

Pedagogická poznámka: Působení síly navrhnu všichni hned, s posunutím je trochu problém, ale při porovnávání bodů, ve kterých se práce koná, s body, ve kterých se práce nekoná, ho žáci odhalí.

Př. 3: Olda vynesl do třetího patra dvakrát větší hmotnost, než vynesl do prvního patra Aleš. Kdo vykonal větší práci? Kolikrát?

Větší práci vykonal Olda. Jeho práce byla šestkrát větší.

Aby Aleš vykonal stejnou práci, musel by vynést do prvního patra ještě jednou tak velkou hmotnost (dvakrát větší práce) a všechny, co by měl v prvním patře by ještě musel vynést do druhého a pak do třetího patra (třikrát více) \Rightarrow musel by vykonat šestkrát větší práci.

Př. 4: Navrhni postup, jak spočítat velikost práce (práci označujeme písmenkem W).

Práce závisí na:

- velikostí síly (větší síla, větší práce),
- velikostí posunutí (větší posunutí, větší práce),

$$\Rightarrow W = F_s$$

Pedagogická poznámka: Dá se očekávat, že žáci nebudou mít jasno v tom, jakým písmenem značit posunutí, proto sám připomínám, že jde o dráhu a používá se písmenko s .

Ke konání práce ve fyzikálním smyslu slova dochází pokud síla působí ve směru posunutí, velikost práce je dána vzorcem $W = F_s \cdot s$. Jednotkou je 1 J [Joule].

Př. 5: Jana musí zvedat svůj školní batoh silou 58 N. Jak velkou práci vykoná, jestliže ho zvedne ze země na lavici ve výšce 0,8 m?

$$W = F_s = 58 \cdot 0,8 \text{ J} = 46,4 \text{ J}$$

Jana vykoná při zvednutí batohu na lavici práci 46 J.

Př. 6: Traktor táhne pluh silou 9000 N. Jak velkou práci traktor vykoná, pokud během orání pole ujede 4,5 km?

$$W = F_s = 9000 \cdot 4500 \text{ J} = 40\,500\,000 \text{ J} = 40,5 \text{ MJ}$$

Traktor při orání pole vykoná práci 40,5 MJ.

Př. 7: Vypočti, jakou práci musíš vykonat, když ráno vyjdeš ze šatny do učebny fyziky. Pohyb po vodorovné rovině zanedbej a uvažuj je výstup do výšky. Jedno patro v budově gymnázia je vysoké 4,5 m.

Potřebujeme znát sílu, kterou musí působit naše svaly, při chůzi nahoru (uvažujeme pouze svislou vzdálenost): síla musí vyrovnat působení gravitační síly $\Rightarrow m = 85 \text{ kg}$ (hmotnost + 5 kg hmotnost tašky)

$$F = F_g = 85 \cdot 10 \text{ N} = 850 \text{ N}$$

$$W = F_s = 850 \cdot 9 \text{ J} = 7650 \text{ J}$$

Žák o hmotnosti 80 kg s batohem o hmotnosti 5 kg vykoná při výstupu z šatny do učebny práci 7650 J.

Př. 8: Dřevěný kvádr má hmotnost 220 g a k tomu, abychom ho rovnoměrně táhli po stole je potřeba síla 9 N. Jak velkou práci vykonáme, když ho přetáhneme přes celou katedru (z jednoho konce na druhý)?

Hmotnost kvádrů nás nezajímá (o velikosti práce rozhoduje velikost síly, kterou táheme), délka katedry je 4,5 m.

$$W = Fs = 9 \cdot 4,5 \text{ J} = 40,5 \text{ J}$$

Přetažením kvádrů přes celou katedru vykonáme práci 40,5 J.

Př. 9: Během policejní akce bylo nutné přečerpát 1500 hl lihu z podzemního zásobníku do policejních cisteren. Jakou práci čerpadlo vykonalo, pokud se líh čerpal do výšky 7 m?

Čerpadlo muselo zvednout do výšky 7 m postupně 1500 hl lihu (neznáme hmotnost) \Rightarrow nejdříve musíme určit hmotnost lihu.

$$1500 \text{ hl} = 150\,000 \text{ l} = 150\,000 \text{ dm}^3 = 150 \text{ m}^3$$

$$\text{Hustota lihu: } \rho = 790 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad | \cdot V$$

$$m = V\rho = 150 \cdot 790 \text{ kg} = 118\,500 \text{ kg} \doteq 120\,000 \text{ kg}$$

$$F = F_g = 120\,000 \cdot 10 \text{ N} = 1\,200\,000 \text{ N}$$

$$W = Fs = 1\,200\,000 \cdot 7 \text{ J} = 8\,400\,000 \text{ J} = 8,4 \text{ MJ}$$

Čerpadlo vykonalo práci 8,4 MJ.

Př. 10: Během chůze člověk neustále trochu zvedá své těžiště a opět ho nechává klesat. Tím musí vykonávat práci, která při chůzi po rovině představuje asi jednu patnáctinu práce, kterou bychom potřebovali pro vystoupení o stejnou vzdálenost kolmo vzhůru (například při lezení po žebříku). Vypočti, jakou práci vykonáš pokud ujdeš 5 km.

Spočtu práci, jakou bych vykonal, kdybych o stejnou vzdálenost vystoupal nahoru a pak výsledek vydělím 15 (mohl bych 15 vydělit i některé z čísel, která násobím při výpočtu práce).

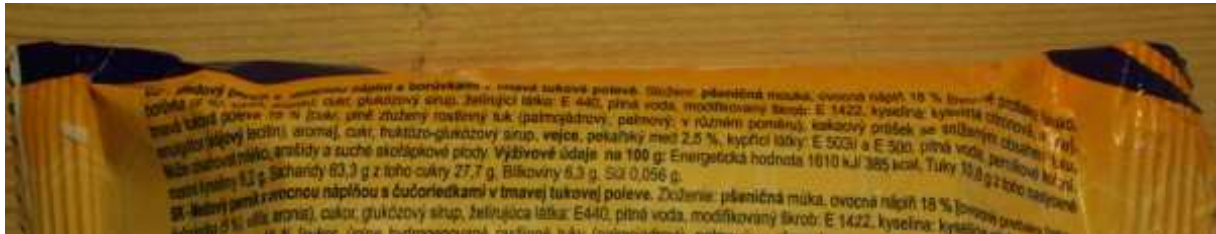
$$F = F_g = 80 \cdot 10 \text{ N} = 800 \text{ N}$$

$$\text{Práce při kolmém stoupaní: } W = Fs = 800 \cdot 5000 \text{ J} = 4\,000\,000 \text{ J} = 4 \text{ MJ}$$

$$\text{Práce při vodorovné chůzi: } W_2 = \frac{W}{15} = \frac{4\,000\,000}{15} \text{ J} \doteq 270\,000 \text{ J}$$

Při chůzi po vodorovné rovině vykoná člověk o hmotnosti 80 kg práci přibližně 270 000 J.

Př. 11: Na fotografii jsou údaje z obalu perníku o hmotnosti 60 g. Jaká energie je obsažena v jednom balení? Kolik jouů představuje další používaná jednotka pro energii kcal (kilokalorie)? Jak velkou vzdálenost kolmo vzhůru bys mohl vylézt než bys spotřebovat energii obsaženou v jednom perníku? Jak daleko bys mohl dojít po rovině?



100 g ... 1 610 kJ
60 g ... x

$$\frac{x}{60} = \frac{1610}{100} \quad / \cdot 60$$

$$x = \frac{1610}{100} \cdot 60 \text{ kJ} = 966 \text{ kJ}$$

Jeden perník obsahuje 966 kJ energie.

1610 kJ ... 385 kcal
x kJ ... 1 kcal

$$\frac{x}{1} = \frac{1610}{385} = 4,18 \text{ kJ} = 4180 \text{ J}$$

1 kcal (kilokalorie) představuje energii 4180 J.

Práce na výstup o 1 m: $W = Fs = 800 \cdot 1 \text{ J} = 800 \text{ J}$

800 J ... 1 m
966 000 J ... x

$$\frac{x}{966000} = \frac{1}{800} \quad / \cdot 966\,000$$

$$x = \frac{966\,000}{800} \text{ m} = 1207 \text{ m}$$

Energie obsažená v jednom perníku by umožňovala vylézt kolmo vzhůru do 1207 m.

Na chůzi o 1 m po rovině je třeba energie 15 menší \Rightarrow energie perníku vydrží na 15krát větší vzdálenost: $1207 \cdot 15 \text{ m} = 18\,105 \text{ m} \doteq 18\,000 \text{ m} = 18 \text{ km}$.

Energie obsažená v jednom perníku by umožňovala ujít po vodorovné rovině vzdálenost 18 km.

Shrnutí: Ke konání práce ve fyzikálním smyslu slova dochází, pokud síla působí ve směru posunutí, velikost práce je dána vzorcem $W = Fs$. Jednotkou je 1 J [Joule].