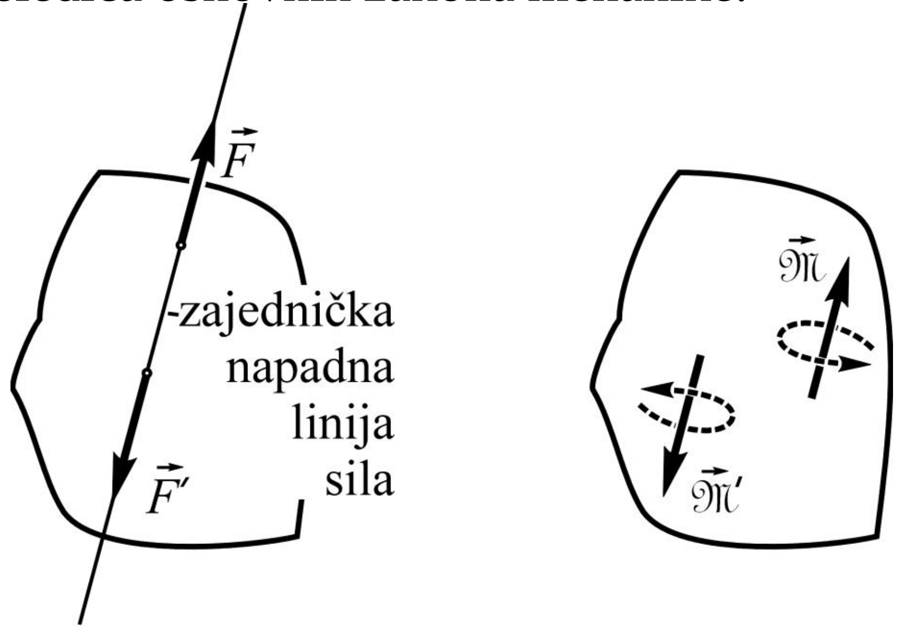
Onlajn učenje MEHANIKA br. 2 (ranijih godina, po starom nastavnom programu, ovaj materijal je nosio naziv Statika 2

5. Aksiome statike

Sve teoreme i jednačine statike izvode se iz nekoliko osnovnih postavki, koje se usvajaju bez matematičkih dokazivanja i nazivaju se *aksiomama* ili *principima statike*. Aksiome statike predstavljaju rezultat uopštavanja mnogobrojnih opita i opažanja utvrđenih praktičnim iskustvom pri posmatranju ravnoteže ili kretanja tela. Izvestan broj ovih aksioma je posledica osnovnih zakona mehanike.

PRVA AKSIOMA

Ako na jedno slobodno kruto telo dejstvuju samo dve sile, onda to telo može da se nalazi u ravnoteži, tada i samo tada, ako te dve sile dejstvuju duž iste napadne linije i ako imaju jednake intenzitete a suprotne smerove.



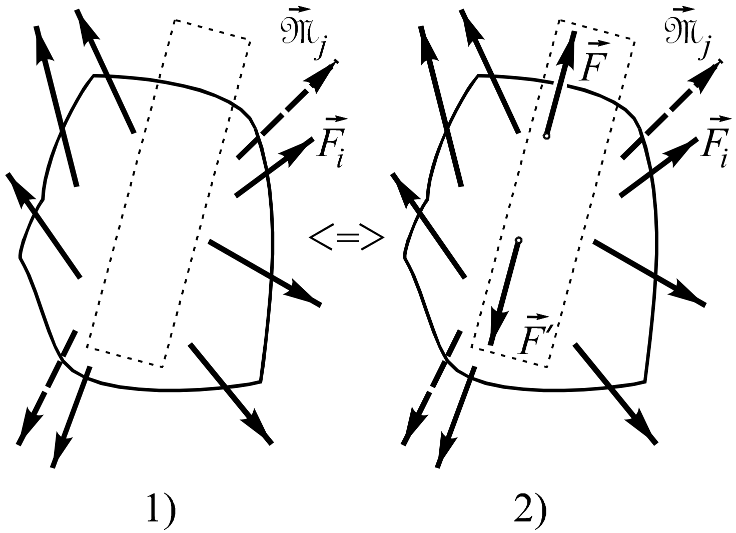
1) 2)

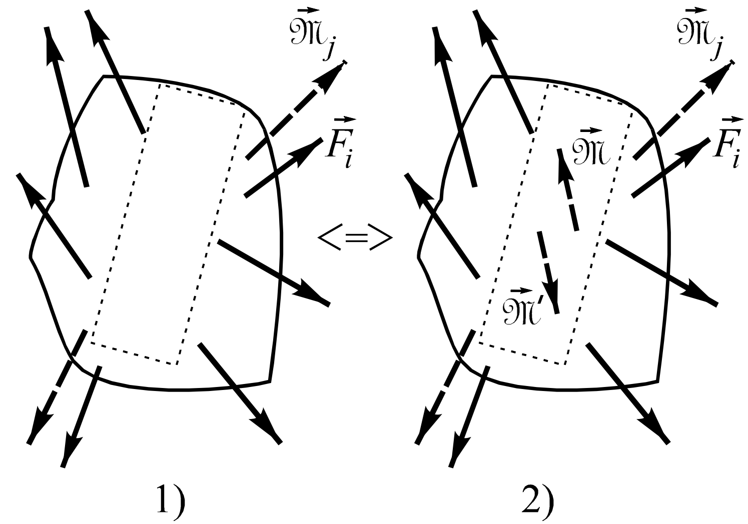
DRUGA AKSIOMA

Ako na jedno slobodno kruto telo dejstvuju samo dva sprega, onda to telo može da se nalazi u ravnoteži, tada i samo tada, ako su vektori ta dva sprega paralelni i ako imaju jednake intenzitete a suprotne smerove.

TREĆA AKSIOMA

Stanje krutog tela na koje dejstvuju zadate sile i spregovi se ne menja, ako se tom sistemu sila i spregova dodaju ili oduzmu dve uravnotežene sile ili dva uravnotežena sprega.





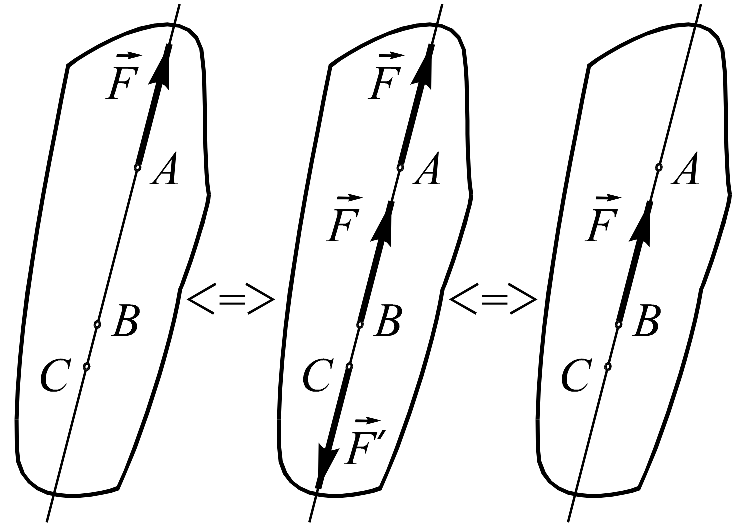
Ekvivalentnost sistema koji se razlikuju za dve uravnotežene sile

Ekvivalentnost sistema koji se razlikuju za dva uravnotežena sprega

POSLEDICE TREĆE AKSIOME

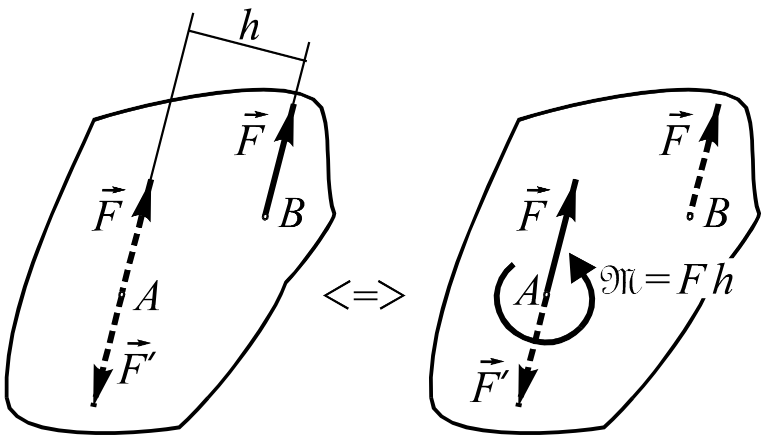
Dokaz da je sila klizeći vektor

Sila je vektor koji je pomerljiv duž napadne linije



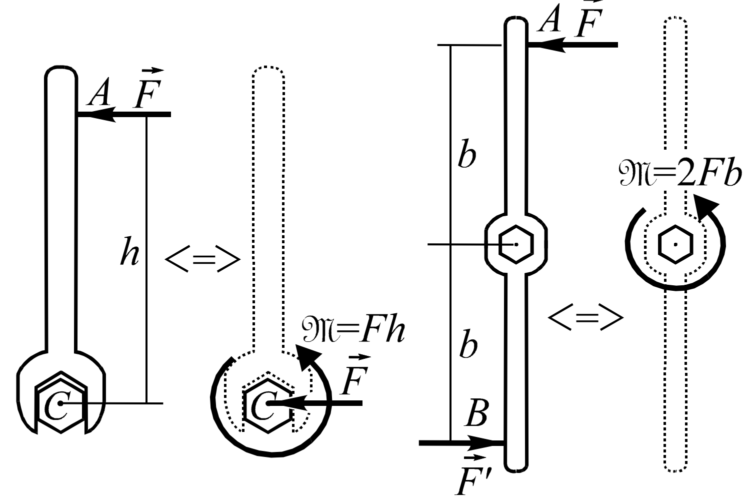
1) 2) 3)

Redukcija sile na zadatu tačku



1) 2)

Redukcija sile na tačku

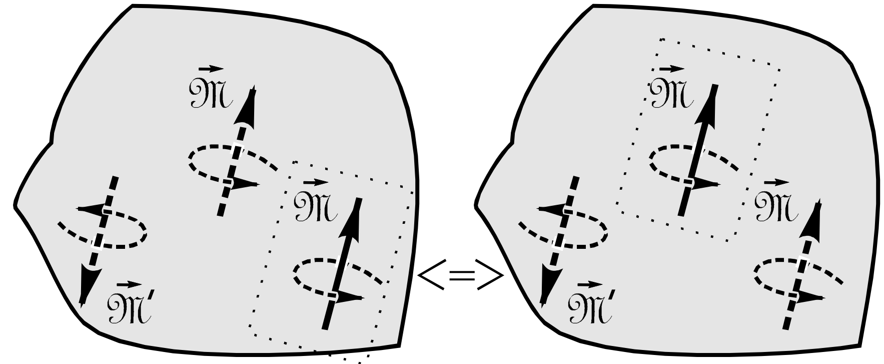


1) 2)

Prenošenje dejstva sa ključa na zavrtanj

Dokaz da je spreg slobodan vektor

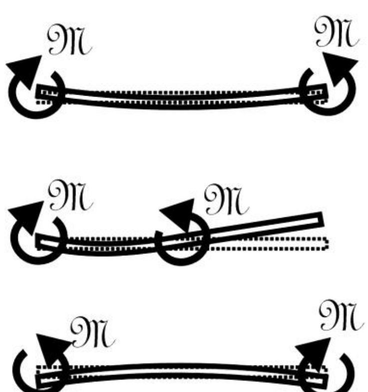
Ovo potvrđuje da je za kruto telo spreg slobodan vektor i da se može proizvoljno paraleno prenositi sa jednog na drugo mesto tela na koje dejstvuje.



1) 2)

1)

Recimo i to da je za deformabilno telo, u nekim slučajevima, pogrešno silu tertirati kao klizeći vektor i spreg kao slobodan vektor

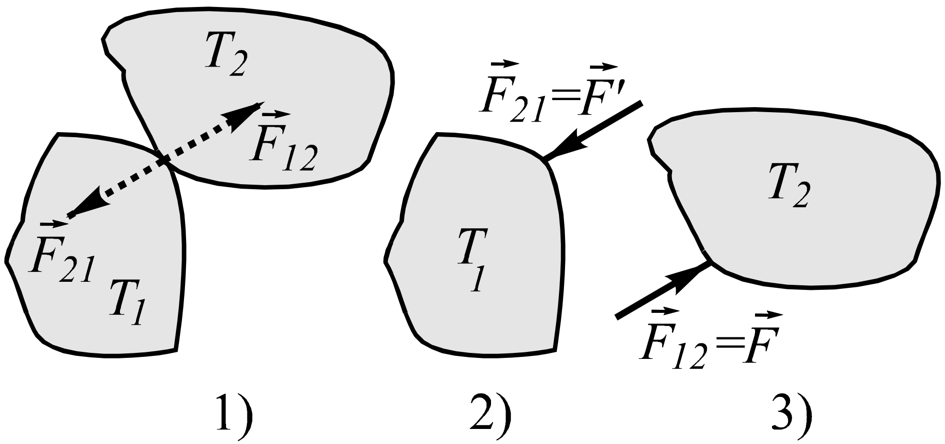


2)

Pri analizi deformacija deformabilnog tela ne sme se sila tretirati kao klizeći vektor i spreg kao slobodan vektor. Slično tome, redukcija sile na tačku je takođe nedopustiva pri proučavanju deformacija deformabilnog tela.

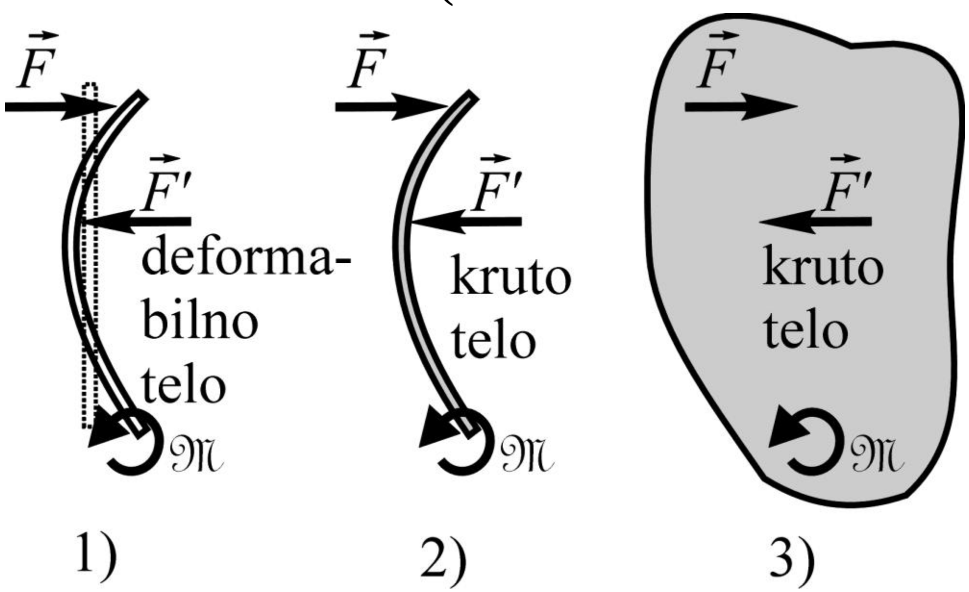
Za deformabilno telo sila ne mora biti klizeći a spreg slobodan vektor

ČETVRTA AKSIOMA (PRINCIP DEJSTVA I PROTIVDEJSTVA)



Svakom dejstvu odgovara protivdejstvo jednako po veličini i pravcu, a suprotnog smera. Ova aksioma se naziva i *zakonom akcije i reakcije* i predstavlja jedan od osnovnih zakona mehanike, poznat kao treće Njutnov zakon.

PETA AKSIOMA (PRINCIP SOLIDIFIKACIJE)



Uravnotežen sistema sila (odnosno, sila i spregova) koji dejstvuje na neko deformabilno telo bio bi uravnotežen i pri ukrućivanju tela

ŠESTA AKSIOMA (AKSIOMA O VEZAMA)

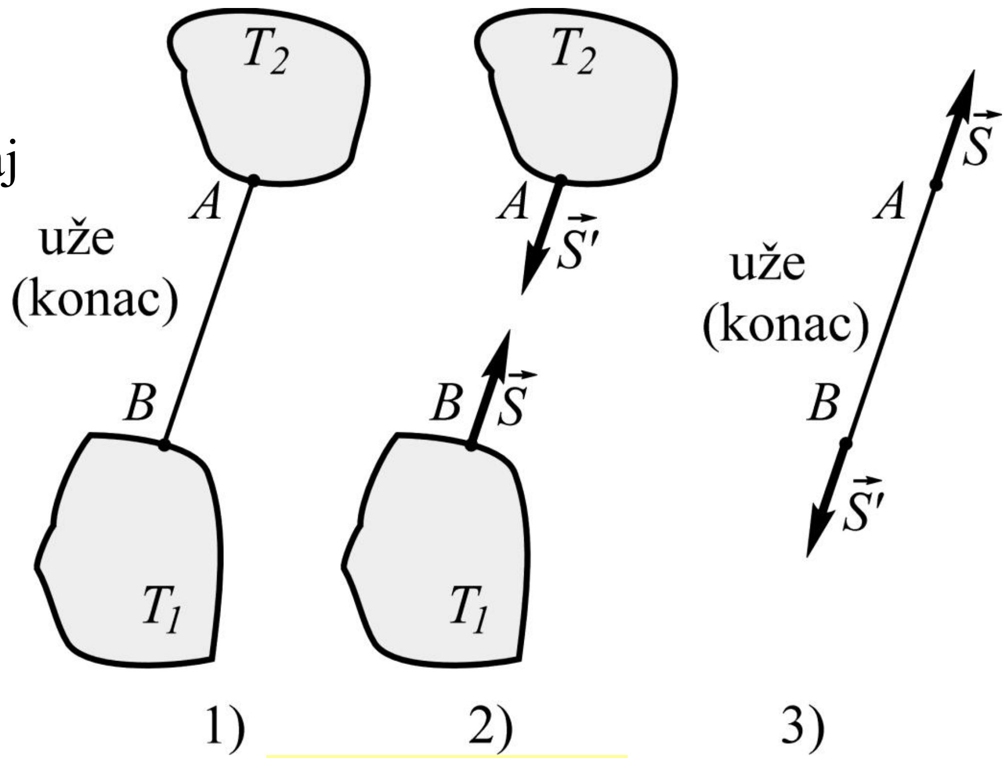
Svako neslobodno (vezano) telo može se smatrati slobodnim ako se veze uklone a njihovo dejstvo zameni odgovarajućim reakcijama veza. Pod vezom se podrazumeva telo koje posmatranom telu sprečava neka kretanja.

6. Reakcije elementarnih veza (uže, laki štap, glatka eza, zglob, uklještenje).

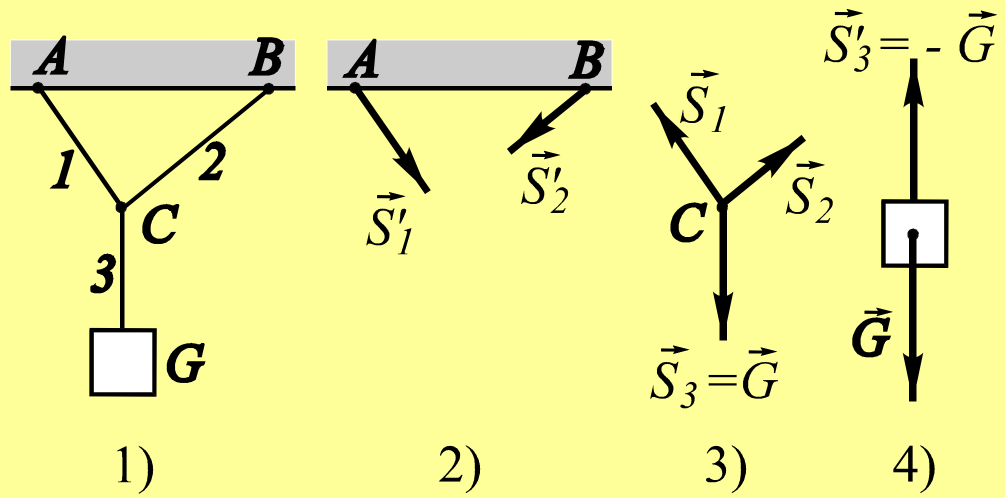
U ovom odeljku će biti opisane samo one najelementarnije veze koje se sreću u prvom delu knjige. Ostale veze važne za ovaj kurs opisivaće se kasnije postepeno.

Veza uže (konac)

Reakcije užeta, kojima ono dejstvuje na tela koja povezuje su u pravcu užeta, istih intenziteta a suprotnih smerova (kakvi su prikazani na slici.



Reakcije užeta



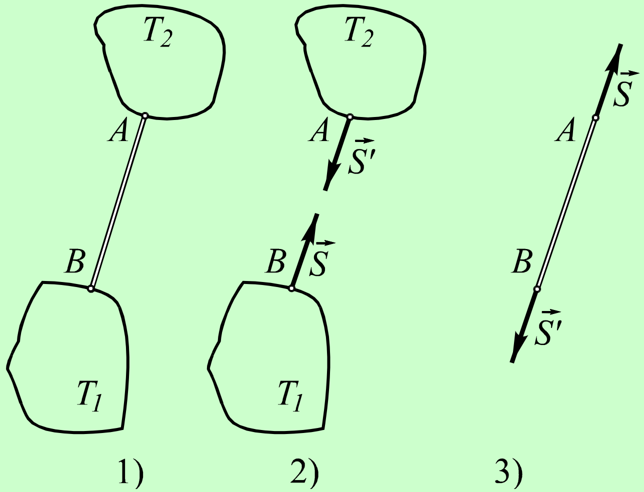
Ravnotežni sistem sa tri užeta

2) Sile kojima užad 1 i 2 dejstvuju na okolinu

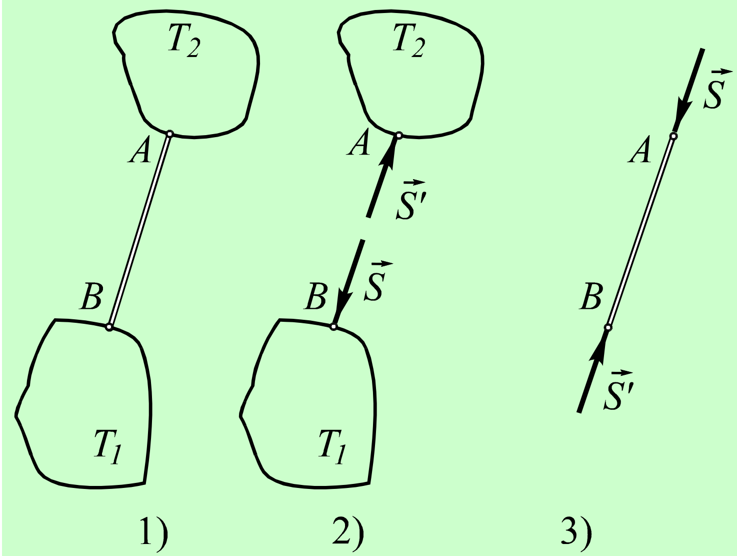
3) Uravnoteženi sistem sila koji dejstvuje na tačku C

4) Uravnoteženi sistem sila koji dejstvuje na teg težine G

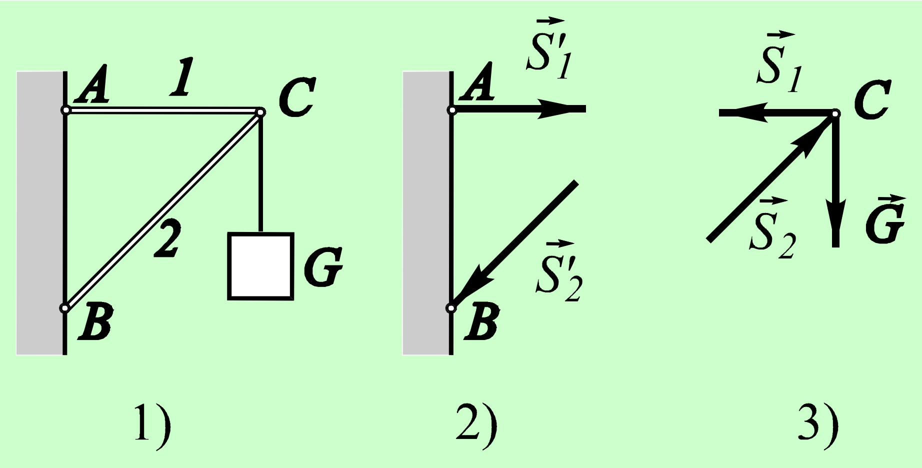
Veza laki štap



Zategnut laki štap



Pritisnut laki štap



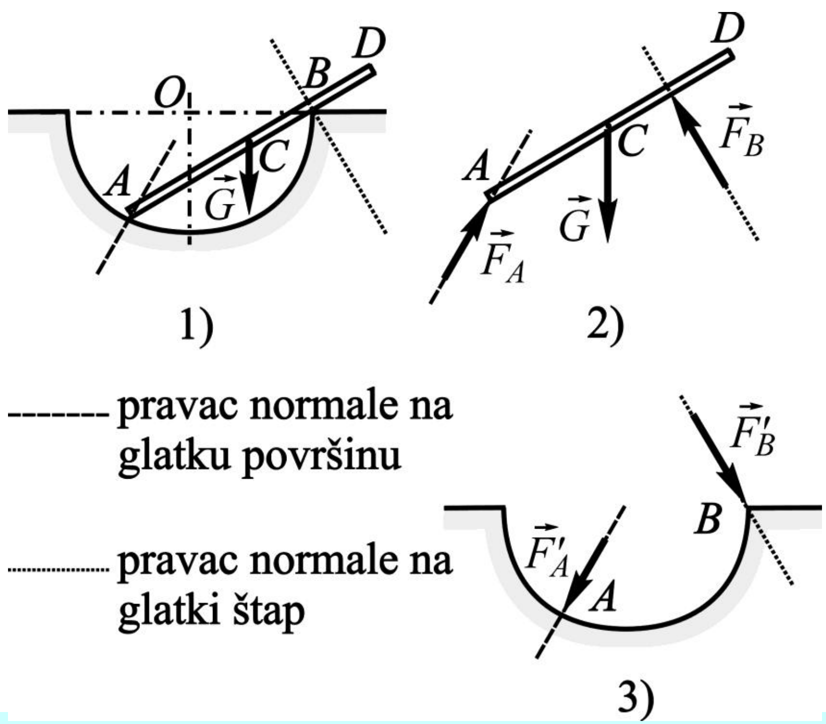
3) Uravnoteženi sistem sila koji dejstvuje na tačku C

Pretpostavljeno da je štap *1* zategnut a štap *2* pritisnut

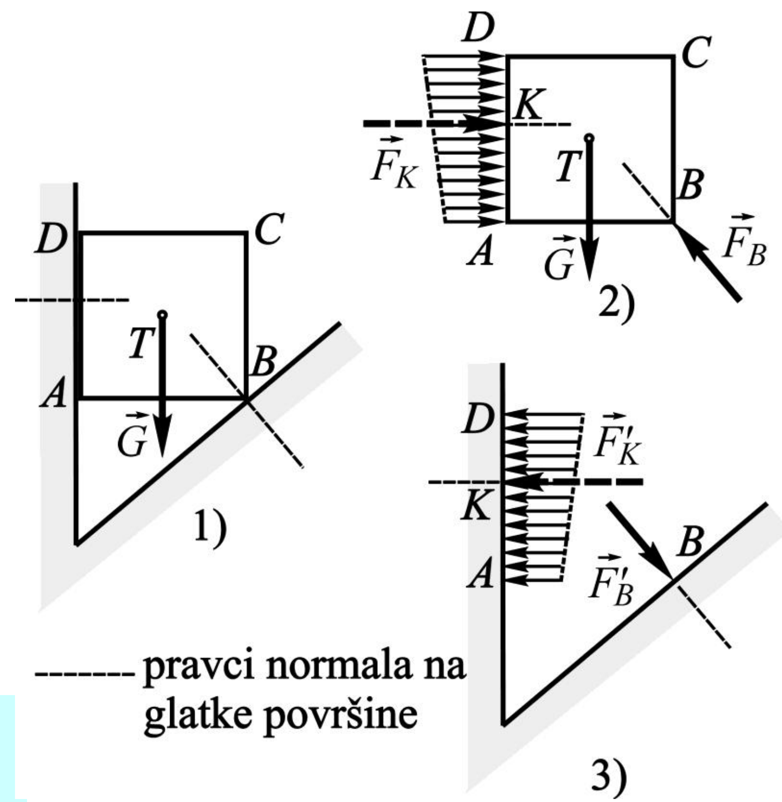
Ravnotežni sistem sa dva laka štapa

Veza glatka površina

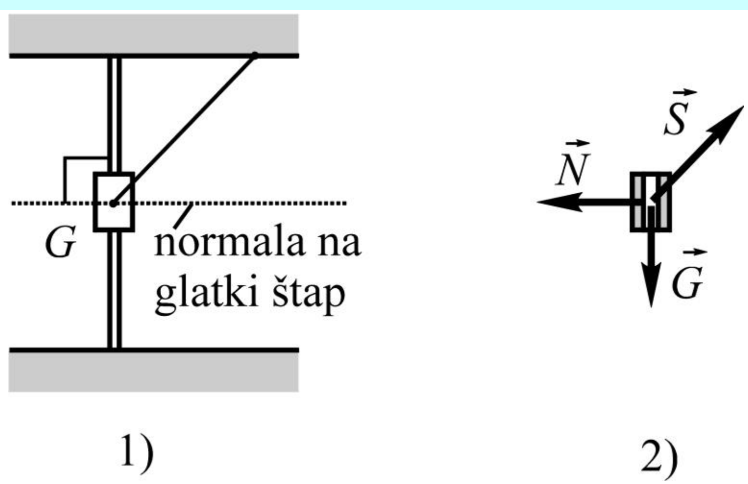
S obzirom da glatka površina nema mogućnost da spreči kretanje u pravcu glatke površine, u tom pravcu i ne može postojati reakcija. Dakle, pri kontaktu dva tela od kojih je jedno u kontaktu svojom glatkom površinom, reakcija mora biti upravna na tu glatku površinu



Štap naslonjen na ivicu B a krajnjom tačkom A na glatku cilindričnu površinu



Slučaj kada glatka površina jednog tela ima linijski kontakt sa drugim telom

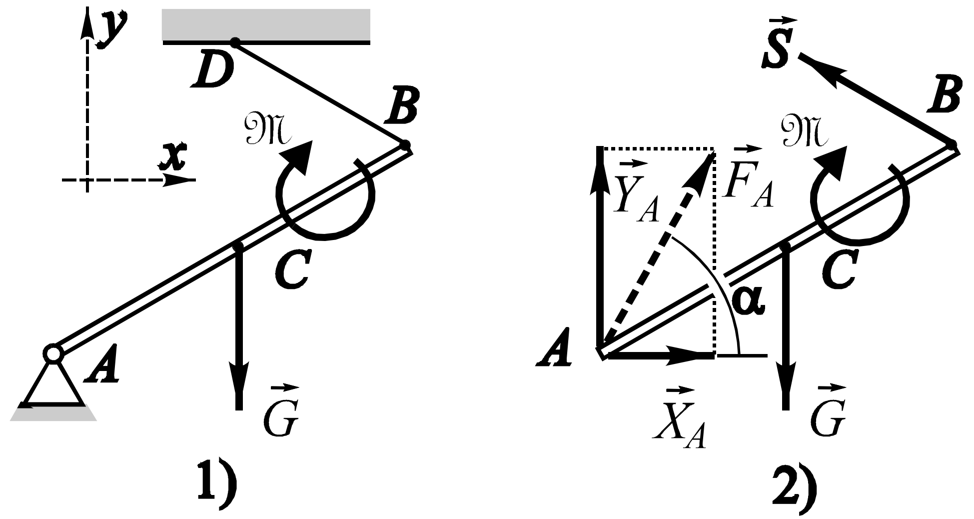


Teški klizač za koji je vezano uže nalazi se na glatkom štapu

Veza zglob

Okolina putem zgloba sprečava kretanje tački A u x pravcu reakcijom $\vec{X}_A$ i u y pravcu reakcijom $\vec{Y}_A$

Ove dve, međusobno upravne, reakcije su komponente reakcije zgloba $\vec{F}_A$



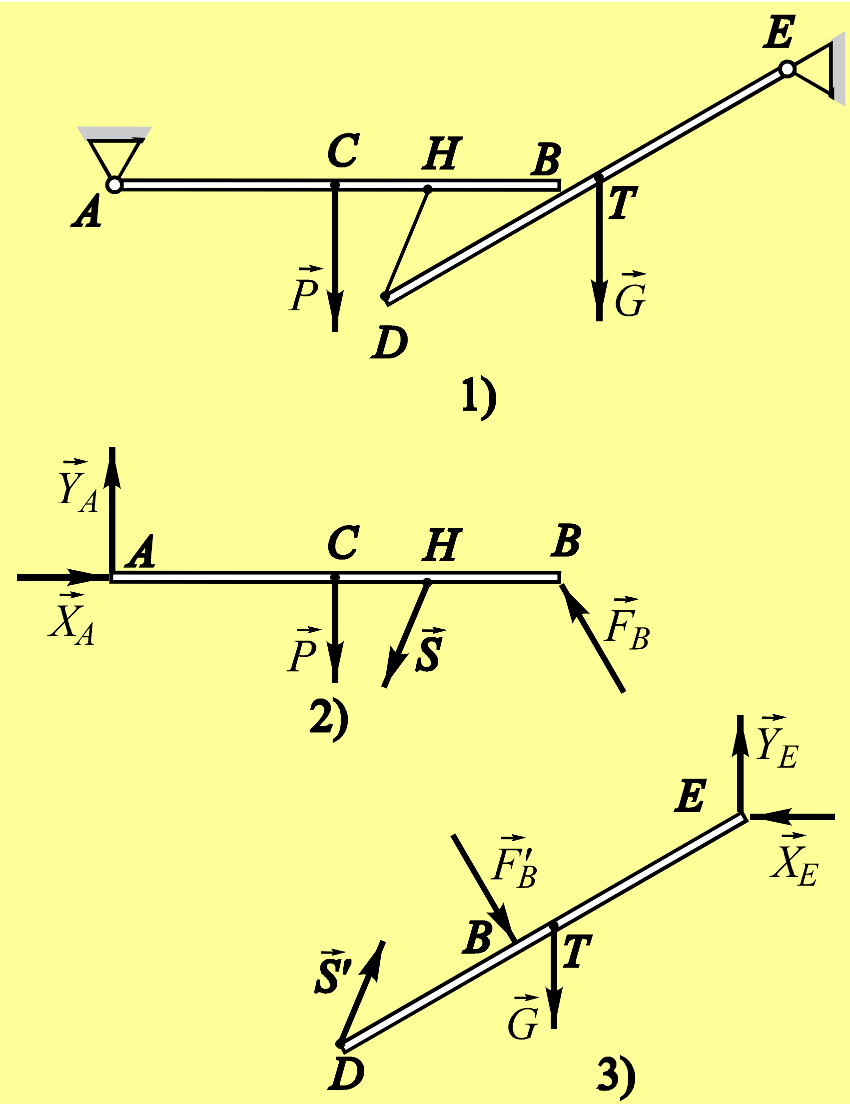
Ravnotežni sistem koji sadrži i zglob kao vezu

Reakciju zgloba, u jednoj varijanti, određuju ugao α, koji vektor te reakcije gradi sa pozitivnim delom x ose, i intenzitet reakcije F_A a u drugoj varijanti veličine $\vec{X}_A$ i $\vec{Y}_A$

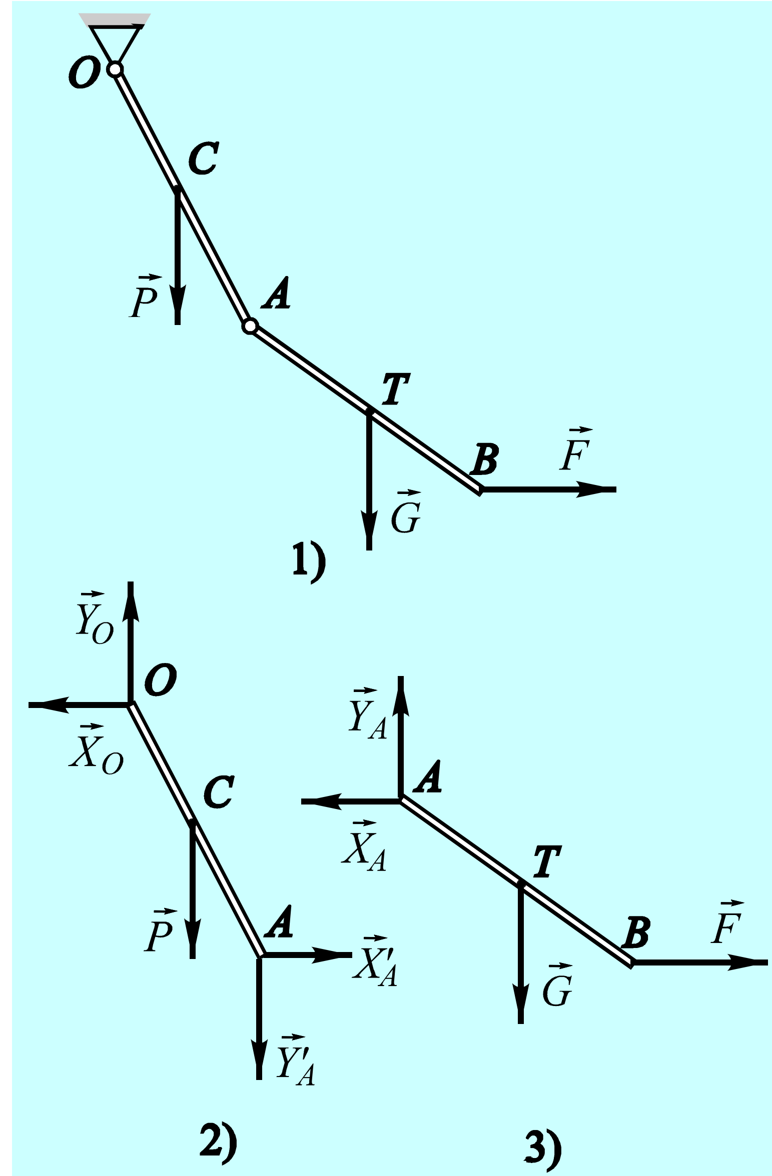
Veze između veličina α i F_A, sa jedne strane, i X_A i Y_A, sa druge

$$F_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}, \quad \alpha = \arctan\frac{Y_A}{X_A}$$

$$X_A = F_A \cos\alpha, \; Y_A = F_A \sin\alpha$$



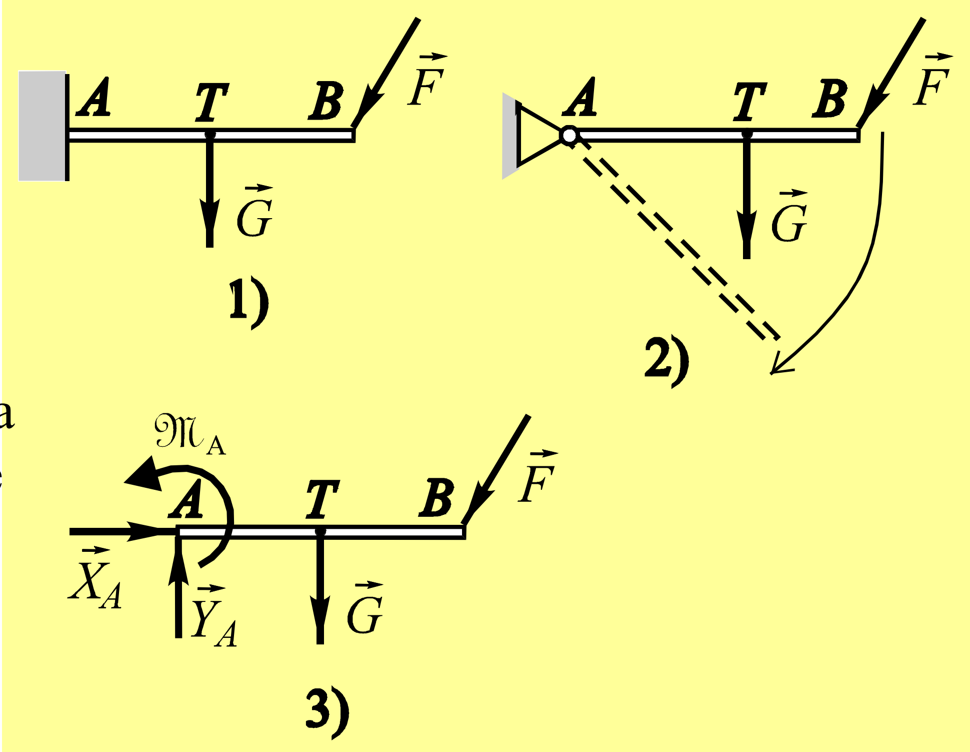
Jedan ravnotežni sistem koji sadrži dva teška štapa



Ravnotežni sistem koji sadrži zglobnu vezu između dva elementa

Veza ukleštenje

Za štap koji je uzidan ili na neki drugi način kruto vezan za okolinu kaže se da je uklešten u nju. Veza ukleštenje, ukleštenoj tački sprečava kretanje u bilo kom pravcu a takođe sprečava i rotaciju.

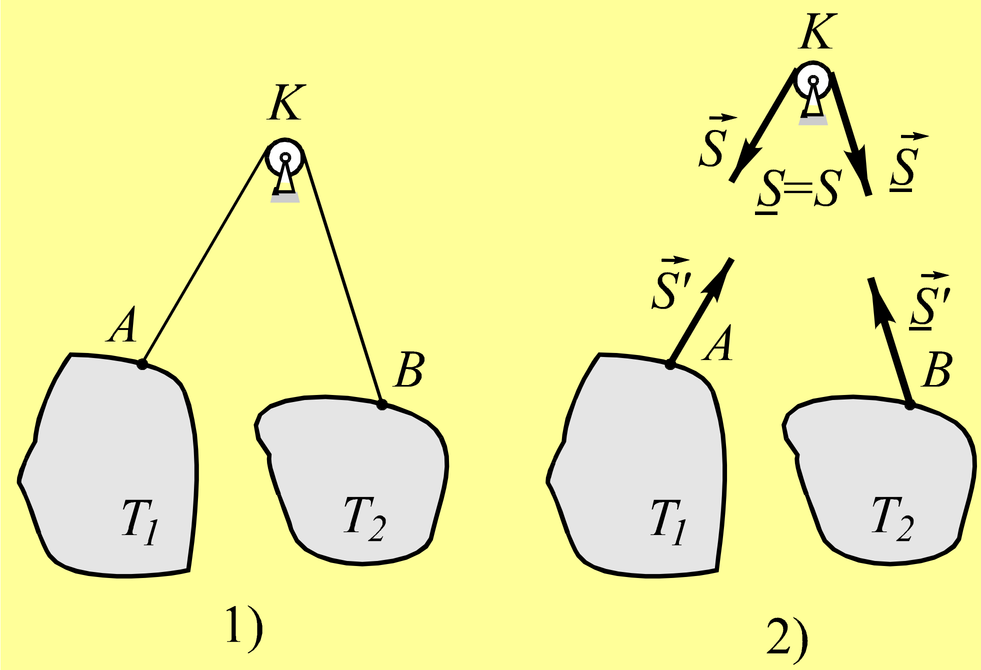


U OVOM PRIMERU

Okolina putem ukleštenja sprečava kretanje tački A u *x* pravcu reakcijom $\vec{X}_A$ a u *y* pravcu reakcijom $\vec{Y}_A$

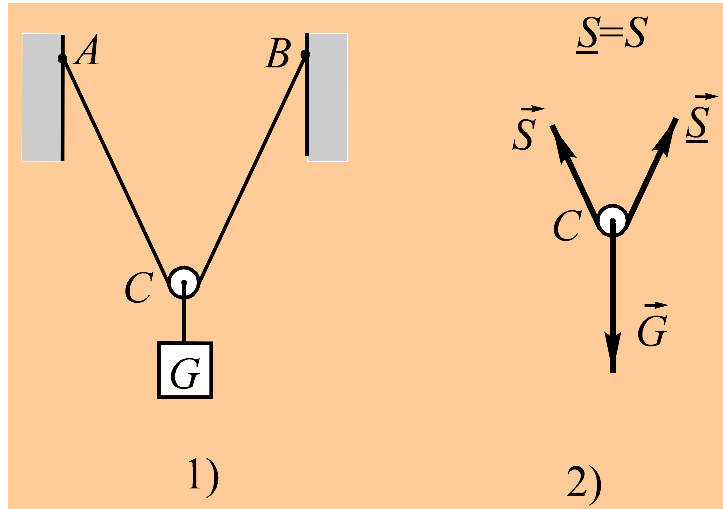
Okolina (zid) takođe sprečava i obrtanje štapa oko tačke A trećom reakcijom - reaktivnim spregom $\mathfrak{M}_A$ (obično nazivanim momentom ukleštenja)

Napomena koja se tiče idealnog kotura

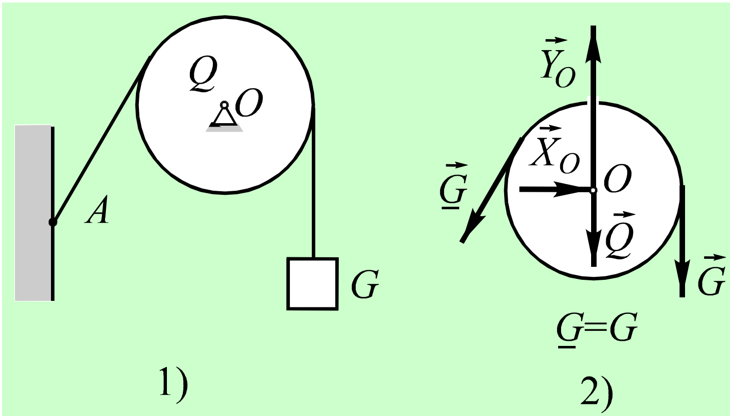


Za idealni kotur oko kojeg je prebačeno uže (ili konac) važi da je intenzitet sile u užetu sa jedne strane kotura jednak onome sa druge strane.

$$S' = \underline{S}' = \underline{S} = S$$



Ravnotežni sistem koji sadrži idealni kotur zanemarljivih dimenzija

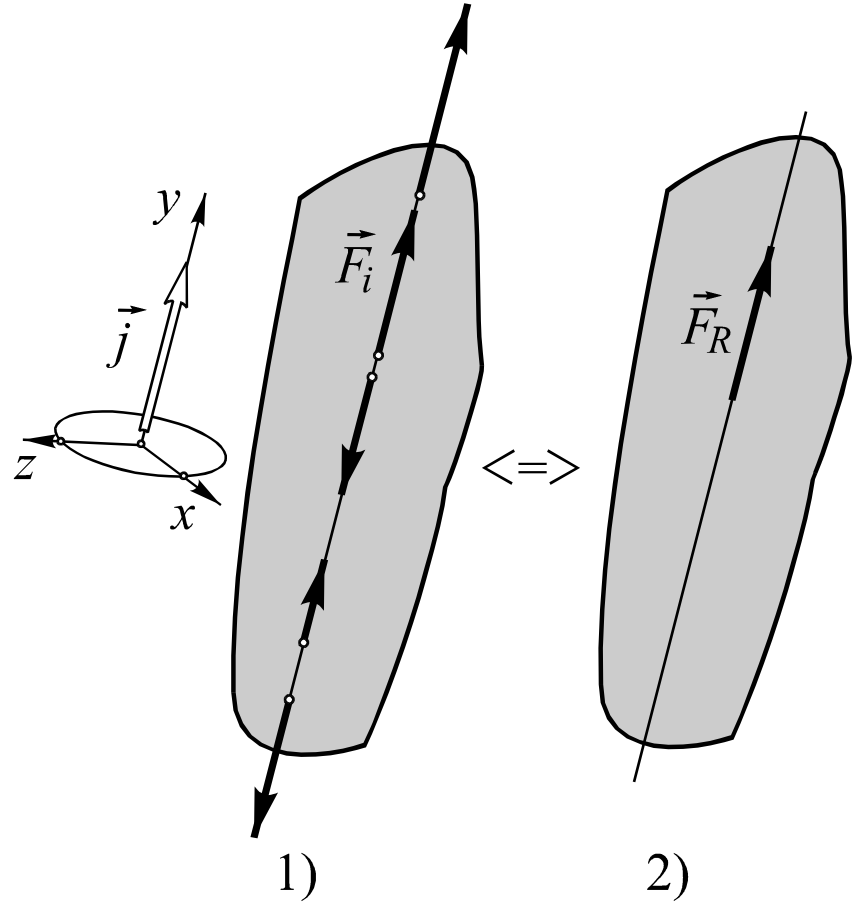


Teški dealni kotur konačnih dimenzija

7.Kolinearni sistem sila. Njegova rezultanta. Uslov ravnoteže.

Ako je sistem sila sačinjen od ma koliko sila koje imaju istu napadnu liniju onda se on naziva kolinearnim sistemom sila.

Izaberimo osu *y* paralelnu vektorima sila ovog sistema (Sl.3.38-1). Svaka od sila će se projektovati samo na *y* osu, i to cela sa predznakom “plus” ili “minus”.



Kolinearni sistem sila i njegova rezultanta

Kolinearni sistem sila ima rezultantu koja se dobija sabiranjem vektora kolinearnih sila, dakle:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + ... + \vec{F}_i + ... + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i$$

$$Y_R = \sum Y_i$$

Kolinearne sile i dobijena rezultanta moraju imati istu napadnu liniju.

$$\vec{F}_i = Y_i \vec{j}, \quad \vec{F}_R = Y_R \vec{j}$$

RAVNOTEŽA KOLINEARNOG SISTEMA SILA

Telo na koje dejstvuje kolinearni sistem sila biće u ravnoteži ako je $\vec{F}_R = \vec{0}$

To nas dovodi do “analitičkog uslova ravnoteže kolinearnog sistema sila”

$$\sum Y_i = 0$$

Primer 3.3

2)=> $\sum Y_i = 0 \Rightarrow \boldsymbol{S_3} - G = 0$

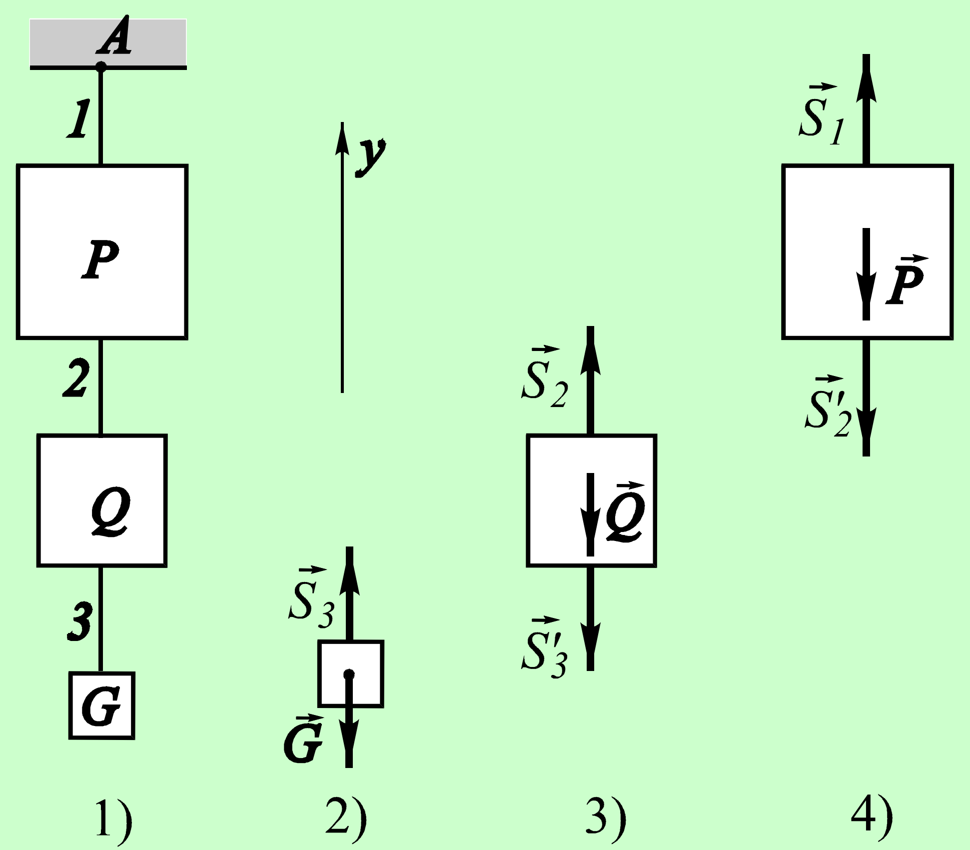
=> $\boldsymbol{S_3} = G$

3)=> $\sum Y_i = 0 \Rightarrow \boldsymbol{S_2} - S_3 - Q = 0$

=> $\boldsymbol{S_2} = G + Q$

4)=> $\sum Y_i = 0 \Rightarrow \boldsymbol{S_1} - S_2 - P = 0$

=> $\boldsymbol{S_1} = G + Q + P$



Uravnoteženi kolinearni sistemi sila