

## STATIKA

Mechanika – fizinių mokslų šaka, nagrinėjanti materialiuosius objektus: kūnus, kūnų sistemas, tų sistemų pusiausvyrą, judėjimo dėsnius ir mechaninę tarpusavio sąveiką.

Statika – mokslas apie pavienius materialiuosius kūnus ir mechanines sistemas veikiančių jėgų pusiausvyrą.

Mechanikoje nagrinėjami šie objektai: materialusis taškas, kietasis kūnas ir mechaninė sistema.

**Jėga.** Dviejų materialijų kūnų mechaninės sąveikos matas mechanikoje vadinamas jėga. Kūnų tarpusavio mechaninis poveikis yra galimas per tašką, liniją arba plokštumą, todėl jėgos yra skirstomos į koncentruotąsias ir paskirstytąsias.

Sutelktoji jėga yra vektorinis dydis, apibrėžiamas pridėties tašku, kryptimi ir dydžiu.

Paskirstytoji apkrova apibrėžiama pridėties linija (arba pridėties plotu erdviniuose uždaviniuose), veikimo intensyvumu bei kryptimi. Akademinių pobūdžio uždaviniuose tokios apkrovos yra pakeičiamos jas atstojančiomis koncentruotosiomis jėgomis (1 pav.).



$$Q = q \cdot L$$

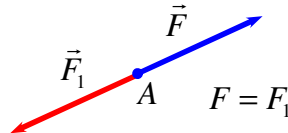
$$Q = \frac{1}{2} q_{\max} \cdot L$$

**1 pav.** Paprasčiausi paskirstytųjų apkrovų pakeitimo atvejai

**Jėgų sistema.** Kūną veikiančių jėgų visuma vadinama jėgų sistema. Mechanikoje nagrinėjamos plokščioji jėgų sistema – kuomet visos jėgos yra išsidėsčiusios vienoje plokštumoje, ir erdvinė jėgų sistema – jėgos išsidėsčiusios erdvėje.

Teorinės mechanikos pagrindą sudaro dėsniai arba aksiomos, t. y. teiginiai, kuriems nereikia įrodymo.

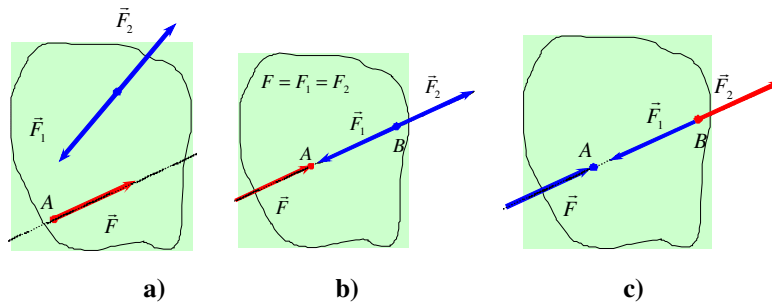
**Pirmoji aksioma.** Dvi kūną veikiančios jėgos yra pusiausvyros, jei jos lygios ir veikia viena tiese priešingomis kryptimis (2 pav.).



**2 pav.** Jėgos, sudarančios paprasčiausią pusiausvyrų jėgų sistemą

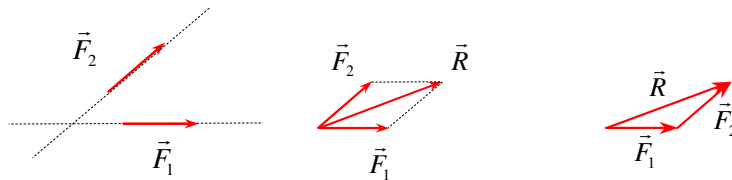
**Antroji aksioma.** Jei prie veikiančios kūną jėgų sistemos pridėsime ar atimsime pusiausvyrų jėgų sistemą, tai nuo to kūno būsena nepasikeis. Pavyzdžiui, prie veikiančios kūną jėgos  $\vec{F}$  pridėsime pusiausvyrų jėgų sistemą  $(\vec{F}_1, \vec{F}_2)$  (3 pav., a, b), kūno būsena nepasikeis.

Iš (3 pav., c) matome, jeigu  $F = F_1 = F_2$ , tuomet jėgos  $\vec{F}$  ir  $\vec{F}_1$  sudaro pusiausvyrų jėgų sistemą, kurią galima atmesti. Seka išvada: kietąjį kūną veikiančią jėgą galima perkelti išilgai jos veikimo tiesės.



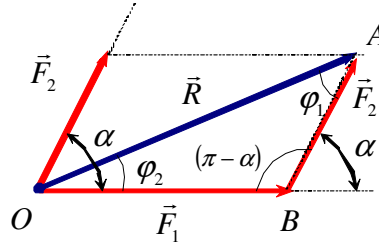
3 pav. Jėgos perkėlimas išilgai jos veikimo tiesės

**Trečioji**, arba dviejų jėgų sudėties, **aksioma**. Dviejų viename kūno taške pridėtų jėgų atstojamoji yra lygi jėgų vektorių geometrinei sumai. Atstojamosios didumas ir kryptis sutampa su lygiagretainio sudaryto iš tų jėgų ištiziaine. Kitaip – atstojamoji yra jėgų daugiakampio uždarantis vektorius, nuvestas iš pirmosios jėgos pradžios į antrosios jėgos galą (4 pav.)  $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ .



4 pav. Jėgų vektorių sudėtis

Dviejų viename kūno taške pridėtų jėgų  $\vec{F}_1$  ir  $\vec{F}_2$ , tarp kurių kampas  $\alpha$ , atstojamosios jėgos  $\vec{R}$  dydį ir kryptį galime rasti analiziniu būdu.



5 pav. Atstojamosios jėgos dydis ir kryptis

Iš trikampio  $OAB$  (5 pav.) atstojamosios jėgos  $\vec{R}$  didumas (modulis) randamas, taikant kosinusų teoremą:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2 \cos(\pi - \alpha)},$$

arba

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}.$$

Atstojamosios jėgos  $\vec{R}$  kryptis nusakoma kampais  $\varphi_1$  ir  $\varphi_2$ , kurie gali būti surasti taikant sinusų teorema:

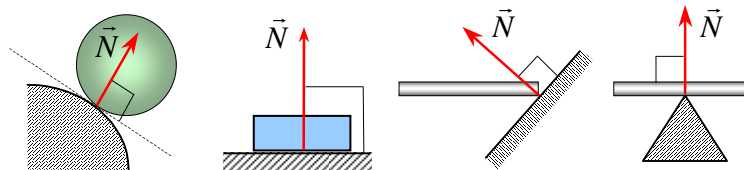
$$\frac{F_1}{\sin \varphi_1} = \frac{F_2}{\sin \varphi_2} = \frac{R}{\sin(\pi - \alpha)} = \frac{R}{\sin \alpha}$$

**Ketvirtoji**, arba poveikio ir atoveikio, **aksioma**. Jėgos, kuriomis du kūnai veikia vienas kitą, yra lygios ir veikia viena tiese priešingomis kryptimis. Poveikis vyksta tuomet, kai vienas kūnas turi ryšį su kitu. Kūno atoveikis pasireiškia atsiradusia jėga, kuri vadinama reakcijos jėga. Kūnų kontakto vietoje vyksta judėjimo laisvumo suvaržymai, mechanikoje vadinami ryšiais. Ryšiai gali būti sudaryti iš kietų arba lanksčių kūnų, gali būti sujungti su juo arba tik liesti. Teorinė mechanika sprendžia reakcijos jėgos dydžio ir padėties nustatymą.

Reakcijos modulis ir kryptis surandami įvertinant kūnų ryšio tipus, kurie skirstomi į:

1. Lietimosi,
2. Nepaslankius cilindrinis šarnyrus (lankstus),
3. Paslankius šarnyrus,
4. Lanksčiuosius,
5. Strypo pavidalo,
6. Standžiuosius įtvirtinimus.

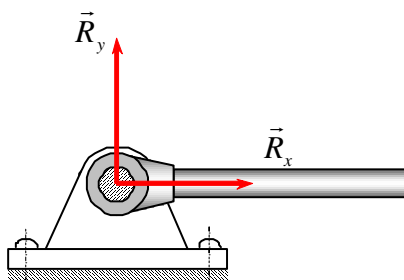
Lietimosi ryšys kyla dviejų kūnų paviršių kontakto vietoje (6 pav.).



6 pav. Lietimosi ryšiai

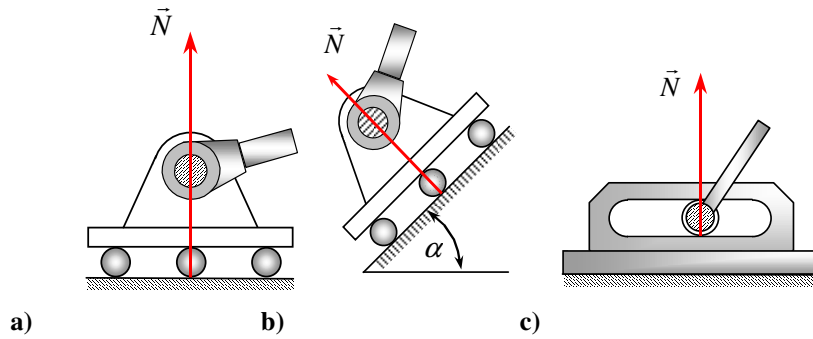
Šiuo atveju kūno judėjimas apribojamas normalės kryptimi. Paviršiaus reakcija yra statmena atramos paviršiui arba jo liestinei atramos taške.

Kai nepaslankiu šarnyru vienas kūnas sujungtas su kitu (7 pav.), apribojami kūno linijiniai poslinkiai bet kokia kryptimi, tačiau kūnas gali pasisukti kito kūno atžvilgiu. Šiuo atveju įtvirtinime pridedamos dvi nežinomosios reakcijos dedamosios  $\vec{R}_x$  ir  $\vec{R}_y$  laisvai pasirinktų koordinatinių ašių atžvilgiu.



7 pav. Nepaslankus cilindrinis šarnyras (lankstas)

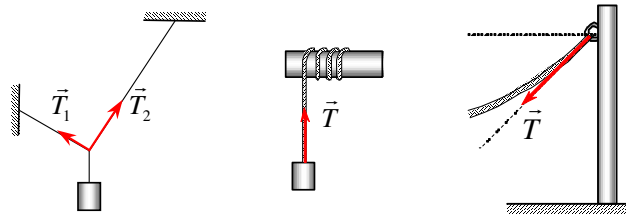
Kai šarnyras gali judėti kuria nors kryptimi, turime paslankų šarnyrą (8 pav., a, b). Tas pats galioja ir kūnų sujungimui slankikliu (8 pav., c).



8 pav. Paslankūs šarnyrai

Paslankaus šarnyro (slankiklio) reakcija yra statmena plokštumai, kuria gali judėti kūnas.

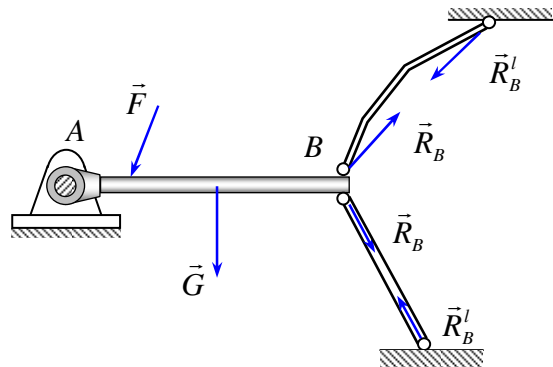
Jeigu kūnas pakabintas trosu, virve arba lynu prie atramos arba kito kūno, turime lankstų ryšį (9 pav.).



9 pav. Lankstus ryšys

Šiuo atveju reakcija nukreipta nuo kūno išilgai ryšio arba jo liestine.

Strypo pavidalo ryšys. Tuo atveju, kai kūno masė erdvėje išdėstyta taip, kad jo plotis turi labai mažus išmatavimus palyginus su jo ilgiu, turėsime konstruktyvinį elementą, kuris vadinamas plonu strypu. Strypai gali būti tiesūs ir netiesūs. Įprasta strypų masės nepaisyti, tačiau, tiksliuose skaičiavimuose laikoma, kad masė tolygiai išdėstyta visame strypo ilgyje. Jeigu kūnai sujungti strypais, laikoma, kad strypų galuose yra šarnyrai (10 pav.).

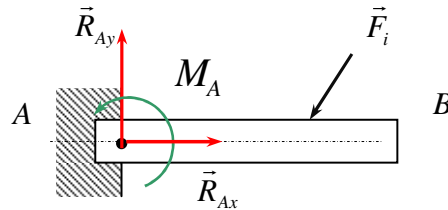


10 pav. Strypo pavidalo ryšiai

Įvertinant tai, kad dviejų kūnų poveikis vyksta strypu, strypo šarnyruose pridedamos veikiančios jėgos  $\vec{R}_B$  ir  $\vec{R}_B^l$ . Jeigu laikoma, kad strypas besvoris, jį veikia bet kaip nukreiptos dvi jėgos  $\vec{R}_B$  ir  $\vec{R}_B^l$ . Kita vertus, jeigu kūnas ir strypas yra pusiausvyroje ir strypą veikia dvi jėgos  $\vec{R}_B$  ir  $\vec{R}_B^l$ , tai pagal statikos pirmąją aksiomą, veikiančios strypą dvi jėgos turi būti lygios, nukreiptos viena tiese priešingomis kryptimis.

Reakcijos jėga nukreipiama išilgai strypo arba tiese, jungiančia strypo galus, jei kūnai susieti strypo pavidalo ryšiu.

Tuo atveju, kai kūnas vienu galu standžiai įtvirtintas į atramą (sieną, gruntą arba kitą masyvią konstrukcijos dalį), turime standų įtvirtinimą, kitaip dar vadinamą gembę.



11 pav. Standaus įtvirtinimo reakcijos

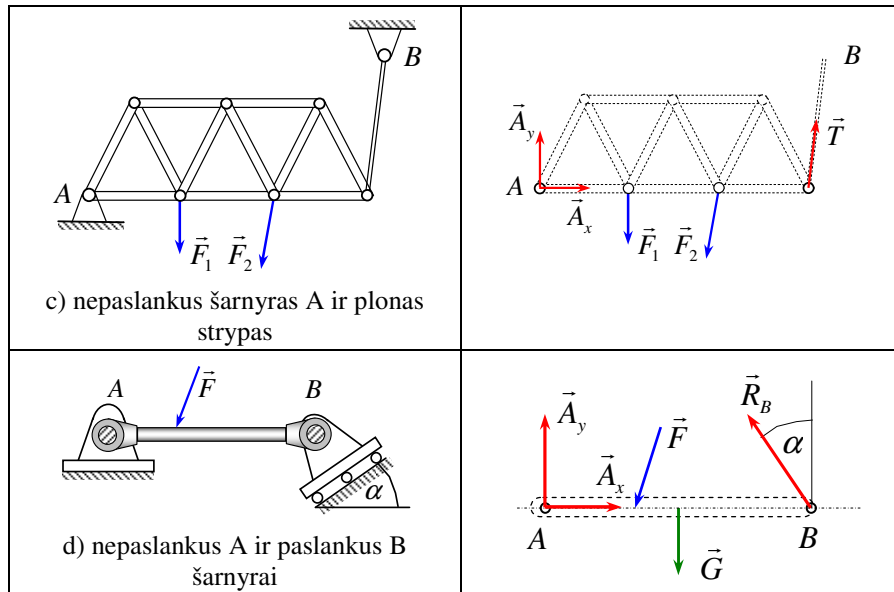
Standaus įtvirtinimo reakcijas sudaro nežinomos jėgų reakcijos  $\vec{R}_A$ , kurios dedamosios  $\vec{R}_{Ax}$  ir  $\vec{R}_{Ay}$  nukreiptos laisvai pagal koordinatinių ašis, ir įtvirtinimo jėgų poros su nežinomu momentu  $M_A$ , kuris taip pat nukreiptas laisvai (11 pav.).

**Penktoji aksioma** arba ryšių atlaisvinimo principas. Bet kuri suvaržytąjį kūną galima būtų laikyti laisvu, sąlyginai nutraukus ryšius ir vietoj jų pridėjus atitinkamas ryšių reakcijų jėgas. Ši aksioma nustato, kad suvaržytas kūnas tampa laisvu, bet pasilieka toje pačioje kinematinėje būsenoje, pavyzdžiui, ramybėje. Iš čia seka, kad veikiančios išorinės jėgos (svorio, trinties, tamprumo, traukos ir t.t.) ir pridėtos ryšių reakcijos jėgos sudaro jėgų sistemą, kuri yra pusiausvyra, todėl šią aksiomą galima taikyti jėgų sistemų pusiausvyrai nagrinėti.

Ryšių tipai ir atitinkančios ryšių reakcijos pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Ryšių tipai ir atitinkančios ryšių reakcijos.

Ryšių tipai	Laisvasis kūnas
<p>a) nepaslankus šarnyras A ir lietimasis B</p>	
<p>b) lankstus ryšys</p>	



**Šeštoji aksioma.** Jei materialijų taškų sistema ar deformuojamas kūnas, veikiamas tam tikrų jėgų, yra pusiausvyras, tai ši pusiausvyra nebus suardyta, jei kūnas taps absoliučiai standžiu. Statikos uždavinių sprendime naudojami apibrėžimai: jėgos projekcija į ašį plokštumoje, jėgos momentas taško atžvilgu plokštumoje, jėgų pora, jėgos projekcija į plokštumą, jėgos momentas apie ašį. Šiomis sąvokomis paremti praktiškai visi statikos skaičiavimai.