

3.1.1 Práce

Předpoklady: síla

Pomůcky: kulička, křídly

Př. 1: Co si představuješ pod slovem práce? Jak se pozná, jestli někdo pracuje a někdo ne? Jak by se dala práce měřit?

Práce je činnost, která vede k tomu, že se něco udělá, že bude vidět nějaký výsledek. Když někdo pracuje, tak za ním zůstane něco udělaného. Práci bychom mohli měřit tím, kolik udělaného výsledku při ní vzniklo. (Ale jak přepočítávat tak různé výsledky jako napsanou knížku a složené uhlí?)

Pedagogická poznámka: Diskuse byla oproti předpokladům vcelku přímočará a rychle vyústila v to, že práce by měla mít nějaký objektivní výsledek.

Př. 2: Rozhodni, zda se v následujících situacích koná práce.

- | | |
|----------------------------------|---|
| a) Zvedáme batoh. | b) Tlačíme skříň. |
| c) Na stole je položený monitor. | d) Stojíme s taškou na zádech. |
| e) Lokomotiva táhne vlak. | f) Kutálející se míček poráží věž z kříd. |
- K čemu musí v každé situaci dojít (co v ní musíme nalézt), abychom mohli konstatovat, že se konala práce?

a) Zvedáme batoh.

Konáme práci, batoh bude jinde než na začátku zvedání.

b) Tlačíme skříň.

Konáme práci, přemístíme skříň.

c) Na stole je položený monitor.

Práce se nekoná, monitor je pořád na stejném místě, stůl se neunaví.

d) Stojíme s taškou na zádech.

Práce se nekoná. Při stání se sice unavíme, ale kdyby taška vysela na věšáku, tak by se práce nekonala a naše rozlišení nemůže záviset na tom, zda tašku drží věšák nebo člověk.

e) Lokomotiva táhne vlak.

Práce se koná, lokomotiva přemísťuje vlak na jiné místo.

f) Kutálející se míček poráží věž z kříd.

Práce koná, věž se rozbije.

Práce se koná, když:

- působící síla (všechny případy),
- je příčinou posunutí (všechny případy, kdy se konala práce, právě posunutí chybělo u bodů, ve kterých se nekonala práce c) a d) .

Pedagogická poznámka: Působení síly navrhnou 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),
- velikosti posunutí (větší posunutí, větší práce),

$$\Rightarrow W = Fs$$

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 $W = Fs$. 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?

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

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?

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

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)

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

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

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 na policejních cisternách. 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).

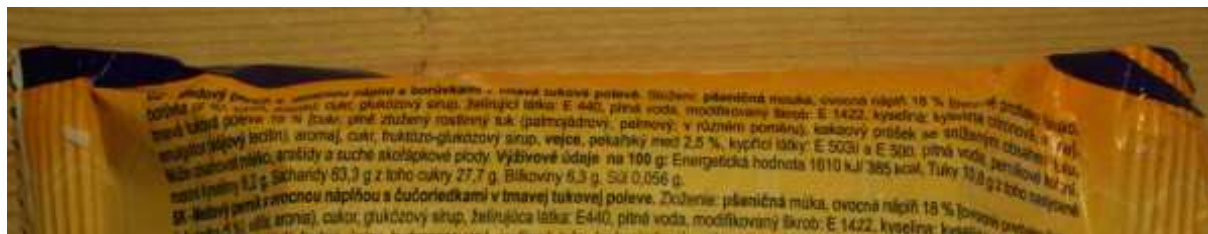
$$F = F_g = 80 \cdot 10 \text{ N} = 800 \text{ N}$$

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

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

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 joulů 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

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

$$x = \frac{966000}{800} \text{ m} = 1207 \text{ m}$$

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

Na chůzi o 1 m po rovině je třeba energie 15 menší $\Rightarrow$ energie perníku vydrží na 15 krát větší vzdálenost: $1207 \cdot 15 \text{ m} = 18105 \text{ m} \approx 18000 \text{ m} = 18 \text{ km}$.

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].