

Engineering
Mechanics:
Statics

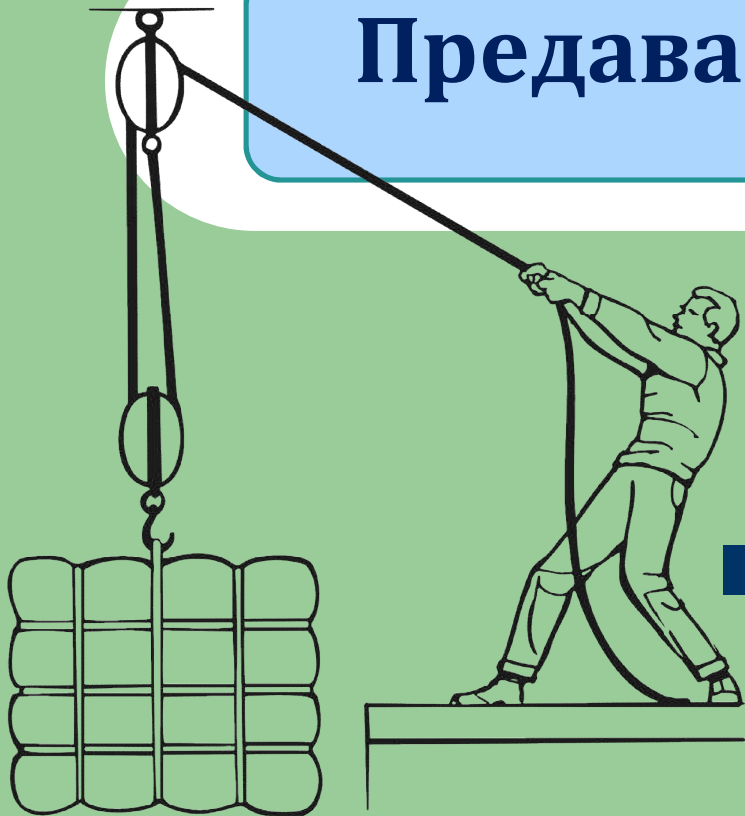


А К А Д Е М И Ј А
ТЕХНИЧКО-ВАСПИТАЌИХ
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА

Предмет
МЕХАНИКА 1

студијски програми:
ИНДУСТРИЈСКО ИНЖЕЊЕРСТВО
ДРУМСКИ САОБРАЋАЈ

Предавање 1: ПОЈАМ СИЛЕ



Наставник: др Бобан Цветановић
Сарадник: Гордана Јовић

ШТА ЈЕ МЕХАНИКА И ЧИМЕ СЕ БАВИ?

То је основна природна наука која се бави проучавањем:

- **Услова мировања материјалних тела изложених дејству спољашњих сила**
- **Механичких кретања**
- **Механичких узајамних дејстава материјалних тела**

Mehanika je svoje ime prema grčkoj reči „mehane“ što znači mašina, sprava.

Sam pojam datira još iz stare Grčke, ali prave temelje mehanika dobija tek u delu Isaka Njutna:

Matematički principi prirodne filozofije, 1687 godine.

ПОДЕЛА МЕХАНИКЕ

у зависности од карактера задатака који се проучавају, Механика се дели на следеће гране:

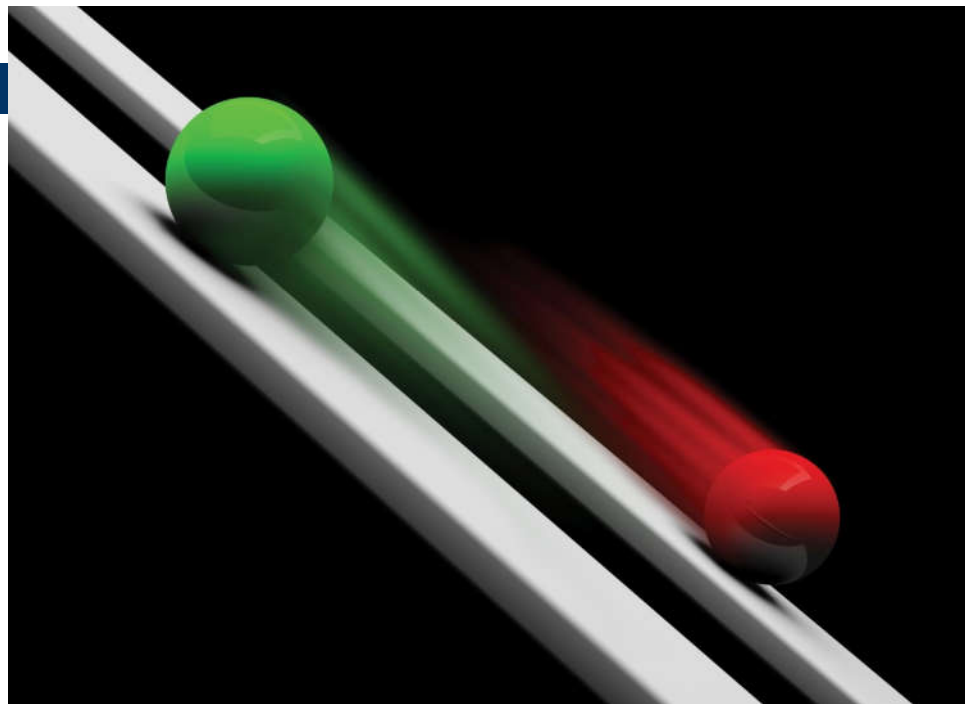
СТАТИКА

проучава услове
равнотеже
материјалних тела
изложених дејству
сила



КИНЕМАТИКА

проучава
геометријска
својства кретања
не водећи притом
рачуна о
материјалности
тела нити о дејству
сила



ДИНАМИКА

проучава
кретања
материјалних
тела под
дејством сила



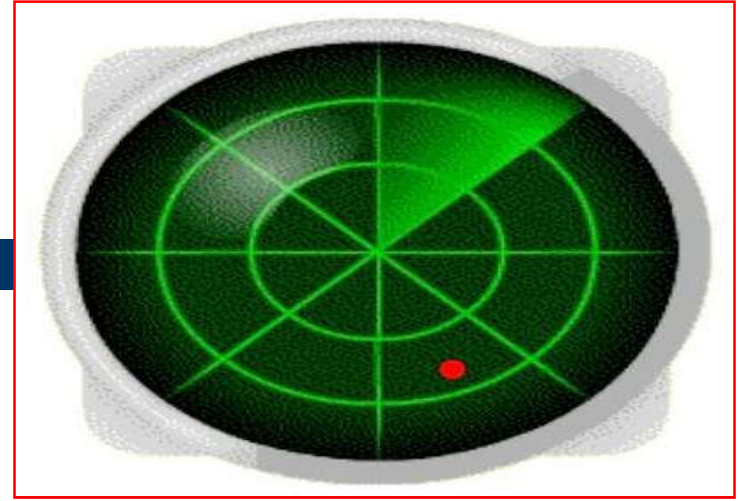
ВРСТЕ ТЕЛА У МЕХАНИЦИ

У механици се уводе различита врсте тела ради лакшег проучавања механичких процеса.

МАТЕРИЈАЛНА ТАЧКА

У природи постоје механичка мировања и кретања за чије проучавање **нису значајне димензије.**

То занемаривање димензија (не односи се на материјалност тела) доводи до појаве тела које се у механици назива **материјална тачка.**

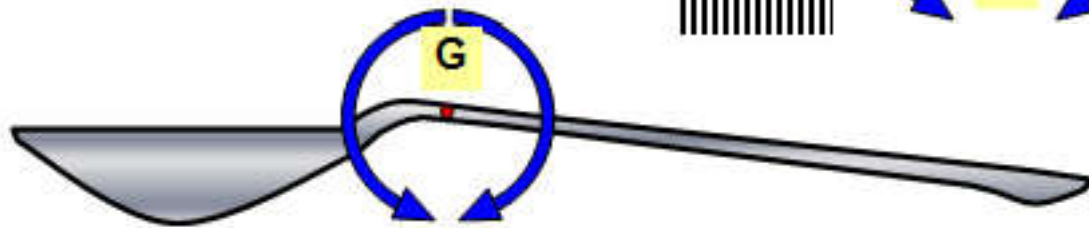
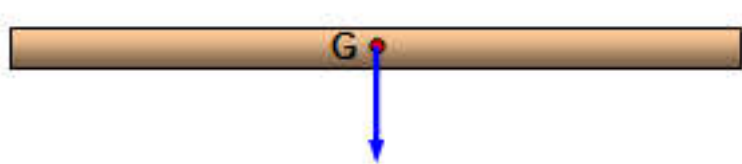


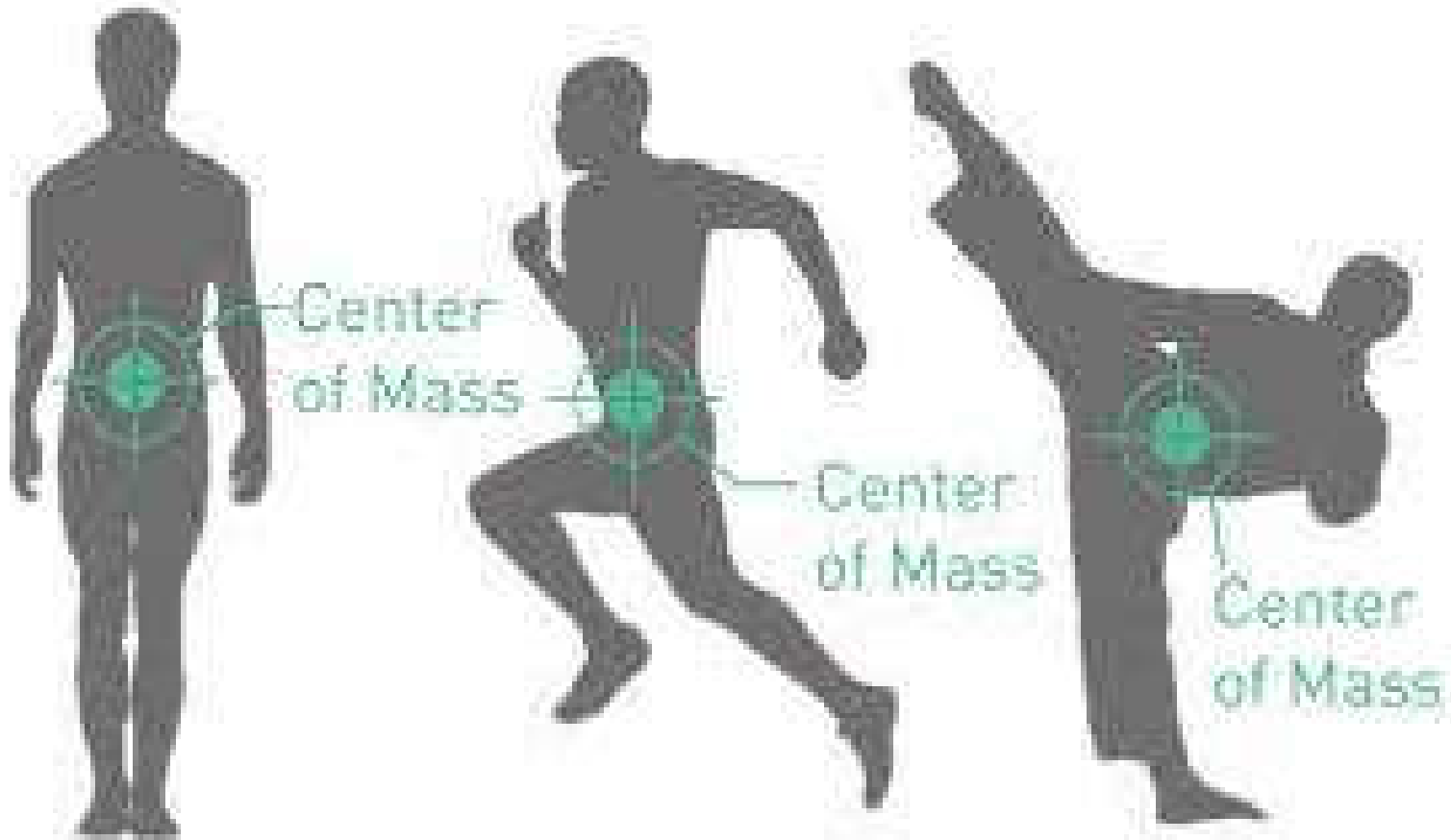
Материјална тачка је геометријска тачка тела којој се придодаје целокупна маса тела и обично се узима да је то центар (тежиште) тела.

ТЕЖИШТЕ ТЕЛА

Тачка у којој делује
тежина тела







КРУТА И ДЕФОРМАБИЛНА ТЕЛА

У великом броју случаја димензије тела се не могу занемарити и таква тела називају деформабилна или крута.

ДЕФОРМАБИЛНА ТЕЛА

Деформабилно тело је материјално тело које се деформише при дејству сила, односно **мењају у већој или мањој мери свој облик и запремину.**

овиме се баве научне дисциплине Теорија еластичности и Теорија пластичности).

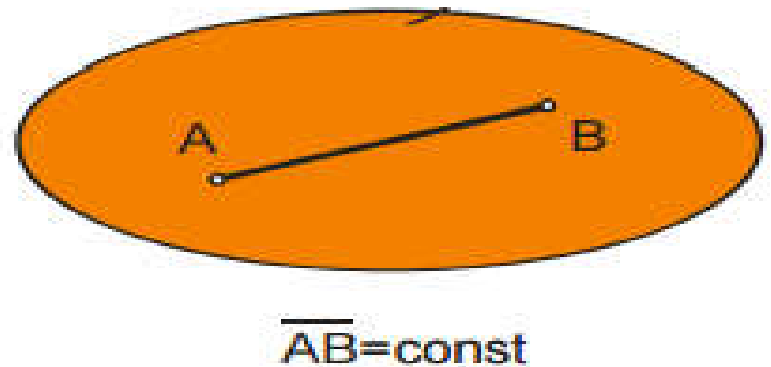
Тела се могу еластично или пластично деформисати



Сунђер је пример тела за еластично деформисање јер се након престанка дејства силе враћа у првобитан облик. Међутим, уколико га изложимо великој сили и он ће доживети пластичну деформацију као и ауто на слици, односнеће се вратити у првобитан облик.

КРУТА ТЕЛА

Круто (недеформабилно) тело је материјално тело које се не деформише при дејству сила, тј. Растојање између било које две тачке тела остаје исто.



Ово су замишљена тела (не постоје у природи), која се уводе у механику да би се поједноставио поступак решавања задатака.



Чак и тела највеће тврдоће као што је нпр дијамант, нису крута тела, јер ће се деформисати под дејством довољно велике силе.

ОСНОВНИ ПОЈМОВИ СТАТИКЕ

Статика проучава услове равнотеже материјалних тела изложених дејству сила, при чему се претпоставља да су тела крута

(добијена решења могу се применити и на одговарајућа деформабилна тела не правећи битније грешке)

Назив потиче из грчког језика (*στατική* - *statike*)
и преводи се као наука о равнотежи.

Оснивачем статике
сматра се Архит (око
400 г.п.н.е.), а развили
су је Аристотел (384-
322 г.п.н.е.) и Архимед
(287-212 г.п.н.е.).



Архимед (око 287. пне. - 212. пне.)

Основне j -не статике добијају се из одговарајућих динамичких j -на.

Статика се може сматрати као **посебан случај** динамике у којем је **посматрано тело у стању** **мировања** тј. брзина је једнака нули.

ПОЈАМ МИРОВАЊА - РАВНОТЕЖЕ

За тело кажемо да је у равнотежи ако оно не мења свој положај у односу на референтно тело, тј. не креће се у односу на њега.

ВРСТЕ РАВНОТЕЖЕ

Ради лакшег решавања проблема уводе се појмови **апсолутне и релативне равнотеже.**

АПСОЛУТНА РАВНОТЕЖА

Семафор је референтно тело

Посматрано тело (аутомобил)
је у апсолутној равнотежи
(у односу на референтно тело)

АПСОЛУТНА РАВНОТЕЖА: Посматрано тело мирује у односу
на референтно тело које је, такође, у стању мировања

РЕЛАТИВНА РАВНОТЕЖА

Пешак је референтно тело

Посматрано тело (аутомобил)
је у релативној равнотежи
(у односу на референтно тело)



РЕЛАТИВНА РАВНОТЕЖА: Посматрано тело мирује у односу на референтно тело које се креће.

ПОЈАМ СИЛЕ



То је израз узајамног механичког дејства материјалних тела (сваки узрок који је у стању да промени кретање или мировање тела)

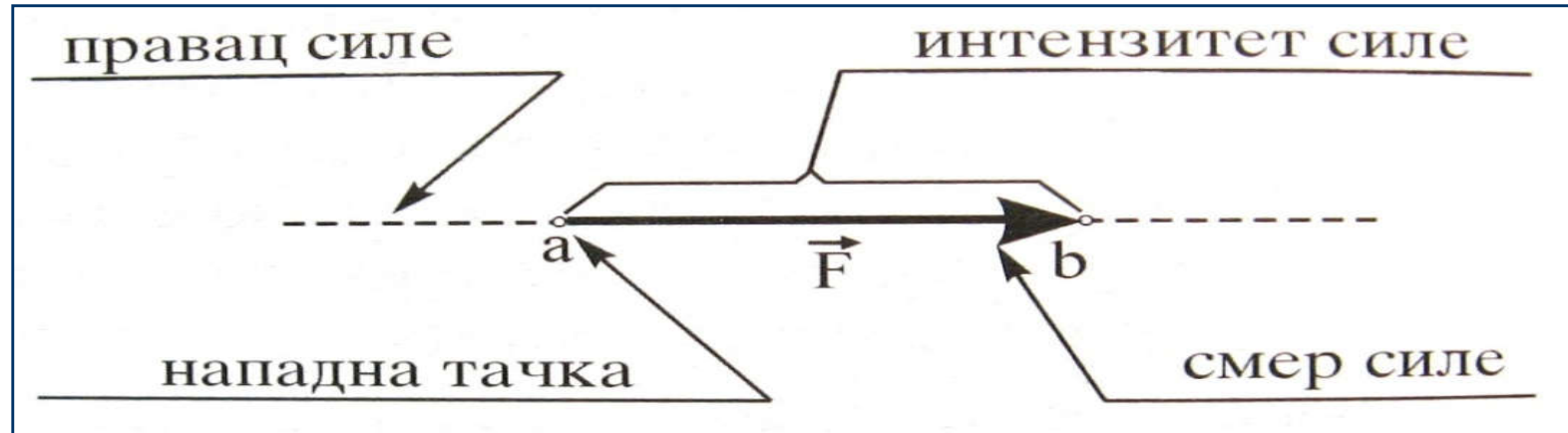
The diagram shows the equation $F = m * a$ with three labels in boxes connected by lines: "СИЛА (N)" points to F , "МАСА (kg)" points to m , and "УБРЗАЊЕ ($\frac{m}{s^2}$)" points to a .

Сила је једнака производу масе тела и убрзања које му она даје (Други Њутнов закон).

Јединица за силу је њутн $N=kg \cdot m/s^2$

Један њутн је сила потребна да телу масе од једног килограма саопшти убрзање од $1m/s^2$.

Сила је векторска величина одређена интензитетом, правцем, смером и нападном тачком.

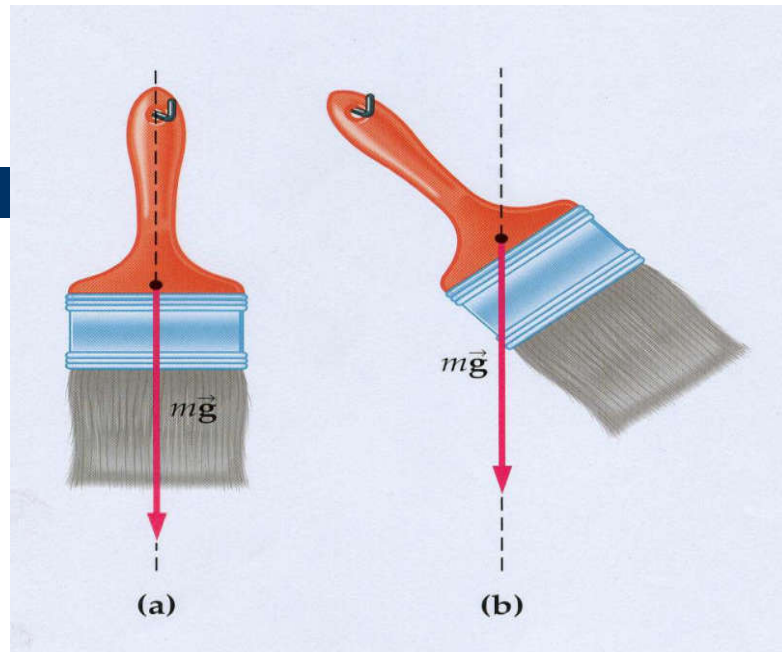


ТЕЖИНА ТЕЛА

Тежина тела је сила којом тежа привлачи тела, има вертикални правац, а смер наниже ка центру Земље, без обзира на положај тела.

Концентрисана је у тежишту и има интензитет

$$G = m \cdot g$$



ОДНОС МАСЕ И ТЕЖИНЕ ТЕЛА

Тежина тела: $G=mg$,
где је g -убрзање земљине теже и обично се усваја
 $g=9,81\text{m/s}^2$

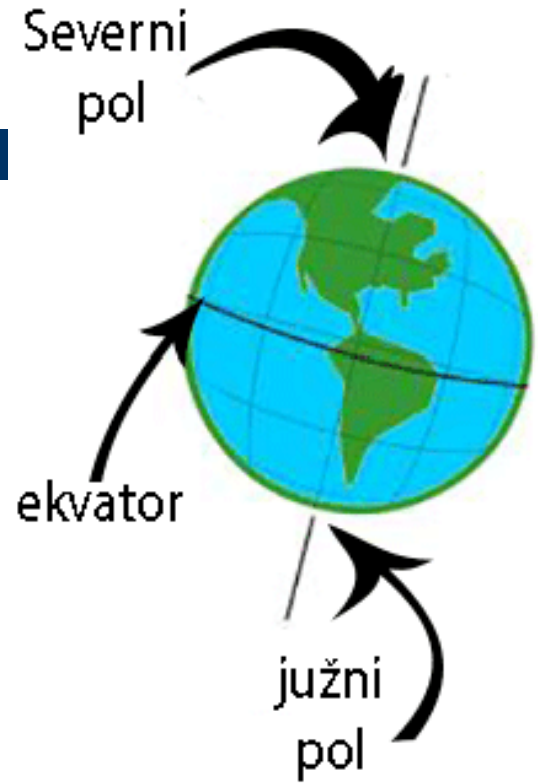
$$1\text{kg}\cdot 9,81\text{m/s}^2=9,81\text{N}$$

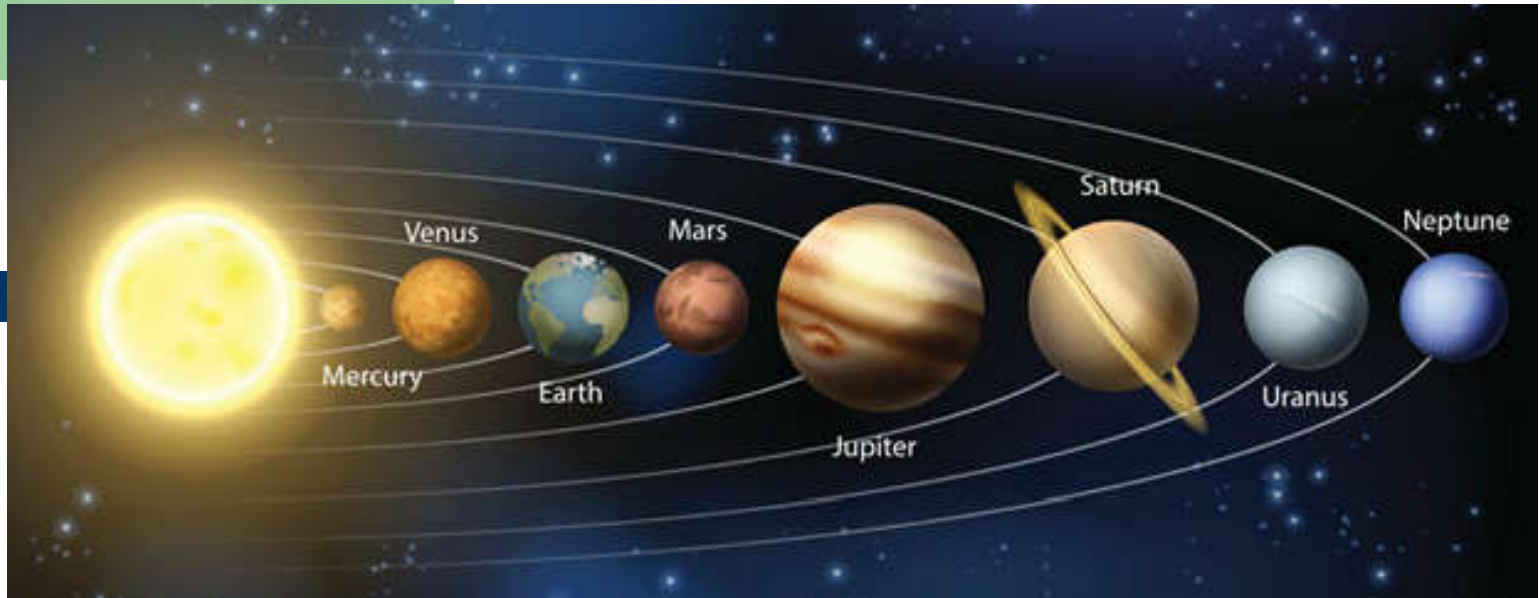
ОДНОС МАСЕ И ТЕЖИНЕ ТЕЛА

За коришћење у
инжењерској
пракси
 $1\text{kg}=9,81\text{N}$



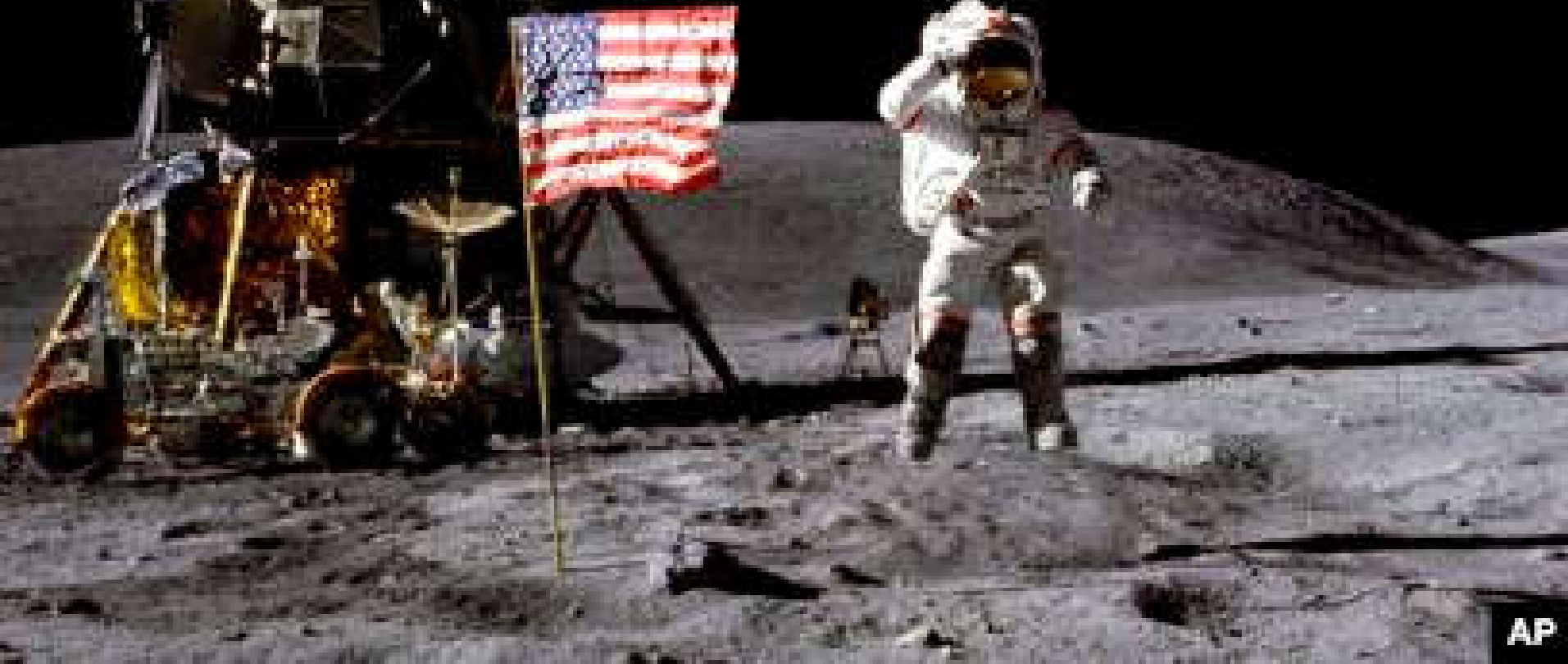
Убрзање земљине теже није свуда исто, на половима је 9,83, а на екватору 9,78.





На другим планетама и звездама су вредности убрзања тежа тих планета потпуно различита у односу на земљино!
нпр. Сунце 274.13m/s^2 , Меркур 3.59, Венера 8.87, Марс 3.77, Јупитер 25.95, Сатурн 11.08, Уран 10.67, Нептун 14.07

Месец има у односу на Земљу чак 6 пута мању силу гравитације или привлачења ($1,62\text{m/s}^2$). Тако када је човек ступио на Месец, његова тежина је износила само шестину тежине коју има на Земљи.



Ово значи да се
**ТЕЖИНА ТЕЛА МЕЊА,
АЛИ МАСА ОСТАЈЕ
НЕПРОМЕЊЕНА!!!**



ВРСТЕ СИЛА

Силе могу да буду активне или пасивне.



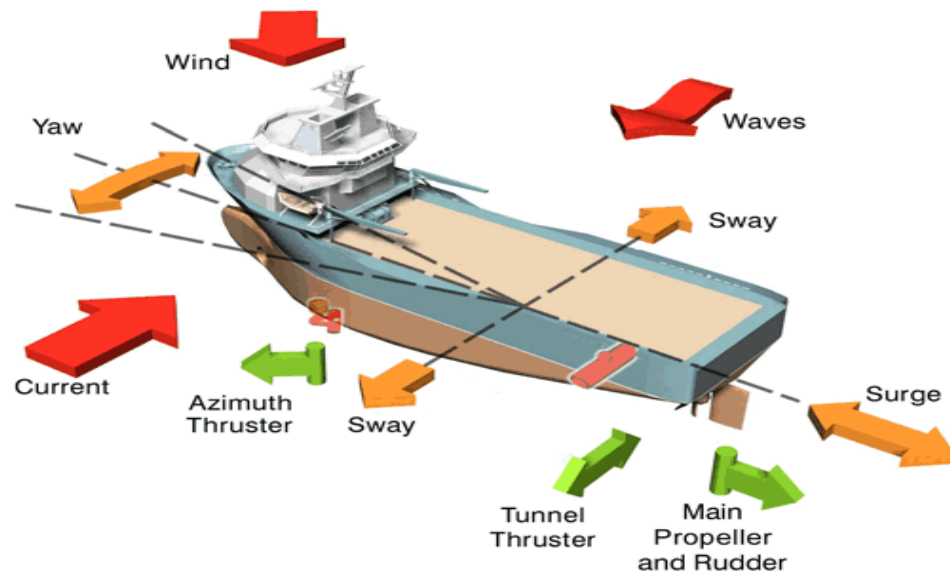
Активне силе теже да изазову кретање тела!

Пасивне (отпорне, силе реакције) не могу да изазову кретање већ се јављају као последица активних сила и супростављају кретању тела.

Оне могу умањити или потпуно спречити кретање тела и трају само дотле док траје дејство активних сила.

СИСТЕМИ СИЛА

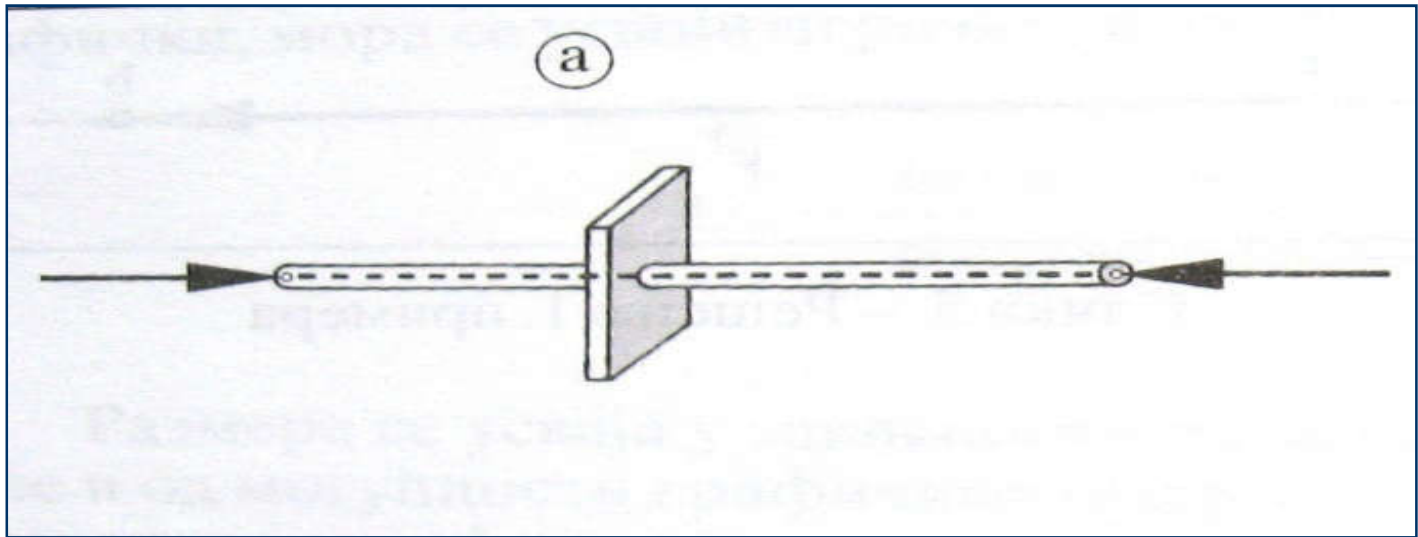
То је скуп свих сила које
делују на материјално
тело.



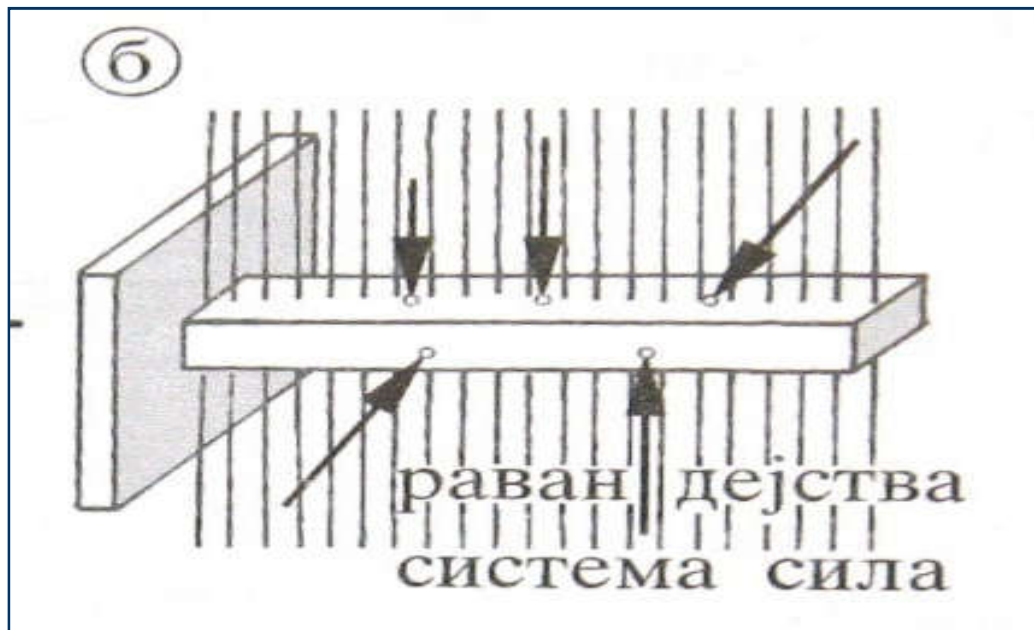
Основне врсте система

- а) систем колинеарних сила**
- б) систем раванских сила**
- в) систем просторних сила**

а) систем колонеарних сила
заједнички правац-иста нападна линија

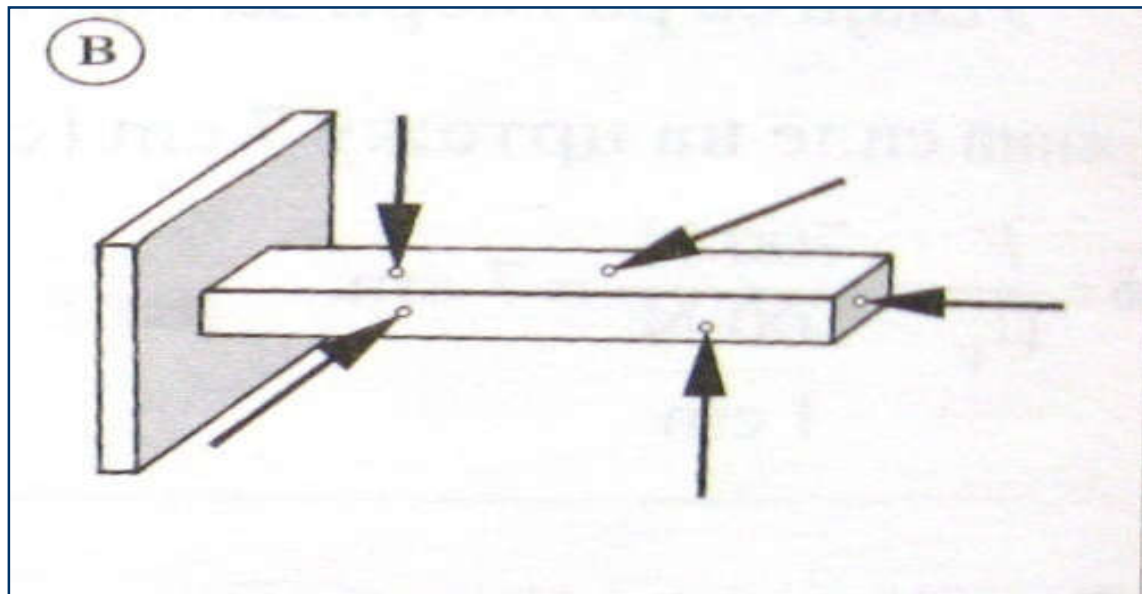


б) систем раванских сила
силе са правцима који леже у истој равни



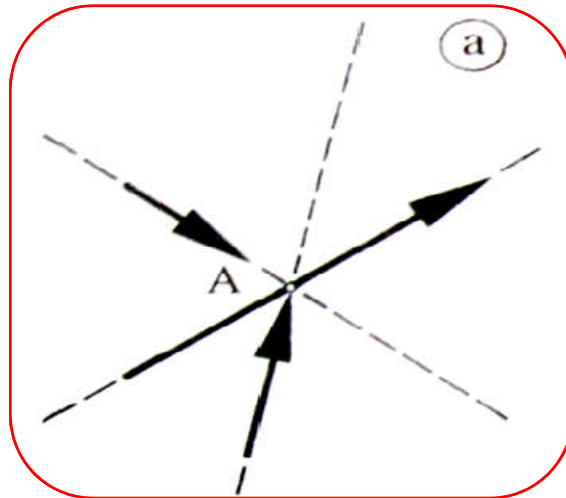
В) систем просторних сила

нападне линије сила распоређене у простору

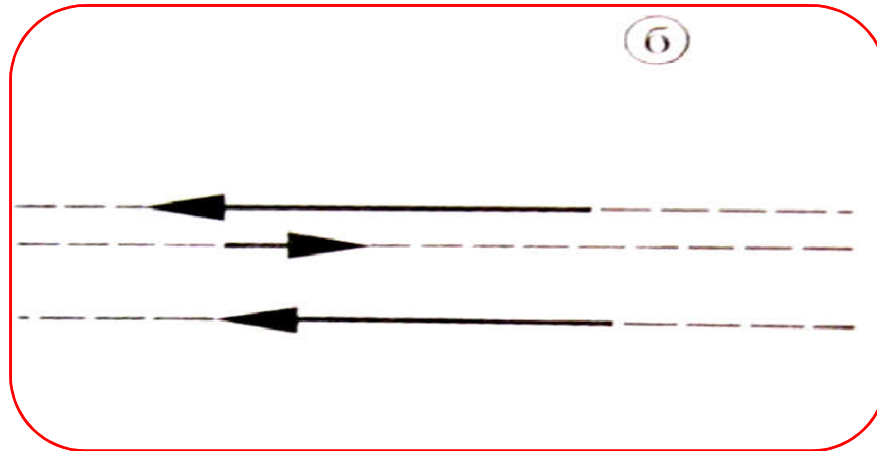


Систем раванских и просторних сила дели се:

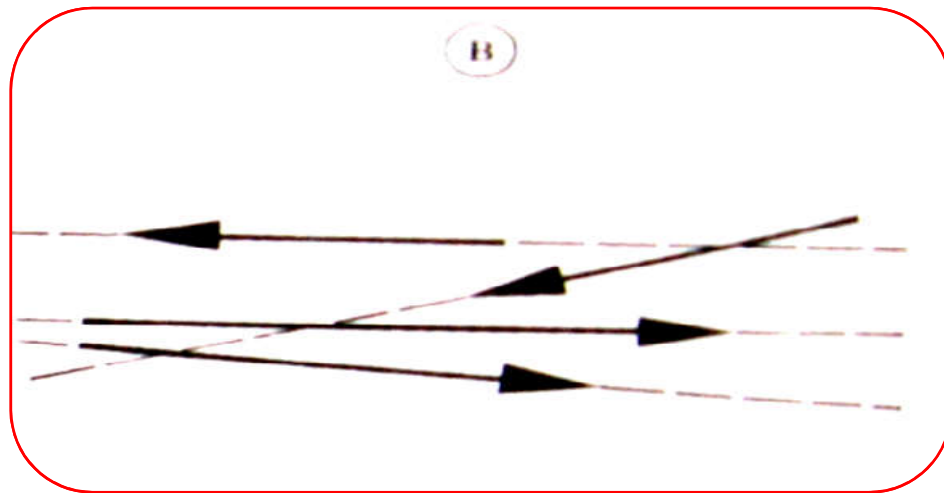
а) систем сучељних сила (силе са правцима који пролазе кроз исту заједничку тачку)



б) систем паралелних сила (правци сила су паралелни у равни или простору)



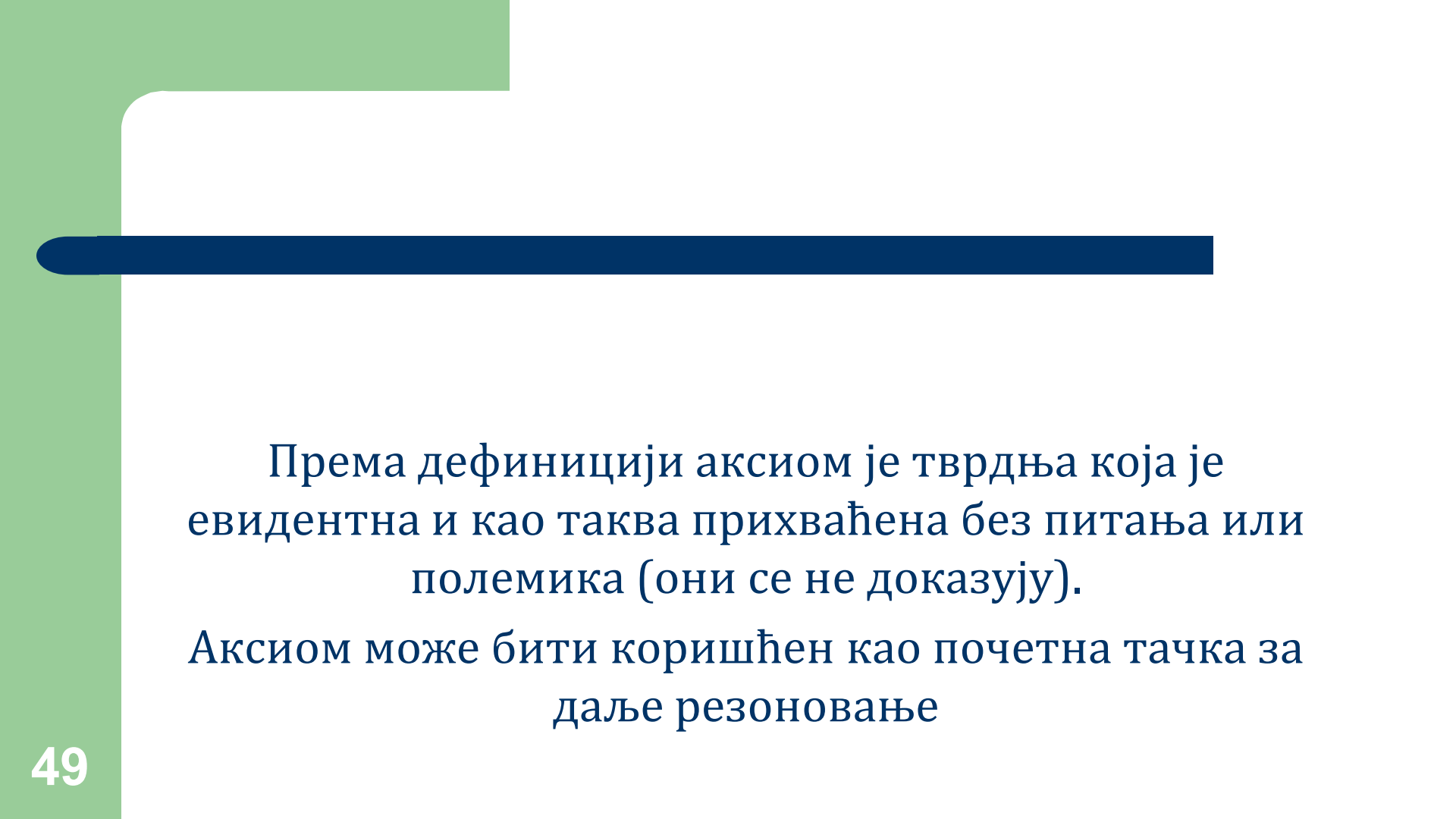
в) систем произвольних сила



АКСИОМИ СТАТИКЕ

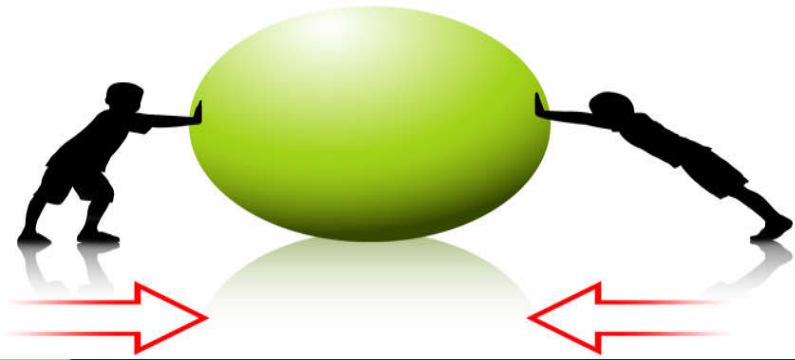
**Проучавање статичких проблема
засновано је на неколико основних
поставки-принципа.**

То су аксиоми статике.



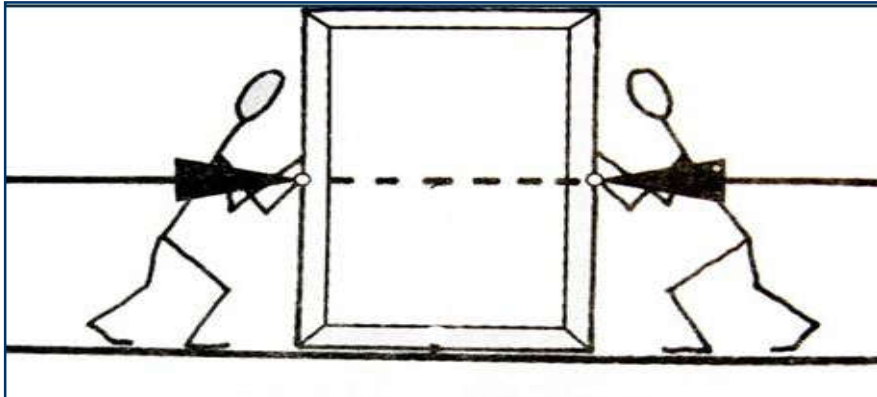
Према дефиницији аксиом је тврдња која је евидентна и као таква прихваћена без питања или полемика (они се не доказују).

Аксиом може бити коришћен као почетна тачка за даље резонување



Први аксиом

Две силе ће се налазити у стању равнотеже ако су истог интензитета, истог правца, а супротног смера.



**Систем
(колица)
је у равнотежи
(силе су исте)**

Sum of Forces = 0

Left Force ← 100N 100N → Right Force



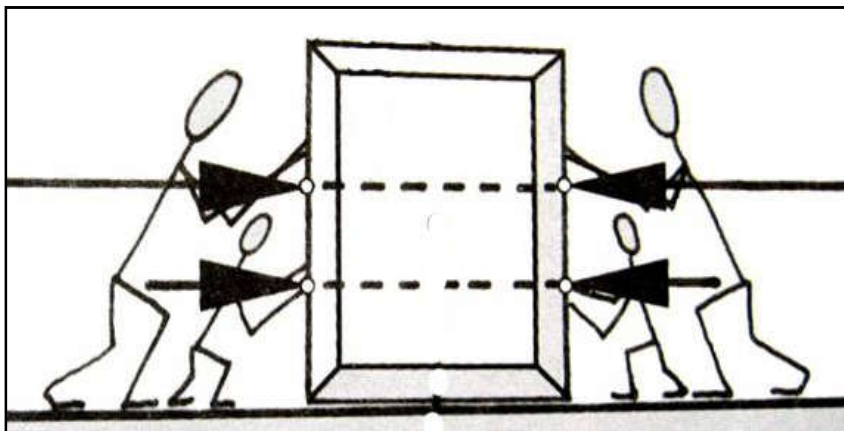


Последица првог аксиома

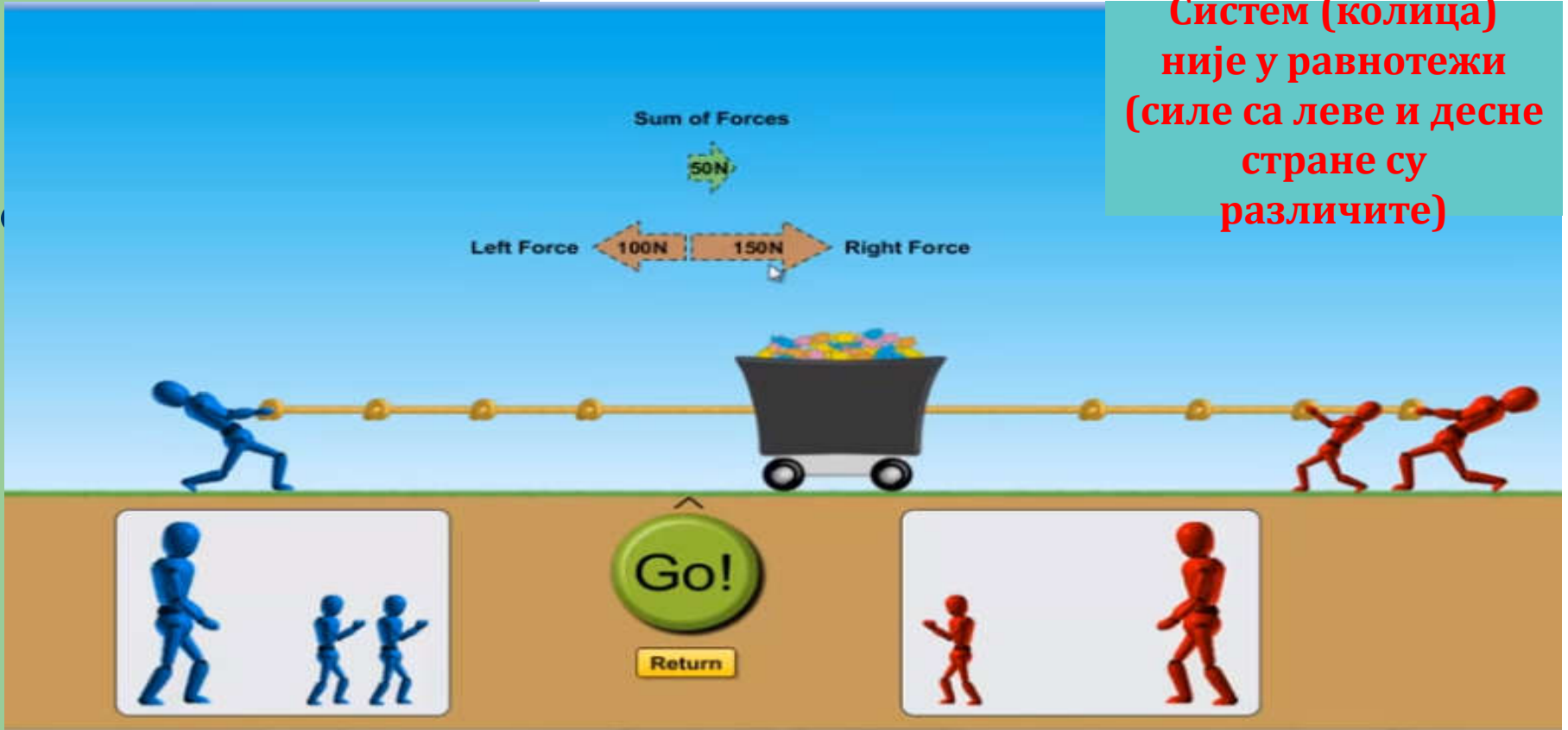
Ако се круто тело налази у стању равнотеже под дејством две силе, онда те силе морају бити истог интензитета и правца, а супротног смера.

Други аксиом

Дејство датог система сила на круто тело неће се променити ако му се дода или одузме коначан број уравнотежених система сила

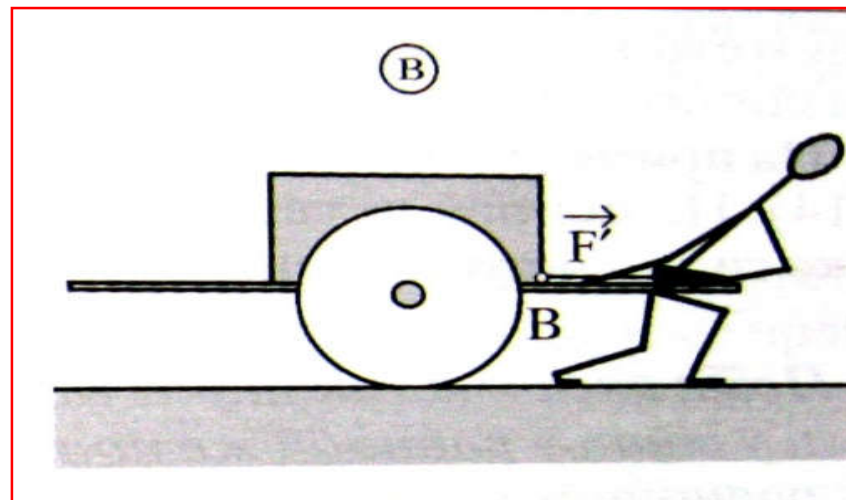
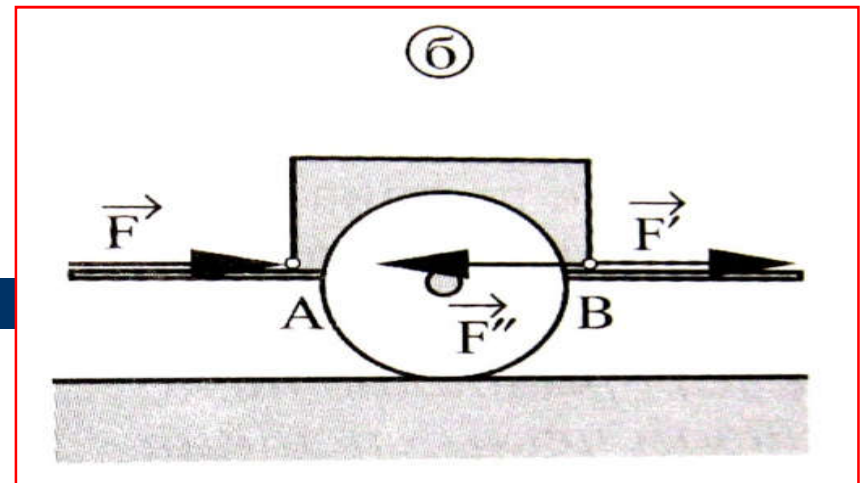
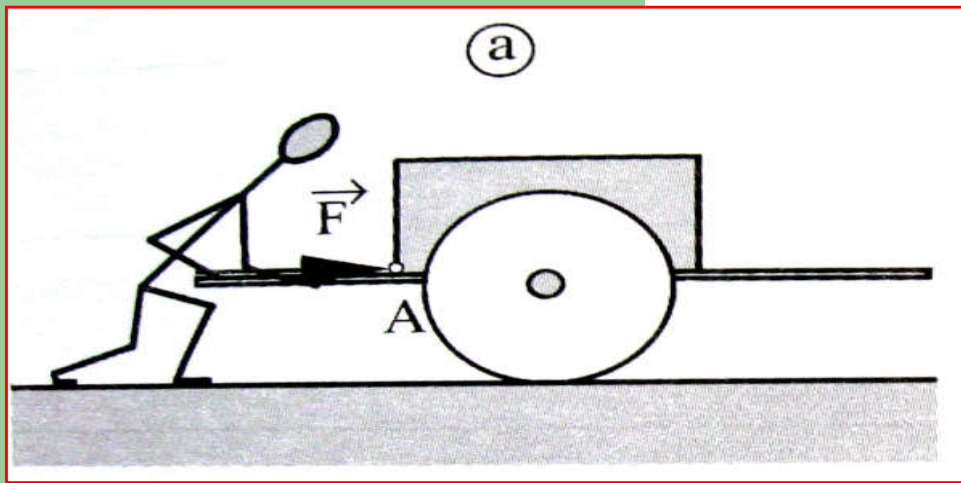


Систем (колица)
није у равнотежи
(силе са леве и десне
стране су
различите)



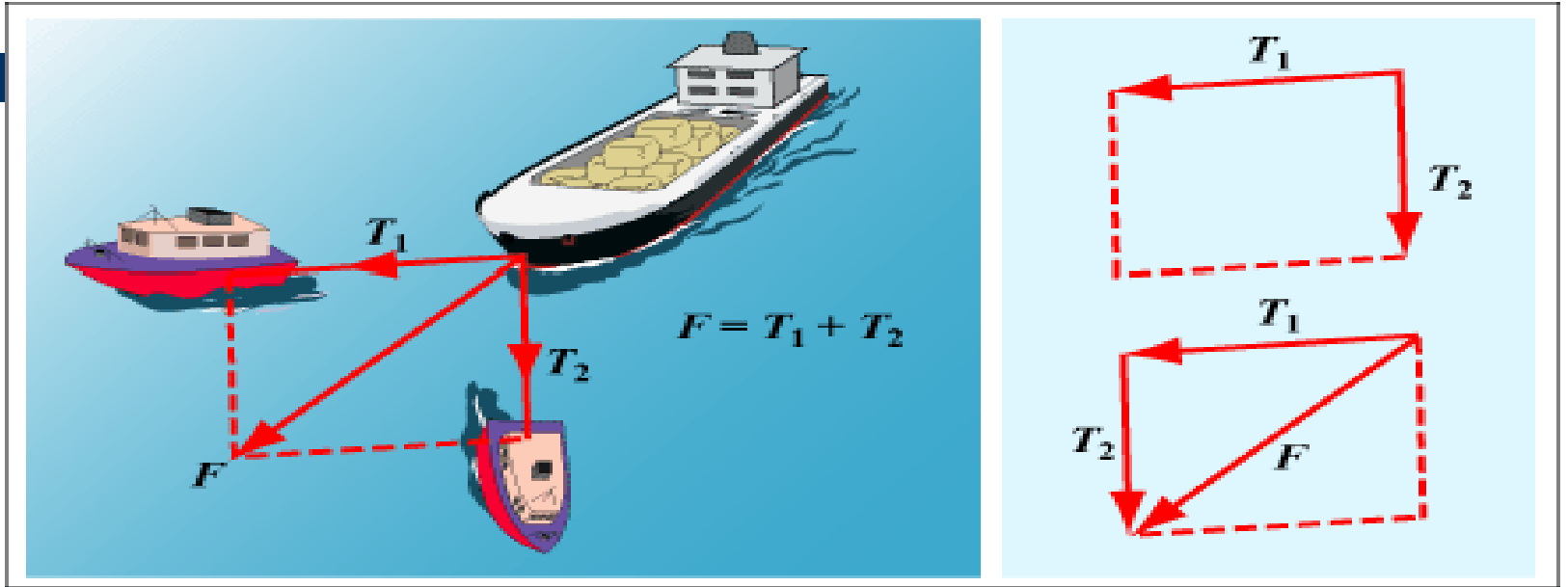
Последица другог аксиома

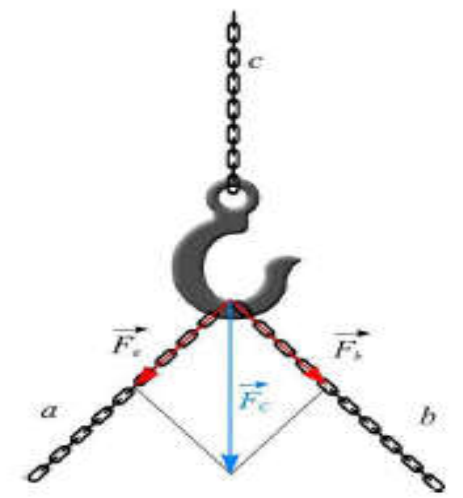
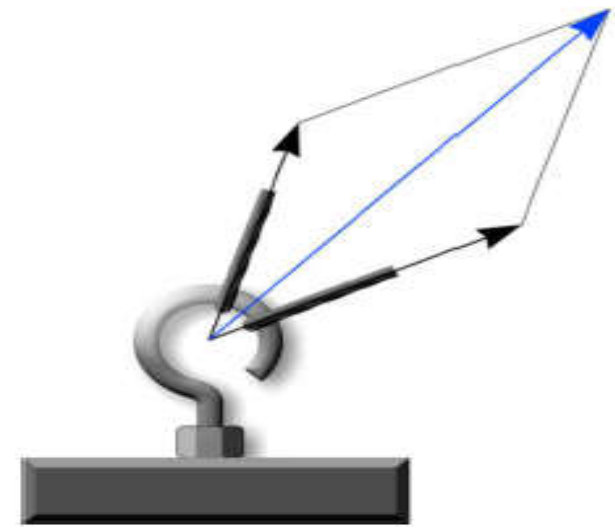
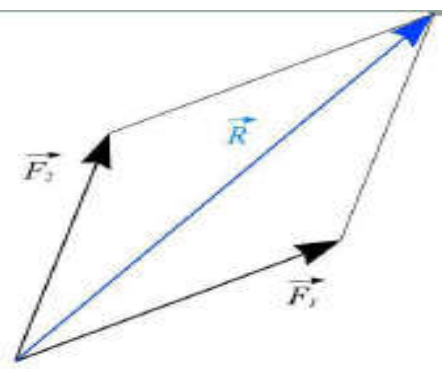
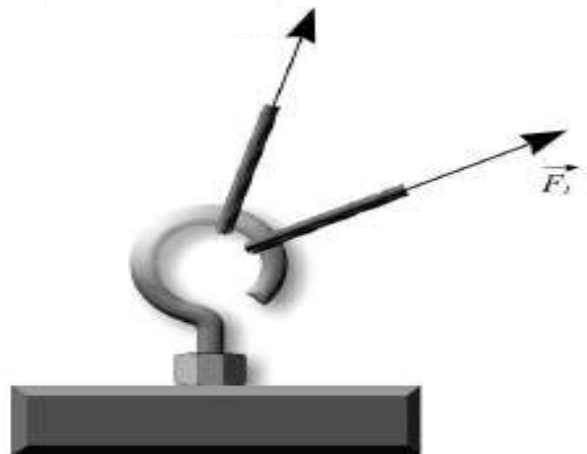
Дејство силе на круто тело неће се променити ако силу померамо дуж њене нападне линије, тј. ако је посматрамо као клизећи вектор!!!



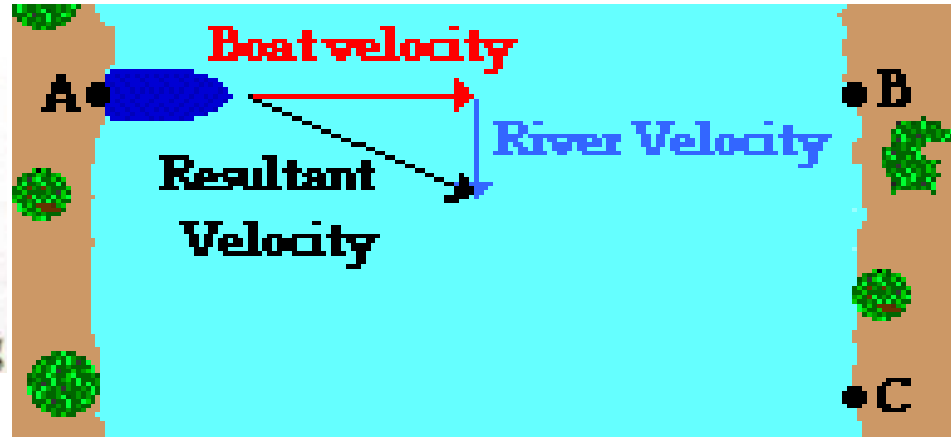
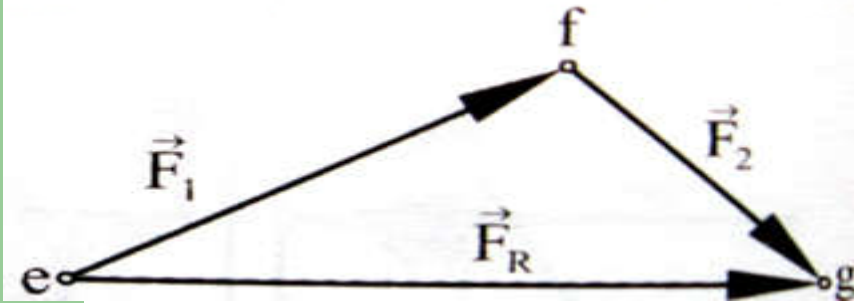
Трећи аксиом

Када у тачки крутог тела делују две силе и њихово дејство на тело неће се променити ако их заменимо дејством једне силе тзв. РЕЗУЛТАНТОМ (одређена дијагоналом паралелограма чије су странице те две силе).



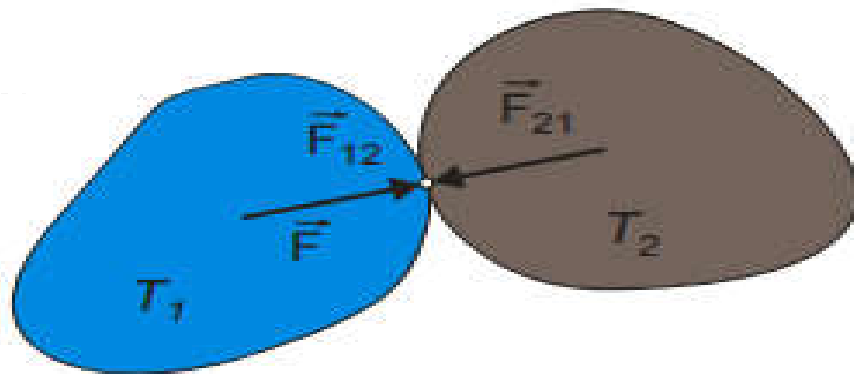


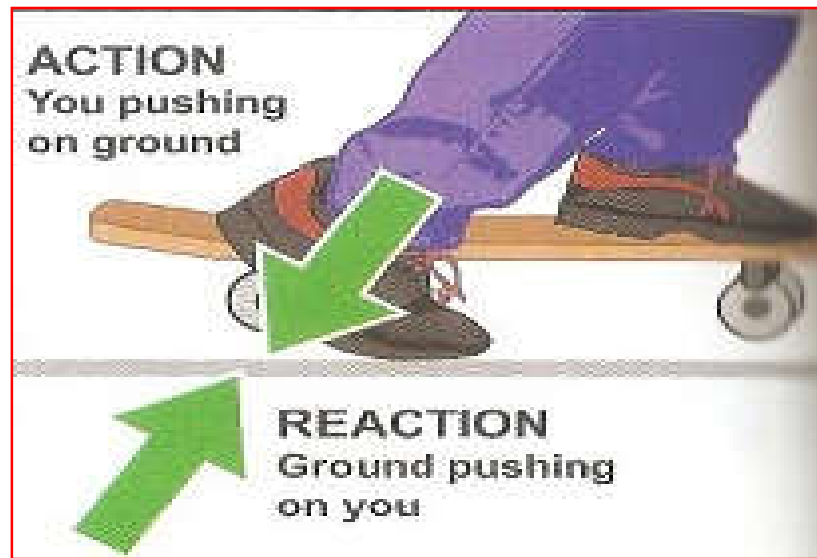
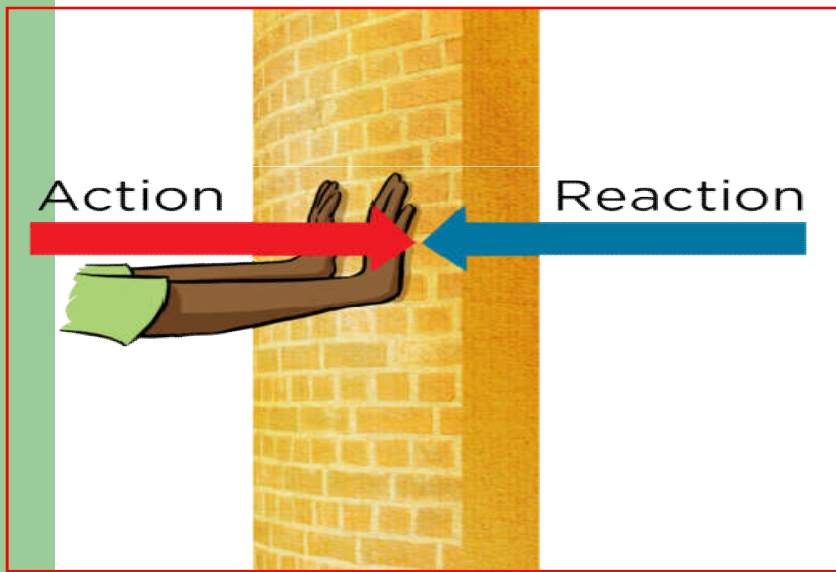
Поред методе паралелограма, за сабирање две силе може се користити и правило троугла сила



Четврти аксиом

Механичко узајамно дејство **два материјална тела** манифестује се силама истог интензитета и правца, а супротних смерова (закон акције и реакције – трећи Њутнов закон).



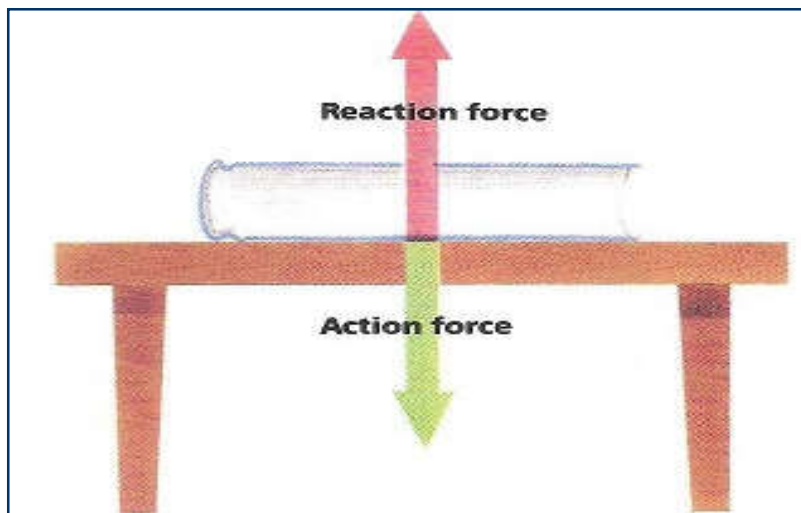


ВЕЗА И РЕАКЦИЈЕ ВЕЗА

**ВЕЗА је ТЕЛО које ограничава слободу кретања
посматраног тела**

**РЕАКЦИЈА ВЕЗЕ је СИЛА којом веза делује на посматрано
тело
(увек је усмерена супротно од смера у коме веза не допушта
померање тела).**

Књига је **везано тело** и својом тежином дејствује на сто
силом која се зове **притисак на везу**.

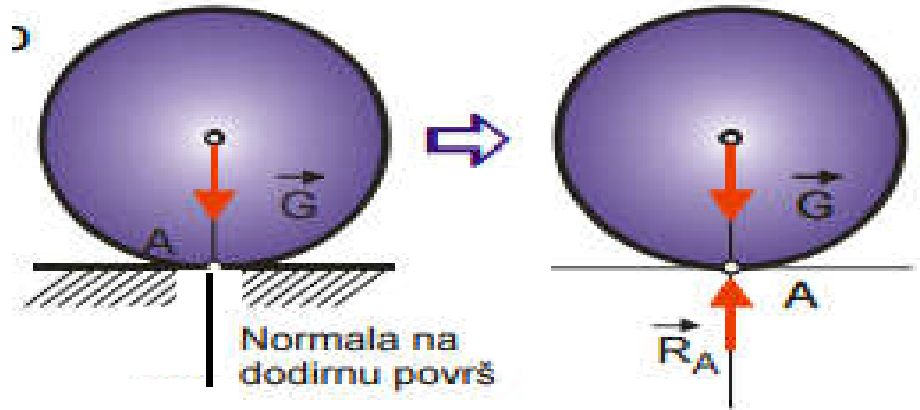


Сто је веза која **реакцијом** или **отпором везе** дејствује на књигу (та сила је истог правца и интензитета, а супротног

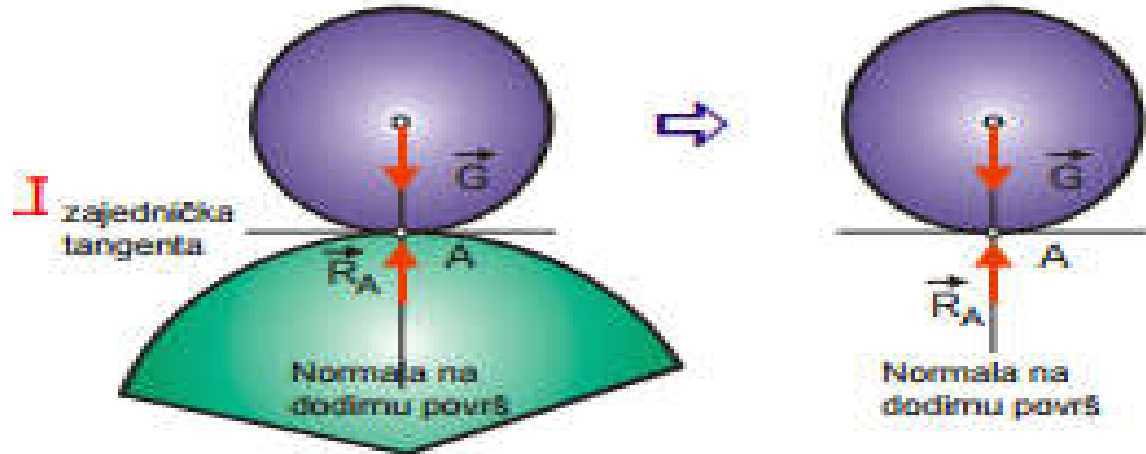
ВРСТЕ ВЕЗА

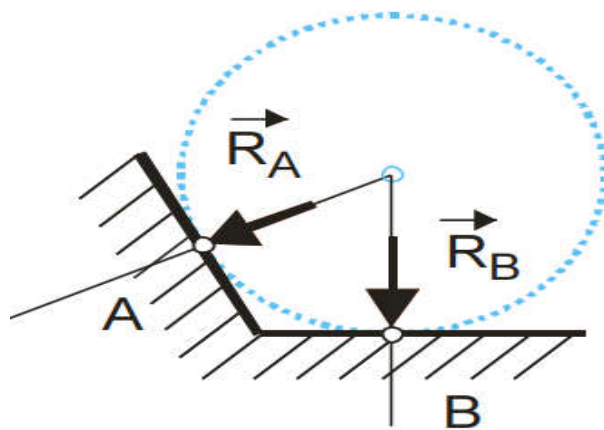
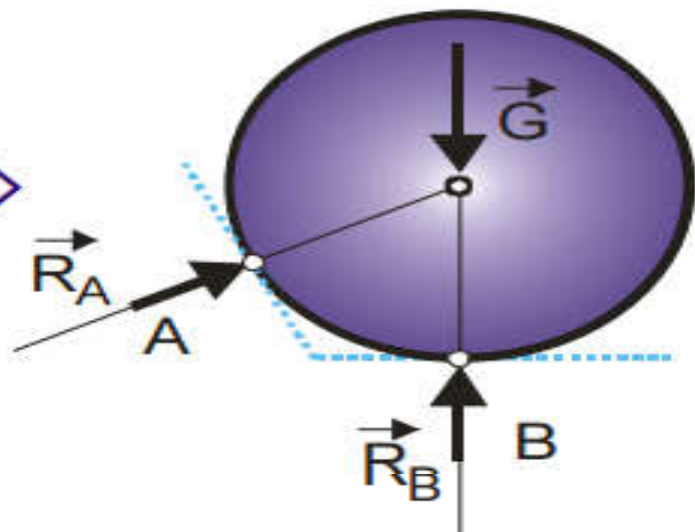
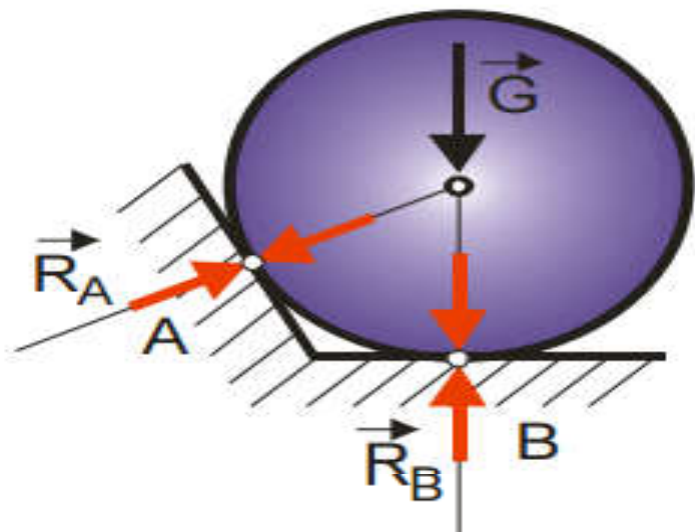
Глатка површ

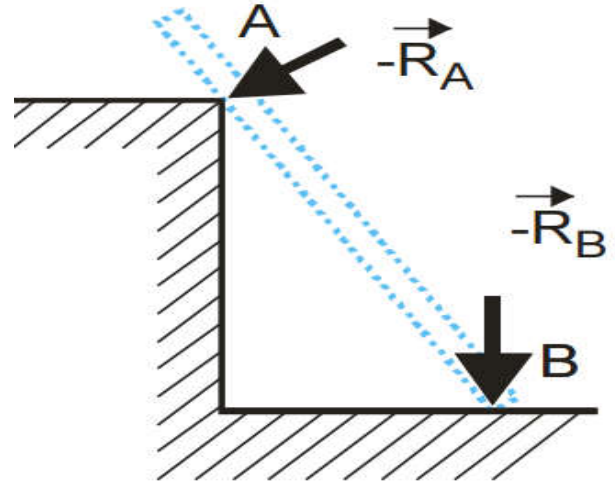
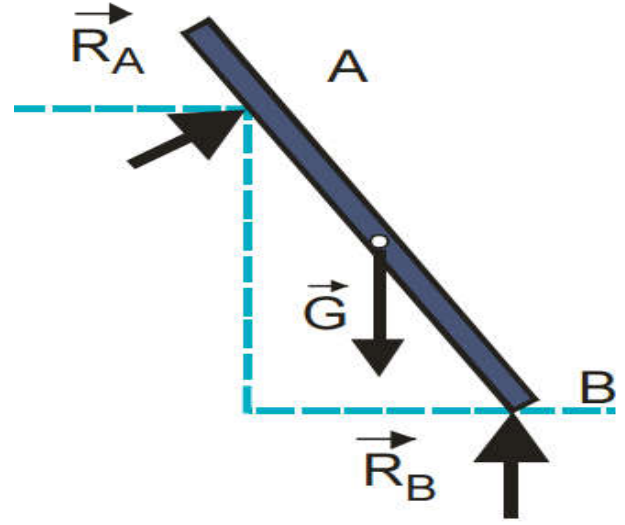
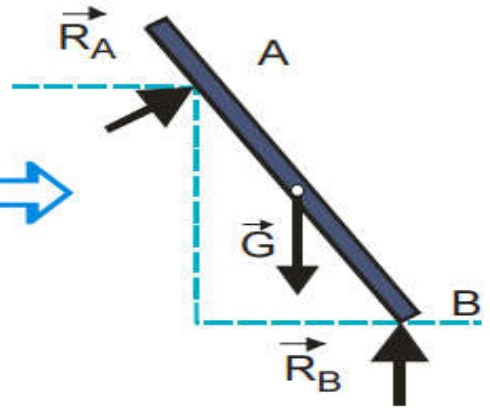
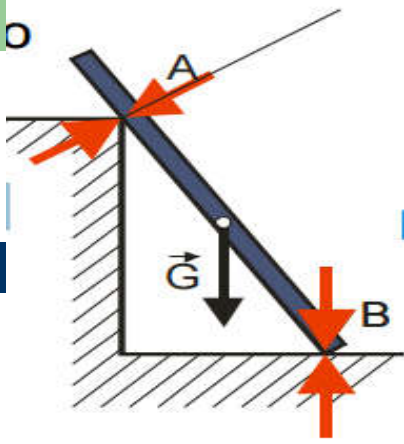
То је површина без отпора трења



Реакција везе је усмерена по заједничкој нормали на додирну површ

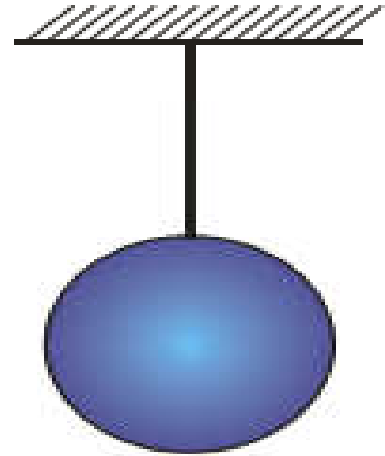






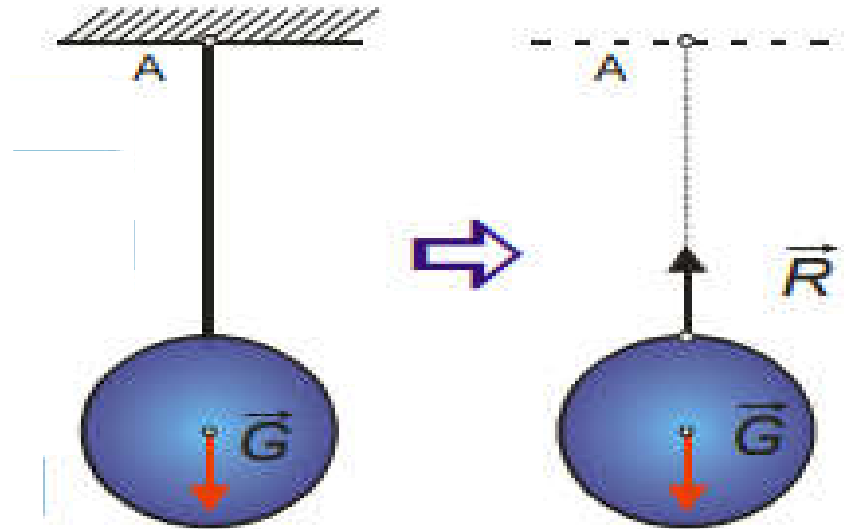
УЖЕ

Уже се сматра лаким
(занемарљиве тежине),
идеално савитљиво и
нерастегљиво!

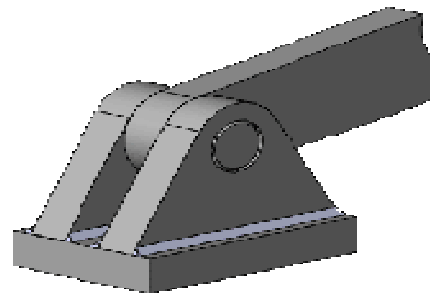


Везу замењујемо
реакцијом везе и
добиамо слободно тело
на које делује реакција
везе

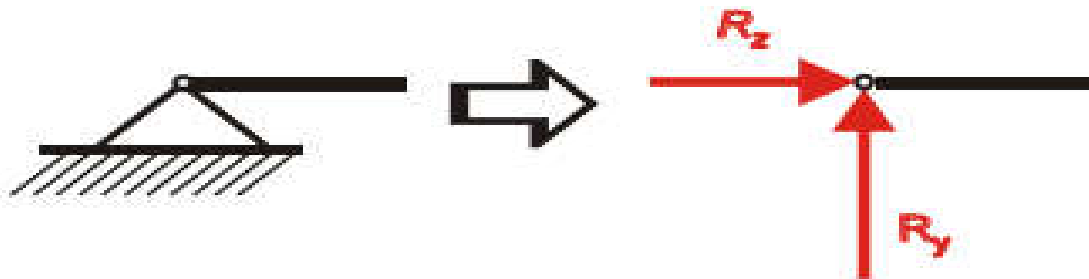
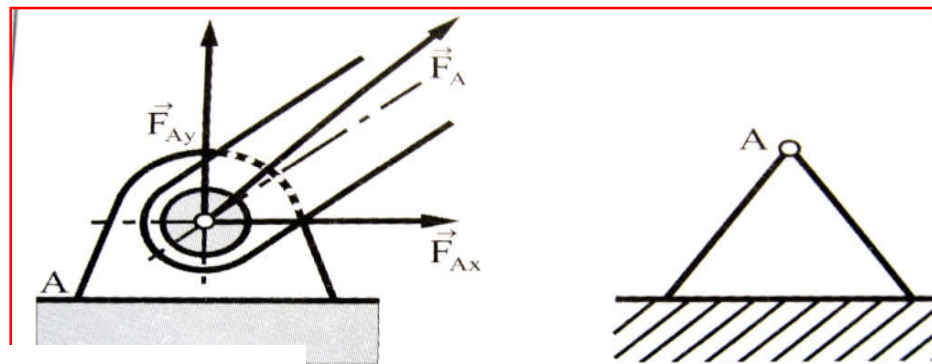
**Реакција везе је у
правцу ужета и
усмерена је ка тачки**



Цилиндрични зглоб

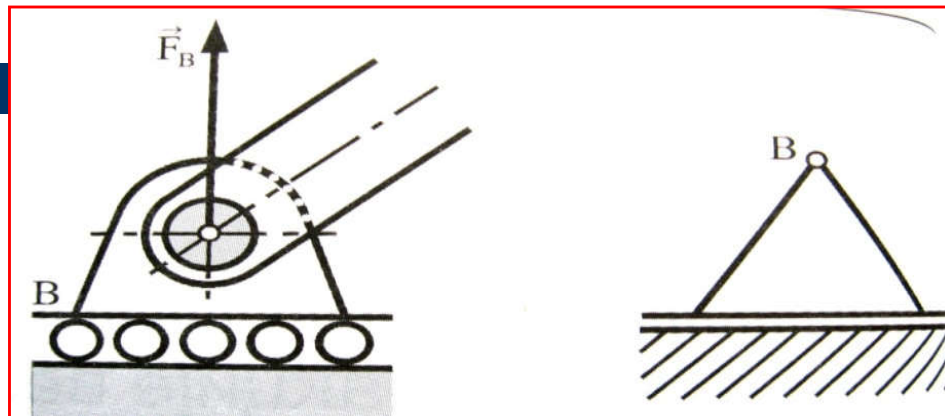


Непокретни
слободно обртање око осе зглоба
у равни цртежа



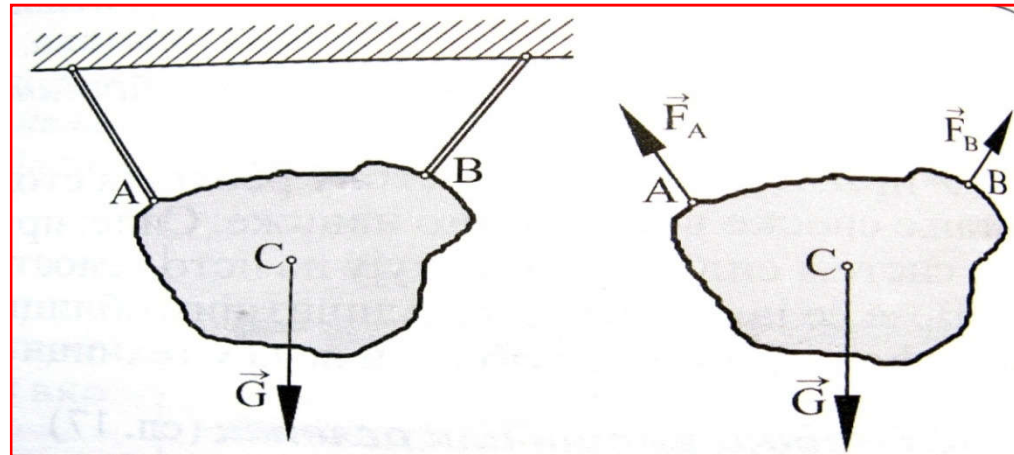
Цилиндрични зглоб

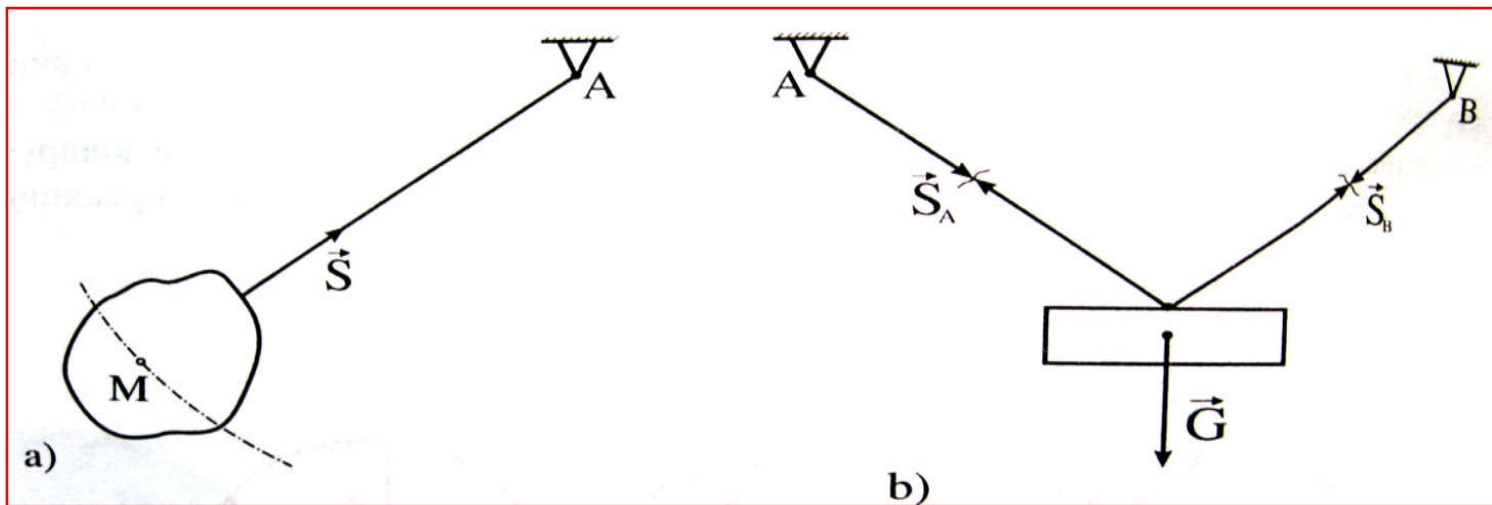
Покретни
кретање по равни, реакција везе
управна на равна



Аксиом о везама

Свако тело може се посматрати као слободно ако се уклоне везе и ако се њихов утицај на тело замени дејством одговарајућих реакција веза.

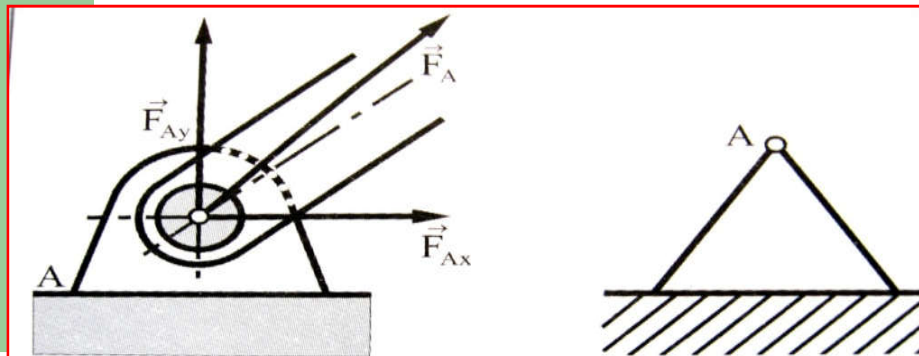




Цилиндрични зглоб

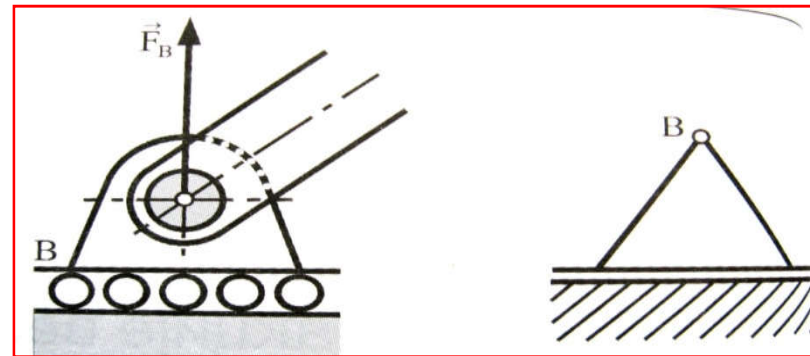
Непокретни

слободно обртање око осе зглоба у равни цртежа



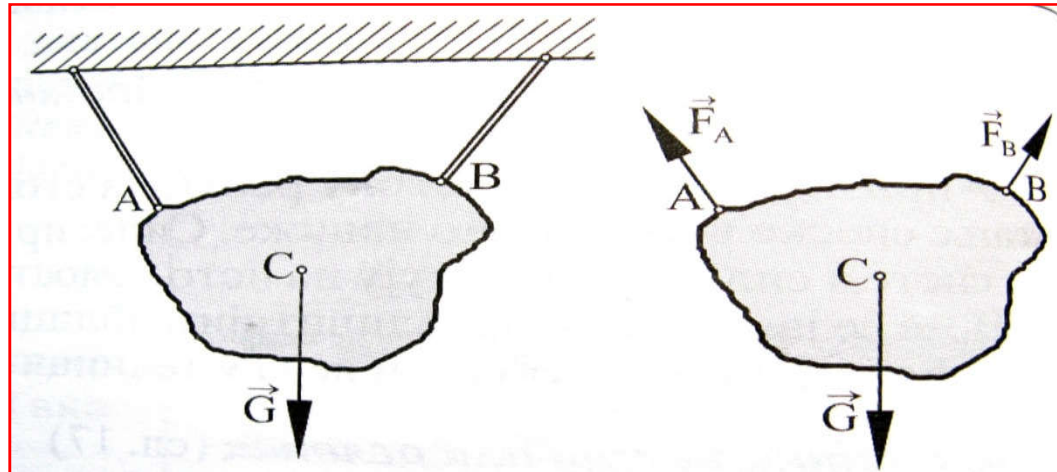
Покретни

кретање по равни, реакција везе управна на раван кретања



Аксиом о везама

Свако тело може се посматрати као слободно ако се уклоне везе и ако се њихов утицај на тело замени дејством одговарајућих реакција веза.



ХВАЛА НА ПАЖЊИ!

ПИТАЊА-КОМЕНТАРИ?