



А К А Д Е М И Ј А
ТЕХНИЧКО-ВАСПИТАЧКИХ
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА

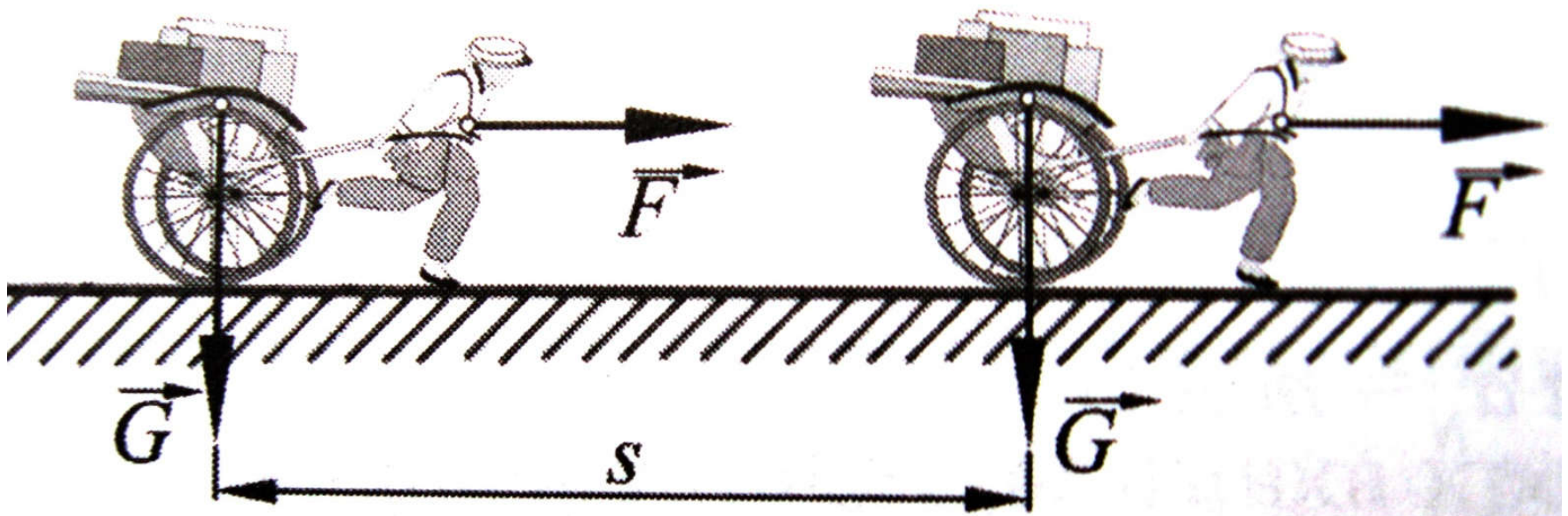
ТЕХНИЧКА МЕХАНИКА

DINAMIKA

RAD, SNAGA, ENERGIJA

MEHANIČKI RAD

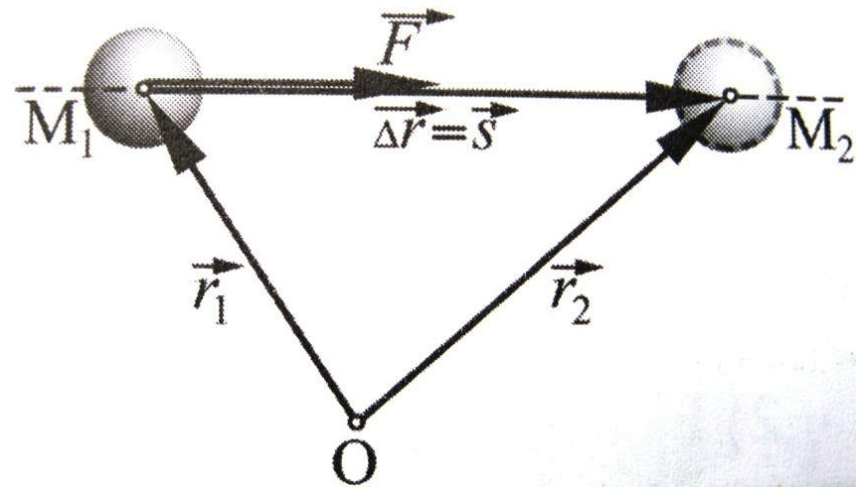
Rad je proces savlađivanja otpora koje telo pruža kada ga pomeramo sa jednog mesta na drugo.



Za savlađivanje otpora koji se suprotstavljaju kretanju potrebna je sila određene veličine.

Drugim rečima da bi rad mogao da bude izvršen, mora da postoji sila koja deluje na telo usled čega dolazi do njegovog pomeranja u prostoru

$$A = \Delta \vec{r} \cdot \vec{F}$$
$$\Delta \vec{r} = \vec{s} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$



vektor pomeranja je pređeni put od nekog početnog položaja M1 do nekog trenutnog položaja M2

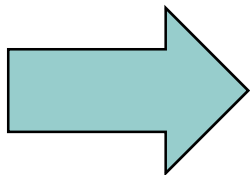
Mehanički rad je skalarna veličina jednaka skalarnom proizvodu vektora pomeranja i vektora sile

Rad se definiše i kao **proizvod sile i pređenog puta u pravcu dejstva sile.**

$$A = F \cdot s$$

Gustav Koriolis je prvi upotrebio termin „rad,, za proizvod sile i rastojanja na koje se prenosi telo

Oznaka za rad je A, a jedinica je džul (J)

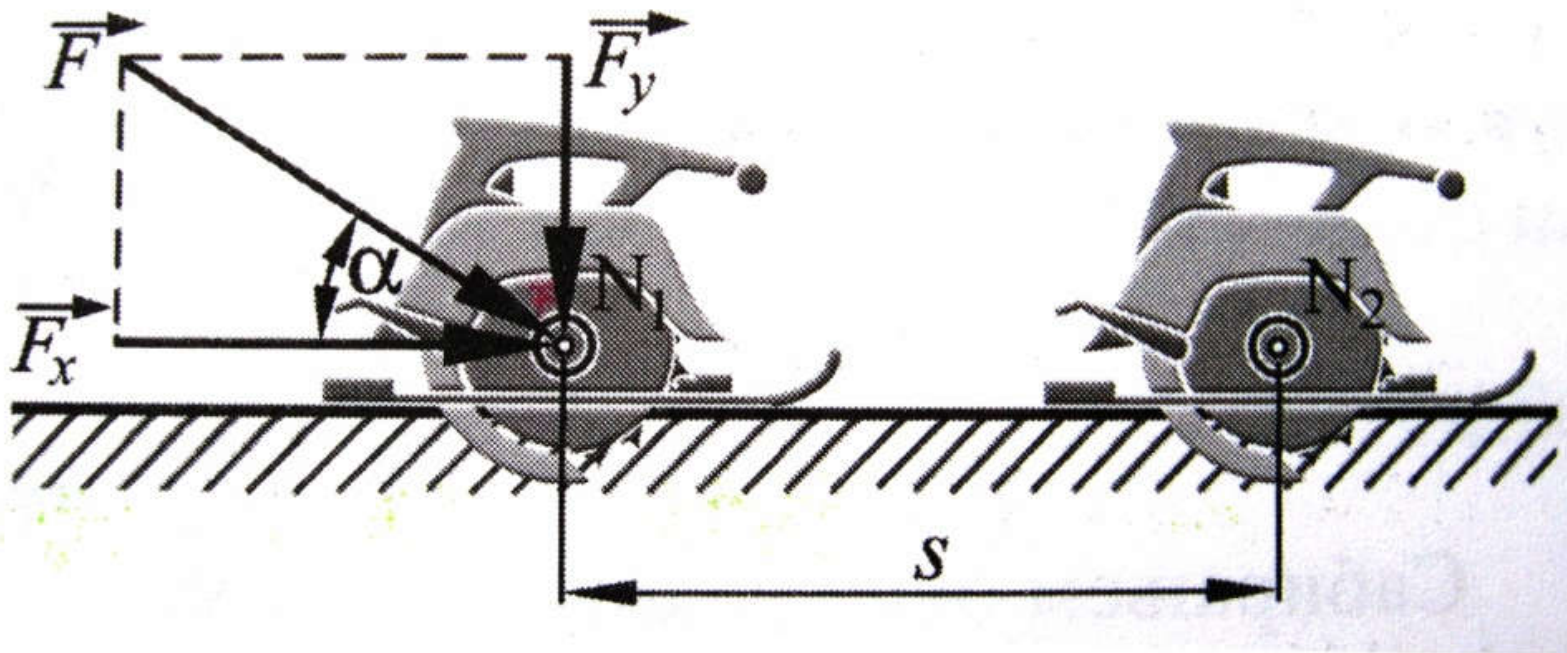


DŽUL je rad koji izvrši sila od jednog njutna kada se njena napadna tačka pomeri u smeru dejstva za jedan metar: $1\text{J}=1\text{N} \cdot 1\text{m}$

Napomena: jedinica za moment sile za tačku, takođe, je Nm, ali on nema smisao ni rada ni energije.

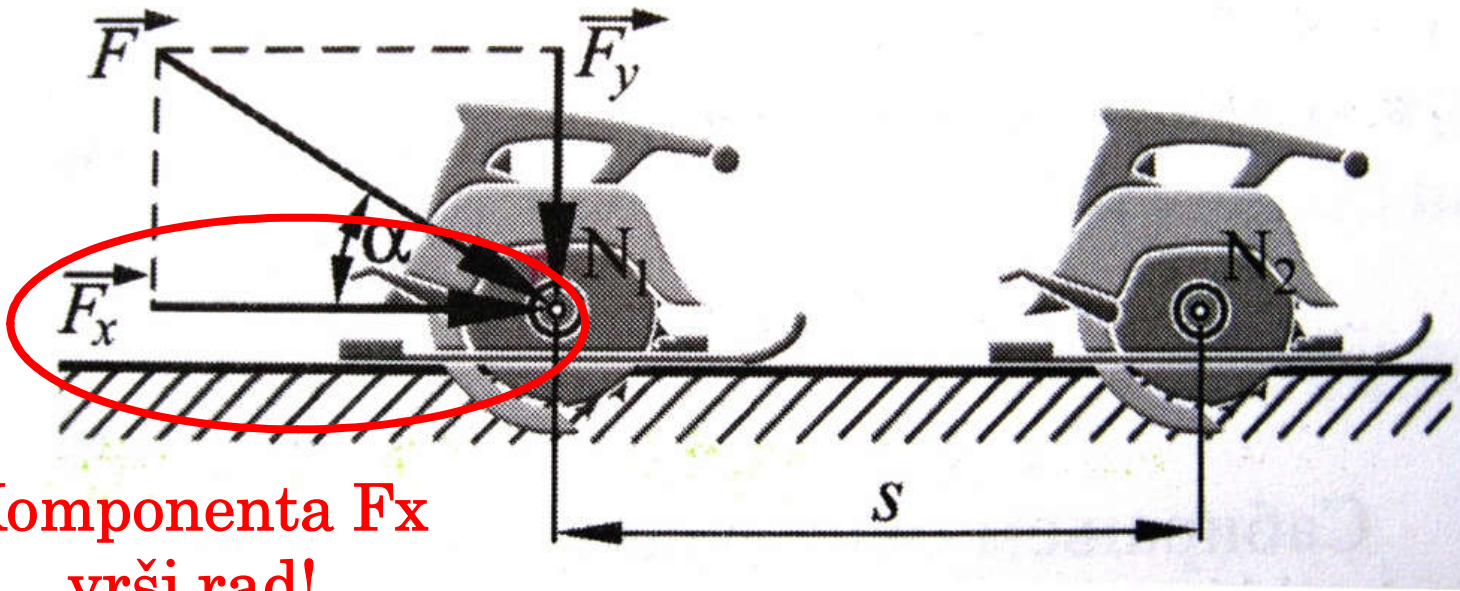
RAD KONSTANTNE SILE NA PRAVOLINIJSKOM PUTU

Neka konstantna sila F dejstvuje na telo pod izvesnim uglom α u odnosu na pravac kretanja.



**Rad ovde vrši ona komponenta sile koja
dejstvuje u pravcu kretanja!!!**

$$A = F_x \cdot s = F \cdot s \cdot \cos\alpha$$



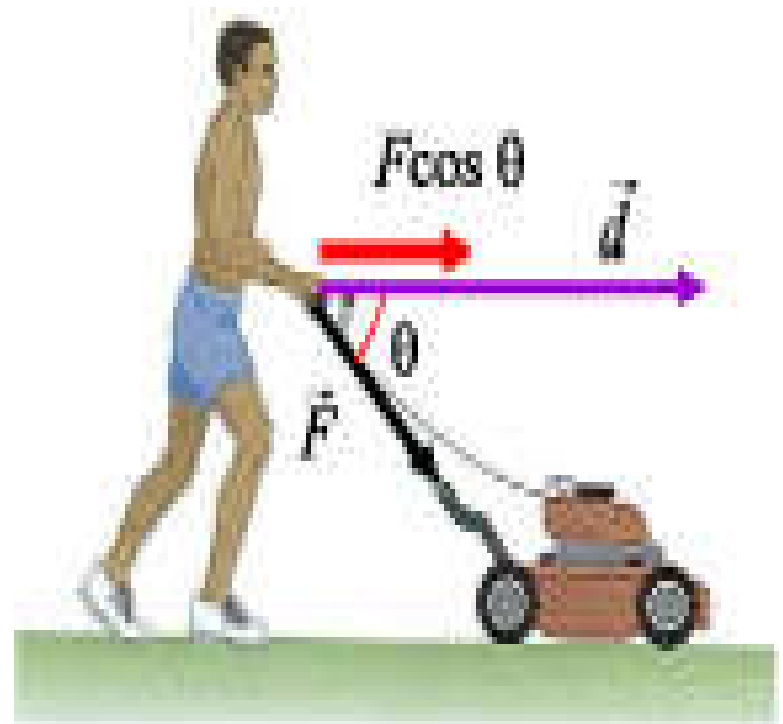
**Komponenta F_x
vrši rad!**

Primeri

Rad nad kosačicom vrši samo komponenta sile F u pravcu kretanja kosačice, odnosno

$$F \cdot \cos \theta$$

Rad je: $A = F \cdot d \cdot \cos \theta$



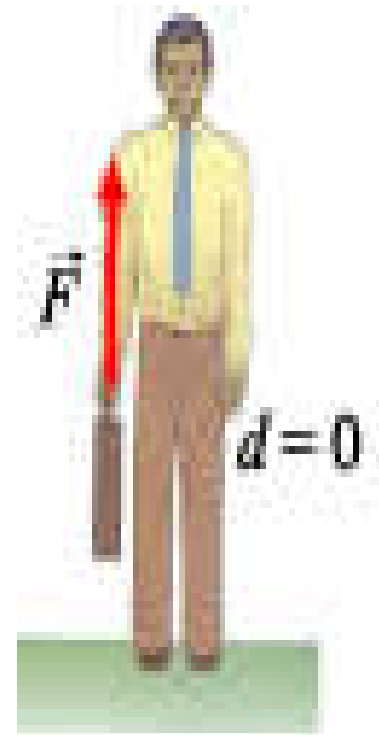
Primeri

Nad koferom, pri njegovom držanju, rad je jednak nuli

$$A=0.$$

Čovek koji drži kofer i ne kreće se, ne vrši rad nad njime obzirom da je **pomeraj** $d =$

0.

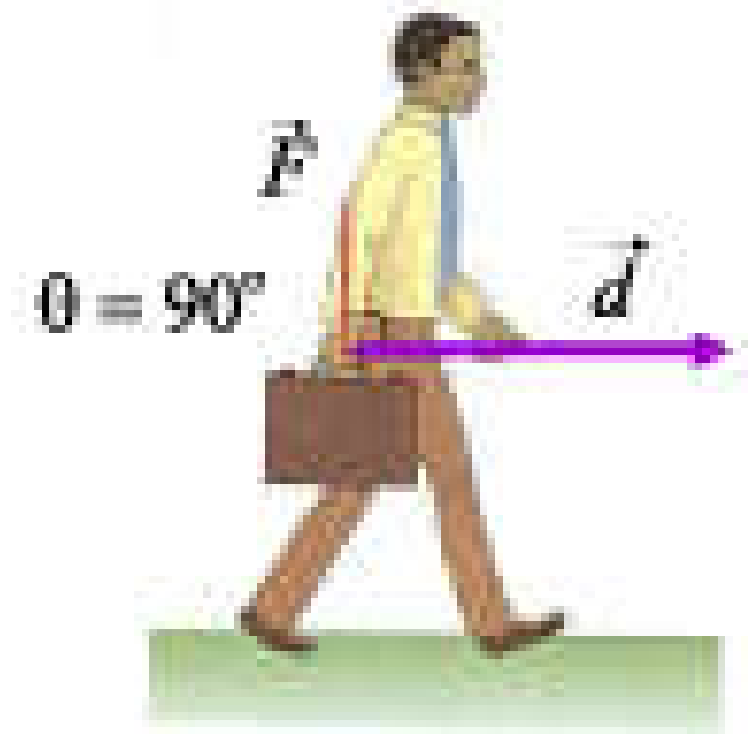


Zašto se onda čovek pri tome umara?

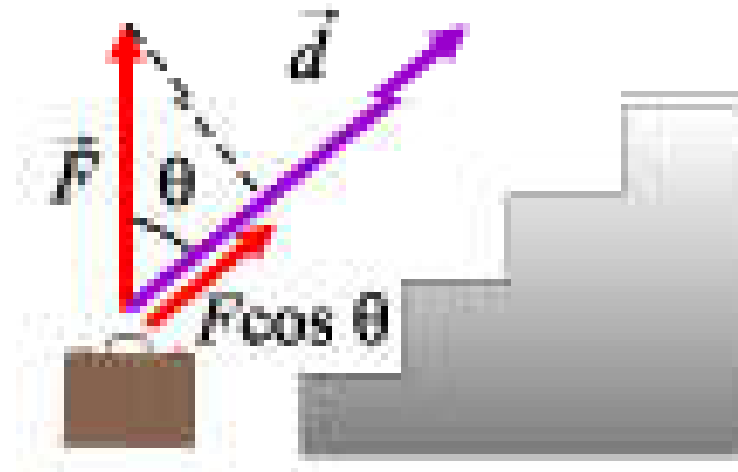
Odgovor se nalazi u činjenici da njegovi **mišići vrše rad jedni u odnosu na druge skupljajući se i opuštajući**, ali **ne vrše rad nad sistemom**, odnosno **koferom**.

Rad nad koferom se ne vrši i u slučaju kada postoji pomeranje, ali nema komponente sile u pravcu kretanja.

Npr. čovek koji nosi kofer, krećući se u horizontalnom pravcu, NE VRŠI RAD nad koferom jer je **sila pod pravim uglom u odnosu na kretanje kofera.**



Međutim, u slučaju penjanja čoveka uz stepenice, on vrši rad nad koferom jer postoji komponenta sile **duž pravca kretanja sistema,**



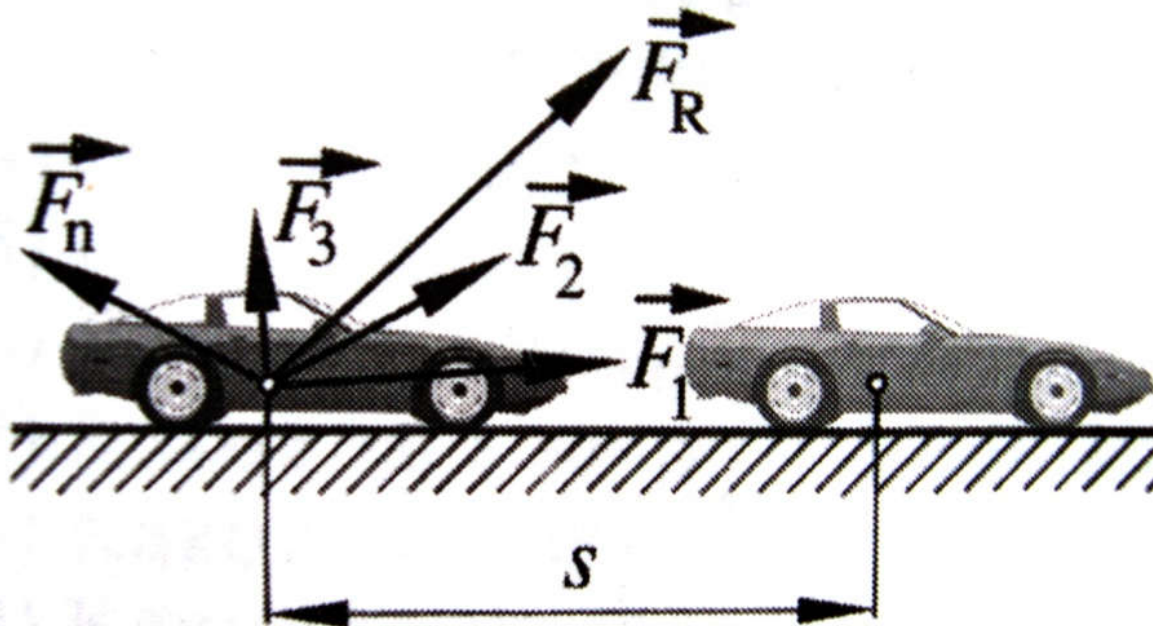
REZIME

Da bi se izvršio rad potrebno je **pomeranje sistema i da sila koja deluje na sistem ima komponentu u pravcu njegovog kretanja.**

Primer

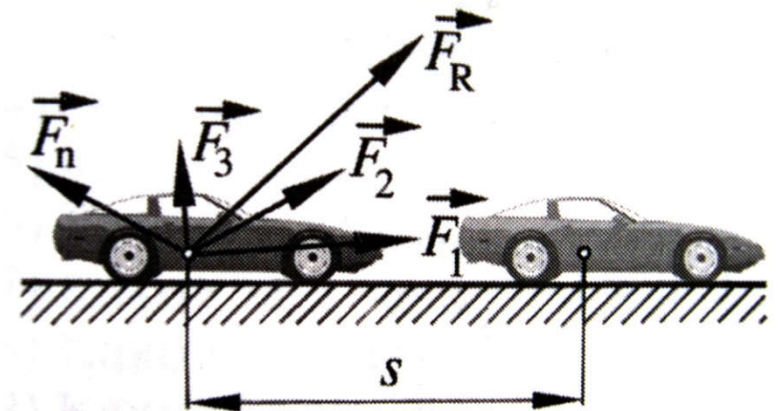
Sanke sa vozačem mase 60kg, spuštaju se sa zaletišta pod uglom od 30 stepeni prema horizontali, a zatim se kreću po horizontalnom putu. Dužina puta po kosoj ravni je 20m, a po horizontalnom putu je 30m. Izračunati rad ukupne sile težine sanki sa vozačem na ukupnoj dužini.

Mehanički rad može imati **pozitivnu ili negativnu vrednost**, pri čemu pozitivan rad proizvode aktivne (pokretačke) sile, a negativan rad pasivne (otporne) sile.



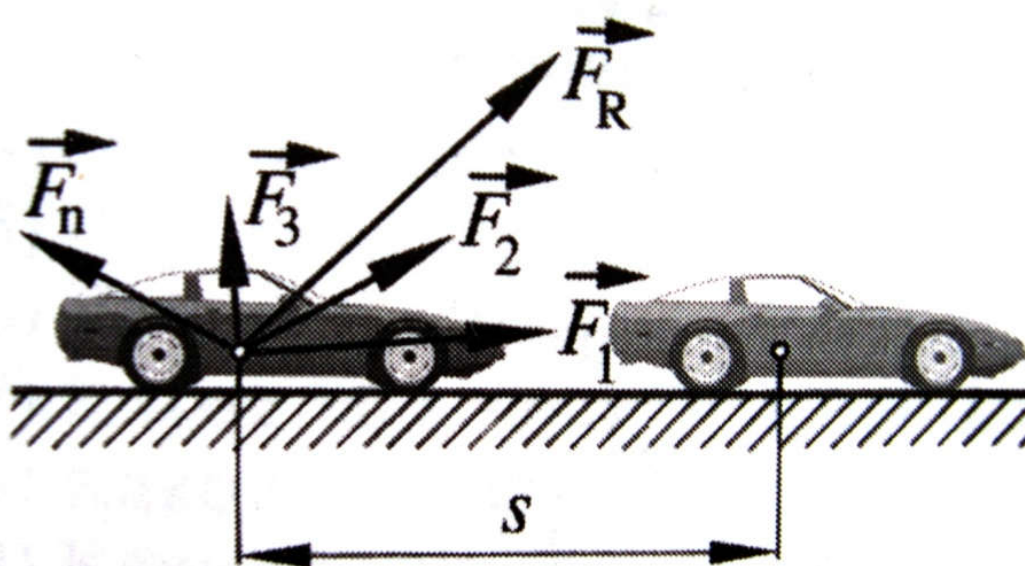
Znak rada zavisi od ugla nagiba sile:

- Ako je $0 < \alpha < 90^\circ$ rad je pozitivan
- $\alpha = 90^\circ$ rad je jednak nuli
- $\alpha > 90^\circ$ rad je negativan (npr. rad sile trenja - smer sile trenja je suprotan smeru kretanja, ugao je $180^\circ \rightarrow \cos 180 = -1$)



RAD SISTEMA SILA

Ako na telo deluje sistem sila, svaka sila sistema učestvovalaće u stvaranju ukupnog rada.



Svaka sila može se razložiti u pravcu kretanja x i upravno na pravac y .

Rad proizvode samo komponente u x pravcu

$$A_1 = F_1 s \cos \alpha_1,$$

$$A_2 = F_2 s \cos \alpha_2,$$

...

$$A_n = F_n s \cos \alpha_n.$$

$$A(\vec{F}_R) = \sum_{i=1}^n A(\vec{F}_i) = A(\vec{F}_1) + A(\vec{F}_2) + \dots + A(\vec{F}_n)$$

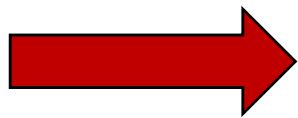
SNAGA

Sam pojam rada **nije dovoljan da okarakteriše radne sposobnosti mašine koja neprekidno radi!!!**

Veliki rad može da izvrši i mala i velika mašina samo što će maloj mašini biti potrebno više vremena.

Znači potrebno je, pri opisivanju karakteristika neke mašine naglasiti i **vreme za koje se taj rad može izvršiti.**

Zato se uvodi pojam **snage.**



Snaga je rad izvršen u jedinici vremena

$$P = \frac{A}{t} = \frac{F s}{t} = F \cdot v$$



**Snaga je skalar jednak skalarnom
proizvodu vektora sile i vektora brzine**

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v}.$$

Jedinica za snagu je vat (W). Jedan vat je snaga koju obavi rad od jednog džula u jednoj sekundi

Kada je reč o snazi automobila često je u svakodnevnoj upotrebi britanska jedinica za snagu pod nazivom konjska snaga KS (HP-horse power), čija veza sa SI jedinicom je data izrazom

$$1 \text{ KS} = 0,746 \text{ kW}$$

Velika snaga znači veliku količinu energije koja se za kratko vreme utroši za vršenje rada.

Ukoliko veliki automobil poveća za kratko vreme znatno svoju brzinu, to znači da je za taj interval vremena izvršen veliki rad koji je naravno povezan sa utroškom velike količine goriva.

Iznos snage u nekim procesima (snaga je u W)

- Sunce 10^{28}
- Munja 2×10^{12}
- Nuklearna elektrana 3×10^9
- Borbeni avion 10^8
- Automobil 8×10^4
- Čovek u stanju mirovanja (toplota) 100
- Srce čoveka u stanju mirovanja 8

STEPEN KORISNOG DEJSTVA

Osnovna namena svih mašina je vršenje nekog korisnog rada.

Ukupna snaga mašine ne troši se samo na vršenje korisnog rada već se deo snage troši na savlađivanje trenja i otpora pri kretanju.

Koristan rad A_k je uvek manji od ukupnog uloženog rada A_p !!!

Gubici se ne mogu izbeći već samo smanjiti i iskazuju se **stepenom korisnog dejstva mašine η** .

To je **odnos korisnog rada i ukupnog rada** (ili korisne snage i uložene-pogonske snage)

$$\eta = A_k / A_p \quad \text{ili} \quad \eta = P_k / P_p$$

Stepen korisnog dejstva je uvek manji od 1!!!

MEHANIČKA ENERGIJA

Energija je jedno od osnovnih svojstava materije i javlja se u različitim oblicima (toplotna, električna, mehanička itd.).

Ukupna količina energije je konstantna!!!

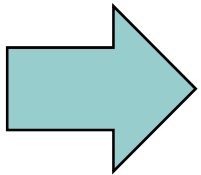
Ona **može samo da menja oblike**, što je u skladu sa činjenicom da ništa **ne može nestati bez traga**.

Mehanička energija je skalarna veličina koja karakteriše sposobnost tela da pod određenim uslovima vrši neki mehanički rad.

Jedinica za energiju je džul jer su po svojoj prirodi energija i rad bliski.

Neke karakteristične vrednosti energija u J

- Hrana koju u toku dana unese odrasla osoba $1,2 \times 10^7$ (oko 3000 kcal)
- 1 tona TNT $4,2 \times 10^9$
- Automobil od 1 tone pri brzini od 90km/h $3,1 \times 10^5$



jedna kilokalorija (kcal) odgovara 4,184 kJ, jedan kJ odgovara 0,239 kcal.

kcal dnevno muškarac - žena

- Lak rad 2700-2000
- Srednje težak rad 3000 -2200
- Težak rad 3500-2600
- Veoma težak rad 4000 - 3000

-
- Giros (1 kom) 220 kcal
 - Burek sa sirom (250 gr) 615 kcal
 - Burek sa mesom (250 gr) 650 kcal
 - Med (100gr) 320 kcal
 - Čokolada crna (100gr) 550 kcal
 - Čokolada bela mlečna (100gr) 530 kcal

Prelazak energije iz jednog oblika u drugi

Kada je reč o prelasku jednog oblika energije u drugi, nikada se ne dešava da dolazi do kompletnog transfera.

Na primer, obična sijalica sa užarenom niti, snage 60 W, konvertuje samo 5 W električne snage u svetlost, dok ostatak od 55 W predstavlja toplotu.

Prosečna elektrana konvertuje 35 do 40% goriva u električnu energiju. Ostatak do 100% čini toplota koje elektrana mora da se oslobadja onom brzinom kojom se i stvara.

U svakom domaćinstvu postoje uređaji koji za svoj rad koriste električnu energiju.

Na kraju meseca dobijaju se računi za utrošenu električnu energiju. Ukoliko se zna snaga uređaja koji se koristi i ako se izmeri vreme njihovog rada, može se proceniti koliko je energije potrošeno.

Jasno je da, što je veća snaga uređaja i što se duže koristi, više energije je potrošeno.

Na osnovu izraza za snagu $P = A/t$ ili $P=E/t$, gde je E **energija koja je isporučena domaćinstvu i koja je potrošena za interval vremena t, iznos utrošene energije je**

$$\mathbf{E = P t}$$

Na računima za utrošenu električnu energiju, ona je izražena u kWh, odnosno u jedinici snage pomnožene vremenom korišćenja.

$$\mathbf{1 kWh = 3,6 MJ}$$

Još jedna jedinica za iskazivanje energije

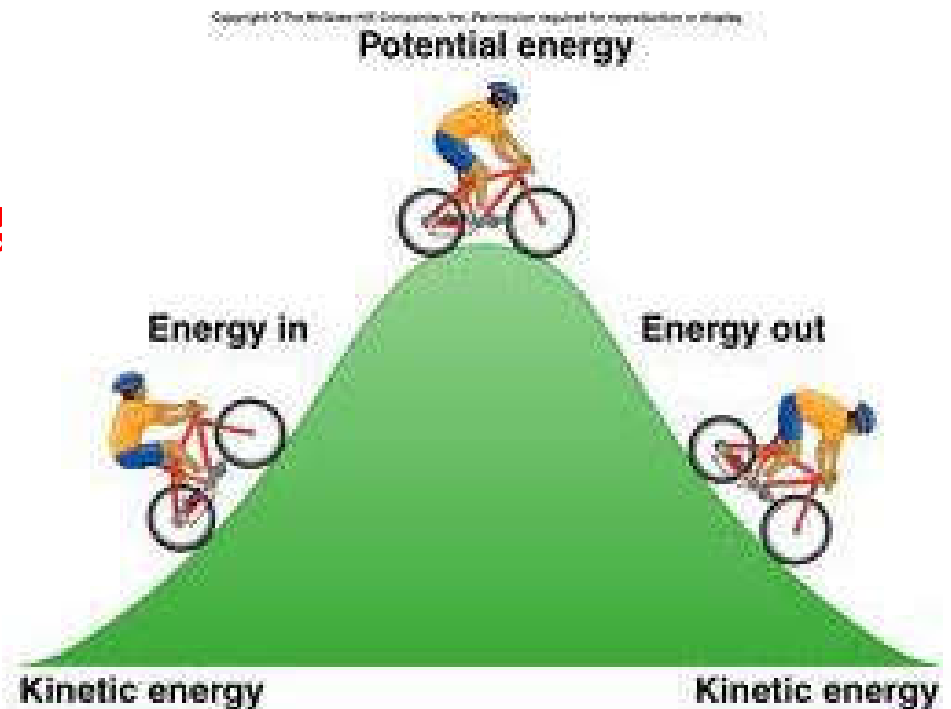
$$\mathbf{1 \text{ ten} - \text{jedna tona ekvivalentne nafte} = 11630kWh}$$

Kinetička i potencijalna energija

Tela mogu vršiti rad usled stečene brzine (tj. usled kretanja) i usled položaja koji su kretanjem zauzela.

Može se zaključiti da u mehanici postoje **dva osnovna oblika energije:**

- 1. Kinetička energija (energija kretanja)**
- 2. Potencijalna energija (energija položaja)**



KINETIČKA ENERGIJA

Kinetička energija tela (E_K) je energija mehaničkog kretanja tela. Ona je jednaka polovini proizvoda mase materijalne tačke i kvadrata njene brzine.

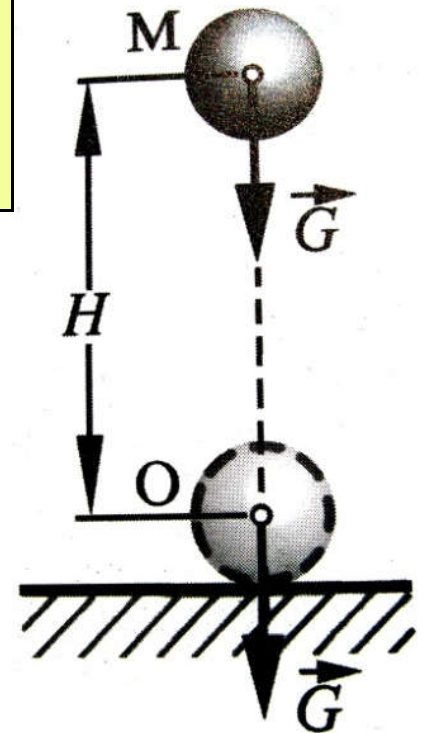
$$E_K = \frac{m v^2}{2}$$

POTENCIJALNA ENERGIJA

Potencijalna energija (E_p) je energija kojom telo raspolaže, a zavisi samo od uzajamnog položaja tela.

U j-ni H je razlika nivoa.

$$E_p = G \cdot H = m g H.$$



Rad, energija i snaga ljudi

- Čovekovo telo je objekat u kome se vrši prelazak energije iz jednog oblika u drugi
- **Energija koja se unosi hranom pretvara se u tri glavna oblika: rad, toplotna i hemijska energija.**
- Odnos zavisi od količine hrane i nivoa fizičke aktivnosti. Ukoliko jedemo više nego što nam treba za obavljanje rada i funkcionisanje organizma, višak hrane odlazi u masne naslage
- Rad je onaj koji se vrši nad telima van sistema (npr. podizanje i prenosenje), ali i kada trčimo ili se penjemo stepenicama, ali ne uključuje rad koji vrši srce pumpajući krv

ZAKON O ODRŽANJU MEHANIČKE ENERGIJE

Neka se materijalna tačka N težine G kreće vertikalno naviše početnom brzinom v_0 . Ako se zanemare otporne sile kinematičke j-ne **vertikalnog hica naviše u bezvazдушnom prostoru** su:

$$-a = g$$

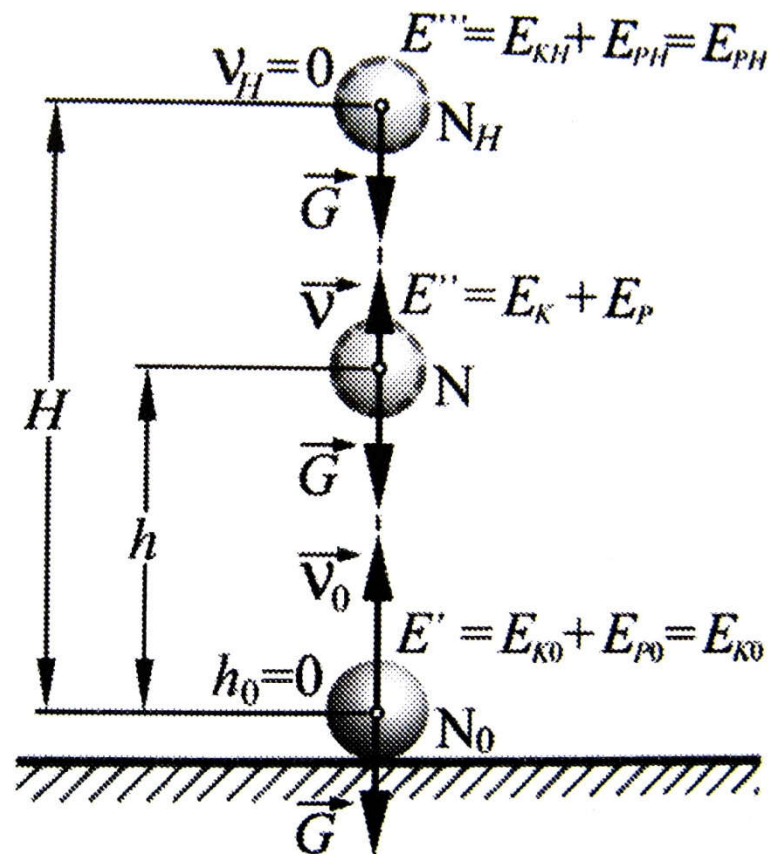
$$v = v_0 - gt$$

$$h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_0^2 - v^2 = 2gh$$

Visina penjanja H

$$H = \frac{v_0^2}{2g}$$



0 položaj - materijalna tačka ima početnu brzinu v_0 (najveću) i nultu visinu h_0 pa su kinetička i potencijalna energija:

$$E_{K0} = \frac{m v_0^2}{2}, \quad E_{P0} = m g h_0 = 0.$$

Ukupna mehanička energija tačke u položaju No

$$E' = E_{K0} + E_{P0} = \frac{m v_0^2}{2}.$$

Položaj N - tačka ima brzinu v i nalazi se na visini h u odnosu na početni položaj

$$E_K = \frac{m v^2}{2}, \quad E_P = m g h.$$

$$E'' = E_K + E_P = \frac{m v^2}{2} + m g h.$$

$$E'' = \frac{m v^2}{2} + m g \left(\frac{v_0^2 - v^2}{2 g} \right) = \frac{m v^2}{2} + \left(\frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v^2}{2} \right),$$

$$E'' = \frac{m v_0^2}{2}.$$

Položaj N_H - tačka dostiže visina penjanja H brzina tačke je nula $v_H=0$

$$E_{K_H} = \frac{mv_H^2}{2} = 0, \quad E_{P_H} = mgH$$

$$E^m = mgH = mg \frac{v_0^2}{2g} = \frac{mv_0^2}{2}$$

Za bilo koji proizvoljni položaj koji materijalna tačka zauzima pri kretanju usled sopstvene težine ukupna mehanička energija ima stalnu vrednost.

$$E' = E'' = E''' = E$$

$$E = E_K + E_P = \text{const.}$$

Zakon o održanju energije

„Energija se ne može stvoriti ni iz čega, niti se može uništiti, ona samo može prelaziti iz jednog oblika u drugi,,

HVALA NA PAŽNJI!
