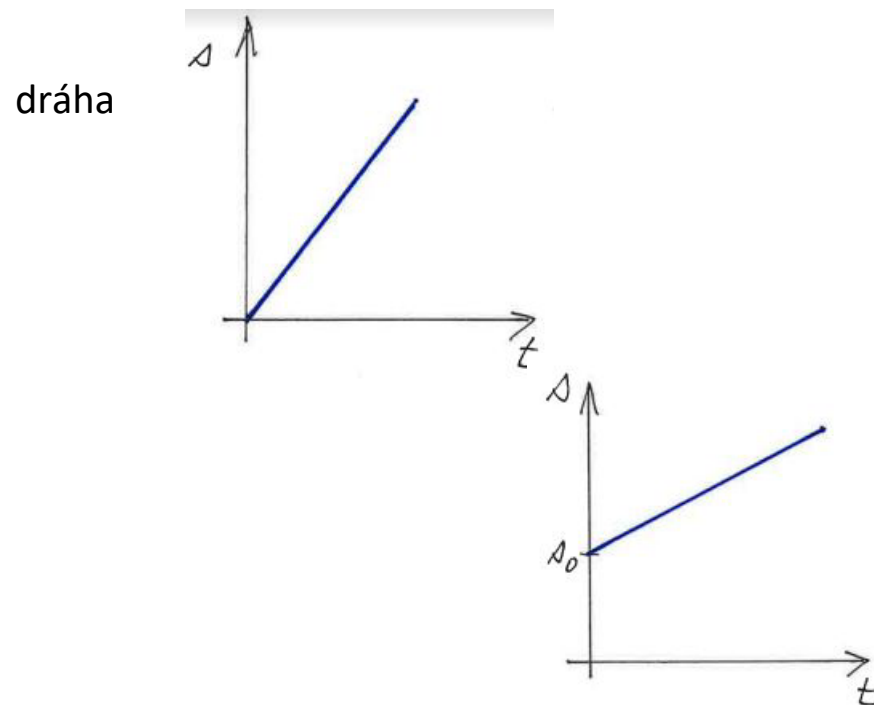
přímka neprocházející
počátkem s nulovou směrnici

nebo

přímka neprocházející
počátkem rovnoběžná s
časovou osou

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

Rovnoměrný – přímočarý



$$s = v \cdot t$$

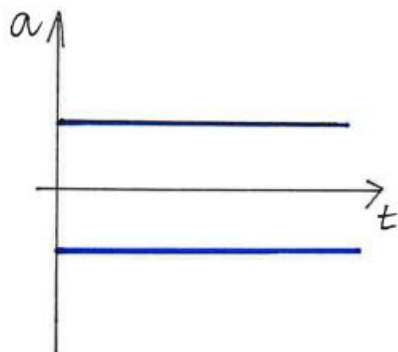
přímka s nenulovou směrnicí

nebo

přímka, jejíž směrnice má
hodnotu rychlosti

Rovnoměrně zrychlený, zpomalený

zrychlení

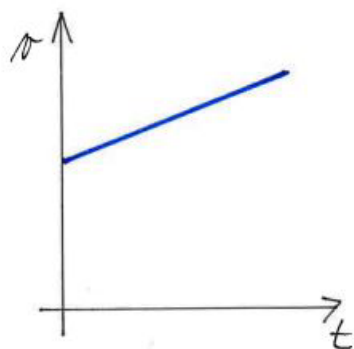
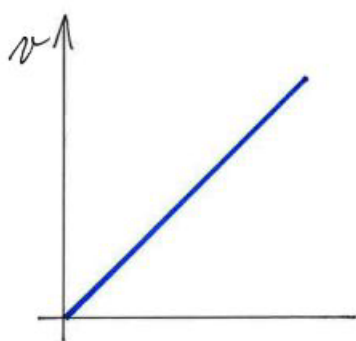


přímka neprocházející
počátkem s nulovou směrnici

$$a = \frac{v}{t}$$

Rovnoměrně zrychlený, zpomalený

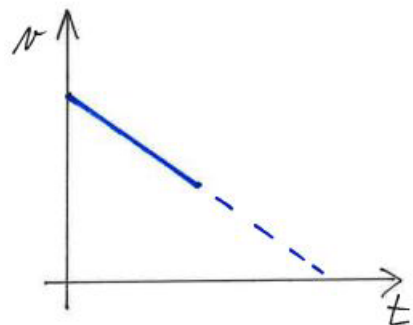
rychlost



přímka s nenulovou
(kladnou nebo zápornou směrnici)

nebo

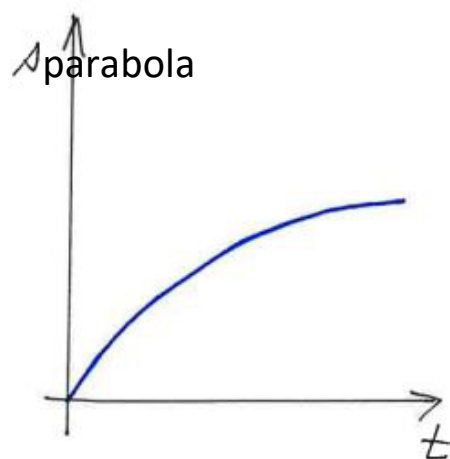
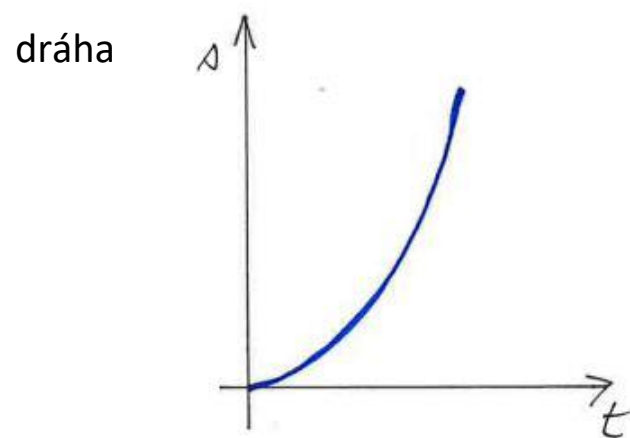
přímka, jejíž
směrnice má hodnotu zrychlení



$$v = v_0 \pm a \cdot t$$

Rovnoměrně zrychlený, zpomalený

parabola



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

Zrychlení rovnoměrně zrychleného přímočarého pohybu můžeme vyjádřit jako:

- A. součin skalární a vektorové veličiny**
- B. součin dvou vektorových veličin**
- C. podíl mezi skalární a vektorovou veličinou**
- D. podíl mezi vektorovou a skalární veličinou**

*„Kdo rychle jedná,
rychle sklízí plody svých činů.“*
Konfucius

Volný pád

Volný pád je pohyb, při kterém těleso padá ve vakuu pouze pod vlivem gravitační síly, bez odporu vzduchu nebo jiných sil. Během volného pádu má těleso určité charakteristiky pohybu:

Trajektorie volného pádu je přímka, která směřuje svisle dolů, protože gravitační síla působí kolmo k povrchu Země.

Zrychlení je označováno jako gravitační zrychlení (g) a určuje, jak rychle se mění rychlost tělesa během pádu.

Okamžitá rychlost je rychlost tělesa v konkrétním okamžiku během jeho pádu.

Dráha při volném pádu je vzdálenost, kterou těleso urazí od počátečního bodu během svého pádu.

Doba pádu je čas, který těleso potřebuje k tomu, aby dosáhlo určité vzdálenosti nebo zasáhlo povrch Země. Čím delší je doba pádu, tím větší je rychlost a dráha tělesa.



$$v = g \cdot t$$

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

$$t = \frac{v}{g} \quad t = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{g}}$$

Rovnoměrný pohyb po kružnici

Rovnoměrný pohyb po kružnici je typ pohybu, při kterém se těleso pohybuje konstantní rychlostí po kruhové dráze.

Klíčovými pojmy spojenými s rovnoměrným pohybem po kružnici jsou:

Průvodič je vektor, který spojuje střed kružnice s polohou pohybujícího se tělesa na kruhové dráze.

Rychlost obvodová je rychlost, kterou se těleso pohybuje podél kruhové dráhy.

Úhlová rychlost udává, jak rychle se mění úhel, který svírá průvodič s pevnou osou, s časem.

Perioda je doba, kterou těleso potřebuje k jednomu kompletnímu oběhu po kružnici.

Frekvence je počet oběhů, které těleso vykoná za jednotku času.

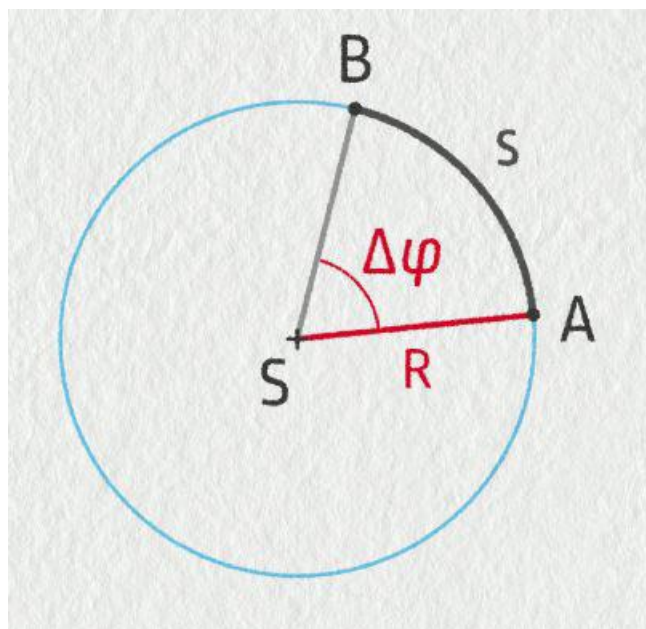
Dostředivé zrychlení je zrychlení, které neustále směřuje do středu kružnice a způsobuje změnu směru rychlosti tělesa, čímž udržuje těleso na kruhové dráze.

Dostředivá síla je síla, která působí na těleso ve směru do středu kružnice a je zodpovědná za dostředivé zrychlení.

Rovnoměrný pohyb po kružnici

rychlost “obvodová”

rychlost úhlová

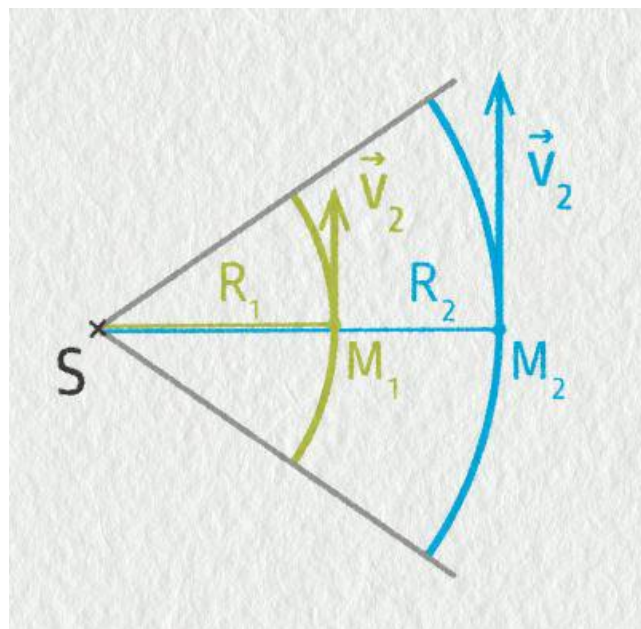


$$\varphi = \frac{s}{r}$$

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

Rovnoměrný pohyb po kružnici

rychlost obvodová



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

$$v = \frac{\varphi \cdot r}{t} = \omega \cdot r$$

Rovnoměrný pohyb po kružnici

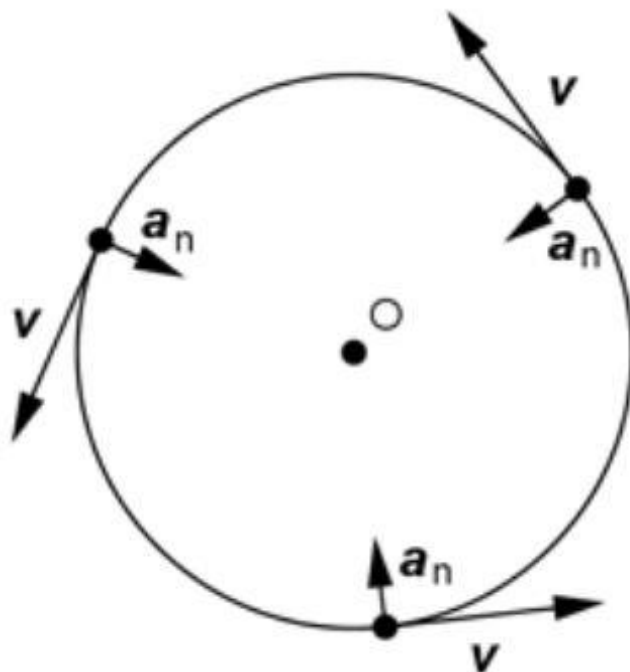
perioda (oběžná doba)

frekvence

$$T = \frac{1}{f} \quad f = \frac{1}{T}$$

Rovnoměrný pohyb po kružnici

zrychlení



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

Značí-li f frekvenci, T periodu a v rychlost, který z uvedených vztahů pro rovnoměrný pohyb hmotného bodu s úhlovou rychlostí ω po kružnici o poloměru r je správný?

A. $f = 1/T$

B. $v = 2\pi r/T$

C. $\omega = 2\pi/T$

D. $v = \omega^2 r$

Skládání pohybů a rychlostí



Dynamika

Síla

Síla je základní pojem v dynamice a představuje jakýkoli vliv, který může způsobit, že se objekt pohybuje, zastaví, změni směr nebo rychlost svého pohybu.

Hybnost

Hybnost je fyzikální veličina, která se vztahuje k pohybujícímu se objektu. Závisí na hmotnosti objektu a jeho rychlosti.

Setrvačnost

Setrvačnost je vlastnost hmoty, která způsobuje, že objekt v pohybu má tendenci zůstat v pohybu, a objekt v klidu má tendenci zůstat v klidu, pokud na něj nepůsobí vnější síla.

*„Debata vždycky nabude na dynamice,
když alespoň jeden zúčastněný
o věci vůbec nic neví.“*

George Bernard Shaw
irský dramatik 1856–1950

Dynamika



$$p = m \cdot v$$

Newtonovy pohybové zákony

Zákon setrvačnosti

Tento zákon říká, že objekt zůstane v klidu nebo bude pokračovat v pohybu stejnou rychlostí a stejným směrem, pokud na něj nepůsobí vnější síla.

Zákon síly

Tento zákon vysvětluje, jak síla působí na objekt a jak se to projevuje v jeho pohybu. Zákon říká, že síla je rovna hmotnosti objektu krát jeho zrychlení.

Zákon akce a reakce

Tento zákon říká, že každá akce má stejně velkou, ale opačnou reakci. Jinými slovy, když na něco působíte silou, tato věc působí stejnou silou zpět na vás, ale v opačném směru

*„Miliony lidí viděly pád jablka,
ale Newton byl jediný, kdo se zeptal proč.“*

Bernard Baruch

americký obchodník 1870–1965

Hybnost + zákon síly – impuls síly

Jak velký impuls síly uvedl do pohybu rychlostí $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ původně nehybné těleso o hmotnosti 0,5 t?

- A. 50 N.s**
- B. 500 N.s**
- C. 1000 N.s**
- D. 5000 N.s**

Zákon zachování hybnosti



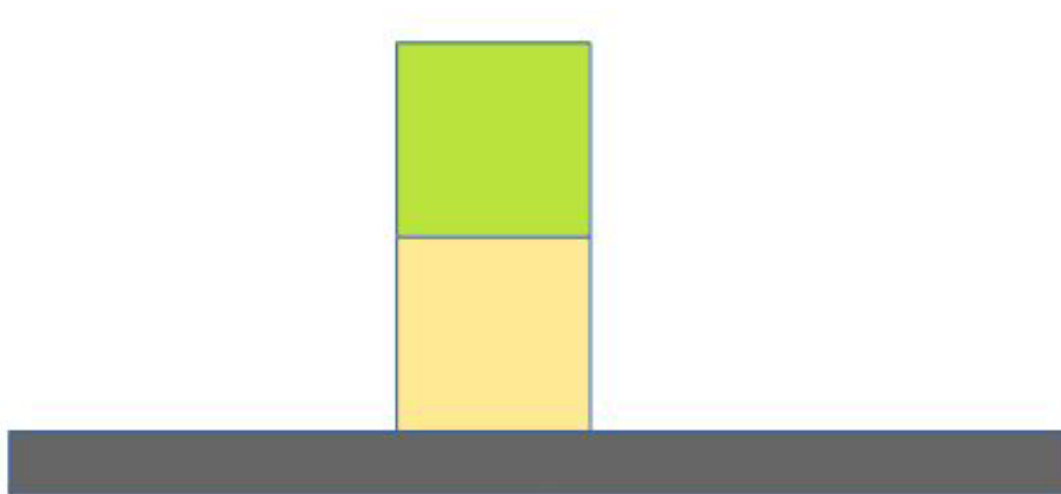
$$p_1 + p_2 + \dots + p_n = \textit{konst.}$$



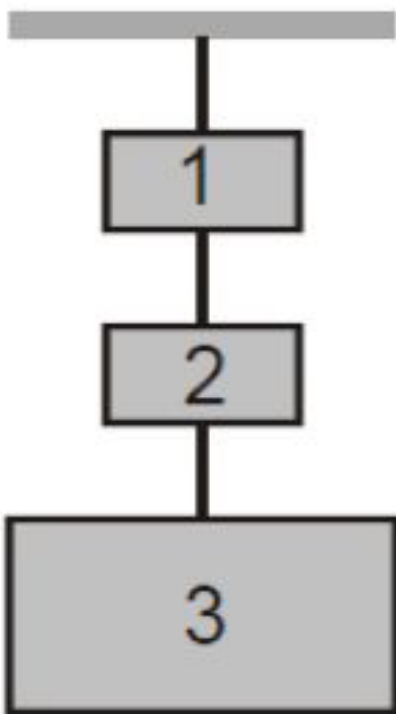
Na zemi jsou na sobě položeny dvě stejné stavebnicové kostky. Nakresli do obrázku:

A. všechny síly působící na vrchní kostku,

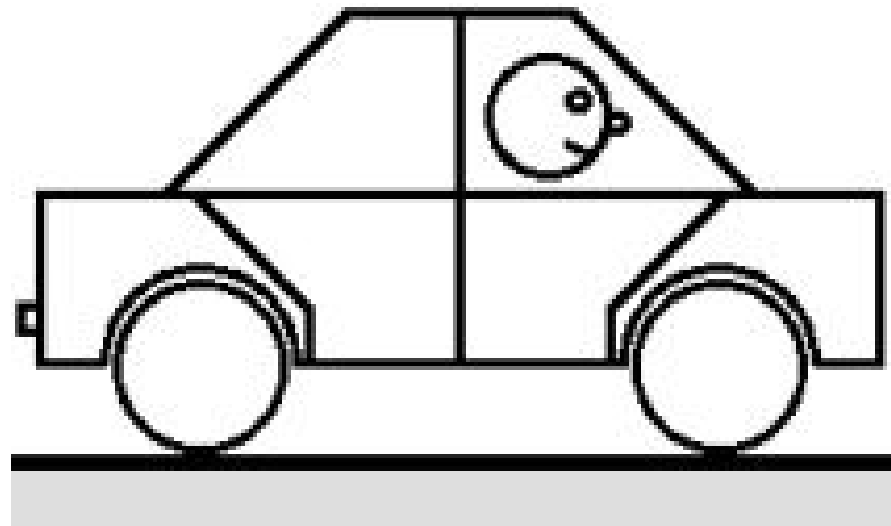
B. všechny síly působící na spodní kostku.



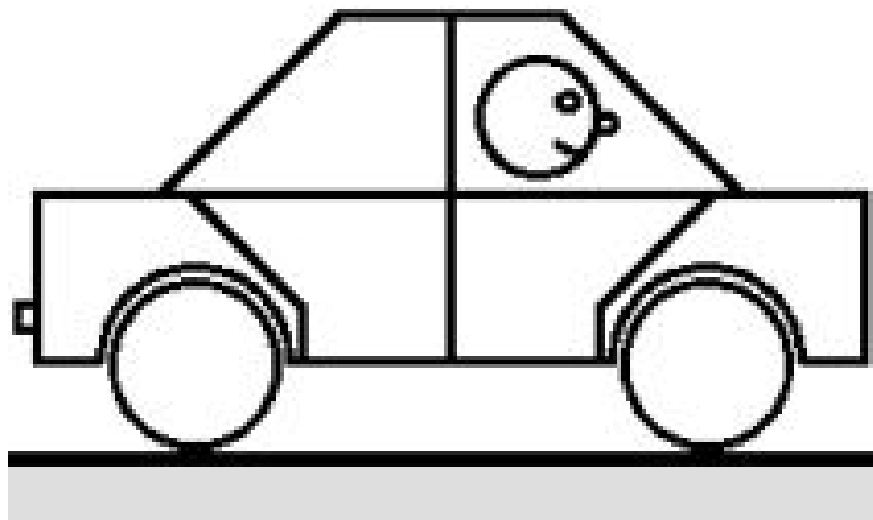
Na provaze jsou zavěšena dvě menší závaží hmotnosti 2 kg a jedno větší závaží o hmotnosti 5 kg (viz obrázek). Urči velikost sil působících na jednotlivá závaží a na jednotlivé kusy provazů. (Hmotnost provazu zanedbej).



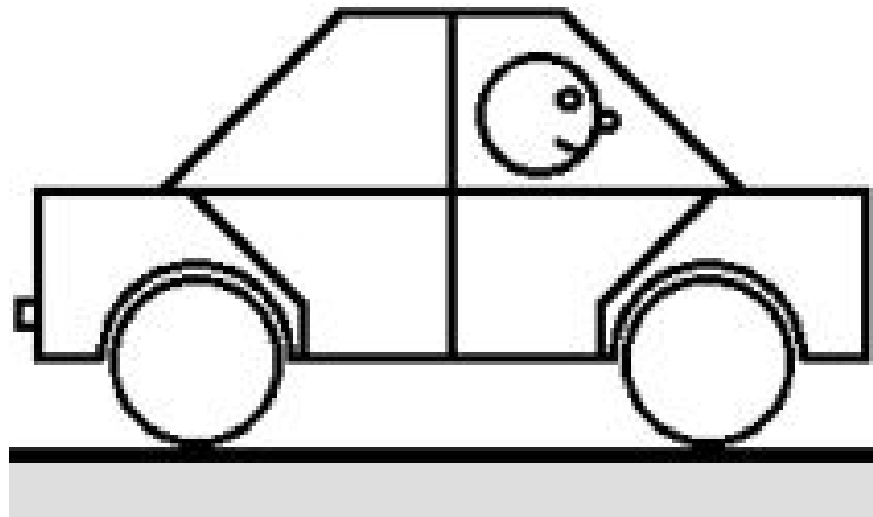
Zakresli všechny síly působící na automobil, který se pohybuje rovnoměrně přímočaře, uvažuj třecí a odporové síly.



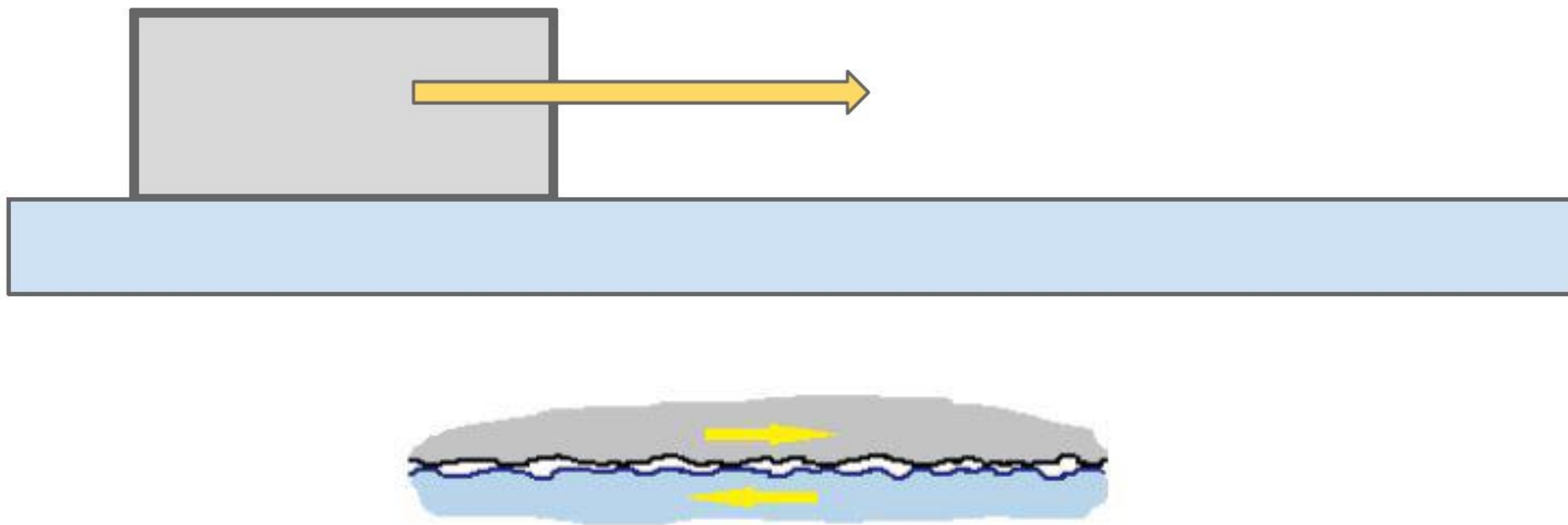
Zakresli všechny síly působící na automobil, který se pohybuje rovnoměrně zrychleně, uvažuj třecí a odporové síly.



Zakresli všechny síly působící na automobil, který se pohybuje rovnoměrně zpomaleně, uvažuj třecí a odporové síly.



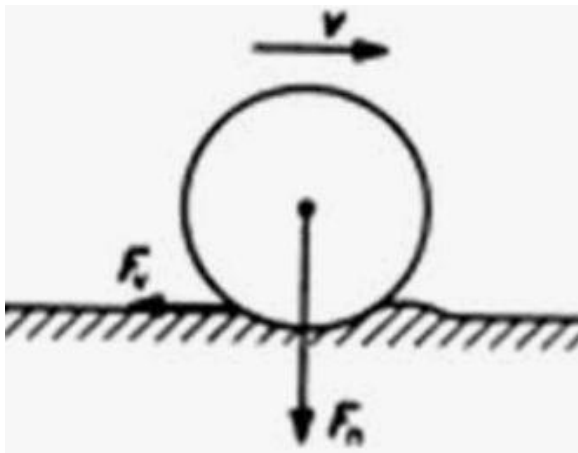
Tření



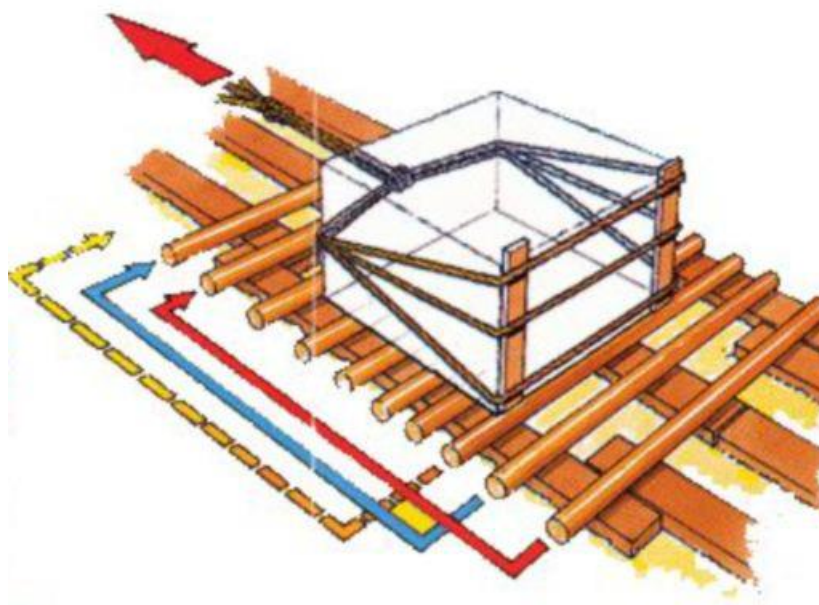
$$F_t = f \cdot F_n$$

$$F_t = f_0 \cdot F_n$$

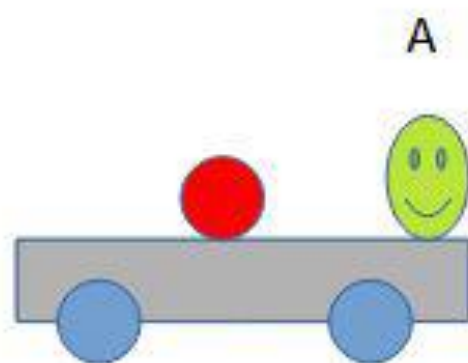
Valivý odpor



$$F = \xi \cdot \frac{F_n}{R}$$



Neinerciální soustavy



Mechanická práce a mechanická energie

Mechanická práce a mechanická energie jsou základní pojmy v mechanice, které popisují různé aspekty pohybu a síly působící na tělesa.

Mechanická práce se vykonává, když síla působí na těleso a způsobí jeho pohyb ve směru této síly.

Kinetická energie je energie, kterou má těleso díky svému pohybu. Závisí na hmotnosti tělesa a jeho rychlosti.

Potenciální energie je energie, kterou má těleso díky své poloze nebo stavu. V kontextu gravitační potenciální energie se jedná o energii, kterou má těleso v důsledku své výšky nad zemí.

Mechanická energie je součtem kinetické a potenciální energie tělesa. Reprezentuje celkovou energii tělesa, která je výsledkem jeho pohybu a polohy.

Zákon zachování energie říká, že celková energie v uzavřeném systému zůstává konstantní. To znamená, že mechanická energie tělesa se neztrácí, pouze se přeměňuje z jednoho typu na druhý.

Výkon je množství práce vykonané za jednotku času.

Příkon je množství energie dodané zařazení za jednotku času.

Účinnost je poměr mezi vykonanou prací (výkonem) a dodanou energií (příkonem).

Mechanická práce

Rozhodni, zda se v následujících případech koná práce:

A. Po podlaze tlačíme skříň.

B. Zvedáme batoh.

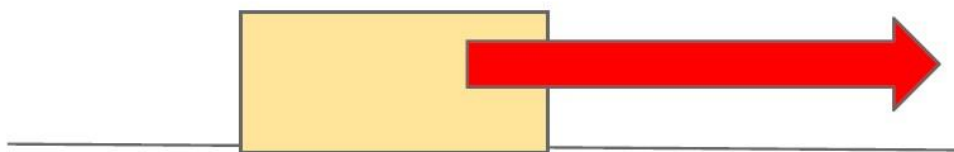
C. Držíme kýbl plný vody.

D. Kulička se pohybuje rovnoměrně bez tření.

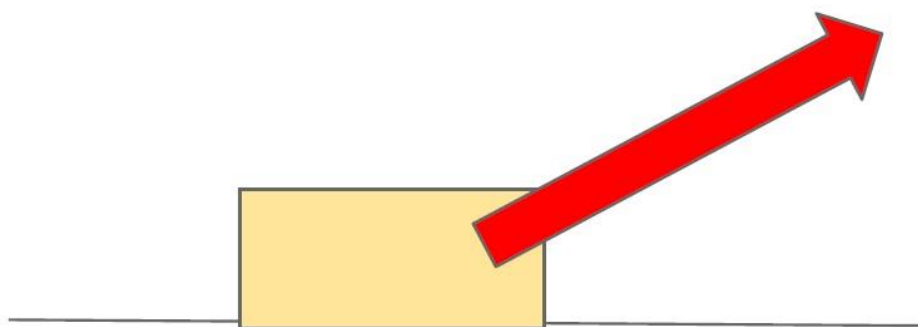
E. Roztáčí se kotouč cirkulárky.

F. Měsíc se rovnoměrně otáčí kolem Země.

G. Automobil zrychluje.



$$W = F \cdot s$$



$$W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$$

Potenciální energie

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

potenciální energie pružnosti

Kinetická energie

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Příkon, výkon, účinnost



P_0



P



$$\eta = \frac{P}{P_0}$$

Vztah mezi P, W, v, F

$$P = \frac{W}{t}$$

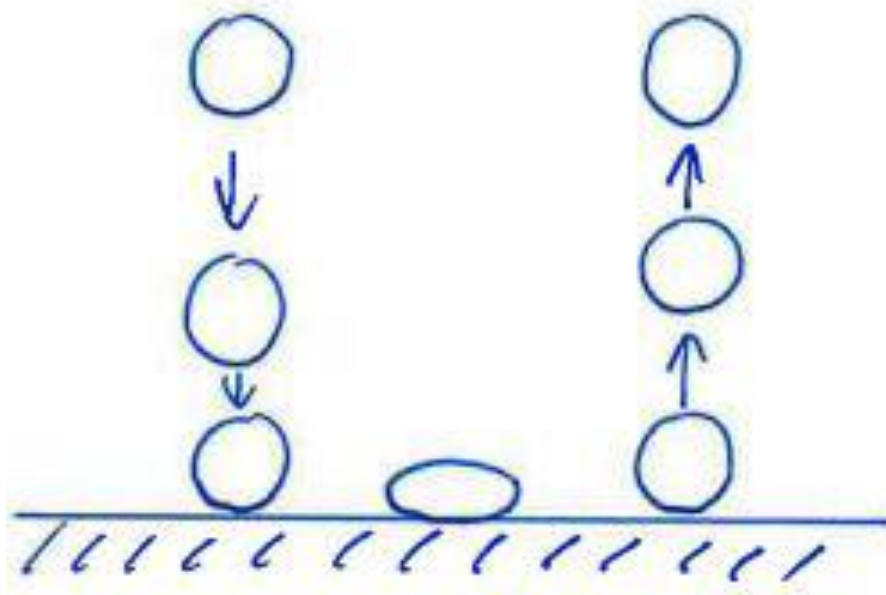
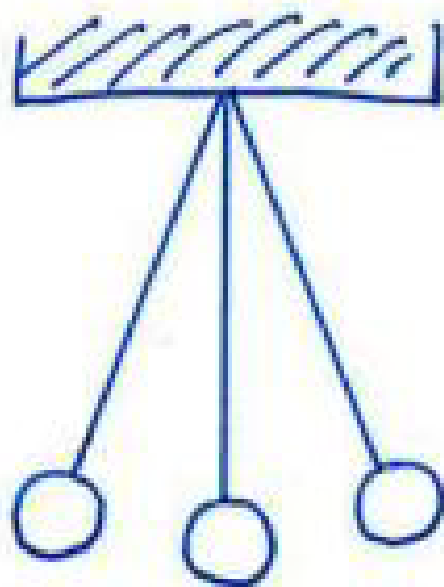
$$W = F \cdot s$$

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

$$P = F \cdot v$$

Mechanická energie

ZZME



Gravitační pole, gravitační síla

Gravitační pole je oblast prostoru, ve které každé hmotné těleso působí gravitační silou na jiná tělesa.

Gravitační síla je pak konkrétní síla, kterou působí jedno těleso na druhé.

Newtonův gravitační zákon

Newtonův gravitační zákon popisuje velikost gravitační síly mezi dvěma tělesy.

Intenzita gravitačního pole

Intenzita gravitačního pole udává sílu, kterou by působilo gravitační pole na jednotkovou hmotnost umístěnou v daném bodě tohoto pole.

Gravitační potenciál

Gravitační potenciál je skalární veličina, která vyjadřuje práci, kterou je třeba vykonat, aby se jednotková hmotnost přesunula z nekonečné vzdálenosti do daného bodu gravitačního pole.

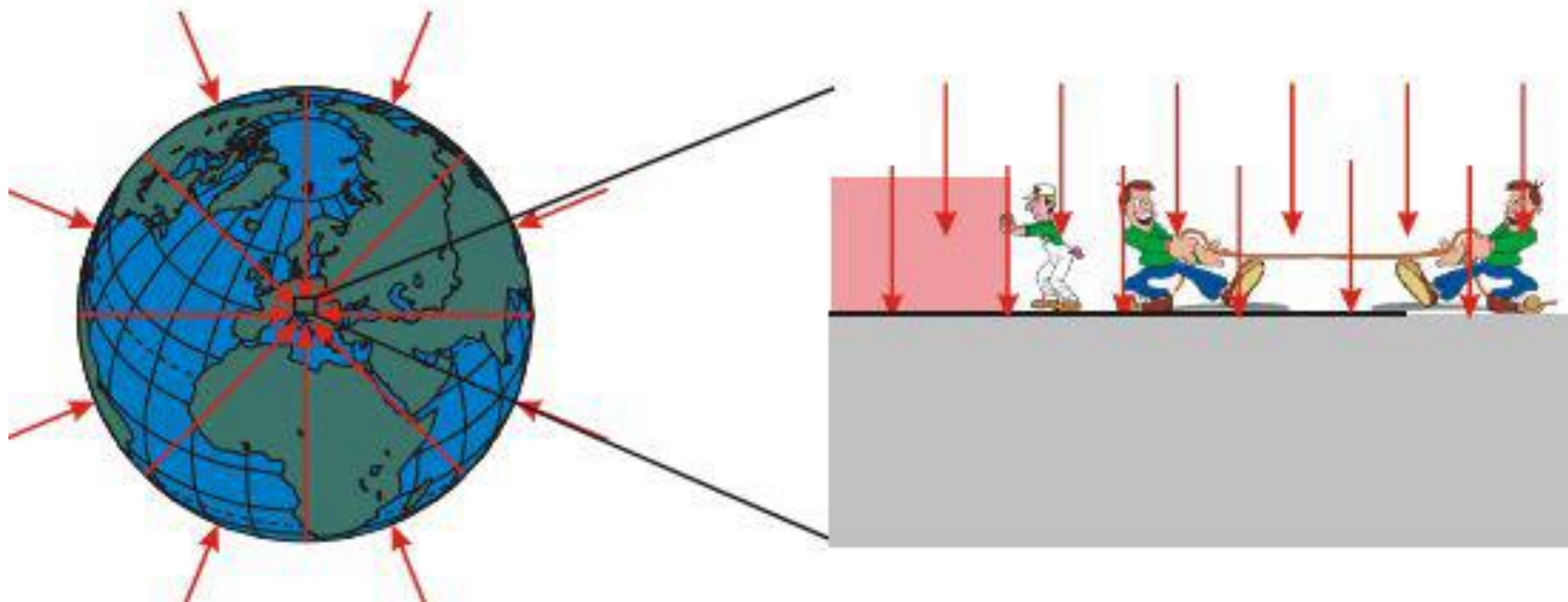
$$F_g = \kappa \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$a_g = \frac{F_g}{m}$$

$$K = \frac{F_g}{m} = \kappa \cdot \frac{M}{r^2}$$

Značí-li K intenzitu gravitačního pole, pak gravitační potenciální energie E_p tělesa o hmotnosti m ve výšce h nad zemí vyjádříme jako:

- A. $E_p = mKh/2$
- B. $E_p = mKh^2$
- C. $E_p = mKh^2/2$
- D. $E_p = mKh$



Gravitační potenciál

$$\Phi_p = \frac{E_p}{m}$$

*„Gravitace není zodpovědná za to,
že se lidi zamilují.“*

Albert Einstein

německo-americký fyzik, 1879–1955

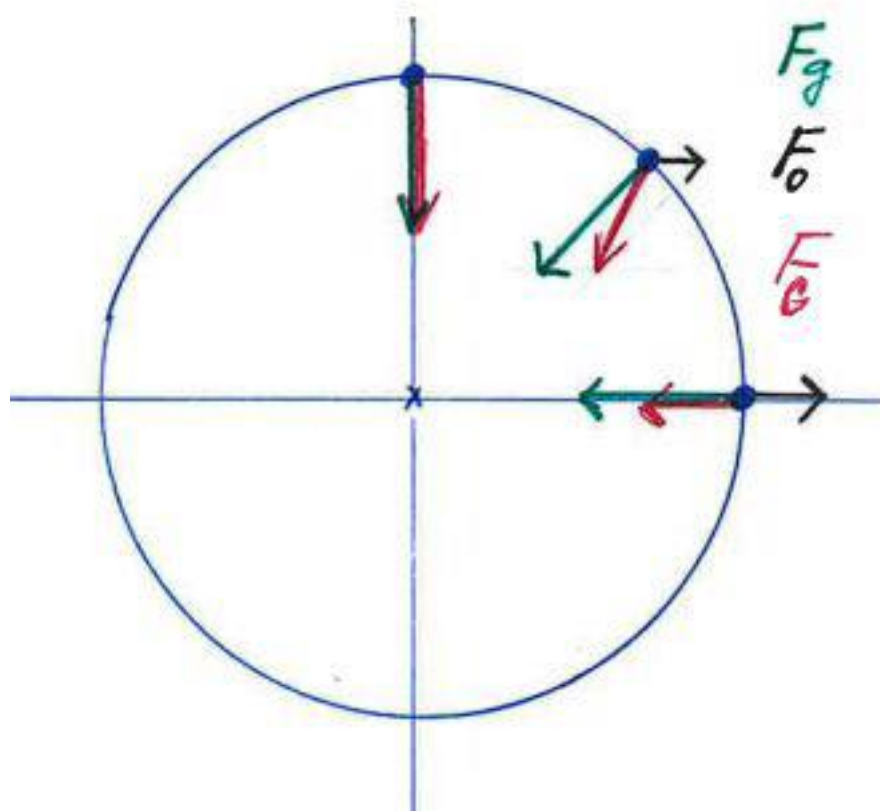
Hodnota gravitační konstanty je $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ hmotnost Země $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, Měsíce $7,38 \cdot 10^{22} \text{ kg}$, vzdálenost mezi nimi $385\,000 \text{ km}$. Velikost gravitační síly je zhruba:

- A. 10^{12} N**
- B. 10^{16} N**
- C. $2 \cdot 10^{20} \text{ N}$**
- D. 0 N**

Poloměr Země je 6400 km . Ve výšce $12\,800 \text{ km}$ bude velikost gravitačního zrychlení:

- A. dvakrát menší než na povrchu Země**
- B. čtyřikrát menší než na povrchu Země**
- C. třikrát menší než na povrchu Země**
- D. devětkrát menší než na povrchu Země**

Tíhové pole



Pohyby v tíhovém poli Země

Tíhové pole Země ovlivňuje různé typy pohybů těles, které se v něm nacházejí.

Volný pád:

Jedná se o pohyb tělesa směrem dolů pouze vlivem gravitační síly, bez jakéhokoli odporu vzduchu.

Vrh svislý vzhůru:

Tento pohyb nastává, když těleso vrhneme přímo nahoru proti gravitačnímu poli Země. Těleso se nejprve pohybuje nahoru se zpomalující se rychlostí, protože na něj působí gravitace směrem dolů.

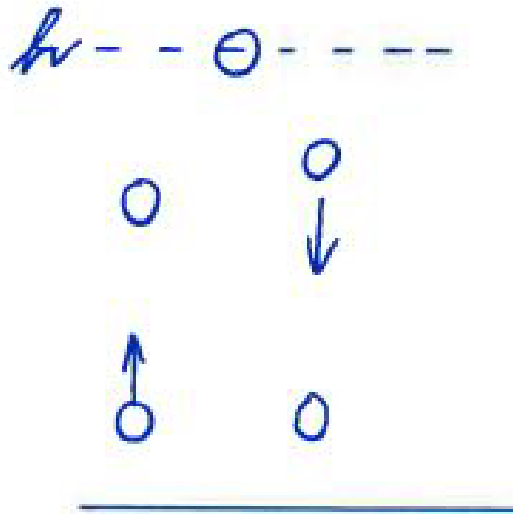
Vrh vodorovný:

Při tomto pohybu je těleso vrženo vodorovně z určité výšky. Zatímco se těleso pohybuje vodorovně konstantní rychlostí, současně padá dolů vlivem gravitace.

Vrh šikmý:

Při šikmém vrhu je těleso vrženo pod určitým úhlem vzhledem k vodorovné rovině. Tento pohyb kombinuje pohyb ve vodorovném i svislém směru, přičemž na těleso stále působí gravitace směrem dolů.

Vrh svislý vzhůru



↑ rovnoměrný přímočarý

↓ volný pád

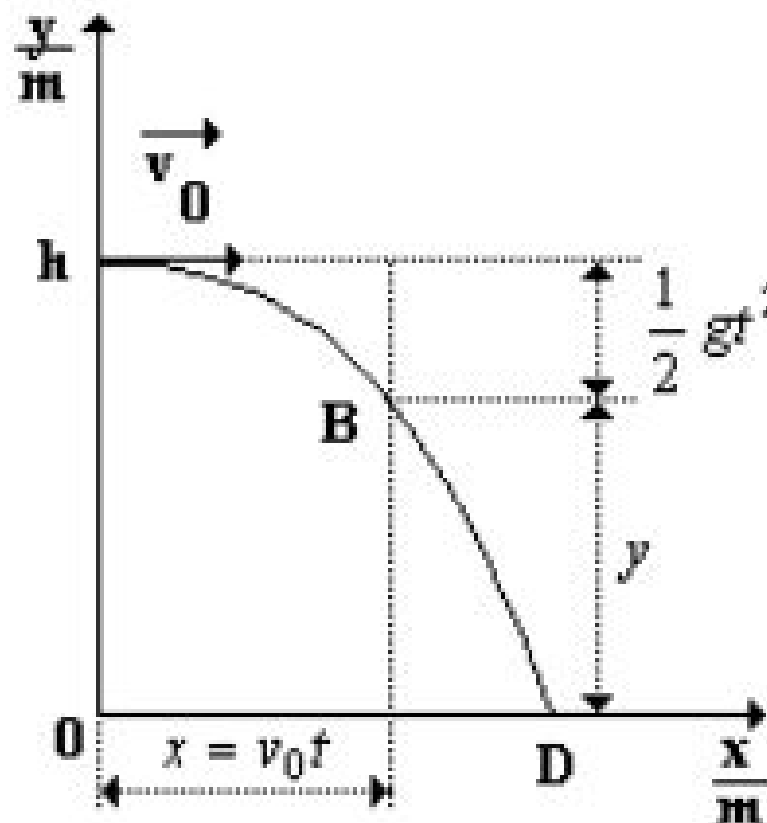
$$v = v_0 - g \cdot t$$

$$y = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$y = h \quad \text{jestliže} \quad v = 0$$

$$v_0 = g \cdot t_h \quad t_h = \frac{v_0}{g} \quad h = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_0^2}{g}$$

Vrh vodorovný



➔ rovnoměrný přímočarý

↓ volný pád

$$x = v_0 \cdot t$$

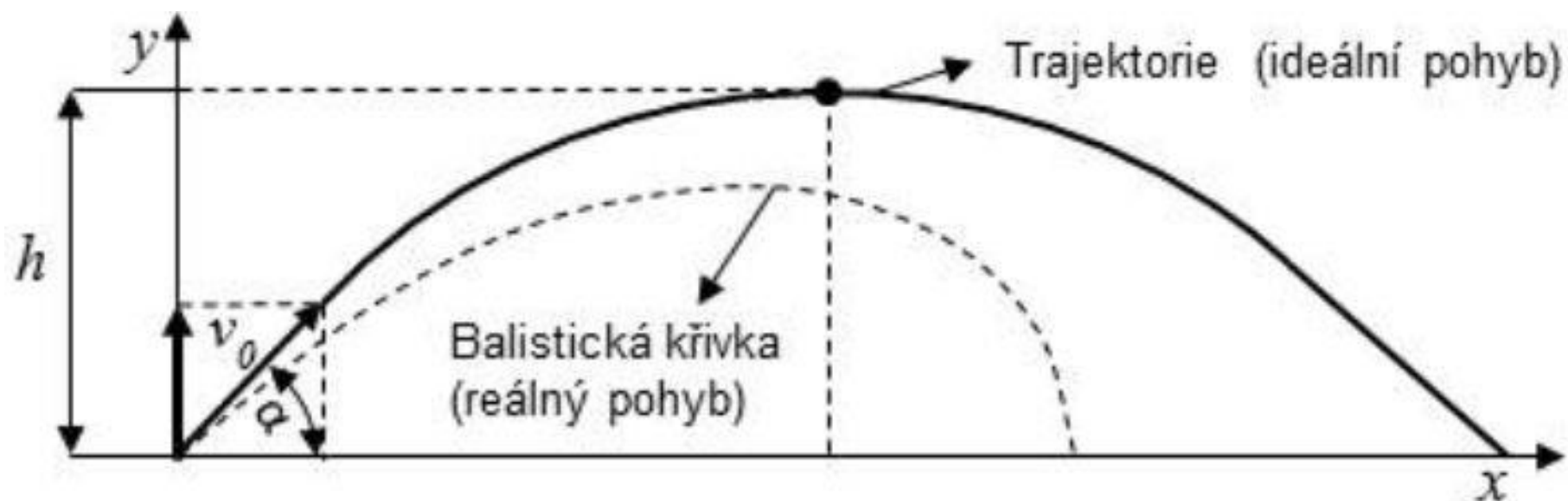
$$y = h - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

při dopadu $y = 0$

$$\Rightarrow t_d = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$$

$$d = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$$

Vrh šikmý vzhůru



Značí-li g gravitační zrychlení, můžeme rychlost tělesa v , se kterou dopadlo z výšky h na povrch Země, vyjádřit jako:

a) $v = 2gh$

b) $v = \sqrt{2gh}$

c) $v = 4g^2h^2$

d) $v = gh$

Při volném pádu ve vzduchu trvajícím 4 s dosáhlo těleso hybnosti $60 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Odpor vzduchu zanedbejte a uvažujte tíhové zrychlení $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Jaká je jeho hmotnost?

- A. 0,75 kg**
- B. 1,5 kg**
- C. 3 kg**
- D. 4,5 kg**

Jak velký impuls síly uvedl do pohybu rychlostí 1 m/s původně nehybné těleso o hmotnosti 0,5 t?

- A. 50 N.s**
- B. 500 N.s**
- C. 1000 N.s**
- D. 5000 N.s**

Hybnost tělesa o hmotnosti 1 tuny činí 10^4 kg.m.s^{-1} . Jaká je jeho rychlost?

- A. 100 m.s-1**
- B. 10 m.s-1**
- C. 3,6 km/hod**
- D. 36 km/hod**

Míček o hmotnosti 20 g byl odpálen raketou s rychlostí 108 km/hod. Náraz rakety trval 0,05 s. Jaká byla síla nárazu rakety?

- A. 6 N**
- B. 12 N**
- C. 18 N**
- D. 120 N**

Velikost dostředivé síly při rovnoměrném pohybu tělesa o hmotnosti 500 g po kružnici o průměru 1 m s frekvencí 10 Hz je přibližně:

- A. 314 N**
- B. 31 N**
- C. 99 N**
- D. 986 N**

Při rovnoměrném pohybu hmotného bodu o hmotnosti 40 g po kružnici o průměru 80 cm s úhlovou rychlostí 20 rad.s^{-1} je jeho hybnost:

- A. $1,28 \text{ kg.m.s}^{-1}$**
- B. $0,64 \text{ kg.m.s}^{-1}$**
- C. $0,32 \text{ kg.m.s}^{-1}$**
- D. $3,2 \text{ kg.m.s}^{-1}$**

Při rovnoměrném pohybu kuličky o hmotnosti 10 g po kružnici o poloměru 60 cm byla její hybnost $15,072 \text{ kg.m.s}^{-1}$. Jaká byla frekvence jejího pohybu?

- A. 50 Hz**
- B. 200 Hz**
- C. 800 Hz**
- D. 400 Hz**

Doba oběhu sedačky rovnoměrně se pohybujícího kolotoče o průměru 6 m jsou 3 s. Jaká je velikost její rychlosti?

- A. 3,14 m/s**
- B. 6,28 m/s**
- C. 1,57 m/s**
- D. 12,56 m/s**

O kolik dříve bude ve městě vzdáleném 9 km cyklista, který jede rychlostí 15 km/hod, než chodec, který jde rychlostí 4 km/h?

- A. 47 min**
- B. 76 min**
- C. 99 min**
- D. 135 min**

Při rovnoměrném pohybu hmotného bodu po kružnici o poloměru $r = 20$ cm s frekvencí $f = 10$ Hz je velikost dostředivého zrychlení přibližně rovna:

- A. $a_d = 49 \text{ m/s}^2$**
- B. $a_d = 197 \text{ m/s}^2$**
- C. $a_d = 394 \text{ m/s}^2$**
- D. $a_d = 789 \text{ m/s}^2$**

Jak se točí buben pračky o průměru 30 cm, je-li odstředivé zrychlení na jeho obvodu 592 m.s^{-2} ?

- A. 200 ot/min**
- B. 400 ot/min**
- C. 600 ot/min**
- D. 800 ot/min**

Rotor centrifugy o průměru 20 cm rotuje rychlostí 3000 otáček/minutu. Jaké je odstředivé zrychlení?

- A. 4930 m.s^{-2}**
- B. 9860 m.s^{-2}**
- C. 12890 m.s^{-2}**
- D. 19720 m.s^{-2}**

Exoplaneta s průměrem 14.400 km v rovině rovníku se jednou otočí za 12,56 hodin. Jaká je obvodová rychlost bodu na jejím rovníku?

- A. 250 m/s**
- B. 500 m/s**
- C. 750 m/s**
- D. 1000 m/s**

Vlak jede rychlostí 72 km/hod. Jakou dráhu ještě ujede, začne-li strojvůdce rovnoměrně brzdit se záporným zrychlením $0,5 \text{ m.s}^{-2}$?

- A. 200 m**
- B. 400 m**
- C. 600 m**
- D. 800 m**

Řidič rovnoměrně jedoucího auta začne akcelarovat se zrychlením $0,2 \text{ m.s}^{-2}$ po dobu 30 s až dosáhne rychlosti 81,6 km/hod. Jaká byla jeho počáteční rychlost?

- A. 60 km/hod**
- B. 50 km/hod**
- C. 40 km/hod**
- D. 30 km/hod**

Auto se rovnoměrně rozjíždí a za dobu 15 s ujede dráhu 112,5m. S jak velkým zrychlením se rozjíždí?

- A. $0,1 \text{ m.s}^{-2}$**
- B. $0,5 \text{ m.s}^{-2}$**
- C. $0,75 \text{ m.s}^{-2}$**
- D. 1 m.s^{-2}**

Řidič auta se rovnoměrně rozjíždí se zrychlením $2,5 \text{ m.s}^{-2}$. Za jakou dobu dosáhne rychlosti 90 km/hod?

- A. 5 s**
- B. 10 s**
- C. 15 s**
- D. 20 s**

Velikost dostředivé síly při rovnoměrném pohybu koule o hmotnosti 500 g po kružnici o průměru 80 cm s úhlovou rychlostí 5 rad.s^{-1} je:

- A. 4 N**
- B. 5 N**
- C. 6 N**
- D. 10 N**

Velikost hybnosti tělesa o hmotnosti 0,1 t, pohybujícího se rovnoměrným přímočarým pohybem, byla $2000 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Jaká byla jeho kinetická energie?

- A. 500 J**
- B. 1 kJ**
- C. 20 kJ**
- D. 10 kJ**

Automobil jede v rovině rovnoměrně rychlostí 108 km/hod. Velikost odporové a třecí síly je 1 kN. Jak velký je výkon motoru?

- A. 10 kW**
- B. 20 kW**
- C. 30 kW**
- D. 40 kW**

Traktor s motorem o výkonu 100 kW táhne pluh s rychlostí 3,6 km/hod. Jak velkou silou táhne pluh?

- A. 10 kN**
- B. 50 kN**
- C. 100 kN**
- D. 200 kN**

Uvažujte přibližnou hodnotu $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ a zanedbejte odpor vzduchu. Rychlost tělesa, které spadlo z výšky 20 m byla:

- A. 10 m/s**
- B. 20 m/s**
- C. 30 m/s**
- D. 40 m/s**

Po změně polohy dvou hmotných bodů, které byly původně ve vzdálenosti r , se zvětšila gravitační síla mezi těmito body 104 krát. Jaká je nová vzdálenost mezi těmito body?

- A. $r/100$
- B. $r/10$
- C. $100r$
- D. $10r$

Jaká je hodnota gravitační potenciální energie tělesa o hmotnosti 10 kg ve výšce 50 m, předpokládáme-li homogenní gravitační pole o intenzitě $9,80 \text{ N.kg}^{-1}$?

- A. 490 J
- B. 4,9 kJ
- C. 9,8 kJ
- D. 19,6 kJ

Těleso o hmotnosti 10 kg padalo volným pádem a při dopadu mělo hybnost 200 kg.m.s^{-1} . Použijte pro gravitační zrychlení hodnotu 10 m.s^{-2} a odpor vzduchu zanedbejte. Z jaké výšky padalo?

- A. 5 m**
- B. 10 m**
- C. 15 m**
- D. 20 m**

Za jakou dobu dopadne zpět kámen vržený svisle vzhůru rychlostí 20 m.s^{-1} ? Použijte pro gravitační zrychlení hodnotu 10 m.s^{-2} a odpor vzduchu zanedbejte.

- A. 1 s**
- B. 2 s**
- C. 3 s**
- D. 4 s**

Těleso spadlo volným pádem a jeho kinetická energie při dopadu byla 4 kJ. Použijte pro gravitační zrychlení hodnotu 10 m.s^{-2} a odpor vzduchu zanedbejte. Z jaké výšky padalo?

- A. 5 m**
- B. 10 m**
- C. 20 m**
- D. nelze vypočítat**

Mechanika tuhého tělesa

Mechanika tuhého tělesa se zabývá studiem pohybu a rovnováhy objektů, které jsou považovány za tuhé, což znamená, že jejich tvar a velikost se během pohybu nebo při působení sil nemění.

Pohyb tuhého tělesa se může skládat z posuvného pohybu (kdy se všechny body tělesa pohybují po rovnoběžných trajektoriích) a rotačního pohybu (kdy se těleso otáčí kolem pevné osy).

Moment síly vzhledem k ose otáčení je měřítko toho, jak velký rotační účinek má síla na těleso.

Skládání sil znamená kombinování dvou nebo více sil působících na těleso do jediné výsledné síly, která má stejný účinek jako původní síly dohromady.

Dvojice sil se skládá ze dvou rovnoběžných, ale opačně působících sil, které mají stejnou velikost.

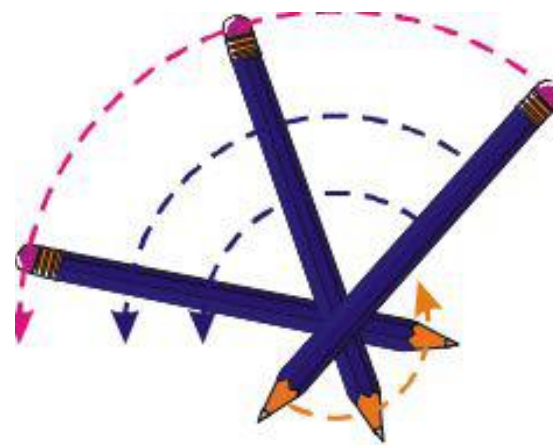
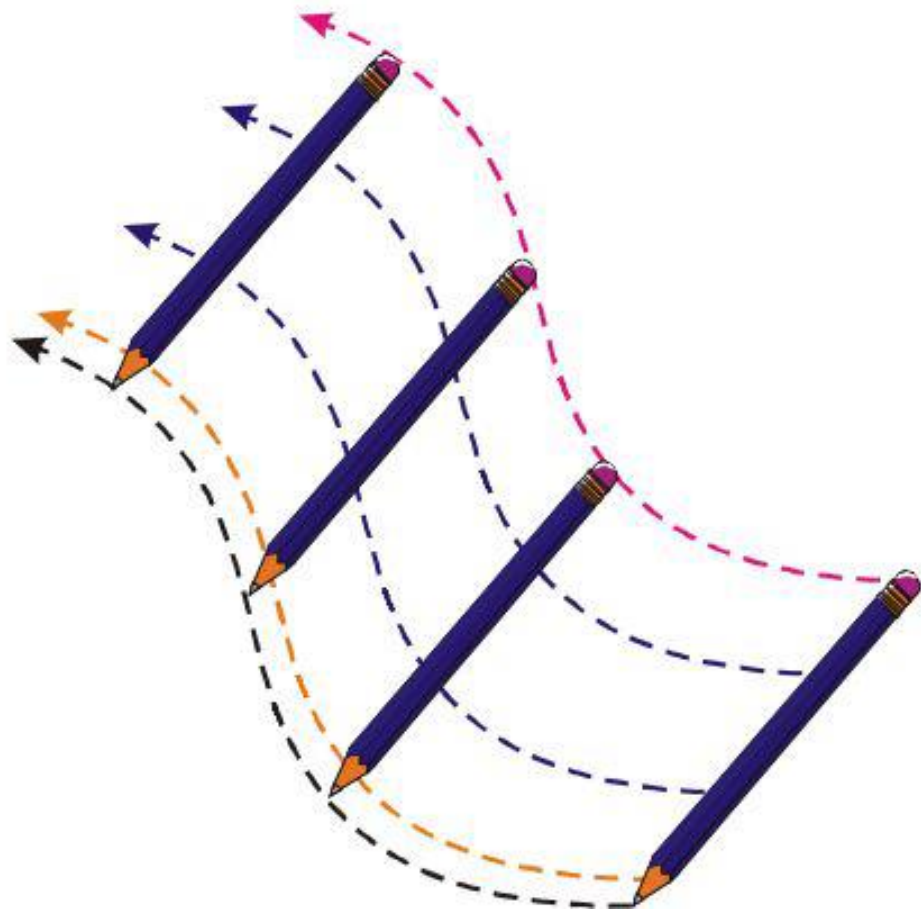
Těžiště je bod, ve kterém můžeme považovat celou hmotnost tělesa za soustředěnou.

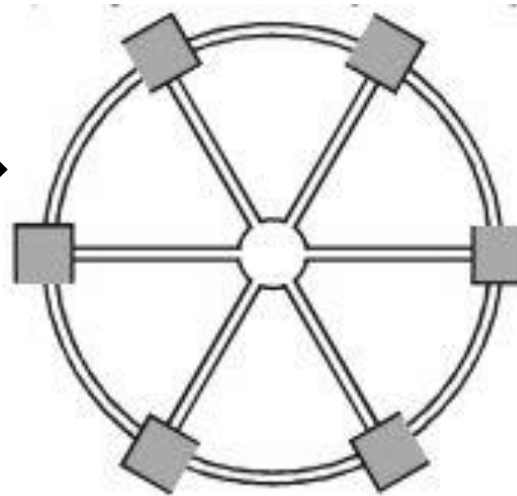
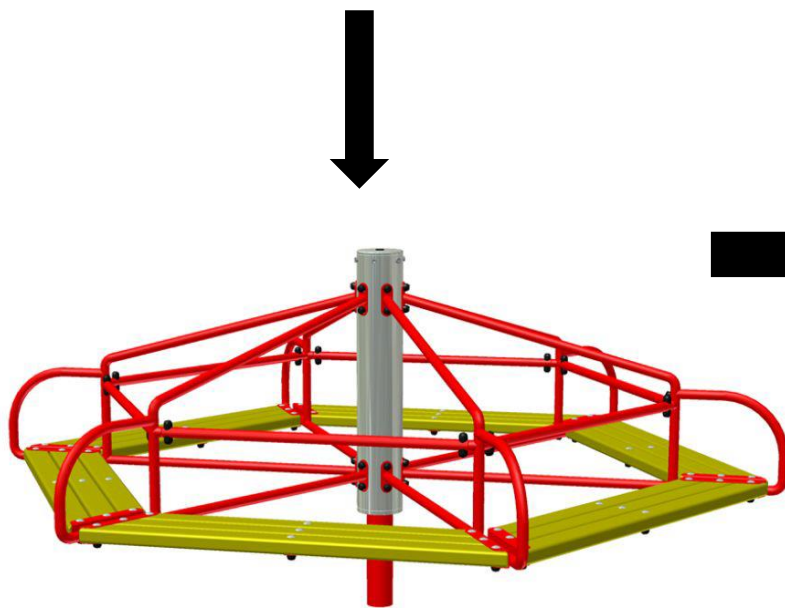
Stabilita tělesa závisí na poloze těžiště; těleso je stabilnější, pokud je těžiště níže a je umístěno nad jeho základnou podpory.

Kinetická energie tuhého tělesa je energie, kterou těleso má díky svému pohybu.

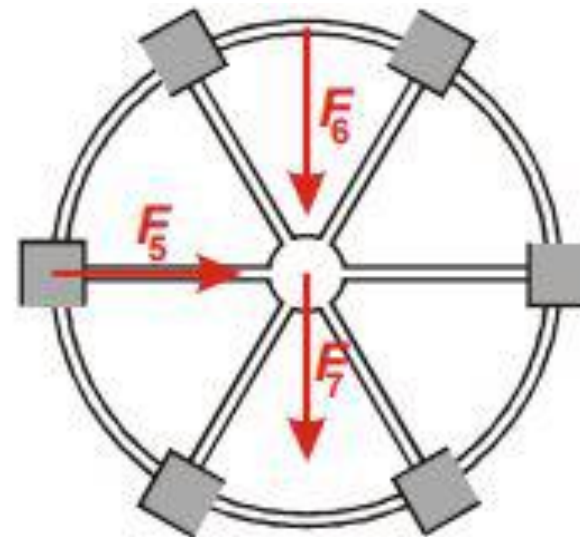
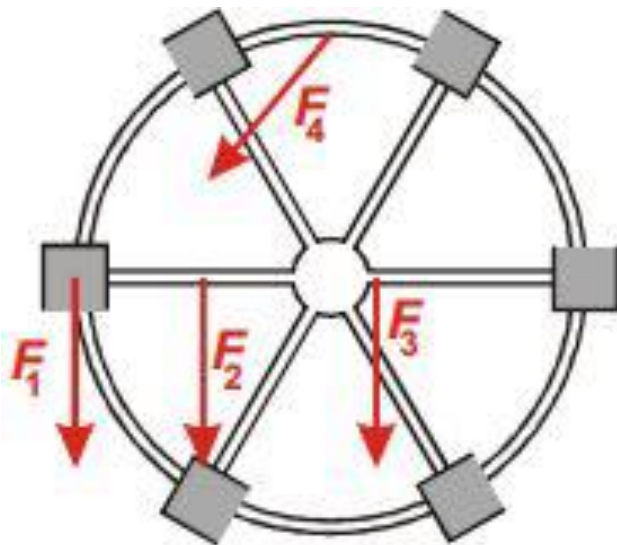
Moment setrvačnosti je měřítkem toho, jak je hmota tělesa rozložena vzhledem k ose otáčení.

Pohyb tuhého tělesa

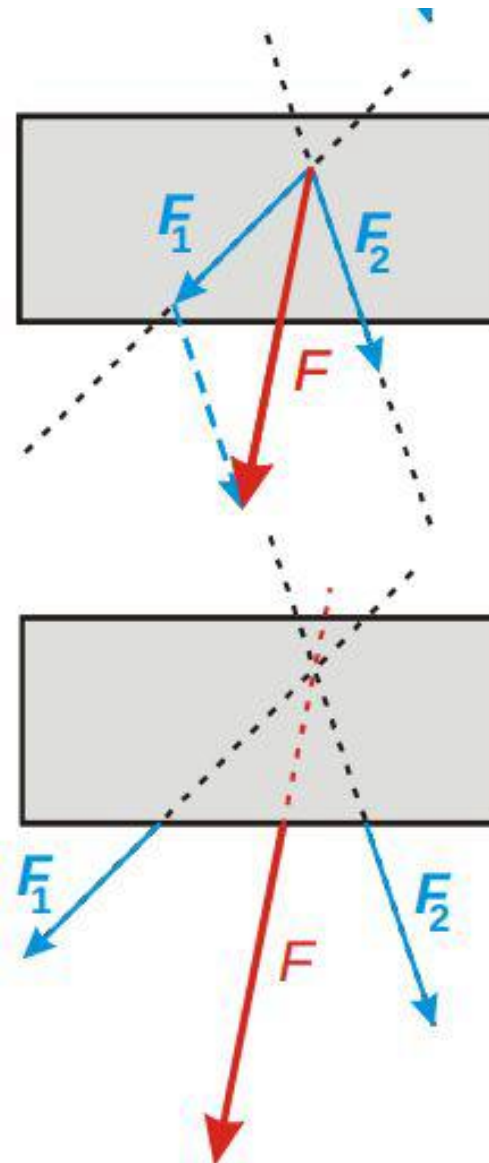
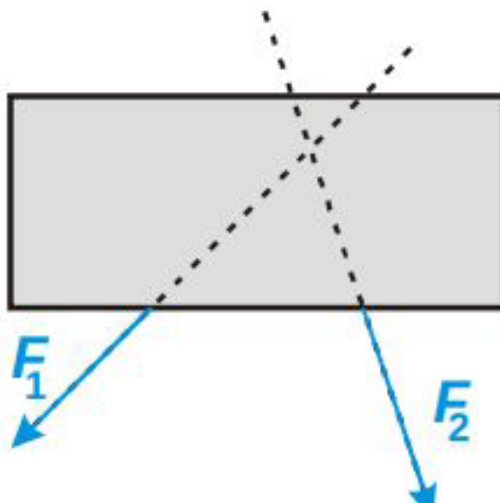
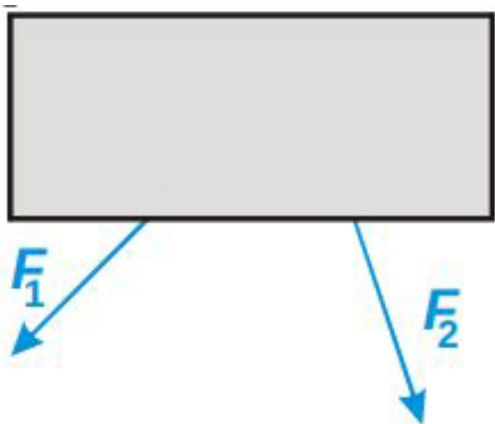


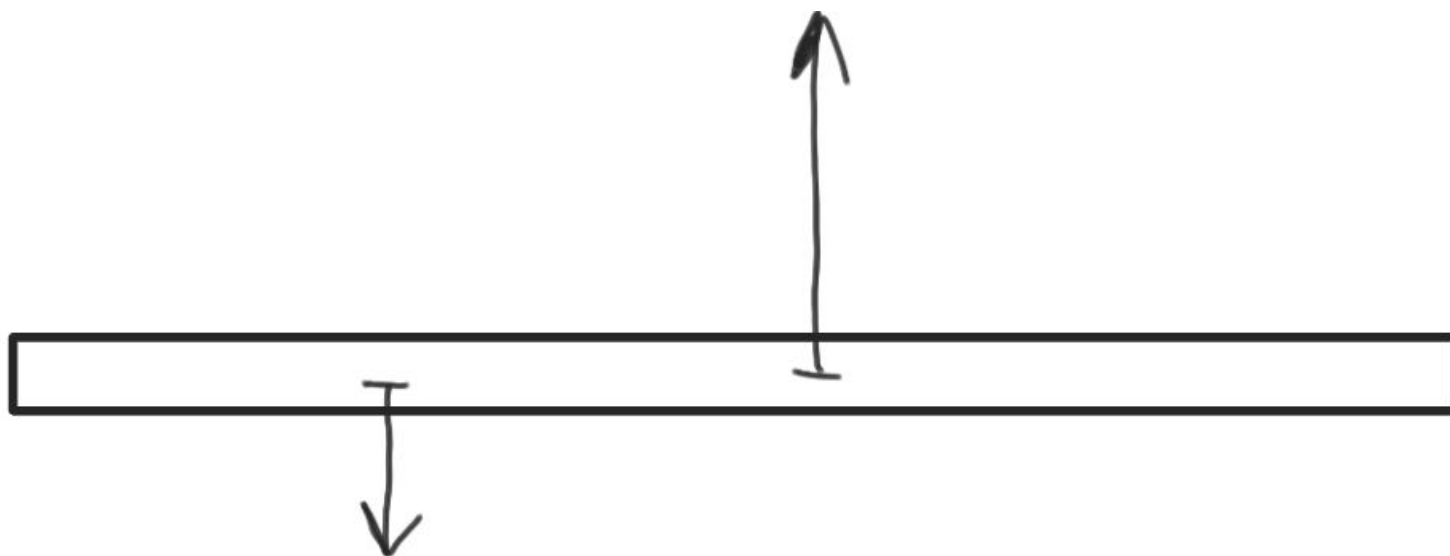
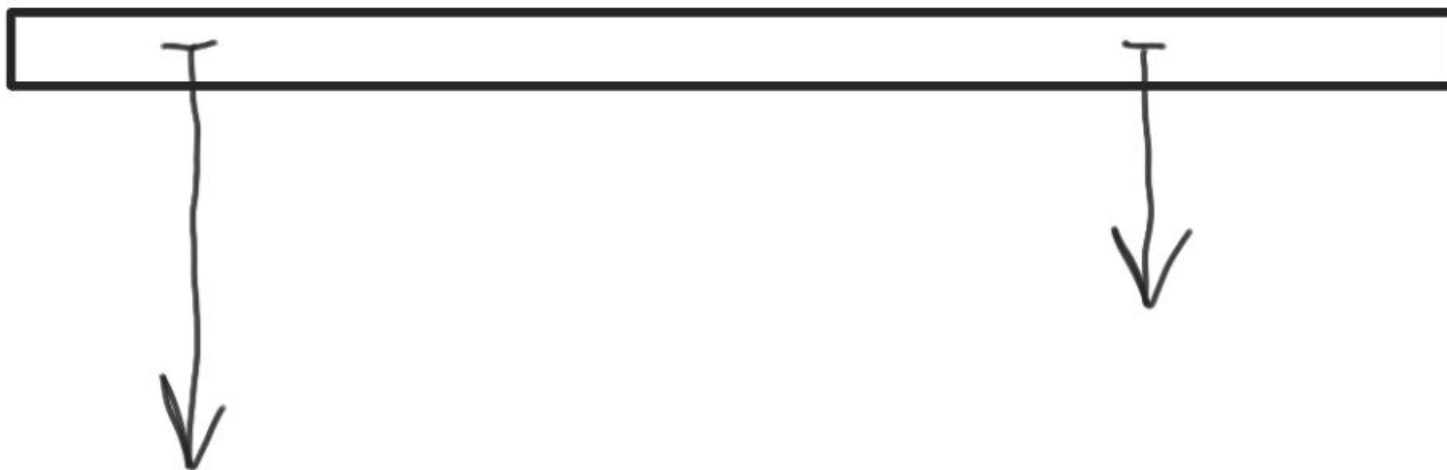


$$M = F \cdot r$$

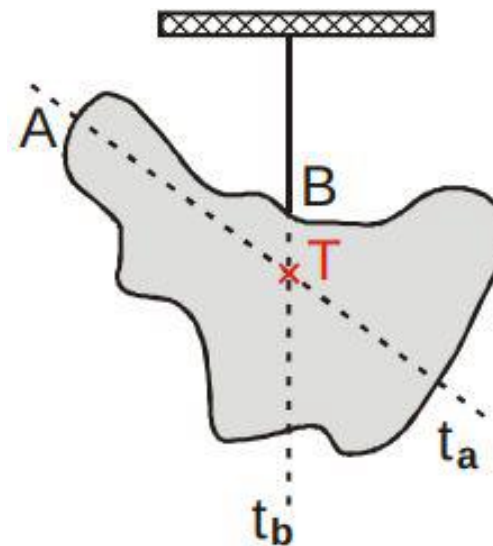
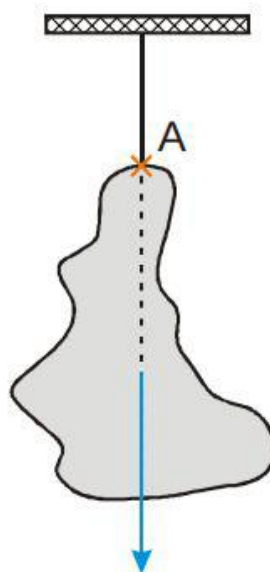
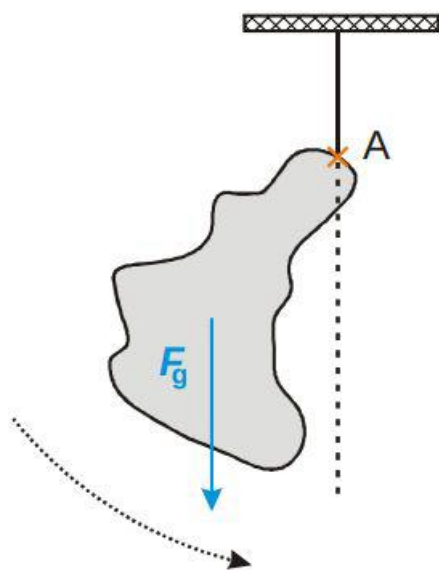
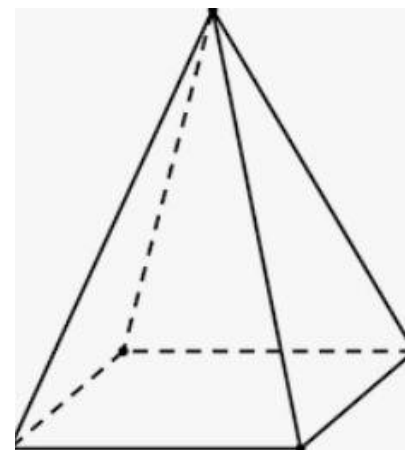
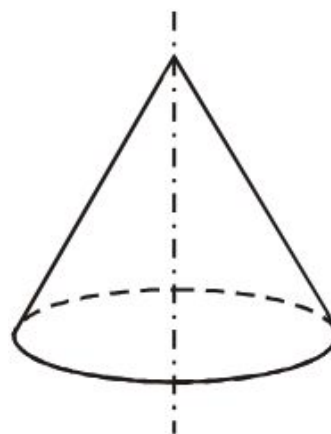
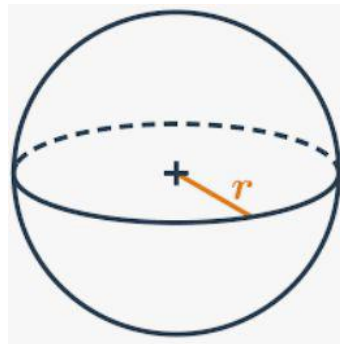
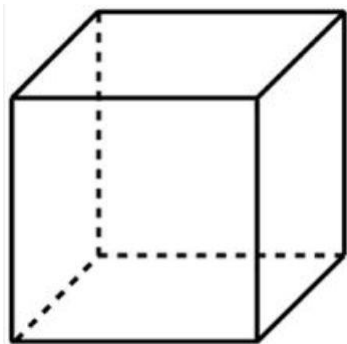


Skládání sil

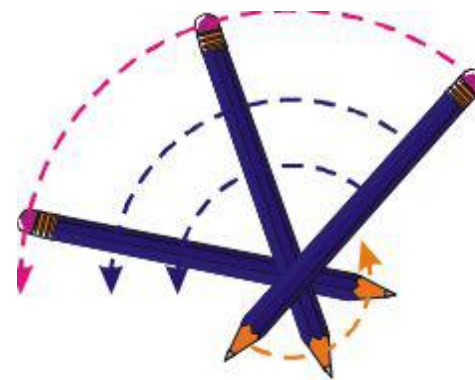
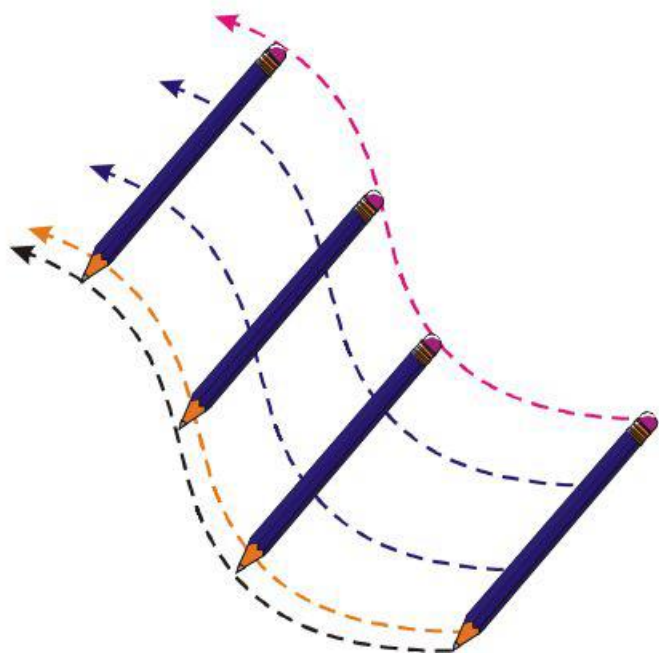




Těžiště



Kinetická energie tuhého tělesa



kinetická energie: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ [J]

$$E_k = \frac{1}{2}J\omega^2 \text{ [J]}$$

Jakou energii přibližně dodal setrvačnick s momentem setrvačnosti $50 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, jehož počet otáček klesl z původních 840 ot/min na 420 ot/min?

- A. 70 J**
- B. 145 J**
- C. 70 kJ**
- D. 145 kJ**

Mechanika tekutin

Mechanika tekutin se zabývá chováním kapalin a plynů (tekutin) v klidu i pohybu.

Tlak v tekutinách je síla působící kolmo na jednotkovou plochu uvnitř tekutiny.

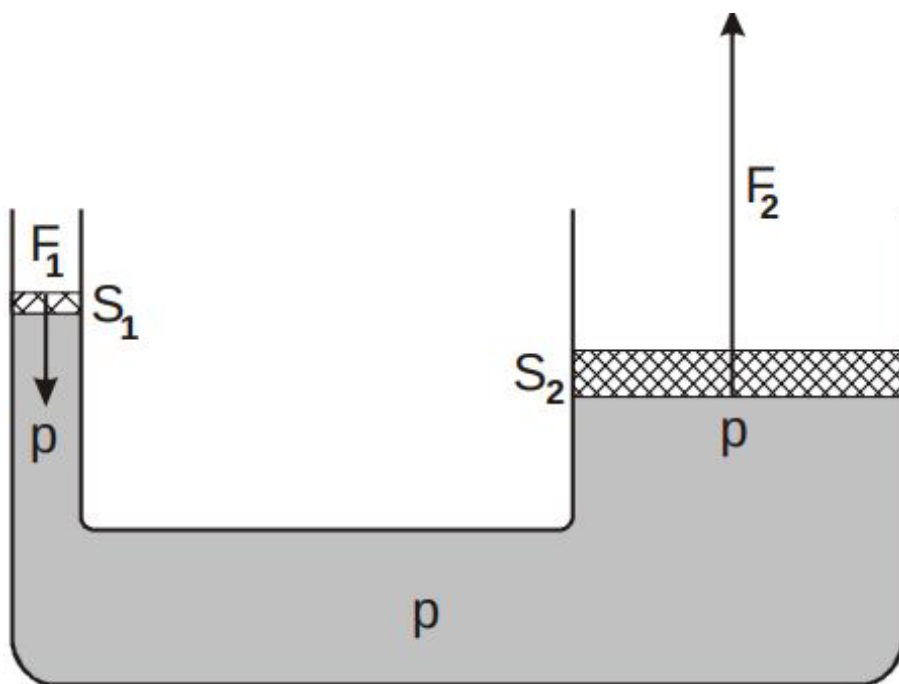
Pascalův zákon uvádí, že tlak vyvolaný v kapalině v uzavřené nádobě se šíří rovnoměrně do všech směrů.

Tlak v kapalinách vyvolaný tíhovou silou je tlak, který vzniká v důsledku hmotnosti kapaliny působící tíhou směrem dolů.

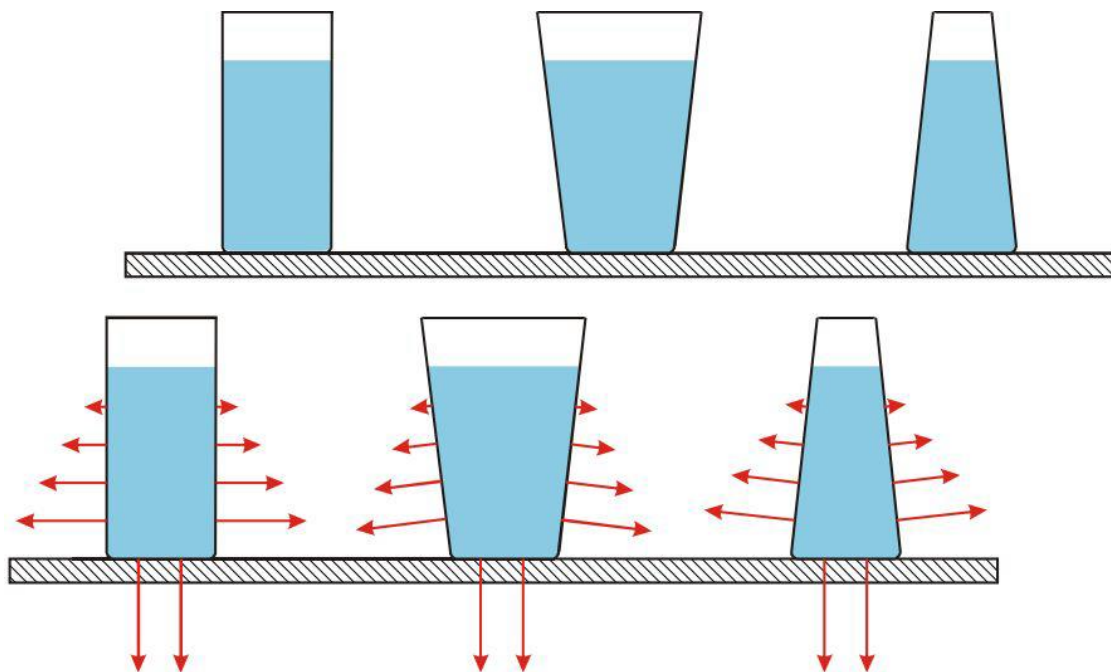
Tlak vzduchu vyvolaný tíhovou silou je tlak, který vzniká v důsledku hmotnosti vzduchu v atmosféře, který působí na povrch Země.

Vztlaková síla je síla, která působí na těleso ponořené do tekutiny (kapaliny nebo plynu) směrem nahoru.

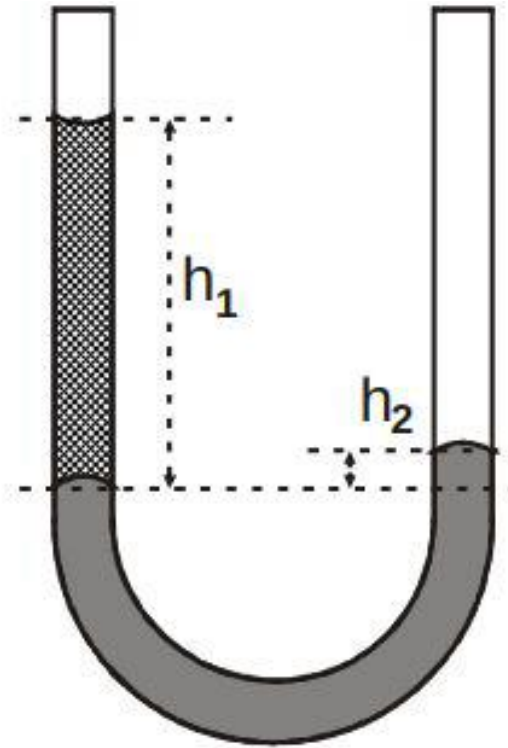
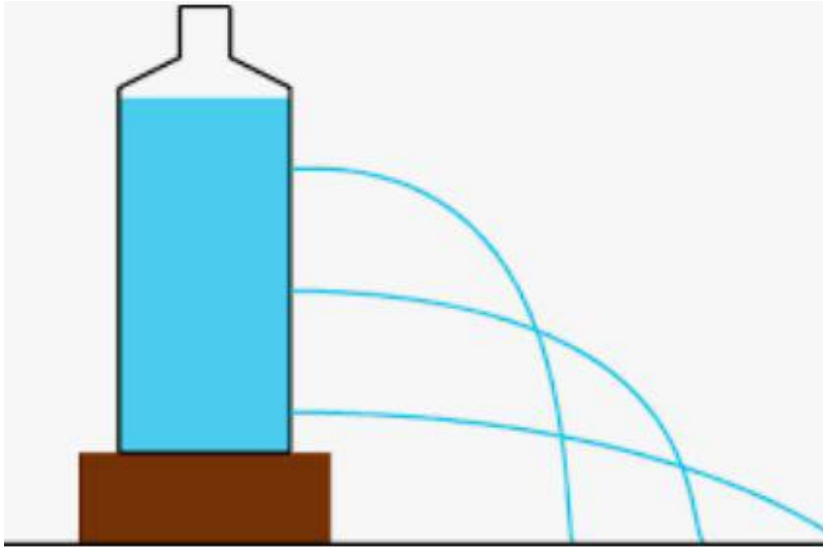
Proudění tekutin se týká pohybu kapalin a plynů.



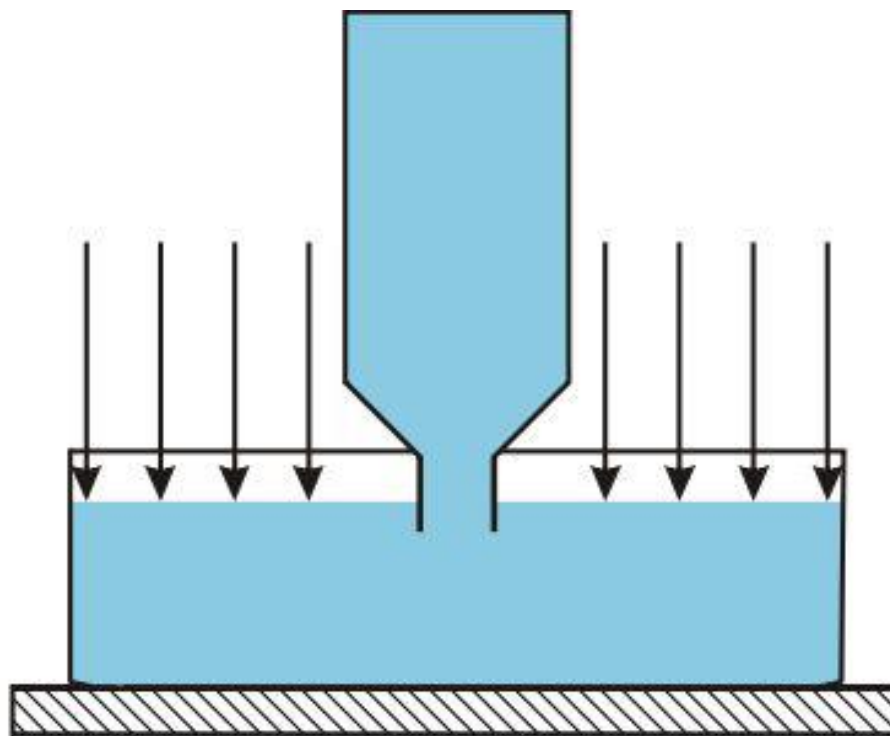
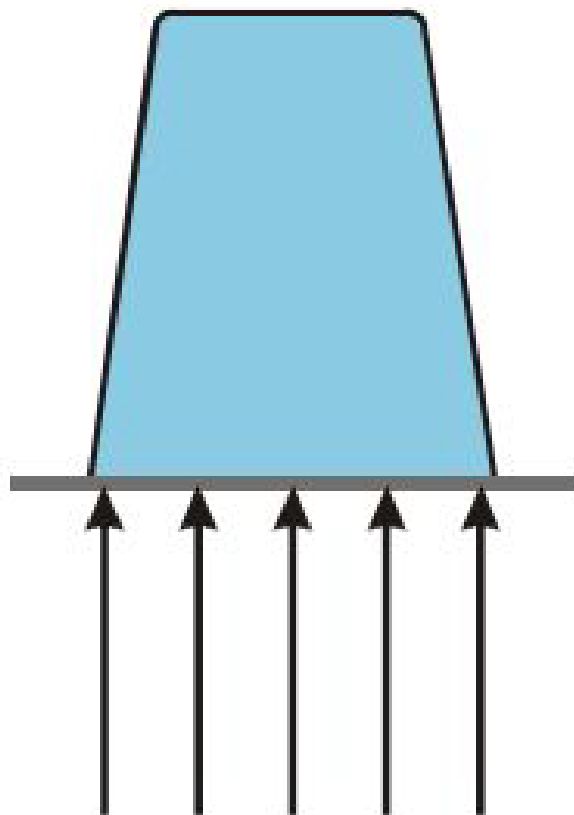
$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

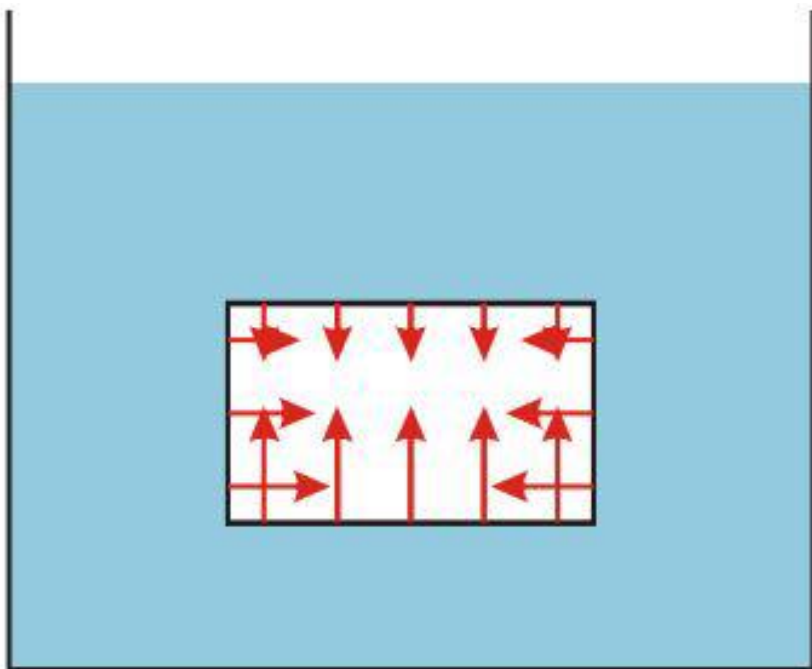


$$F_h = S \cdot h \cdot \rho \cdot g \quad p_h = h \cdot \rho \cdot g$$

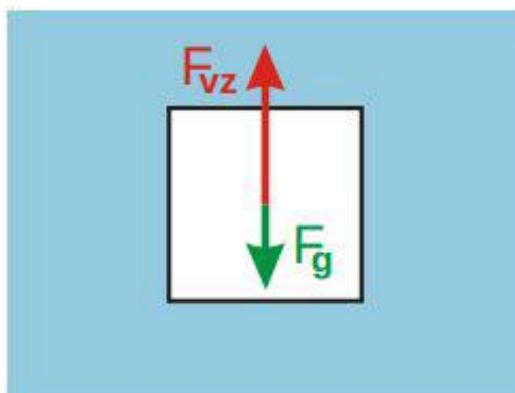


$$h_1 \cdot \rho_1 = h_2 \cdot \rho_2$$

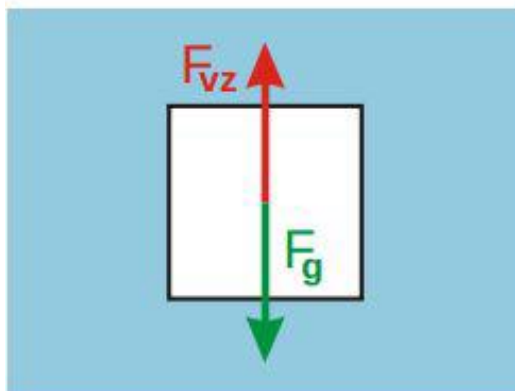




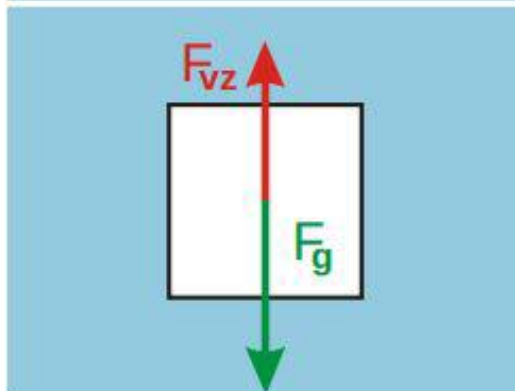
$$F_{vz} = V' \cdot \rho_k \cdot g$$



plave



vznáší se

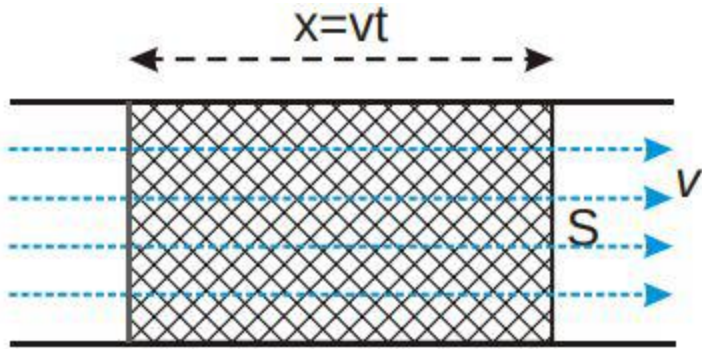


potápí se

Je-li hustota ledu $917 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a hustota mořské vody $1030 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, činí podíl objemu ledovce nad hladinou z celkového objemu ledovce přibližně:

- A. 30 %**
- B. 5 %**
- C. 50 %**
- D. 11 %**

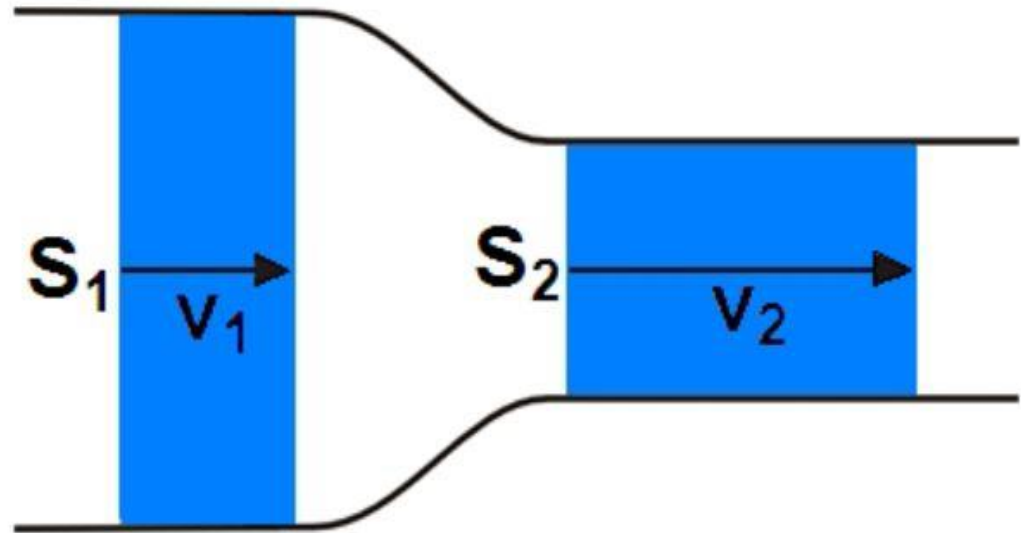
objemový průtok

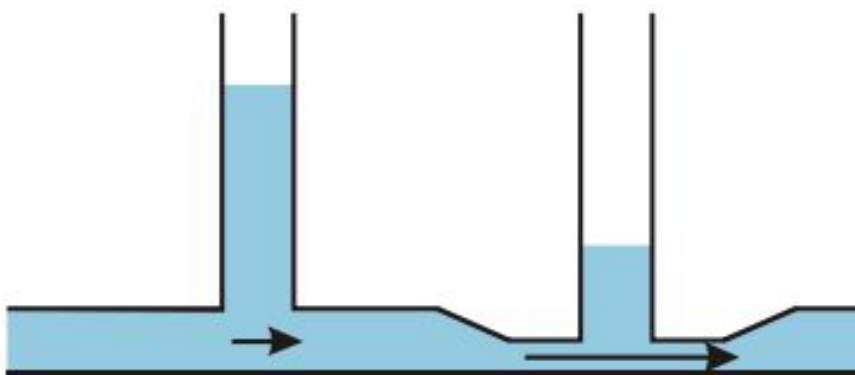


$$Q_V = \frac{V}{t} = \frac{S \cdot x}{t} = S \cdot v$$

rovnice kontinuity

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$$





$E_p = \text{konst.}$
 E_k se mění
zákon zachování energie
neplatí?

potenciální tlaková energie



$$E = W = F \cdot x = p \cdot S \cdot x = p \cdot V$$

Bernoulliho rovnice

$$E_k + E_p = konst$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + p \cdot V = konst.$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 + p_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 + p_2$$

Ve vodorovné trubici proudí voda rychlostí $2,24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a má tlak $0,1 \text{ MPa}$. V zúženém místě trubice byl naměřen tlak 90 kPa . Jaká je v něm přibližně rychlost proudění vody?

- A. 3 m/s**
- B. 4 m/s**
- C. 5 m/s**
- D. 6 m/s**

„Uchovejte si šarm i pod tlakem.“

Ernest Hemingway

americký spisovatel a novinář 1899–1961

3.

Pracovní list

Mechanika

Gramofon

pomůcky: gramofon, senzor Optická závora, Datalogger LabQuest, samolepky, pravítko, lepicí páska, pravítko, „lego anténka“

úkol: určete rychlost, kterou obíhají po obvodu talíře gramofonu body ve dvou daných vzdálenostech

na talíř gramofonu se nalep samolepky, na ně vyznač dva body – ve vzdálenostech 8 cm a 14 cm (od osy otáčení)

pomocí lepicí pásky nalepte na talíř „lego anténku“, co nejblíže okraje talíře

do stojanu upevněte optickou bránu a stojan nastavte tak, aby anténka při otáčení talíře gramofonu procházela skrz bránu (viz obr.), je důležité, aby kabel od optické závory nevadil v pohybu talíři ani anténce

zapněte Datalogger (chvilku trvá, než „naběhne“), do digitálního vstupu rozhraní DIG1 (na boku pod gumovou krytkou) připojte optickou dráhu, na displeji vyberte nabídku **Režim:**, rozbalte nabídku **Režim optické závory** a vyberte **Kyvadlo**; odsouhlaste **OK**

na gramofonu nastavte páčku otáček na hodnotu 33, zvedněte přenosku a posuňte ji kousek doleva (aby se talíř otáčel)

na displeji Dataloggeru vlevo dole spusťte měření zelenou šipkou, nechejte talíř několikrát otočit, po zastavení měření najdete na displeji průměrnou hodnotu periody, přenosku gramofonu vraťte zpět, aby se talíř zastavil

vypočítejte velikost rychlosti **v** obou bodů

měření zopakujte pro otáčky 45

Senzor síly stisku ruky

pomůcky: senzor síly stisku, počítač s programem Vernier Graphical Analysis

spustíte program, připojte k počítači senzor

(není potřeba nic nastavovat, měření se spouští horním tlačítkem ZAHÁJIT MĚŘENÍ, čas je dostatečný k tomu, aby se proměřila celá skupina; pokud chcete nové měření, stiskněte opět tlačítko ZAHÁJIT MĚŘENÍ)

1. Zaznamenejte měření stisku pravé a levé ruky všech členů skupiny.

Každý stiskne jednou krátce levou rukou a pak pravou rukou (dlaň a proti ní prsty na modrých destičkách).

Podobně zaznamenejte měření stisku palce a ukazováčku pravé i levé ruky (malá modrá tlačítka).

Porovnejte výsledky. Představte si, že máte k dispozici vzorky všech žáků školy. Na čem všem závisí síla stisku?

2. Příčně pruhované svaly jsou složeny ze svalových vláken, která se mohou stahovat (kontrahovat). Čím větší silou chceme působit, tím více vláken musí být ve svalu současně zapojeno. Při delší kontrakci postupně jednotlivým vláknům dochází energie. Krátce před selháním celého svalu můžeme v našem experimentu pozorovat pokles síly stisku, protože postupně více a více svalových vláken vypovídá svoji službu.

Každý člen skupiny stiskne senzor jednou rukou (volba pravá/levá záleží na něm), vyvolá sílu 150 N a snaží se tuto hodnotu co nejdéle udržet, nejlépe celou minutu. Povolené jsou výkyvy ± 15 N.

3. Každý člen skupiny bude mačkat senzor jednou rukou a to opakovaně s frekvencí 8 – 10 stisků za 10 s. Přitom se snaží, aby použil vždy stejnou sílu – 100 N. Vydrží celou minutu? Povolená tolerance je ± 20 N.

Určení hustoty kovu různými metodami

pomůcky: 2 válečky různých objemů ze stejného kovu, digitální váha, kádinka, odměrný válec, pevná nit, stojan, LabQuest, siloměr Vernier

Určení hustoty kovu výpočtem ze známé hmotnosti a objemu:

1. Urči hmotnost obou válečků na digitální váze s přesností na desetiny gramu.
2. Urči jejich objemy pomocí odměrného válce (s přesností danou stupnicí). Váleček spusťte do válce pomocí nitě.
3. Vypočítej jejich hustotu (na tři desetinná místa v $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, pokud uvedete výsledek v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, pak s přesností na celá čísla)

Určení hustoty kovu výpočtem z Archimedova zákona:

1. Zapněte LabQuest, na stojan upevněte svorkou do vodorovné polohy tyč, na ní zavěste siloměr. Siloměr připojte k LabQuestu (CH1), přístroj by ho měl automaticky identifikovat. V nabídce vyberte **Senzory** a **Vynulovat**. Do kádinky nalijte vodu (tolik, aby se těleso mohlo celé ponořit).
2. Dále v menu **Senzory** vyberte **Sběr dat** – nastavte **Trvání** na 20 s, **Frekvence** na 5 čtení/s, odsouhlaste. Vpravo nahoře zvolte ikonku zobrazení grafu.
3. V levém spodním rohu stiskněte tlačítko pro zahájení sběru dat. Počkejte cca 2 sekundy, pak zvedejte plynule kádinku s vodou, až bude celé těleso ponořené, chvíli setrvejte a plynulým pohybem kádinky dolů dosáhněte vynoření tělesa. Vše byste měli stihnout do 20 s.
4. Zvolte **Analýza – Statistika – Síla**. V pravé části najdete informace o maximální a minimální síle (těleso „na suchu“, těleso zcela ponořené). Z těchto údajů určete hmotnost tělesa (dosazujte za g $9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$); velikost vztlakové síly a z ní pak objem tělesa (hustota vody $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$). Z objemu a hmotnosti vypočítejte hustotu kovu.
5. Odpojte senzor, vyberte **Soubor – Konec** – vyřadit naměřená data. LabQuest vypněte.

Porovnání výsledků:

Oba válečky jsou ze stejného kovu. Hustotu jste určovali dvěma různými způsoby, navíc můžete výsledek porovnat s hustotou uvedenou v tabulkách (na internetu). Závaží jsou vyrobená z oceli. Jsou hodnoty stejné? Pokud se liší, zdůvodněte.

Určení tíhového zrychlení z periody kmitů kyvadla

pomůcky: provázek, délkové měřidlo, matice, stojan, stopky (mobil)

1. vyrobte si kyvadlo z provázku a matičky, pověste ho na stojan; měření budete provádět pro tři různé délky kyvadla - přibližně 100 cm, 85 cm a 70 cm; začněte s dlouhým závěsem, pak ho postupně zkracujte (délka kyvadla se určuje od horního bodu závěsu kyvadla do středu zavěšeného tělesa)
2. vychylte kyvadlo maximálně o 20°; je důležité, aby se matice kývala v jedné rovině; pokud začne opisovat elipsu, zastavte ji a uveďte znovu do pohybu
3. změřte dobu 5 period (pohyb tam a zpět); při větším počtu period se už výrazně projeví tlumení; spočítejte dobu jedné periody a запиšte ji do tabulky; měření pro každou délku zopakujte třikrát
4. pro periodu kyvadla platí vztah: $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$, kde l je délka závěsu a T je perioda; vyjádřete si tíhové zrychlení a jeho hodnotu vypočtete
5. porovnejte výsledky s hodnotou tíhového zrychlení $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

$l \text{ (m)}$	$T \text{ (s)}$	$g \text{ (m.s}^{-2}\text{)}$

Závěr:

Určení výšky patra pomocí změny atmosférického tlaku

pomůcky: Datalogger LabQuest, senzor pro měření atmosférického tlaku

Tlak, který barometr udává, není přepočítaný na hladinu moře (na rozdíl od tlaku uváděného při předpovědi počasí), jde o tzv. absolutní atmosférický tlak.

Hustotu vzduchu lze v malých nadmořských výškách uvažovat přibližně 1 kg.m^{-3} , každý výškový „metr vzduchu“ tak přispívá tlakem zhruba 10 Pa. Pokud tedy barometr ukáže změnu atmosférického tlaku o hodnotě 10 Pa, znamená to, že jste vystoupili/sestoupili o 1 m.

1. Zapněte LabQuest, připojte k němu (do CH1) senzor tlaku. Přístroj by měl čidlo automaticky identifikovat. Vpravo nahoře vyberte **Režim**: Časová základna, nastavte frekvenci na 1 čtení/s a dobu trvání experimentu 250 s. Tento čas by vám měl stačit k tomu, abyste od dveří u hvězdárny sestoupili po hlavním schodišti až ke dveřím do suterénu a vystoupali zpět. Odsouhlaste **OK**.
2. Přesuňte se ke hvězdárně (po malém schodišti nad 4. patro) Vlevo dole na displeji stiskněte tlačítko se zelenou šipkou pro sběr dat. LabQuest přepne na kartu grafů a začne vykreslovat graf. Průběžně vykreslovaný graf vypadá zpočátku „podezřele“, nemusíte mít obavu. Sejděte až ke dveřím do suterénu a vystoupejte znovu do nejvyššího bodu. Tam měření zastavte (tlačítko vlevo dole).
3. Po zastavení sběru dat se měřítka obou os (tlak, čas) automaticky upraví, získáte graf závislosti změny tlaku na čase (danou změnou nadmořské výšky). Tlak nejdříve roste, pak opět klesá, s velkou pravděpodobností není počáteční a koncová hodnota stejná, ačkoliv začínáte a končíte ve stejné výšce.
Na displeji vyberte **Analýza**, pak **Statistika** a **Tlak**. V pravé části se zobrazí informace o minimální a maximální hodnotě tlaku, střední hodnota a zcela nahoře hodnota tlaku vybraného časového okamžiku. Stačí tedy v grafu označit libovolný bod, dole uvidíte čas, nahoře příslušnou hodnotu tlaku.
4. Do tabulky si poznamenejte, jak dlouho trvalo vaše měření, minimální a maximální hodnotu tlaku (z nich určete rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším bodem a výšku jednoho patra), zjistěte, o jakou hodnotu se během vašeho měření změnil atmosférický tlak u hvězdárny.
5. Na displeji vyberte **Soubor** a **Konec**, výsledky měření neukládejte. Odpojte senzor a LabQuest vypněte.

3.

Test

Mechanika

Která z uvedených jednotek není jednotkou odvozenou?

- a) N
- b) mm
- c) V
- d) Pa

Která z uvedených veličin je vektorem?

- a) tlak
- b) tlaková síla
- c) hydrostatický tlak
- d) tlak v plynu

40 m^2 je rovno

- a) $4 \cdot 10^4 \text{ cm}^2$
- b) $4 \cdot 10^7 \text{ mm}^2$
- c) $4 \cdot 10^{-5} \text{ km}^2$
- d) $4 \cdot 10^2 \text{ dm}^2$

V pravoúhlých souřadnicích je rychlost rovnoměrného přímočarého pohybu v závislosti na čase znázorněna jako

- a) přímka procházející počátkem
- b) přímka neprocházející počátkem s určitou kladnou hodnotou směrnice
- c) přímka neprocházející počátkem s určitou zápornou hodnotou směrnice
- d) přímka rovnoběžná s vodorovnou osou

Při znázornění závislosti dráhy pohybu rovnoměrného přímočarého na čase v pravoúhlých souřadnicích má velikost rychlosti význam

- a) úseku přímky na svislé ose
- b) úseku přímky na vodorovné ose
- c) směrnice
- d) vzdálenosti mezi vodorovnou osou a přímkou, která je s ní rovnoběžná

Grafickým znázorněním závislosti velikosti rychlosti na čase v pravoúhlých souřadnicích je v případě pohybu rovnoměrně zrychleného

- a) přímka, jejíž směrnice se nerovná nule
- b) přímka rovnoběžná s vodorovnou osou
- c) parabola
- d) přímka, jejíž směrnice má hodnotu zrychlení

Při volném pádu ve vzduchu trvajícím 2 s dosáhlo těleso hybnosti $200 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. Odpor vzduchu zanedbejte a uvažujte tíhové zrychlení $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Jaká je jeho hmotnost?

- a) 1 kg
- b) 10 kg
- c) 20 kg
- d) 100 kg

Při volném pádu ve vakuu rychlost tělesa závisí na

- a) jeho tíže
- b) jeho hmotnosti
- c) gravitačním zrychlením
- d) době trvání pádu

Těleso o hmotnosti 100 g původně v klidu bylo urychleno na rychlost $108 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Jak velký byl impuls síly?

- a) 2 N.s
- b) 3 N.s
- c) 4 N.s
- d) 5 N.s

Který z uvedených vztahů pro velikost dostředivé síly F_d při rovnoměrném pohybu tělesa o hmotnosti m po kružnici o poloměru r s úhlovou rychlostí ω je nesprávný?

- a) $F_d = m\omega v^2$
- b) $F_d = m\omega^2 r$
- c) $F_d = 4\pi^2 r m / T^2$
- d) $F_d = m\omega r$

Po změně polohy dvou hmotných bodů, které byly původně ve vzdálenosti r , se zvětšila gravitační síla mezi těmito body 10^4 krát. Jaká je nová vzdálenost mezi těmito body?

- a) $r/100$
- b) $r/10$
- c) $100r$
- d) $10r$

Uvažujte přibližnou hodnotu $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ a zanedbejte odpor vzduchu. Za těchto podmínek těleso vržené svisle vzhůru rychlostí 20 m/s dosáhne výšky

- a) 50 m
- b) 10 m
- c) 20 m
- d) 40 m

Při ustáleném proudění protéká hadicí o průměru 1 cm 30 litrů vody za minutu. Její koncovka má poloměr 0,25 cm. Za jakou dobu se naplní nádoba o objemu $0,3 \text{ m}^3$?

- a) 150 s
- b) 300 s
- c) 600 s
- d) 1200 s

S kolmé skály vysoké 20 m padá vodopád. Rychlost toku vody než začne padat je 3 m/s. Jak daleko od úpatí skály voda dopadá? Použijte $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

- a) 2 m
- b) 3 m
- c) 5 m
- d) 6 m

Píst vytlačil při stálém tlaku 0,5 kPa z trubky 10 litrů vody. Jaká práce byla vykonána?

- a) 0,5 J
- b) 5 J
- c) 50 J
- d) 0,5 kJ

Jednotkou gravitačního potenciálu je

- a) J.kg^{-1}
- b) J.kg
- c) J.m
- d) J.m^{-1}

Vlak jede rychlostí 72 km/h. Jakou dráhu ještě ujede, začne-li strojvůdce rovnoměrně brzdit se záporným zrychlením $0,5 \text{ m.s}^{-2}$?

- a) 200 m
- b) 400 m
- c) 600 m
- d) 800 m

O kolik dříve bude ve městě vzdáleném 9 km cyklista, který jede rychlostí 15 km/hod, než chodec, který jde rychlostí 4 km/hod?

- a) 47 min
- b) 76 min
- c) 99 min
- d) 135 min

Směr síly o velikosti 10 N, působící na tažné těleso, svíral se směrem posunutí úhel 45° . Těleso bylo taženo po dráze 10 m. Jak velká práce byla přibližně vykonána?

- a) 70 J
- b) 141 J
- c) 35 J
- d) 50 J

Koncovka hadice má čtyřikrát menší poloměr než je poloměr hadice. Pomocí této koncovky se rychlost kapaliny oproti původní rychlosti v hadici zvýší

- a) dvakrát
- b) čtyřikrát
- c) osmkrát
- d) šestnáctkrát