

### 1.5.5 Potenciální energie

**Př. 1:** Představ si, jak Ti na hlavu padají z výšky různé předměty. Najdi veličiny, na kterých závisí velikost potenciální energie těchto předmětů před začátkem pádu, a najdi vzorec pro velikost potenciální energie.

⇒ vzorec  $E_p = mgh$ . . Práce gravitační síly:  $W = Fs = F_g h = mgh = E_p$ .

**Př. 2:** Stavební výtah zvedl do výšky cihly o hmotnosti 150 kg. Cihly tak získaly potenciální energii 10000 J. Do jaké výšky výtah cihly zvedl? Jakou práci výtah při zvedání cihel vykonal?

$$E_p = mgh. \quad h = \frac{E_p}{mg} = \frac{10000}{150 \cdot 10} \text{ m} = 6,7 \text{ m} \quad W = E_p = 10000 \text{ J}$$

**Př. 3:** Ve třídě, jejíž podlaha se nachází 8 m nad zemí, zvedl učitel ze stolu vysokého 80 cm míč o hmotnosti 350 g do výšky 60 cm nad stůl. Urči potenciální energii míče.

Míč by padal na stůl: ⇒  $h = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$        $E_p = mgh = 0,35 \cdot 10 \cdot 0,6 \text{ J} = 2,1 \text{ J}$ .

Míč by padal na podlahu: ⇒  $h = 60 + 80 \text{ cm} = 1,4 \text{ m}$        $E_p = mgh = 0,35 \cdot 10 \cdot 1,4 \text{ J} = 4,9 \text{ J}$ .

Míč by padal na zem: ⇒  $h = 60 + 80 + 800 \text{ cm} = 9,4 \text{ m}$        $E_p = mgh = 0,35 \cdot 10 \cdot 9,4 \text{ J} = 32,9 \text{ J}$ .

Tělesa nacházející se v gravitačním poli mají **potenciální (polohovou) energii**.

Potenciální energie tělesa se vždy vztahuje ke dvěma bodům:

- poloze tělesa,
- místu, kde bychom potenciální energii považovali za nulovou (místo s nulovou hladinou potenciální energie).

Ve výšce  $h$  nad nulovou hladinou potenciální energie je potenciální energie tělesa o hmotnosti  $m$  určena vztahem:  $E_p = mgh$ . Vztah platí pouze, když můžeme zanedbat změny velikosti gravitačního zrychlení (na Zemi v malých vzdálenostech od povrchu).

**Př. 4:** Učebna má strop ve výšce 350 cm. Učitel vysoký 181 cm zvedl do výšky 160 cm nad podlahou třídnici o hmotnosti 150 g. Urči potenciální energii třídnice, pokud se hladina nulové potenciální energie nachází:

- a) na úrovni podlahy,      b) na stole vysokém 75 cm,  
c) ve výšce 181 cm nad podlahou,      d) ve výšce stropu.

Vysvětlí význam znamének u jednotlivých výsledků.

a) Hladina nulové potenciální energie se nachází na úrovni podlahy.

Třídnice je 160 cm **nad** podlahou ⇒  $h = 1,6 \text{ m}$  ⇒  $E_p = mgh = 0,15 \cdot 10 \cdot 1,6 \text{ J} = 2,4 \text{ J}$

b) Hladina nulové potenciální energie se nachází na stole vysokém 75 cm.

Třídnice je 85 cm **nad** stolem ⇒  $h = 0,85 \text{ m}$  ⇒  $E_p = mgh = 0,15 \cdot 10 \cdot 0,85 \text{ J} = 1,3 \text{ J}$

c) Hladina nulové potenciální energie se nachází ve výšce 181 cm nad podlahou.

Třídnice je 21 cm **pod** zadanou výškou ⇒  $h = -0,21 \text{ m}$  ⇒

$$E_p = mgh = 0,15 \cdot 10 \cdot (-0,21) \text{ J} = -0,32 \text{ J}$$

d) Hladina nulové potenciální energie se nachází ve výšce stropu.

Třídnice je 190 cm **pod** stropem ⇒  $h = -1,9 \text{ m}$  ⇒  $E_p = mgh = 0,15 \cdot 10 \cdot (-1,9) \text{ J} = -2,9 \text{ J}$

**Př. 5:** Z výšky 30 cm nad stolem vysokým 75 cm spadne na zem kulička o hmotnosti 100 g. Urči její potenciální energii na počátku a na konci pádu. Urči změnu její potenciální energie během pádu. Za hladinu nulové potenciální energie považuj podlahu.

$$m = 100 \text{ g}, \quad E_{p1} = ?, \quad E_{p2} = ?, \quad \Delta E_p = ?$$

Počáteční potenciální energie:  $\Rightarrow h = 1,05 \text{ m} \Rightarrow E_{p1} = mgh = 0,1 \cdot 10 \cdot 1,05 \text{ J} = 1,05 \text{ J}$ .

Konečná potenciální energie:  $\Rightarrow E_{p2} = 0$ .  $\Delta E_p = E_{p2} - E_{p1} = 0 - 1,05 \text{ J} = -1,05 \text{ J}$

**Př. 6:** Z výšky 30 cm nad stolem vysokým 75 cm spadne na zem kulička o hmotnosti 100 g. Urči její potenciální energii na počátku a na konci pádu. Urči změnu její potenciální energie během pádu. Za hladinu nulové potenciální energie považuj desku stolu.

Počáteční potenciální energie:  $\Rightarrow h = 0,3 \text{ m} \Rightarrow E_{p1} = mgh = 0,1 \cdot 10 \cdot 0,3 \text{ J} = 0,3 \text{ J}$ .

Konečná potenciální energie:  $\Rightarrow h = -0,75 \text{ m} \Rightarrow E_{p2} = mgh = 0,1 \cdot 10 \cdot (-0,75) \text{ J} = -0,75 \text{ J}$ .

$\Delta E_p = E_{p2} - E_{p1} = -0,75 - 0,3 \text{ J} = -1,05 \text{ J}$

**Př. 7:** Když se malé děti učí chodit, velice často padají. Přesto se jim většinou nic vážného nestane a rozhodně nejsou následky jejich pádů tak vážné, jako když spadne při chůzi dospělý člověk. Vysvětli.

$m_d = 12 \text{ kg}$      $h_d = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$      $m_D = 70 \text{ kg}$      $h_D = 90 \text{ cm} = 0,9 \text{ m}$

$E_{pd} = m_d g h_d = 12 \cdot 10 \cdot 0,5 \text{ J} = 60 \text{ J}$      $E_{pD} = m_D g h_D = 70 \cdot 10 \cdot 0,9 = 630 \text{ J}$

**Př. 8:** Basketbalový míč musí podle pravidel splňovat následující podmínku: Pokud řádně nahuštěný míč pustíme volně z výšky 170 cm, sám se odrazí do výšky minimálně 150 cm. Vypočítejte absolutní a procentuální ztrátu mechanické energie míče při skoku. Hmotnost míče o velikosti 7 se může pohybovat v rozmezí 567 – 650 g (pro jednodušší výpočty zvol hmotnost 600 g).

$E_{p1} = mgh_1 = 0,6 \cdot 10 \cdot 1,7 \text{ J} = 10,2 \text{ J}$      $E_{p2} = mgh_2 = 0,6 \cdot 10 \cdot 1,5 \text{ J} = 9 \text{ J}$

$\Delta E_p = E_{p2} - E_{p1} = 9 - 10,2 \text{ J} = -1,2 \text{ J}$

100%    ...    10,2 J

$x\%$     ...    1,2 J     $\frac{x}{100} = \frac{1,2}{10,2} \Rightarrow x = \frac{1,2}{10,2} \cdot 100 = 11,8\%$

Výpočet úbytku potenciální energie si můžeme usnadnit, když posuneme nulovou hladinu potenciální energie do výšky 150 cm. Pro počáteční hodnotu potenciální energie pak platí:  $h_1 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m} \Rightarrow E_{p1} = mgh_1 = 0,6 \cdot 10 \cdot 0,2 \text{ J} = 1,2 \text{ J}$ . Protože konečná hodnota potenciální energie je nulová, ihned vidíme, že platí  $\Delta E_p = E_{p2} - E_{p1} = 0 - 1,2 \text{ J} = -1,2 \text{ J}$ .

**Př. 9:** Těleso o hmotnosti 10 kg je puštěno z výšky 2 m a zaryje se do hloubky 2,3 cm, Vypočítejte průměrný odpor půdy.

$E_p = W$      $mgh = Fs \Rightarrow F = \frac{mgh}{s}$      $F = \frac{mgh}{s} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 2}{0,023} = 8700 \text{ N}$

**Př. 10:** Při skocích do vody z výšky  $h$  m pronikne skokan rukama do hloubky 2 m. Do jaké hloubky proniknou jeho ruce, když bude skákat z dvojnásobné výšky? Odpor vzduchu zanedbej a předpokládej, že odpor vody bude v obou případech stejný.

$E_p = W \Rightarrow mgh_1 = Fx_1 \Rightarrow \frac{h_1}{x_1} = \frac{F}{mg}$      $E_p = W \Rightarrow mgh_2 = Fx_2 \Rightarrow \frac{h_2}{x_2} = \frac{F}{mg}$

$\frac{h_1}{x_1} = \frac{h_2}{x_2} \Rightarrow x_2 = \frac{h_2}{h_1} x_1$      $x_2 = \frac{h_2}{h_1} x_1 = \frac{2h_1}{h_1} 2 \text{ m} = 4 \text{ m}$

**Př. 11:** Jaká bude opravdová hloubka, do které proniknou skokanovi ruce ve skutečnosti v porovnání s výsledkem vypočteným v předchozím příkladě.