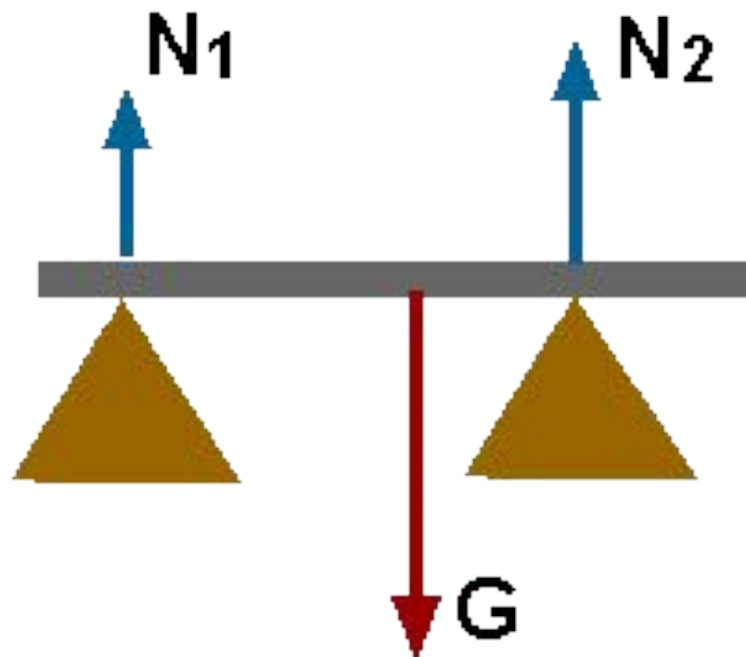


# Қатты дененің статикасы

Күштер моменті. Күштердің жазықтық жүйелері

Теориялық және қолданбалы механика




# Статика

- грек.  $\varsigma\tau\alpha\tau\acute{o}\varsigma$  – қозғалмайтын

**Статика** - әр түрлі күштер әсер етіп жатқан материалдық денелердің және денелер жүйесінің тепе-теңдік күйін зерттейтін механиканың бөлімі.

**Тыныштық күй** - инерциалдық жүйе санағына қатысты орны өзгермеген жағдайдағы дененің күйі.

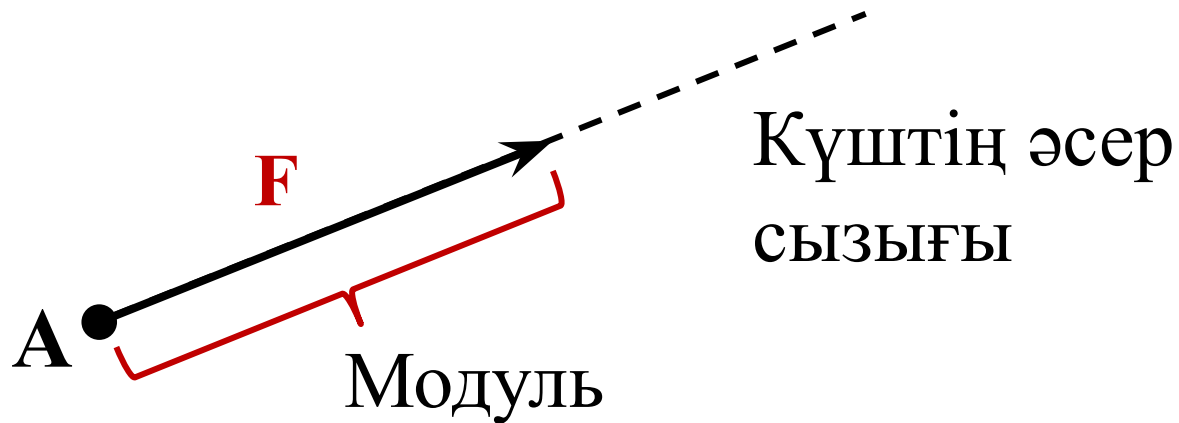


**Абсолют қатты дене** деп кез келген екі нүктесінің арақашықтығы тұрақты болатын денені айтады.

**Күш** - механикада материалдық денелердің бір-біріне өзара әсері өлшейтін векторлық шама.

Геометриялық тұрғыда күш вектор болып суреттеледі (1.1 сурет), оның денеге әсері:

- 1) сандық мөлшері (модуль);
- 2) бағыты;
- 3) вектор бойындағы екі жаққа бағытталған күштің әсерімен анықталады.



1.1 - сурет

# Күштер жүйесі

Денеге әсер етіп жатқан бірнеше күштердің жиынтығы **күштердің жүйесі** деп аталады.

Егер бір күштердің жүйесін басқасымен ауыстырған кезде дененің кинематикалық күйі өзгермесе жүйе **эквивалентті** деп саналады.

**Күштердің тепе-теңдік жүйесі** деп тыныштық күйіндегі денеге әсер етіп, кинематикалық күйін, яғни эквиваленттік нөлін өзгертпейтін күштердің жүйесін атайды.

**Денеге әсер етуші  
күштер**



**Сыртқы**

**берілген дене  
бөлшектерінің  
бір-біріне әсер  
етуші күші**



**Ішкі**

**берілген дене  
бөлшектерінің  
бір-біріне әсер  
етуші күші**

## **Статиканың негізгі мақсаттары:**

Абсолют қатты денеге әсер етуші күштер жүйесін эквивалентті күштер жүйесіне түрлендіру, яғни берілген күштер жүйесін қарапайым түрге келтіру;

Абсолют қатты денеге әсер ететін күштер жүйелерінің тепе-теңдік шарттары мен теңдеулерін анықтау.

**Сырқы күштер**



**Активті**

**Дененің орын  
ауыстыруын не  
деформациясын  
туғызатын  
жүктеме**



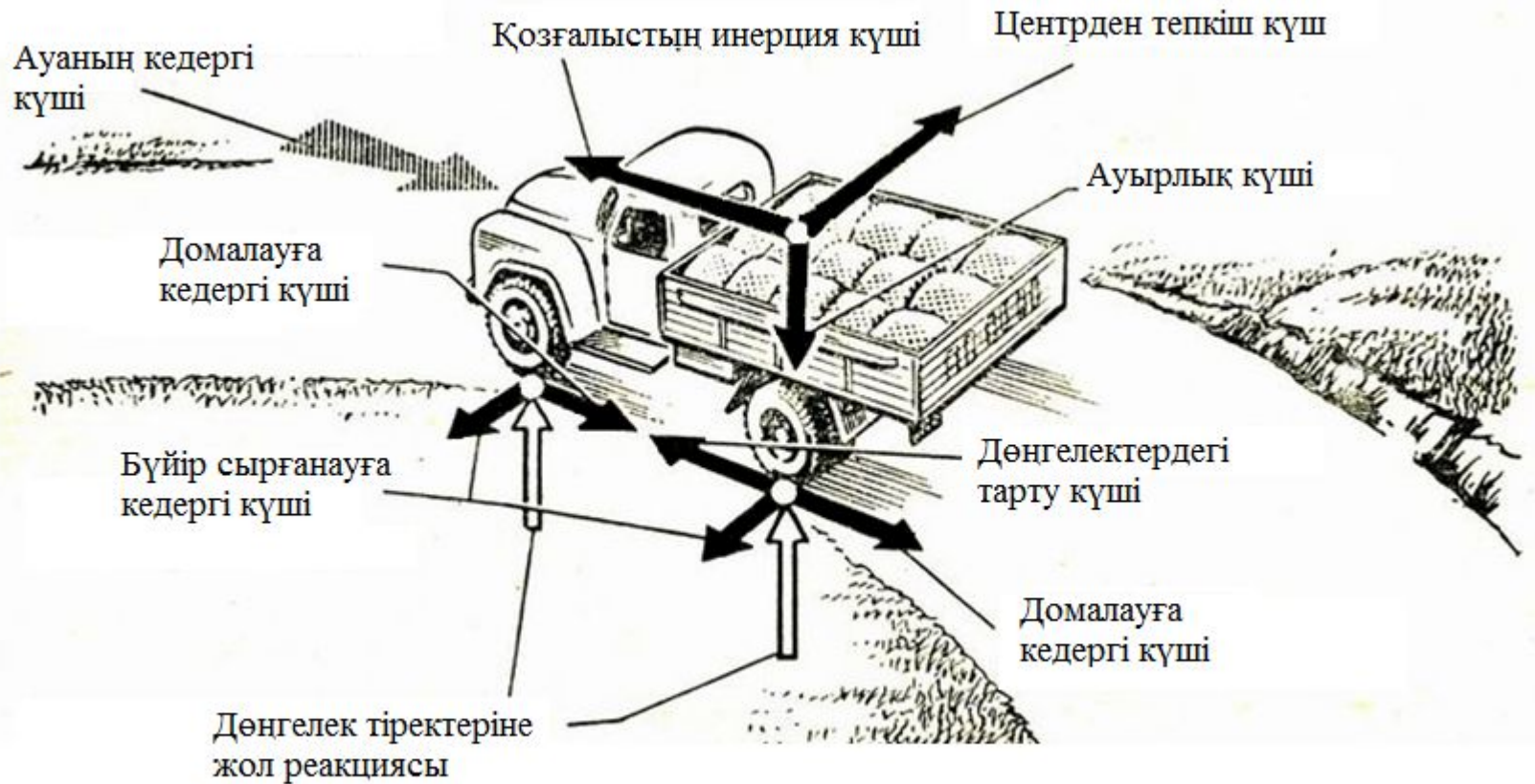
**Реактивті**

**Орын ауыстыру мен  
деформацияға  
қарсыласатын  
реакция  
және активті күштер  
шамасына тәуелді**



# Күштер жүйесі

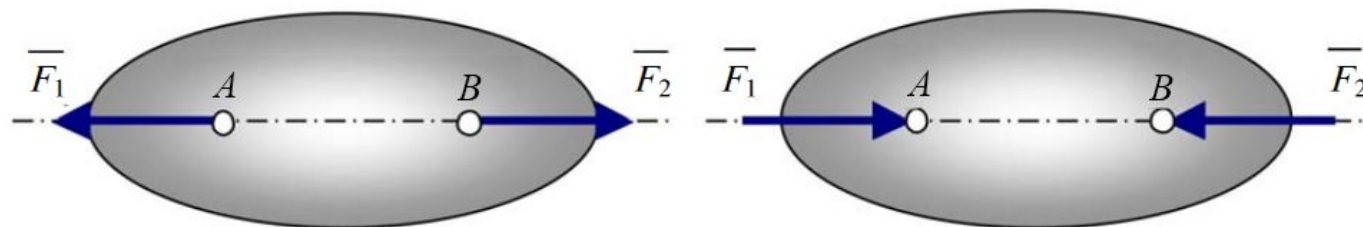
Қандайда бір денеге әсер ететін күштер  
ЖИЫНТЫҒЫ



Статика

# СТАТИКА

## АКСИОМАЛАРЫ



# Статика аксиомалары

Статика негізіне адамзаттың ғасырлар бойы жиған тәжірибесінің нәтижесінде тұжырымдалып, математикалық дәлелдеуді қажет етпейтін аксиомаға айналған заңдылықтар жатады.

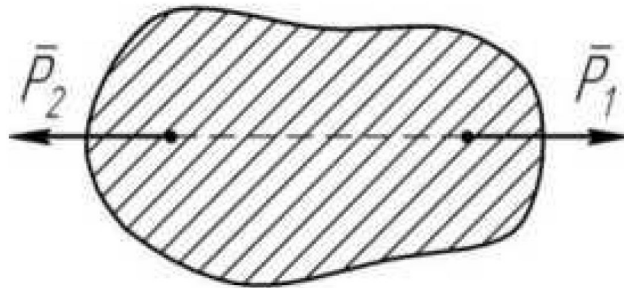
Осы аксиомалар статикада қарастырылатын барлық мәселелерді қорытып шығаруға әбден жеткілікті.

# Бірінші аксиома

**Инерция аксиомасы.** Өзара тепе-тең күштердің әсерінен дене тыныштық күйінде болады немесе түзу сызықты және бірқалыпты қозғалады.

# Екінші аксиома

**Екі күштің тепе-теңдігі аксиомасы.** (1.2 сурет) Еркін қатты денеге қойылған екі күш шама жағынан бір-біріне тең және бір түзу бойымен қарама-қарсы бағытталған жағдайда ғана тепе-теңдікте болады.



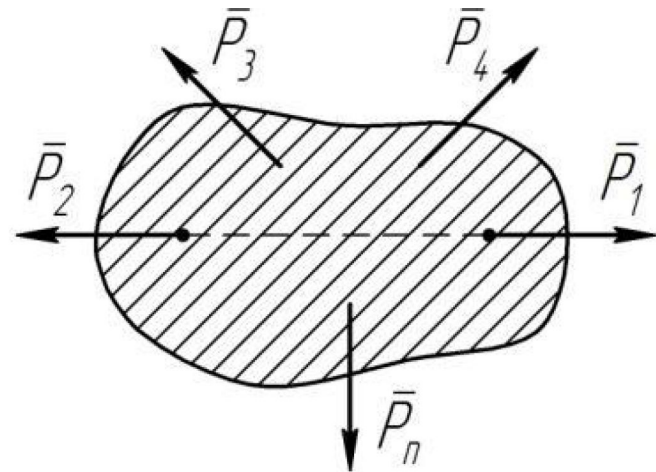
$$|P_1| = |P_2|, \quad \bar{P}_1 = -\bar{P}_2$$

Бұл күштер жүйесі нөлге эквивалент. Сондықтан олар нөлдік жүйе делінеді.

# Үшінші аксиома

**Теңе-теңдіктегі күштерді қосу және азайту аксиомасы.** Өзара теңескен күштер жүйесін қосқаннан немесе алып тастағаннан берілген күштер жүйесінің қатты денеге әсері өзгермейді (1.3-сурет).

$$(P_1, P_2) \approx 0 \quad (P_1, P_2, P_3, \dots, P_n) \approx (P_3, P_4, P_5, \dots, P_n)$$



**Теорема:** Берілген күшті өзінің әсер сызығы бойымен бір нүктеден екінші нүктеге мөлшері және бағыты өзгертілмей көшірілсе, оның денеге әсері өзгермейді.

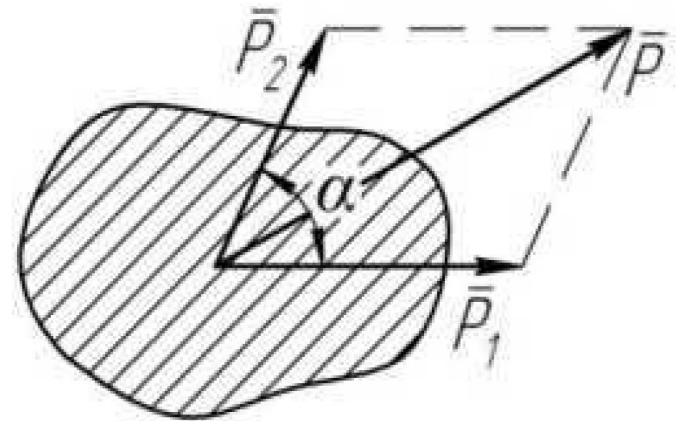
# Төртінші аксиома

**Параллелограмм аксиомасы.** Дененің бір нүктесіне түсірілген екі  $P_1$  және  $P_2$  күштерінің тең әсер етуші күші сол нүктеге түсіріледі де, осы күштерден тұрғызылған параллелограмның диагоналімен анықталады.

$$\bar{P} = \bar{P}_1 + \bar{P}_2;$$

$$P \approx (P_1, P_2)$$

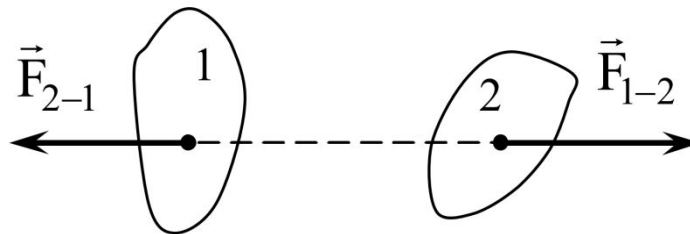
$$P = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2P_1P_2 \cos \alpha}.$$



# Бесінші аксиома

**Әсер және кері әсер туралы заңы.** Екі дене бір-біріне әрқашан сан мәндері тең, бір түзудің бойымен қарама-қарсы бағытталған күштермен әсер етеді.

$$\vec{F}_{1-2} = -\vec{F}_{2-1}, \quad |\vec{F}_{1-2}| = |\vec{F}_{2-1}|.$$



Бұл әр түрлі денелерге әсер етіп жатқандықтан  $P_1$  және  $P_2$  күштері теңестірілмеген.



# АЛТЫНШЫ АКСИОМА

**Қатаю принципі.** Күштер жүйесі әсер ететін кез келген деформацияланатын денені тепе-теңдіктегі абсолют қатты дене ретінде қарастыруға болады.

Мысалы, екі күш әсер ететін иілгіш жіп (деформацияланатын дене) тепе-теңдікте болу үшін, күштердің модульдері тең болып, бір түзудің бойымен қарама-қарсы бағытталуы жеткілікті шарт бола алмайды. Себебі жіп тепе-теңдікте болу үшін, әсер ететін күштер жіпті созатындай болып бағытталуы керек. Сонда ғана жіп тепе-теңдікте болады.

**Денелер**


```
graph TD; A[Денелер] --> B[Еркін]; A --> C[Еріксіз];
```

**Еркін**

**кеңістікте  
кезкелген жаққа  
шектелмей  
қозғалатын дене**

**Еріксіз**

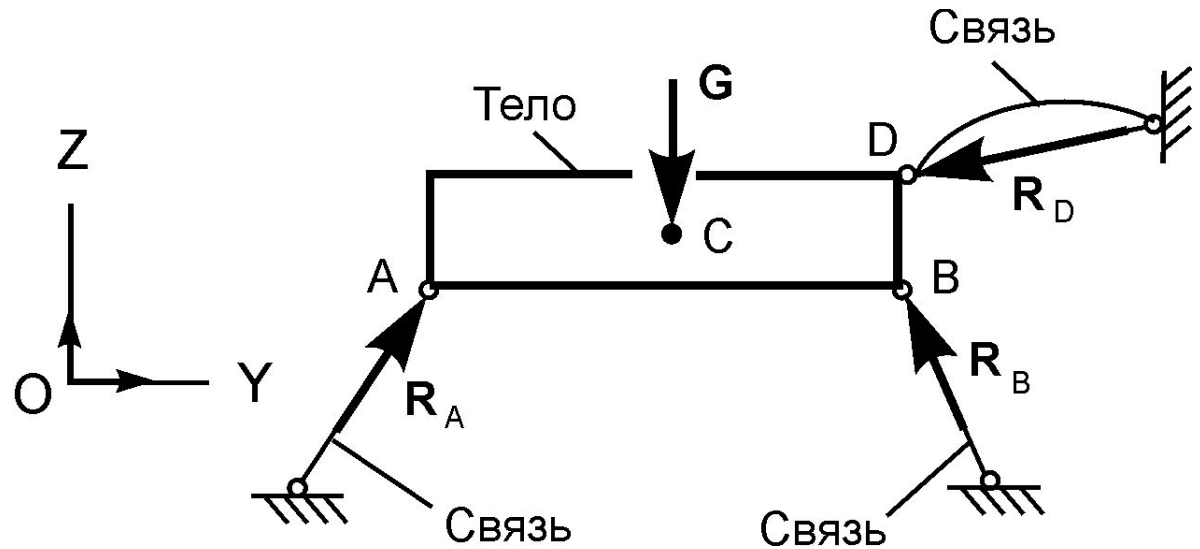
**қозғалысы қандай  
да бір себеппен  
шектелген дене.**



Кеңістіктің кез келген бағытында қозғала алатын дене **еркін дене** деп аталады. Қозғалысы кеңістікте басқа бір немесе бірнеше денемен шектелетін денені **еріксіз дене** дейді.

Статика

# БАЙЛАНЫСТАР



# Байланыстар

Дененің орын ауыстыруын шектейтін шарттарды механикада **байланыстар** деп атайды.

# Байланыс реакциясы

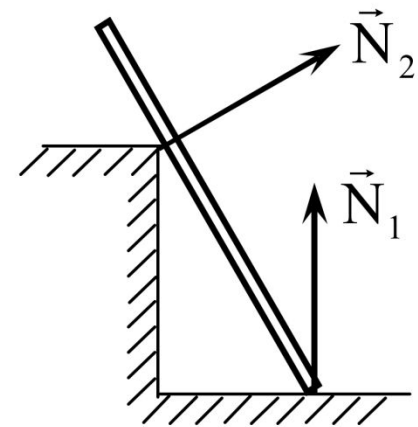
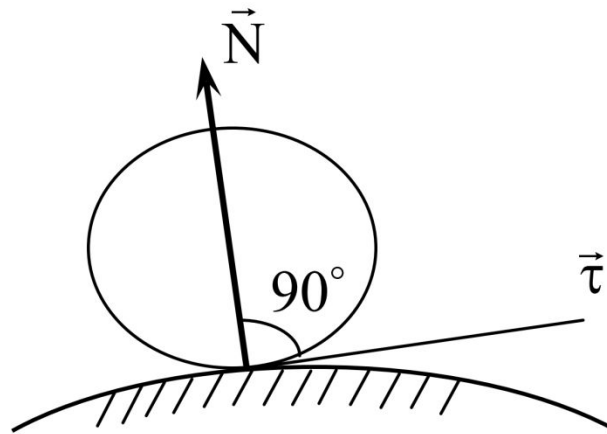
**Байланыс реакциясы** – байланыстың берілген денеге әсер күші; модулі берілген денеге әсер еткен күшке тең.

# Байланыстан босату принципі

Кез келген күштер жүйесі түсіп тұрған қатты денені ерікті дене ретінде қарастыру үшін денені ойша байланыстардан босатып, әсерлерін олардың байланыс реакцияларымен есепке алуға болады.

# Жылтыр бет

Мұндай байланыстар бетке жүргізілген жанама бойымен қарсы әсер етпек, сондықтан олардың реакциялары тек қана жанасу нүктесінен жүргізілген ортақ нормаль бойымен бағытталады.

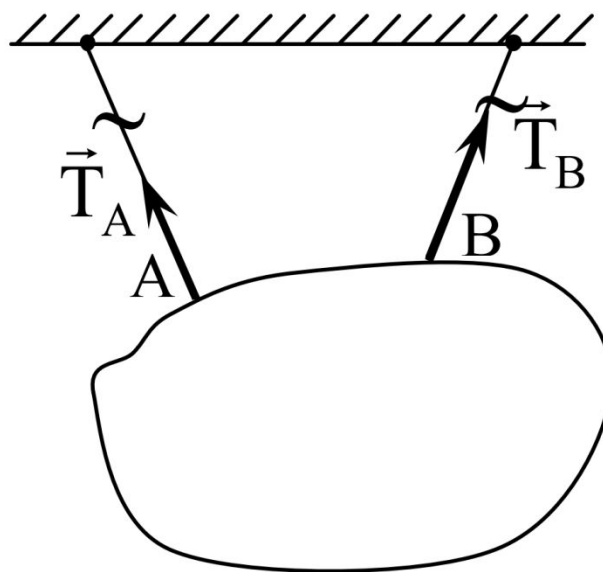




# Созылмайтын иілгіш байланыстар

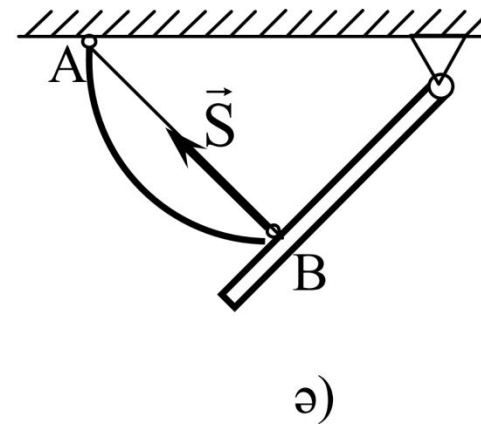
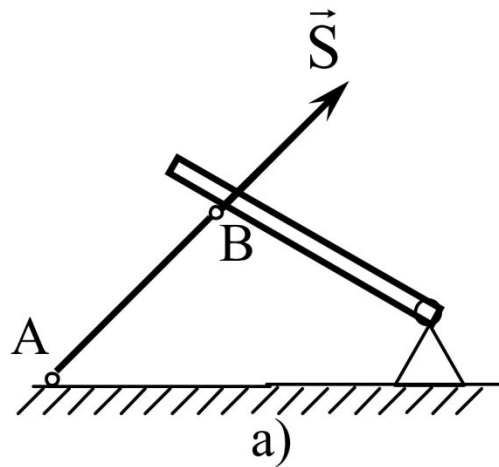
*(жіп, арқан, сым арқан, шынжыр, т.б.)*

Мұндай байланыстың реакциясы байланыс бойымен, оның іліну нүктесіне қарай бағытталады ( $T$  – иілгіш байланыстың керілу күші).



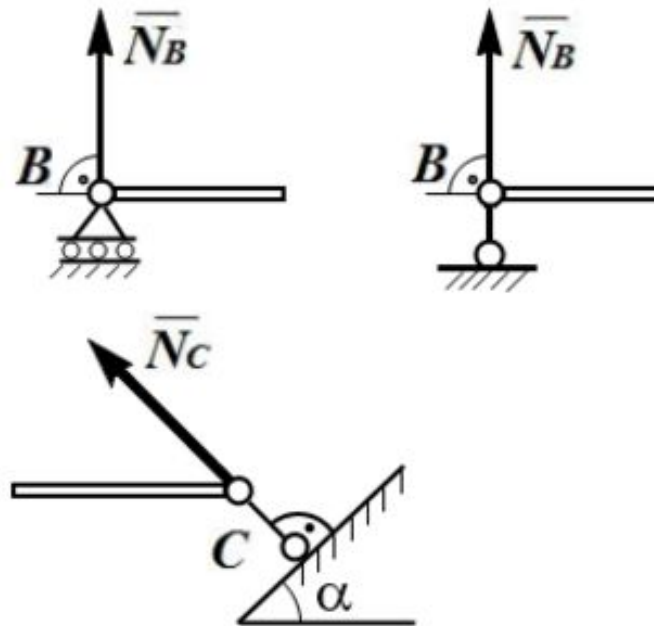
# Салмақсыз жіңішке сырық

Бұл байланыстың реакциясы сырықтың денемен бекітілу нүктесіне түседі. Сырық түзу сызықты болса реакция күші сырықтың бойымен, ал қисық сызықты болса сырықтың басы мен ұшын қосатын түзудің бойымен бағытталады.



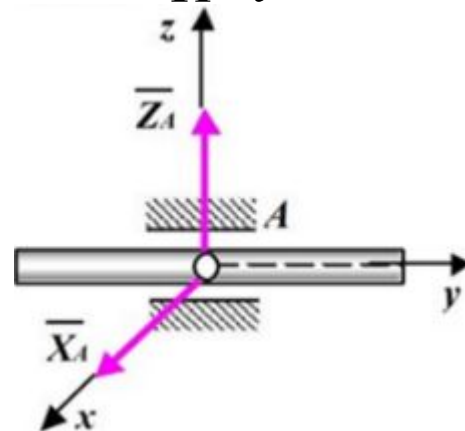
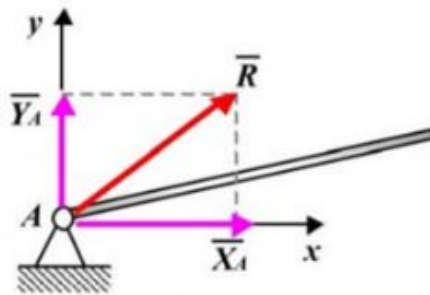
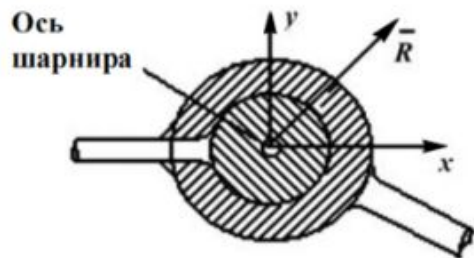
# Цилиндрлік жылжымалы топса (тірек)

Мұндай байланыстың реакциясы топса өсіне перпендикуляр жазықтықта жатып, *тірек жазықтығына перпендикуляр бағытталады.*



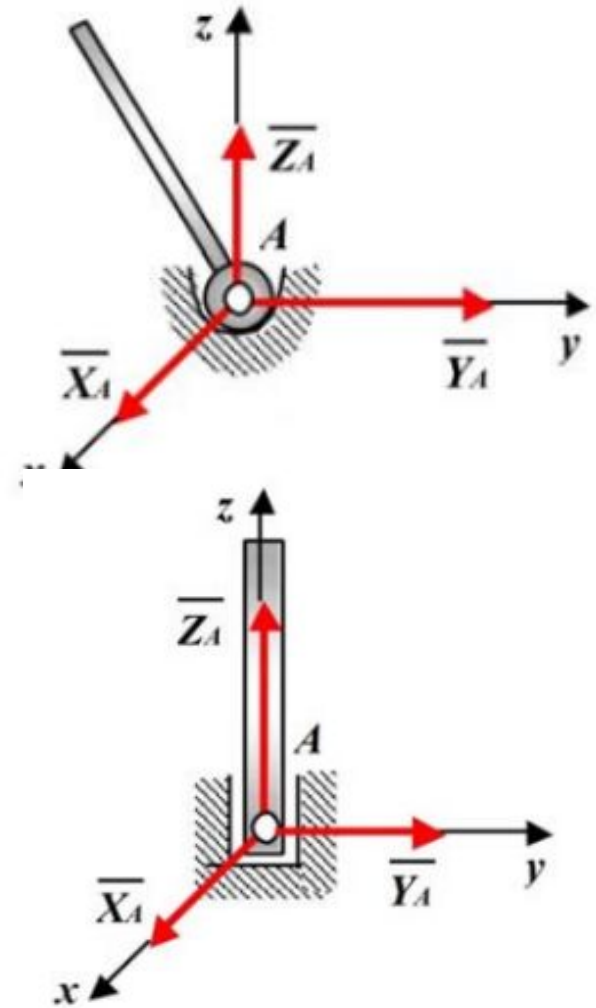
# Цилиндрлік жылжымайтын топса (тірек)

Мұндай байланыс қатты денеге топсаның өсіне перпендикуляр жазықтықта айналуға мүмкіндік береді. Бірақ, бекітулі нүкте топса өсіне перпендикуляр жазықтықта қозғала алмайды. Реакция күші осы жазықтықта жатады әрі актив күштердің әсерінен кез келген бағытта бағытталуы мүмкін. Сондықтан мұндай байланыстың реакциясы  $x$  және  $y$  өстерімен бағытталған екі құраушыға жіктеледі.



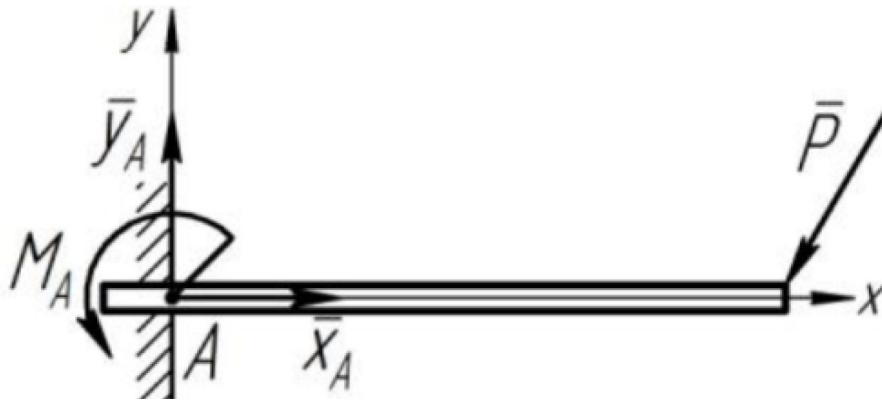
# Сфералық шарнир немесе подпятник

Байланыс сфералық шарнир (топса) немесе подпятниктен (өкшелік) құралған болса, жалпы жағдайда мұндай байланыс реакция күштерінің бағыты белгісіз болады .



# Қатаң бекітпе

Дененің барлық қозғалуларын тежейді. Жазықтықта кез келген бағыттағы күштер жүйесі денені нүктесіне қатысты айналдыруы және нүктесімен бірге жылжытуы ықтимал.



Сондықтан денені қатаң бекітіп тұрған байланыс, реактивтік моментімен дененің айналуына, ал реакцияларымен дененің жылжуына қарсы әсер етеді.

# СӨЖ

1. Күштерді қосу. Жинақталатын күштер жүйесі.
2. Моменттер теориясы
3. Күштер жүйесін берілген центрге келтіру. Тепе-теңдік шарттары (Дербес жағдайлары).

