TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO'JALIGINI MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI

FAN: NAZARIY MEXANIKA

MAVZU 02

Parallel kuchlar sistemasi .Juftlar nazariyasi

Husanov Q.

Nazariy va qurilish mexanikasi kafedrasi dotsenti

Ma'ruza mashg'uloti rejasi:

1. Ikki parallel kuchlarninng teng ta'sir etuvchisini aniqlash.

2.Juft kuch haqida tushuncha.

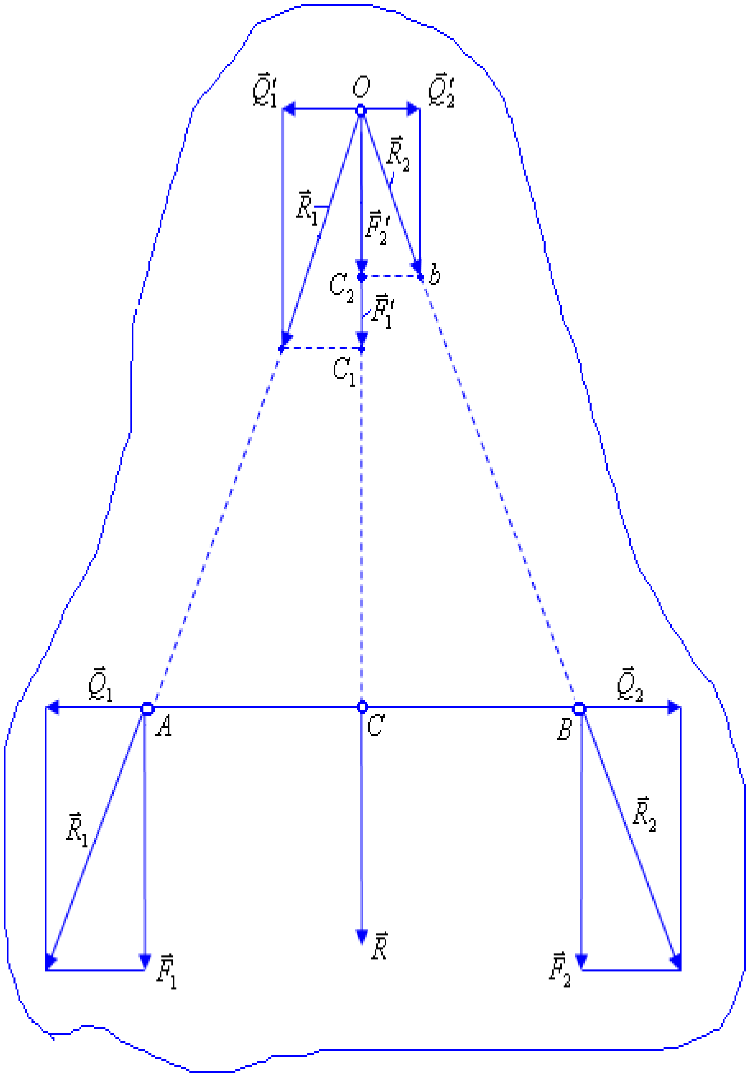
3. Kuchning nuktaga va o'qa nisbatan momenti.

4. Juft kuchning momenti. Ekvivalent juftlar haqidagi teorema.

5. Juftlarning muvozanat shartlari, juftlarni hossalari.

Ikki parallel kuchlarning teng ta'sir etuvchisi

Qattiq jismning *A* va *B* nuqtalariga o'zaro parallel bo'lgan va bir tomonga yo'nalgan kuchlar qo'yilgan bo'lsin. Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisini yo'nalishi, qiymati va qo'yilish nuqtasini aniqlash talab qilinsin.

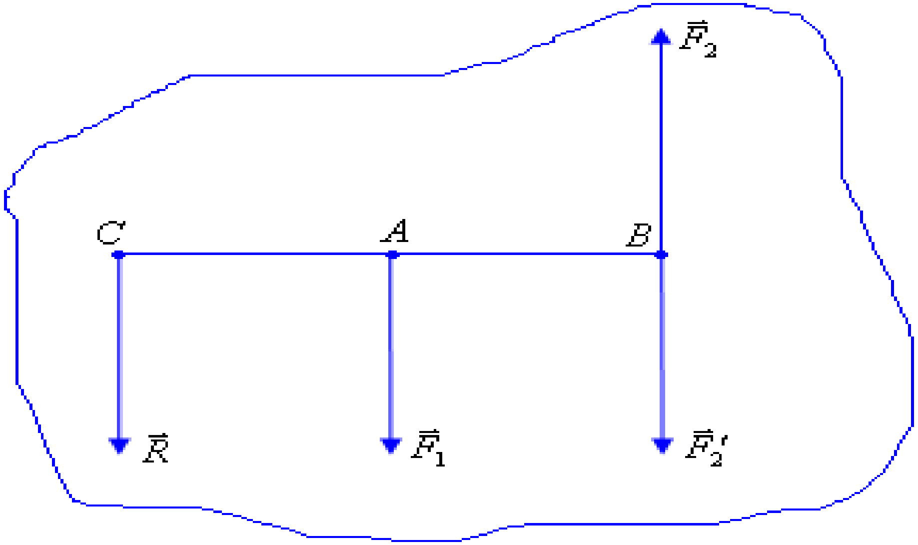


$$R = F_1 + F_2$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{BC}{AC}$$

Demak, kattaliklari turlicha bo'lgan, o'zaro parallel va bir tomonga yo'nalgan ikki kuchning teng ta'sir etuvchisining moduli shu qo'shiluvchilar modullarining yig'indisiga teng bo'lib, uning ta'sir chizig'i berilgan kuchlarni qo'yilish nuqtalarining orasidagi masofani ichki tomondan bu kuchlar modullariga teskari proporsional nisbatda bo'laklarga ajratadi.

Endi o'zaro parallel, qarama-qarshi tomonga yo'nalgan va kattaliklari o'zaro teng bo'lmagan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi moduli va yo'nalishini aniqlaymiz



$$R = F_1 - F_2 \qquad \frac{F_1}{F_2} = \frac{BC}{AC} \qquad AC = \frac{F_2}{F_1 - F_2} \cdot AB$$

Demak, *o'zaro parallel, qarama-qarshi tomonga yo'nalgan va kattaliklari bo'yicha o'zaro teng bo'lmagan ikki kuchning teng ta'sir etuvchisining moduli shu kuchlarning ayirmasiga teng bo'lib, yo'nalishi katta kuch tomon yo'nalgan bo'ladi, uning ta'sir chizig'i berilgan kuchlar qo'yilish nuqtalari orasidagi masofani tashqi tomondan bu kuchlar modullariga teskari proporsional nisbatda bo'laklarga ajratadi.*

Endi o'zaro parallel, miqdor jihatdan teng va qarama-qarshi tomonga yo'nalgan (bir to'g'ri chiziqda yotmagan) ikki kuchning teng ta'sir etuvchisini aniqlaymiz.

$$R = F_1 - F_2 = 0$$

KUCHNING NUQTAGA VA O'QQA NISBATAN MOMENTI

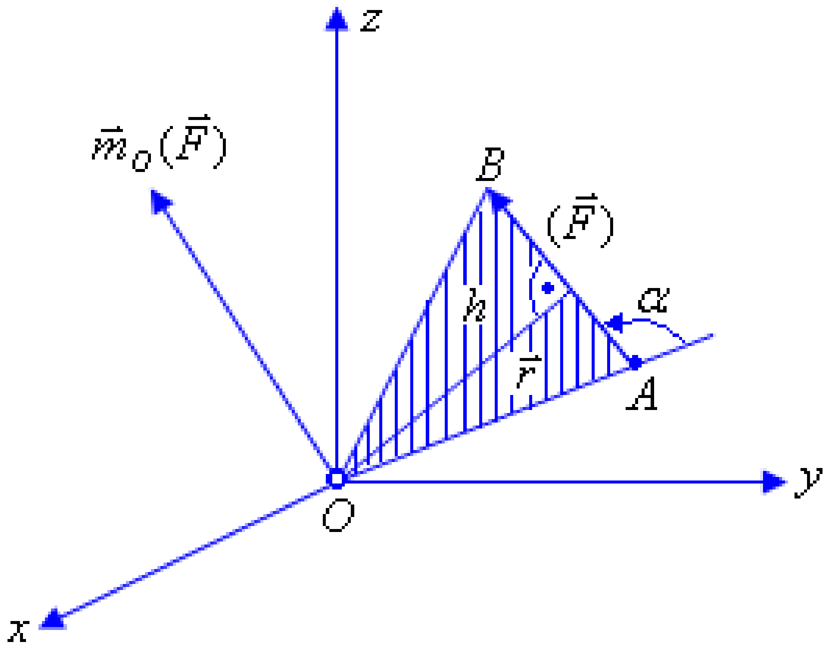
Biror nuqtaga (markazga) nisbatan kuch momenti deb shunday vektor kattalikka aytiladiki, uning son qiymati berilgan kuch moduli bilan kuch yelkasining ko'paytmasiga teng va uning ta'sir chizig'i tanlangan nuqtadan (markazdan) o'tib, kuch yotgan tekislikka perpendikulyar yo'nalgan bo'ladi, ya'ni:

$$m_0(\vec{F}) = \pm F \cdot h$$

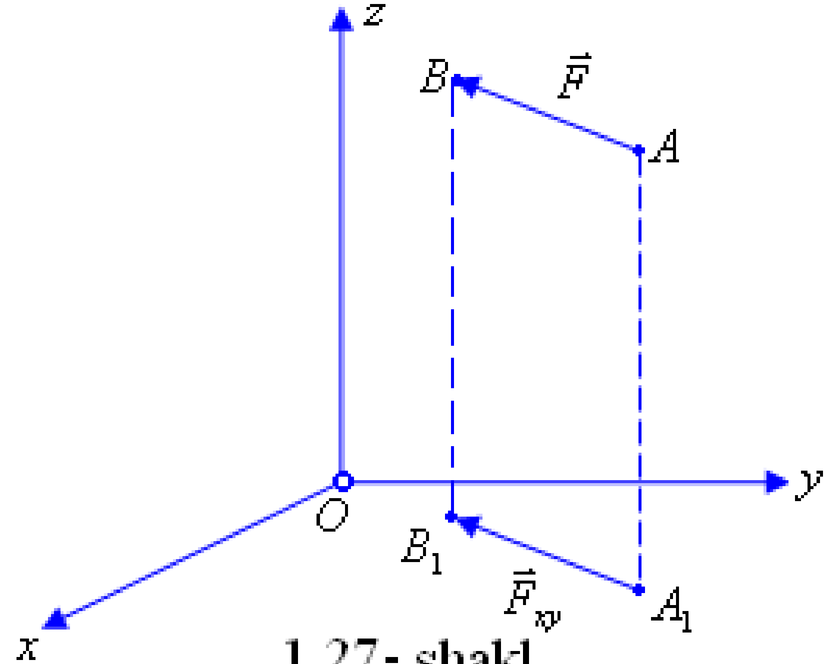
$$m_0(\vec{F}) = \pm r \cdot F \cdot \sin\alpha$$

$$\vec{m}_0(\vec{F}) = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$m_o(\vec{F}) = 2S$$



1.26- shakl



1.27- shakl

$$\vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ x & y & z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix} = (y \cdot F_z - z \cdot F_y) \cdot \vec{i} + (z \cdot F_x - x \cdot F_z) \cdot \vec{j} + (x \cdot F_y - y \cdot F_x) \cdot \vec{k}$$

$$m_{Oy}(\vec{F}) = z \cdot F_x - x \cdot F_z$$

$$m_{Ox}(\vec{F}) = y \cdot F_z - z \cdot F_y$$

$$m_{Oz}(\vec{F}) = x \cdot F_y - y \cdot F_x$$

Juft kuchning momenti

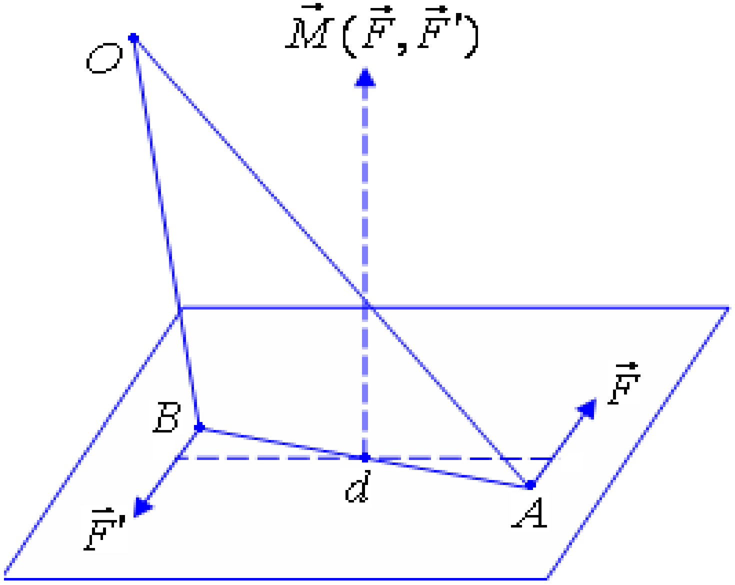
Jismga qo'yilgan ($\vec{F}$, $\vec{F}'$) juftning jismga ta'sirini aniqlash uchun “juft momenti” tushunchasini kiritamiz

$$\vec{m}_o(\vec{F})+\vec{m}_o(\vec{F}')=\overrightarrow{OA}\times\vec{F}+\overrightarrow{OB}\times\vec{F}'=\overrightarrow{OA}\times\vec{F}-\overrightarrow{OB}\times\vec{F}=(\overrightarrow{OA}-\overrightarrow{OB})\times\vec{F}=\overrightarrow{BA}\times\vec{F}$$

$$\vec{m}_o(\vec{F})+\vec{m}_o(\vec{F}')=\overrightarrow{BA}\times\vec{F}$$

$$\vec{M}(\vec{F},\vec{F}')=\overrightarrow{BA}\times\vec{F}=\overrightarrow{AB}\times\vec{F}'$$

$$\vec{M}=\overrightarrow{BA}\times\vec{F}=\overrightarrow{AB}\times\vec{F}'$$



Juftlar sistemasini sodda holga keltirish, juftlar muvozanati. Juft kuchlarning hossalari

1°. *Juft kuch teng ta'sir etuvchiga ega emas va uni biror kuch bilan muvozanatlab bo'lmaydi.*

2°. *Juft kuch momenti erkin vektor bo'lib, u juftning jismga ta'sirini to'la aniqlaydi.*

3°. *Ikki juftning tashkil etuvchilarining qiymatlari va yelkasini o'zgartirib, ularning momentlarining ishorasi va qiymatlari o'zgartirilmasa, u holda bunday juftlarning o'zaro ekvivalentligi buzilmaydi.*

4°. *Bitta tekislikda yotuvchi juftlar momentlarining teng ta'sir etuvchisi, shu juft momentlarining algebraik yig'indisiga teng, ya'ni:*

$$M = M_1 + M_2 + \ldots + M_n .$$

5°. *Bitta tekislikda yotgan juftlar o'zaro muvozanatlashishi uchun ularning momenlarining algebraik yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak, ya'ni:*

$$M_1 + M_2 + \ldots + M_n = 0 .$$

6°. *Fazoda ixtiyoriy joylashgan juftlarning momentlarining teng ta'sir etuvchisi, shu juftlar momentlarining geometrik yig'indisiga teng, ya'ni:*

$$\vec{M} = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \ldots + \vec{M}_n .$$

7°. *Fazoda ixtiyoriy joylashgan juftlar o'zaro muvozanatlashishi uchun bu juftlar momentlarining geometrik yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak, ya'ni:*

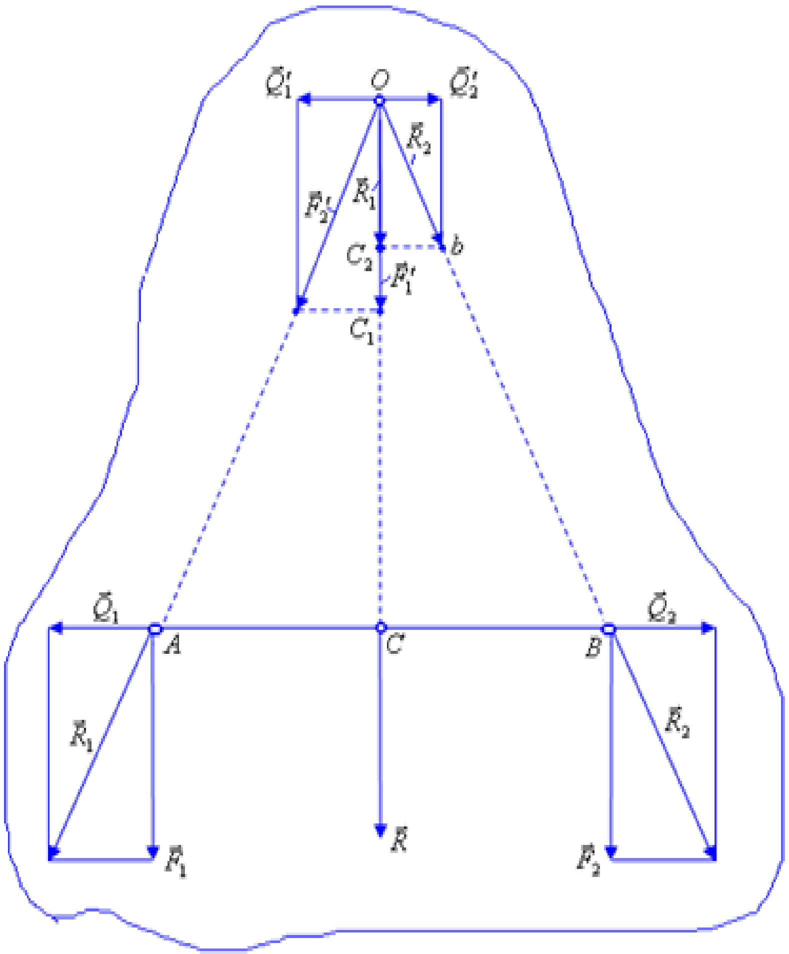
$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \ldots + \vec{M}_n = 0 .$$

1. Parallel kuchlar sistemasini qanday tushunasiz va ularni qanday qurilmalarda uchratish mumkin?
2. Ikki parallel kuchlarning teng ta'sir etuvchilari qanday aniqlanadi?
3. Juft kuchning teng ta'sir etuvchisi va uning jismga ta'siri to'g'risida sizning fikringiz qanday?
4. Ekvivalent juftlarni qanday tushunasiz?
5. Tekislikda yotuvchi juftlar bilan fazoda joylashgan juftlar o'rtasida qanday farq va o'xshashliklar bor?
6. Juft kuchlarning qanday hossalarini bilasiz?

Ikki parallel kuchlarning teng ta'sir etuvchisi

1. Aytaylik, qattiq jismning A va B nuqtalariga o'zaro parallel bo'lgan va bir tomonga yo'nalgan $\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ kuchlar qo'yilgan bo'lsin (1-rasm).

Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisini yo'nalishi, qiymati va qo'yilish nuqtasini aniqlash talab qilinsin. Buning uchun A va B nuqtaga qiymatlari ixtiyoriy tarzda tanlab olingan va nolga ekvivalent bo'lgan $\vec{Q}_1$ va $\vec{Q}_2$ kuchlarni qo'yamiz, chunki statikaning 2-aksiomasiga asosan bunday amalni bajarish mumkin. A va B nuqtaga qo'yilgan $(\vec{F}_1, \vec{Q}_1)$ va $(\vec{F}_2, \vec{Q}_2)$ kuchlarni statikaning 3-aksiomasiga asosan teng ta'sir etuvchilar bilan almashtiramiz:



1- rasm

Bu teng ta'sir etuvchining moduli

$$R = F_1 + F_2 . \tag{3.2}$$

teng bo'lib, yo'nalishi shu kuchlar yo'nalgan tomon yo'nalgan bo'ladi.

Teng ta'sir etuvchining qo'yilish nuqtasini aniqlash uchun $\Delta Oac_1 \sim \Delta OAC$ va $\Delta Obc_2 \sim \Delta OBC$, ya'ni uchburchaklarning o'xshashliklaridan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{ac_1}{AC} = \frac{Oc_1}{OC}; \quad \frac{Q_1'}{AC} = \frac{F_1'}{OC} \quad \text{yoki} \quad OC = \frac{F_1' \cdot AC}{Q'},$$

$$\frac{bc_1}{BC} = \frac{Oc_2}{OC}; \quad \frac{Q_2'}{BC} = \frac{F_2'}{OC} \quad \text{yoki} \quad OC = \frac{F_2' \cdot BC}{Q_2'}.$$

OCning qiymatlarini o'zaro tenglashtirib, quyidagi kattaliklarga ega bo'lamiz:

$$F_1 \cdot AC = F_2 \cdot BC \;\; \text{yoki} \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{BC}{AC}. \tag{3.3}$$

(3.3) tenglik orqali $\bar{R}$ teng ta'sir etuvchining qo'yilish nuqtasini aniqlaymiz. Shunday qilib

(3.3) tenglik orqali $\vec{R}$ teng ta'sir etuvchining qo'yilish nuqtasini aniqlaymiz. Shunday qilib *kattaliklari turlicha bo'lgan, o'zaro parallel va bir tomonga yo'nalgan ikki kuchning teng ta'sir etuvchisining moduli shu qo'shiluvchilar modullarining yig'indisiga teng bo'lib, uning ta'sir chizig'i berilgan kuchlarni qo'yilish nuqtalarining orasidagi masofani ichki tomondan bu kuchlar modullariga teskari proportsional nisbatda bo'laklarga ajratadi.*

2. Endi o'zaro parallel, qarama-qarshi tomonga yo'nalgan va kattaliklari o'zaro teng bo'lmagan $\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ kuchlarning teng ta'sir etuvchisini aniqlaymiz (1-rasm).

(3.2) va (3.3) formulalardan foydalanib, $\vec{F}_1$ kuchni $\vec{F}_2 = -\vec{F}_2'$ shartni qanoatlantiruvchi va $\vec{F}_1$ kuch bilan bir tomonga yo'nalgan $\vec{R}$ va $\vec{F}_2'$ tashkil etuvchilarga ajratamiz. Demak, $(\vec{F}_1, \vec{F}_2) \sim (\vec{R}, \vec{F}_2, \vec{F}_2')$. Lekin shartga ko'ra $(\vec{F}_2, \vec{F}_2') \sim 0$, shuning uchun bu kuchlarni 2-aksiomaga asosan tashlab yuborish mumkin. U holda $(\vec{F}_1, \vec{F}_2) \sim \vec{R}$ ekanligi kelib chiqadi, ya'ni $\vec{R}$ berilgan kuchlarning teng ta'sir etuvchisi ekanligi ma'lum bo'ladi. (3.2) va (3.3) formulalarga asosan:

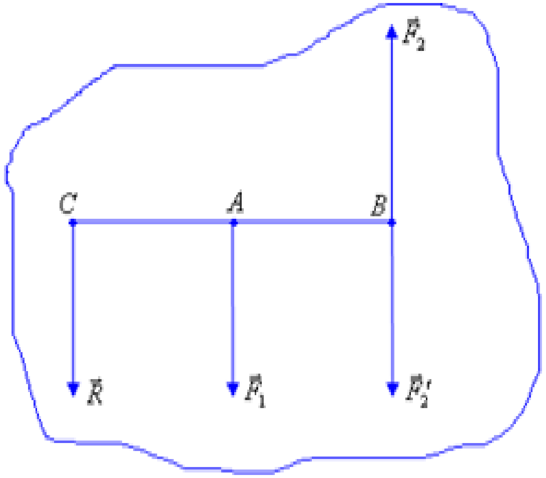
$$\vec{R} + \vec{F}_2' = \vec{F}_1; \quad \frac{R}{F_2} = \frac{AB}{AC} \tag{3.4}$$

Tengliklardan $\vec{R} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2' = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ $\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ kuchlarni qarama-qarshi tomonga yo'nalganligini hisobga olib, teng ta'sir etuvchi uchun quyidagi tenglikka ega bo'lamiz:

$$R = F_1 - F_2 \tag{3.5}$$

Agar (3.5) tenglikni (3.4) tengliklarning ikkinchisiga qo'ysak: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{BC}{AC}$

Demak, *o'zaro parallel, qarama-qarshi tomonga yo'nalgan va kattaliklari bo'yicha o'zaro teng bo'lmagan ikki kuchning teng ta'sir etuvchisining moduli shu kuchlarning ayirmasiga teng bo'lib, yo'nalishi katta kuch tomon yo'nalgan bo'ladi, uning ta'sir chizig'i berilgan kuchlar qo'yilish nuqtalari orasidagi masofani tashqi tomondan bu kuchlar modullariga teskari proportsional nisbatda bo'laklarga ajratadi.*



3. Endi o'zaro parallel, miqdor jihatdan teng va qarama-qarshi tomonga yo'nalgan (bir to'g'ri chiziqda yotmagan) ikki kuchning teng ta'sir etuvchisini aniqlaymiz. (3.5) formulaga asosan (2-rasm).

$$R = F_1 + F_2 = 0,$$

ya'ni bunday kuchlarning teng ta'sir etuvchisi nolga teng.

Yuqorida keltirilgan kuchlarni „juft kuch“ yoki qisqacha juft deb ataladi va ($\vec{F}_1, \vec{F}_2$) ko'rinishda belgilanadi. Bu kuchlar orasidagi eng qisqa d masofa *juftning yelkasi* deyiladi. Demak, juft kuchning teng ta'sir etuvchisi mavjud emas, boshqacha aytganda juft kuchni sodda holga keltirib bo'lmaydi.

U holda juft kuchning jismga ta'siri qanday aniqlanadi va qanday xossalarga ega degan savolga javob berish kerak bo'ladi. Bu savolga javob berish uchun avvalo "Kuchning nuqtaga nisbatan momenti" va "Kuchning o'qqa nisbatan momenti" tushunchalari bilan tanishamiz.

Kuchning nuqtaga va o'qqa nisbatan momenti

Biror nuqtaga (markazga) nisbatan kuch momenti deb shunday vektor kattalikka aytiladiki, uning son qiymati berilgan kuch moduli bilan kuch yelkasining ko'paytmasiga teng va uning ta'sir chizig'i tanlangan nuqtadan (markazdan) o'tib, kuch yotgan tekislikka perpendikulyar yo'nalgan bo'ladi, ya'ni:

$$m_0(\vec{F}) = \pm F \cdot h, \qquad (3.7)$$

bunda O - *momenti markazi* deyiladi; h – kuch yelkasi bo'lib, u moment markazidan kuchning ta'sir chizig'igacha bo'lgan eng qisqa masofani bildiradi; agar $\vec{F}$ kuch jismning O markaz atrofida soat strelkasi bo'ylab aylantirilsa manfiy ishora olinadi, aks holda musbat ishora olinadi (3-rasm). Demak, nuqtaga nisbatan kuch momenti nolga teng bo'lishi uchun, kuchning ta'sir chizig'i moment markazidan o'tishi kerak.

Agar $h = r \cdot \sin\alpha$ teng ekanligini hisobga olsak, u holda yuqorida keltirilgan tenglikni quyidagicha yozish mumkin: $m_0(\vec{F}) = \pm r \cdot F \cdot \sin\alpha$

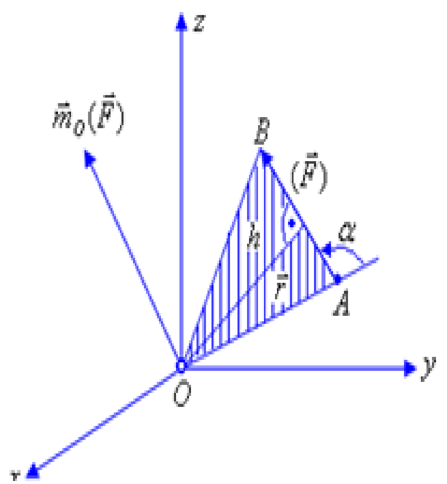
Bu formula $\vec{r}$- radius vektori bilan $\vec{F}$ - kuch vektorining vektor ko'paytmasi modulini bildiradi, ya'ni

$$\vec{m}_0(\vec{F}) = \vec{r} \times \vec{F} \tag{3.8}$$

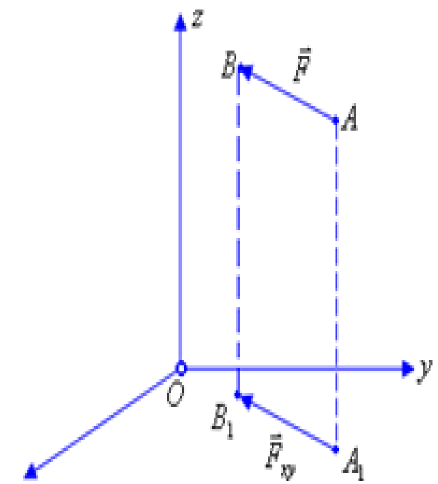
Bazida (3.8) formulani $m_0(\vec{F}) = 2S$ (3/9)

ko'rinishda yozish maqsadga muvofiq bo'ladi, bunda $S - OAB$ uchburchakning yuzini bildiradi (3-rasm).

Endi $\vec{m}_0(\vec{F})$ vektorning koordinata o'qlaridagi proyaktsiyalarini aniqlaymiz. Buning uchun $\vec{r}$ va $\vec{F}$ vektorlarning koordinata o'qlaridagi proeksiyalarini mos holda x, y, z va F_x, F_y, F_z bilan hamda $Oxyz$ koordinata o'qlarining birlik vektorlarini esa $\vec{i}, \vec{j}$ va $\vec{k}$ bilan belgilaymiz.



3-rasm



4-rasm

(3.8) formulaga asosan:

$$\vec{r}\times\vec{F}=\begin{vmatrix}\vec{i} & \vec{j} & \vec{k}\\ x & y & z\\ F_x & F_y & F_z\end{vmatrix}=(y\cdot F_z-z\cdot F_y)\cdot\vec{i}+(z\cdot F_x-x\cdot F_z)\cdot\vec{j}+(x\cdot F_y-y\cdot F_x)\cdot\vec{k} \qquad (3.10)$$

Bu tenglikdan ko'rinadiki, kuch momentining koordinata o'qlaridagi proeksiyalarini quyidagicha yozish mumkin:

$$m_{Ox}(\vec{F})=y\cdot F_z-z\cdot F_y;\quad m_{Oy}(\vec{F})=z\cdot F_x-x\cdot F_z;\quad m_{Oz}(\vec{F})=x\cdot F_y-y\cdot F_x. \qquad (3.11)$$

Agar $\vec{F}$ fazoviy kuchdan iborat bo'lsa, u holda "o'qqa nisbatan kuch momenti" tushunchasidan foydalanamiz. buning uchun avvalo *kuchning tekislikdagi proeksiyasi* tushunchasini kiritamiz.

Aytaylik, $\vec{F}$ kuch va biror tekislik berilgan bo'lsin. Bu kuch vektorining boshi va ohiridan tekislikka perpendikulyar tushiramiz.

Kuchning tekislikka proeksiyasi deb, shunday vektorga aytiladiki, uning boshi va ohiri kuchning tekislikdagi proeksiyasining boshi va ohiri bilan ustma-ust tushadi.

Agar tekislik uchun xy tekisligi olinsa, u holda $\vec{F}$ kuchning bu tekislikdagi proeksiyasi $\vec{F}_{xy}$ ga teng bo'ladi (4-rasm).

(3.11) formulada $z=0$ va $\vec{F}_z=0_z$ deb qabul qilinsa, $\vec{F}_{xy}$ vektorning O nuqtaga nisbatan momentini hisoblash mumkin, ya'ni:

$$m_{Ox}(\vec{F}_{xy})=(x\cdot F_y-y\cdot F_x)\cdot\vec{k}$$

Shunday qilib, bu moment z o'qi bo'ylab yo'nalgan bo'ladi va uning z o'qidagi proeksiyasi $\vec{F}$ kuchning O nuqtaga nisbatan olingan momenti proeksiyasi Bilan ustma-ust tushadi. Boshqacha qilib aytganda,

$$m_{oz}(\vec{F})=m_{Oz}(\vec{F}_{xy})=x\cdot F_y-y\cdot F_x \qquad (3.12)$$

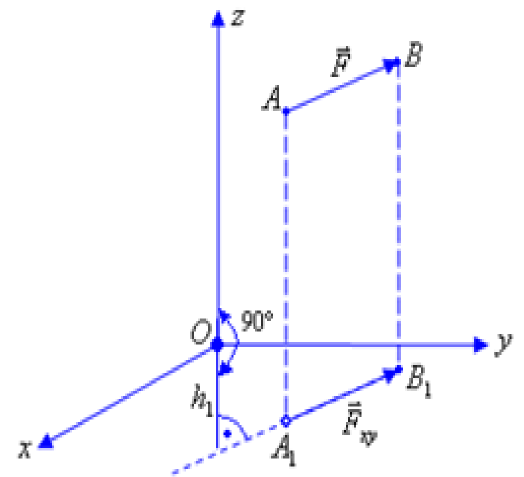
Albatta, Bu olingan natijani $\vec{F}$ kuchni Oxy tekislikka parallel bo'lgan har qanday tekislikka proeksiyalash yo'li bilan olish mumkin edi. Bunda z o'qi bilan tekislikning kesishish nuqtasi o_1 nuqta bo'ladi. Lekin (3.12) ning o'ng tomonidagi x, y, F_x, F_y kattaliklar o'zgarmay qoladi. Demak,

$$m_{oz}(\vec{F})=m_{Qz}(\vec{F}_{xy'})$$

Shunday qilib, *nuqtaga nisbatan kuch momentining shu o'qda yotuvchi nuqtalarni tanlab olishga bog'liq bo'lmaydi.* Shuning uchun kelgusida $m_{oz}(\vec{F})$ o'rniga $m_z(\vec{F})$ belgilashdan foydalanamiz. $m_z(\vec{F})$ kattalik - $\vec{F}$ *kuchning* z *o'qiga nisbatan momenti* deyiladi.

Demak, $\vec{F}$ *kuchning biror z o'qiga nisbatan momenti deb, shu kuchning o'qqa perpendikulyar tekislikdagi proeksiyasidan o'q bilan tekislik kesishgan nuqtasiga nisbatan olingan momentiga teng bo'lib, yo'nalishi o'q bo'ylab yo'nalgan bo'ladi,* ya'ni (5-rasm):

$$m_z(\vec{F}) = m_z(F_{xy}) = \pm F_{xy} \cdot h_1 \qquad (3.13)$$



5- rasm

bunda h_1 - $\vec{F}_{xy}$ kuchning O nuqtaga nisbatan yelkasi; agar z o'qi yuqoridan qaralganda, $\vec{F}_{xy}$ jismni soat strelkasiga nisbatan qarama-qarshi tomonga aylantirsa, ishora "musbat" olinadi, aks holda ishora "manfiy" olinadi.

(3.13) formuladan ko'rinadiki, *o'qqa nisbatan kuch momenti nolga teng bo'lishi uchun:*

1. Kuchning perpendikulyar tekislikdagi proeksiyasi nolga teng, ya'ni kuch o'qqa parallel bo'lishi kerak.

2. Kuch yelkasi h_1 nolga teng, ya'ni kuchning ta'sir chizig'i o'qni kesib o'tishi kerak.

Juftlar sistemasini sodda holga keltirish, Juft kuchlarning xossalari.

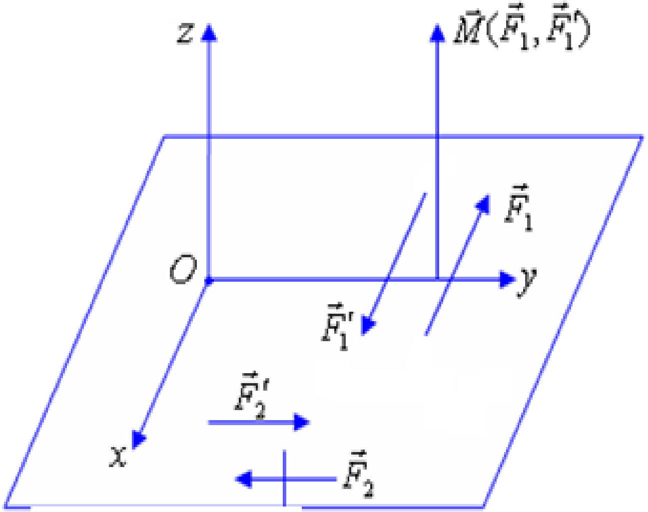
Endi juftlar sistemasi uchun statikaning ikki asosiy masalaning yechilishini ko'rsatamiz. Aytaylik, momentlari $\vec{M}_1, \vec{M}_2, \dots, \vec{M}_n$ bo'lgan fazoda ixtiyoriy joylashgan $(\vec{F}_1, \vec{F}_1'), (\vec{F}_2, \vec{F}_2'), \dots, (\vec{F}_n, \vec{F}_n')$ juftlar sistemasi berilgan bo'lsin. 3-teoremaga asosan dastlabki ikki juftning momenti $\vec{M}_2^*$ bo'lgan $(\vec{R}_1, \vec{R}'_1)$ juft bilan almashtiramiz, ya'ni: $\vec{M}_2^* = \vec{M}_1 + \vec{M}_2$

Bu $(\vec{R}_1, \vec{R}'_1)$ juft bilan $(\vec{F}_3, \vec{F}_3')$ juftning momenti $\vec{M}_3^*$ bo'lgan $(\vec{R}_2, \vec{R}_2')$ juft bilan almashtiramiz: $\vec{M}_3^* = \vec{M}_2^* + \vec{M}_3 = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3$

.Bu qo'shish jarayonini $(\vec{F}_n, \vec{F}_n')$ juftga qadar davom ettirib, $\vec{M}$ momentli $(\vec{R}_1, \vec{R}_1')$ juftni hosil qilamiz:

$$\vec{M} = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \dots + \vec{M}_n = \sum_{k=1}^{n} \vec{M}_k \qquad (3.19)$$

Demak, *fazoda ixtiyoriy joylashgan juftlar momenti berilgan juftlar momentlarining geometrik yig'indisiga teng bo'lgan bitta juftga keltirish mumkin.*



10- rasm

$\vec{M}(\vec{F}_2, \vec{F}_2')$

Juft kuchlarning xossalari.

1°. Juft kuch teng ta'sir etuvchiga ega emas va uni biror kuch bilan muvozanatlash mumkin emas.

2°. Juft kuch momenti erkin vektor bo'lib, u juftning jismga ta'sirini to'la aniqlaydi.

3°. Ikki juftning tashkil etuvchilarining qiymatlari va yelkasini o'zgartirib, ularning momentlarining ishorasi va qiymatlari o'zgartirilmasa, u holda bunday juftlarning o'zaro ekvivalentligi buzilmaydi.

4°. Bitta tekislikda yotuvchi juftlar momentlarining teng ta'sir etuvchisi, shu juft momentlarining algebrik yig'indisiga teng, ya'ni: $M = M_1 + M_2 +,...,+ M_n$

5°. Bitta tekislikda yotgan juftlar o'zaro muvozanatlashadi, agarda ularning momenlarining algebrik yig'indisi nolga teng bo'lsa, ya'ni: $M_1 + M_2 +,...,+ M_n = 0$ (3.22)

6°. Fazoda ixtiyoriy joylashgan juftlarning momentlarining teng ta'sir etuvchisi, shu juftlar momentlarining geometrik yig'indisiga teng, ya'ni: $\vec{M} = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 +,...,+ \vec{M}_n$

7°. Fazoda ixtiyoriy joylashgan juftlar o'zaro muvozanatlashadi, agarda juftlar momentlarining geometrik yig'indisi nolga teng bo'lsa, ya'ni: $\vec{M}_1 + \vec{M}_2 +,...,+ \vec{M}_n = 0$