

Nalogi iz računanja dela, ki ga opravijo sile, 1. letnik gimnazije

Če je kakšna računaska ali druga napaka pri rešitvah, prosim, sporočite jo na elektronski naslov

info@fizika.si

1. S pomočjo škripca dvigne delavec zaboj z maso 80 kg s tal do 25 m visokega gradbenega odra. Dviganje traja 1,25 minute. Koliko dela opravi delavec in kolikšna je pri tem njegova moč? [20 kJ, 267 W]

Kaj moramo poznati?

- 1) Delo sile \vec{F} na poti x , če sila \vec{F} deluje v smeri premika x , je enako

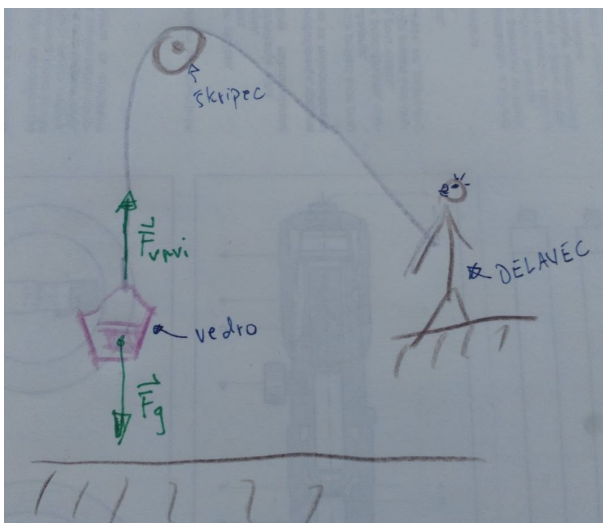
$$A = |\vec{F}| x = F x.$$

- 2) Moč s katero sila \vec{F} opravi neko delo, je enaka

$$P = \frac{A}{t}.$$

- 3) In še ponovitev 1. Newtonovega zakona: Če se telo enakomerno giblje, je vsota sil nanj enaka nič.

Šele, ko poznamo te tri definicije oz. zakone, se lahko lotimo naloge.



Vedro dvigamo tako, da ga navzgor vlečemo z nasprotno enako silo (predpostavimo - saj nič drugače ne piše v navodilu - da vedro dvigujemo tako, da se giblje enakomerno. Pri tej predpostavki smo uporabili 1. Newtonov zakon) kot je sila teže F_g . Torej je sila vrvi po velikosti enaka

$$F_{vrvi} = m g = 80 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 800 \text{ N}$$

in deluje v navpični smeri. (Na podlagi rešitev sklepam, da so za težni pospešek vzeli vrednost 10 m/s^2 .)

Sila vrvi deluje v smeri gibanja (to je dvigovanja) vedra. Delo sile vrvi (to delo dejansko opravlja delavec) je enako

$$A = F_{vrvi} x = 800 \text{ N} \cdot 25 \text{ m} = 20 \text{ kJ}.$$

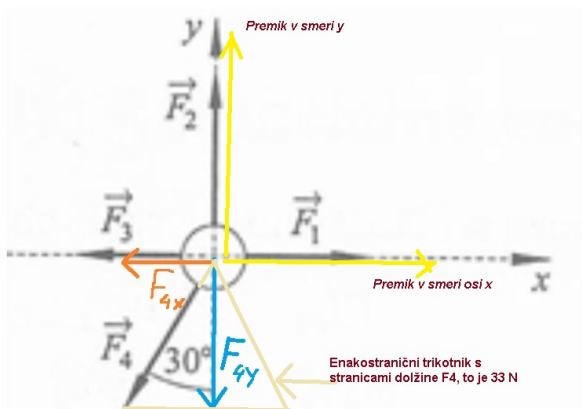
Nazadnje izračunajmo še moč te sile:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{20 \cdot 10^3 \text{ J}}{1,25 \cdot 60 \text{ s}} = 267 \text{ W}.$$

2. Na telo delujejo štiri sile z velikostmi $F_1 = 20 \text{ N}$, $F_2 = 50 \text{ N}$, $F_3 = 12 \text{ N}$ in $F_4 = 33 \text{ N}$ v smereh, ki jih kaže desna slika.

a) Kolikšno je skupno delo vseh sil na poti dolgi $2,3 \text{ m}$ v smeri osi y ? [49 J]

b) Kolikšno je skupno delo vseh sil na enako dolgi poti v smeri osi x ? [- 20 J]



Kaj moramo poznati?

1) Delo sile \vec{F} na poti x , če sila \vec{F} deluje v smeri premika x , je enako

$$A = |\vec{F}| x = F x.$$

Delo je v tem primeru pozitivno.

2) Delo sile \vec{F} na poti x , če sila \vec{F} deluje v nasprotni smeri premika x , je enako

$$A = -|\vec{F}| x = -F x.$$

Delo je negativno.

3) Če sila \vec{F} deluje v poljubni smeri glede na premik x , jo moramo razstaviti na komponento v smeri premika in komponento v smeri pravokotno na premik. K delu sile prispeva le komponenta F_x , to je v smeri premika:

$$A = F_x x.$$

Če komponenta F_x kaže v nasprotni smeri premika, je delo negativno $A = -F_x x$.

(Opomba: Vse kar je naštetu pod točkami 1) do 3) lahko na kratko napišemo kot skalarni produkt $A = \vec{F} \cdot \vec{\Delta r}$, a verjetno v prvem letniku gimnazije še ne poznate skalarnega produkta.)

Primer a), ko telo premikamo v smeri osi y za premik $y = 2,3 \text{ m}$.

Sili \vec{F}_1 in \vec{F}_3 sta pravokotni na tak premik. Njuni komponenti v smeri premika sta torej enaki nič. To pomeni, da ne opravita dela, ko telo premaknemo v smeri osi y . Skratka $A_1 = A_3 = 0$.

Sila \vec{F}_2 kaže v smeri osi y , to je v smeri premika. Zato je njeno delo enako

$$A_2 = F_2 y = 50 \text{ N} \cdot 2,3 \text{ m} = 115 \text{ J}.$$

Sila \vec{F}_4 deluje postrani glede na os y . Njena komponenta v smeri osi y je F_{4y} (modro na sliki) in znaša (upoštevali smo, da je komponenta F_{4y} višina enakostraničnega trikotnika s stranico dolgo F_4 .)

$$F_{4y} = F_4 \frac{\sqrt{3}}{2} = 33 \text{ N} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 28,6 \text{ N}.$$

(Opomba: Komponento lahko izračunamo tudi kot $F_4 \cos 30^\circ = 28,6 \text{ N}$, a nisem prepričan ali že poznate kotne funkcije).

Delo sile \vec{F}_4 je torej delo komponente F_{4y} , ki pa kaže v nasprotni smeri premika:

$$A_4 = -28,6 \text{ N} \cdot 2,3 \text{ m} = -65,7 \text{ N}.$$

Skupno delo pri premiku v smeri osi y za $2,3 \text{ m}$ je torej

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = 0 + 115 \text{ N} + 0 + (-65,7 \text{ N}) = 49,3 \text{ N}.$$

Primer b), ko telo premikamo v smeri osi x za $x = 2,3 \text{ m}$.

Delo sile \vec{F}_1 (sila deluje v smeri premika) je

$$A_1 = F_1 x = 20 \text{ N} \cdot 2,3 \text{ m} = 46 \text{ J}.$$

Delo sile \vec{F}_2 je enako nič, ker je sila pravokotna na premik:

$$A_2 = 0.$$

Sila \vec{F}_3 deluje v nasprotni smeri premika x , zato je njeno delo negativno:

$$A_3 = -F_3 x = -12 \text{ N} \cdot 2,3 \text{ m} = -27,6 \text{ J}.$$

Sila \vec{F}_4 ne kaže natanko v smeri osi x ali nasprotni smeri. Pri računu dela, ki ga ta sila opravlja, moramo upoštevati njeno komponento v smeri osi x . Na sliki je narisana z oranžno. Na sliki prepoznamo, da je dolžina te komponente ravno polovica dolžine stranice enakostraničnega trikotnika, ki bi ga sestavili iz stranic z dolžino sile F_4 . Torej je komponenta $F_{4x} = 33 \text{ N}/2 = 16,5 \text{ N}$. Delo sile \vec{F}_4 je negativno, ker komponenta F_{4x} kaže v nasprotni smeri premika:

$$A_4 = -F_{4x} x = -16,5 \text{ N} \cdot 2,3 \text{ m} = -38,0 \text{ J}.$$

Končno: skupno delo vseh štirih sil pri premiku telesa v smeri osi x za $2,3 \text{ m}$ je enako:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = 46 \text{ J} + 0 + (-27,6 \text{ N}) + (-38,0 \text{ J}) = -19,6 \text{ N}.$$