

MEHANIČKI RAD

OZNAKA – **A**

JEDINICA **J** – Džul

Rad je jednak 1 J kada pod dejstvom sile od 1 N telo pređe put od 1 m.



MEHANIČKI RAD



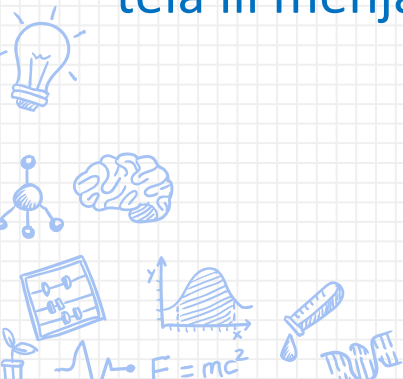
Da bi se vršio mehanički rad, potrebno je da budu ispunjena dva uslova:

- 1) da deluje sila,
- 2) da se telo kreće pod dejstvom te sile.



Pod pojmom „mehanički rad” ne podrazumeva se samo pokretanje tela sa jednog mesta na drugo, već i promena njegovog oblika.

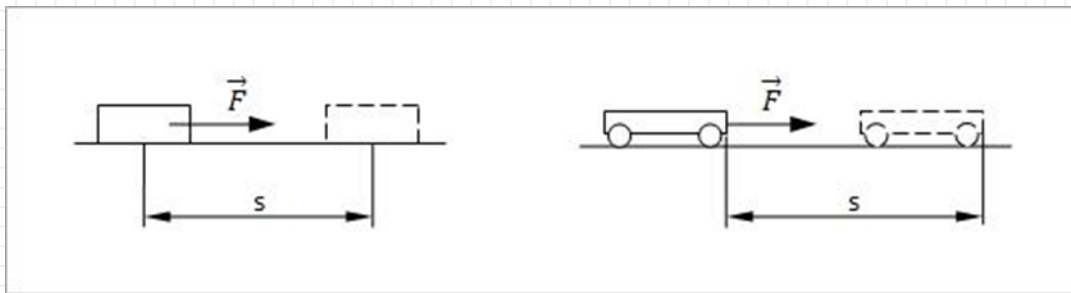
Sila vrši mehanički rad kada pokreće telo, menja brzinu kretanja tela ili menja njegov oblik (deformiše telo).



Mehanički rad je savladavanje svih otpora na nekom putu. Veličina mehaničkog rada koji vrši neka sila je upravo srazmerna intenzitetu sile i dužini puta koju je telo prešlo pod dejstvom te sile, ako se pomeranje vrši u smeru delovanja sile.

Rad stalne sile paralelne sa putem se izračunava po formuli

$$A = F \cdot s$$



Jedinica za rad $J = N \cdot m$

Ako na telo stalno deluje sila intenziteta 1N, onda ona na putu od 1m (koji je u pravcu dejstva sile) izvrši rad od 1J.

JEDINICA **W** - Vat

X Brzina vršenja rada.

-
- A man in a red and black jacket is operating a yellow pallet jack to move a pallet of wooden crates from the back of a truck. The truck is parked on a street, and a white car is visible in the background. The image is watermarked with 'www.kombi011.com'.

SNAGA

Ako se rad vrši pod dejstvom konstantne sile, snaga se izračunava po formuli

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



A scenic view of a traditional wooden watermill in a lush green landscape. The watermill is constructed from dark wood and is situated on a small stream. Water is flowing over the mill's wheel, creating a small waterfall. In the background, there is a wooden building with a thatched roof and a path leading through the greenery. The overall atmosphere is peaceful and idyllic.

MEHANIČKA ENERGIJA TELA

X Telo može da vrši rad nad drugim telima ili da menja sopstveni oblik i položaj u prostoru.



MEHANIČKA ENERGIJA TELA

- KINETIČKA ENERGIJA
- POTENCIJALNA ENERGIJA



KINETIČKA ENERGIJA

Kinetička energija je energija kretanja tela.



KINETIČKA ENERGIJA

Uslovi njenog postojanja su:

- da postoji telo mase m
- da se to telo kreće brzinom v



KINETIČKA ENERGIJA

Kinetička energija tela je direktno srazmerna njegovoj masi i kvadratu njegove brzine.

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$



POTENCIJALNA ENERGIJA

Potencijalna energija je energija koju telo poseduje usled svog položaja u odnosu na neka druga tela ili neki ravnotežni položaj, ili usled međusobnog položaja svojih molekula.



POTENCIJALNA ENERGIJA

- Gravitaciona
- Elastična



m- masa tela

h - visina na kojoj se telo nalazi u odnosu na površinu Zemlje

ZADATAK 1

U kom slučaju motor vrši veći rad: pri ubrzavanju iz stanja mirovanja do brzine $v_1 = 27 \text{ km/h}$, ili pri povećanju brzine od $v_1 = 27 \text{ km/h}$ do $v_2 = 54 \text{ km/h}$?

Rešenje:

$$A = \Delta E_k$$

$$v_0 = 0 \text{ km/h}$$

$$v_1 = 27 \text{ km/h}$$

$$v_2 = 54 \text{ km/h}$$

$$A_1 = ?$$

$$A_2 = ?$$

U prvom slučaju je rad:

$$A_1 = \frac{mv_1^2}{2},$$

a u drugom slučaju:

$$A_2 = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2},$$

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{\left(\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}\right)}{\frac{mv_1^2}{2}} = \frac{\frac{m}{2} \left((2v_1)^2 - v_1^2\right)}{\frac{m}{2} v_1^2} = 3 \Rightarrow A_2 > A_1.$$

Motor vrši veći rad u drugom slučaju.

ZADATAK 2

Lokomotiva mase $m = 500 \text{ t}$ polazi iz stanja mirovanja i kroz $t = 10 \text{ min}$ dostigne brzinu $v = 72 \text{ km/h}$ krećući se ravnomerno ubrzanim kretanjem. Izračunati snagu P koju je razvila lokomotiva.

Rešenje:

$$m = 500 \text{ t} = 500\,000 \text{ kg}$$

$$t = 10 \text{ min} = 10 \cdot 60 \text{ s} = 600 \text{ s}$$

$$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P = ?$$

Snaga lokomotive je:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = \frac{m \cdot a \cdot s}{t}.$$

Pošto je kretanje ravnomerno ubrzano:

$$v^2 = 2 \cdot a \cdot s \Rightarrow a = \frac{v^2}{2 \cdot s},$$

pa se zamenom u relaciju za snagu dobija:

$$P = \frac{m \cdot v^2 \cdot s}{2 \cdot s \cdot t} = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot t} = 166.7 \text{ kW}$$

ZADATAK 3

Automobil čija je masa $m = 1 \text{ t}$, započne kretanje i kreće se ravnomerno ubrzano prelazeći put od $s = 20 \text{ m}$ za $t = 2 \text{ s}$. Koliku snagu razvija motor tog automobila?

Rešenje:

$$m = 1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$$

$$s = 20 \text{ m}$$

$$t = 2 \text{ s}$$

$$P = ?$$

Snaga je:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = \frac{m \cdot a \cdot s}{t}.$$

Ubrzanje sa nalazi iz relacije:

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2 \cdot s}{t^2},$$

pa se zamenom u izraz za snagu dobija:

$$P = \frac{2 \cdot m \cdot s^2}{t^3} = 100 \text{ kW}$$

ZADATAK 4

Izračunati vučnu silu F motora kojom treba delovati na kamion mase $m = 5 \cdot 10^3$ kg da bi povećao brzinu od $v_1 = 30$ km/h na $v_2 = 54$ km/h na putu od $s = 500$ m.

Rešenje:

$$m = 5 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$v_1 = 30 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 30 \cdot \frac{1000}{3600} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 54 \cdot \frac{1000}{3600} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$s = 500 \text{ m}$$

$$F = ?$$

Rad je jednak promeni kinetičke energije:

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}.$$

Sa druge strane je:

$$A = Fs$$

pa je:

$$Fs = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}.$$

Prema tome je:

$$F = \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2s} = 778.1 \text{ N}$$

ZADATAK 5

Kolika je snaga motora putničkog automobila mase $m = 800$ kg koji je u stanju da automobilu saopšti brzinu $v = 72$ km/h za vreme $t = 4$ s? Trenje zanemariti.

Rešenje:

$$m = 800 \text{ kg}$$

$$v = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{1000}{3600} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 4 \text{ s}$$

$$P = ?$$

Rad koji motor izvrši da bi automobilu saopštio brzinu v za vreme t jednak je promeni njegove kinetičke energije:

$$A = E_{k2} - E_{k1} = m \frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2},$$

a odgovarajuća snaga motora je:

$$P = \frac{A}{t} = m \frac{(v_2^2 - v_1^2)}{2t}.$$

Pošto je $v_1 = 0$, a $v_2 = v$, to je:

$$P = \frac{mv^2}{2t} = 40 \text{ kW}.$$

ZADATAK 6

Teret mase $m = 20$ kg podigne se dizalicom na visinu od $h = 5$ m za $t = 10$ s. Koliku snagu P razvija motor dizalice? Ubrzanje Zemljine teže je $g = 9.81$ m/s².

Rešenje:

$$m = 20 \text{ kg}$$

$$h = 5 \text{ m}$$

$$t = 10 \text{ s}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$P = ?$$

Snaga koju razvija motor biće:

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

gde je:

$$A = mgh.$$

Rad koji se izvrši pri podizanju tereta mase m na visinu h , a t vreme za koje se taj rad izvrši. Iz ovoga sledi da je snaga motora:

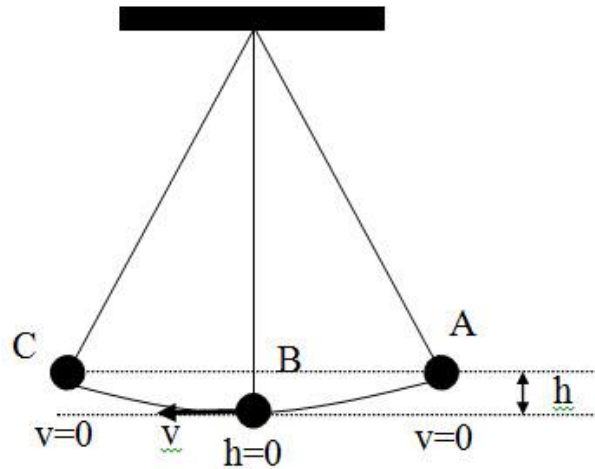
$$P = \frac{mgh}{t} = 98.1 \text{ W}$$

Zakon održanja mehaničke energije

Ukupna mehanička energija izolovanog tela ne može se uništiti, niti ni iz čega stvoriti, ona samo prelazi iz jednog oblika u drugi.

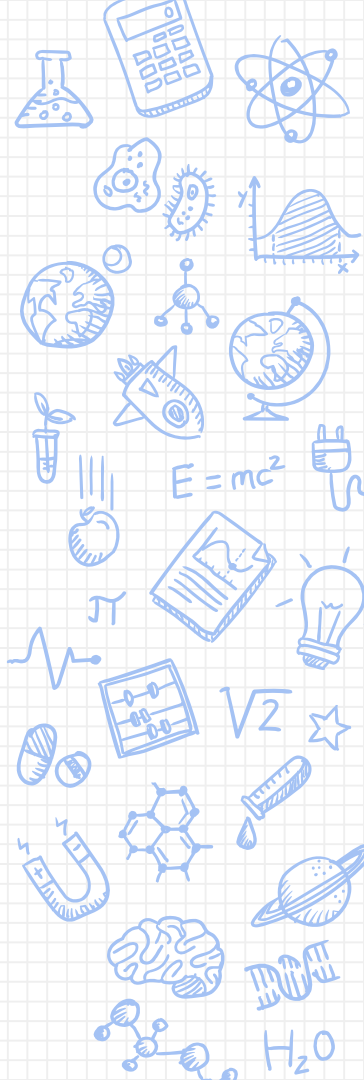


Zakon održanja mehaničke energije



B: $E_k = \max$ $E_p = 0$

A, C: $E_k = 0$ $E_p = \max$





ZADATAK 7

Telo mase $m_1 = 1$ kg kreće se brzinom $v = 2$ m/s i sudara se apsolutno neelastično sa telom mase $m_2 = 0.5$ kg koje miruje. Odrediti brzinu tela posle sudara, kao i gubitak kinetičke energije pri ovom sudaru.

Rešenje:

$$m_1 = 1 \text{ kg}$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$m_2 = 0.5 \text{ kg}$$

$$v' = ?$$

$$\Delta E = ?$$

Za svaki sudar važi zakon održanja impulsa:

$$m_1 v = (m_1 + m_2) v',$$

odakle je brzina tela posle sudara:

$$v' = \frac{m_1 v}{m_1 + m_2} = 1.33 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Gubitak kinetičke energije je:

$$\Delta E = \frac{m_1 v^2}{2} - (m_1 + m_2) \frac{v'^2}{2} = 0.67 \text{ J}$$

ZADATAK 8

Granata se kreće brzinom $v = 10 \text{ m/s}$ i pri eksploziji raspada se na dva dela. Veći komad mase m_1 , koji čini 60% mase m granate, nastavlja da se kreće brzinom $v_1 = 25 \text{ m/s}$. Naći brzinu v_2 manjeg dela granate ako se oba dela granate kreću u pravcu koji je granata imala pre raspada.

Rešenje:

$$v = 10 \text{ m/s}$$

$$v_1 = 25 \text{ m/s}$$

$$v_2 = ?$$

Granata se razmatra kao izolovani sistem na koji se može primeniti zakon održanja impulsa:

$$mv = m_1v_1 + m_2v_2 ,$$

gde je m_2 masa manjeg dela granate. Očigledno je:

$$m_1 = 0.6m \Rightarrow m_2 = m - 0.6m = 0.4m.$$

Prema tome je:

$$mv = 0.6mv_1 + 0.4mv_2 ,$$

odnosno:

$$v_2 = \frac{v - 0.6v_1}{0.4} = -12.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Znak minus pokazuje da se manji komad kreće u suprotnom smeru u odnosu na granatu.