



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
«TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO'JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI»
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI



«NAZARIY VA QURILISH MEXANIKASI» KAFEDRASI

FAN: NAZARIY MEXANIKA

MA"RUZACHI:

TEXNIKA FANLARI NOMZODI, DOTSENT

Xudaynazarov Sherzod
Ochilovich



TOSHKENT-2022

3-ma'ruza:

**IXTIYORIY KUCHLAR SISTEMASINI BIR MARKAZGA KELITIRISH.
IXTIYORIY FAZOVIIY KUCHLAR SISTEMASINING MUVOZANAT
SHARTLARI.**

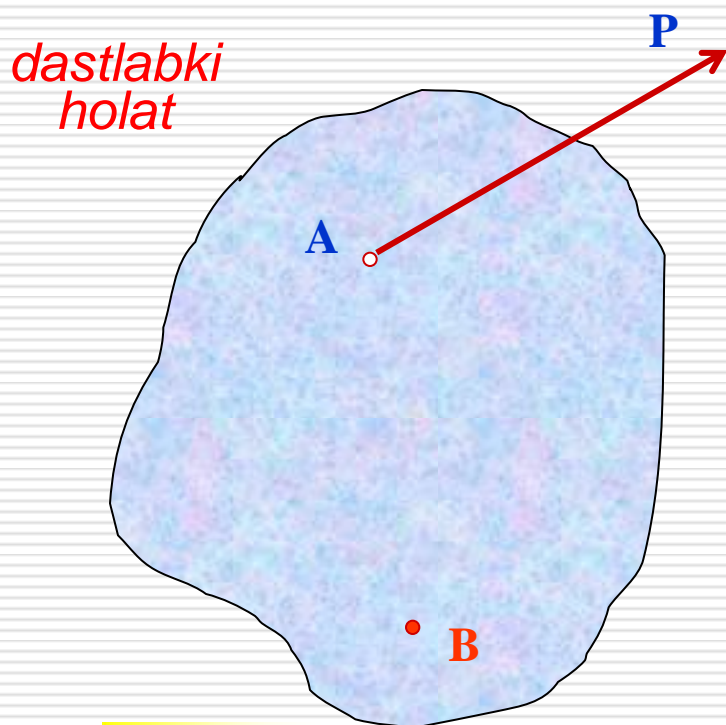
REJA:

- 1. Kuchni o'ziga parallel ko'chirish haqidagi teorema.**
- 2. Tekislikdagi ixtiyoriy kuchlar sistemasining muvozanat shartlari.**
- 3. Fazoviy kuchlar sistemasining muvozanat shartlari.**

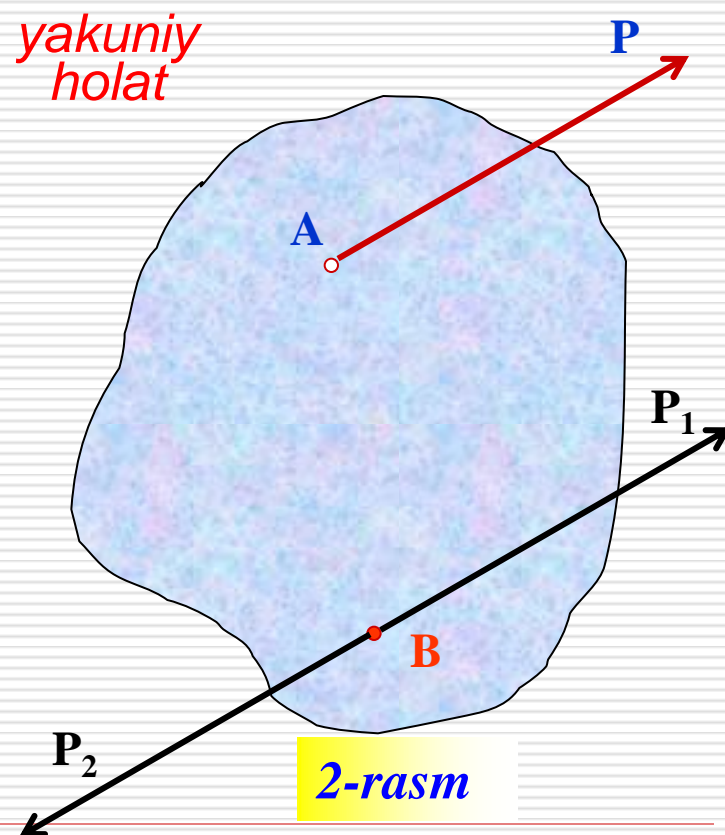


Kuchni o'ziga parallel ko'chirish haqidagi teorema

Puanso teoremasi: absolyut qattiq jismga ta'sir etayotgan kuchni jismga ta'sirini o'zgartirmay jismning istalgan boshqa nuqtasiga parallel ko'chirish uchun momenti ko'chirish nuqtasiga nisbatan qo'yilgan kuchning momentiga teng bo'lgan juft kuchni qo'shib olish lozim.



1-rasm

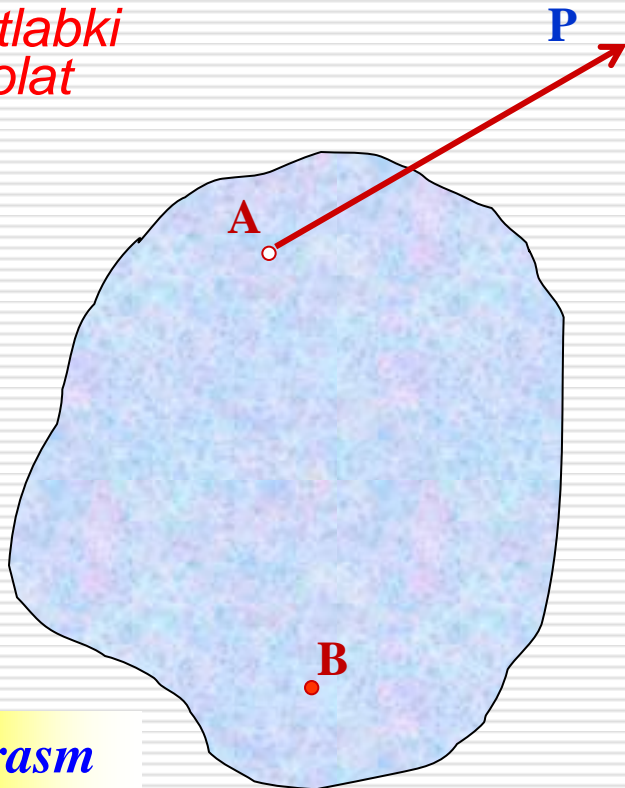


2-rasm



Puanso teoremasi: absolyut qattiq jismga ta'sir etayotgan kuchni jismga ta'sirini o'zgartirmay jismning istalgan boshqa nuqtasiga parallel ko'chirish uchun momenti ko'chirish nuqtasiga nisbatan qo'yilgan kuchning momentiga teng bo'lgan juft kuchni qo'shib olish lozim.

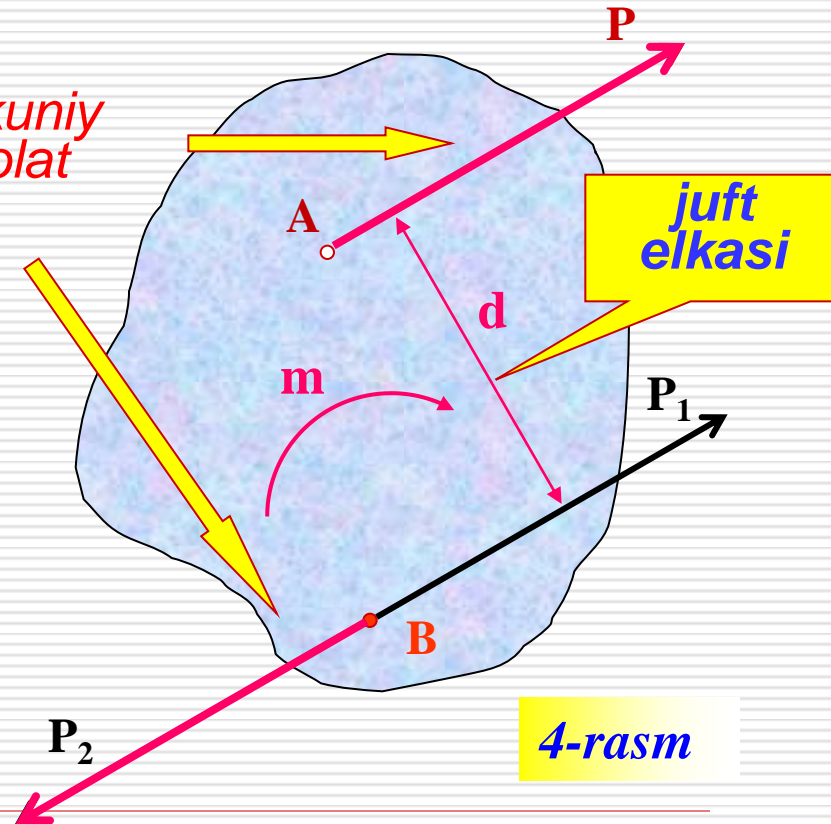
dastlabki holat



3-rasm

boshqacha aytganda, bu ikki chizma o'zaro ekvivalent bo'ladi!

yakuniy holat

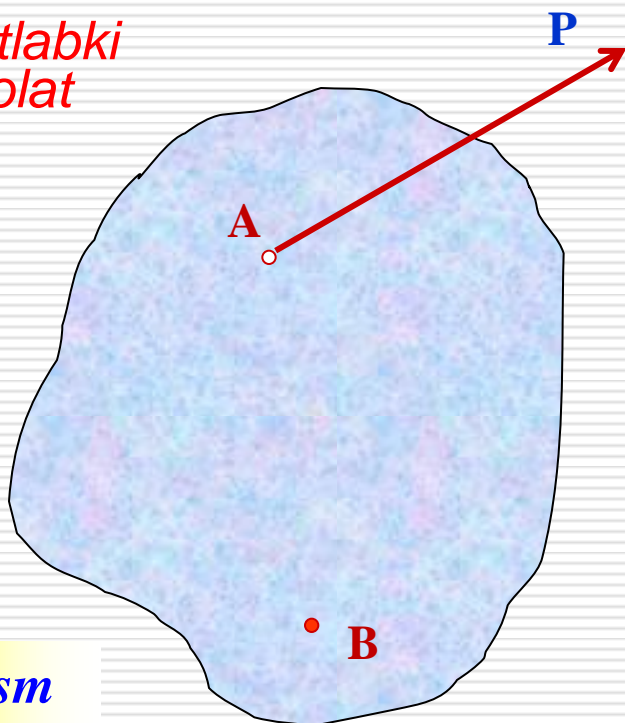


4-rasm



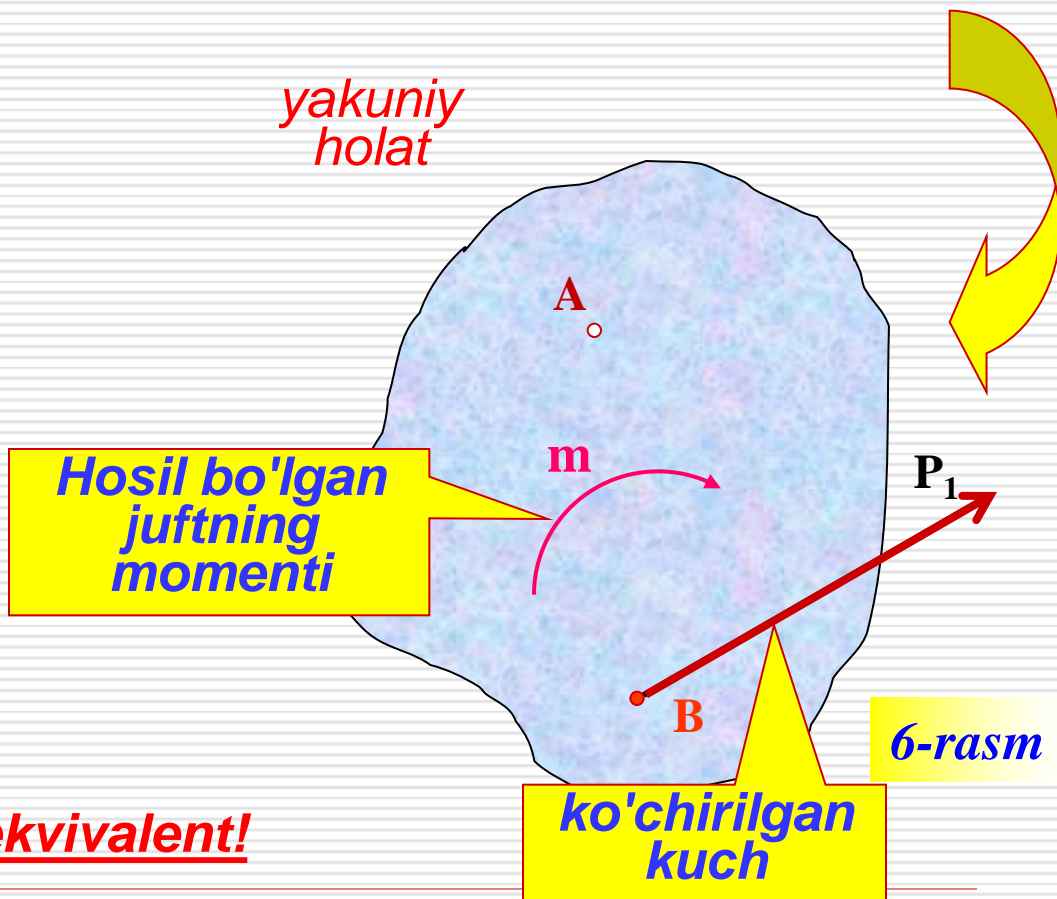
Puanso teoremasi: absolyut qattiq jismga ta'sir etayotgan kuchni jismga ta'sirini o'zgartirmay jismning istalgan boshqa nuqtasiga parallel ko'chirish uchun momenti ko'chirish nuqtasiga nisbatan qo'yilgan kuchning momentiga teng bo'lgan juft kuchni qo'shib olish lozim.

dastlabki holat



5-rasm

yakuniy holat



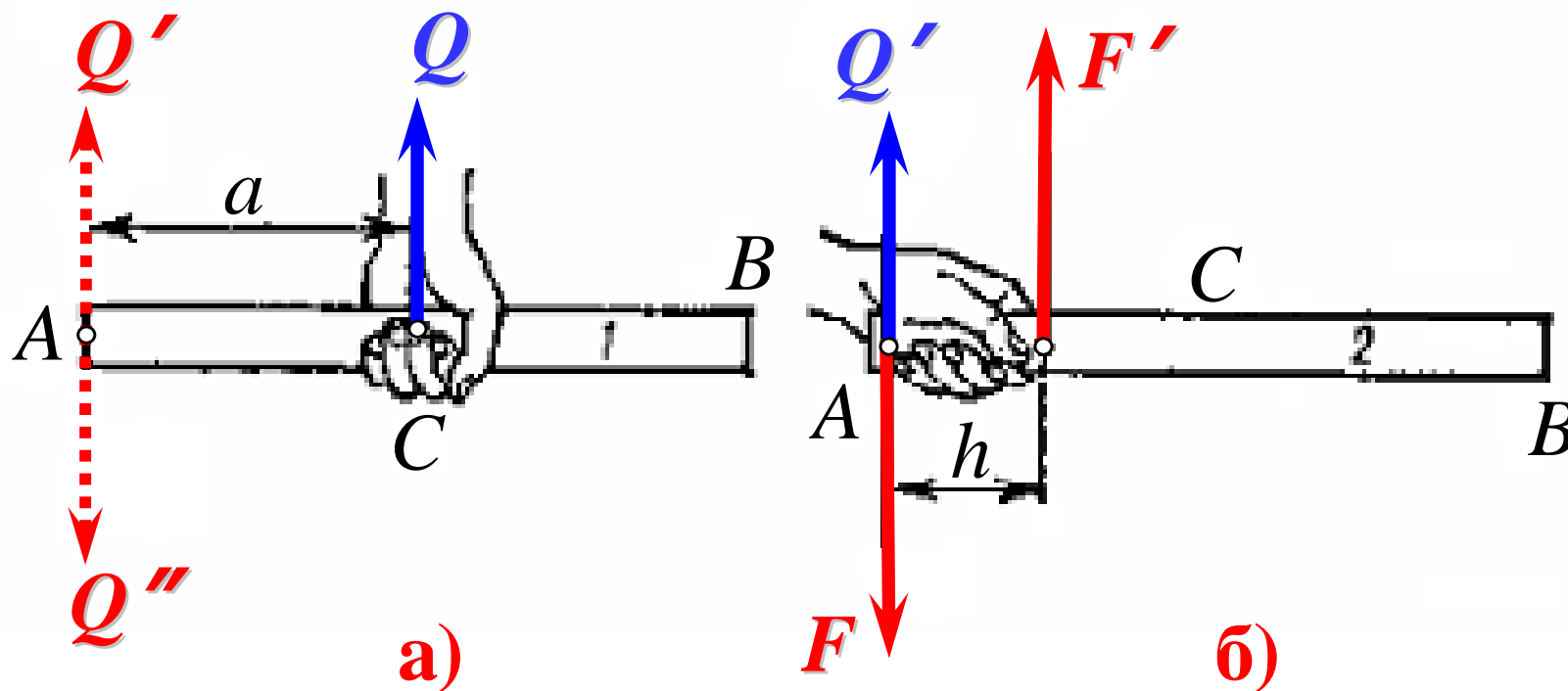
6-rasm

bu ikki chizma - o'zaro ekvivalent!



Kuchni boshqa nuqtaga ko'chirish

misol:

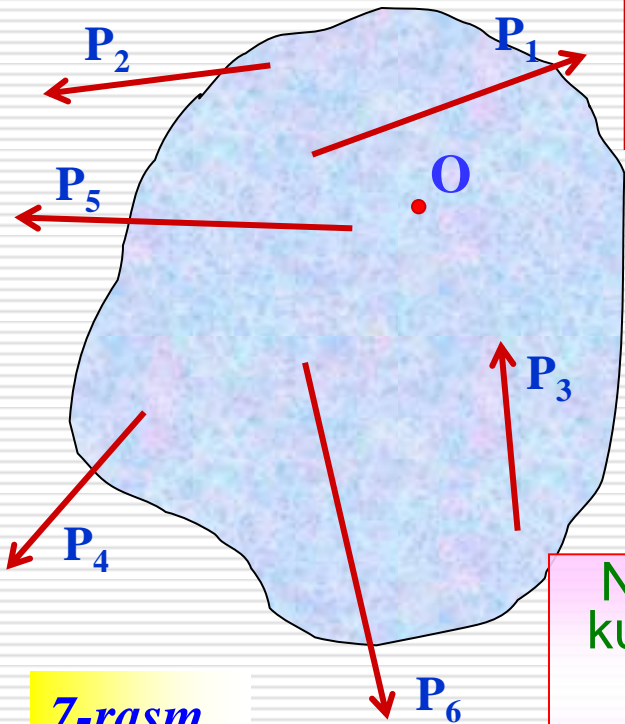


6-rasm

Tekislikdagi kuchlar sistemasini berilgan markazga keltirish

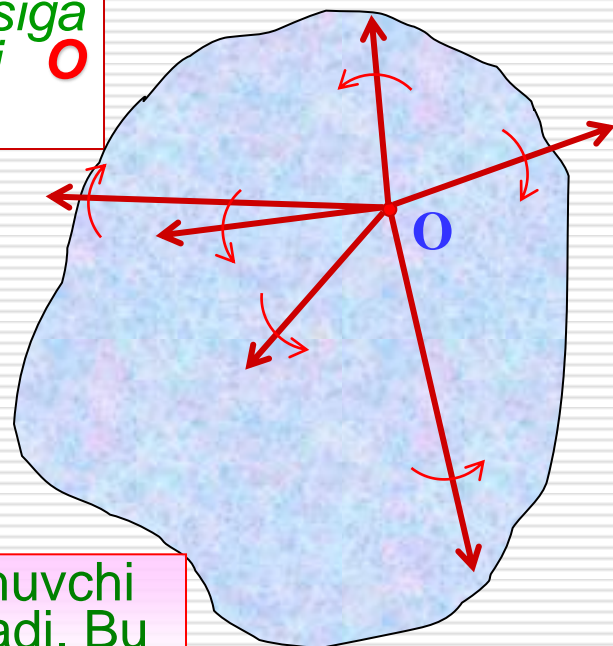
Kuchni jismning istalgan nuqtasiga ko'chirish qoidasiga ko'ra, **ixtiyoriy kuchlar sistemasini berilgan markazga keltirishning umumiy qoidasini** keltirib chiqarish mumkin.

Bizga tekislikdan ixtiyoriy O nuqta berilgan bo'lsin.



Puanso teoremasiga asosan har bir kuchni O nuqtaga ko'chiramiz.

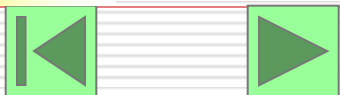
$$\bar{R} = \sum \bar{F}_k$$



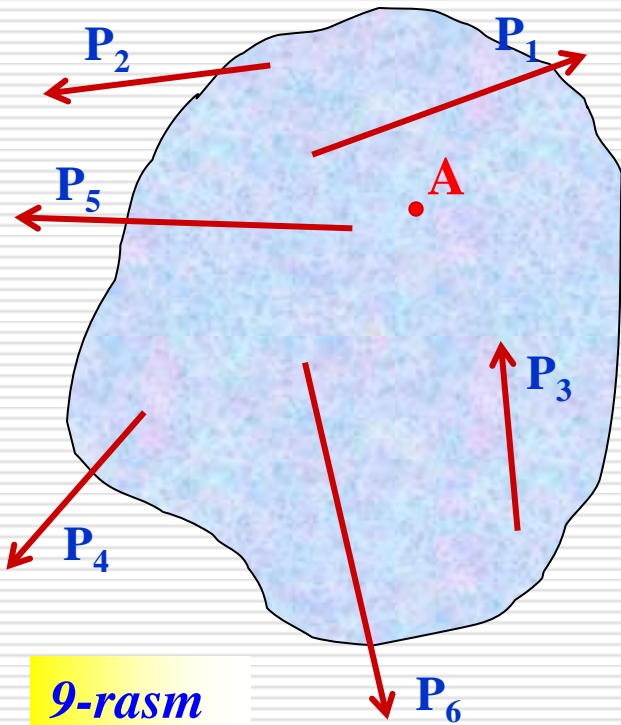
Natijada bir nuqtada kesishuvchi kuchlar sistemasi hosil bo'ladi. Bu kuchlarni qo'shish va berilgan kuchlar sistemasining **bosh vektori**ni aniqlash mumkin.

7-rasm

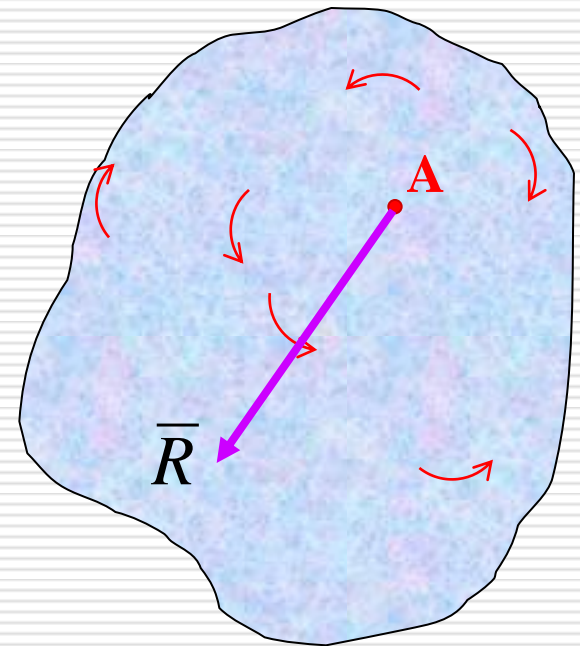
8-rasm



Jismda kesishuvchi kuchlar sistemasidan tashqari ikkinchi juft kuchlar sistemasi ham hosil bo'ladi. Juft kuchlarni qo'shish qoidasi bilan o'tgan ma'ruzamizda tanishgan edik. Juft kuchlar sistemasi juftlar momentlarining algebraik yigindisiga teng bitta juftga ekvivalent bo'ladi va berilgan kuchlar sistemasining bosh momenti aniqlanadi.



$$\overline{M}_A = \sum m_A(\overline{F}_k)$$



9-rasm

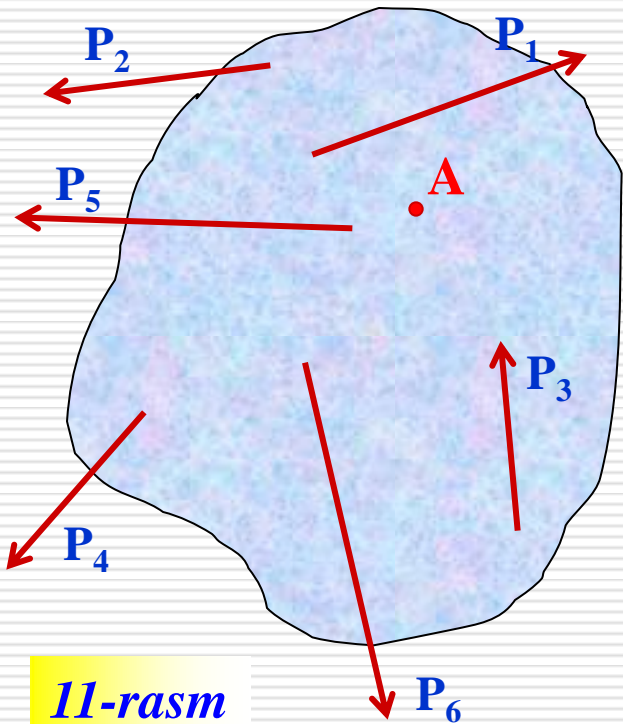
10-rasm



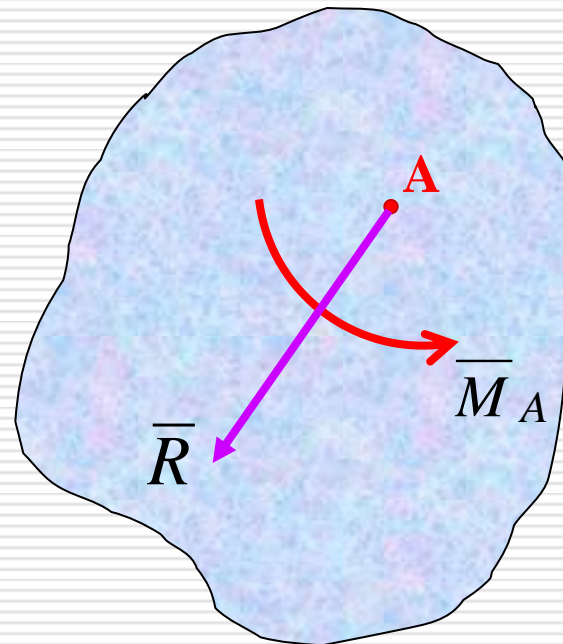
Sistemadagi barcha kuchlarning geometrik yig'indisiga teng kattalik \bar{R} **sistemaning bosh vektori**, barcha kuchlarning A markazga nisbatan momentlari yig'indisiga teng \bar{M}_A kattalik **sistemaning bosh momenti** deb ataladi.

$$\bar{R} = \sum \bar{F}_k$$

$$\bar{M}_A = \sum m_A(\bar{F}_k)$$



11-rasm



12-rasm



Absolyut qattiq jismga ta'sir qiluvchi ixtiyoriy tekislikdagi kuchlar sistemasi markaz deb olingan istalgan A nuqtaga keltirilganda, shu markazga qo'yilgan bitta kuch – sistemaning bosh vektori \bar{R} va sistemaning shu markazga nisbatan bosh momentiga teng bo'lgan \bar{M}_A bitta juftga almashtiriladi.

\bar{R} kuch berilgan kuchlar sistemasining teng ta'sir etuvchisi hisoblanmaydi, chunki kuchlar sistemasi bitta kuchga emas, balki shu kuch bilan birga bitta juftga almashtiriladi.

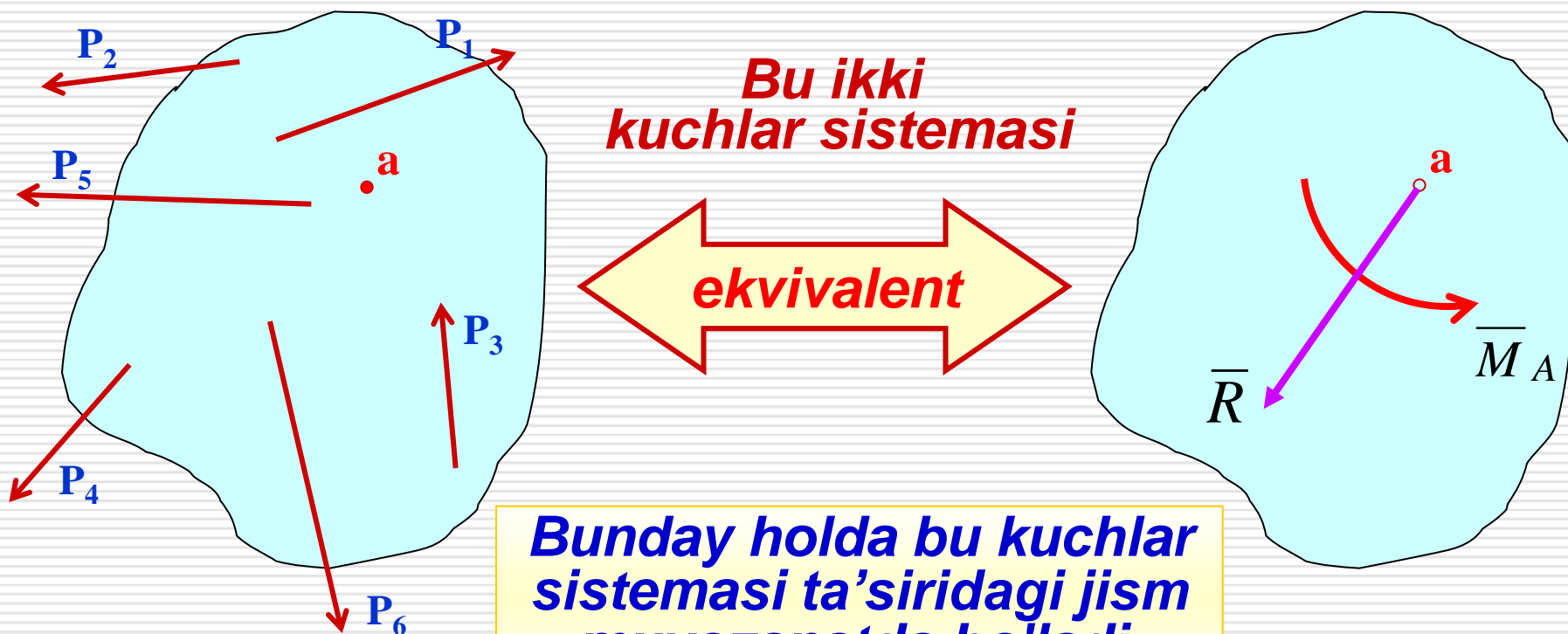


13-rasm



Tekislikdagi kuchlar sistemasini sodda ko'rinishga keltirishdagi hollar

1. Berilgan kuchlar sistemasi uchun $\bar{R} = 0$ va $\bar{M}_A = 0$ bo'lsin.

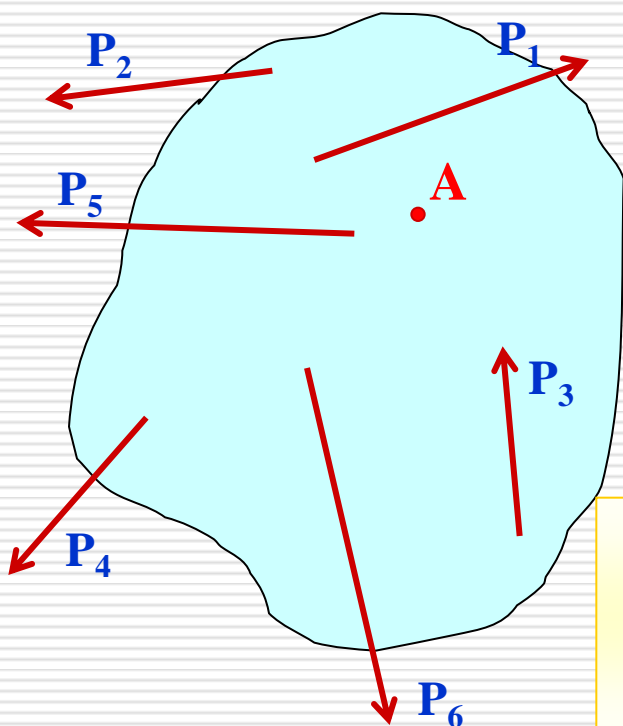


14-rasm

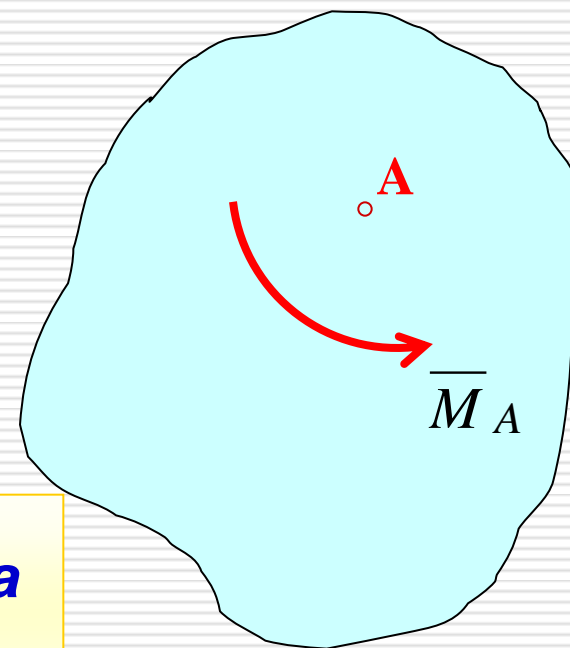


Tekislikdagi kuchlar sistemasini sodda ko'rinishga keltirishdagi hollar

3. Berilgan kuchlar sistemasi uchun $\bar{R} = 0$ va $\bar{M}_A \neq 0$ bo'lsin.



Bu ikki kuchlar sistemasi



Bunday holda bu kuchlar sistemasi bitta juftga keltiriladi. Bu juftning momenti:

$$\bar{M}_A = \sum m_0(\bar{F}_K)$$

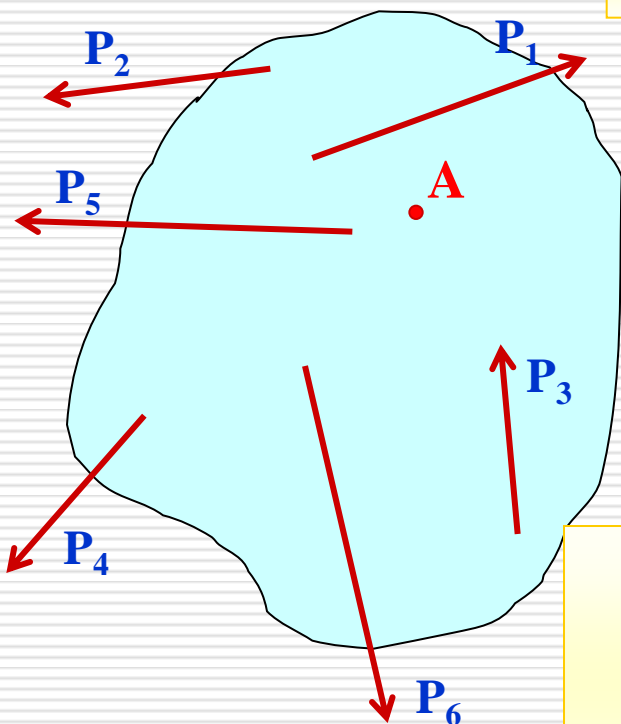
15-rasm



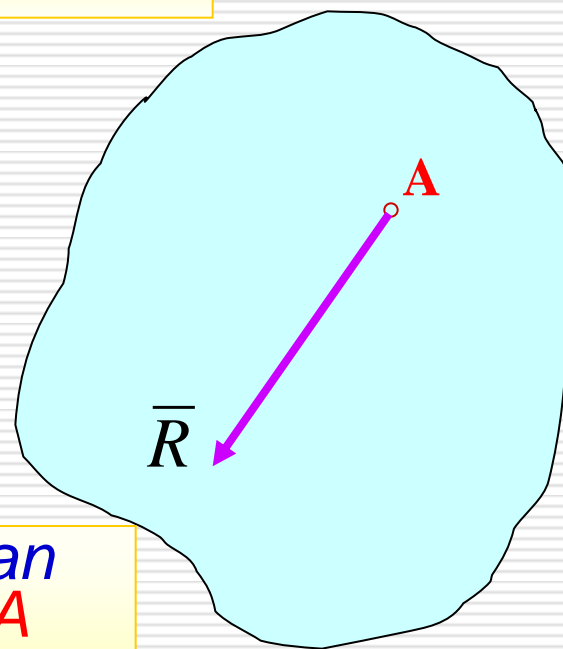
Tekislikdagi kuchlar sistemasini sodda ko'rinishga keltirishdagi hollar

Berilgan kuchlar sistemasi uchun $\bar{R} \neq 0$ bo'lsin. Bunda 2 hol ro'y berishi mumkin:

a). $\bar{R} \neq 0$ va $\bar{M}_A = 0$ bo'lsin.



Bu ikki kuchlar sistemasi



Bunday holda berilgan kuchlar sistemasi A markazdan o'tuvchi teng ta'sir etuvchisiga almashtiriladi:

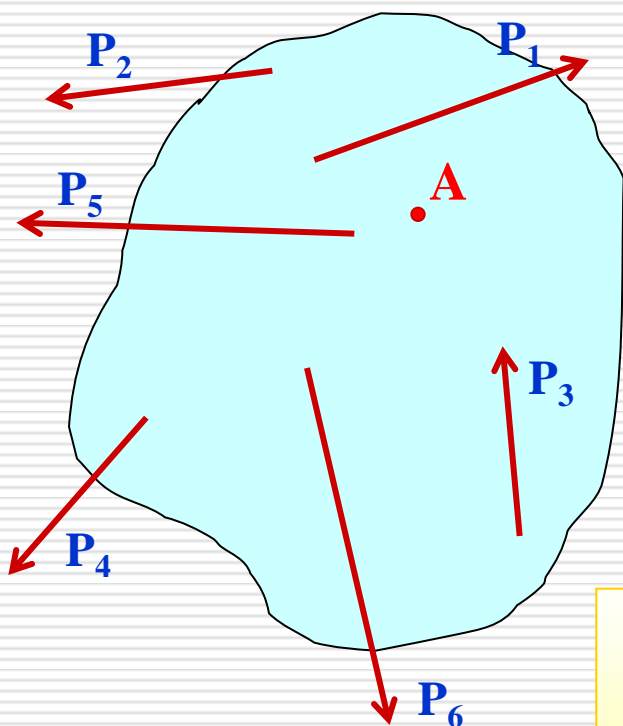
$$\bar{R} = \sum \bar{F}_k$$

16-rasm



Tekislikdagi kuchlar sistemasini sodda ko'rinishga keltirishdagi hollar

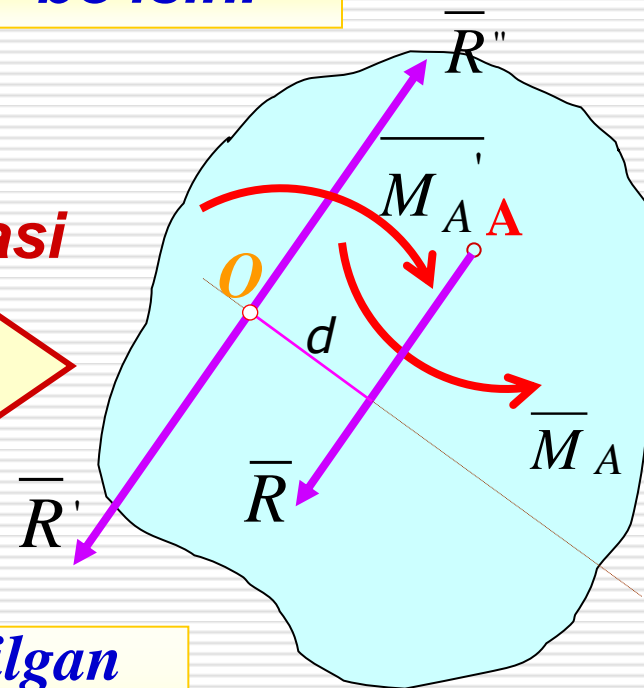
b). $\bar{R} \neq 0$ va $\bar{M}_A \neq 0$ bo'lsin.



Bu ikki kuchlar sistemasi

ekvivalent

$$d = \frac{|M_A|}{R}$$



Bunday holda berilgan kuchlar sistemasi O markazdan o'tuvchi teng ta'sir etuvchisiga almashtiriladi.

$$\vec{R}' = \vec{R} = \sum \vec{F}_k$$

17-rasm

Tekislikdagi kuchlar sistemasini sodda ko'rinishga keltirishdagi hollar

1. Agar berilgan kuchlar sistemasi uchun $\bar{R} = 0$ va $\bar{M}_O = 0$ bo'lsa, u holda bu kuchlar sistemasi muvozanatda bo'ladi.

2. Agar berilgan kuchlar sistemasi uchun $\bar{R} = 0$ bo'lsa, u holda bu kuchlar sistemasi bitta juftga keltiriladi. Bu juftning momenti quyidagiga teng:

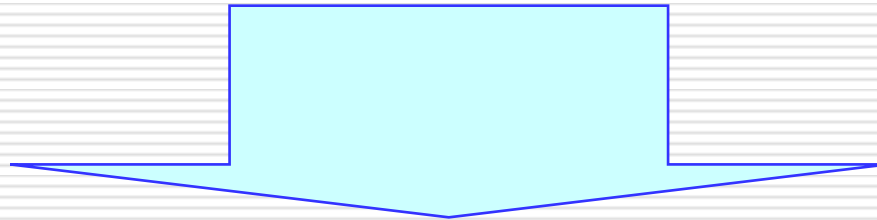
$$\bar{M}_A = \sum m_0(\bar{F}_k)$$

3. Agar berilgan kuchlar sistemasi uchun $\bar{R} \neq 0$ bo'lsa, u holda bu kuchlar sistemasi yagona kuchga, ya'ni teng ta'sir etuvchisiga keltiriladi. Bu teng ta'sir etuvchi quyidagiga teng:

$$\bar{R} = \sum \bar{F}_k$$

Tekislikdagi ixtiyoriy kuchlar sistemasining muvozanat shartlari

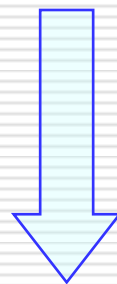
Agar berilgan kuchlar sistemasi uchun $\bar{R} = 0$ va $\bar{M}_O = 0$ bo'lsa, u holda bu kuchlar sistemasi muvozanatda bo'ladi.



Tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasi muvozanatda bo'lishi uchun bir vaqtda sistemaning **bosh vektori va bosh momenti nolga teng** bo'lishi zarur va etarlidir.



$$\bar{R} = 0$$



$$\bar{M}_O = 0$$

Tekislikdagi ixtiyoriy kuchlar sistemasining muvozanat shartlari

$$\bar{R} = 0$$

$$\bar{M}_O = 0$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$M_O = \sum m_O(\mathbf{F}_k)$$

$$R_x = \sum F_{kx}$$

$$R_y = \sum F_{ky}$$

$$\sum F_{kx} = 0$$

$$\sum F_{ky} = 0$$

$$\sum m_O(\vec{\mathbf{F}}_k) = 0$$

Tekislikda joylashgan kuchlar sistemasi muvozanatda bo'lishi uchun barcha kuchlarning har bir koordinata o'qlaridagi proektsiyalarining yig'indisi hamda shu tekislikdagi istalgan nuqtaga nisbatan momentlarining yig'indisi alohida-alohida nolga teng bo'lishi zarur va etarlidir.

Tekislikdagi ixtiyoriy kuchlar sistemasining muvozanat shartlari

1. Muvozanat shartlarining asosiy shakli:

$$\sum F_{kx} = 0$$

$$\sum F_{ky} = 0$$

$$\sum m_O(\vec{\mathbf{F}}_k) = 0$$

2. Muvozanat shartlarining ikkinchi shakli:

A B || O x

$$\sum m_A(\vec{\mathbf{F}}_k) = 0$$

$$\sum m_B(\vec{\mathbf{F}}_k) = 0$$

$$\sum F_{kx} = 0$$

3. Muvozanat shartlarining uchinchi shakli:

C & A B

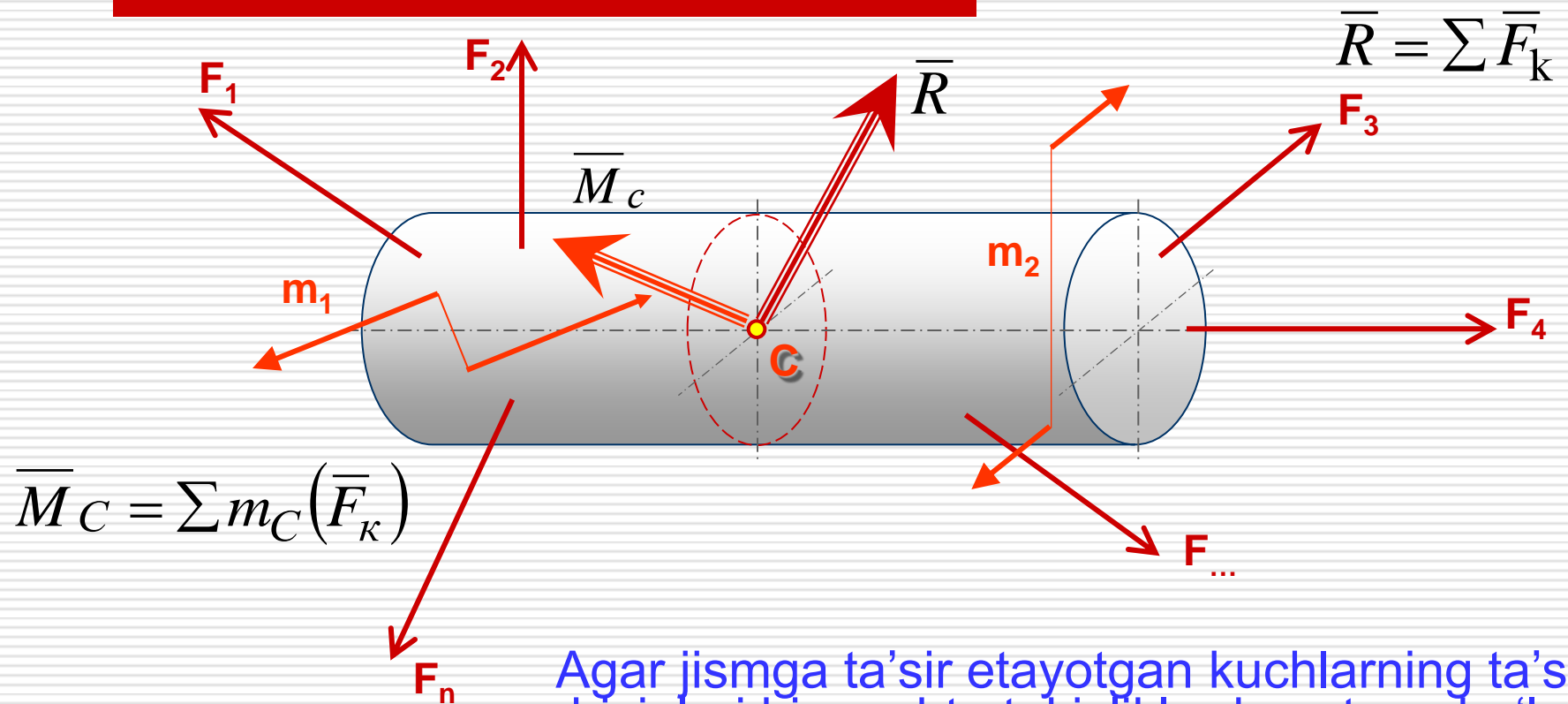
$$\sum m_A(\vec{\mathbf{F}}_k) = 0$$

$$\sum m_B(\vec{\mathbf{F}}_k) = 0$$

$$\sum m_C(\vec{\mathbf{F}}_k) = 0$$

Bu shartlar tekislikdagi ixtiyoriy kuchlar sistemasi ta'sirida bo'lgan erkin qattiq jismning muvozanatda bo'lishining zaruriy shartlarini ifodalaydi.

Fazodagi ixtiyoriy kuchlar sistemasining muvozanat shartlari

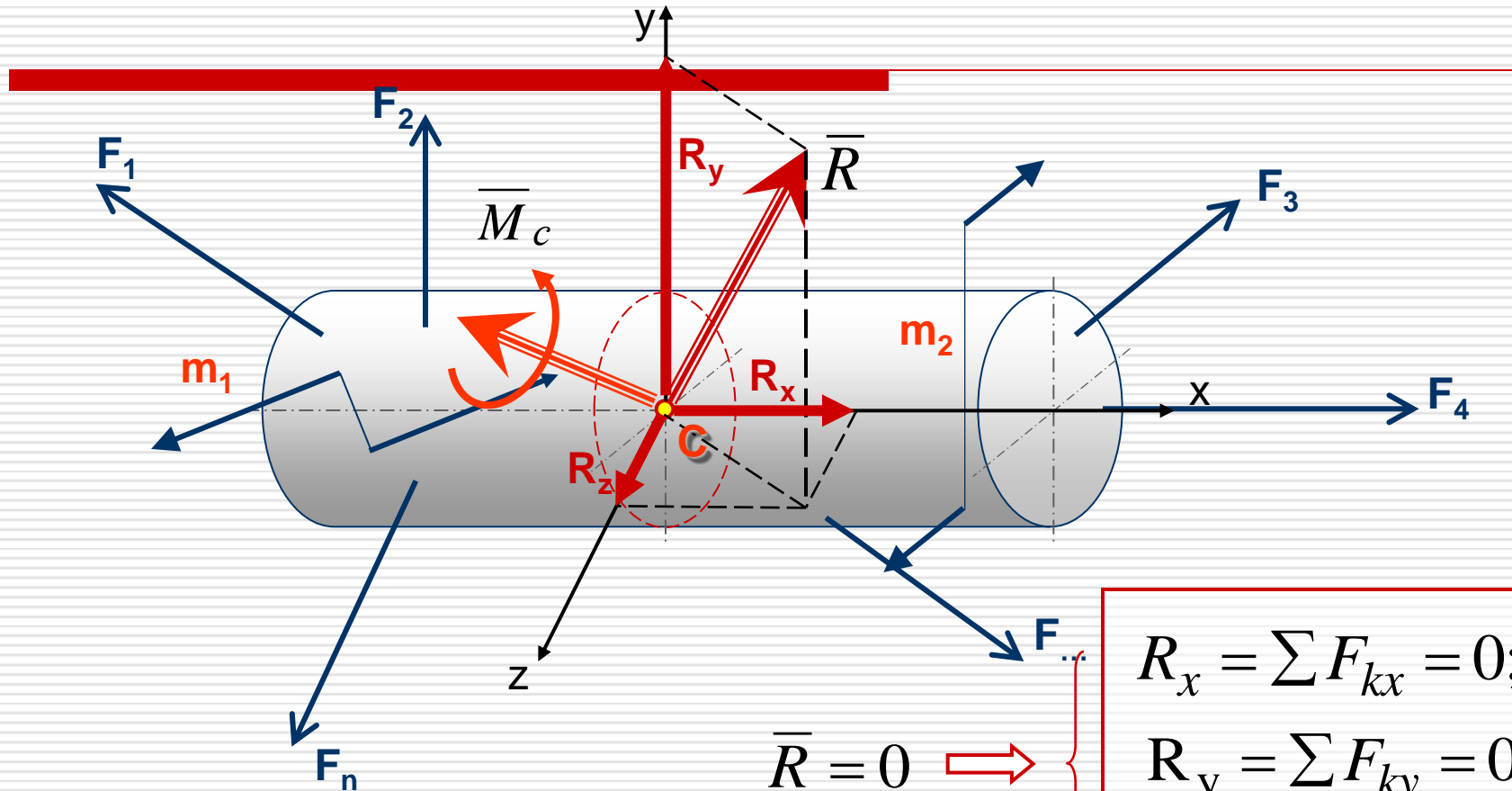


Agar jismga ta'sir etayotgan kuchlarning ta'sir chiziqlari bir nechta tekisliklarda yotgan bo'lsa, bunday kuchlar to'plamiga *fazoviy kuchlar sistemasi* deb ataladi.

18-rasm



Fazodagi ixtiyoriy kuchlar sistemasining muvozanat shartlari

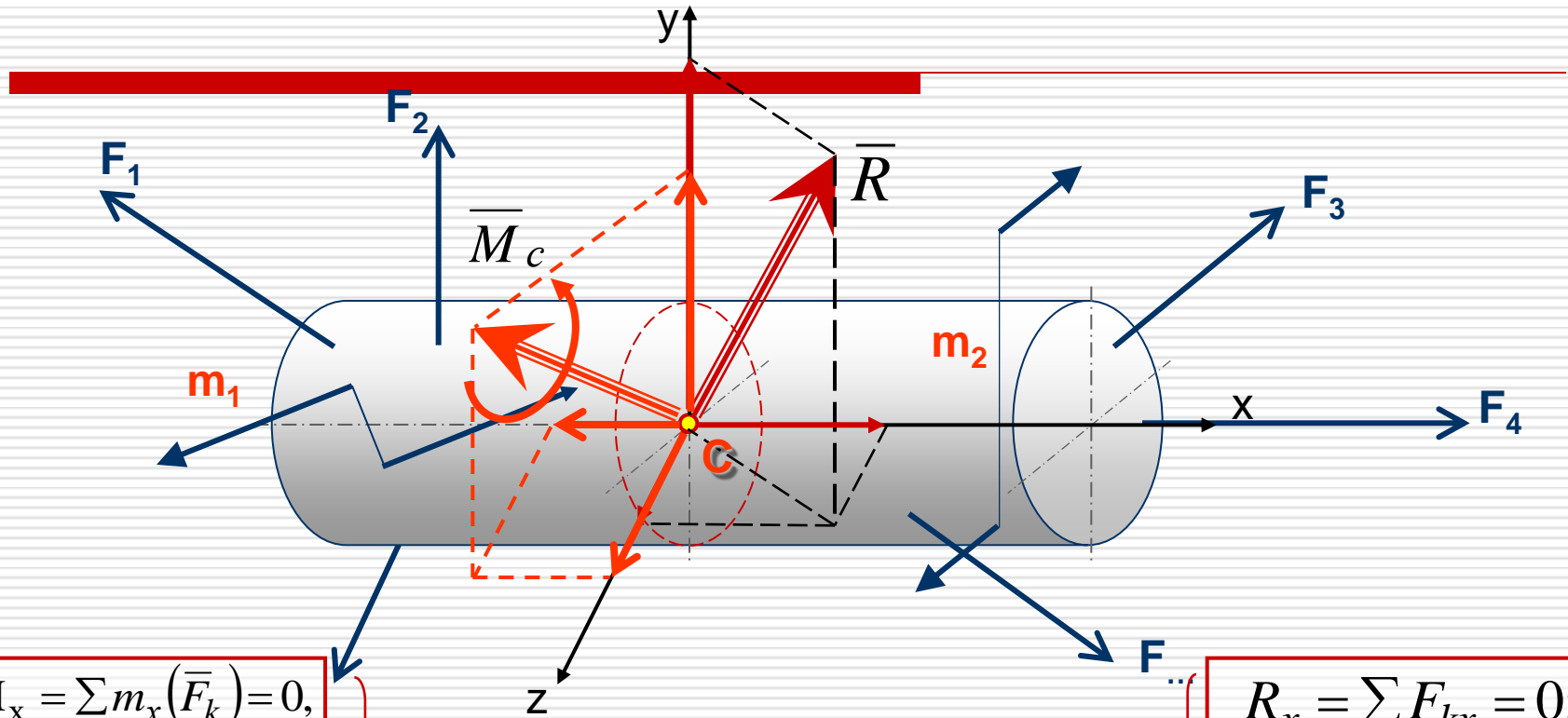


$$\overline{R} = 0 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_x = \sum F_{kx} = 0; \\ R_y = \sum F_{ky} = 0; \\ R_z = \sum F_{kz} = 0 \end{array} \right.$$

19-rasm



Fazodagi ixtiyoriy kuchlar sistemasining muvozanat shartlari



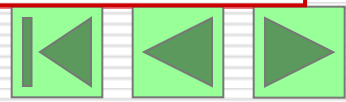
$$\left. \begin{aligned} M_x &= \sum m_x(\bar{F}_k) = 0, \\ M_y &= \sum m_y(\bar{F}_k) = 0, \\ M_z &= \sum m_z(\bar{F}_k) = 0 \end{aligned} \right\}$$

$$\bar{M}_0 = 0$$

$$\bar{R} = 0$$

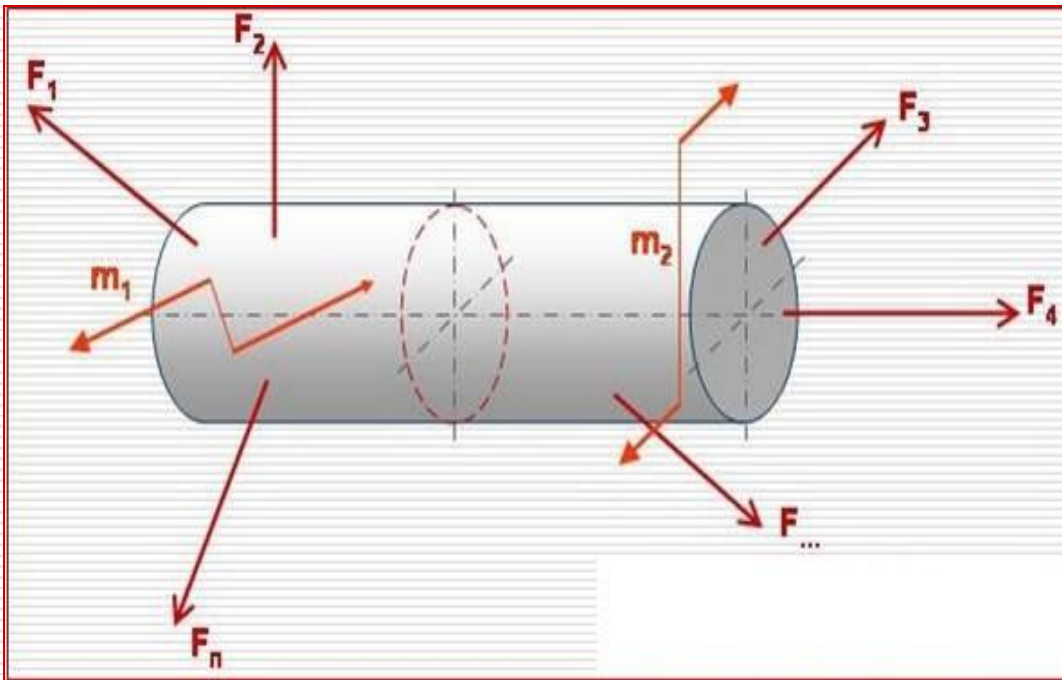
$$\left. \begin{aligned} R_x &= \sum F_{kx} = 0; \\ R_y &= \sum F_{ky} = 0; \\ R_z &= \sum F_{kz} = 0 \end{aligned} \right\}$$

20-rasm



Fazodagi ixtiyoriy kuchlar sistemasining muvozanat shartlari

$$\bar{R} = 0 \quad \bar{M}_0 = 0$$



21-rasm

$$\left\{ \begin{array}{l} R_x = \sum F_{kx} = 0; \quad (1) \\ R_y = \sum F_{ky} = 0; \quad (2) \\ R_z = \sum F_{kz} = 0 \quad (3) \\ M_x = \sum m_x(\bar{F}_k) = 0, \quad (4) \\ M_y = \sum m_y(\bar{F}_k) = 0, \quad (5) \\ M_z = \sum m_z(\bar{F}_k) = 0 \quad (6) \end{array} \right.$$



INSERT JADVALI

V	+	-	?

Insert jadvali:

- ma'lumotlarni sistemalashtirishni (mustaqil o'qish/ ma'ruza eshitish jarayonida olingan), ularni tasdiqlash, aniklashtirish yoki rad etish; qabul qilinayotgan ma'lumotning tushunarligini nazorat qilish, avval egallangan ma'lumotni yangisi bilan bog'lash qobiliyatlarini shakllantirishni ta'minlaydi;

- o'quv ma'lumotini mustaqil o'rganilganidan so'ng qo'llanadi.

Insert jadvalining tuzilishi va uni to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar.



O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni individual holda sistemalashtiradilar;

Matnda qo'yilgan belgilar asosida jadval ustunlarini to'ldiradilar:

V - xaqidagi bilimlarimga javob beradi;

«-» - xaqidagi bilimlarimga zid;

+ - yangi ma'lumotlar

? – tushunarsiz (aniqlashtirish, to'ldirishni talab qiladi) ma'lumot.



NAZORAT SAVOLLARI

1. Tekislikdagi kuchlar sistemasi deb nimaga aytiladi?
2. Fazoviy kuchlar sistemasi deb nimaga aytiladi?
3. Kuchni o'ziga parallel ko'chirishga oid lemma qachon va kim tomonidan isbotlangan?
4. Tekislikdagi ixtiyoriy kuchlar sistemasini biror markazga keltirsak, nima sodir bo'ladi?
5. Tekislikdagi kuchlar sistemasi muvozanatining zaruriy va yetarli sharti qanday ifodalanadi?
6. Tekislikdagi kuchlar sistemasi muvozanatining asosiy formasi qanday ifodalanadi?
7. Tekislikdagi kuchlar sistemasi muvozanati shartining ikkinchi formasi qanday ifodalanadi?
8. Tekislikdagi kuchlar sistemasi muvozanat shartining uchinchi formasi qanday ifodalanadi?
9. Fazodagi ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasini berilgan markazga keltirish natijasida qanday natijaga erishamiz?
10. Fazoviy kuchlar sistemasining bosh vektori deb nimaga aytiladi?
11. Fazoviy kuchlar sistemasining bosh momenti deb nimaga aytiladi?
12. Fazoviy kuchlar sistemasi muvozanatining zaruriy va yetarli sharti qanday ifodalanadi?

E'TIBORLARINGIZ UCHUN RAHMAT!