

Práce



O práci v našem životě často hovoříme nebo ji vykonáváme. Ve fyzice jde však o název další fyzikální veličiny, kterou poznáme a naučíme se s ní pracovat.

- Rozhodněte, kdo na úvodním obrázku vykonává nějakou práci.
- Vykonal(a) práci žák(yně) zobrazený(á) na dalších fotografiích?

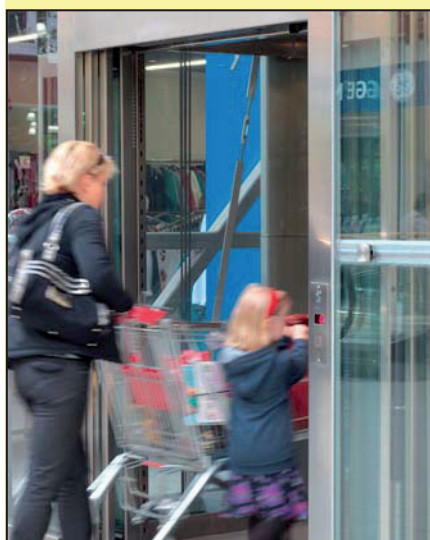
Je téměř jisté, že motor výtahu v obchodním centru vykonává práci, zvedá-li kabinu se zákazníky do vyššího patra.

Zaměříme svoji pozornost na situace, kdy dochází k přemístění určitého tělesa - činka je vyzvednuta nad hlavu, vozík převezen do vzdálenosti několika metrů, kabina výtahu vyjede do vyššího patra. Podobných příkladů najdeme kolem sebe denně velmi mnoho, jmenujte další.

Co mají všechny společného?

- Na přemísťované těleso působí vždy určitá **síla**.
- Těleso se přemístí, tedy urazí určitou **dráhu**.

Působíme-li na těleso silou F a přemístíme ho tak po dráze s , vykonáme mechanickou práci W .



Výpočet práce

Fyzikální veličina práce – značka W (viz Tab.)

Př. 1 Chlapec zvedne činku o hmotnosti 1 kg - působí na ni silou $F = 10$ N.

- Zvedne-li činku, která váží 2 kg, působí silou $F = 20$ N.
- Při zvedání činky vážící 10 kg působí už silou $F = 100$ N.

Dráha zvedání je ve všech třech případech stejná.

- Snadno rozhodnete, že vykonaná práce je v uvedených situacích rozdílná. Největší bude v posledním případě, protože působící síla F je největší.

Př. 2 Dívka na obrázku vyzvedne těleso o hmotnosti 5 kg, např. cihlu, ze země na židli, v druhém případě na stůl a nakonec ze země na skříň.

Vždy působí silou $F = 50$ N (hmotnost cihly se nemění).

Nejdříve přemístí cihlu po dráze $s = 0,4$ m, v druhém případě je dráha $s = 1$ m, při dalším zvedání naměříme dráhu $s = 2$ m.

Největší práci vykoná dívka ve třetí situaci, protože působí silou po nejdelší dráze s , síla F se prakticky nemění.

? Z obou příkladů vyplývá, že velikost vykonané práce W je úměrná velikosti působící síly F a délce dráhy s , po které tato síla působí.

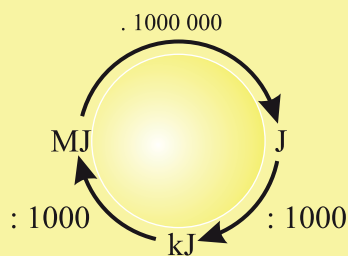
$$\text{práce} = \text{síla} \cdot \text{dráha}$$

stručný zápis: $W = F \cdot s$

Působíme-li silou $F = 1$ N po dráze stejného směru $s = 1$ m, vykonáme práci o velikosti jedné základní jednotky. Ta se jmenuje **1 joule - 1 J**.

Další jednotky: 1 kJ - 1 kilojoule
1 MJ - 1 megajoule
1 GJ - 1 gigajoule

1 mJ - 1 milijoule



James Prescott Joule (1818-1889)

Př. 3 Vypočítejte práci spojenou se zvednutím činky o hmotnosti 10 kg do výšky 210 cm.

Řešení:

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$F = 100 \text{ N}$$

$$s = h = 210 \text{ cm} = 2,1 \text{ m}$$

$$W = ? \text{ J}$$

$$W = F \cdot s$$

$$W = (100 \cdot 2,1) \text{ J}$$

$$W = 210 \text{ J}$$

$$W \doteq 200 \text{ J} = 0,2 \text{ kJ}$$

Zvedneme-li činku nad hlavu, vykonáme práci přibližně 200 J, tj. 0,2 kJ.

U1 Vypočítejte vykonanou práci v dalších případech popsaných v Př. 1 a 2.

Souhlasí výsledky s naší úvahou?

U2 Jak velkou práci vykoná chlapec na obrázku? Knihy, které drží přibližně ve výši 70 cm nad zemí, mají hmotnost zhruba 8 kg.

U3 Na lyžařském vleku je lyžař tažen silou asi 60 N šikmo vzhůru (viz obr.). Vlek je dlouhý 800 m. Výpočet vykonané práce nebudeme provádět podle výše uvedeného vzorce. Proč?

Obrázek i odůvodnění odpovědi proveď do sešitu.

U4 Hanka a Honza navštěvují 8. A třídu, učebnu mají ve druhém poschodí školy, kam vede celkem 32 schodů, každý má výšku 18 cm. Vypočítejte práci spojenou s vystoupaním do druhého poschodí pro Hanku (i se školní brašnou má hmotnost 68 kg) a pro Honzu (jeho celková hmotnost je 84 kg).

U5 Ocelovou kuličku na vodorovném stole „přitáhne“ magnet magnetickou silou na vzdálenost 15 cm. Kdo nebo co vykoná v daném případě práci?

Převedte na základní jednotky:

$$2,5 \text{ kN} = \quad 4,7 \text{ km} =$$

$$0,75 \text{ kJ} = \quad 0,05 \text{ MJ} =$$

$$5,5 \text{ cm} = \quad 85 \text{ kN} =$$

$$0,04 \text{ GJ} =$$



Mechanická práce a jednoduché stroje

Lidé často používají při vykonávání práce vhodné nástroje nebo zařízení. Vykonání práce je pak snazší. Mezi tato zařízení patří i tzv. jednoduché stroje, např. páka, kladka nebo kladkostroj.

? Jak se změní vykonaná práce, zvedneme-li těleso místo rukama pomocí kladky nebo páky do stejné výšky?

Př. 1 Zvedané těleso má hmotnost 20 kg a vyzvedneme je do výše 1,2 m.

a) Použijeme kladku pevnou, viz obr. vpravo:

$$G = F = 200 \text{ N} \qquad W_1 = F \cdot s_F$$

$$s_F = h = 1,2 \text{ m} \qquad W_1 = (200 \cdot 1,2) \text{ J}$$

$$\underline{W_1 = ? \text{ J}} \qquad \underline{W_1 = 240 \text{ J}}$$

Vykonaná práce pomocí pevné kladky je 240 J.

b) Použijeme kladku volnou:

$$G = 200 \text{ N} \qquad W_2 = F \cdot s_F$$

$$F = 100 \text{ N} \qquad W_2 = (100 \cdot 2,4) \text{ J}$$

$$h = 1,2 \text{ m} \qquad W_2 = 240 \text{ J}$$

$$s_F = 2,4 \text{ m}$$

$$\underline{W_2 = ? \text{ J}}$$

Vykonaná práce pomocí kladky volné je 240 J.

Poznámka: Na volném konci lana jsme působili dvakrát menší silou, ale po dráze dvakrát delší (části lana 1 a 2 se obě musí zkrátit o 1,2 m).

c) Použijeme kladkostroj o 4 kladkách:

$$G = 200 \text{ N} \qquad W_3 = F \cdot s_F$$

$$F = 50 \text{ N} \qquad W_3 = (50 \cdot 4,8) \text{ J}$$

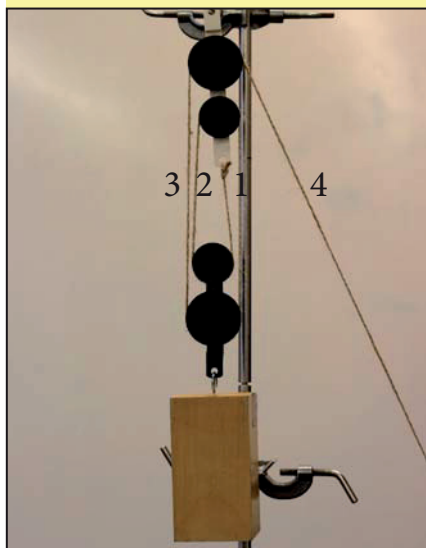
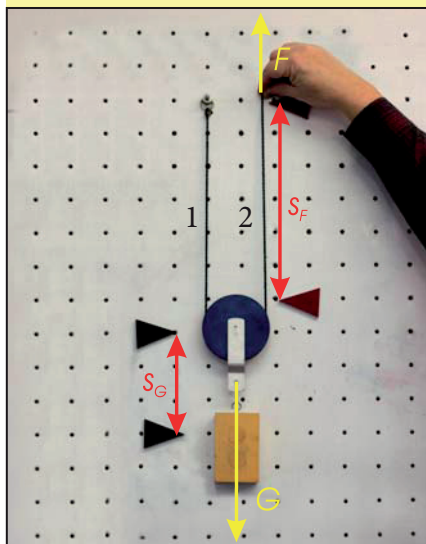
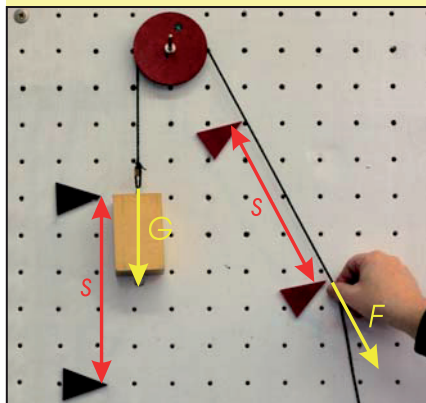
$$h = 1,2 \text{ m} \qquad W_3 = 240 \text{ J}$$

$$s_F = 4,8 \text{ m}$$

$$\underline{W_3 = ? \text{ J}}$$

Práce vykonaná pomocí kladkostroje je také 240 J.

Závěr: Použitím kladek nebo kladkostroje ke zvedání těles práci neušetříme, ale usnadníme si její vykonávání, neboť působíme menší silou.



U1 Při opravě domu se dopraví pomocí výtahu na lešení do výšky 4,5 m 30 cihel (po 5 kg) a nádoba s maltou (25 kg). Klec výtahu váží 85 kg.

- Určete práci potřebnou k vyzvednutí nákladu.
- Vypočítejte práci, kterou vykoná motor výtahu.
- Jakou silou je zvedána klec s nákladem?

Př. 2 Naložení tělesa pomocí nakloněné roviny – viz foto.

Těleso o hmotnosti 100 kg vysuneme po nakloněné desce, tj. nakloněné rovině, na horní plochu do výšky 80 cm. Je třeba působit silou přibližně 400 N po celé délce nakloněné roviny, tj. 2,4 m.

$$G = 1000 \text{ N}$$

$$h = 0,8 \text{ m}$$

$$F = 400 \text{ N}$$

$$s = 2,4 \text{ m}$$

$$W_1 = ? \text{ J}$$

$$W_1 = F \cdot s$$

$$W_1 = (400 \cdot 2,4) \text{ J}$$

$$W_1 = 960 \text{ J}$$

K naložení břemena pomocí nakloněné roviny je potřeba vykonat práci 960 J.

Při nakládání bez nakloněné roviny vypočítáte potřebnou práci: $W_2 = (1\,000 \cdot 0,8) \text{ J}$, tj. 800 J.

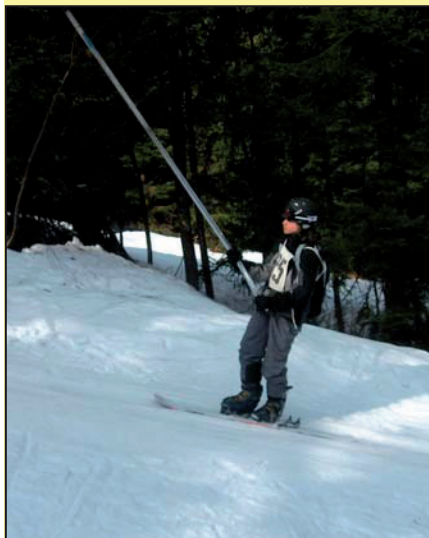
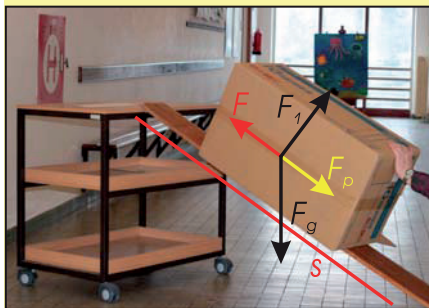
Opět práci neušetříme, ale usnadníme. Práce W_1 je o něco větší, než bychom čekali, musíme totiž překonávat i tření při pohybu po nakloněné rovině.

U2 Lyžařský vlek vyveze lyžaře o hmotnosti 85 kg (včetně výstroje) na horní stanici. Její nadmořská výška je oproti dolní stanici vleku o 340 m větší. Jaká práce je spojena s dopravou lyžaře nahoru?

Poznámka: Svah je vlastně nakloněná rovina. I když neznáte tahovou sílu vleku, práci spojenou s potřebným vyzvednutím lyžaře vypočítáte.



Výkon motoru	1200 W
Max. nosnost	250 kg
Rychlost zdvihu	12 m/min
Délka lana	21 m



Výkon

Také slovo výkon má v běžné řeči široký a nejednoznačný význam. Ve fyzice však označuje přesně definovanou fyzikální veličinu se značkou P - viz TAB.

Př. 1 Anička váží 45 kg a bydlí ve 3. poschodí obytného domu. Pěšky vyjde po schodech z přízemí domů, tj. do výšky přibližně 8,5 m, za 50 s. Výtahem jí to trvá asi 30 s.

a) Anička jde pěšky a vykoná práci W_1 :

$$\begin{array}{ll} m = 45 \text{ kg} & W_1 = F \cdot h \\ F = 450 \text{ N} & W_1 = (450 \cdot 8,5) \text{ J} \\ s = h = 8,5 \text{ m} & W_1 = 3\,825 \text{ J} \\ \underline{W_1 = ? \text{ J}} & \end{array}$$

b) Anička jede výtahem, užitečná práce spojená s „vzvednutím“ Aničky do 3. poschodí W_2 je prakticky stejná jako práce W_1 (neuvažujeme práci spojenou se zvedáním kabiny atp.):

$$W_2 = 3\,825 \text{ J}$$

Užitečná práce vykonaná za 1 sekundu:

$$\text{Anička pěšky} \dots 3825 : 50 = 77 \text{ J za } 1 \text{ s}$$

$$\text{motor výtahu} \dots 3825 : 30 = 128 \text{ J za } 1 \text{ s.}$$

Užitečný výkon motoru výtahu, tj. práce vykonaná za jednotku času, je větší.

$$\text{Výpočet výkonu:} \quad P = W : t \quad P = W/t$$

Výkon je ovlivněn nejen velikostí vykonané práce, ale i dobou, za kterou byla práce vykonána.

Základní jednotka výkonu 1 J/s (joule za sekundu) má označení 1 W - 1 watt.

Další jednotky výkonu: 1 kW - kilowatt

1 MW - megawatt

1 GW - gigawatt atd.

Jednotka watt představuje poměrně malý výkon, menší jednotky nebudeme prakticky ve škole používat.

