

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

JIZZAX POLITEKNIKA INSTITUTI

«Umummuxandislik fanlari»
kafedrasi

T.Bultakov, X.X.Igamberdiev

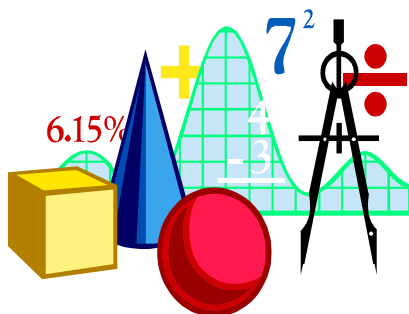
«Nazariy mexanika»
fanining

STATIKA bo`limidan

S-1, S-3

**xisob loyiha ishlarini
bajarish uchun**

USLUBIY QO`LLANMA



JIZZAX - 2010.

Muharrir: t.f.n., dots T.Abdualazizov
Taqrizchilar: t.f.n., dots.S.Ubaydullaev
t.f.n. dots.A.Egamov

Uslubiy ko`llanma «Umummuxandislik fanlari» kafedrasining ilmiy-uslubiy seminarining «\_\_» \_\_.2010 yildagi yig`ilishining __-sonli qarori bilan tasdiqlangan.

Kafedra mudiri: dots.X.X.Igamberdiev

Uslubiy ko`llanma Jizzax politexnika instituti « Avtotransport » fakulteti ilmiy kengashining «__» __.2010_ yildagi ilmiy uslubiy kengashining __-sonli qarori bilan tasdiqlangan.

«Avtotransport»
fakulteti dekani:

dots.K.Jo'rayev

JizPI ilmiy-uslubiy
kengashida tasdiqlandi:
№ __ majlis bayoni
___.2010 yil

Bu uslubiy ko`llanma «Nazariy mexanika» fanining statika bo`limiga bag`ishlangan bo`lib, «Qattiq jismning tayanch reaksiyalarini aniqlash» va «Qo`shma konstruktsiyaning tayanch reaksiyalarini aniqlash» (ikki jismli sistema) mavzulari yuzasidan bajarilishi lozim bo`lgan S-1 va S-3 hisob loyiha ishlarini bajarishda talabalarga amaliy va uslubiy yordam ko`rsatish uchun mo`ljallangan.

So`z boshi

«Nazariy mexanika» fani oliy texnika o`quv yurtlarida o`rganiladigan «Materiallar qarshiligi», «Gidravlika», «Qurilish mexanikasi», «Mexanizm va mashinalar nazariyasi» kabi bir qancha umumtexnika va maxsus fanlarning poydevori hisoblanadi. Mexanikani o`rgana boshlashda talaba duch keladigan asosiy qiyinchilik bu mexanikaviy hodisalarni sxemaga solishdan mustaqil malakalar olishi va konkret fizikaviy masalalarni matematik abstrakt shakliga keltirishdan iborat. Talaba, o`rganilayotgan hodisalarning fizikaviy mohiyatini to`liq tushunishi va mexanika masalalarini echishda matematik usullardan foydalana bilishi juda muhimdir.

«Nazariy mexanika» kursi statika, kinematika va dinamikadan iborat uch qismga bo`lib o`rganiladi. «Nazariy mexanika»ning statika bo`limi moddiy jismlarning muvozanati, ularga qo`yilgan kuchlarni qo`shish, ayirish va kuchlarni ta'sir jihatdan teng bo`lgan ekvivalent kuchlar sistemasi bilan almashtirish masalalarini o`rganadi.

Matematikaning tegishli bo`limlarini chuqur bilmasdan turib, nazariy mexanikani o`rganib bo`lmaydi. Nazariy mexanikaning statika bo`limini yaxshi tasavvur va idrok qilish uchun talaba quyidagi matematik bilimlarga ega bo`lishi lozim:

a) to`g`ri burchakli uchburchaklarni echa bilishi;
b) qiyshiq burchakli uchburchaklar nazariyasidan sinuslar teoremasini, kosinuslar teoremasini va uchburchak tomonlarining kvadrati haqidagi teoremani bilishi zarur;
v) Analitik geometriyadan asosiy tushunchalarni, xususan tekislikdagi va fazodagi Dekart koordinatalar sistemasini qurishni bilishi lozim. Biz bilamizki koordinatalar sistemasi quyidagi tartibda quriladi:

1. Koordinatalar boshi tanlanadi.
2. Koordinatalar o`qlari tanlanadi.
3. Tanlangan o`qlarning yo`nalishi ko`rsatiladi (Q,-).

g) Ikki nuqta orasidagi masofa va ikki yo`nalish orasidagi burchak uchun formulalarni, tekislikdagi va fazodagi to`g`ri chiziqlarning tenglamalarini bilishi lozim.

d) Vektorlar algebrasi elementlarini, xususan vektorlarni qo`shish va ayirishni, proektsiyalar nazariyasini, vektorlarni koordinata o`qlari bo`yicha ajratishni, skalyar va vektor ko`paytirishlarni hamda ularning asosiy xossalarini takrorlashi lozim.

**«QATTIQ JISMNING TAYANCH REAKTSIYALARINI ANIQLASH»
MAVZUSI YUZASIDAN BERILADIGAN S-1 TOPSHIRIQNI
BAJARISHGA DOIR BA'ZI BIR ESLATMALAR.**

Talabalar topshiriqning mohiyatini tushunishi va uni mukammal bajarish uchun «Nazariy mexanika» fanidan quyidagi tushunchalarni chuqurroq o`rganishi va takrorlashi lozim:

1. Statikaning asosiy aksiomalari.
2. Kuchning o`qdagi proektsiyasi.
3. Bog`lanish va bog`lanish reaksiyalari.
4. Kuchning nuqtaga nisbatan momenti.
5. Tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasining muvozanat shartlari.

Endi bu mavzularning har biriga alohida alohida qisqacha nazariy izohlar keltiramiz:

1. Statikaning aksiomalari mexanikaning har bir qadamida qo`llaniladi, lekin ko`p masalalarni echishda bog`lanishdan bo`shatish printsipli deb ataladigan 6-aksioma yordamida bog`lanishdagi jismni shartli ravishda erkin jism deb qabul qilinadi. Bu printsip quyidagicha ta'riflanadi:

Har qanday bog`lanishdagi jismni bog`lanishlardan bo`shatib, ular o`rniga reaksiya kuchlarini qo`ysak, uni erkin jism deb qarash mumkin.

2. Kuchning koordinata o`qlaridagi proektsiyasi.

Agar jismga ta'sir etuvchi kuchlar soni uchtdan ortiq bo`lsa, statika masalalarini muvozanatning geometrik shartidan foydalanib emas, balki proektsiyalar usuliga asoslangan analitik shartidan foydalanib echish qulay bo`ladi. Koordinata o`qlaridagi proektsiyalari orqali kuchning o`zini topish usuli statika masalalarini echishning analitik usuli deyiladi.

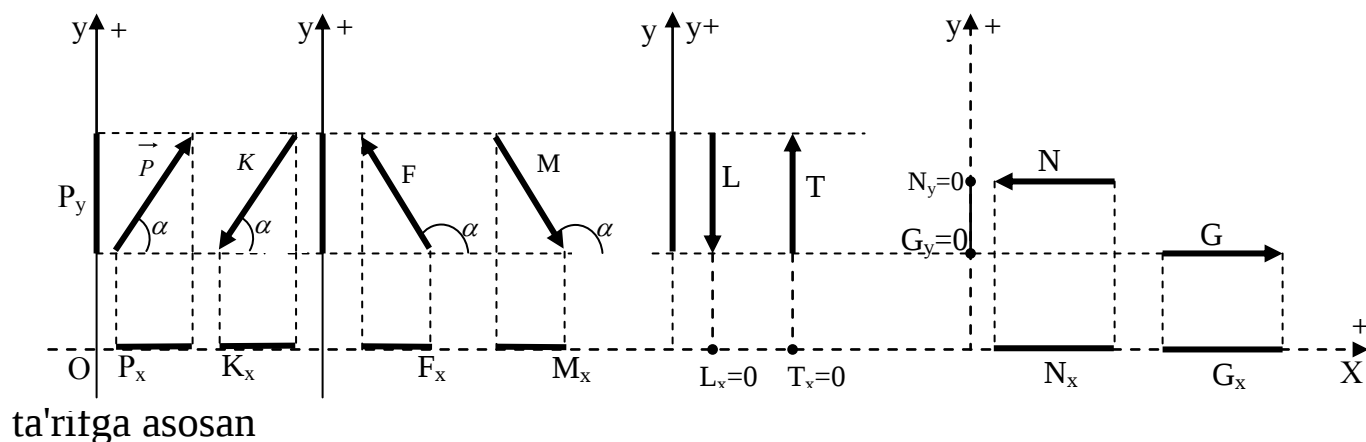
Kuchning o`qdagi proektsiyasi deb, kuch vektorining boshi va oxiridan o`qqa tushirilgan ikkita perpendikulyar orasidagi to`g`ri chiziq kesmasiga aytiladi.

Kuchning biror o`qdagi proektsiyasi skalyar miqdor bo`lib, kuch moduli hamda kuchning shu o`qning musbat yo`nalishi bilan tashkil qilgan burchagi (sinus) kosinusi ko`paytmasiga teng.

Ya'ni
$$P_x = P \cdot \cos \alpha; \quad P_y = P \cdot \sin \alpha$$

Bu miqdor proektsiyaning yo`nalishiga qarab musbat yoki manfiy bo`lishi mumkin. Agar kuchning o`qdagi proektsiyasining yo`nalishi o`qning musbat yo`nalishiga to`g`ri kelsa, bu proektsiya musbat hisoblanadi va aksincha, manfiy yo`nalishiga to`g`ri kelsa, manfiy hisoblanadi.

Proektsiyaning barcha hollari quyidagi rasmda to'liq tasvirlangan.



$$P_x = P \cdot \cos \alpha \quad P_y = P \cdot \sin \alpha .$$

$$K_x = -K \cdot \cos \alpha \quad K_y = -K \cdot \sin \alpha .$$

$$F_x = F \cdot \cos \alpha \quad F_y = F \cdot \sin \alpha .$$

$$M_x = M \cdot \cos \alpha \quad M_y = -M \cdot \sin \alpha .$$

$$L_x = 0 \quad L_y = -L ,$$

$$T_x = 0 \quad T_y = T ,$$

$$N_x = -N \quad N_y = 0 .$$

$$G_x = G \quad G_y = 0 .$$

o'rinli bo'ladi.

3. Kuchning nuqtaga nisbatan momenti.

Kuchning aylantiruvchi ta'siri kuch momenti bilan harakterlanadi.

Kuchning nuqtaga nisbatan momenti deb, kuch modulini uning elkasiga ko'paytmasiga aytiladi.

$$\vec{M}_0(P) = \pm P \cdot h$$

Kuch momenti qaysi nuqtaga nisbatan olinsa, shu nuqta moment markazi deb ataladi. Moment markazidan kuchning ta'sir chizig'igacha bo'lgan eng qisqa masofa kuchning elkasi deyiladi.

Agar kuch jismni moment markazi atrofida soat strelkasi harakatiga teskari yo`nalishda aylantirishga intilsa, kuch momenti musbat, aks holda manfiy hisoblanadi.

Bu moment quyidagi ikki holda nolga teng bo`lishi mumkin:

- 1) Ta'sir etuvchi kuch nolga ($R=0$) teng bo`lsa;**
- 2) Ta'sir etuvchi kuch moment olinayotgan nuqtaning o`zidan o`tsa ($h=0$).**

Ushbu holat statika masalalarini echishda keng qo`llaniladi, ya'ni moment olinadigan nuqtani tanlash katta ahamiyatga egadir.

Moment markazini shunday tanlash lozimki, konstruktsiyaga ta'sir qilayotgan ba'zi kuchlarning (Max.soni) ta'sir chiziqlari shu nuqtadan o`tsin. (Ushbu holatda  $h=0$  bo`ladi).

4. Bog`lanish va bog`lanish reaksiyalari.

Bog`lanish deb jism nuqtalarining fazodagi vaziyati va tezliklariga qo`yiladigan cheklanishlarga aytiladi. Jismga esa bog`lanishdagi jism deyiladi.

Bog`lanishning jismga ko`rsatadigan ta'sirini belgilovchi kuch bog`lanish reaksiya kuchi yoki qisqacha reaksiya kuchi deb ataladi.

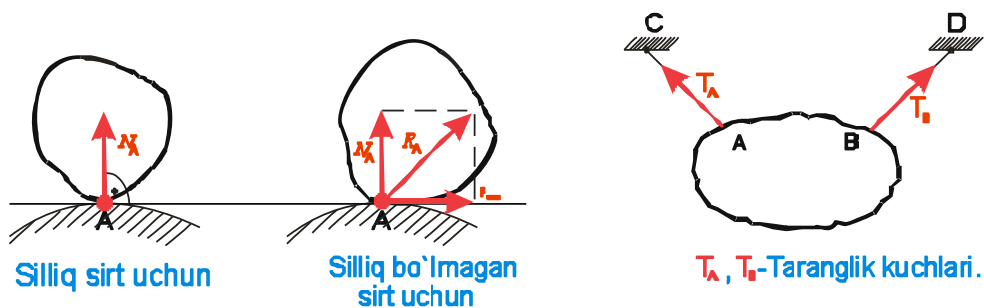
Jismlar cho`zilmaydigan ip, zanjir, qayish yoki sterjenlar vositasida osilgan bo`lsa ularda hosil bo`ladigan reaksiya kuchlari mos ravishda iplar, zanjirlar, qayishlar, sterjenlar bo`ylab yo`nalgan bo`ladi va bu reaksiya kuchlarini taranglik kuchi deyiladi.

Qisqasi bog`lanishdagi jismlarning harakati qaysi tomondan cheklangan bo`lsa, reaksiya kuchi shu yo`nalishga teskari yo`nalgan bo`ladi va tayanch tekisligiga perpendikulyar bo`ladi.

Quyidagi jadvalda bog`lanishlarning turlari, ularning kitobiy ko`rinishi, topshiriqni bajarishda uchraydigan va talabalarga qiyinchilik tug`diradigan tayanch reaksiya kuchlarining yo`nalishlari aniq ro`yxat qilib keltirilgan.

1-JADVAL

STATIKADA REAKTSIYA KUCHLARINI ANIQLASH



No	Kitobda belgilanishi	Bog'lanish nomi	Reaksiya kuchlari va ularning yo'nalishlari
1		Qistirib mahkamlangan tayanch	
2		Gorizontal sirpanuvchi qistirib mahkamlangan tayanch	
3		Vertikal sirpanuvchi qistirib mahkamlangan tayanch	
4		Gorizontal va vertikal harakatga yo'l qo'yadigan qistirib mahkamlangan tayanch	
5		Gorizontal harakatga yo'l qo'yadigan qistirib mahkamlangan tayanch	
6		Qo'zg'almas sharnirli tayanch	
7		Qo'zg'aluvchi sharnirli tayanch	
8		Sharnirsiz qo'zg'almas tayanch	
9		Sharnirli tayanch	

5. Tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasining muvozanat shartlari.

Jismning tinch turgan holati yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatdagi holati muvozanat deb hisoblanadi.

Kuchlar sistemasi ta'siridagi jism muvozanat holatida bo'lsa, bunday kuchlar sistemasiga muvozanatlashgan kuchlar sistemasi yoki nolga ekvivalent sistema deyiladi.

Statikaning deyarli barcha masalalarini echishda kuchlar sistemasining muvozanat sharti tenglamalari tuziladi va undan izlanayotgan noma'lumlar hisoblanadi.

Yozuvni qisqartirish maqsadida quyidagi belgilarni kiritamiz:

$\sum X$ – Konstruktsiyaga ta'sir qilayotgan barcha kuchlarning X o'qidagi proektsiyalarining yig'indisi.

$\sum Y$ – Konstruktsiyaga ta'sir qilayotgan barcha kuchlarning Y o'qidagi proektsiyalarining yig'indisi.

$\sum Z$ – Konstruktsiyaga ta'sir qilayotgan barcha kuchlarning Z o'qidagi proektsiyalarining yig'indisi.

$\sum M_O(\vec{P}_i)$ – Konstruktsiyaga ta'sir etuvchi barcha kuchlardan O nuqtaga nisbatan olingan momentlarining yig'indisi.

Kuchlar sistemasining muvozanat sharti ikki xil bo'ladi:

1. **Geometrik muvozanat sharti** - bu kuchlarga qurilgan kuchlar uchburchagi yoki ko'pburchagi yopiq bo'lishi kerak.
2. **Analitik muvozanat sharti.**

Bir nuqtada kesishuvchi kuchlar sistemasining analitik muvozanat sharti quyidagicha bo`ladi:

$$\sum X = 0; \quad \sum Y = 0. \quad (h = 0 \text{ булади})$$

Tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasining muvozanat sharti quyidagicha bo`ladi:

$$\sum X = 0; \quad \sum Y = 0; \quad \sum M_0(P_i) = 0.$$

Ba'zi masalalarni echishda bitta yoki ikkita proektsiya tenglamasi o`rniga momentlar tenglamasi tuzilsa, maqsadga muvofiq bo`ladi.

Topshiriqni bajarishda shuni esda tutish kerakki, echish uchun tuzilgan muvozanat tenglamalarining soni masalada ko`rib chiqilayotgan kuchlar sistemasiga mos bo`lgan muvozanat shartlari sonidan ortiq bo`lmasligi kerak.

Statika masalalarini analitik usulda echishda muvozanat tenglamalarini shunday tuzish kerakki, bu tenglamalarning har qaysisiga iloji boricha faqat bitta noma'lum kirsin. Bunga, ko`pchilik hollarda, koordinatalar o`qi va momentlar markazini to`g`ri tanlab erishish mumkin.

Topshiriqni bajarish tartibi

Topshiriq quyidagi tartibda bajariladi:

1. Fikran Dekart koordinatalar sistemasi quriladi.
2. Erkin sistema quriladi, ya'ni statikaning 6-aksiomasini qo`llab, bog`lanishlarining konstruksiyaga bo`lgan ta'sirini ularning tayanch reaksiya kuchlari bilan almashtiriladi.
3. Agar teng taqsimlangan kuchlar berilgan bo`lsa, ularni bitta teng ta'sir etuvchisi bilan almashtiriladi.

4. Tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasining muvozanat sharti tenglamalari tuziladi va noma'lumlar hisoblanadi.
5. Konstruktsiyaga qo'yilgan reaksiya kuchlarining to'g'ri topilganini tekshirish uchun, avval foydalanilmagan muvozanat tenglamasi tuziladi va topilgan reaksiya kuchlarining qiymatlari shu tenglamaga qo'yiladi. Agar muvozanat sharti bajarilsa ($0=0$), demak hisoblash to'g'ri bajarilganligi aytiladi, aks holda topshiriq qaytadan bajariladi.
6. Har bir sxema uchun olingan natijalar taqqoslanadi va so'ralgan eng kichik modulli reaksiya kuchi uchun qolgan reaksiya kuchlari hisoblanadi va jadvalga joylashtiriladi.

Mavzu: Qattiq jismning tayanch reaksiyalarini aniqlash.

S1-Topshiriq

Topshiriqni bajarishga oid misol va ko'rsatmalar.

Masala sharti: Ushbu sxemalarda (1,3,5 chizma) siniq o'qli brus tayanchlarining uch holda mahkamlanishi ko'rsatilgan. Ta'sir ko'rsatayotgan kuchlar va o'lchamlar uchala holda ham bir xil.

Tayanchlarning reaksiyalari brusni mahkamlashning shunday usuli uchun aniqlansinki, bunda so'ralgan reaksiya eng kichik modulga ega bo'lsin.

Berilgan: $P=30 \text{ kH}$, $M=12 \text{ kH} \cdot \text{m}$, $q=2 \text{ kH /m}$, $\alpha=45^\circ$.

X_B -tekshirilishi lozim bo'lgan tayanch reaksiyasi.

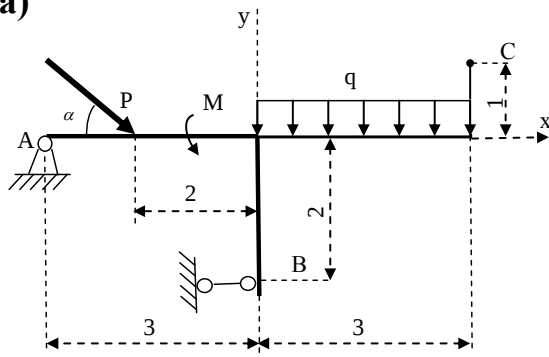
Echish: Yuqorida zikr etilgan 6 ta qoidani har bir hol uchun qo'llaymiz va hisoblash ishlarini alohida-alohida bajaramiz:

a) sxema uchun (2-rasm):

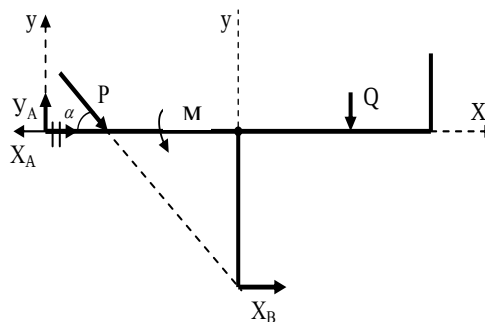
1. Koordinata o'qlarini chizmadagidek yo'naltiramiz. (3-rasm)

2. Tayanch bogʻlanishlarining konstruktsiyaga boʻlgan ta'sirini ularning tayanch reaksiya kuchlari bilan almashtirib, bu konstruktsiyani tashqi kuchlar va tayanch reaksiyalari ta'sirida muvozanatda turgan erkin sistema deb qaraymiz.
3. Intensivligi q boʻlgan tekis taqsimlangan yuklamani $Q=q \cdot 3=2 \cdot 3=6$ kH teng ta'sir etuvchisi bilan almashtiramiz.

a)



2- RASM



3- RASM

4. Endi ushbu hol uchun, statikaning tekis kuchlar sistemasi muvozanat tenglamalarini yozib, tayanch reaksiyalarini aniqlaymiz: 3-rasmdan foydalanamiz.

$$\sum X = 0 : X_A + P \cdot \cos 45^\circ + X_B = 0$$

$$\sum Y = 0 : Y_A - P \cdot \sin 45^\circ - Q = 0$$

$$\sum M_A(F_i) = 0 - P \cdot h + M + 2 \cdot X_B - 4,5 \cdot Q = 0$$

$$\text{bo'y epda} \quad h = 1 \cdot \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

3-tenglamadan:

$$X_B = (P \cdot h - M + 4,5 \cdot Q) / 2 = \left(30 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 12 + 6 \cdot 4,5 \right) / 2 = 36 / 2 = 18 \text{ kH}$$

2-tenglamadan:

$$Y_A = P \cdot \sin 45^\circ + Q = 30 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 6 = 27 \text{ kH}$$

1-tenglamadan:

$$X_A = -P \cdot \cos 45^\circ - X_B = -30 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - 18 \cdot X_A = -39 \text{ kH}$$

Ya'ni a) sxema uchun $X_B=18 \text{ kH}$, $Y_A=27 \text{ kH}$, $X_A=-39 \text{ kH}$ ekan.

Bu erda X_A ning oldidagi manfiy ishora, A tayanch reaksiyasining X o'qdagi tashkil etuvchisi teskari tomonga yo'nalganligini bildiradi. X_A ning oldingi yo'nalishiga ikki chiziq tortib qo'yamizda, yo'nalishini sxemada to'g'rilab qo'yamiz.

5. Tekshirish:

Oldin foydalanilmagan muvozanat tenglamasini tuzamiz, ya'ni konstruktsiyaga ta'sir qilayotgan barcha kuchlardan V nuqtaga nisbatan moment olamiz. R kuchning ta'sir chizig'i V nuqtadan o'tadi.

$$\begin{aligned} M_B(F^i) &= -Y_A \cdot 3 - X_A \cdot 2 + M - 1,5 \cdot Q = 0 \\ &- 27 \cdot 3 + 39 \cdot 2 + 12 - 9 = 0 \\ &- 81 + 78 + 3 = 0 \Rightarrow 0 = 0 : \end{aligned}$$

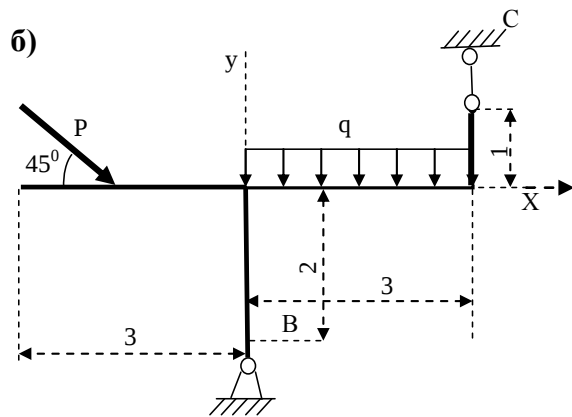
Muvozanat sharti bajariladi, demak a) sxemadagi reaksiya kuchlari to'g'ri topilibdi.

b) sxema uchun:

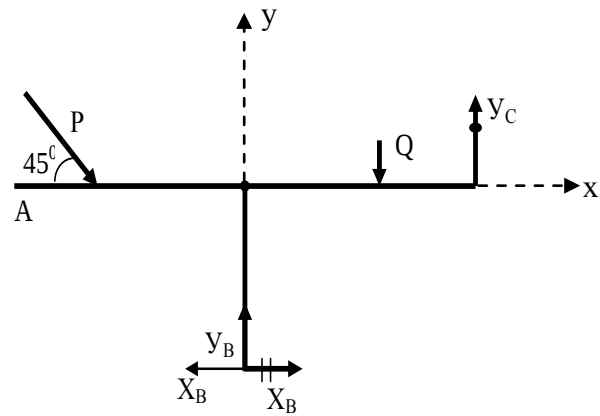
Endi hisoblash ishlarini b) sxema uchun bajaramiz (4-rasm).

1), 2) va 3) qoidalarini bira to'la bajaramiz (5-rasm).

Masala shartiga ko`ra barcha o`lchamlar va ta'sir qiluvchi kuchlar uchala holda ham bir xil.



4- RASM



5- RASM

4. 4-rasmdan foydalanib quyidagilarga ega bo`lamiz:

$$\sum X = 0 : P \cdot \cos 45^0 + X_B = 0$$

$$\sum Y = 0 : -P \cdot \sin 45^0 + Y_B - Q + Y_c = 0$$

$$\sum M_B(F_i) = 0 : M - Q \cdot 1,5 + 3 \cdot Y_c = 0$$

P kuchning B nuqtaga nisbatan momenti nolga tang, chunki $h=0$
3-tenglamadan:

$$Y_c = (1,5Q - M) : 3 = (9 - 12) : 3 = -1 \text{ } K_H$$

2-tenglamadan:

$$Y_B = P \cdot \sin 45^0 + Q - y_c$$

$$y_B = 30 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 6 - 3 = 24 \text{ } K_H$$

1-tenglamadan:

$$X_B = -P \cdot \cos 45^\circ = -30 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = -21 \text{ KH}$$

Ya'ni b) sxema uchun: $X_B = -21 \text{ KH}$, $Y_B = 28 \text{ KH}$, $Y_C = -1 \text{ KH}$.

X_B ning yo'nalishini sxemada to'g'rilab qo'yamiz.

5) Tekshirish.

Endi ushbu sxemada foydalanilmagan A nuqtaning moment tenglamasini tuzamiz:

$$\sum M_A(F_i) = 0;$$

a) sxema uchun topilgan P kuchning elkasi $h = \frac{\sqrt{2}}{2}$ dan foydalanamiz:

$$-P \cdot h + Y_B \cdot 3 + 2 \cdot X_B - 4,5 \cdot Q + 6Y_C + M = 0$$

$$-30 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 28 \cdot 3 - 21 \cdot 2 - 4,5 \cdot 6 + 6 \cdot (-1) = 0$$

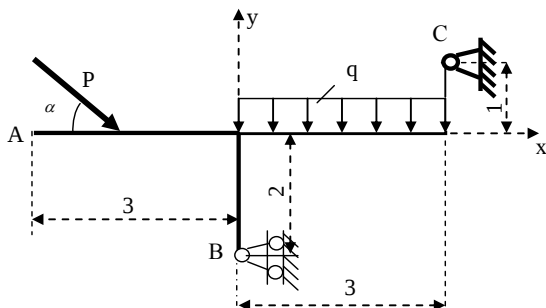
$$-21 + 84 - 42 + 27 - 6 + 12 = 0$$

$$96 - 96 = 0$$

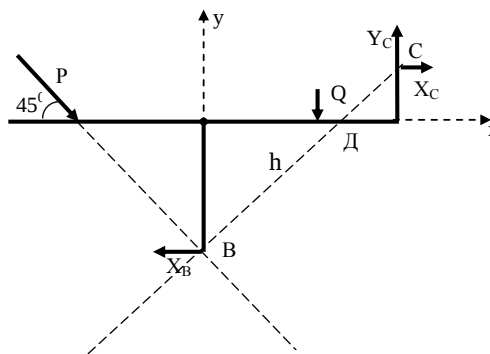
$$0 = 0$$

Muvozanat sharti bajarildi, demak b) sxemadagi tayanch reaksiya kuchlari to'g'ri topilibdi.

v) sxema uchun



5-RASM



6- RASM

6-rasmni yakunlash - 1,2,3 qoidalar bajarilganligini bildiradi.

4. Konstruktsiyaga ta'sir qilayotgan $\vec{P}$, $\vec{X}_B$, $\vec{Q}$, $\vec{Y}_C$, $\vec{X}_C$ kuchlar tekislikdagi kuchlar sistemasini tashkil etadi. 6-rasmdan foydalanib, ularning muvozanat tenglamalarini tuzamiz:

$$\sum X = 0 : P \cdot \cos 45^\circ - X_B + X_C = 0$$

$$\sum Y = 0 : -P \cdot \sin 45^\circ - Q + Y_C = 0$$

$$\sum M_C(F_i) = 0 : P \cdot h - 3X_B + 1,5 \cdot Q + M = 0$$

$$h = B\bar{D} + \bar{D}C$$

$$B\bar{D} = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}$$

$$\bar{D}C = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}$$

$$\text{demak } h = 2 \cdot \sqrt{2} + \sqrt{2} = 3 \cdot \sqrt{2}$$

3-tenglamadan:

$$X_B = (P \cdot h + 1,5 \cdot Q + M) / 3$$

$$X_B = (30 \cdot 3 \cdot \sqrt{2} + 1,5 \cdot 6 + 12) / 3$$

$$X_B = 49 \text{ KН}$$

2-tenglamadan:

$$Y_C = P \cdot \sin 45^\circ + Q$$

$$Y_C = 30 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 6 = 27 \text{ KН}$$

1-tenglamadan:

$$X_C = X_B - P \cdot \cos 45^\circ$$

$$X_C = 49 - 21 = 28 \text{ KН}.$$

Ya'ni b) sxema uchun: $X_B=49 \text{ KН}$, $Y_C=27 \text{ KН}$, $X_C=28 \text{ KН}$.

5. Tekshirish

Endi b) sxemada foydalanilmagan B nuqtaga nisbatan barcha kuchlardan moment olamiz:

$$\begin{aligned}
 M_B(F_i) &= 0 : \quad -Q \cdot 1,5 - X_C \cdot 3 + Y_C \cdot 3 + M = 0 \\
 &\quad -9 - 84 + 81 + 12 = 0 \\
 &\quad -93 + 93 = 0 \\
 &\quad 0 = 0
 \end{aligned}$$

Demak b) sxemadagi konstruktsiyaning tayanch reaksiya kuchlari to'g'ri hisoblab topilibdi.

6. Endi bu topilgan a), b) va v) sxemalardagi konstruktsiyaning tayanch reaksiya kuchlarini quyidagi jadvalga joylashtiramiz:

2-JADVAL

Reaksiyalar	X_B	X_A	Y_A	Y_B	X_C	Y_C
Sxemalar	Kn	Kn	Kn	Kn	Kn	Kn
a) sxema uchun	18	-39	27	-	-	-
b) sxema uchun	-21	-	-	28	-	-1
v) sxema uchun	49	-	-	-	28	27

Ushbu jadvalda tekshirilishi lozim bo'lgan X_B ning qiymatlarini solishtirib ko'ramizki, konstruktsiya a) sxemadagidek tayanchga ega bo'lganda, X_B tayanch reaksiyasi moduli bo'yicha eng kichik qiymatga ega bo'lar ekan.

**«QO`SHMA KONSTRUKTSIYANING TAYANCH
REAKTSIYALARINI
ANIQLASH» (IKKI JISMLI SISTEMA) MAVZUSI YUZASIDAN
BERILADIGAN S-3 TOPSHIRIQNI BAJARISHGA OID
KO`RSATMALAR.**

Statikada bir tekislikda yotuvchi, bir-biri bilan bog`langan va bir necha jism ( kamida ikkita jism) dan tashkil topgan sistemaning muvozanati ham o`rganiladi. Bunda sistemaga ta'sir etuvchi kuchlarni ikki guruxga: Ichki va tashqi kuchlarga ajratamiz. Sistema tarkibiga kiruvchi jismlarning bir-biriga o`zaro ta'siri kuchlariga ichki kuchlar deyiladi. Sistema tarkibiga kirmaydigan jismlarning berilgan sistemaga ta'sir kuchlariga tashqi kuchlar deyiladi.

Agar sistema muvozanatda bo`lsa, uning tarkibidagi xar bir jism muvozanatda bo`ladi. Sistemaning muvozanatini tekshirish uchun sistemani tashkil etuvchi xar bir jismning muvozanati aloxida tekshiriladi. Muvozanati o`rganilayotgan sistemada ajratib olingan biror jismning muvozanati tekshiralayotganda, bu jismga sistemani tashkil etuvchi boshqa jismlarning ta'siri qo`shimcha kuchlar bilan almashtiriladi. Bu kuchlar sistema uchun ichki kuchlar bo`ladi, ammo ajratib olingan jism uchun tashqi kuch bo`lib xisoblanadi. Ushbu xisob loyixa ishini bajarishda xam tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasining muvozanat tenglamalaridan foydalaniladi. Avvalom bor, berilgan topshiriqni statik aniq yoki statik noaniqligi tekshiriladi.

Berilgan masalada noma'lumlar soni muvozanat tenglamalari soniga teng bo`lsa, bunday masalaga statik aniq masala, aksincha noma'lumlar soni muvozanat tenglamalari sonidan ortiq bo`lsa, statik noaniq masala deyiladi.

Statik noaniq masalalarni echish usullari «Materiallar qarshilgi» va «Qurilish mexanikasi» kursida o`rganiladi.

«Nazariy mexanika» da statik aniq masalalar o`rganiladi. Lekin ushbu topshiriqning barcha variantlarida noma'lumlar soni butun sistemada 4 tadan iborat. Binobarin, muvozanat tenglamalari soni 3 ta. Shuning uchun ikkita jismdan iborat bo`lgan sistema qirqish usulidan foydalanib, ulangan nuqtadan ikkiga bo`linadi va echish uchun muvozanat tenglamalari tuziladi. Bunda xammasi bo`lib 6 ta tenglama xosil bo`ladi. Shu 6 ta tenglamani boshqacha yo`l bilan ham, ya'ni oldin butun sistemani bitta yaxlit qattiq jism deb qarab, 3ta tenglama tuzish va shundan keyin sitemaning jismlaridan biriga 3ta tenglama yozib 6 ta tenglamaga keltirish yo`li bilan ham tuzish mumkin. Ko`pincha birinchi usuldan ko`ra ikkinchisidan foydalanish afzalroq bo`ladi, chunki butun sitemaga tuzilgan tenglamalarga noma'lum ichki kuchlar kirmay, faqat tashqi kuchlar kiradi, bunday tenglamalarni echish esa osonroq bo`ladi.

Ushbu topshiriq 2 qismga bo`lib bajariladi.

I-qism. Qo`shma konstruktsiya tayanchlarini (S nuqtada) sharnir bilan ulangan xol uchun aniqlash.

II-qism. Qo`shma konstruktsiya tayanch reaksiya kuchlarini ( $S$  nuqtada) uning qismlarini sirpanuvchi qistirib maxkamlangan bog`lanish bilan ulangan xol uchun aniqlash.

Topshiriqni bajarish tartibi.

Topshiriqni quyidagi tartibda bajarish taklif etiladi:

1. Fikran Dekart kordinatalar sistemasi quriladi. Bunda koordinata o`qlarini shunday tanlash lozimki, iloji boricha kuchlarni proektsiyalash oson bo`lsin.
2. Bog`lanishlarning konstruktsiyaga bo`lgan ta'sirini ularning reaksiya kuchlari bilan almashtiriladi.
3. Konstuktsiyada teng taqsimlangan kuchlar bo`lsa, ularni bitta teng ta'sir etuvchisi bilan almashtiriladi.
4. Tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasining muvozanat sharti tenglamalari tuziladi va noma'lumlar xisoblanadi.
5. Endi qo`shma konstuktsiyani ulangan S nuqtada fikran ikkiga bo`lamiz va S sharnirdan o`ngda (chapda) joylashgan qismi uchun muvozanat sharti tenglamalari tuziladi va noma'lumlar xisoblanadi.
6. 1-qism, ya'ni sharnirli ulanish uchun so`ralgan tayanch reaksiya kuchlari topiladi.
7. Endi S nuqtadagi sharnirli ulanishni masala shartida berilganidek jadvaldan foydalanib sirpanuvchi qotirma bilan almashtiramiz va shu xol uchun yuqoridagi 1,2,3,4,5 qoidalar qaytadan bajariladi, hamda so`ralgan tayanch reaksiya kuchlari topiladi.
8. Har bir xol uchun olingan natijalar taqqoslanadi va so`ralgan eng kichik modulli reaksiya uchun qolgan reaksiya kuchlari (S nuqtaning bog`lovchi reaksiyalari ham) xisoblanadi. Buning uchun qo`shma konstruktsiyaning S nuqtadan chapda (o`ngda) joylashgan qismi uchun muvozanat tenglamalari tuziladi va noma'lumlar xisoblanadi.
9. Qo`shma konstruktsiya uchun topilgan tayanch reaksiyalarining to`g`ri yoki noto`g`ri ekanligini tekshirish uchun, avval foydalanilmagan muvozanat tenglamasi tuziladi va topilgan reaksiya kuchlarining qiymatlari shu tenglamaga qo`yiladi. Agar muvozanat sharti bajarilsa, ya'ni $0=0$ bo`lsa, hisoblash ishlari to`g`ri bajarilganligi aytiladi, aks xolda topshiriq qaytadan bajariladi.
10. Topilgan natijalar jadvalga joylashtiriladi.

Topshiriqni bajarishga doir namunaviy misol.

Masala sharti:

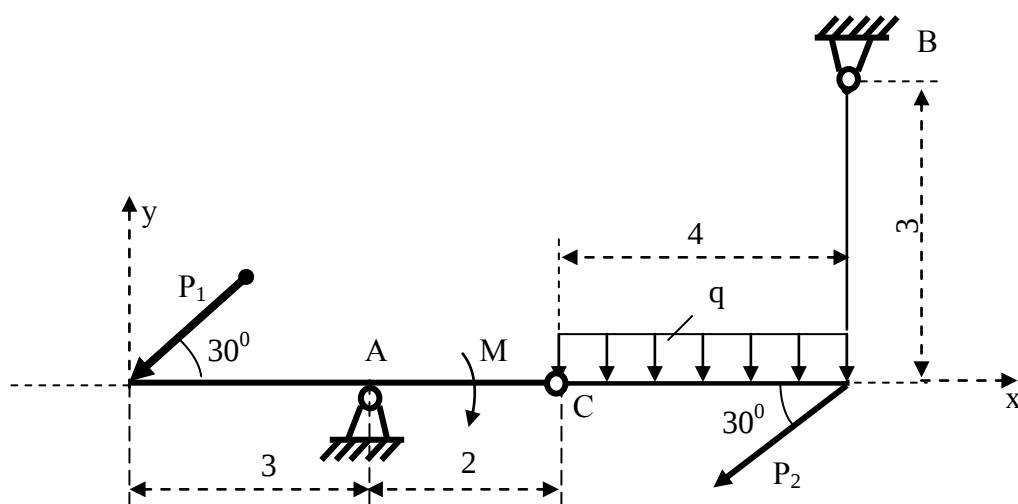
Konstruktsiya ikki qismdan iborat va uning sxemasi. 1-xol uchun, ya'ni sharnirli ulanish uchun 7-rasmda tasvirlangan.

Bu erda:

$$P_1=10 \text{ KH}, P_2=16 \text{ KH}, M= 12 \text{ KH}, q=1,5 \text{ KH/M}$$

II-hol -S nuqtadagi ulanish sirpanuvchi qistirib maxkamlangan bog`lanish dan iborat. 

Tayanchlarning xamda S ulagichning reaksiyalari ulanishning shunday usuli (sharnir yoki sirpanuvchi qotirma) uchun aniqlansinki, bunda A tayanch reaksiyasi R_A ning moduli eng kichik bo`lsin.



7-PACM

Echish: I-QISM.

A tayanchning reaksiyalarini S nuqtadagi ulanish sharnirli bo`lgan xol uchun aniqlash.

Yuqorida bayon qilingan qoidalar asosida bajarishni boshlaymiz:

1. Dekart koordinatalar sistemasining balkalar bo`ylab quramiz.

2. Berilgan konstruktsiyani A va V tayanchlardan ozod qilamiz va tayanchlarning konstruktsiyaga bo'lgan ta'sirini uning reaksiya kuchlari X_A , U_A , X_V , U_V , lar bilan almashtiramiz. (8-rasm).
3. Teng taqsimlangan kuchni uning teng ta'sir etuvchisi bilan almashtiramiz:

$$Q = \lambda \cdot q = 4 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ KH/M} = 6 \text{ KH}.$$

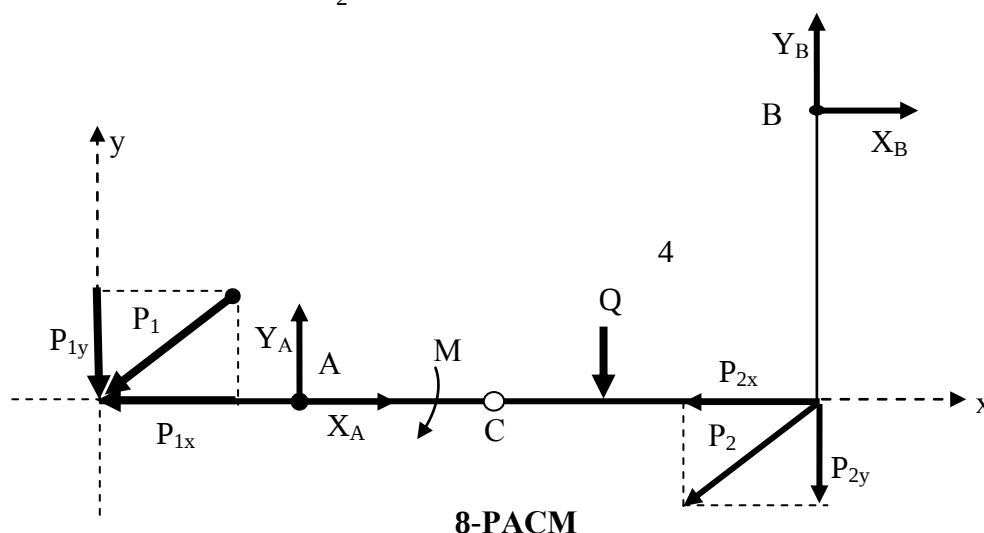
Endi P_1 va P_2 tashqi kuchlarning momentini xisoblashni engillashtirish uchun uni vertikal va gorizontaal tashkil etuvchilarga ajratamiz va kelgusida oson bo'lishi uchun uning X va U o'qlaridagi proektsiyalarining qiymatlarini xisoblab qo'yamiz.

$$P_{1x} = P_1 \cdot \cos 30^\circ = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 8,5 \text{ KH}$$

$$P_{1y} = P_1 \cdot \sin 30^\circ = 10 \cdot \frac{1}{2} = 5 \text{ KH}$$

$$P_{2x} = P_2 \cdot \cos 30^\circ = 16 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 8 \cdot 1,7 = 13,6 \text{ KH}$$

$$P_{2y} = P_2 \cdot \sin 30^\circ = 16 \cdot \frac{1}{2} = 8 \text{ KH}$$



4. Ushbu konstruktsiya muvozanat xolatida turibdi deb qaraladi va butun konstruktsiyaga qo'yilgan muvozanatlashgan kuchlar sistemasini

tekshirib chiqamiz. Konstruktsiyaga qo'yilgan barcha kuchlardan V nuqtaga nisbatan moment olamiz va kuchlar momenti tenglamasini tuzamiz:

$$\sum M_B(F_i) = 0$$

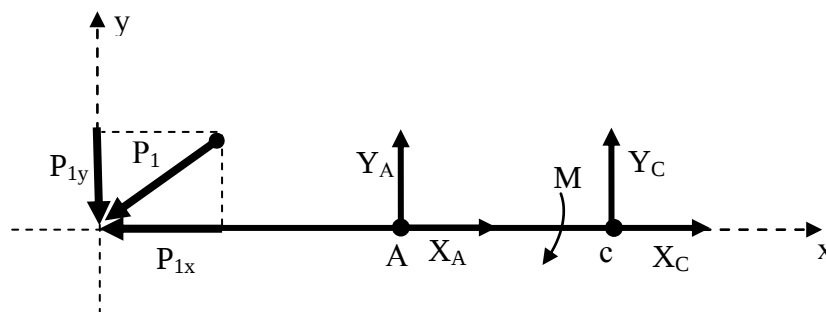
$$P_{1y} \cdot 9 - P_{1x} \cdot 3 - Y_A \cdot 6 + X_A \cdot 3 - M + Q \cdot 2 - P_{2x} \cdot 3 = 0 \quad (1)$$

Berilgan va topilgan qiymatlarni (1) ga qo'yamiz va quyidagiga ega bo'lamiz:

$$3X_A - 6Y_A = 21,3 \quad (2)$$

Ushbu ikki noma'lumli bitta tenglamadir. Bunday tenglamalar matematikada sistema qilib echiladi va sistema uchun yana bitta tenglama talab qilinadi.

5. (2)-tenglamaning sherigini topish uchun konstruktsiyani S nuqtada ikkiga bo'lamiz va muvozanatni saqlash uchun lozim bo'lgan reaksiya kuchlarini qo'yamiz. Topilishi lozim bo'lgan P_A chap tomonda bo'lgani uchun quyidagiga ega bo'lamiz:



9-PACM

Konstruktsiyaning S sharnirdan chapda joylashgan qismiga qo'yilgan muvozanatlashgan kuchlar sistemasini ko'rib chiqamiz. X_A va U_A noma'lumlar qatnashgan ikkinchi tenglamaga ega bo'lish uchun 9-rasmdagi konstruktsiyaga qo'yilgan barcha kuchlardan S nuqtaga nisbatan moment olamiz:

$$\sum M_C(F_i) = 0$$

$$P_{1y} \cdot 5 - Y_A \cdot 2 - M = 0$$

$$2Y_A = 5 \cdot P_{1y} - M$$

$$Y_A = (5 \cdot P_{1y} - M) / 2 = (5 \cdot 5 - 12) / 2 = 6,5 \text{ Kn.}$$

Bu qiymatni (2)-ga qo'yib X_A ni topamiz:

$$3X_A = 21,3 + 6Y_A = 21,3 + 6 \cdot 6,5 = 60,3 \text{ кН}$$

$$X_A = 20,1 \text{ кН}$$

6. Endi so`ralgan A tayanch reaksiya kuchini quyidagicha topamiz:

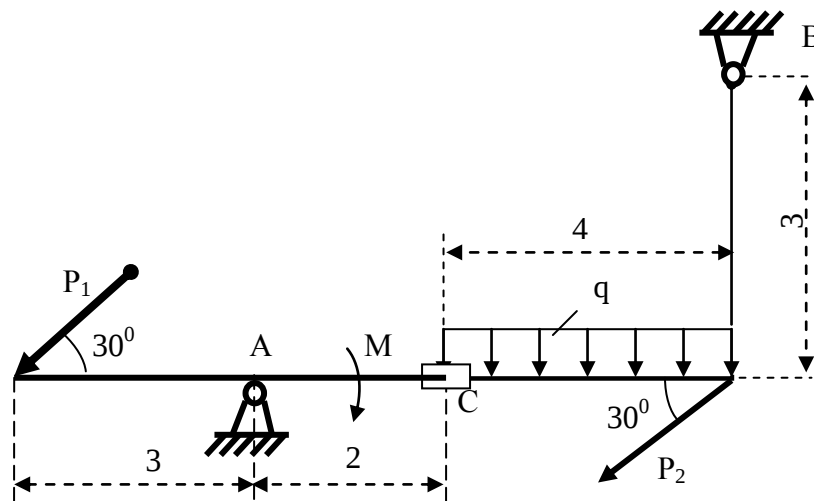
$$R_A = \sqrt{x_A^2 + y_A^2} = \sqrt{(20,1)^2 + (6,5)^2} = 21,12 \text{ кН}$$

Demak S nuqtadagi ulanish sharnirli bo`lganda A tayanch reaksiyasining moduli $R_A = 21,12 \text{ кН}$ ekan.

II-QISM.

A nuqtaning tayanch reaksiyasini S nuqtadagi ulanish sirpanuvchi qotirma bo`lgan xol uchun aniqlash.

Endi S nuqtadagi sharnirni masala shartida berilgan gorizontal sirpanuvchi qistirib maxkamlangan bog`lanish bilan almashtiramiz. (10-rasm)



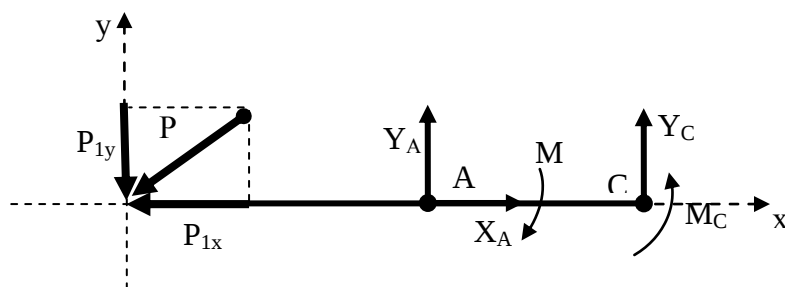
10-RASM

Yana statikannig 6-aksiomasidan foydalanib konstruktsiyani bog`lanishlardan ozod qilamiz, ya'ni erkin sitema quramiz:

11-rasmdagi konstruktsiyaga qo'yilgan kuchlar sistemasi bilan 8-rasmdagi kuchlar sistemasi bir-biridan aslo farq qilmaydi. Shuning uchun 2-tenglama o'z kuchida qoladi, ya'ni

$$3X_A - 6Y_A = 21,3 \quad (2)$$

Bu tenglama sistema qilib echiladi. Sistemaning ikkinchi tenglamasiga ega bo'lish uchun konstruktsiyani S nuqtada yana ikkiga bo'lamiz va muvozanatini saqlash uchun lozim bo'lgan reaksiya kuchlarini yo'naltiramiz:



12-RASM

7. Endi ushbu konstruktsiyaning, ya'ni S sirpanuvchi qotirmadan chapda joylashgan qismiga qo'yilgan muvozanatdagi kuchlar sistemasini ko'rib chiqamiz.

II-qismdagi 2-tenglamaning sherigini topish uchun, muvozanat tenglamalaridan keraklisini tuzamiz. Biz uchun eng ma'quli

$$\sum X=0: \quad \text{dir:}$$

Ya'ni 12-rasmdagi barcha kuchlarni X o'qiga proektsiyalaymiz:

$$- P_{1x} + X_A = 0$$

$$X_A = P_{1x} = 8,5 \text{ Kn.}$$

Ushbu topilgan qiymatni (2) ga qo'yamiz va U_A ni topamiz:

$$6y_A = 3X_A - 21,3$$

$$Y_A = (3 \cdot 8,5 - 21,30)/6$$

$$Y_A = 0,7 \text{ Kn.}$$

X_A va U_A ni o'rniga qo'yib, 2-xol uchun A nuqtaning tayanch reaksiyasini topamiz:

$$R_A = \sqrt{x_A^2 + y_A^2} = \sqrt{(8,5)^2 + (0,7)^2} = \sqrt{72,74} = 8,53 \text{ kH}$$

Demak S nuqtadagi ulanish sirpanuvchi qistirib maxkamlangan bog'lanish bo'lganda A nuqtaning tayanch reaksiyasi

$$R_A = 8,53 \text{ Kn ekan.}$$

8. Shunday qilib, S nuqtadagi ulanish sirpanuvchi qistirib maxkamlangan bog'lanish bo'lganda, A tayanch reaksiyasining moduli sharnirli ulanishdagiga qaraganda kam ekan. Demak qolgan reaksiya kuchlarini II-qism uchun hisoblaymiz ya'ni V tayanchning va sirpanuvchi qotirma reaksiyalarining tashkil etuvchilarini topamiz: Avvalom bor Y_s ni topish uchun 12-rasmdagi barcha kuchlarni U o'qiga proektsiyalaymiz:

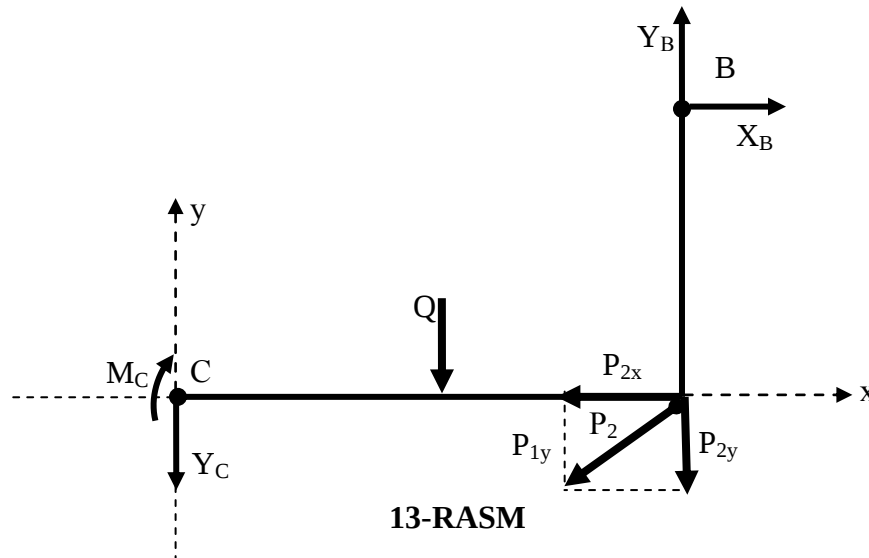
$$\sum Y = 0:$$

$$- P_{1y} + Y_A + Y_c = 0$$

$$Y_c = P_{1y} - Y_A = 5 - 0,7 = 4,3 \text{ Kn.}$$

Qolgan noma'lumlarni, ya'ni V tayanch reaksiyasining tashkil etuvchilarini va sirpanuvchi qotirmadagi moment M_s ni konstruktsiyaning S nuqtadan o'ngda yotgan qismi uchun tuzilgan muvozanat tenglamalaridan

topamiz. Konstruktsiya muvozanatini saqlash uchun lozim bo`lgan reaksiya kuchlarini mos tomonga yo`naltiramiz.



3-rasmdagi konstruktsiya uchun V nuqtaga nisbatan momentlar tenglamasini tuzamiz va noma'lum M_s ni xisoblaymiz.

$$\sum M_B(F_i) = 0$$

$$- P_{2x} \cdot 3 + Q \cdot 2 + Y_c \cdot 4 - M_c = 0$$

$$M_c = 3 \cdot P_{2x} - 2 \cdot Q - 4 \cdot Y_c = 3 \cdot 13,6 - 2 \cdot 6 - 4 \cdot 4,3$$

$$M_c = 11,6 \text{ Kn} \cdot \text{m}$$

V tayanchning tashkil etuvchilarini topish uchun 13-rasmdagi barcha kuchlarni X va U o`qlariga proektsiyalaymiz.

$$\sum X = 0: \quad X_B - P_{2x} = 0$$

$$X_B = P_{2x} = 13,6 \text{ kN}.$$

$$\sum Y = 0: \quad Y_B - P_{2y} - Q - Y_c = 0.$$

$$Y_B = P_{2y} + Q + Y_c = 8 + 6 + 4,3$$

$$Y_B = 18,3 \text{ Kn}.$$

Y_V va X_V larni o`rniga qo`yib, V nuqtaning tayanch reaksiyasini xisoblaymiz:

$$R_B = \sqrt{x_B^2 + y_B^2} = \sqrt{(13,6)^2 + (18,3)^2} = 22,8 \text{ kH}$$

9. Tekshirish.

Endi topilgan reaksiya kuchlarining to'g'ri yoki noto'g'riligini tekshirish uchun avval foydalanilmagan muvozanat tenglamasini tuzamiz, masalan 11-rasmdagi butun konstruktsiyaga ta'sir qilayotgan barcha kuchlarni U o'qiga proektsiyalaymiz va topilgan qiymatlarni unga qo'yamiz:

$$\sum Y = 0:$$

$$-P_{1Y} + Y_A - Q - P_{2Y} + Y_B = 0$$

$$-5 + 0,7 - 6 - 8 + 18,3 = 0$$

$$19 - 19 = 0$$

$$0 = 0$$

Muvozanat sharti bajarildi, demak xisoblash ishlari to'g'ri bajarilgan ekan degan xulosaga kelamiz.

10. Xisoblab topilgan barcha natijalarni quyidagi jadvalga joylashtiramiz.

3-JADVAL

Reaksiya kuchlari birligi bog'lanish turi	X_A	Y_A	R_A	Y_B	Y_B	R_B	Y_C	M_C
	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN • M
I-qism Sharnirli bog'lanish	20,1	6,5	21,12	-	-	-	-	-
II-qism Sirpanuvchi qotirma	8,5	0,7	8,53	13,6	18,3	22,8	±4,3	±11,6

Masala sharti to'liq bajarildi.

ADABIYOTLAR

1. Shoxaydarova P «Nazariy mexanika» Toshkent «O`qituvchi» 1991 y
2. N.I. Buxgolts. Osnovnoy kurs teoreticheskoy mexaniki. 1.2 ch. -M.: 1976.
3. N.V.Butenin, Ya.L.Lunts, D.R.Merkin. Kurs teoreticheskoy mexaniki. - M.: 1985, t.
4. N.N. Nikitin. Kurs teoreticheskoy mexaniki. -M.: 1980.
5. M.A.Pavlovskiy, L.Yu.Akinfeeva, O.F.Boychuk. Teoreticheskaya mexanika. -Kiev. 1990.
6. T.R.Rashidov, Sh.Shoziyotov, K.B.Muminov.. Nazariy mexanika. -T.: 1990.
7. M.T.O`rozboev. Nazariy mexanika asosiy kursi. -Toshkent: 1961.
8. I.V.Meshcherskiy. Nazariy mexanikadan masalalar to`plami. -T.: 1985.
9. O.E.Kepe. Sbornik korotkix zadach po teoreticheskoy mexaniki. -M.: 1989.
10. Yablonskiy A.A. «Nazariy mexanikadan topshiriqlar to`plami» Toshkent «O`qituvchi» 2002 y.

