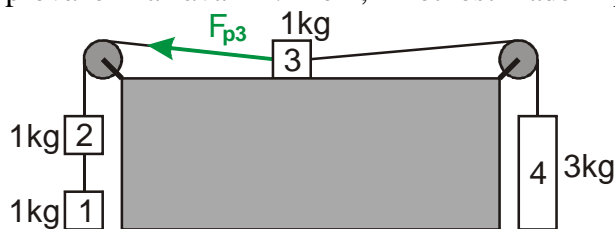


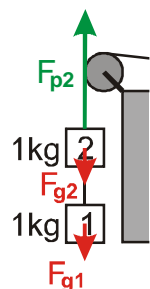
## 1.2.6 2. Newtonův zákon III

**Př. 1:** Urči zrychlení soustavy závaží na obrázku. Urči vyznačenou sílu, kterou působí provázek na závaží 2. Tření, hmotnost kladek i provázku zanedbej.



$$a = \frac{F}{m} = \frac{F_{g4} - F_{g1} - F_{g2}}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4} = \frac{m_4 g - m_1 g - m_2 g}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4} = \frac{3 \cdot 10 - 1 \cdot 10 - 1 \cdot 10}{1 + 1 + 1 + 3} \text{ m/s}^2 = 1,67 \text{ m/s}^2$$

**Výpočet síly  $F_{p3}$ :**



Síla  $F_{p2}$  vyrovnává síly  $F_{g1}$ ,  $F_{g2}$  a urychluje závaží 1 a 2  $\Rightarrow$  platí

$$F_{p2} = F_{g1} + F_{g2} + m_1 a + m_2 a$$

$$F_{p2} = m_1 g + m_2 g + m_1 a + m_2 a = m_1 (a + g) + m_2 (a + g) = (m_1 + m_2)(a + g)$$

$$F_{p2} = (m_1 + m_2)(a + g) = (1 + 1)(10 + 1,67) \text{ N} = 23,34 \text{ N}$$

**Př. 2:** Člověk je schopen při roztačování automobilu vyvinout sílu 250 N. Může touto silou roztačit na vodorovné rovině osobní automobil o hmotnosti 1,6 tuny, pokud se všechny druhy tření působící proti pohybu auta dohromady rovnají 100 N? Jak dlouho by trvalo než by auto roztačil na rychlost 10 km/h? Mohl by tento člověk při působení stejných třecích sil roztačit nákladní automobil o hmotnosti 20 t?

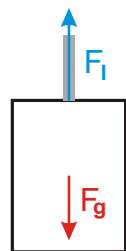
$$F_v = F_c - F_t = 250 - 100 \text{ N} = 150 \text{ N}.$$

$$\text{Dosadíme za zrychlení: } t = \frac{v}{a} = \frac{v}{\frac{F_v}{m}} = \frac{vm}{F_v}$$

$$\text{a) osobní automobil } t = \frac{vm_o}{F_v} = \frac{2,78 \cdot 1600}{150} \text{ s} = 30 \text{ s}$$

$$\text{b) nákladní automobil } t = \frac{vm_n}{F_v} = \frac{2,78 \cdot 20000}{150} \text{ s} = 370 \text{ s} = 6,2 \text{ min}$$

**Př. 3:** Výtahová kabina o hmotnosti 400 kg je tažena výtahovým lanem o nosnosti 15 000 N. S jakým největším zrychlením a jakým směrem může být tažena, aby nebylo překročeno povolené zatížení lana, které je jednou třetinou jeho nosnosti. Při jakém zrychlení by se lano přetrhlo?



Na výtah působí dvě síly: gravitační síla  $F_g$  a síla lana  $F_l$ . Pokud je jedna z těchto sil větší než druhá, působí na výtah nenulová výslednice a výtah zrychluje. Zajímají nás velké hodnoty síly lana, tedy případy, kde bude výtah zrychlovat směrem nahoru.

$$F_l = \frac{F_{\max}}{3} = \frac{15000}{3} \text{ N} = 5000 \text{ N}, \quad a = \frac{F_l - F_g}{m} = \frac{5000 - 4000}{400} \text{ m/s}^2 = 2,5 \text{ m/s}^2.$$

Přetržení lana:  $F_l = F_{\max} = 15000 \text{ N}$ ,  $a = \frac{F_l - F_g}{m} = \frac{15000 - 4000}{400} \text{ m/s}^2 = 27,5 \text{ m/s}^2$ .

**Př. 4:** Automobil narazí v rychlosti 60 km/h do stromu. Během srážky se karosérie zdeformuje a strom do ní pronikne do hloubky 40 cm (na této dráze automobil zastaví). Urči jakou silou musí držet bezpečnostní pásy:

- a) 80 kg těžkého řidiče                      b) 6 kg těžké mimino v sedačce

Velikost síly z 2. Newtonova zákona:  $a = \frac{F}{m} \Rightarrow F = ma$

$$s = \frac{1}{2} a \left( \frac{v}{a} \right)^2 = \frac{1}{2} a \frac{v^2}{a^2} = \frac{v^2}{2a} \qquad a = \frac{v^2}{2s} \qquad F = ma = \frac{mv^2}{2s}$$

a) Dospělý řidič  $m_r = 80 \text{ kg}$ :  $F = \frac{mv^2}{2s} = \frac{80 \cdot 16,7^2}{2 \cdot 0,4} \text{ N} = 28000 \text{ N}$ .

b) Dítě  $m_d = 6 \text{ kg}$ :  $F = \frac{mv^2}{2s} = \frac{6 \cdot 16,7^2}{2 \cdot 0,4} \text{ N} = 2100 \text{ N}$ .

**Dodatek:** Pro srovnání hodnoty při nárazu v rychlosti 90 km/h = 25 m/s :

a) dospělý řidič  $m_r = 80 \text{ kg}$ :  $F = \frac{mv^2}{2s} = \frac{80 \cdot 25^2}{2 \cdot 0,4} \text{ N} = 62500 \text{ N}$

b) dítě  $m_d = 6 \text{ kg}$ :  $F = \frac{mv^2}{2s} = \frac{6 \cdot 25^2}{2 \cdot 0,4} \text{ N} = 4690 \text{ N}$

Z výsledků je zřejmé, že není v lidských silách se při takovém nárazu udržet v sedačce a nepřipásaní pasažéři musí nutně pokračovat v pohybu dopředu a buď narazit na automobil nebo proletět předním sklem ven z auta.

**Př. 5:** Při automobilových závodech formule jedna nejsou nádrže vozů natankované naplno a závodníci musejí během závodu zastavit v boxech, kde jim mechanici palivo doplní (často i dvakrát během jednoho dvouhodinového závodu). Tato strategie je výhodnější než natankovat na začátku plnou nádrž a během závodu netankovat. Vysvětli.

Palivo v nádrži zvětšuje hmotnost vozu a tím zmenšuje zrychlení, kterého může automobil při jízdě dosahovat (lehčí vůz je hbitější).

**Př. 6:** Navrhni způsob, jak určit hmotnost předmětů na oběžné dráze (v beztlákovém stavu).

Hmotnost předmětu jako odpor vůči jeho urychlování však nezmizí  $\Rightarrow$  můžeme sestrojít „setrvačnou“ váhu, která se například snaží předmět roztočit a podle síly, která je nutná k jeho udržení na kruhové dráze, určí jeho hmotnost.