

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK – QURILISH INSTITUTI

NAZARIY MEXANIKA

fanidan

SIRTQI TA'LIM TALABALARI UCHUN

O`QUV USLUBIY KO'RSATMA



NAMANGAN-2022

Mazkur uslubiy ko'rsatma muhandislik yo'nalishlarning sirtqi bo'limida ta'lim olayotgan barcha talabalar uchun mo'ljallangan.

Mualliflar sirtqi ta'limda tahsil olayotgan talabalarga nazariy mexanika fanidan topshirishi kerak bo'lgan nazorat ishlarini qanday bajarish kerakligini o'rgatishini maqsad qilib ish yuritilgan.

Tuzuvchilar:

Prof. Sh.S.Yuldashev
(NamMQI),
k.o`qt. Sh.Jumaboyeva
(NamMQI)
tayanch doktorant.
F.SH.Yuldashev (NamMQI)

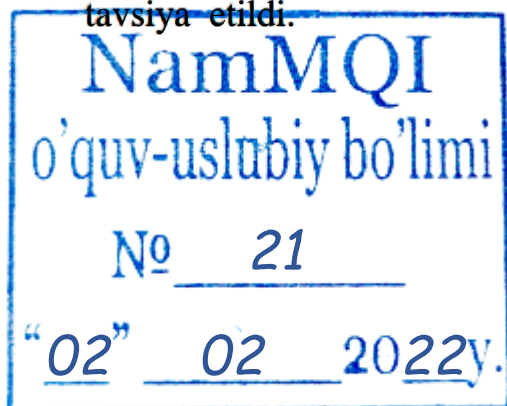
Taqrizchi:

f-m.f.n., Yo.K.Tillaboev

Ushbu o'quv -uslubiy ko'rsatmalar "Materiallar qarshiligi va mexanika" kafedrası tomonidan ko'rib chiqilgan va institut ilmiy-uslubiy kengashida ko'rib chiqish uchun tavsiya etilgan.

(_____ - yig'ilish bayoni _____ 2022 yil)

Namangan muhandislik-qurilish instituti o'quv-uslubiy kengashining « _____ » _____ dagi « _____ » - sonli yig'ilishida ko'rib chiqildi va chop etishga tavsiya etildi.



1-§. USLUBIY KO‘RSATMA MAQSADI

Nazariy mexanika fani bo‘yicha tayorlangan

Mazkur uslubiy ko‘rsatma muhandislik yo‘nalishlarning sirtqi bo‘limida ta’lim olayotgan barcha talabalar uchun mo‘ljallangan.

Mualliflar sirtqi ta’limda tahsil olayotgan talabalarga nazariy mexanika fanidan topshirishi kerak bo‘lgan nazorat ishlarini qanday bajarish kerakligini o‘rgatishni maqsad qilib ish yuritishgan.

Talabalar topshirishi kerak bo‘lgan nazorat ishlaridan namunalari keltirilgan ularni bajarish uchun qaysi mavzuga va tushunchalarga e’tibor berish kerakligi ta’kidlangan.

Keltirilgan namunaviy masalalarda har bir talaba o‘z variantini qanday tanlashni ham tushuntirilgan. Har bir nazorat ishini yechishga doir uslubiy tavsiyalar yordamida qanday bajarish namunasi ko‘rsatilgan. Har bir masalaga tegishli ko‘rsatmali dars (videodars) QR-COD yordamida kanalga ulab qo‘yilgan.

2-§. ASOSIY MA’LUMOTLAR. KO‘RSATMALAR

Nazariy mexanika fani uchta qismga bo‘lib o‘rganiladi. Statika, kinematika, dinamika. Sirtqi ta’lim yo‘nalishi talabalari bu qismlarning har biridan belgilangan tasdiqlangan o‘quv rejasiga binoan nazorat ishlarini bajarishadi.

“*Statika*” qismidan bajarilishi ko‘zda tutilgan nazorat ishlaridan biri, “*Tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasining muvozanat tenglamalaridan foydalanib jismning tayanch reaksiya kuchlarini aniqlash*” mavzusiga bag‘ishlangan.

Mazkur mavzuga oid masalalar yechish uchun talaba quyidagi tushuncha va ma’lumotlarni bilishi shart: **absolyut qattiq jism, kuch, kuchning o‘qlardagi proeksiyasi, bog‘lanish turlari va bog‘lanish reaksiya kuchlari, kuchning nuqtaga nisbatan momenti, tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasining muvozanat shartlari.**

“*Kinematika*” qismidan, “*Ilgarilanma va aylanma harakatdagi qattiq jism nuqtalarining tezlik va tezlanishlarini aniqlash*” mavzusiga oid namunaviy

topshiriqlarni bajarilishi ko‘rib chiqilgan. Mazkur mavzuni o‘zlashtirish uchun talabalar quyidagi tushunchalarni bilishi shart: **Qattiq jismning iglarilanma harakati, ilgarilanma harakatdagi qattiq jism ixtiyoriy nuqtasining tezlik va tezlanishi, qattiq jismning qo‘zg‘almas o‘q atrofida aylanma harakati, aylanma harakat qonuni, burchak tezlik va burchak tezlanish tushunchalari, qo‘zg‘almas o‘q atrofida aylanayotgan jism ixtiyoriy nuqtasining chiziqli tezligi va tezlanishi, normal va urinma tezlanishlar, tezlik, tezlanishlarning yo‘nalishlari.**

“*Dinamika*” qismidan ikkita namunaviy masalalar variantlari bilan keltirilgan. Birinchisi moddiy nuqta dinamikasiga tegishli bo‘lib, “*Moddiy nuqta harakat differensial tenglamasini integrallash*” mavzusiga doir masala. Bunday masalalarni yechish uchun talaba albatta, quyidagi tushunchalar bilan tanish bo‘lishi ularni bilishi shart: **Moddiy nuqta, moddiy nuqta massasi, dinamikaning asosiy qonunlari, moddiy nuqta harakat differensial tenglamasi, dinamikaning ikkita asosiy masalasi, ikkinchi asosiy masalani yechish tartibi, boshlang‘ich shartlar.**

“*Dinamika*”ga tegishli ikkinchi masala, “*Mexanik sistema massalar markazining harakati to‘g‘risidagi teorema*” mavzusiga oid.

Mazkur ko‘rinishdagi masalalarni yecha bilish uchun talaba quyidagi tushunchalarni bilishi shart: **Mexanik sistema, sistema massasi, massalar markazi, ichki va tashqi kuchlar, ichki kuchlarning xossalari, mexanik sistema massalar markazining harakati to‘g‘risidagi teorema, massalar markazi harakatining saqlanish qonunlari.**

Yuqorida keltirilgan talabalar bilishi shart bo‘lgan savollarga javob bu kitobchada yo‘q. Savollarga javoblar uslubiy ko‘rsatma oxirida tavsiya etilgan darsliklardan o‘rganiladi. Ulardan foydalanganda nimalarga e‘tibor berish to‘g‘risida ham tavsiyalar bermoqchimiz:

3-§. USLUBIY KO'RSATMALAR

1. O'quv qo'llanmalardan (kitobdan) mustaqil foydalanganda dastlab, qo'yilgan savolning ma'nosiga e'tibor berish kerak. Maqsad – kitobdagi ma'lumotlarni “yodlash” emas, balki uning ma'nosini tushunishdan iborat.

2. Kitobdan mustaqil foydalanganda uni mavzular bo'yicha, yoki bo'limlar bo'yicha o'rganish tavsiya qilinadi. Birinchi navbatda, mavzuga tegishli hamma ma'lumotni, ba'zi tushunmovchiliklarga qaramasdan o'qib chiqish kerak. So'ngra qiyin bo'lib tuyulgan qismlarni diqqat bilan tahlil qilish kerak. Qayta o'qish paytida ta'rif, teoremalarga alohida e'tibor berish (odatda ular kitobda ajratib beriladi), ularni nima uchun shunday yozilganini, ma'nosini tushunishga harakat qiling, keltirilgan ta'rif va teoremalarni o'z so'zlaringiz bilan aytishga intiling. Undan tashqari, isbotlanuvchi ifodalarni isbot qilish jarayonini puxta o'rganish (mexanikada odatda ular uncha qiyin emas), uni mustaqil amalga oshirishni bilish kerak.

3. Shu narsaga e'tibor berish lozimki, biror mavzu turli o'quv qo'llanmalarida turli tartibda berilishi mumkin. Shuning uchun biror savolga javob kitobning boshqa bo'limida bo'lishi mumkin. Masalan, statika bo'limida kuchlar sistemasini bir markazga keltirish haqidagi teorema ixtiyoriy kuchlar sistemasi uchun berilishi yoki avvalo, tekislikdagi kuchlar sistemasi uchun, so'ngra ixtiyoriy kuchlar sistemasi uchun berilishi mumkin.

Shunday qilib, tavsiya qilingan adabiyot bo'yicha o'rganganingizda, biror mavzuga oid savollarni bir qismiga oldin, boshqa qismiga esa keyingi mavzulardan javob olishingiz mumkin. Bu holat sizga fanni to'la o'zlashtirishga to'sqinlik qilmaydi.

4 - §. NAZORAT TOPSHIRIQLARINI OLISH VA BAJARISH

TARTIBI:

Topshiriqlar mazmuni, variantlarni tanlash tartibi, ishni bajarish tartibi bilan tanishamiz:

Har bir masalada 10 ta shakl va jadval, hamda masala shartlari keltirilgan. Shakllarning raqamlanishi ikkiyoqlama bo'lib, shaklning tartib raqamini nuqtadan keyingi raqam ifodalaydi. Masalan, *SI.4* - bu *SI* masalaning 4 - shakli va hokazo. Masala shartlari jadvalda 1-chi ustun bo'ylab 0 dan 9 gacha keltirilgan.

Talaba reyting daftarchasining ohirgi ikki raqani, uning variant hisoblanadi.

Talaba barcha masalalarda shaklni o'z reyting daftarchasidagi shifrlarning oxiridan oldingi raqami bo'yicha, masala shartini esa o'z shifrlarning oxirgi raqami bo'yicha tanlaydi.

Masalan, agar talaba reyting daftarchasi shifri "46" raqam bilan tugasa, 4-shakl va jadvaldan 6 masala shartlarini oladi.

Mazkur uslubiy ko'rsatmada berilgan to'rtta masala bitta daftarga bajariladi va daftarning betlari raqamlanadi. Muqovada fan nomi, topshiriq tartib raqami ya'ni variant raqami, talabaning familiyasi va ismi, o'quv shifri, fakulteti, mutaxassisligi va yashash joyi manzili ko'rsatiladi. Daftarning birinchi betiga topshiriq raqami, yechiladigan masalalar tartib raqamlari va nazorat topshiriqlar berilgan qo'llanmaning chop etilgan yili ko'rsatiladi.

Har bir masalaning yechimini yozishni albatta juft betdan boshlash kerak (aks holda ishni tekshirish qiyinlashadi). Dastlab masala tartib raqami yoziladi, so'ngra shakl chiziladi (shaklni qalam bilan chizish kerak, so'ngra berilgan kattaliklar hamda topilishi kerak bo'lgan kattaliklar yoziladi, masala shartini to'la yozish kerak emas). Shaklni o'z variantingiz shartlarini e'tiborga olgan holda chizish kerak va undagi burchaklar, ta'sir etayotgan kuchlar, jismlar soni va ularning joylashishi sizning variantingizdagi masala shartiga mos bo'lishi kerak. Natijada sizning shaklingiz umumiy shaklga nisbatan ancha sodda ko'rinish hosil qiladi.

Shaklni batartib va ko'rgazmali qilib chizish lozim, shakl o'lchamlari ta'sir etayotgan kuchlarni, tezlik va tezlanish vektorlarini aniq tasvirlashga imkon berishi kerak.

Shaklda albatta barcha vektorlarni, koordinata o'qlarini ko'rsatish, topilgan kattaliklarning o'lchov birliklarini ko'rsatish shart. Masalaning yechimini qisqacha tushuntirib yozish lozim (qaysi formula yoki teoremadan foydalanilgani, u yoki bu kattalikni qanday hosil bo'lganini va hokazo), hamda hisoblash ishlarini barchasini to'la keltirish kerak. Daftarning har bir betida tekshirish kamchiliklarini ko'rsatish uchun joy qoldirish kerak.

Yuqorida aytilgan talablarga javob bermaydigan nazorat topshiriqlari tekshirilmaydi va qayta ishlash uchun talabaga qaytariladi. Qayta tekshirishga topshirilayotgan daftarga (agar ish boshqa daftarda bajarilgan bo'lsa) albatta, sinovdan o'tmagan daftarni qo'shib topshirish lozim. Talaba yakuniy nazorat paytida o'qituvchi tomonidan tekshirilib, qabul qilingan daftarni o'qituvchiga ko'rsatadi, daftarda tekshiruvchi ko'rsatgan ayrim xatolar tuzatilgan bo'lishi kerak.

Agar shakldagi jismlar harflar yoki sonlar bilan belgilangan bo'lsa, u holda jadvalda va masala shartidagi P_1, l_1, r_1 va hokazolar 1-jismning og'irligi va o'lchovlarini, P_2, l_2, r_2 2-jismning og'irligi va o'lchovlarini bildiradi. Xuddi shu kabi kinematika va dinamikada v_B, a_B lar B nuqtaning tezligi va tezlanishini, ω_1, ε_1 lar 1-jismning burchak tezligi va burchak tezlanishini, ω_2, ε_2 lar 2-jismning va hokazo ifodalaydi. Bu haqda har bir masalada alohida aytilmagan bo'lishi mumkin.

Shuni ham e'tiborga olish lozimki, masala shartlarida berilgan kattaliklarning ba'zilar masala yechishda ishlamasligi mumkin, bu kattaliklar boshqa variantdagi masalalarni yechishda ishlaydi. Masalaning umumiy shartlarini o'qiyotganda faqat o'z variantingizga tegishli qismiga (sizning variantingiz shakli yoki shartlariga) e'tibor bering.

Nazorat ishiga kirgan masalalarni yechishga doir uslubiy ko'rsatmalar har bir masala shartidan so'ng "Ko'rsatmalar" umumiy nomi bilan berilgan. So'ngra, o'xshash masala yechib ko'rsatilgan. Shuning uchun ba'zi oraliqda hisoblashlar tushirib qoldirilgan. Lekin o'z masalangizni yechishda albatta barcha

almashtirishlarni va hisoblashlarni to'la keltirishingiz shart. Masala oxirida javoblar keltiriladi.

S1 TOPSHIRIQ

QR-COD yordamida mavzuga oid (videodars) dars taqdimotini Youtube kanalida ko'rishingiz mumkin

Vertikal tekislikda joylashgan **AB** o'zgarmas rama (SI. 0 - SI.9 shakllar, SI jadval) **A** nuqtada sharnir yordamida qo'zg'almas qilib, **B** nuqtada esa og'irligi hisobga olinmaydigan sterjen yordamida yoki qo'zg'aluvchi sharnirli tayanchga mahkamlangan.

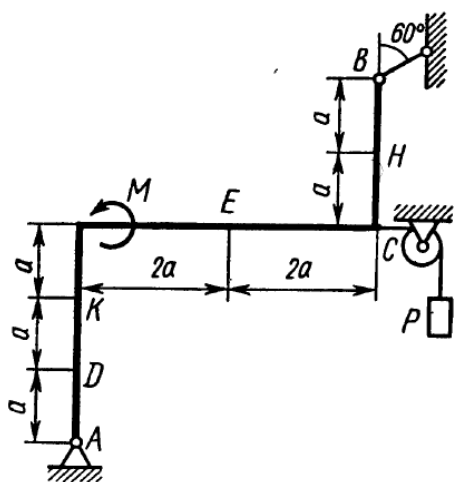


Ramaning **C** nuqtasiga sim arqon bog'langan bo'lib, blok orqali o'tgan arqon uchiga $P = 25 \text{ kN}$ yuk osilgan. Ramaga momenti $M = 100 \text{ kN/m}$ bo'lgan juft kuch va qo'yilish nuqtasi, miqdori va yo'nalishi jadvalda ko'rsatigan ikkita kuch ta'sir qiladi (masalan: 1-shartda ramaning **D** nuqtasiga qo'yilgan va gorizonttal o'q bilan 15° burchak hosil qilgan \vec{F}_2 kuch, **E** nuqtasiga qo'yilgan, gorizonttal o'q bilan 60° burchak hosil qilgan \vec{F}_3 kuch ta'sir qiladi).

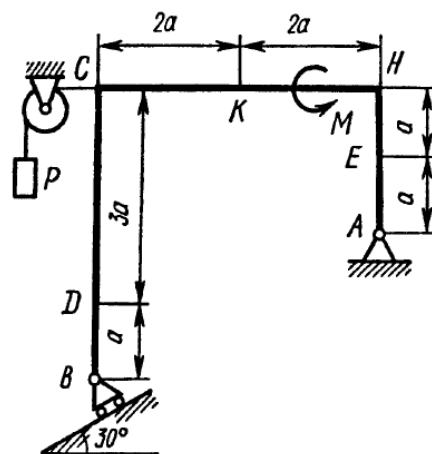
Qo'yilgan kuchlar ta'siridagi **A** va **B** nuqtalardagi tayanch reaksiya kuchlari aniqlansin. Hisoblash paytida $a = 0,5 \text{ m}$ ga teng deb olinsin.

Ko'rsatmalar: SI topshiriq - tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasi ta'siridagi jismning muvozanatiga doir masala. Masalani yechishda blok orqali o'tgan arqonning ikkala qismining tarangligi teng ekanligini (ishqalanish kuchini hisobga olmaganda) e'tiborga olish lozim. Momentlar tenglamasini soddaroq (tenglamaga kamroq noma'lum qatnashadigan) tuzish uchun ikkita noma'lum reaksiya kuchlarining ta'sir chiziqlari kesishgan nuqtaga nisbatan moment olish maqsadga muvofiq. \vec{F} kuchning momentini hisoblashda uni yelkasi oson aniqlanadigan gorizonttal \vec{F}' va vertikal \vec{F}'' tashkil etuvchilarga ajratib, Varin'on teoremasidan foydalanish kerak:

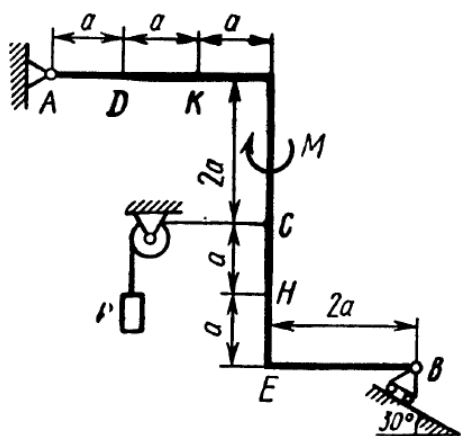
$$m_0(\vec{F}) = m_0(\vec{F}') + m_0(\vec{F}'')$$



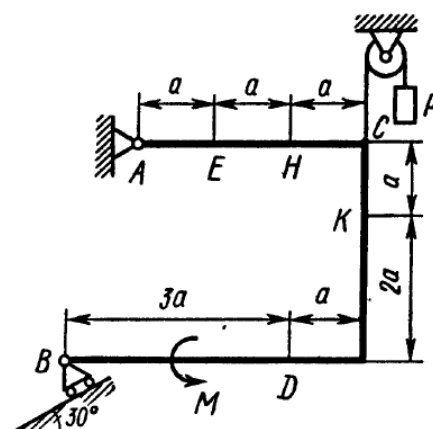
S1.0 shakl



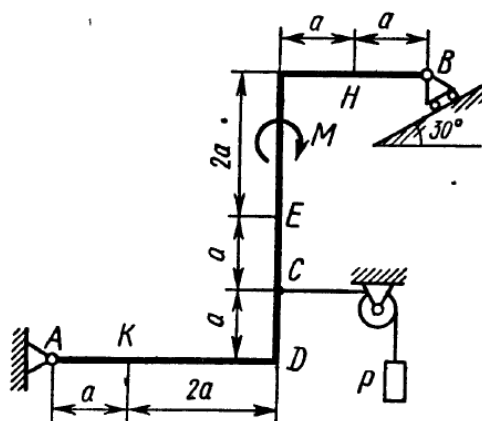
S1.1 shakl



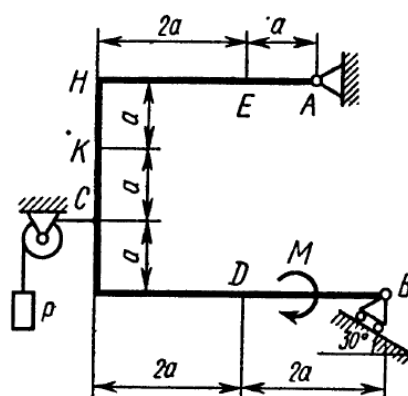
S1.2 shakl



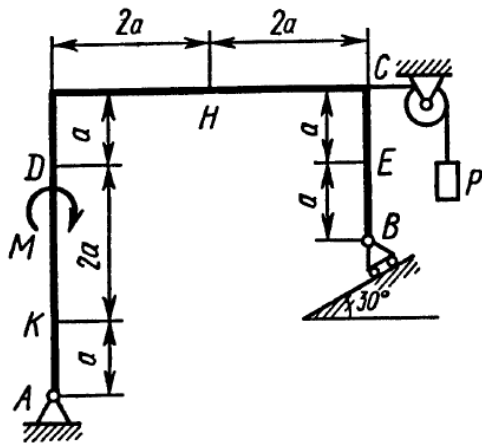
S1.3 shakl



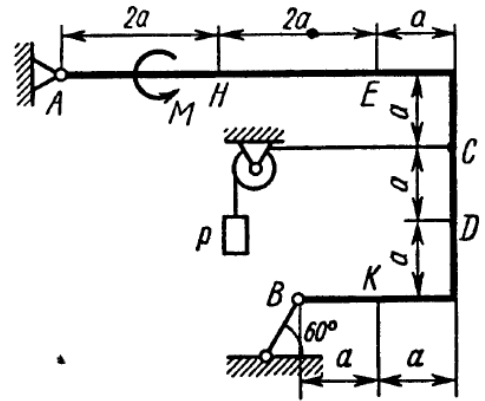
S1.4 shakl



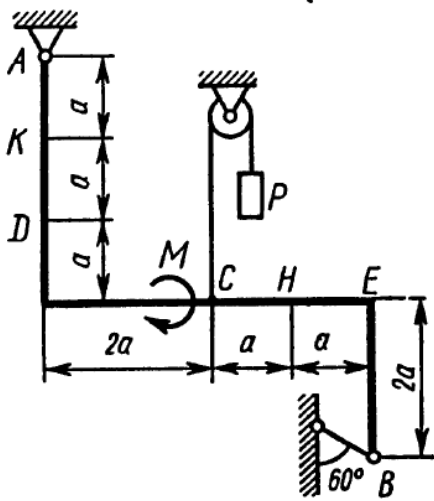
S1.5 shakl



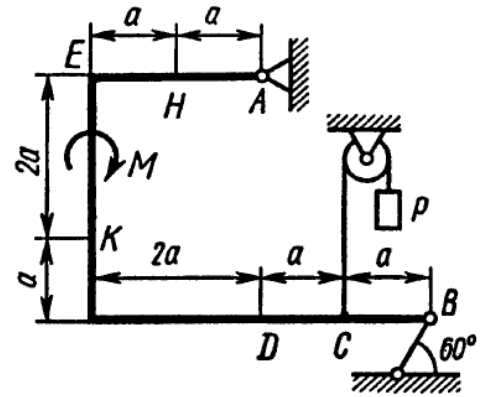
S1.6 shakl



S1.7 shakl



S1.8 shakl



S1.9 shakl

S1 jadval

Kuchlar	\vec{F}_1		\vec{F}_2		\vec{F}_3		\vec{F}_4	
	α_1		α_2		α_3		α_4	
Shart nomeri	$F_1 = 10kN$		$F_2 = 20kN$		$F_3 = 30kN$		$F_4 = 40kN$	
	Qo'yilish nuqtasi	α_1 grad	Qo'yilish nuqtasi	α_2 grad	Qo'yilish nuqtasi	α_3 grad	Qo'yilish nuqtasi	α_4 grad
	H	30	-	-	-	-	K	60
1	-	-	D	15	E	60	-	-
2	K	75	-	-	-	-	E	30
3	-	-	K	60	H	30	-	-
4	D	30	-	-	-	-	E	60
5	-	-	H	30	-	-	D	75
6	E	60	-	-	K	15	-	-
7	-	-	D	60	-	-	H	15
8	H	60	-	-	D	30	-	-
9	-	-	E	75	K	30	-	-

S1 TOPSHIRIQNI BAJARISH NAMUNASI

ABCD o'zgarmas plastinka (*S1*-shakl) **A** nuqtada qo'zg'almas sharnirli tayanchga, **B** nuqtada esa g'ildirakli sharnir tayanchga mahkamlangan. Unga ta'sir etayotgan barcha kuchlar hamda masofalar shaklda ko'rsatilgan.

$$\text{Berilgan: } F = 25 \text{ kN}, \alpha = 60^\circ, P = 18 \text{ kN}, \gamma = 75^\circ, M = 50 \text{ kN} \cdot \text{m}, \\ \beta = 30^\circ, a = 0,5 \text{ m}$$

Qo'yilgan kuchlar ta'siri natijada **A** va **B** nuqtalardagi tayanchlarda hosil bo'lgan reaksiya kuchlari aniqlansin.

YECHISH: 1. Plastinkaning muvozanat holatini tekshiramiz. Koordinata o'qlarini o'tkazamiz va plastinkaga ta'sir etayotgan \vec{F} kuchni, momenti M bo'lgan juft kuchni, sim arqonning taranglik kuchi \vec{T} ni (miqdor jihatidan $T = P$) va $\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{R}_B$ tayanch reaksiya kuchlarini (**A**-qo'zg'almas sharnirli tayanchning reaksiya kuchini ikkita tashkil etuvchiga ajratdik, qo'zg'aluvchan sharnirli **B** tayanch reaksiya kuchi tayanch turgan tekislikka perpendikulyar yo'nalgan) shaklda tasvirlaymiz.

2. Hosil bo'lgan tekislikda ixtiyoriy joylashgan kuchlar sistemasi uchun uchta muvozanat tenglamasini tuzamiz. \vec{F} kuchni **A** nuqtaga nisbatan momentini hisoblashda uni \vec{F}' va \vec{F}'' tashkil etuvchilarga ajratib,

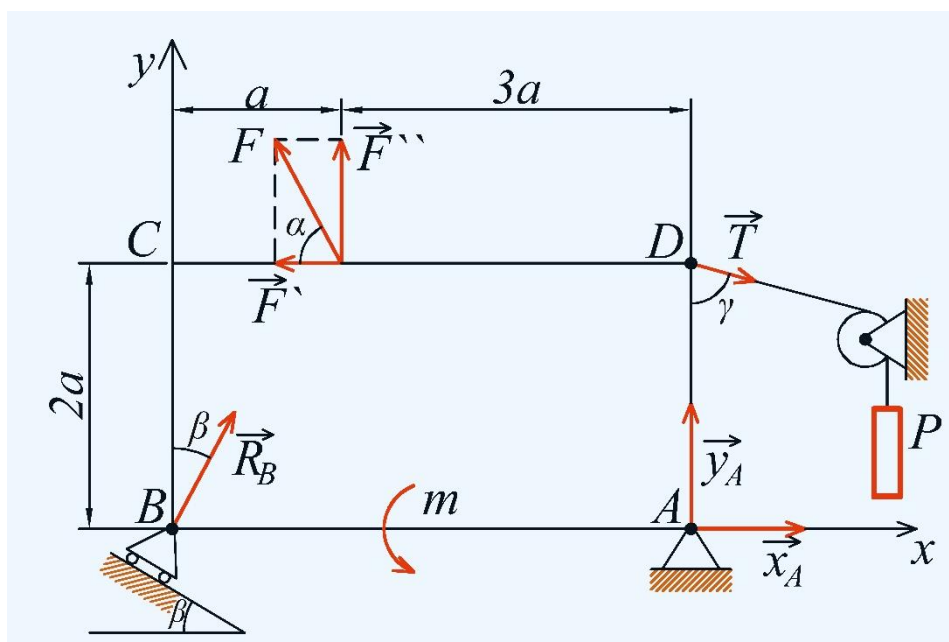
$$(F' = F \cos \alpha, F'' = F \sin \alpha) \quad m_A(\vec{F}) = m_A(\vec{F}') + m_A(\vec{F}'')$$

ifodadan foydalanamiz. Quyidagini hosil qilamiz:

$$\sum F_{kx} = 0, \quad X_A + R_B \sin \beta - F \cos \alpha + T \sin \gamma = 0; \quad (1)$$

$$\sum F_{ky} = 0, \quad Y_A + R_B \cos \beta + F \sin \alpha - T \cos \gamma = 0; \quad (2)$$

$$\sum m_A(\vec{F}_k) = 0, \quad M - R_B \cos \beta \cdot 4a + F \cos \alpha \cdot 2a - F \sin \alpha \cdot 3a - T \sin \gamma \cdot 2a = 0 \quad (3)$$



S1 shakl

Tuzilgan tenglamalar sistemasiga berilgan kattaliklarning miqdorlarini qo'yib, hosil bo'lgan tenglamalardan noma'lum tayanch reaksiya kuchlarini aniqlaymiz.

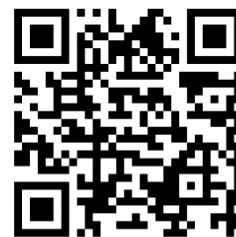
Javob: $X_A = -8,5 \text{ kN}$; $Y_A = -23,3 \text{ kN}$; $R_B = 7,3 \text{ kN}$;

X_A, Y_A ifodalar oldidagi minus ishora \vec{X}_A, \vec{Y}_A kuchlarning haqiqiy yo'nalishi S1 shaklda ko'rsatilganiga qarama-qarshi yo'nalganligini bildiradi.

K2 TOPSHIRIQ

QR-COD yordamida mavzuga oid (videodars) dars taqdimotini Youtube kanalida ko'rishingiz mumkin

Mexanizm bir-biri bilan tishlashgan yoki qayishli uzatma orqali tutashtirilgan 1-3 pog'onali g'ildiraklardan, 4 - tishli reykanadan va g'ildiraklardan birortasiga o'ralgan ip uchiga osilgan 5-yukdan iborat (K2.0 - K2.9 shakllar, K2-jadval). G'ildiraklar pog'onalarining radiuslari mos ravishda 1-g'ildirakniki - $r_1 = 2 \text{ sm}$, $R_1 = 4 \text{ sm}$, 2-g'ildirakniki - $r_2 = 6 \text{ sm}$,



$R_2 = 8 \text{ sm}$, 3-g'ildirakniki – $r_3 = 12 \text{ sm}$, $R_3 = 16 \text{ sm}$ ga teng. A, B , va C nuqtalar g'ildiraklarning to'g'inida joylashgan.

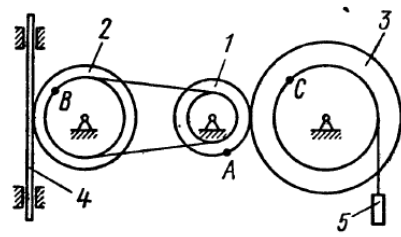
Jadvalning “Berilgan” ustunida mexanizmni yetaklovchi zvenosining harakat qonuni yoki tezligining o'zgarish qonuni berilgan bo'lib, bu yerda $\varphi_1(t)$ 1-g'ildirakning harakat qonuni, $S_4(t)$ 4-reykaning harakat qonuni, $\omega_2(t)$ 2-g'ildirak burchak tezligining o'zgarish qonuni, $v_5(t)$ 5-yuk tezligining o'zgarish qonuni va hokazo. (Barcha variantda φ -radianlarda, s -santimetrlarda, t -sekundlarda o'lchanadi).

$t_1 = 2 \text{ s}$ vaqt uchun jadvalning “Topish kerak” ustunida ko'rsatilgan nuqtalarning yoki jismlarning tezliklari (\vec{v} chiziqli tezlik, ω -burchak tezlik, v_5 - 5 yukning tezligi) va tezlanishlari (a -chiziqli tezlanish, ε - burchak tezlanishi) aniqlansin.

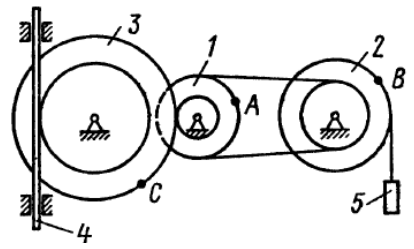
Ko'rsatmalar: K2 topshiriq-qattiq jismning qo'zg'almas o'q atrofidagi aylanma harakatini tekshirishga doir. Masalani yechayotganda agar ikki g'ildirak tishlashgan bo'lsa, ikkala g'ildirak tishlashgan nuqtalarning tezliklari tengligini hamda, agar ikki g'ildirak qayishli uzatma yordamida tutashtirilgan bo'lsa, qayishdagi barcha nuqtalarning (shu jumladan g'ildiraklar to'g'inlaridagi barcha nuqtalarning) tezliklari miqdor jihatdan bir xil ekanligini hisobga olish lozim. Qayish g'ildirak to'g'inida sirpanmasdan harakatlanadi deb hisoblansin.

K2 jadval

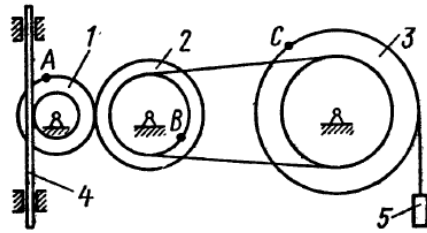
Shartning tartib raqami	Berilgan	Topish kerak	
		tezliklar	tezlanishlar
0	$S_4 = 4(7t - t^2)$	v_B, v_C	ε_2, a_A, a_5
1	$v_5 = 2(t^2 - 3)$	v_A, v_C	ε_3, a_B, a_4
2	$\varphi_1 = 2t^2 - 9$	v_4, ω_2	ε_2, a_C, a_5
3	$\omega_2 = 7t - 3t^2$	v_5, ω_3	ε_2, a_A, a_4
4	$\varphi_3 = 3t - t^2$	v_4, ω_1	ε_1, a_B, a_5
5	$\omega_1 = 5t - 2t^2$	v_5, ω_B	ε_2, a_C, a_4
6	$\varphi_2 = 2(t^2 - 3t)$	v_4, ω_1	ε_1, a_C, a_5
7	$v_4 = 3t^2 - 8$	v, ω_3	ε_3, a_B, a_5
8	$S_5 = 2t^2 - 5t$	v, ω_2	ε_1, a_C, a_4
9	$\omega_3 = 8t - 3t^2$	v_5, v_B	ε_2, a_A, a_4



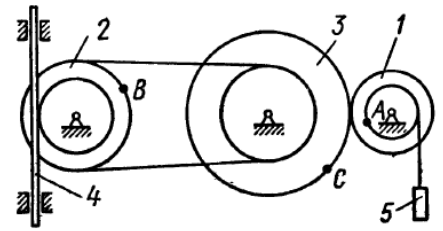
K2.0 shakl



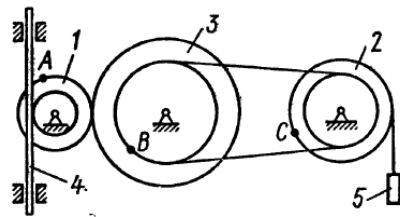
K2.1 shakl



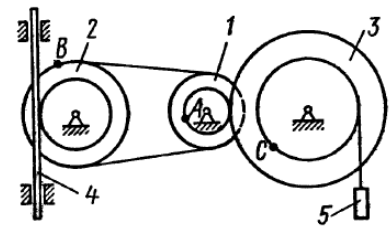
K2.2 shakl



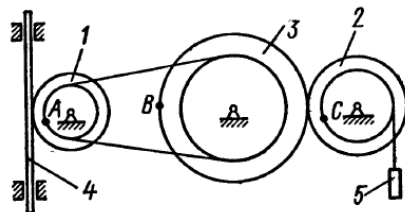
K2.3 shakl



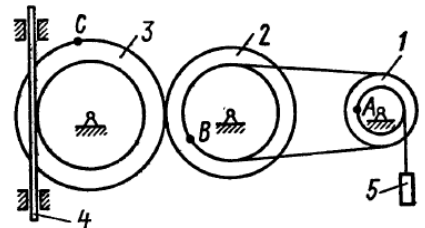
K2.4 shakl



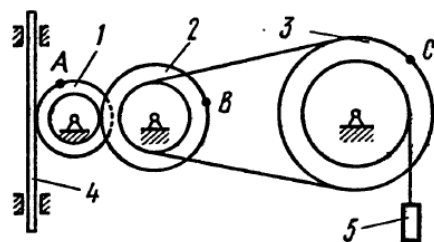
K2.5 shakl



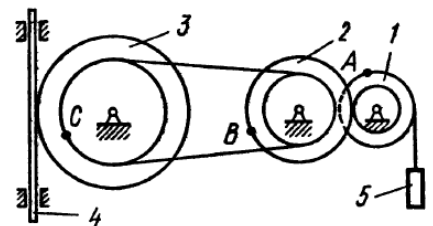
K2.6 shakl



K2.7 shakl



K2.8 shakl



K2.9 shakl

K2 TOPSHIRIQNI BAJARISH NAMUNASI:

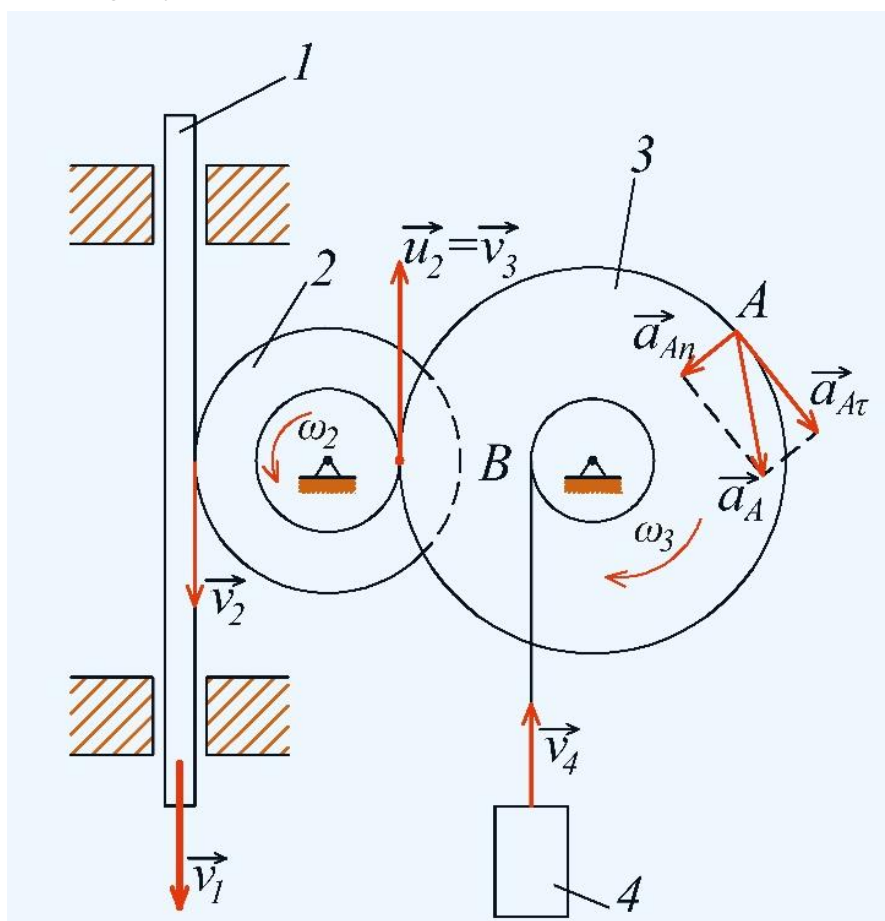
1-tishli reyka, radiuslari r_2 va R_2 bo'lgan 2-pog'onali g'ildirak, radiusi r_3 bo'lgan val bilan qo'zg'almas qilib biriktirilgan radiusi R_3 bo'lgan g'ildiraklar birlari bilan tishlashgan. Valga o'ralgan ipga 4 - yuk osilgan (K2 shakl). Tishli reyka $s_1 = f(t)$ qonun bo'yicha harakat qiladi.

Berilgan: $R_2 = 6 \text{ sm}$, $r_2 = 4 \text{ sm}$, $R_3 = 8 \text{ sm}$,

$r_3 = 3 \text{ sm}$, $s_1 = 3t^3$ (s -santimetrlarda, t -sekundda), $t_1 = 3 \text{ s}$, A nuqta 3-g'ildirak to'g'ida joylashgan.

Topish kerak: ω_3 , v_4 , ε_3 , a_2 kattaliklarning $t = t_1$ vaqtdagi qiymatini.

YECHISH: G'ildiraklarning tashqi pog'onalarining to'g'igidagi (radiusi R_i) nuqtalarning tezligini v_i ichki pog'onalarining to'g'igidagi (radiusi r_i) nuqtalarning tezligini u_i bilan belgilaymiz.



K2 shakl

1. Barcha g'ildiraklarning burchak tezliklarini t vaqtning funksiyasi sifatida aniqlaymiz, 1 reykaning harakat qonuni berilgani uchun, uning tezligini topamiz:

$$v_1 = \frac{ds_1}{dt} = 9t^2 \quad (1)$$

Reyka bilan 2-g'ildirak tishlashgani uchun $v_2 = v_1$ yoki $v_1 = \omega_2 R_2$ Ikkinchi tomondan 2 va 3-g'ildiraklar ham tishlashganligi uchun $u_2 = v_3$ yoki $\omega_2 r_2 = \omega_3 R_3$. Bu tengliklardan quyidagilarni topamiz:

$$\omega_2 = \frac{v_1}{R_2} = \frac{3}{2}t^2, \quad \omega_3 = \frac{r_2}{R_3}\omega_2 = \frac{3}{4}t^2 \quad (2) \quad t_1 = 3s$$

vaqt uchun $\omega_3 = 6,75 s^{-1}$ hosil qilamiz.

2. v_4 ni aniqlaymiz. $v_4 = v_B = \omega_3 r_3$ bo'lgani uchun $t = 3s$ da $v_4 = 20,25 \frac{m}{s}$.

3. ε_3 ni aniqlaymiz. (2) tenglamadan foydalanib ε_3 ni topamiz:

$$\varepsilon_3 = \frac{d\omega_3}{dt} = 1,5t, \quad t_1 = 3s \text{ da } \varepsilon_3 = 4,5 s^{-2}.$$

4. a_A ni aniqlash. A nuqta aylanma harakatda bo'lgani uchun

$$\vec{a}_A = \vec{a}_{A\tau} + \vec{a}_{An} \text{ bu yerda } a_{A\tau} = R_3 \varepsilon_3,$$

$$a_{An} = R_3 \omega_3^2 \quad \text{u holda } t = 3s \text{ vaqt uchun:}$$

$$a_{A\tau} = 36 \text{ sm/s}^2; \quad a_{An} = 364,5 \text{ sm/s}^2; \quad a_A = \sqrt{a_{A\tau}^2 + a_{An}^2} = 366,3 \text{ sm/s}^2$$

K2 shaklda barcha nuqtalarning tezlik va tezlanishlari hamda g'ildiraklarning burchak tezliklarining yo'nalishi ko'rsatilgan.

Javob: $\omega_3 = 6,75 \text{ s}^{-1}$; $v_4 = 20,25 \text{ sm/s}$; $\varepsilon_3 = 4,5 \text{ s}^{-2}$; $a_A = 366,3 \text{ sm/s}^2$;

D1 TOPSHIRIQ

QR-COD yordamida mavzuga oid (videodars) dars taqdimotini Youtube kanalida ko`rishingiz mumkin

Massasi m bo'lgan D yuk A nuqtada v_0 boshlang'ich tezlik olib ABC egilgan quvur (truba) ichida harakatlanadi (quvur vertikal tekislikda joylashgan). Quvurning ikkala uchi gorizontga ma'lum burchak ostida joylashgan yoki biri gorizont, ikkinchisi ma'lum burchak ostida og'gan. ($D1.0 - D1.9$ shakllar, $D1$ jadval).



Yo'lning AB qismida yukka og'irlik kuchidan tashqari yana \vec{Q} kuch (uning yo'nalishi shaklda ko'rsatilgan) va nuqta tezligiga proporsional bo'lgan, harakatga qarama-qarshi yo'nalgan muhit qarshilik kuchi \vec{R} ta'sir qiladi. Quvurning AB qismida yukni quvurga ishqalanish kuchini hisobga olmang.

B nuqtada yuk o'z tezligini o'zgartirmasdan quvurning BC qismiga o'tadi va bu qismda unga og'irlik kuchidan tashqari ishqalanish kuchi (yuk bilan quvur orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti $f = 0,2$ ga teng) va x o'qidagi proyeksiyasi F_x bo'lgan, jadvalda berilgan \vec{F} o'zgaruvchi kuch ta'sir qiladi.

Yukni moddiy nuqta deb hisoblab va $AB = l$ masofani yoki yukni A nuqtadan B nuqtagacha o'tish vaqti t_1 ni bilgan holda yukning BC qismdagi harakat qonunini toping: $x = f(t) = ?$

Ko'rsatmalar. $D1$ topshiriq moddiy nuqta harakat differensial tenglamasini integrallashga doir masala (dinamikaning asosiy masalasini yechish). Masala yechimi ikki qismdan iborat. Avvalo, boshlang'ich shartlarni hisobga olgan holda moddiy nuqta (yuk) harakat differensial tenglamasini tuzib olib, o'zgaruvchilarni bo'laklash usulini qo'llab uni integrallash kerak. Keyin yukning AB qismdagi harakat vaqti yoki shu qism uzunligini bilgan holda yukning B nuqtadagi tezligi topiladi. Topilgan tezlik yukni BC qismidagi harakati uchun boshlang'ich tezlik

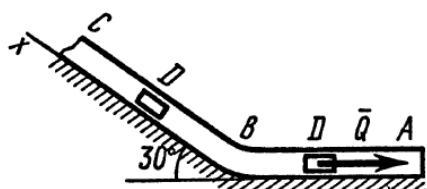
bo'ladi. Keyin **BC** qismda yukning harakat differensial tenglamasi tuzilib, boshlang'ich shartlarni hisobga olgan holda integrallanadi, sanoq boshi yuk **B** nuqtada turgan holatda olinadi va shu paytda $t = 0$ deb hisoblanadi.

AB qismda yukning harakat differensial tenglamasini integrallashda, agar l uzunlik berilgan bo'lsa, tenglamada x o'zgaruvchiga o'tish kerak, ya'ni:

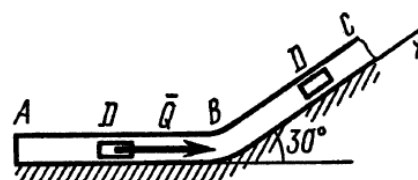
$$\frac{dv_x}{dt} = v_x \frac{dv_x}{dx}$$

D1 jadval

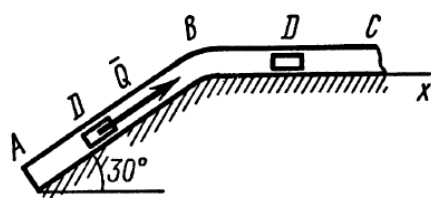
Shart nomeri	m, kg	$v_0, m/s$	Q, N	R, N	l, m	t_1, s	F_x, N
0	2	20	6	$0,4 v$	-	2,5	$2 \sin(4 t)$
1	2,4	12	6	$0,8 v^2$	1,5	-	$6 t$
2	4,5	24	9	$0,5 v$	-	3	$3 \sin(2 t)$
3	6	14	22	$0,6 v^2$	5	-	$-3 \cos(2 t)$
4	1,6	18	4	$0,4 v$	-	2	$4 \cos(4 t)$
5	8	10	16	$0,5 v^2$	4	-	$-6 \sin(2 t)$
6	1,8	24	5	$0,3 v$	-	2	$9 t^2$
7	4	12	12	$0,8 v^2$	2,5	-	$-8 \cos(4 t)$
8	3	22	9	$0,5 v$	-	3	$2 \cos(2 t)$
9	4,8	10	12	$0,2 v^2$	4	-	$-6 \sin(4 t)$



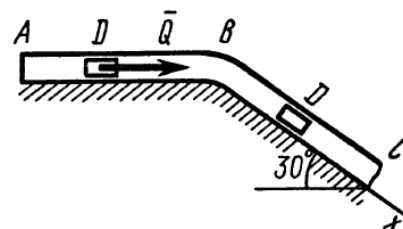
D1.0 shakl



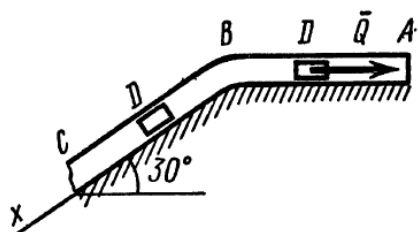
D1.1 shakl



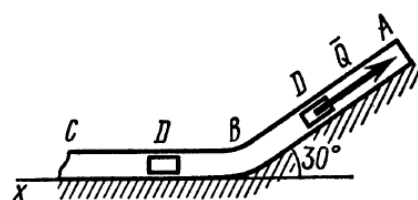
D1.2 shakl



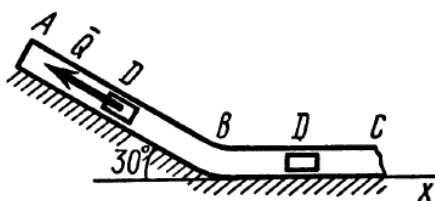
D1.3 shakl



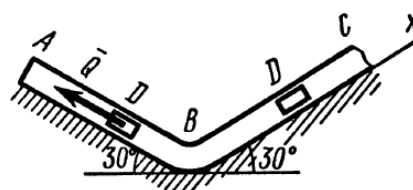
D1.4 shakl



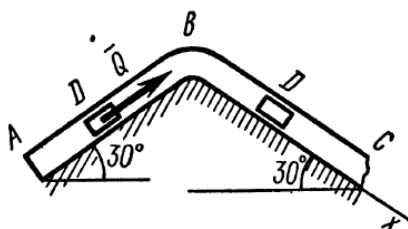
D1.5 shakl



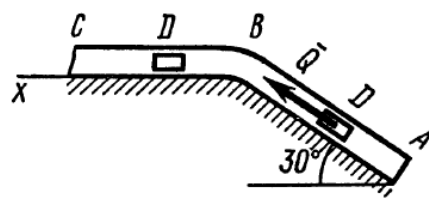
D1.6 shakl



D1.7 shakl



D1.8 shakl



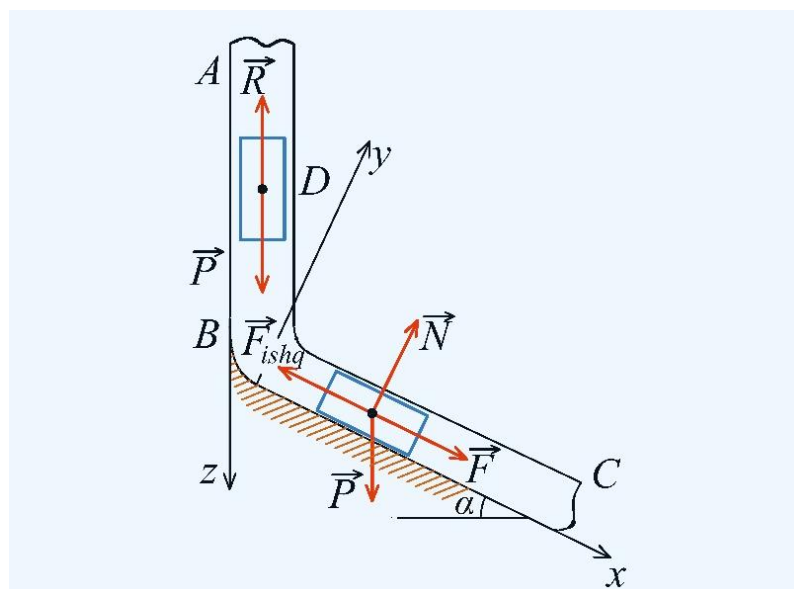
D1.9 shakl

D1 TOPSHIRIQNI BAJARISH NAMUNASI:

Quvurning AB vertikal qismida (D1.shakl) harakatlanayotgan m massali D jismga og'irlik kuchi va qarshilik kuchi ta'sir qiladi, yukning A nuqtadagi tezligi $v = v_0$ ga AB masofa esa l ga teng. Quvurning BC qiya qismida yukka og'irlik va ishqalanish kuchlari hamda $\vec{F} = \vec{F}(t)$ o'zgaruvchi kuch ta'sir qiladi (bu kuch nyutonda berilgan).

Berilgan: $m = 2 \text{ kg}$, $R = \mu v^2$, $\mu = 0,4 \text{ kg/m}$, $v_0 = 5 \text{ m/s}$, $l = 2,5 \text{ m}$,
 $f = 0,2$, $\alpha = 30^\circ$, $F_x = 16 \sin(4t)$;

BC qismida yukning harakat tenglamasini, ya'ni $x = f(t)$ ni toping.



D1 shakl

YECHISH: 1. Yukni moddiy nuqta deb hisoblab, uni **AB** qismidagi harakatini tekshiramiz. Yukni **AB** oraliqda ixtiyoriy holatda tasvirlab unga ta'sir etayotgan $\vec{P} = m\vec{g}$ va \vec{R} kuchni ko'rsatamiz (*D1 shakl*). **Az** o'qini o'tkazib, yukning shu o'qdagi harakat differensial tenglamasini tuzamiz:

$$m \frac{dv_z}{dt} = \sum F_{kz} \quad \text{yoki} \quad mv_z \frac{dv_z}{dz} = P_z + R_z \quad (1)$$

Bu tenglamaga kirgan barcha o'zgaruvchi kuchlarni ular bog'liq bo'lgan kattaliklar orqali ifodalash lozim.

$P_z = P = mg$; $R_z = -R = -\mu v^2$ ekanini hisobga olsak, shuningdek $v_z = v$ ekanligidan

$$mv \frac{dv}{dz} = mg - \mu v^2 \quad \text{yoki} \quad v \frac{dv}{dz} = \frac{\mu}{m} \left(\frac{mg}{\mu} - v^2 \right) \quad (2)$$

Yozuvlarini qisqartirish uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$k = \frac{\mu}{m} = 0,2 \text{ m}^{-1}; \quad n = \frac{mg}{\mu} = 50 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \quad (3)$$

bu yerda hisoblashlarda $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ deb olingan.

U holda, (2) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$2v \cdot \frac{dv}{dz} = -2k(v^2 - n) \quad (4)$$

(4) tenglamada o'zgaruvchilarni bo'laklab, ikkala tomonini integrallaymiz:

$$\frac{2v dv}{v^2 - n} = -2k dz \quad \text{va} \quad \ln(v^2 - n) = -2kz + c_1 \quad (5)$$

Boshlang'ich shartlarga ko'ra $t = 0$ da $z = 0$, $v = v_0$.

Boshlang'ich shartlarni (5) tenglamaga qo'yib c_1 ni topamiz:

$$c_1 = \ln(v_0^2 - n) \text{ va (5) tenglamadan}$$

$$\ln(v^2 - n) = -2kz + \ln(v_0^2 - n) \text{ yoki } \ln(v^2 - n) - \ln(v_0^2 - n) = -2kz$$

Bu yerdan

$$\ln \frac{v^2 - n}{v_0^2 - n} = -2kz \quad \text{va} \quad \frac{v^2 - n}{v_0^2 - n} = e^{-2kz}$$

Natijada, quyidagini hosil qilamiz:

$$v^2 = n + (v_0^2 - n)e^{-2kz} \quad (6)$$

(6) tenglamaga $z = l = 2,5 \text{ m}$ ni, k va n ning qiymatlarini (3) tenglikdan olib kelib qo'yib, yukning B nuqtadagi v_B tezligini topamiz:

($v_0 = 5 \text{ m/s}$, $e = 2,7$ ga teng) deb olsak

$$v_B^2 = 50 - 25/e = 40,7 \quad \text{va} \quad v_B = 6,4 \text{ m/s} \quad (7)$$

2. Endi yukning **BC** qismidagi harakatini tekshiramiz, topilgan v_B tezlik bu qism uchun boshlang'ich tezlik bo'ladi ($v_0 = v_B$). Yukning ixtiyoriy holatida (**BC** oraliqda) unga ta'sir etayotgan $m\vec{g}$, \vec{N} , \vec{F}_{ish} va \vec{F} kuchlarini tasvirlaymiz. **B** nuqtada **Bx** va **By** o'qlarini o'tkazib, yukning **Bx** o'qidagi harakat differensial tenglamasini tuzamiz:

$$m \frac{dv_x}{dt} = P_x + N_x + F_{ishx} + F_x \quad \text{yoki}$$

$$m \frac{dv_x}{dt} = mgsin\alpha - F_{ish} + F_x \quad (8)$$

bu yerda $F_{ish} = f \cdot N$ ga teng. N ni topish uchun **By** o'qi bo'yicha tenglama tuzamiz. Masalada $a_y = 0$ bo'lgani uchun $0 = N - mg \cos \alpha$ ni olamiz, bu yerdan

$N = mg \cos \alpha$ ni $F_{ish} = fmg \cos \alpha$ tenglamaga qo'yib, undan tashqari $F_x = 16 \sin(4t)$ ekanini hisobga olsak, (8) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$m \frac{dv_x}{dt} = mg(sin\alpha - f \cos \alpha) + 16 \sin(4t) \quad (9)$$

Tenglamani ikkala tomonini m ga bo'lib, yana quyidagilarni hisoblab:

$$g(\sin \alpha - f \cos \alpha) = g (\sin 30^\circ - 0,2 \cos 30^\circ) = 3,2;$$

$16/m = 8$ larni olamiz va (9) tenglamaga qo'yamiz. U holda

$$\frac{dv_x}{dt} = 3,2 + 8 \sin(4t) \quad (10)$$

(10) tenglamaning ikkala tomonini dt ga ko'paytirib, integrallasak

$$v_x = 3,2 t - 2 \cos(4t) + c_2 \quad (11)$$

Sanoq boshini yuk B nuqtada turgan holatdan boshlab olamiz, bu vaqtda $t = 0$ bo'ladi. U holda, boshlang'ich shartlar $t = 0$ da $v = v_0 = v_B$ bo'lib, v_B tezlik (7) tenglik bilan berilgan. Bu miqdorlarni (11) tenglikka qo'ysak

$$c_2 = v_B + 2 \cos 0 = 6,4 + 2 = 8,4$$

U holda, (11) tenglamaning ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = 3,2 t - 2 \cos(4t) + 8,4 \quad (12)$$

Bu tenglamaning ikkala tomonini dt ga ko'paytirib, yana integrallasak

$$x = 1,6t^2 - 0,5 \sin(4t) + 8,4 t + c_3 \quad (13)$$

Boshlang'ich holatda $t = 0$ da $x = 0$ bo'lgani uchun (13) tenglamadan $c_3 = 0$ ni olamiz va yukning biz izlayotgan harakat qonunini topamiz:

$$x = 1,6t^2 + 8,4t - 0,5 \sin(4t) \quad (14)$$

bu yerda x -metrlarda, t -sekundlarda o'lchanadi.

D3-TOPSHIRIQ

QR-COD yordamida mavzuga oid (videodars) dars taqdimotini Youtube kanalida ko`rishingiz mumkin

Mexanik sistema massasi $m_1 = 2 \text{ kg}$ bo'lgan D_1 yuk va massasi $m_2 = 6 \text{ kg}$ bo'lgan D_2 yuk, hamda gorizontaal yo'nalishda harakatlanuvchi massasi $m_3 = 12 \text{ kg}$ bo'lgan to'g'ri burchakli plitadan iborat ($D3.0-D3.9$ shakllar, $D3$ jadval).



Sistema muvozanatda bo'lgan $t = 0$ paytdan boshlab, yuklar ichki kuchlar ta'sirida radiuslari $r = 0,4 \text{ m}$ va $R = 0,8 \text{ m}$ bo'lgan aylana novlari (jelob) bo'ylab harakatga keladi.

Yuklarni harakati paytida $\varphi_1 = \langle A_1 C_3 D_1$ burchak $\varphi_1 = f_1(t)$ qonun bo'yicha, $\varphi_2 = \langle A_2 C_3 D_2$ burchak esa $\varphi_2 = f_2(t)$ qonun bo'yicha o'zgaradi. $D3$ -jadvalda bu bog'lanishlar 0-4 shakllar uchun (φ -radianda, t -sekunda o'lchanadi) alohida va 5-9 shakllar uchun alohida tasvirlangan.

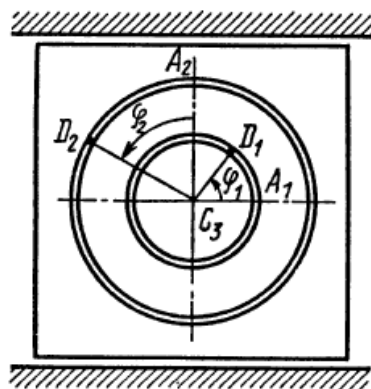
Yuklarni moddiy nuqta deb hisoblab va barcha qarshilik kuchlarini hisobga olmasdan, jadvalning topish kerak ustunida ko'rsatilgan kattaliklarni aniqlang: $x_3 = f_3(t)$ va $N = f(t)$. Bu yerda x_3 plitaning C_3 markazi koordinatasi ($x_3 = f_3(t)$ qonuniyat plita harakat qonunini aniqlaydi), \vec{N} – to'la normal reaksiya kuchi.

Ko'rsatmalar: $D3$ -topshiriq-sistema massalar markazining harakati haqidagi teoremani qo'llashga doir. Bu masalani yechishda $x_3 = f_3(t)$ ni topish uchun gorizontaal x o'qqa, N ni topish uchun-vertikal y o'qqa nisbatan tenglamalar tuzish zarur.

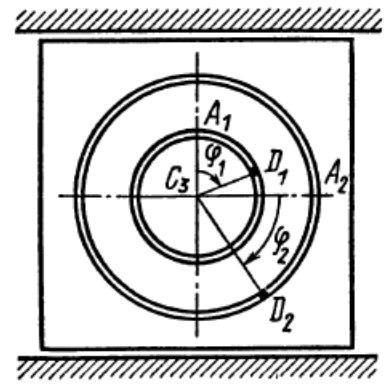
D3 jadval

Shart nomeri	0-4 shakllar		5-9 shakllar		Topish kerak
	$\varphi_1 = f_1(t)$	$\varphi_2 = f_2(t)$	$\varphi_1 = f_1(t)$	$\varphi_2 = f_2(t)$	
0	$\frac{\pi}{3}(t^2 + 1)$	$\frac{\pi}{6}(t^2 - 2)$	$\frac{\pi}{2}(3 - t^2)$	$\frac{\pi}{3}(t^2 + 2)$	x_3
1	$\pi(2 - t)$	$\frac{\pi}{4}(t + 3)$	$\frac{\pi}{4}(2t - 1)$	$\frac{\pi t}{6}$	N

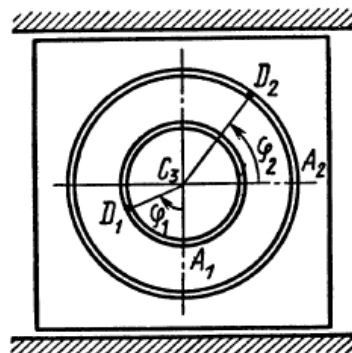
2	$\frac{\pi}{4}(t^2 + 2)$	$\frac{\pi}{6}(5 - t^2)$	$\frac{\pi}{3}(4 - t^2)$	πt^2	x_3
3	$\frac{\pi t}{3}$	$\frac{\pi}{2}(t - 2)$	$\frac{\pi}{6}(3t - 2)$	$\frac{\pi}{2}(3 - t)$	N
4	$\frac{\pi}{4}(1 - 3t^2)$	$\frac{\pi}{3}(t^2 - 4)$	$\frac{\pi t^2}{2}$	$\frac{\pi}{4}(2 - t^2)$	x_3
5	$\frac{\pi}{6}(t + 2)$	$\frac{\pi}{4}(1 - t)$	$\pi(3 - t)$	$\frac{\pi}{6}(t - 1)$	N
6	πt^2	$\frac{\pi}{6}(1 - 2t^2)$	$\frac{\pi}{4}(2t^2 - 3)$	$\frac{\pi}{3}(2 - t^2)$	x_3
7	$\frac{\pi}{3}(5 - t)$	$\frac{\pi}{4}(t + 4)$	$\frac{\pi t}{6}$	$\frac{\pi}{4}(4 - t)$	N
8	$\frac{\pi}{6}(t^2 + 3)$	$\frac{\pi}{2}(2 - t^2)$	$\frac{\pi}{3}(4 - t^2)$	$\pi(t^2 + 2)$	x_3
9	$\frac{\pi}{2}(4 - t)$	$\pi(t + 5)$	$\frac{\pi}{6}(2t - 1)$	$\frac{\pi}{2}(2 - t)$	N



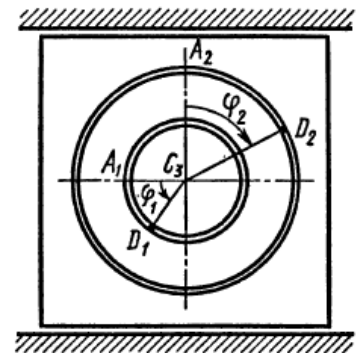
D3.0 shakl



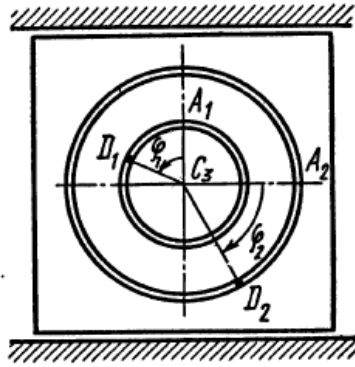
D3.1 shakl



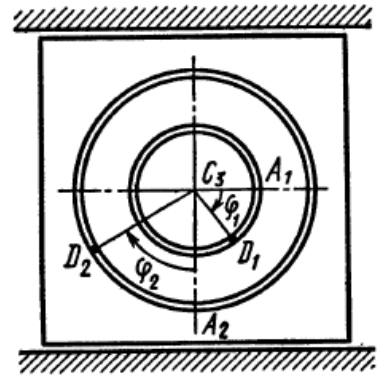
D3.2 shakl



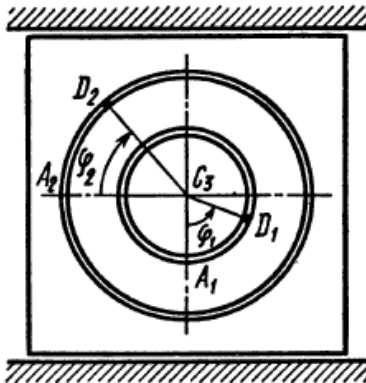
D3.3 shakl



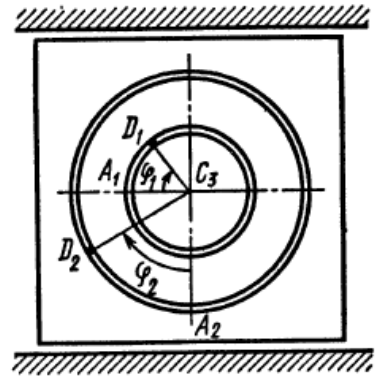
D3.4 shakl



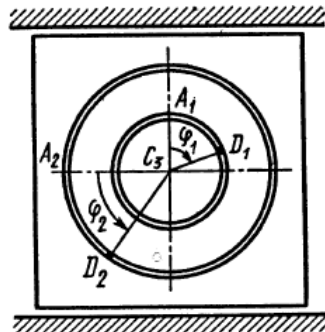
D3.5 shakl



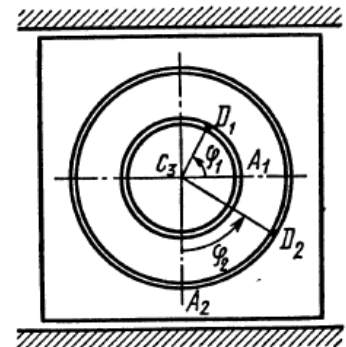
D3.6 shakl



D3.7 shakl



D3.8 shakl



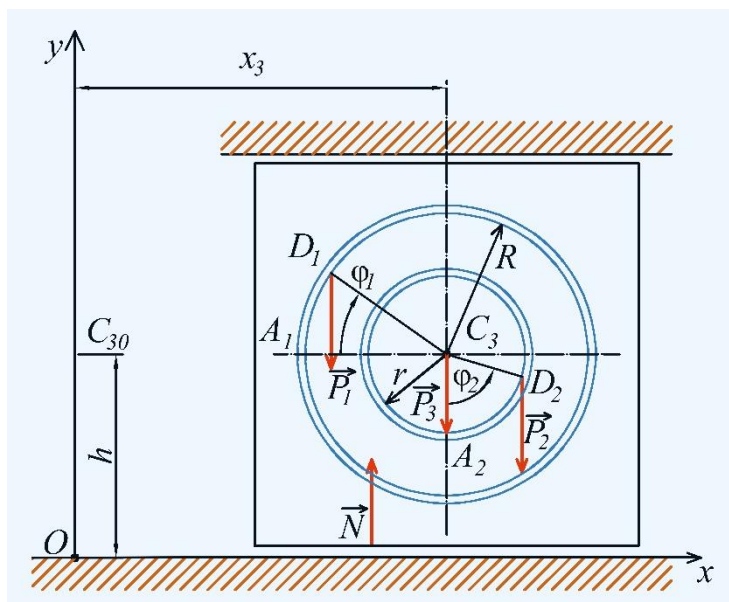
D3.9 shakl

D3-TOPSHIRIQNI BAJARISH NAMUNASI:

Mexanik sistema massasi m_1 bo'lgan D_1 yuk va massasi m_2 bo'lgan D_2 yuk, hamda gorizontal yo'nalishda harakatlanuvchi massasi m_3 bo'lgan to'g'ri to'rtburchakli vertikal plitadan iborat (D3 shakl). Sistema muvozanatda bo'lgan $t = 0$ paytdan boshlab, yuklar ichki kuchlar ta'sirida radiuslari r va R bo'lgan aylana novlari bo'ylab $\varphi_1 = f_1(t)$ va $\varphi_2 = f_2(t)$ qonun bo'yicha harakatga keladi.

Berilgan: $m_1 = 6 \text{ kg}$, $m_2 = 8 \text{ kg}$, $m_3 = 12 \text{ kg}$, $r = 0,6 \text{ m}$,
 $R = 1,2 \text{ m}$, $\varphi_1 = \pi t \text{ rad}$, $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}(1 - t) \text{ rad}$ (t – sekundlarda).

Plitaning harakat qonuni $x_3 = f_3(t)$ va to'la normal reaksiya kuchi N ning o'zgarish qonunini toping.



D3. Shaki

YECHISH: D_1 va D_2 yuklar va plitadan iborat sistemani ixtiyoriy holatida tasvirlaymiz (D3 shakl). Sistemaga ta'sir etayotgan \vec{P}_1 , \vec{P}_2 , \vec{P}_3 -tashqi kuchlarni va \vec{N} normal reaksiya kuchini shaklda ko'rsatamiz. Oxy o'qlarini shunday o'tkazamizki, y o'qi plita massalar markazi C_{30} ning $t = 0$ vaqtdagi holatidan o'tsin.

a) x_3 ko'chishni aniqlash. $x_3 = f_3(t)$ ni aniqlash uchun sistema massalar markazining harakati haqidagi teoremdan foydalanamiz. Sistema massalar markazining x o'qidagi harakat differensial tenglamalarini tuzamiz:

$$M\ddot{x}_c = \sum F_{kx}^e \quad \text{yoki} \quad M\ddot{x}_c = 0 \quad (1)$$

chunki, sistemaga ta'sir etuvchi kuchlar vertikal. (1) tenglamani bir marta integrallasak $M\dot{x}_c = c_1$, ya'ni massalar markazi tezligining bu o'qdagi proyeksiyasi o'zgarmas boshlang'ich vaqtda $v_{cx} = 0$ bo'lgani uchun $c_1 = 0$ bo'ladi.

$M\dot{x}_c = 0$ tenglamani yana bir marta integrallasak

$$Mx_c = \text{const} \quad (2)$$

ya'ni, sistemaning massalar markazi Ox o'qi bo'yicha ko'chmaydi.

Mx_c ni qiymatini topamiz. $D3$ -shakldan ko'rinadiki, ixtiyoriy vaqt uchun yuklarning absissalari $x_1 = x_3 - R\cos\varphi_1$, $x_2 = x_3 + r\sin\varphi_2$ ga teng bo'ladi. Sistema massalar markazining x_c koordinatasini topish formulasiga ko'ra

$$Mx_c = m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3;$$

u holda

$$Mx_c = (m_1 + m_2 + m_3)x_3 - m_1R\cos(\pi t) + m_2r\sin\left(\frac{\pi t}{2} - \frac{\pi t}{2}\right) \quad (3)$$

(2) tenglikka ko'ra massalar markazining x_c koordinatasi boshlang'ich va ixtiyoriy hol uchun bir xil bo'ladi.

$$-m_1R + m_2r = (m_1 + m_2 + m_3)x_3 - m_1R\cos(\pi t) + m_2r\cos\left(\frac{\pi t}{2}\right) \quad (4)$$

$t = 0$ da $x = 0$ ekanini hisobga olsak, bu yerdan x_3 koordinatalarning vaqtga bog'liq qonunini topamiz.

$$\text{Javob: } x_3 = 0,09 \left[3\cos(\pi t) - 2\cos\left(\frac{\pi t}{2}\right) - 1 \right]$$

b) N reaksiya kuchini aniqlash. $N = f(t)$ ni topish uchun sistema massalar markazining harakati differensial tenglamalarini Oy vertikal o'qdagi proyeksiyasini tuzamiz. ($D3$ -shakl):

$$M\ddot{y}_c = \sum F_{ky}^e \text{ yoki } M\ddot{y}_c = N - P_1 - P_2 - P_3 \quad (1)$$

bu tenglikda $P_1 = m_1g$, $P_2 = m_2g$, $P_3 = m_3g$ ekanini hisobga olsak,

$$N = M\ddot{y}_c + (m_1 + m_2 + m_3)g \quad (2).$$

Sistema massalar markazining y_c ordinatasini aniqlash formulasiga ko'ra:

$$My_c = m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3,$$

bu yerda

$$y_1 = H + R\sin\varphi_1; y_2 = H - r\cos\varphi_2; y_3 = H = Oc_{30} = \text{const}$$

bo'lgani uchun

$$My_c = (m_1 + m_2 + m_3)H + m_1 R \sin(\pi t) - m_2 r \cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi t}{2}\right),$$

yoki

$$My_c = (m_1 + m_2 + m_3)H + m_1 R \sin(\pi t) - m_2 r \sin\left(\frac{\pi t}{2}\right).$$

Bu tenglamaning ikkala tomonini ikki marta differensiallaymiz.

$$M\dot{y}_c = m_1 R \pi \cos(\pi t) - m_2 r \left(\frac{\pi}{2}\right) \cos\left(\frac{\pi t}{2}\right)$$

$$M\ddot{y}_c = -m_1 R \pi^2 \sin(\pi t) + m_2 r \left(\frac{\pi^2}{4}\right) \sin\left(\frac{\pi t}{2}\right)$$

$M\ddot{y}_c$ ning bu qiymatini (2) tenglamaga qo'yib, N reaksiyaning t ga bog'liq qonunini topamiz.

Javob: $N = 254,8 - 1,2\pi^2 \left[6 \sin(\pi t) - \sin\left(\frac{\pi t}{2}\right)\right]$. Bu yerda t -sekundda, N -nyutonda o'lchanadi.

MUNDARIJA

1-§	Uslubiy ko'rsatma maqsadi	6
2-§	Asosiy ma'lumotlar. Ko'rsatmalar	6
3-§	Uslubiy ko'rsatmalar	5
4-§	Nazorat topshiriqlarini olish va bajarish tartibi	6
	S1 topshiriq	8
	K2 topshiriq	12
	D1 topshiriq	17
	D3 topshiriq	24
	Adabiyotlar ro'yhati	30

ADABIYOTLAR RO'YHATI

1. P.Shoxaydarova, Sh.Sh.Shoziyatov, J.Zoirov «Nazariy mexanika» Toshkent, «O'qituvchi», 1991 yil
2. M.Yaxyoev, K.Mo'minov «Nazariy mexanika» Toshkent, «O'qituvchi», 1990 yil.
3. B.Axmadxo'jaev «Nazariy mexanika» Toshkent «Yangi asr avlodi» 2006 yil.
4. M.Mirsaidov «Nazariy mexanika» o'quv qo'llanma, Toshkent «Yangi asr avlodi» 2009 yil.
5. Sh.A.Shoobidov va boshqalar «Nazariy mexanika» o'quv qo'llanma, Toshkent «Yangi asr avlodi» 2008 yil.
6. Aziz-Qoriev S.K., Yangurazov Sh. “Nazariy mexanikadan masalalar yechish” 1-2 qism Toshkent “O'qituvchi” 1975 yil.
7. S. M. Targ umumiy taxriri ostida “Nazariy mexanika uslubiy ko'rsatmalar va nazorat topshiriqlari” o'quv qo'llanma

