

## 1.5.1 Mechanická práce I

Fyzika je přírodní věda (snaží se být exaktní)  $\Rightarrow$  zavádí práci jako objektivní veličinu  $\Rightarrow$  práce musí být spojená s viditelnou změnou stavu světa.

**Př. 1:** 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.

**Musíme působit silou na určité dráze.**

**Př. 2:** Navrhni vzorec pro výpočet práce.

$$W = Fs. \quad \text{Jednotka 1 Joule} = 1\text{ J} = 1\text{ N} \cdot 1\text{ m}$$

**Př. 3:** Vypočti práci, kterou vykonáš při zvednutí kýble s vodou (hmotnost obojího dohromady je 7 kg) do výšky 75 cm nad zemí.

$$m = 7\text{ kg} \quad h = 75\text{ cm} = 0,75\text{ m} \quad W = ?$$

$$W = Fs \quad \text{dosadíme } F = mg, s = h \quad W = mgh = 7 \cdot 10 \cdot 0,75\text{ J} = 52,5\text{ J}$$

**Př. 4:** Zedník má do třetího patra vynést 20 kg cihel. Cihly buď může vynést najednou nebo nadvakrát. Kdy při tom vykoná menší práci? Proč?

Na první pohled se zdá, že zedník v obou případech vykoná stejnou práci (jednou je dvakrát větší síla, podruhé dráha), ale musíme si uvědomit, že kromě cihel zvedá i sebe  $\Rightarrow$  menší práci vykoná, když ponese cihly najednou. Práce na vynesení cihel bude stejná jako v případě dvou cest, ale práce na vynášení sebe sama bude poloviční.

**Př. 5:** Dělník tlačí po vodorovných kolejičkách vozík o hmotnosti 800 kg. Jakou práci vykoná na dráze 25 m, je-li součinitel tření 0,01?

$$m = 800\text{ kg} \quad s = 25\text{ m} \quad f = 0,01 \quad W = ?$$

$$W = F \cdot s = F_t \cdot s \quad F_t = N \cdot f = F_g \cdot f = mgf$$

$$W = F_t \cdot s = m \cdot g \cdot f \cdot s = 0,01 \cdot 800 \cdot 9,8 \cdot 25 = 1960\text{ J}$$

**Př. 6:** Jakou práci vykonáš při přemístění bedny o hmotnosti 50 kg po podlaze o vzdálenost 5 m. Příklad spočítej dvakrát, jednou zanedbej třecí sílu mezi bednou a podlahou, podruhé počítej s koeficientem tření  $f = 0,5$ .

$$m = 50\text{ kg} \quad s = 5\text{ m} \quad f = 0,5 \quad W_1 = ? \quad W_2 = ?$$

$$\text{a) } W_1 = Fs = 0 \cdot 5\text{ J} = 0\text{ J}$$

$$\text{b) } W_2 = Fs \quad \text{dosadíme: } F = F_t = Nf = mgf$$

$$W_2 = Fs = mgfs \quad W_2 = Fs = mgfs = 50 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot 5\text{ J} = 1250\text{ J}$$

Ještě se zastavíme u příkladů 6 a 5. Na bednu nepůsobí pouze naše síla, kterou ji přesunujeme, působí na ní i další tři síly: gravitační, síla podložky a tření. Konají i tyto síly při posouvání bedny práci? Platí pro ně vzorec  $W = Fs$ ?

- Gravitační síla a síla podložky práci zřejmě nekonají. Působí i na rovnoměrně se kutálející kuličku, při jejímž pohybu se práce nekoná.
- Třecí síla práci zřejmě koná. Kdyby bedna už jela, tření by ji zastavilo, čímž by změnilo stav krabice a vykonalo by práci. Tento druh práce se trochu liší od práce, kterou vykonává člověk při posunutí bedny. Člověk se snažil změnu (přesun bedny) uskutečnit, zatímco tření změně brání.

$\Rightarrow$  Ani pro jednu ze zmiňovaných sil vzorec  $W = Fs$  neplatí  $\Rightarrow$  něco jsme zapomněli.

**Mechanickou práci koná těleso při přesunu jiného tělesa po dráze  $s$  za působení síly  $F$ .**

**Její velikost vyjadřuje vztah  $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$ , kde  $\alpha$  je úhel, který svírá síla se směrem posunutí.**

**Pokud je působící síla rovnoběžná se směrem posunutí, je  $\cos \alpha = 1$  a člen  $\cos \alpha$  můžeme ve vzorci vynechat.**

**Př. 7:** Při přemístění bedny do vzdálenosti 30 m, jsi vykonal práci 2100 J. Jakou silou jsi musel těleso tahat, jestliže síla, kterou jsi bednu táhl:

- měla směr posunutí tělesa
- svírala s posunutím tělesa úhel o velikosti  $\alpha = 30^\circ$  ?

$$s = 30 \text{ m} \quad W = 2100 \text{ J} \quad \alpha_1 = 0^\circ \quad \alpha_2 = 30^\circ \quad F_1 = ? \quad F_2 = ?$$

$$W = F s \cos \alpha \quad F = \frac{W}{s \cos \alpha}$$

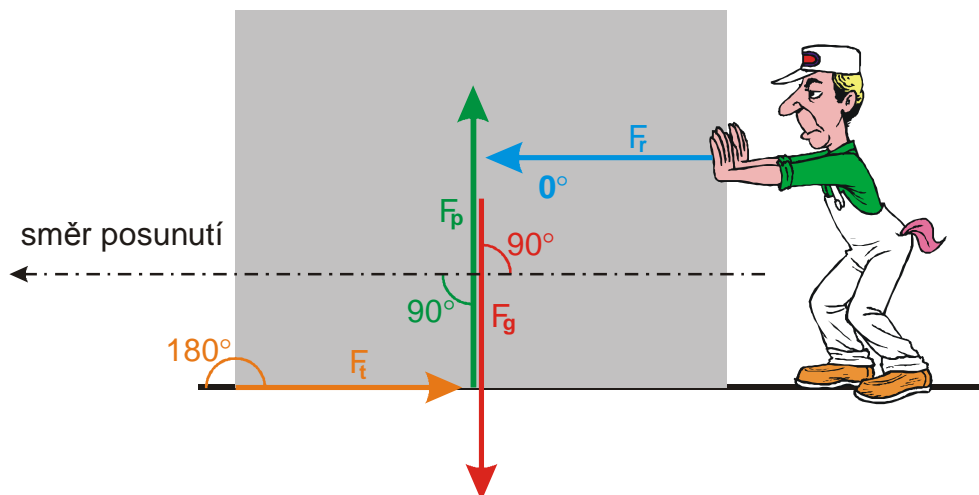
$$\text{a) } F_1 = \frac{W}{s \cos \alpha_1} = \frac{2100}{30 \cdot \cos 0^\circ} \text{ N} = 70 \text{ N} \quad \text{b) } F_2 = \frac{W}{s \cos \alpha_2} = \frac{2100}{30 \cdot \cos 30^\circ} \text{ N} = 80,8 \text{ N}$$

**Př. 8:** Letí na Tebe míč a ty ho chytíš. Jaké je znaménko práce, kterou konal během chytání míč? Jaké je znaménko práce, kterou jsi konal ty?

Během chytání se míč pohybuje ještě směrem k nám.  $\Rightarrow$

- Míč působí silou směrem k nám (ve směru svého posunutí)  $\Rightarrow$  práce konaná míčem je kladná.
- My působíme na míč směrem ode nás (proti pohybu míče)  $\Rightarrow$  práce konaná námi je záporná.

**Př. 9:** Stěhovák tlačí po vodorovné rovině bednu. Na bednu působí tyto síly: stěhovák silou  $F_r$  ve směru pohybu, třecí síla  $F_t$  proti směru pohybu, gravitační síla  $F_g$  svisle dolů a tlaková síla od podložky  $F_p$  svisle nahoru. Jaké je znaménko práce, kterou koná každá z těchto sil?



- Síla rukou  $F_r$  – síla působí ve směru pohybu bedny  $\Rightarrow \alpha = 0^\circ \Rightarrow \cos \alpha = 1 \Rightarrow$  práce konaná stěhovákem má kladné znaménko (je to rozumné, stěhovák způsobuje pohyb, změnu a koná tedy kladnou práci).
- Třecí síla  $F_t$  – síla působí proti směru pohybu bedny  $\Rightarrow \alpha = 180^\circ \Rightarrow \cos \alpha = -1 \Rightarrow$  práce konaná třecí silou má záporné znaménko (je to rozumné, třecí síla se snaží zabránit změně a tedy koná zápornou práci).
- Gravitační síla  $F_g$  – síla působí kolmo na směr pohybu bedny  $\Rightarrow \alpha = 90^\circ \Rightarrow \cos \alpha = 0 \Rightarrow$  práce konaná gravitační silou je nulová.
- Síla podložky  $F_p$  – síla působí kolmo na směr pohybu saní  $\Rightarrow \alpha = 90^\circ \Rightarrow \cos \alpha = 0 \Rightarrow$  práce konaná silou podložky je nulová.