

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

TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI

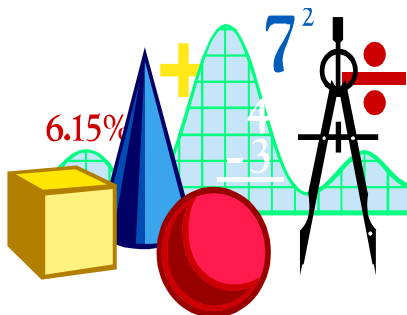
**«Transport inshootlari va avtomobil yo'llari»
kafedrası**

N.M.Atoyev

**«Nazariy mexanika»
fanining**

**STATIKA bo`limidan
xisob loyiha ishlarini
bajarish uchun**

USLUBIY QO`LLANMA



TERMIZ - 2018.

Muharrir: p.f.n., kata o'qituvchi N.M.Atoyev
Taqrizchilar: t.f.n., dots.Z.R.Xudoyqulov
t.f.n. B.Xushboqov

Uslubiy qo'llanma «Transport inshootlari va avtomobil yo'llari» kafedrasining ilmiy-uslubiy seminarining «__» __.2018 yildagi yig'ilishining __-sonli qarori bilan tasdiqlangan.

Kafedra mudiri: t.f.n. D.Maxmudov

Uslubiy qo'llanma Termiz davlat universiteti «Texnika» fakulteti ilmiy kengashining «__» __.2018_ yildagi ilmiy uslubiy kengashining __-sonli qarori bilan tasdiqlangan.

«Texnika»
fakulteti dekani: t.f.n. F.Qarshiyev

TerDU ilmiy-uslubiy
kengashida tasdiqlandi:
№ __ majlis bayoni
___.2018 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.
MASALALARINI ECHISH USULLAR

Statikada kuchning ikki turi: hajmiy va sirtiy kuchlar qaraladi. Jismning hamma moddiy nuqtalariga ta'sir etadigan kuchlar hajmiy yoki massaviy kuchlar deyiladi. Jismlararo o'zaro ta'sirning bunday turi jismlar o'zlari hosil qilgan maydon vositasida bir-birlarga ta'sir kilganda sodir bo'ladi.

Statika metodi bilan echiladigan masalalarda massaviy kuchlardan eng ko'p uchraydigani og'irlik kuchi bo'lib, kulon va magnit kuchlar (odatda bunday masalalarni elektr va magnetizm bayon qilinadigan bo'limlarda beriladi) kamroq uchraydi. Jismning barcha moddiy nuqtalari og'irlik kuchlarining teng ta'sir etuvchisi u kuchlarning yig'indisiga tengdir va jismning og'irligi deyiladi. Og'irlik qo'yilgan nuqta jismning og'irlik markazi deyiladi.

Jismlar bir-biriga bevosita tegib ta'sir qilganlarida sirt kuchlari vujudga keladi. Sirt kuchlari qo'yilgan nuqta jismlarning tekkan nuqtasidir.

Statika masalalarini echishda kuchlar qo'yilgan nuqtalarni ularning ta'sir chiziqlari bo'yicha kqchirish mumkin. Bu prinsial xolat echishning grafik metodlari asosida yotadi. Bunday ko'chirish imkoniyati "absolyut qattiq jism" yoki oddiy qilib aytganda "kattik jism" tushunchasidan kelib chiqadi. Statikada faqat qattiq jismlar qaraladi.

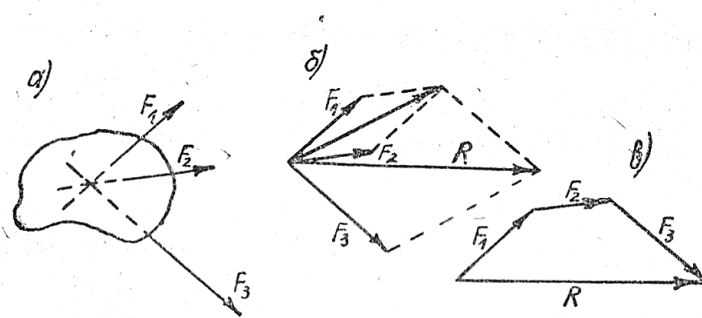
Qattiq jismning asosiy xususiyati o'zi hech qanday deformatsiyalanmagani holda mexanikaning uchinchi qonuniga muvofiq ravishda javob ta'sir ko'rsata olish xususiyatidir. Real jismlarda o'zaro ta'sir deformatsiya bilan bog'liq va kuch qo'yilish nuqtalarning kuch ta'sir chiziqlar bo'yicha ko'chirish jismda deformatsiyaning taqsimlanish manzarasini o'zgartirdi. Biroq ko'pgina jismlarda kattagina elastik deformatsiya kuchlari konkret masalalarning shartlarida hisobga olinmasa bo'ladigan

darajadagi kichik deformatsiyalari yuzaga keltiradi. Bunday jismlarga qattiq jismlar uchun ta'riflangan muvozanat shartlarini qo'llash mumkin.

Uchrashuvchi kuchlar ta'sir etayotgan jismlar uchun muvozanat shartlarini qaraylik. Ta'sir etish chiziqlari bitta nuqtada kesishadigan kuchlar uchrashuvchi kuchlar deb yuritiladi. Qattiq jismda uchrashuvchi kuchlarni bitta nuqtaga joylashtirish mumkin.

Muvozanatning 1-sharti. Uchrashuvchi kuchlar sistemasi ta'sirida bo'lgan jismning muvozanatda bo'lishi uchun bu kuchlarning geometrik yig'indisi nolga teng bo'lishi zarur va etarlidir.

Bu erda ta'sir etuvchi kuchlarning (kuchlar bitta tekislikda yotmaydigan) eng umumiy fazoviy joylashish holi nazarda tutiladi. Har xil amaliy masalalarda ko'pincha uchta kuchdan iborat yassi sistema qaralib bunday hol uchun ushbu teoremani isbotlash qiyin emasdir: agar bitta tekislikda yotgan uchta kuch ta'siridagi jism muvozanatda bo'lsa, u holda bu kuchlarning ta'sir chiziqlari bitta nuqtada kesishadi.



27- rasim.

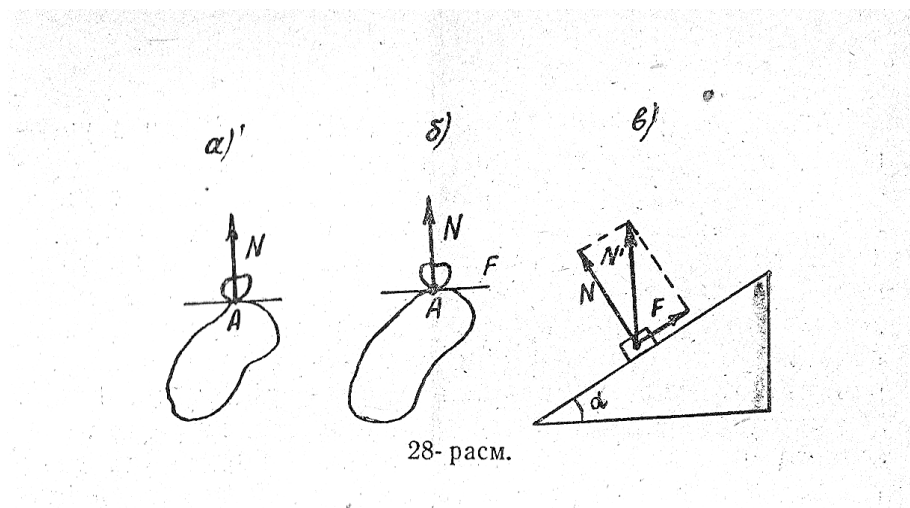
Muvozanatning birinchi umumiy sharti hisobga olingan masalalarni echishda kuch uchburchagi qoidasidan foydalanish qulaydir. Bu quyidagidan iborat.

Aytaylik, jismga (27-a rasm) F_1, F_2, F_3 uchta uchrashuvchi kuchlarning yassi sistemasi ta'sir etayotgan bo'lsin. Ammo jism bu kuchlar ta'sirida muvozanatda emas. Parallelogram qoidasi bo'yicha bu kuchlarni qo'shib (27-a rasm), ularning teng ta'sir etuvchisi R ni topamiz. Biroq, bir oz boshqacha yo'l tutish ham mumkin. Dastavval F_1 kuchni, so'ngra uning uchiga F_2 kuchni va F_2 kuchning uchiga F_3 kuchni qo'yamiz (27-a rasm). Bunday operatsiyani kuchlar planlarini qurish deyiladi. Bunda hamma kuchlar masshtab bilan va

ularning haqiqiy yoʻnalishlariga qatʼiy rioya qilingan holda chiziladi. 27-v rasmdagi R teng taʼsir etuvchi F_1, F_2, F_3 kuchlardan tuzilgan siniq chiziqlarni tutashtirib, toʻrtburchak hosil qiladi (3-rasmga qarang). Jism muvozanatda boʻlganda $R=0$ va kuch toʻrtburchagi kuch uchburchagiga aylanadi. Bu hollarda, koʻpincha taʼsir etuvchi kuchlardan bittasi ogʻirlik kuchidan iborat, qolgan ikkitasi esa bogʻlanishlar reaksiya kuchlaridan iborat boʻladi.

Bogʻlanishlar reaksiyasi haqidagi masalani qaraymiz. Mazkur jismning erkin harakatini cheklovchi jismga bogʻlanish deyiladi. Bogʻlanish reaksiyasi - bu bogʻlanish tomonidan mexanikaning uchinchi qonuni bqyicha paydo boʻladigan kuchdir. Masalan, qiya tekislikda yotgan jism oʻsha vaqtning oʻzida tekislik tomonidan javob taʼsirida (tayanch reaksiyasi) boʻlib, bu jismning ogʻirlik kuchi taʼsirida vertikal boʻyicha harakatlanishiga yoʻl qoʻymaydi. Bu holda qiya tekislik bogʻlanish rolini oʻynaydi.

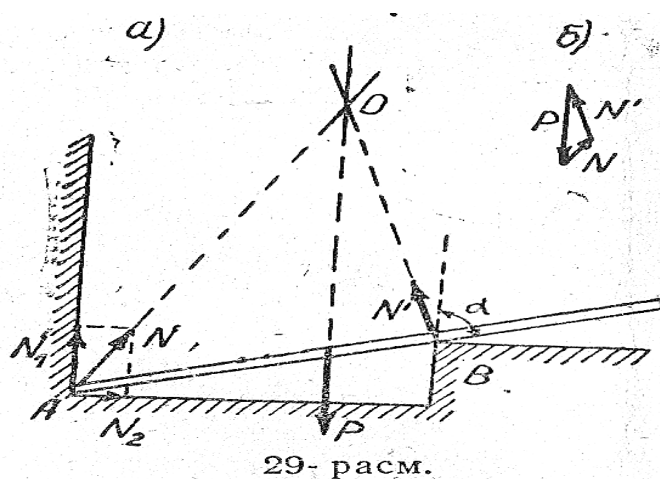
Agar jism sirtga tayansa va ishqalanish boʻlmasa, u holda sirtning reaksiyasi har doim sirt bilan jismning tegishish nuqtasida sirtga perpendikulyar boʻlgan toʻgʻri chiziq boʻyicha jismga qoʻyilgan boʻladi. Masalan, jism qiya tekislik boʻyicha sirpanayotgan holda tayanch reaksiyasi qiya tekislikka perpendikulyar boʻyicha yoʻnalgan. Umumiy holda jism istalgan sirtga biror A nuqtada (28-a rasm) tekkanida reaksiya N oʻsha A nuqtada bu sirtga oʻtkazilgan urinmaga perpendikulyar boʻladi. Ishqalanish mavjud boʻlganda N normal reaksiyadan tashqari ishqalanish kuchini ifodalovchi va yassi shakl sirtini yoki bogʻlanishni cheklovchi tegishli egri chiziqqa A nuqtada (28-b rasm) oʻtkazilgan urinmada yotuvchi F reaksiya yuzaga keladi. Agar jism qiya tekislikda yotgan boʻlsa (28-v rasm), u holda N toʻliq bogʻlanish



reaksiyasi kattaligi jihatidan jismning sirtga normal bosimi ($mg \cos \alpha$) ga teng bo'lgan N kuchning va jism hamda tekislik orasidagi ishqalanish kuchini ifodalovchi F kuchning yig'indisidan tashkil topadi.

46-masala

Og'irligi P bo'lgan muvozanatdagi bir jinsli to'sin devorning B burchagiga tayanadi (29-a rasm) va o'zining bir uchi bilan A burchakka P' kuch bilan bosadi va B burchakning vertikal yog'i bilan α burchak tashkil etadi. A burchakning va B devorning reaksiyasini aniqlang.

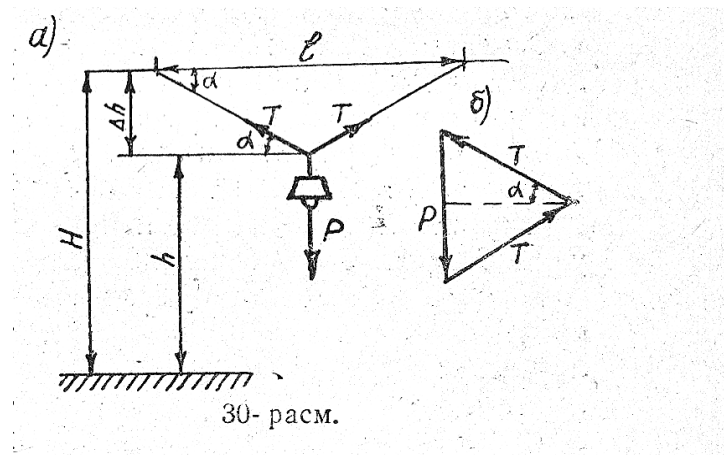


Echilishi. To'singa qanday kuchlar ta'sir etishini aniqlashtiramiz. To'singa P og'irlik kuchi va ikkita tayanch reaksiyasi: A burchakning reaksiyasi va B burchakning reaksiyasi ta'sir qiladi (29-a rasm) A burchakning N ga teng bo'lgan reaksiyasi uning yoqlarining reaksiyalari N_1 va N_2 yig'indisidan iborat bo'lib, ular o'z navbatida mos yoqlarga perpendikulyardirlar. N, P (balkaning og'irligi) va N' (balkaga perpendikulyar va kattaligi jihatidan P' ga teng bo'lgan B burchak reaksiyasi) kuchlar bitta nuqtada (O nuqtada (29-a rasm) kesishadi degan mulohazadan N ning yo'nalishi aniqlanadi.

N ni aniqlash uchun mos ravishda kuch uchburchagi quramiz (29-6 rasm) va undan quyidagini topamiz: $N = \sqrt{P^2 + N'^2 - 2PN' \cos(90 - \alpha)} = \sqrt{P^2 + P'^2 - 2PP' \sin \alpha}$.

47-masala.

Og'irligi P bo'lgan fonar l kenglikdagi ko'chaning o'rtasiga simga osib qo'yilgan. Simning ruxsat etilgan taranglanishi T . Fonarning mahkamlanish nuqtasi erdan h balandlikda bo'lishi uchun simning mahkamlanish nuqtalari qanday balandlikda bo'lishi kerak?



Echilishi. Masalani do'la ifodalovchi chizma chizamiz. (30-a rasm). Ba'zan bari bir kuch uchburchagi qurish lozim bo'ladi deb bir yo'la kuch uchburchagi qurishni ham tavsiya qiladilar. Biroq bunday yondashish metodologik zaralidir: shartda berilgan kattaliklarni aralashtirish bilan ulardan qanday qilib bo'lmasin javob olishga harakat qilinib, echishga stixiyaviy yondashiladi.

30-a rasmda izlanayotgan balandlik $H = h + \Delta h$, bunda $\Delta h = \frac{l}{2} \operatorname{tg} \alpha$, ya'ni

$H = h + \frac{l}{2} \operatorname{tg} \alpha$. Endi α burchakni aniqlash uchun kuch uchburchagi qurish kerakligi (30- δ

rasm) tushunarlidir. 30-b rasmdan $\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{\sqrt{4T'^2 - P^2}}$ kelib chiqadi va binobarin,

$$H = h + \frac{Pl}{2\sqrt{4T'^2 - P^2}}$$

Quyidagi xulosa prinsipial qiziqish uyg'otadi. Aytaylik, $h \rightarrow H$, ya'ni Δh nolgacha kamaysin.

$$\Delta h = \frac{Pl}{2\sqrt{4T'^2 - P^2}}$$

bo'lgan uchun T kattalik cheksiz ortishi lozim va $\Delta h = 0$ da cheksiz katta bo'lishi kerak. Formulada P va l – o'zgarmas kattaliklar, $\Delta h = 0$ shart fizik jihatdan sim cho'zilmasligini (u yo'lkaga qat'iy parallel qilib, egilmasdan tortilgan), $T \rightarrow \infty$ shart esa fonar o'z og'irligi bilan kattaligi jihatdan simning cheksiz katta taranglanishini hosil qilganligini bildiradi. Bunda (Δh uchun yozilgan ifodadan ko'rinib turishicha) fonarning og'irligi P juda kichik bo'lishi mumkin. Bundan chzo'ilmaydigan tizimcha, arqon yoki sim juda kichik kuch bilan uzilishi mumkin, degan xulosa chiqarish qiyin emas.

“Cho'zilmaydigan” tushunchasi “absolyut qattiq” tushunchasiga monanddir. Sodir bo'lgan paradoks muvozanatning umumiy shartlari ta'riflangan ob'ektning (absolyut qattiq jismning) real emasligini bildiradi. Amalda anchagina katta kuchlanishlar ham arqonlarni uzib yubormaydilar, chunki ko'pincha ko'z ilg'amaydigan kichik deformatsiyalarda ham etarlicha katta qarshi elastik kuchlar yuzaga keladi.

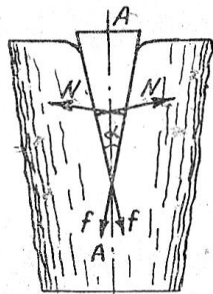
Muvozatning birinchi shartidan masalalarni echish uchun muhim xulosa kelib chiqadi: uchrashuvchi kuchlar sistemasi ta'sirida bo'lgan jismning muvozanati uchun bu hamma kuchlarning istalgan yo'nalishdagi proeksiyalarining yig'indisi nolga teng bo'lishi zarur va etarlidir¹.

¹ Каттик жисмнинг умумий мувозанат шarti вектор шаклда куйидагича ёзилади:

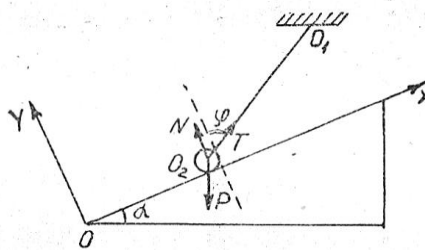
48-masala

G'olaga pona qoqiladi. Pona uchi α burchakka ega. Pona g'qladan chiqib ketmasligi uchun ishqalanish koefitsienti qanday bo'lishi kerak?

Echilishi. CHizma chizamiz (31-rasm). (Ponaning og'irligini nazarga olmaymiz.)
Ponaning chekkasiga polyon



31- расм.



32- расм.

$$R = \sum_{i=1}^n F_i = 0, \quad (1)$$

бунда R — барча n та учрашувчи кучларнинг таъсир этувчиси.

Бирок (1) ифодани координата ўқларига проекциялар сифатида куйидагича ифодалаш мумкин:

$$\begin{aligned} R_x &= \sum_{i=1}^n F_{ix} = 0, \\ R_y &= \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0, \\ R_z &= \sum_{i=1}^n F_{iz} = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

бунда F_{ix}, F_{iy}, F_{iz} — исталган F_i кучнинг x, y, z координата ўқларига проекцияси.

(2) формуладан таърифланган даъво келиб чиқади.

tomonidan normal bosim kuch N va ishqalanish kuch f ta'sir etadi. Pona faqat AA vertikal bo'yicha harakatlanishi mumkin. Bu vertikalga ponaga ta'sir etayotgan hamma kuchlarni proeksiyalaymiz. Pona muvozanatda bo'lgani uchun unga ta'sir etayotgan hamma kuchlarning bo'yicha AA vertikalga proeksiyasi nolga teng bo'lishi lozim.

$$2N \sin \frac{\alpha}{2} - 2f \cos \frac{\alpha}{2} = 0,$$

lekin $f = kN$ va, binobarin, $k = \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$,

k ning topilgan qiymati minimal ekanligini mustaqil ravishda ko'rsating. k ning boshqa $\operatorname{tg}^{\alpha}$ dan katta, ya'ni $k \leq \operatorname{tg}^{\alpha}$ qiymatlarida pona g'oladan chiqib ketmaydi.

49-masala.

Og'irligi P bo'lgan shar ipga bog'lanib ipning ikkinchi uchidan biror O_1 nuqtaga osilgan va qiyalik burchagi α bo'lgan qiya tekislikda muvozanatda turadi (32-rasm). O_2O_1 ip qiya tekislikka o'tkazilgan prependikulyar bilan φ burchak tashkil etadi. Ishqalanish mavjud emas. SHarning tekislikka bosish kuchini aniqlang.

Echilishi. SHarga og'irlik kuchi P , shnurning taranglik kuchi T , tayanch reaksiyasi kuchi N ta'sir qiladi (32-rasm). To'g'ri burchakli koordinatalar sistemasini shunday tanlaymizki, abssissa o'qi tekislikning qiyalik chizig'i bilan mos tushsin¹.

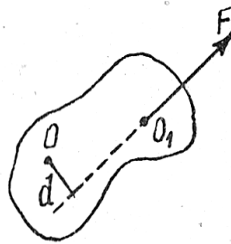
Jismga ta'sir etadigan hamma kuchlarning OX o'qqa proeksiyalaymiz.

$$-mg \sin \alpha + T \sin \varphi = 0$$

va OY o'qqa proeksiyalaymiz:

$$-mg \cos \alpha + N + T \cos \varphi = 0$$

¹ Координата ўқларининг йўналишини ихтиёрий танлаш мумкин, масалан, қия текислиكنинг тўғри бурчаги чизикларини давом эттириб, уларни координата ўқлари қилиб қабул қилиш мумкин. Муҳими шундаки, танланган координаталар системаси масалаларни ечиш учун зарур бўлган тенгламалар тузишни максимал даражада соддалаштирсин, кучларнинг кўпчилиги нуқтага проекциялансин, жисмга таъсир қиладиган кучларнинг проекциясини аниқловчи бурчаклар жуда осон топилсин.



33- расм.

Olingan sistemani ochib, uchinchi qonun bo'yicha sharning qiya tekislikka izlanayotgan bosim kuchiga teng bo'lgan N ning qiymatini topamiz:

$$N = \frac{P \sin (\varphi - \alpha)}{\sin \varphi}$$

Agar topilgan formula to'g'ri bo'lsa, ikkita xususiy hol kelib chiqishi lozim (32-rasm). 1) O_1 nuqta OX o'qda yotganda, ya'ni agar ip qiya tekislikka parallel tortilgan bo'lsa ($\varphi = \frac{\pi}{2}$) $N = P \cos \alpha$; 2) agar ipning yo'nalishi og'irlik kuchining yo'nalishi bilan mos tushsa ($\varphi = \alpha$) $N = 0$.

Muvozonatning ikkinchi sharti. O'qqa mahkamlangan qattiq jismning muvozanatda bo'lishi uchun jismga ta'sir qiluvchi barcha kuch momentlarining yig'indisi nolga teng bo'lishi zarur va etarlidir.

F kuchning d elkaga ko'paytmasi kuch momenti deyiladi. Aylanish o'qidan kuchning ta'sir chizig'igacha bo'lgan masofa elka deyiladi. Kuch momenti-vektor kattalik. Jismni soat strelkasi harakati bo'yicha aylantiruvchi momentlar musbat, soat strelkasi harakatiga qarshi aylantiruvchi momentlar manfiy hisoblanadi. Bunday qoidaga jismga ta'sir etuvchi kuch momentlarining yoig'indisi deganda algebraik yig'indisi nolga teng (jism muvozanatda) bo'lishi mumkin bo'lgan, musbat (jism soat strelkasi harakati bo'yicha aylanadi), manfiy (jism soat strelkasi harakati bo'yicha aylanadi) sonlarni tushunmoq lozim.

50-masala.

Ishchilar aravachaga qo'yilgan yukni qiya tekislikdan sekin-asta tushirmoqdalar. YUkni qanday tushirgan engil: kuchni aravacha korpusiga qo'yibmi yoki g'ildirak gardishining yuqori qismiga qo'yibmi?

Echilishi. Ikkala holda ham aravachani tekis tushirish uchun uning har bir g'ildiragida $\frac{1}{4}P \sin \alpha \cdot R$ ga teng bo'lgan kuch momentini muvozanatlash zarur, bunda $P \sin \alpha$ – yukka va aravachaga ta'sir etadigan dumalanish kuchi, P – aravacha va yukning umumiy og'irligi, R – aravachaning har bir g'ildiragining radiusi (3-§ ning 3-punktiga qarang). Agar umumiy kuch F ni aravacha korpusiga qo'yilsa, u holda bunda ham bu kuchning elkasi g'ildirakning radiusiga teng bo'ladi, korpusni itargan bilan g'ildirakni itargan bari bir:

$$F \cdot R = P \sin \alpha \cdot R,$$

bundan

$$F = P \cdot \sin \alpha.$$

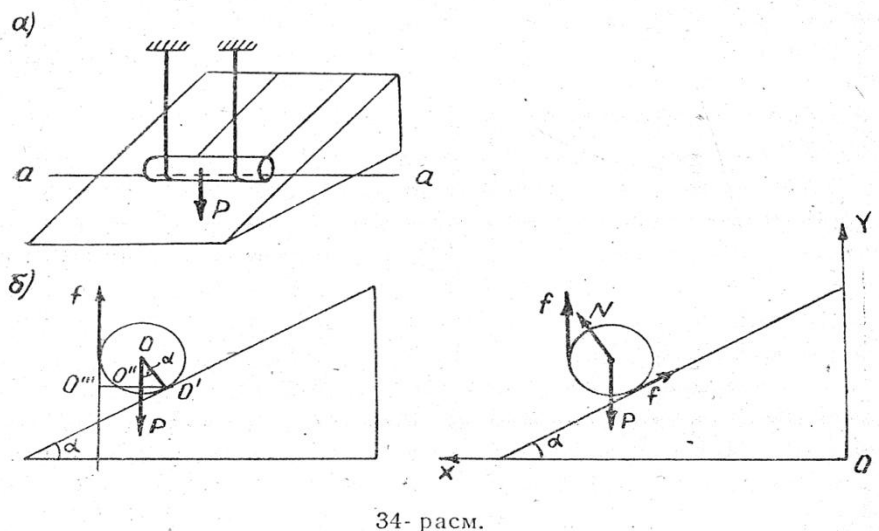
Agar f kuchni g'ildirakning yuqori qismga qo'yilsa, u holda har bir g'ildirakdagi kuch elkasi R emas, balki $2R$ bo'ladi, unda

$$f \cdot 2R = P \sin \alpha \cdot R; \text{ bundan } f = \frac{P}{2} \sin \alpha.$$

Demak, aravachada yotgan yukni qiya tekislikdan aravacha korpusiga kuch qo'yib tushirishdan ko'ra, g'ildirakning gardishiga kuch qo'yib tushirgan ikki marta engildir.

51-masala.

Og'irligi P bo'lgan silindr qiya tekislikdagi silindrni aylanib o'tgan ikkita ip yordamida tutib turiladi. Iplarning bir juft uchi qiya tekislikka mahkamlangan, boshqasi sirt tepasiga mahkamlangan (34-a rasm).



34- rasmlar.

Iplarning yuqori qimlari vertikal bo'yicha orientirlangan deb, har bir ipning tarangligini toping. Tekislikning qiyaligi $\alpha = 30^\circ$.

Echilishi. 1-usul silindr muvozanatda bo'lishi uchun f va P kuchlarning momentlari yig'indisi nolga teng bo'lishi zarur va etarli (34-b rasmlar). O' nuqtasilindrning oniy aylanish o'qida yotadi (3-§ning 3-punktiga qarang) va, binobarin, silindrga ta'sir etuvchi kuchlarning momentlari, O' nuqtaga nisbatan yozilishlari lozim. P kuchning elkasi $O'O'' = R \sin \alpha$ kesmadan iborat.

f kuchning elkasi $O'O'' = R + R \sin \alpha$. Momentlar tenglamasini tuzamiz:

$$2f \cdot (R + R \sin \alpha) - PR \sin \alpha = 0,$$

bundan

$$f = \frac{P \sin \alpha}{2(1 + \sin \alpha)}.$$

Hisoblashlardan so'ng $f = \frac{P}{6}$ topiladi.

2-usul. OX va OY kordinata o'qlarini 34-v rasmda ko'rsatilganidek tanlaymiz. Vasilindr ikkita arqon bilan tutib turilishini hisobga olib, unga ta'sir etadigan barcha kuchlarni proeksiyalaymiz.

Barcha kuchlarning OX o'qqa proeksiyalarining yig'indisi:

$$N \sin^{\alpha} - 2f \cos^{\alpha} = 0,$$

OY o'qqa:

$$2f - P + N \cos^{\alpha} + 2f \sin^{\alpha} = 0,$$

bunda N – tayanch reaksiyasi.

Sistemani esib izlanayotgan f kattalikni topamiz:

$$f = \frac{P \sin^{\alpha}}{2(1 + \sin^{\alpha})} = \frac{P}{6}.$$

QATTIQ JISMNING MUVOZANATI TURLARI

Muvozanat turg'un, noturg'un va farfsiz bo'lishi mumkin. Jismning og'irlik markazi mumkin bo'lgan boshqa yaqin holatlari ichida eng quyi holatni olgandagi vaziyati turg'un muvozanat deyiladi yoki (ikkinchi qoidasi) turg'un muvozanat deb shunday holatga aytiladiki, bunda jism boshqa mumkin bo'lgan holatlardagiga qaraganda minimum potensial energiyaga ega bo'ladi.

YArim sfera tubida tinch turgan sharchaning holati turg'un muvozanatga traditsion misol bo'ladi. Agar bunday sharchaga uncha katta bo'lmagan impuls berilsa (sharcha turtib yuborilsa), sharcha o'zining muvozanat holatidan siljiydi, lekin bunda uni teskari qaytaradigan kuch paydo bo'ladi. Agar ishqalanish oz bo'lsa, sharcha biror vaqt o'zining turg'un muvozanat holati atrofida so'nuvchi tebranadi. Bayon etilgan usul mazkur tur muvozanatni aniqlashda qulay amaliy qoida bo'ladi.

Noturg'un muvozanat deb shunday holatga aytiladiki, jismning og'irlik markazi boshqa yaqin yotgan hamma holatlaridan eng yuqori holatni egallaydi yoki (ikkinchi qoida) noturg'un muvozanat deb shunday holatga aytiladiki, bunda jism boshqa mumkin bo'lgan holatlardagiga qaraganda maksimal potensial energiyaga ega bo'ladi.

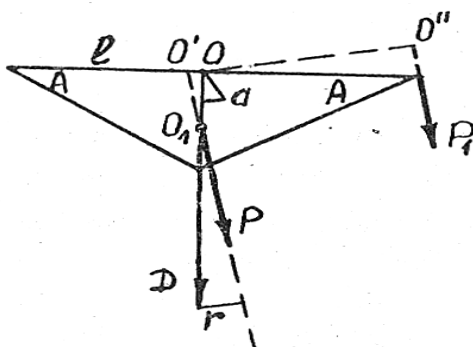
Katta sharning uchida turgan sharcha noturg'un muvozanatga misol bo'ladi. Agar sharchalar ozgina impuls berilsa, sharcha o'zining muvozanat holatidan siljiydi va bunda sharchani boshlang'ich vaziyatidan yanada uzoqqa olib ketadigan kuch hosil bo'ladi. Noturg'un muvozanatni real tajriba sharoitlarida amalga oshirish juda qiyin, chunki laboratoriya devorlari va polining tasodifiy kichik tebranishlari bunga jiddiy to'sqinlik qiladi.

Farqsiz muvozanat deb shunday muvozanatga aytiladiki, jismning og'irlik markazi egallagan balandlik jism mumkin bo'lgan boshqa yaqin holatlarda yotganda egallagan balandlik bilan bir xil bo'ladi yoki jismning potentsial energiyasi boshqa hamma qo'shni holatlarda bir xil kattalikda bo'ladi.

Gorizontallikda yotgan sharcha farqsiz muvozanatga misol bo'ladi. Agar bunday sharchaga ozgina impuls berilsa, u siljib, o'sha gorizontallik sathda to'xtaydi, ya'ni o'zining potentsial energiyasini o'zgarishsiz saqlaydi.

52-masala.

Richagli tarozi shayining uzunligi $2l$, shayin og'irligi P strelkaning uzunligi D . Strelka shayinining O_1 og'irlik markazi nuqtasiga mahkamlangan. Agar pallalardan biriga P_1 yukcha joylansa, u holda strelkaning uchi vertikal holatdan r masofaga og'adi. Prizmaning qirrasidan og'irlik markazigacha bo'lgan $d = O_1O$ masofani aniklang.



35- rasmi.

Echilishi. SHayinining O_1 og'irlik markazi tarmozi shayini qo'yilgan prizmaning O nuqtasida pastda yotadi. SHuning uchun balanslangan tarozi turg'un bo'ladi. O'ng pallaga qo'yilgan P_1 yukcha ta'sirida shayin O o'q atrofida soat strelkasi bo'yicha buriladi va shayinining O_1 og'irlik markazi aylanish markazi orqali o'tadigan vertikal dan chapga siljiydi. Natijada soat strelkasi harakatiga qarashi yo'nalgan va shayinning keyingi aylanishida orta boradigan P kuch momenti yuzaga keladi. Og'gan shayinning muvozanati sharti kuch momentlari P_1 va P ning tengligidir. P_1 kuchining elkasi $OO'' = l \cos \alpha$ ga P kuchining elkasi $O'O = OO_1 \sin \alpha$ ga teng, bunda α – tarozining burilish burchagi (shayinining

o'ng elkasi bilan gorizantal orasidagi burchak). $O_1O = d$ kesmani topish uchun momentlar tenglamasini tuzamiz:

$$P_1 l \cos \alpha = P d \sin \alpha,$$

bundan

$$d = \frac{P_1 l \cos \alpha}{P \sin \alpha},$$

lekin

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{D^2 - r^2}}{D}, \sin \alpha = \frac{r}{D}, \text{ binobarin,}$$

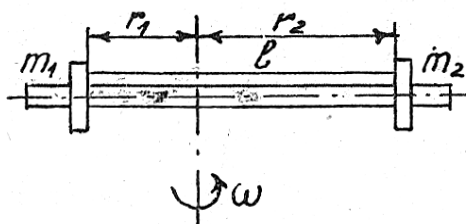
$$d = \frac{P_1 l}{r P} \sqrt{D^2 - r^2}.$$

53-masala.

Vertikal o'qda gorizantal shtanga mahkamlangan bo'lib, unda l uzunlikdagi ipga bog'langan m_1 va m_2 massali ikkita yuk erkin siljiy oladi. Sistema ω o'zgarmas burchak tezlik bilan aylanadi.

Ishqalanishni hisobga olmay, quyidagilarni aniqlang:

- 1) aylanish o'qidan qanday masofada yukchalar muvozanatda bo'ladi?
- 2) bu qanday muvozanat holat?



36- рasm.

Echilishi. Sxematik chizma chizamiz (36-rasm). Muvozanat vaziyatda yuklar bog'lovchi ipning T taranglik kuchi tufayli aylana bo'yicha harakatlanadi. Taranglik T birinchi va ikkinchi yuklarning markazga intilma kuchlaridan iborat¹:

¹ Соддалик учун ипнинг учлари жисмлар массаларининг марказига боғланган деб фараз қилинади.

$$T = m_1 \omega^2 r_1 \text{ va } T = m_2 \omega^2 r_2.$$

YUklar, o'z navbatida, ipni har biri T kuch bilan cho'zadi (13-masala bilan taqqoslang).

$$m_1 \omega^2 r_1 = m_2 \omega^2 r_2 \text{ va } r_1 + r_2 = 1$$

bo'lgani uchun

$$r_1 = \frac{m_2 l}{m_1 + m_2} \text{ va } r_2 = \frac{m_1 l}{m_1 + m_2}.$$

Muvozanat turi haqidagi masalani echish uchun, fikran, masalan, massasi m_2 bo'lgan jismga kuch qo'yib jismlarni shtanga bo'yicha suramiz. Bunda r_2 radius ortadi, r_1 radius esa kichrayadi. Yangi radiuslarni mos ravishda r'_2 ravishda r'_1 lar bilan belgilaymiz. Burchak tezlik ω o'zgarishsiz bo'lgani uchun ipni m_2 massali jism cho'zadigan kuch (markazdan qochma kuch) ortadi, ipni m_1 massali jism cho'zadigan kuch esa aksincha, kamayadi. YUklarning yangi vaziyatida ipning tarangligi $m_2 \omega^2 r'_2$ ga teng bo'lib qoladi (15-masalaga qarang). Biroq ipning yangi tarangligi $m_2 \omega^2 r'_2$ endi $m_2 \omega^2 r'_1$ ga (yuklarning yangi vaziyatida m_1 massali jismga ta'sir qiluvchi markaz intilma kuch) qaraganda katta bo'ladi. Natijada m_1 massa $m_2 \omega^2 r'_2 - m_1 \omega^2 r'_1$ kuch ta'sirida shtanga bo'yicha aylanish markazi tomon harakatlana boshlaydi. Ipni $m_2 \omega^2 r'_2$ kuch bilan cho'zadigan m_2 jism m_1 bilan birgalikda bir vaqtda aylanish markazidan uzoqlasha boshlaydi. Ammo ip mahkamlanmagan, ip o'zi markazdan qochma kuchlarning farqi ta'sirida shtanga bo'ylab siljiydi va shuning uchun uning $m_2 \omega^2 r'_2$ ga teng bo'lgan taranglanishi m_2 jismning r'_2 radiusli aylana bo'yicha doiraviy harakatlanishini ta'minlay olmaydi.

Keltirilgan mulohazalardan m_1 va m_2 yuklar dastlab noturg'un muvozanatda bo'lganliklari kelib chiqadi.

54-masala.

Nima uchun tramvay yoki temir yo'llarning burilish joylarida tashqi rel's ichki rel'sga qaraganda balandroq qo'yiladi?

Echilishi. Burilish vaqtida vagonga ikki kuch ta'sir qiladi: P – vagonning og'irligi va N – relslarning markazga intilma kuch f_{mark} ni (ularning teng ta'sir etuvchisi) hosil qiluvchi tayanch reaksiyasi kuchi. Agar vagon to'g'ri chiziq bo'yicha g'ildirasa, u holda ikkala rels ham bir xil gorizontaal sathda bo'ladi va P va N kuchlar kattaligi jihatidan teng bo'ladi va bitta vertikalda yotadi. Ularning teng ta'sir eguvchisi nolga teng. Burilish joylarda tashqi rels ichki relsga qaraganda qanchalik yuqori bo'lsa, vagon shunchalik katta tezlik bilan burilishi mumkin, chunki f_{mark} kattaligi (relslarning vagonga boradigan bosimi). N kuchning vertikaldan ko'proq og'ganligi tufayli ortadi. Agar vagonning relslarga bosish kuchi kattaligi jihatdan vagonning burilishning uchiga tegishli qiyaligi yuzaga keltirgan f_{mark} dan ortiq bo'lib qolsa, u turg'unligini yo'qotadi va qulaydi.

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.

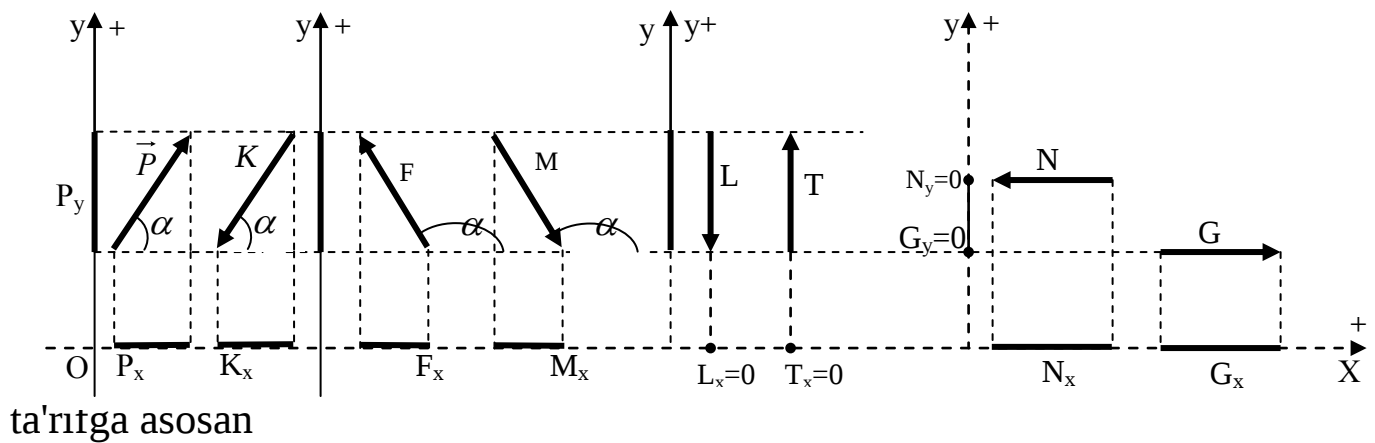
Kuchning biror o`qdagi proektsiyasi skalyar miqdor bo`lib, kuch moduli hamda kuchning shu o`qning musbat yo`nalishi bilan tashkil qilgan burchagi (sinus) kosinusi ko`paytmasiga teng.

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.

$$M_0(\vec{P}) = \pm P \cdot h$$

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,

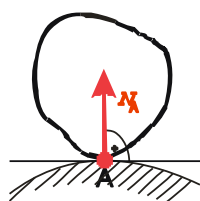
qayishlar, sterjenlar bo`ylab yo`nalgan bo`ladi va bu reaksiya kuchlarini taranglik kuchi deyiladi.

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.

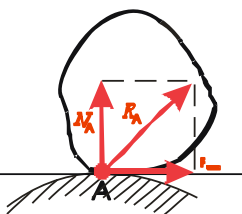
Quyidagi jadvalda bog`lanishlarning turlari, ularning kitobiy ko`rinishi, topshiriqni bajarishda uchraydigan va talabalarga qiyinchilik tug`diradigan tayanch reaksiya kuchlarining yo`nalishlari aniq ro`yxat qilib keltirilgan.

1-JADVAL

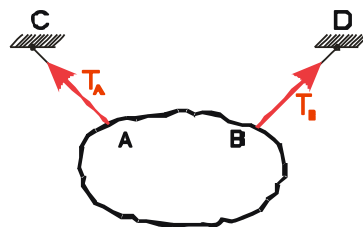
STATIKADA REAKTSIYA KUHLARINI ANIQLASH



Silliqliq sirt uchun



Silliqliq bo'lmagan sirt uchun



T_A, T_B - Taranglik kuchlari.

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.

$\sum M_0(\vec{P}_i)$ – 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 konstruktsiyaga 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.

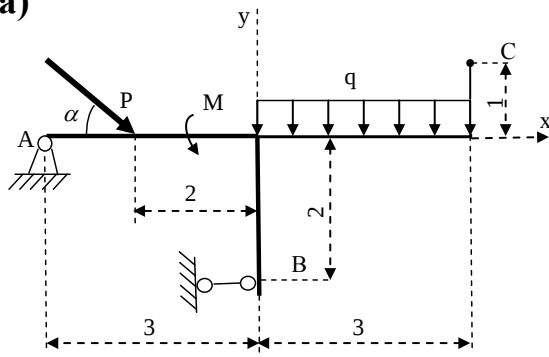
Echish: Yuqorida zikr etilgan 6 ta qoidani har bir hol uchun qo'llaymiz va hisoblash ishlarini alohida-alohida bajaramiz:

a) sxema uchun (2-rasm):

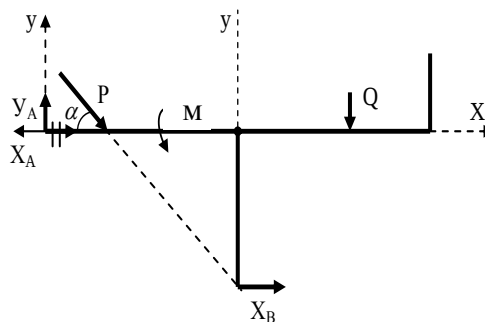
1. Koordinata o'qlarini chizmadagidek yo'naltiramiz. (3-rasm)

2. Tayanch bogʻlanishlarining konstruksiyaga boʻlgan ta'sirini ularning tayanch reaksiya kuchlari bilan almashtirib, bu konstruksiyani 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 etuvchici 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.

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

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

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

$$\text{6y epda } h = 1 \cdot \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

3-tenglamadan:

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

2-tenglamadan:

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

1-tenglamadan:

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

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

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

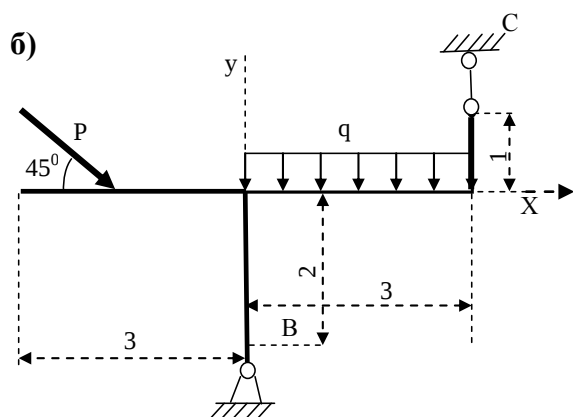
Muvozanat sharti bajariladi, demak a) sxemadagi reaksiya kuchlari to'g'ri topilibdi.

b) sxema uchun:

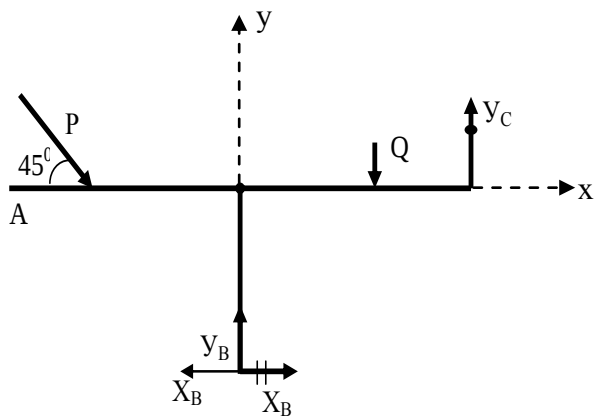
Endi hisoblash ishlarini b) sxema uchun bajaramiz (4-rasm).

1), 2) va 3) qoidalarni 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:

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

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

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

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

$$Y_C = (1,5Q - M) : 3 = (9 - 12) : 3 = -1 K_H$$

2-tenglamadan:

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

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

1-tenglamadan:

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

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

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:

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

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

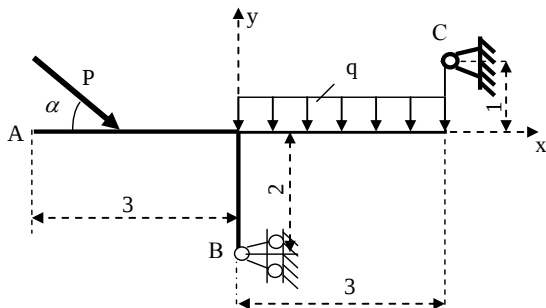
$$-21 + 84 - 42 + 27 - 6 + 12 = 0$$

$$96 - 96 = 0$$

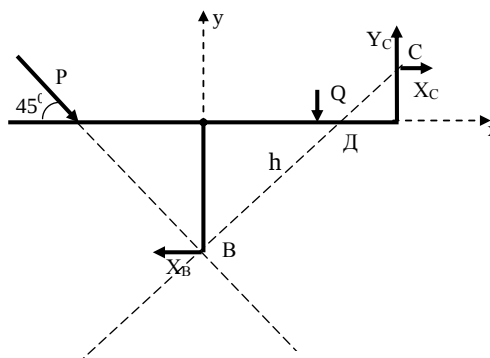
$$0 = 0$$

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:

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

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

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

$$h = BD + DC$$

$$BD = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}$$

$$DC = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}$$

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

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: $X_B=45 \text{ KН}$, $Y_C=27 \text{ KН}$, $X_C=28 \text{ KН}$.

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 reaktsiya 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:

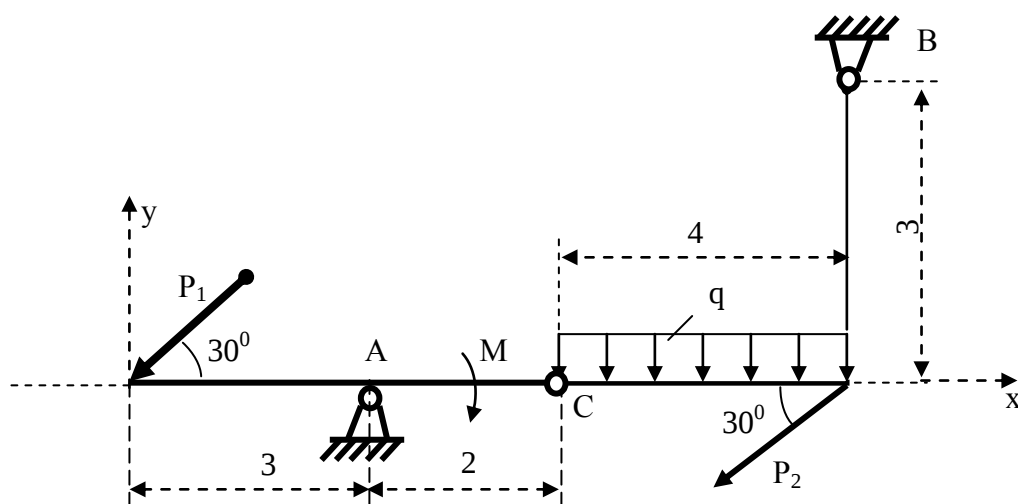
Konstruktsiya ikki qismdan iborat va uning sxemasi. 1-xol uchun, ya'ni sharnirli ulanish uchun 7-rasmda tasvirlangan.

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 boʻlgan 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:

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

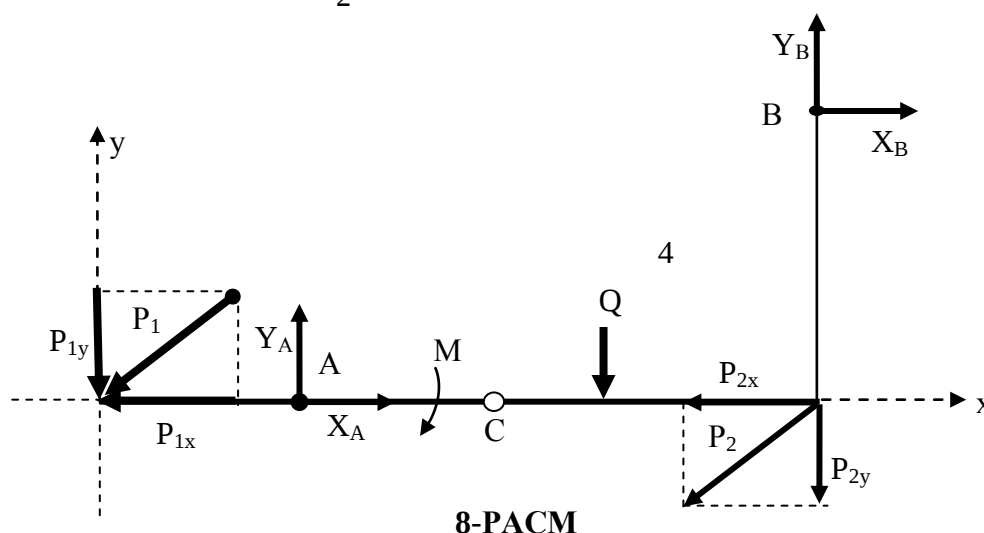
Endi P_1 va P_2 tashqi kuchlarning momentini xisoblashni engillashtirish uchun uni vertikal va gorizontaal tashkil etuvchilarga ajratamiz va kelgusida oson boʻlishi uchun uning X va U oʻqlaridagi proektsiyalarining qiymatlarini xisoblab qoʻyamiz.

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

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

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

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



4. Ushbu konstruktsiya muvozanat xolatida turibdi deb qaraladi va butun konstruktsiyaga qoʻyilgan muvozanatlashgan kuchlar sistemasini

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

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

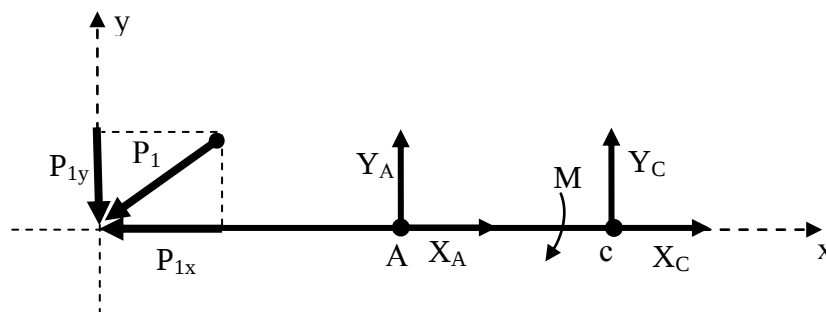
$$P_{1y} \cdot 9 - P_{1x} \cdot 3 - Y_A \cdot 6 + X_A \cdot 3 - M + Q \cdot 2 - P_{2x} \cdot 3 = 0 \quad (1)$$

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:

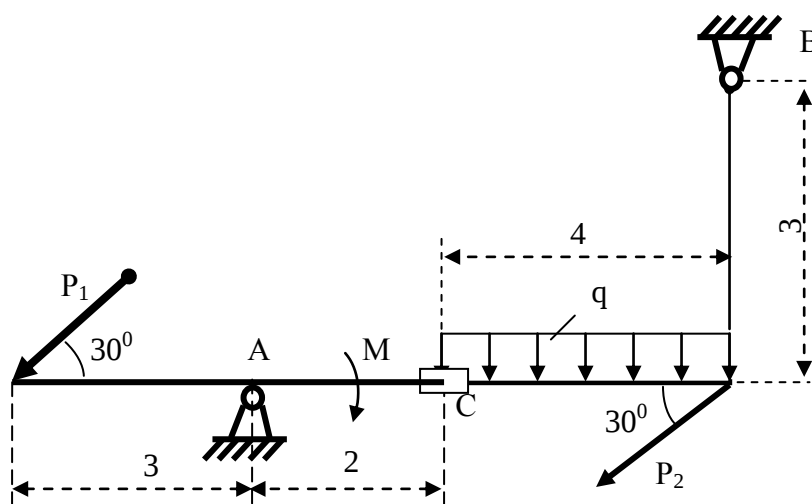
$$R_A = \sqrt{x_A^2 + y_A^2} = \sqrt{(20,1)^2 + (6,5)^2} = 21,12 \text{ кН}$$

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

II-QISM.

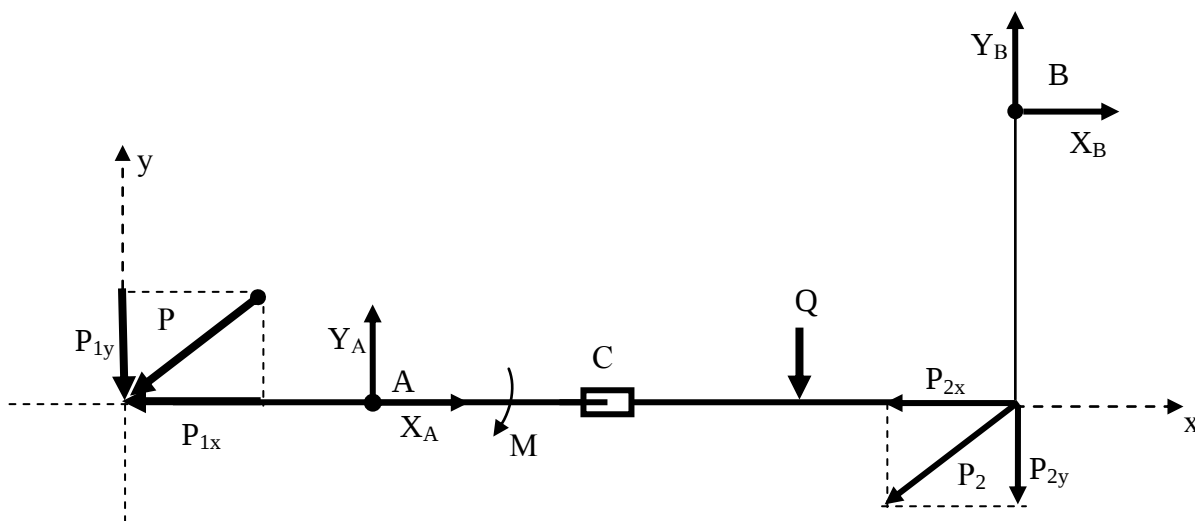
A nuqtaning tayanch reaksiyasini S nuqtadagi ulanish sirpanuvchi qotirma bo`lgan xol uchun aniqlash.

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:

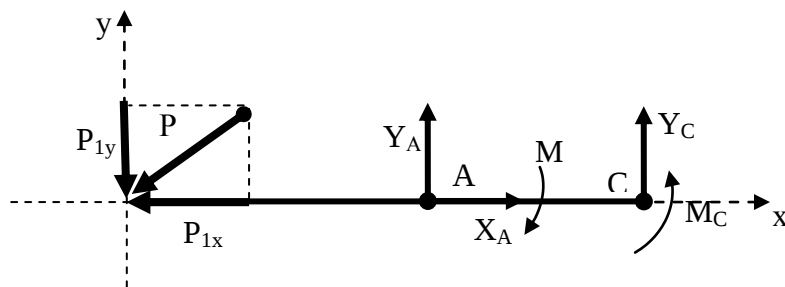


11-RASM

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

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

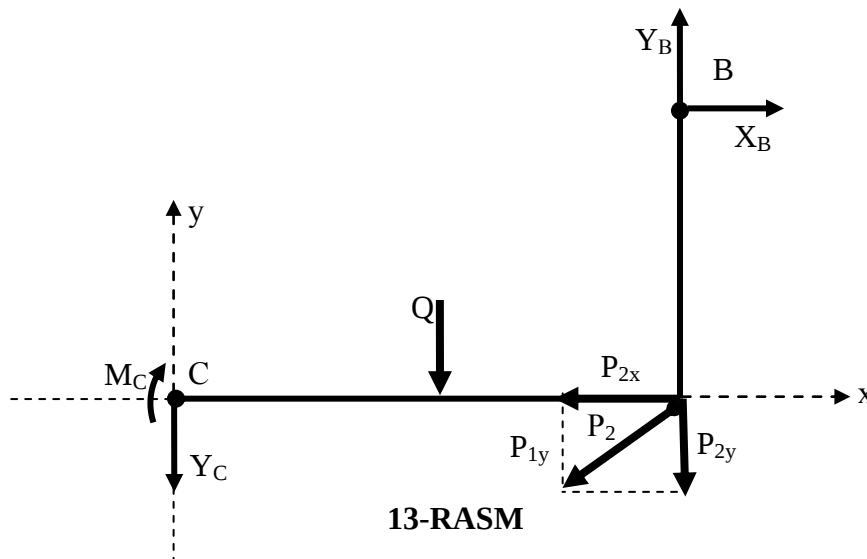
8. Shunday qilib, S nuqtadagi ulanish sirpanuvchi qistirib maxkamlangan bog'lanish bo'lganda, A tayanch reaksiyasining moduli sharnirli ulanishdagiga qaraganda kam ekan. Demak qolgan reaksiya kuchlarini II-qism uchun hisoblaymiz ya'ni V tayanchning va sirpanuvchi qotirma reaksiyalarining tashkil etuvchilarini 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 Y 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 konstruksiyaga ta'sir qilayotgan barcha kuchlarni U o`qiga proektsiyalaymiz va topilgan qiymatlarni unga qo`yamiz:

$$\Sigma Y = 0:$$

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

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

$$19 - 19 = 0$$

$$0 = 0$$

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	8,5	0,7	8,53	13,6	18,3	22,8	$\pm 4,3$	$\pm 11,6$

qotirma								
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--

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.

**“Транспорт иншоотлари ва автомобил йўллари” кафедрасининг
№ 16-сонли йиғилиш баённомаси**

Термиз шахри

12 апрель 2018 йил

Қатнашдилар: кафедра мудири,
т.ф.н. Д.Махмудов, доцент
З.Худойкулов, доц. Р.Каримов,
т.ф.н., Ч.Одилов, катта ўқитувчи
К.Омонов, катта ўқитувчи З.Саматов,
катта ўқитувчи Т.Дўсбеков,
ўқитувчилар М.Тўрахонов,
Я.Эшматов, З.Ахмедов, Ш.Гаппаров,
Э.Ашуров, Б.Қаландаров, М.Пўлатов,
З.Турдимуродова ва бошқа техник
ходимлар.

Кун тартиби:

5. Турли масалалар: кафедра катта ўқитувчиси п.ф.н. Н.М. Атоевнинг 5340600-Транспорт иншоотлари эксплуатацияси, 5340800-Автомобил йўллари ва аэродромлар ва 5310600-Ер усти транспорт тизимлари таълими мутахассислиги бакалавр таълим йўналиши талабалари учун тайёрланган «Назарий механика» фанининг «Ситатика» бўлиmidан амалий машғулотларни бажариш бўйича услубий кўрсатмани нашрга тавсия этиш тўғрисида.

Эшитилди:

Мазкур масала юзасидан кафедра мудири т.ф.н. Д.Махмудов сўзга чиқиб, педагогика фанлари номзоди, катта ўқитувчи Н.М.Атоев томонидан 5340600-Транспорт иншоотлари эксплуатацияси, 5340800-Автомобил йўллари ва аэродромлар ва 5310600-Ер усти транспорт тизимлари таълим мутахассислиглари бакалавр таълим йўналиши талабалари учун «Назарий механика» фанининг «Ситатика» бўлиmidан амалий машғулотларни бажариш бўйича услубий кўрсатма тайёрланган. Методик кўрсатмага Термиз давлат университети “Транспорт иншоотлари ва автомобил йўллари” кафедраси доценти т.ф.н. З.Худойкулов томонидан ички тақриз ва Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат Техника университети Термиз филиали декани т.ф.н. Б.Хушбоқов томонидан ташқи тақриз берилганлигини таъкидлади.

Методик кўрсатмани нашрга тавсия этиш бўйича кафедра аъзоларидан ўз фикр-мулоҳазаларини билдиришларини сўради. Кафедранинг барча аъзолари методик кўрсатмани нашрга тавсия этиш таклифларини билдирдилар.

Муҳокама этилган масала юзасидан тегишлича

Қ А Р О Р Қ И Л И Н Д И:

1. педагогика фанлари номзоди катта ўқитувчи Н.М.Атоевнинг 5340600-Транспорт иншоотлари эксплуатацияси, 5340800-Автомобил йўллари ва аэродромлар ва 5310600-Ер усти транспорт тизимлари таълими мутахассислиглари бакалавр таълим йўналишлари талабалари учун тайёрланган «Назарий механика» фанининг «Ситатика» бўлиmidан амалий машғулотларни бажариш бўйича услубий кўрсатма нашрга тавсия этилсин.

2. Кафедранинг ушбу қарорини маъқуллаш факультет Илмий кенгаши ҳамда университет ўқув-методик кенгашидан сўралсин.

Йиғилиш раиси
Йиғилиш котиби

Д.Махмудов
Ш.Гаппаров

