- **Poloha, rychlost, zrychlení:** obecné definice: $v = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$, $a = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$ (pro 1D pohyb po kružnici: $\omega = \frac{\mathrm{d}\varphi}{\mathrm{d}t}$, $\varepsilon = \frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t}$)
  - inverzní vztahy: $v = \int a \mathrm{d}t$, $x = \int v \mathrm{d}t$ ($\omega = \int \varepsilon \mathrm{d}t$, $\varphi = \int \omega \mathrm{d}t$), například:
    - pro $a =$ konst., tedy **pohyb rovnoměrně zrychlený**: $x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$, $v = v_0 + a \cdot t$
    - pro **šikmý vrh či volný pád** ($a_x = 0$, $a_y = -g$): $x = x_0 + v_0 \cos\alpha \cdot t$, $v_x = v_0 \cos\alpha$, $y = y_0 + v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$, $v_y = v_0 \sin\alpha - g \cdot t$
    - pro rovnoměrně zrychlený pohyb po kružnici (1D popis): $\varepsilon =$ konst., $\omega = \omega_0 + \varepsilon \cdot t$, $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2}\varepsilon \cdot t^2$
  - 3D **pohyb po kružnic**i a kruhovém oblouku: $a_n = \omega^2 \cdot r = \frac{v^2}{r}$, $a_t = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$
- **Newtonovy zákony:** $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$, kde $\vec{F}$ je **součet všech** sil, působících na těleso o hmotnosti m, $\vec{a}$ je jeho zrychlení.
  - smykové tření: $F_\mathrm{t} = \mu F_\mathrm{n}$, kde μ je koeficient smykového tření, F_n je normálová síla, kterou jsou povrchy tlačeny k sobě.
- **Newtonův gravitační zákon:** $F_g(h) = \kappa \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$, intenzita gr. pole tvořeného hmotností m_2: $E = \frac{F_g}{m_1}$
- **Práce, energie, výkon:** $W = \int F \cdot \mathrm{d}x$, či ve 3D: $W = \int \vec{F} \bullet \mathrm{d}\vec{r}$
  - například pro **elastickou sílu** (pružný materiál, pružina o tuhosti k: $F = k \cdot x$): $W = \int_0^d k \cdot x \cdot \mathrm{d}x = \left[\frac{1}{2} k \cdot x^2\right]_0^d = \frac{1}{2} k \cdot d^2 (\mathrm{J})$
  - respektive pro **elastickou deformaci dle Hookova zákona** ($\sigma = E \cdot \varepsilon$): $w = \int_0^\varepsilon \sigma \mathrm{d}\varepsilon = \frac{1}{2} E \cdot \varepsilon^2 \left(\mathrm{J\,m^{-3}}\right)$
  - **výkon**: $P = \frac{\mathrm{d}W}{\mathrm{d}t} = \frac{\vec{F} \bullet \mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t} = \vec{F} \bullet \vec{v}$
  - **potenciální energie** v gravitačním poli: $E_p = \int_0^h mg \mathrm{d}h$:
    - pro **malé výšky** $g \doteq$ konst. tedy $E_p \doteq mgh$,
    - pro **velké výšky** $g(h) = \kappa \frac{\mathrm{M}_z}{(\mathrm{R}_z + h)^2}$, tedy $E_p = \int_0^h \left(m\kappa \frac{\mathrm{M}_z}{(\mathrm{R}_z + h)^2}\right) \mathrm{d}h = -m\kappa \mathrm{M}_z \left[\frac{1}{(\mathrm{R}_z + h)}\right]_0^h = m\kappa \mathrm{M}_z \left(\frac{1}{\mathrm{R}_z} - \frac{1}{(\mathrm{R}_z + h)}\right)$,
  - **zákony zachování mechanické energie** (platí jen když není žádné tření) - obecně: $E_k + E_p =$ konst.
    - např. pro **těleso v gravitačním poli v malých výškách** nad zemí: $\frac{1}{2} mv^2 + mgh =$ konst.
      - pro **velké výšky** $E_p = m\kappa \mathrm{M_z} \left(\frac{1}{\mathrm{R}_z} - \frac{1}{(\mathrm{R}_z + h)}\right)$
    - pro **nestlačitelné kapaliny** Bernoulliova rovnice: $\frac{1}{2}\rho v^2 - \rho g h + p =$ konst. $\left(\mathrm{J\,m^{-3}}\right)$, kde h je souřadnice směřující dolů (hloubka).
      - odtud pro kapaliny v klidu - tlak roste s hloubkou: $p = \rho g h$
      - rychlost výtoku kapaliny otvorem v hloubce h: $v = \sqrt{2gh}$
- **Netlumené kmitání**: $x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$, kde $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$; pro těleso o hmotnosti m na pružině tuhosti k: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
- **Vlnění**: $u = A \sin\left(\omega\left(t - \frac{x}{c}\right) + \varphi_0\right)$, kde c je rychlost šíření.
- **Mechanika kontinua: Hookův zákon** $\sigma = E \cdot \varepsilon$, délková **teplotní roztažnost:** $l = l_0 (1 + \alpha \Delta t)$
- **Vedení tepla (Fouriérův zákon) v 1D: hustota tepelného toku** $q = \lambda \frac{\Delta t}{\Delta x}$ $\left(\mathrm{W\,m^{-2}}\right)$; **tepelný tok** $\Phi = q \cdot S$ (W), kde S je plocha kolmá na směr toku
- **Kalorimetrie: teplo potřebné k ohřevu** látky $\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta t$; **teplo potřebné ke změně skupenství**: $\Delta Q = l \cdot m$
- **Hydromechanika: Archimédův zákon**: $F_\mathrm{v} = \rho_\mathrm{t} V g$, kde ρ_t je hustota tekutiny, V objem ponořené části tělesa
  rovnice kontinuity: $v \cdot S =$ konst., odporová síla při pohybu koule ve viskózní kapalině: $F_\mathrm{o} = 6\pi\eta r v$
- **Matematika: integrály funkcí:** polynom $\int x^n \mathrm{d}x = \frac{x^{n+1}}{n+1} + \mathrm{c}$, $\int \sin(\omega t)\,\mathrm{d}t = -\frac{\cos(\omega t)}{\omega} + \mathrm{c}$
  Vektory: sčítání: $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$: $c_x = a_x + b_x$; $c_y = a_y + b_y$, skalární součin: $\vec{a} \bullet \vec{b} = a_x \cdot b_x + a_y \cdot b_y$, velikost vektoru $|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$
- **Konstanty**
  - gravitační konstanta $\kappa = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{m^3\,kg^{-1}\,s^{-2}}$, hmotnost Země $\mathrm{M}_z = 5{,}97 \cdot 10^{24}\,\mathrm{kg}$, poloměr Země $\mathrm{R_z} = 6{,}371 \cdot 10^6\,\mathrm{m}$, gravitační zrychlení na zemském povrchu $g_0 = 9{,}81\,\mathrm{m\,s^{-2}}$
- **Vybrané vlastnosti materiálů:**
  - **Hustota:** hliník $\rho_\mathrm{Al} = 2700\,\mathrm{kg\,m^{-3}}$, vzduch $\rho_\mathrm{v} = 1{,}29\,\mathrm{kg\,m^{-3}}$,
  - **Modul pružnosti:** ocel $E_o = 2{,}1 \cdot 10^{11}\,\mathrm{Pa}$**,**
  - **Součinitel teplotní roztažnosti:** ocel $\alpha_o = 1{,}3 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{K^{-1}}$**,**

Požadovaná struktura řešení úloh a bodové hodnocení:

1. Uveďte ze kterých zákonů, předpokladů a vztahů při řešení vycházíte,
2. konkrétně aplikujte bod 1 na danou úlohu: nakreslete obrázek, označte zadané i neznámé veličiny vhodnými symboly, definujte souřadný systém, sestavte rovnice popisující problém, ... ,
3. úlohu obecně vyřešte,
4. do výsledku dosaďte číselné hodnoty, uveďte správné jednotky.

Předběžná verze ze dne 28. dubna 2021. Tahák je bez záruky - kdo najde chybu a upozorní mne na ni dostane malé bezvýznamné plus.