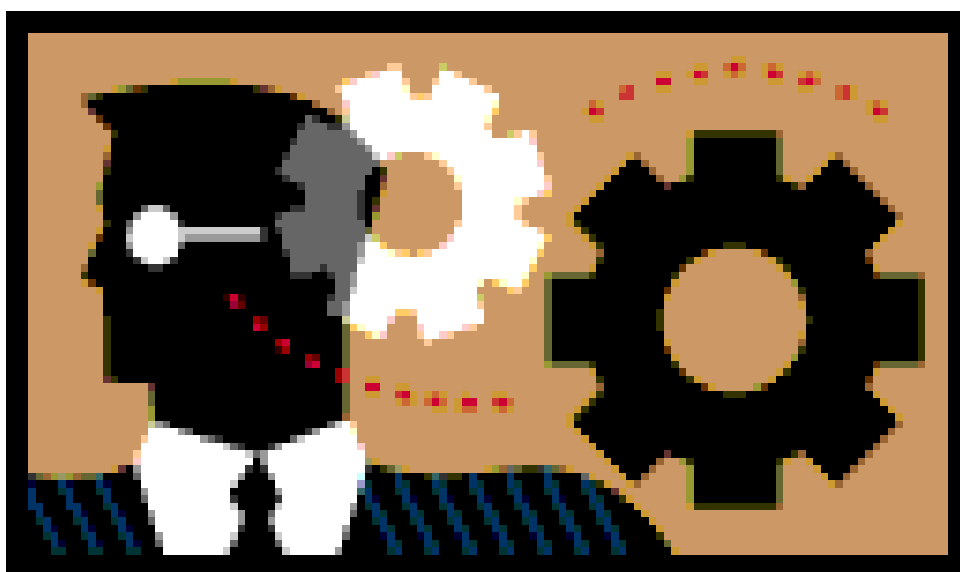


**ÓZBEKSTAN RESPUBLİKASI
JOQARĞI HÁM ORTA ARNAWLI BİLİMLENDİRİW
MİNİSTRLİĞİ**

**ÁJİNIYAZ ATINDAĞI NÓKİS MÁMLEKETLİK
PEDAGOGİKA İNSTİTUTI**

B.Avezov, S.Ashirbekova, Q.Nazarbekov, A.Qurmanov, R.Matekeev

T E X N I K M E X A N I K A
páninen ámeliy jumislardı orınlaw boyınsha
(metodikalıq qollanba)



NÓKİS-2020

Dúziwshiler: BAvezov, S.Ashirbekova, Q.Nazarbekov, A.Qurmanov, R.Matekeev

Usınılıp atırǵan metodikalıq qollanba joqarı oqıw orınlarında «Miynet tálimi» bakalavr tálim baǵdarı boyınsha oqıtıwshılar tayarlawshı bólim yamasa fakultet talabaları ushın arnalıp, texnik mexanika pání olardıń teoriyalıq hám ámeliy bilimlerin rawajlandırıwǵa qaratılǵan. Qollanbada texnik mexanika pániniń úlgi dástúriń birinshi modulinde kórsetilgen temalar tiykarında ámeliy jumislardı orınlaw boyınsha mısallar keltirilgen halda úyretiwdi óz aldına maqset etip qoyadı. Bul qollanbada pánge tiyisli bolǵan máseleler hám onı sheshiw jolları kórsetilgen.

JUWAPLI REDAKTOR

K.M. Koshanov - Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutınıń professorı, filologiya ilimleriniń kandidati

PİKIR BİLDİRİWShILER:

- 1. K.Turdanov*** - Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutınıń «fizika ha'm astronomiyani oqıtıw metodikası» kafedrası dotsenti.
- 2. B.Utebergenov*** – Tashkent mámleketlik agrar universiteti Nókis filiali AXM kafedrasınıń baslıǵı.

Kırısıw.

Texnikalıq mexanika páni texnologiyalıq tálim oqıtıwshıların tayarlawda ulıwma studentlerge texnikalıq-injenerlik bilim berıwde úyrenıletuǵın tıykarǵı pánlerden esaplanadı. Ol ásirese «Joqarı matematika» hám «Fızıka» pánleri menen tıǵız baylanıslı bolıp, bunda 1-modulinde mexanika nızamları usı pánlerdin` jetıskenliklerin esapqa alg`an halda teren`irek u`yretiledi. Sonlıqtan bul metodikalıq qollanba pedagogika institutlarınin`, 5142000 «Mıynet tálim» baǵdarı talabaları ushın arnap jazılǵan bolıp bunda «Mıynet tálim» baǵdarının` oqıw jobasına hámde úlgi dástúrine muwapıq islep shıǵıldı .

Texnik mexanika pániniń oqıw baǵdarlaması hám úlgi dástúrinde berilgen oqıw materialları 4-modulge bólingen bolıp onın` 1-moduli teoriyalıq mexanika bolıp esaplanadı. Bul metodikalıq qollanba texnik mexanika páninin` birinshi modul teoriyalıq mexanika boyınsha talabalardıń bilim ha`m kónlikpelerge iye bolıwları ushın ámeliy sabaqlarda máselelerdi sheshiw arqalı teoriyalıq mexanika modulinen tıykarǵı túsınıqlerge hám bilimlerge iye bolıwlarına múmkinshilik jaratadı.

Teoriyalıq mexanikada materiallıq denelerdin` mexanikalıq háreketi, olardıń keńislikteǵı jaylasıwınıń waqıt ótıwı menen ózgeriw nızamları úyreniledi, bunda qozǵalıstaǵı denelerdin` fızikalıq qásiyetleri hám olardıń` ózgerisleri esapqa alınbastan úyreniledi. Tınıshlıq halı da qozǵalıstıń dara jaǵdayı esaplanadı. Tınıshlıq mudamı salıstırmalı sıpatqa iye. Dene tek basqa bir denegge salıstırǵanda ǵana tınıshlıqta bolıwı mu`mkın.

Teoriyalıq mexanikalıq tıykarǵı túsınıqleri tábiyat qubılısların úzlıksız baqlawlardıń nátiyjesinde hám olar menen ótkeriletuǵın kóp jıllıq tájiriybelerge tıykarlana otırıp kelip shıqqan, qalıplesken. Teoriyalıq mexanikada da matematikalıq metodlar, abstraklasqan túsınıqler, qubılıslardıń modelleri keń qollanıladı. Teoriyalıq mexanika texnika (aviatsiya, mashına qurılısı, kosmonavtika, ásbaplar qurılısı h.b.) da keń qollanıladı. Bul ılımler ushın teoriyalıq mexanika teoriyalıq jaqtan tıykarlanǵan nızamları menen xızmet etedi.

1-Ámeliy jumıs

Tema: Statika. Kúshlerdi qosıw, baylanıs reakciyaları hám bir tochkada kúshler sistemasınıń teń salmaqlıǵına máseleler sheshiw

- 1) Kúshlerdi qosıw
- 2) Baylanıslar, olardı anıqlawǵa másele sheshiw
- 3) Bir tochkada ushırıswshı kúshler sistemasınıń teń salmaqlıǵına máseleler sheshiw.

Teoriyalıq mexanikada barlıq deneler eki toparǵa ajraladı.

1. Erkin deneler. 2. Erkin emes deneler.

Eger dene keńislikte qálegen tárepke qarap háreketlene alsa, bunday dene erkin dene dep ataladı.

Máselen. Hawada ushıp atırǵan samolyot, shar.

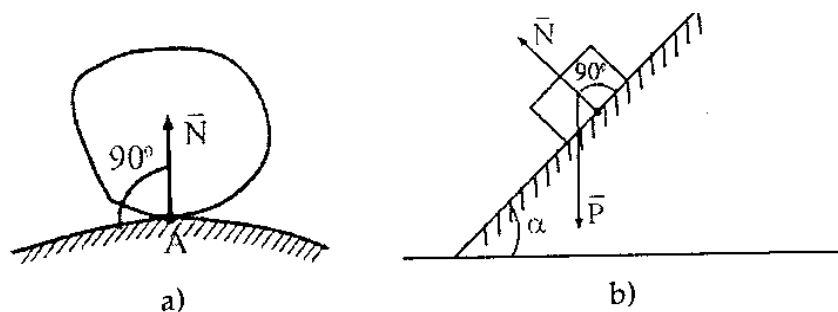
Eger deneniń qálegen tárepke qarap bolatuǵın háreketi sheklengen bolsa, bunday dene erkin emes yamasa baylanıstaǵı dene delinedi. Deneniń háreketin sheklewshi tosıqqa baylanıs delinedi. Buǵan relste turǵan vagon, stol ústindegi júk, jipke asılǵan júk hám usı sıyaqlılar mısál bola aladı.

Relste turǵan vagonnıń vertikal baǵıtındaǵı háreketi sheklengen. Bunda relsler vagon ushın baylanıs wazıypasın óteydi, al vagon bolsa baylanıstaǵı dene bolıp tabıladı.

Baylanıstıń denegе kórsetetuǵın tásirin belgilewshi kúshke baylanıs reakciya kúshi yamasa reakciya kúshi delinedi. Baylanıs deneniń qaysı tárepke kóshiwine jol qoymasa, reakciya kúshi usı tárepke qarama-qarsı baǵıtlanǵan. Statikada másele sheshiwde baylanıs reakciyasınıń baǵıtın tuwrı tabıw júdá úlken áhmiyetke iye. Usı sebepli baylanıslardıń tiykarǵı túrlerinde reakciya kúshleri qanday baǵıtlanǵanın kórip shıǵamız.

1. Tegis qozǵalmaytuǵın tegislik. Súykeliwdi itibarǵa almaytuǵın dárejede tegis bolǵan bet ádette tegis bet sirt dep esaplanadı. Dene tegis qozǵalmaytuǵın tegislik ústinde teń salmaqlıqta tursa, yamasa usı tegislikke salıstırǵanda háreketlense, tegis qozǵalmaytuǵın tegislik deneni tegislikke perpendikulyar bolǵan baǵıtta háreket qılıwǵa tosqınlıq kórsetedi.

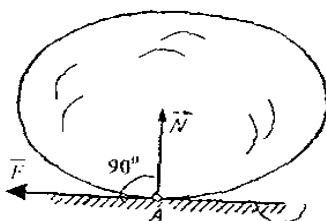
Tegis qozǵalmaytuǵın tegisliktiń reakciya kúshi $\vec{N}$ tegislikke perpendikulyar bolıp, dene qaysı tárepke háreket ete almasa, usıǵan qarama-qarsı baǵıtlanǵan boladı (**1.1**, a, b-súwret).



1.1-súwret

Bunda $\vec{N}$ - tegis qozǵalmaytuǵın tegisliktiń reakciya kúshi yamasa normal reakciya kúshi dep ataladı, $\vec{P}$ - dene awırlıǵı.

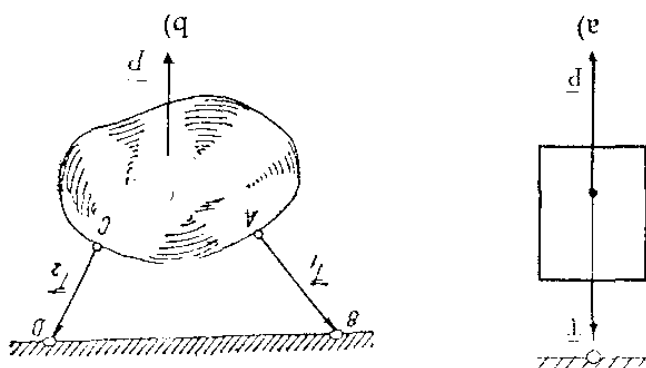
Eger tegis bet bolmasa, A tochkada normal reakciya kúshinen basqa urınba reakciya kúshi $\vec{F}$ de boladı (**1.2-súwret**). Bul $\vec{F}$ kúshti súykeliw kúshi dep ataydı.



1.2-súwret

Bunda $\vec{N}$ - normal reakciya kúshi, $\vec{F}$ - súykeliw kúshi.

2. Iyiliwsheń elastik deneler. Deneler sozılmaytuǵın jip, arqan, tros, shınjır, qayıclap, sıpatında asılǵan bolsa, olarda payda bolatuǵın reakciya kúshleri sáykes tıptı iyiliwsheń deneler boylap baǵıtlangan boladı (**1.3, a, b-súwret**). Iyiliwsheń denelerde payda bolatuǵın reakciya kúshleri $\vec{T}, \vec{T}_1, \vec{T}_2$ menen belgilenedi hám tartılıw kúshi dep ataladı.



1.3-súwret

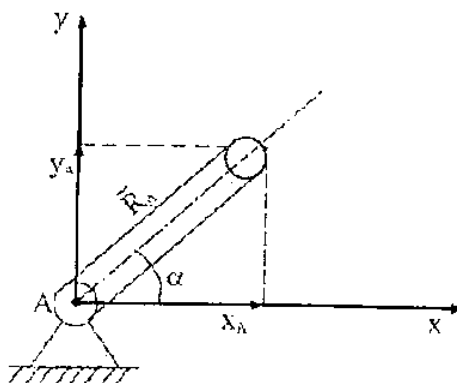
Bunda $\vec{P}$ jipke asılǵan júktiń awırlıǵı.

Reakciya kúshiniń muǵdar hám baǵıtı denegе tásir qılıwshı kúshke baylanıslı boladı.

3. Sharnirli qozgalmaytugin tayanish. Bul tayanish deneniń ilgerlemeli hareket qiliwına tosqınlıq qıladı, dene sharnir atirapında aylanadı.

Eki deneniń óz-ara birlesken jerine sharnir delinedi. Sharnir atirapında denelerdiń biri ekinshisine salıstırǵanda erkin aylanadı. Bolt – sharnirli qozgalmaytugin tayanishqa misal bola aladı.

Sharnirli qozgalmaytugin tayanishtıń belgisi (**1.4-súwrette**) kórsetilgen.



1.4-súwret

Sharnirli qozgalmas tayanishtaǵı reakciya kúshiniń muǵdarı hám baǵıtı belgisiz bolǵan máseleni sheshiwde, sharnirli qozgalmas tayanishtıń reakciya kúshin koordinata kósherleri boylap baǵıtlanǵan eki payda etiwshilerge ajratıw kerek. (**1.4-súwret**).

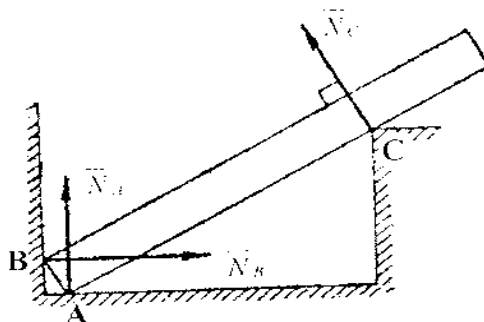
$$\vec{R}_A = \vec{X}_A + \vec{Y}_A$$

Bunda $\vec{R}_A$ - tolıq reakciya kúshi, $\vec{X}_1, \vec{Y}_1$ lap $\vec{R}_1$ kúshiniń payda etiwshileri.

$\vec{R}_A$ kúshiniń muǵdarı hám baǵıtı tómendegige teń.

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} \quad (5)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Y_A}{X_A} \quad (6)$$



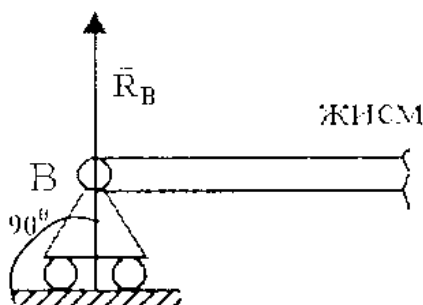
1.5-súwret

Balka A tochkada tegis polǵa, V tochkada vertikal diywalǵa hám S tochkada eki tárepli múyesh qabırǵasına tayanadı dep oylasaq (**1.5-súwret**). Pol hám

vertikal diwaldin $\bar{N}_A, \bar{N}_B$ reaksiya kúshleri, A hám V tochkalarda sáykes ráwishte pol hám diwalğa ótkizilgen perpendikulyar boyınsha bağıtlangan. Eki tárepli múyeshten payda bolğan qabırğanın reaksiya kúshi $\bar{N}_C$ bolsa S tochkada balkağa ótkizilgen perpendikulyar boyınsha bağıtlangan.

4. Sharnirli qozǵalıwshı tayanış. Sharnirli qozǵalıwshı tayanıştıń tómenine domalaytuǵın digershikler qoyıladı. Sharnirli qozǵalıwshı tayanıştıń reaksiya kúshi $\bar{R}_B$ digershik háreket qılıp atırǵan tegislikke perpendikulyar bağıtlangan boladı (**1.6-súwret**).

Sharnirli qozǵalıwshı tayanıştıń belgisi:

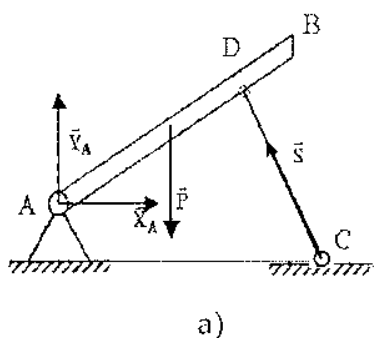


1.6-súwret

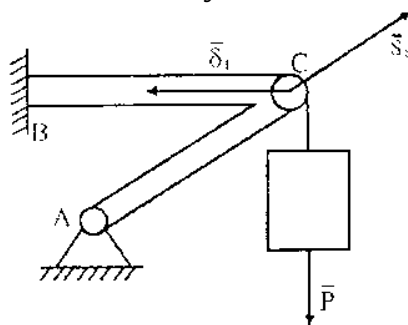
Bunda $\bar{R}_B$ - reaksiya kúshi

5. Teń salmaqlıǵı tekserilip atırǵan dene awırılıǵın esapqa almasa hám bolatuǵın qattı sterjen menen baylangan bolsa, sterjenniń reaksiya kúshi sterjen boylap bağıtlangan boladı (1.7, a, b-súwret**)**

Bunda $\bar{S}, \bar{S}_1, \bar{S}_2$ - SD, VS hám AS sterjenlerdiń reaksiya kúshleri.



a)

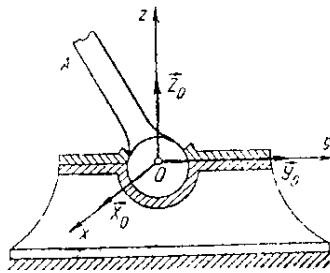


b)

1.7-súwret

6. Dene sferik sharnir quralı járdeminde baylangan bolsa (**1.8-súwret**), bul sharnir óz orayı 0 dan ótetuǵın hár qanday kósher átirapında deneni aylanıwǵa tosqınlıq qılmaıdı. Sferik sharnirdiń reaksiya kúshi 0 tochkasınan ótedi, biraq qaysı tárepke bağıtlanganlıǵı belgisiz bolğan, máseleni sheshiwde bunday

reakciya kúshin tańlap alıńǵan koordinata kósherleri boylap baǵıtlangan payda etiwshilerge ajratıw kerek.

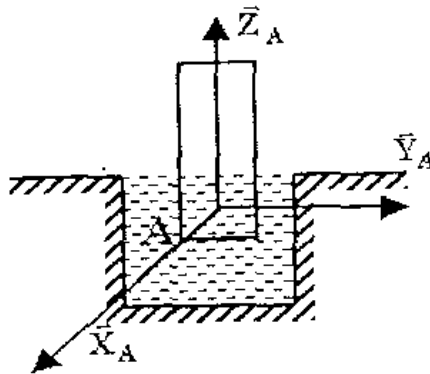


1.8 -súwret

Bunda $\bar{X}_A, \bar{Y}_A, \bar{Z}_A$ reakwiya kúshleri.

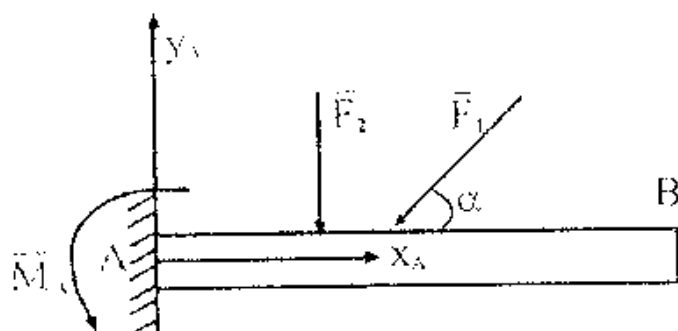
7. Kósherlar qozǵalmas tayanışǵa bekkemlengen. Ultan ústingilarnı bekkemlew ushın xızmet qıladı hám deneniń tek ústingi átirapında aylanıwǵa jol qoyadı.

Ultanınıń reakciyası $\bar{Z}_A$ vertikal boylap joqarıǵa baǵıtlangan, diywaldıń reakciyası bolsa X hám Y kósherleri boylap baǵıtlangan hám ústingisiniń kósherine tik bolǵan jaǵdayda kúshlerdi $\bar{X}_A, \bar{Y}_A$ payda etiwshilerge ajratıw kerek (1.9-súwret).



1.9-súwret

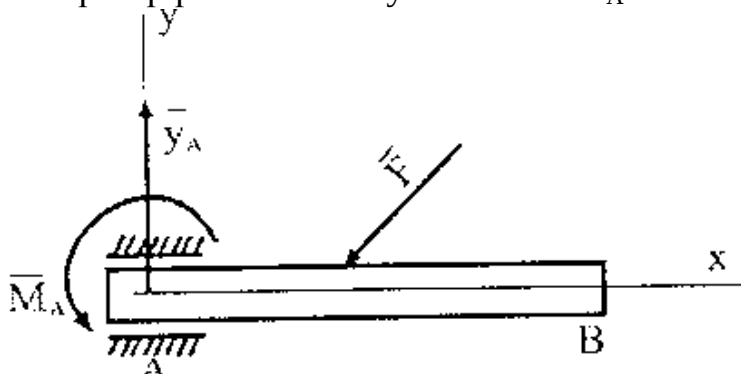
8. Bir ushı diywalǵa qısıp bekkemlengen balka. Eger (1.10-súwret) AV balkanıń A ushı diywalǵa qısıp bekkemlengen bolsa, A tochkadaǵı baylanıs reakciyasınıń eki dúziwshisinen basqa, balkanıń A tochka átirapında tosqınlıq qılıwshı reakciya momenti M_1 de belgili boladı.



1.10-súwret

Bunda $\bar{X}_A, \bar{Y}_A$ reaksiya kúshleri, M_A reaktiv momenti.

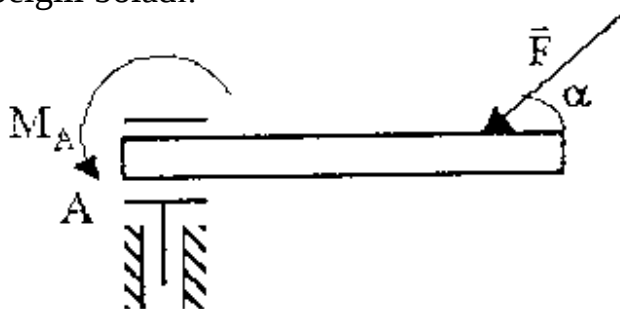
9. Bir ushı gorizontal boylap jıljıwǵa jol qoyatuǵın etip bekkemlengen balka. 1.11-súwretde kórsetilgen AV balkanıń A ushı gorizontal boylap jıljıwǵa jol qoyatuǵın etip bekkemlengen bolsa, bunday baylanıs reaksiyası jıljıw tegisligine perpendikulyar bolǵan $\bar{Y}_A$ reaksiya kúshinen, hámde balkanıń A tochka átirapında aylanıwǵa tosqınlıq qılıwshı reaksiya momenti M_A nen ibarat boladı.



1.11-súwret

$\bar{y}_A$ - reaksiya kúshi, M_A –reakciya momenti.

10. Bir ushı gorizontal hám vertikal boylap jıljıwǵa jol qoyatuǵın etip bekkemlengen balka. 1.12-súwretde kórsetilgen AV balkanıń ushı hám gorizontal, hám vertikal boylap jıljıwǵa jol qoyatuǵın etip bekkemlengen. Bul jaǵdayda A tochkada tek balkanıń A tochka átirapında aylanıwǵa qarsılıq qılıwshı M_A reaksiya momenti belgili boladı.

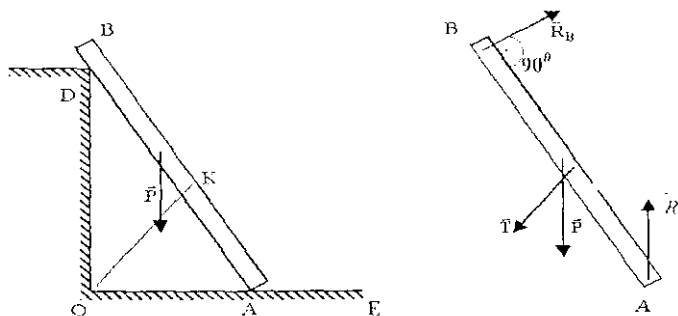


1.12-súwret

Máseleler sheshiwde baylanısta bolǵan deneni erkin dene dep qaraw ushın baylanıstı reakciya kúshi menen almastırıw kerek.

Bul aksioma járdeminde baylanıstaǵı denelerdiń teń salmaqlıǵı tekseriledi.

Mısal: AV balka ushın R awırlıq (1.13, a-súwret. OE tegis tegislik, D tayanış hám OK tros arasındaǵı baylanıs xızmet qıladı 1.13, b-súwrettegi balka erkin boladı.



1.13-súwret

Bir tochkada ushırıawshı kúshler sistemasınıń teńsalmaqlıǵına máseleler sheshiw

Tásir sıızıqları bir tochkada kesilisiwshı kúshler toparına ushırıawshı kúshler sisteması delinedi. Bir tochkada ushırıawshı kúshler sisteması usı tochkaǵa qoyılǵan kúshlerdiń geometrik qosındısınan ibarat bas vektorga teń tásir etiwshisine iye.

Bir tochkada ushırıawshı kúshler sisteması teń salmaqlıqta bolıwı ushın usı kúshlerdiń bas vektorı nolge teń bolıwı shárt hám zárúr:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k = \vec{O}$$

Qaralıp atırǵan sistema teń salmaqlıǵınıń geometrik shárti, usı sistema kúsh vektorları boyınsha qurılǵan kóp múyeshlik jabıq bolıwı menen ańlatıladı.

Al tuwrı múyeshli koordinata kósherlerindegi proektsiyaları arqalı bolsa:

$$\sum F_{kx} = \sum x_k = 0; \quad \sum F_{ky} = \sum Y_k = 0; \quad \sum \vec{F}_{kz} = \sum Z_k = 0$$

Al sistemanı payda etiwshı barlıq kúshlerdiń tásir sıızıǵı bir tegislikte jatıwshı bir tochkada ushırıawshı tegis kúshler sisteması ushın bolsa:

$$\sum F_{kx} = \sum x_k = 0; \quad \sum F_{ky} = \sum Y_k = 0;$$

Ushırıawshı kúshler sistemasına statika máselelerin sheshiw.

Kópshilik jaǵdaylarda tiyisli baylanıslar menen baylanǵan, qálegen qattı dene beriledi, hám usı denegge qoyılǵan aktiv kúshler de berilgen bolıp, usı denegge qoyılǵan baylanıslardıń reakciya kúshlerin anıqlaw soraladı.

Eger denegge qoyılǵan aktiv kúshler keńislikte jaylasqan bolsa, úsh teń salmaqlıqtaǵı teńlemeler sistemasın dúziwimiz múmkin, usıǵan kóre úsh belgisiz reakciya kúshlerin anıqlawımız múmkin, eger olar tegislikte jaylasqan bolsa, eki teń salmaqlıqtaǵı teńlemeler sistemasınıń dúziwimiz múmkin, usıǵan kóre tek eki belgisiz reakciyalardı anıqlawımız múmkin.

Eger ushırıswshı keńisliktegi kúshler tásir etken denede tórt hám onnan artıq belgisiz reakciya kúshleri payda bolsa, yamasa tegislikte jaylasqan ushırıswshı kúshler tásirindegi denegge úsh hám onnan artıq reakciya kúshleri qoyılǵan bolsa, bunday máseleler statik anıq emes máseleler delinedi.

Bunday máselelerdi biz tek Teoriyalıq mexanika teńlemeleri arqalı sheshe almaymız. Bul menen, demek bunday máselelerdi sheshiw múmkin emes eken degen sheshim shıqpawı kerek, tiykarında bunday máseleler keyinirek, yaǵnıy materiallar qarsılıǵı páninde, qosımsha teńlemeler dúziw jolı menen sheshiledi.

Ulıwma alǵanda, házirgi kúnde, yaǵnıy kompyuterler rawajlanǵan dáwirde, mexanika tarawında qálegen sheshilmeytuǵın real máseleler qalǵan emes.

Máseleler sheshiw tártibi, tómendeshe alıp barıladı:

1) Súwret sızıladı, denegge tásir etip atırǵan aktiv kúshler vektor súwrette tiyisli baǵıtta kórsetiledi.

2) Baylanıslardıń reakciya kúshleri hám vektor súwretinde ańlatıladı.

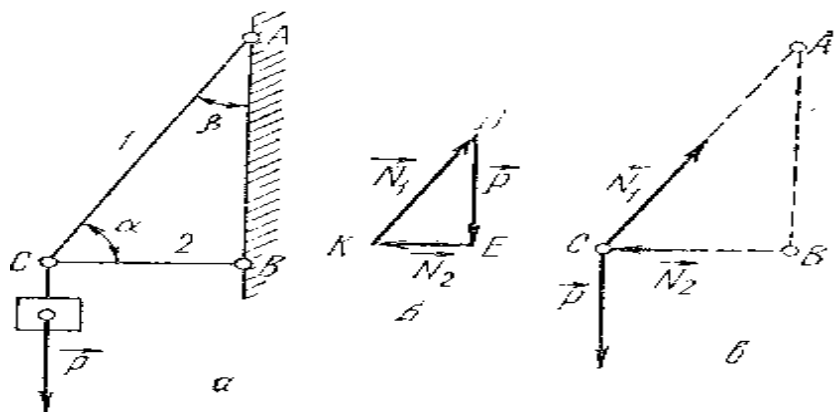
3) Koordinata kósherleri tańlap alınadı, kósherler usınday tańlanıp alınıwı lazım. Ilajı barınsha belgisiz bolǵan reakciya kúshleri tek bir kósherge proektsiyalanıwı támiynlensin, keri jaǵdayda mäseleni sheshiw qıyınıraq bolıwı múmkin.

4) Baylanıslar taslap jiberiledi hám joqarıdaǵı teńlemeler sistemasınan paydalanıp, teń salmaqlıqtaǵı teńlemeleri dúziledi.

5) Eger geometrik jolın tańlaǵan bolsańız, úsh kúsh teoremasınan paydalanıp, kúsh úshmúyeshligi qurıladı, hám sinuslar teoreması arqalı tiyisli teńlemeler dúziledi.

6) Dúzilgen teńlemeler sistemasınıń belgisiz reakciya kúshlerine salıstırǵanda sheship belgisiz kúshler anıqlanadı.

1.1-másele. AS hám VS sterjenler óz-ara hám vertikal diywal menen sharnirler sıpatında biriktirilgen (1.14, a -súwret). S sharnirge awırılıǵı $R=1000N$ bolǵan júk asılǵan. Eger sterjenler arasındaqı múyesh $\alpha = 60^\circ$ hám AS sterjen menen diywal arasındaqı múyesh $\beta = 30^\circ$ bolsa, sterjnlardıń awırılıǵın esapqa almay olarda payda bolatuǵın ózrepiclep anıqlansın.



1.14-súwret

Eskertpe. Sterjeń boylap baǵıtlangan sozıwshı yamasa qısıwshı kúsh sterjendegi ózrepic dep ataladı. Sozıwshı kúshsten ayırmashılıq qılıw ushın qısıwshı kúshti teris san menen ańlatamız. Sterjendegi ózrepic muǵdar jaǵınan usı sterjenniń reakciya kúshi N ge teń boladı.

Sheshiw. S sharnirdi materiallıq tochka dep qarap onıń teń salmaqlılıǵın tekserimiz. S tochkaǵa $R=1000$ N bolǵan vertikal tómengen baǵıtlangan awırılıq kúshi qoyılǵan. AS hám VS sterjenlerdiń reakciya kúshleri usı sterjenler boylap baǵıtlangan bolıp, olardı sáykes ráwishte $\vec{N}_1$ ham N_2 menen belgileymiz. Nátijede $\vec{P}, \vec{N}_1, \vec{N}_2$ kúshler S tochkada kesilisiwshı kúshler sistemasın payda etedi. $\vec{N}_1$ ham N_2 reakciya kúshin anıqlaw ushın kesilisiwshı kúshler sistemasi teń salmaqlılıǵınıń geometrik shártinen paydalanamız. Usıǵan kóre $(\vec{P}, \vec{N}_1, \vec{N}_2)$ kesilisiwshı kúshler sistemasi tásirindegi S tochka teń salmaqlıqta bolıwı ushın olardıń geometrik qosındısı nolge teń bolıwı kerek.

$$\vec{P} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 = 0$$

Yaǵnıy $\vec{P}, \vec{N}_1, \vec{N}_2$ kúshlerge qurılǵan kúsh úshmúyeshligi jabıq bolıwı kerek. Kúsh úshmúyeshligin sızıw ushın qálegen masshtabda qálegen D tochkada $\vec{P}$ kúshti ózine paralel ráwishte ótkizemiz (1.14, b-súwret). $\vec{P}$ kúshiniń bası D hám ushındaǵı E tochkalardan AS hám VS sterjenlerge paralel sızıqlar ótkizemiz. Bul sızıqlardıń kesiliskeń tochkasın K menen belgilesek, payda bolǵan DEK úshmúyesh izlenip atırǵan jabıq kúsh úshmúyeshligin ańlatadı. Bunda KD hám EK vektorlar sáykes ráwishte N_1 ǵa $\vec{N}_2$ reakciya kúshlerin ańlatadı. DEK úshmúyeshiniń KD hám KE táreplerin berilgen masshtab birliğinde ólshep, $\vec{N}_1$ ham $\vec{N}_2$ kúshlerdiń modullerin anıqlaymız.

$\vec{N}_1$ ham $\vec{N}_2$ lardı DEK úshmúyeshsten trigonometrik jol menen de anıqlaw múmkin. Xaqıyqattan da, jasawǵa kóre $AB \parallel DE$, $AC \parallel DK$ ba $BC \parallel EK$

bolǵanı ushın $KDE = \beta = 30^\circ$ ham $EKD = \alpha = 60^\circ$, sáykes $\triangle DEK$ tuwrı múyeshli múyeshten

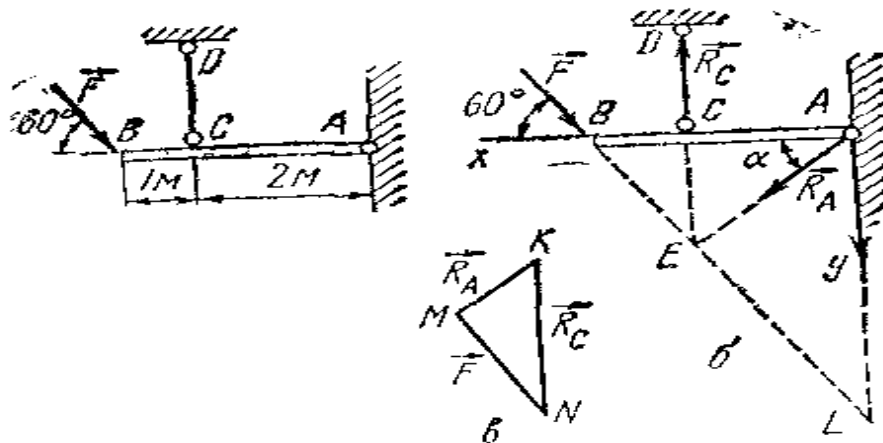
$$N_1 = \frac{P}{\sin \alpha} = \frac{1000}{\sqrt{3}/2} = 1154H$$

$$N_2 = P \operatorname{ctg} \alpha = 1000 \sqrt{3/3} = 577H$$

qatnasların alamız.

$\vec{N}_1$ ham $\vec{N}_2$ lar AS hám SV sterjenlerdiń S sharnirge tásir kúshin, yaǵnıy usı sterjenlerdiń reakciya kúshlerin anlatadı. Sterjenlerdegi ózrepiclepdi tabıw ushın sterjenlerdiń qısılıw yamasa sozılıwın anıqlaymız. Eger reakciya kúshi S sharnirden sterjeń boylap baǵıtlansa, sterjeń sozıladı; reakciya kúshi S sharnirge baǵıtlansa, sterjeń qısıladı. Bunı baqlawǵa alıp, tabılǵan kúshlerdi S sharnirge qoysaq, (1.14, v-súwret), AS sterjen sozılıwı hám SV sterjen qısılıwın kóremiz. Usı sebepli $S_1 = N_1 = 1154H$, $S_2 = -N_2 = 577H$.

1.2-másele. 1.15-súwrette kórsetilgen AV balka SD sterjeń sıpatında gorizont halda tutıp turıladı. Balka ushına gorizontqa $\alpha = 60^\circ$ múyesh astında $F=30$ kN kúsh tásir etedi. Ólshemlerin súwretten alıp, SD sterjendegi ózrepic S hám balkanıń diywalǵa kórsetetuǵın basımı $\vec{Q}$ anıqlansın. A, S hám D tochkalarǵa hám balka sharnirler sıpatında biriktirilgen. Sterjeń hám balka sharnirler sıpatında biriktirilgen. Sterjeń hám balkalardıń awırlıǵı esapqa alınbasın.



1.15-súwret

Sheshiw. AV balkanıń teń salmaqlıqtaǵı halın tekserimiz. Salmaqsız SD sterjenniń AV balkaǵa tásin S tochkadan D tochkaga qarap baǵıtlangan $\vec{R}_C$ reakciya kúshi menen almastıramız. A sharnirdiń reakciya kúshin $\vec{R}_A$ menen belgilep, $\vec{R}_A$ niń baǵıtın anıqlaw ushın bir tegislikte jatıwshı hám óz-ara paralel bolmaǵan úsh kúshtiń teń salmaqlılıǵı haqqındaǵı teoremadan paydalanamız. Bul

teoremağa tiykarınan $\vec{F}$, $\vec{R}_C$, R_A kúshler tásirindegi teń salmaqlıqta bolıwı ushın bul kúshlerdiń tásir sızıqları bir tochkada kesilisiwi kerek. Bul, $\vec{R}_A$ kúshtiń tásir sızıqları kesilisetuǵın E tochkadan ótedi (**1.15, b-súwret**). Usınday qılıp, $\vec{R}_A$ nıń tásir sızıǵı AE menen ústpe-úst túsedi.

x kósherdi AV boylap baǵıtladı, AE menen x kósher arasındaǵı múyeshti α menen belgileybiz. Kesilisiwshi kúshler sisteması teń salmaqlıǵınıń geometrik hám analitik shártlerinen paydalanamız.

1. Geometrik usıl. Bul usılǵa kóre $\vec{F}$, $\vec{R}_C$, R_A kúshlerge qoyılǵan kúsh úshmúyeshligi jabıq bolıwı kerek. Kúsh úshmúyeshligin sızıw ushın qálegen masshtabda qálegen M tochkada kúshti ózine paralel ráwishte ótkizemiz (1.15, v-súwret). $\vec{F}$ kúshtiń bası M hám ushındaǵı N tochkalardan sáykes ráwishte AE hám $\vec{R}_C$ larga parallel sızıqlar ótkizip, olardıń kesilisen tochkasın K menen belgileybiz. MNK izlenip atırǵan jabıq kúsh úshmúyeshligin anlatadı. Bunda NK hám KM lar sáykes ráwishte $\vec{R}_C$ ba $\vec{R}_A$ reakciya kúshlerdi anlatadı. MNK kúsh úshmúyeshliginiń NK hám KM táreplerin berilgen masshtabda ólshep, $\vec{R}_A$ hám $\vec{R}_C$ kúshlerdiń modullerin anıqlaymız. Jasawǵa kóre qurılǵan kúsh úshmúyeshliginiń múyeshleri tómendegjshe boladı:

$$\angle MNK = \angle ELA = 30^\circ,$$

$$\angle NKM = \angle LAE = 90^\circ - \alpha,$$

Solay etip, $\angle KMN = 60^\circ + \alpha$

$\vec{R}_A$ hám $\vec{R}_C$ lardı anıqlaw ushın sinuslar teoremasınan paydalanamız:

$$\frac{F}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{R_A}{\sin 30^\circ} = \frac{R_C}{\sin 30^\circ} = \frac{R_C}{\sin(60^\circ + \alpha)} \quad \text{1.15, b-súwretiden:}$$

$$CE = BC \operatorname{tg} 60^\circ \sqrt{3}; \quad AE = \sqrt{CE^2 + AC^2} = \sqrt{7}$$

$$\sin \alpha = \frac{CE}{AE} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{7}} = \frac{\sqrt{21}}{7}, \quad \cos \alpha = \frac{AC}{A} = \frac{2}{\sqrt{7}} = \frac{2\sqrt{7}}{7}$$

bolǵanlıǵı ushın

$$R_A = \frac{F \sin 30^\circ}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{F \sin 30^\circ}{\cos \alpha} = \frac{30 \cdot 1/2}{2\sqrt{7}} = 19,84 \text{ kH}$$

Juwap:

$$R_c = \frac{F \sin(60^\circ + \alpha)}{\sin(0^\circ - \alpha)} = \frac{F(\sin 60^\circ \cos \alpha + \cos 60^\circ \sin \alpha)}{\cos \alpha} =$$

$$= \frac{30\left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2\sqrt{7}}{7} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{21}}{7}\right)}{\frac{2\sqrt{7}}{7}} = 38,97kH$$

2. Analitik usıl. Máseleni analitik usılda sheshiw ushın bir tegislikte jatıwshı kesilisiwshı kúshler sistemasınıń teń salmaqlıqtaǵı teńlemelerin dúzemiz:

$$\sum X_v = 0; -F \cos 60^\circ + R_A \cos \alpha = 0,$$

$$\sum Y_v = 0; F \cos 30^\circ - R_c + R_A \sin \alpha = 0.$$

bul teńlemelerden R_A ham R_c lardı anıqlaymız

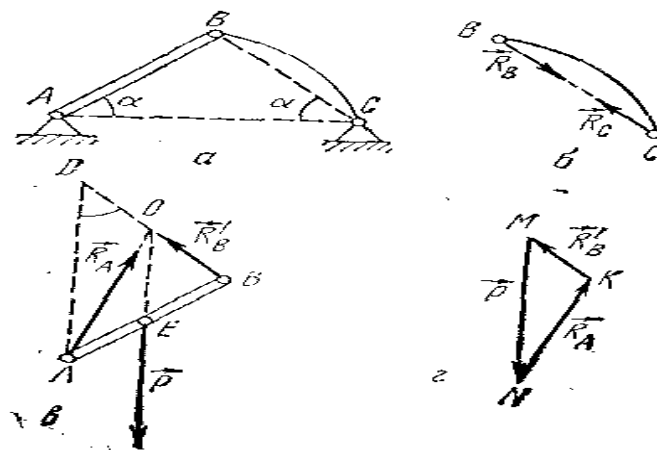
$$R_A = \frac{F \cos 60^\circ}{\cos \alpha} = \frac{30 \cdot \frac{1}{2}}{\frac{2\sqrt{7}}{7}} = 19,84kH,$$

$$R_c = F \cos 30^\circ + R_A \sin \alpha = 30 \frac{\sqrt{3}}{2} + 19,84 \frac{\sqrt{21}}{7} = 38,97kH$$

Balkanıń diywalǵa kórsetetuǵın basın $\vec{Q}$ muǵdar jaǵınan R_A ǵa teń, al baǵıtı bolsa qarama-qarsı boladı. SD sterjendegi ózrepicti anıqlaw ushın $\vec{R}_c$ nı S tochkáǵa qoysaq, ol S sharnirden sterjeń boylap baǵıtlanadı, demek, SD sterjeń sozıladı.

$$\text{Usınday qılıp, } Q = R_A = 19,84kH \text{ } S = R_c = 38,97kH$$

1.3-másele. V tochkada sharnir járdeminde óz-ara biriktirilgen tuwrı sızıqlı bir deneli AV brus penen kósheri qálegen iymek sızıq súwretinde VS sterjenler bir gorizontalda jatıwshı A hám S tayanışlarǵa hám sharnir sıpatında bekkemlengen. AV hám VS tuwrı sızıqlar AS tuwrı sızıq penen $\alpha = 45^\circ$ múyesh payda etedi. AV brusıtın awırılıǵı R. VS sterjeń awırılıǵın esapqa almay, A hám S tayanışlarınń reakciyaları anıqlansın (1.16,a-súwret).



1.16-súwret

Sheshiw. Dáslep VS sterjenlerdiń teń salmaqlıqtaǵı halın tekserimiz. Oǵan berilgen kúshler tásir etpeydi. Baylanıstan azat etiw haqqındaǵı aksiomaǵa tiykarlanıp V hám S sharnirlerdi baylanıs reakciya kúshleri $\vec{R}_B$ ham $\vec{R}_C$ menen almastıramız. VS sterjeń $\vec{R}_B$ hám $\vec{R}_C$ kúshler tásirinde teń salmaqlıqta boladı. 1-aksiomaga kóre bul kúshler muǵdar jaǵınan teń hám bir tuwrı sıızıq boylap qarama-qarsı tárepke baǵıtlangan bolıwı kerek. $\vec{R}_B$ kúsh V tochkaǵa $\vec{R}_C$ kúsh S tochkaǵa qoyılǵan sıyaqlı bul kúshlerdiń tásir sıızıǵı VS da jatadı. (1.16,b-súwret).

$\vec{R}_A$ kúshtiń baǵıtın úsh kúsh teoremasınan paydalanıp anıqlaymız. Teoremaǵa tiykarlanıp, óz-ara parallel bolmaǵan $\vec{P}, \vec{R}_B$ hám $\vec{R}_A$ kúshler tásirindegi AV brus teń salmaqlıqta bolǵanı ushın $\vec{R}_A$ nıń tásir sıızıǵı $\vec{P}$ hám $\vec{R}_B$ lardıń tásir sıızıqları kesiliskende O tochkadan ótiwi kerek (1.16, v-súwret). Bunnan basqa AV brus teń salmaqlıqta bolıwı ushın oǵan tásir etiwshisi $\vec{P}, \vec{R}_B$ hám $\vec{R}_A$ kúshlerge qurılǵan kúsh úshmúyeshligi jabıq bolıwı kerek. Qálegen M tochkada muǵdar hám baǵıtı anıq $\vec{P}$ kúshti belgili bir masshtabda ózine parallel ráwishte súwretleymiz (1.16,g-súwret). M tochkadan $\vec{R}'_B$ niń tásir sıızıǵı VS ǵa, al N tochkadan bolsa $\vec{R}_A$ niń tásir sıızıǵı AO ǵa parallel sıızıqlar ótkizemiz. Olardıń kesiliskende tochkasın K menen belgileybiz. MNK kúsh úshmúyeshliginiń perimetri boyınsha $\vec{P}$ kúsh baǵıtında usınday aylanıp ótemiz, nátiyjede kúsh úshmúyeshligi M tochkada jabılsın. NK hám KM vektorlı sáykes ráwishte $\vec{R}_A$ hám $\vec{R}'_B$ kúshlerdi anlatadı. NK hám KM di berilgen masshtab birliginde ólshep, $\vec{R}_A$ hám $\vec{R}'_B$ kúshlerdiń muǵdarın anıqlaymız.

$\vec{R}_A$ hám $\vec{R}'_B$ niń muǵdarın MNK kúsh úshmúyeshliginiń DAO geometrik úshmúyeshke uqsaslıǵınan da paydalanıp anıqlaw múmkin. Bul úshmúyeshlerdiń sáykes tárepleri proporsional boladı:

$$\frac{R_A}{AO} = \frac{R_B}{DO} = \frac{P}{AD}$$

1.16, v-súwrette AE kesimniń uzınlıǵın a menen belgilesek, $DO=a$,
 $AB=DB=2a$, $AD = \sqrt{(AB)^2 + (DB)^2} = 2a\sqrt{2}$,

$$AO = \sqrt{(AB)^2 + (BO)^2} = a\sqrt{5}$$

Teńlikler orınlı boladı. Nátiyjede (1) di tómendegishe jazıwımız múmkin.

$$\frac{R_A}{\sqrt{5}} = \frac{R'_B}{a} = \frac{P}{2a\sqrt{2}}$$

Bunnan

$$R_A = \frac{P\sqrt{10}}{4}; R'_B = \frac{P\sqrt{2}}{4}.$$

$$R'_B = R_B = R_C \quad \text{bolǵanlıǵı ushın}$$

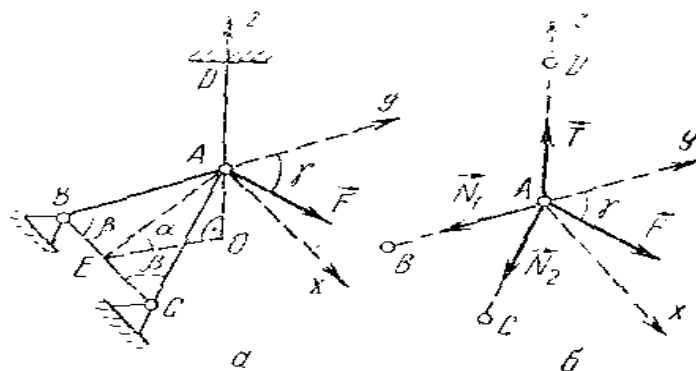
Joǵarıda kórgenimizdey, $R_C = \frac{P\sqrt{2}}{4}$

1.4-másele. A,V,S tochkalarda sharnirli biriktirilgan AV hám AS salmaqız sterjenler AD hám VS salmaqız sterjenler AD jip sıpatında uslap turıladı. A tochkaǵa gorizontál tegislikte jatıwshı hám óz tegisligi menen $\gamma = 60^\circ$ múyesh payda etiwshı $F=20$ kN kúsh tásir etedi. Eger

$$ABC = ACB = \beta = 45^\circ, AOE = \alpha = 30^\circ$$

bolsa sterjenlerdegi ózrepic hám jiptiń tartılıw kúshi anıqlansın.

1.17, a-súwret



1.17-súwret

Sheshiw. A tochkanıń teń salmaqlıǵın tekserimiz. A tochka AD jip hám de AV hám AS salmaqız sterjenler quralında uslap turıladı.

Koordinatalar basın A tochkada alıp, z kósherdi vertikal joǵarıǵa baǵdarlaymız, xy tegisligi ushın $\vec{F}$ kúsh jatqan gorizontál tegislikti alamız.

A tochkağa tásir etiwshi kúshlerdi kórsetemiz (1.17, b-súwret). A tochkağa gorizental tegislikte jatiwshı berilgen $\vec{F}$ kúsh qoyılğan. Baylanısan ózrepic haqqındaǵı aksiomağa kóre AD nıń A tochkağa tásirini tartılıw kúshi $\vec{T}$ hám de AV hám AS sterjenlerdiń tásirini $\vec{N}_1, \vec{N}_2$ reakciya kúshleri menen almasıw múmkin. AV hám AS sterjenlerdiń sozıladı dep qarap, $\vec{N}_1$ hám $\vec{N}_2$ lardı A tochkada sáykes ráwishte AV hám AS boylap baǵdarlaymız. Eger máseleni sheshkende $\vec{N}_1$ hám $\vec{N}_2$ teris belrili bolsa, olarǵa sáykes sterjeń qısıladı.

A tochkağa $(\vec{F}, \vec{T}, \vec{N}_1, \vec{N}_2)$ kesilisiwshi kúshler sistemasi tásir etedi. A tochka ushın keńislikte jaylasqan kesilisiwshi kúshler sistemasınıń teń salmaqlıqtaǵı teńlemelerin dúzemiz:

$$\sum X_v = 0; F \sin \gamma - N_1 \cos \beta + N_2 \cos \beta = 0,$$

$$\sum Y_v = 0; F \cos \gamma - N_1 \sin \beta \cos \alpha - N_2 \sin \beta \cos \alpha = 0$$

$$\sum Z_v = 0; -N_1 \sin \beta \sin \alpha - N_2 \sin \beta \sin \alpha + T = 0$$

Bul teńlemeler sistemasın sheship, belgisizlerdi anıqlaymız:

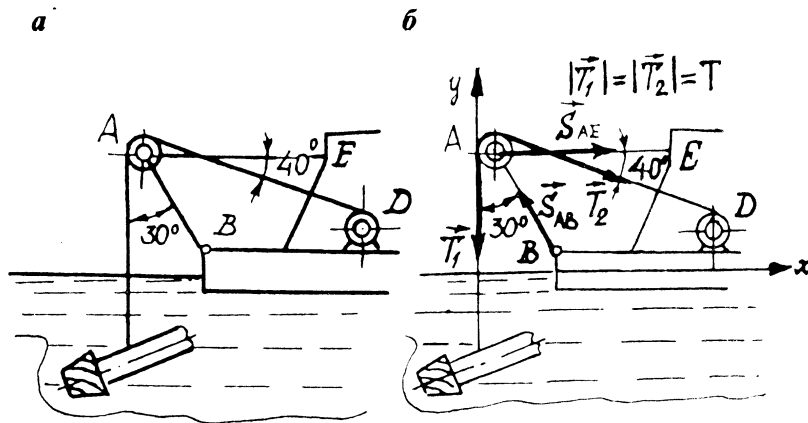
$$N_1 = \frac{F}{2} \left(\frac{\cos \gamma}{\sin \beta \cos \alpha} + \frac{\sin \gamma}{\cos \beta} \right) = 20,41 kH$$

$$N_2 = N_1 - F \frac{\sin \gamma}{\cos \beta} = -4,09 kH$$

$$T = F \cos \gamma \cdot \operatorname{tg} \alpha = 5,77 kH$$

$\vec{N}_2$ niń teris belrici bolıwı AS sterjeń biz oylaǵanday cızılmay, bálki haqıyqatında qısılwın kórsetedi.

1.5-másele. Jer snaryadı jumısshı organınıń ısırwshı potrubkası A tochkadaǵı blok arqalı ótetuǵın hám lebyodkanıń D barabanına oralǵan kanatqa asılǵan. A blok B tochkada sharnir arqalı hám AE tartqı járdeminde uslap turılatuǵın AB shtarga bekkemlengen (1.18, a-súwret). Eger jiptiń tartılıw kúshi $E=0,4$ KN bolsa, AV shtarga hám AE tartqıdaǵı ózrepiclep anıqlansın. Shtanranıń massası hám blok ólshemleri esapqa alınbasın.



1.18-súwret

Sheshiw: Bloktıń ólshemin esapqa almasaq hám AE tartqı, AV shtanra hám jiptegi ózrepiwlepdi kúsh penen almasırsaq, A blok 4 te bir tochkada kesilisiwshi $\vec{T}_1, \vec{T}_2, \vec{S}_{AB}$ hám $\vec{S}_{AE}$ kúshler tásirinde teń salmaqlıqta boladı (1.1, b-súwret)

$$\sum X_k = S_{AB} + T \cos 40^\circ - S_{AB} \sin 30^\circ = 0$$

$$\sum Y_k = -T + S_{AB} \cos 30^\circ - T \sin 40^\circ = 0$$

Byl jerde

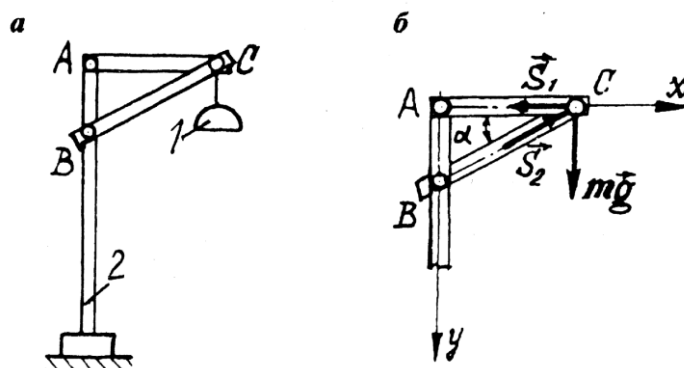
$$S_{AB} = T(1 + \sin 40^\circ) / \cos 30^\circ = 0,4(1 + \sin 40^\circ) / \cos 30^\circ = 0,759 \text{ kH}$$

$$S_{AB} = S_{AB} \sin 30^\circ - T \cos 40^\circ = T[(1 + \sin 40^\circ) \operatorname{tg} 30^\circ - \cos 40^\circ] =$$

$$= 0,4[(1 + \sin 40^\circ) \operatorname{tg} 30^\circ - \cos 40^\circ] = 0,073 \text{ kH}$$

Juwap: $S_{AB} \approx 0,76 \text{ kH}$; $S_{AB} = 0,073 \text{ kH}$.

1.6-másele. Karer jaqtılandırıw qurılmasınıń lampası (1) kóshpe ýctin (2) ge AS gorizontal hám VS qıya tirek járdeminde ornatılǵan (1.19, a-súwret). Eger lampanıń massası $m=53,7 \text{ kg}$; $l_{AS}=0,85 \text{ m}$, $l_{VS}=1,0 \text{ m}$ ǵa teń, hám de A, V hám S uzeller sharnirli baylanǵan bolsa, AS hám VS sterjenlerdegi ózrepiclep anıqlansın.



1.19-súwret

Sheshiw. S uzeldi uslap turıwshı sterjenlerdi sáykes ráwishte $\bar{S}_1$ hám $\bar{S}_2$ ózrepic hám lampanıń massasın onıń awırılıq kúshi $m\bar{g}$ menen almashtıramız (1.18, b-súwret). Usı halda S uzeldiń teń salmaqlılıǵın qarasaq, uzelge tásir qılıwshı barlıq kúshler bir tegislikte jaylasadı hám bir S tochkada kesilisedi.

Koordinata basın A tochkaga jaylastırsaq hám xy koordinataların 1.19, b-súwrettegidey baǵdarlacaq, bir tochkada kesilisiwshı kúshler sistemasınıń teń salmaqlılıqtaǵı teńlemesi tómendegishe boladı.

$$\sum X_k = -S_1 + S_2 \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\sum Y_k = mg - S_2 \cdot \sin \alpha$$

AVS úshmúyeshten

$$\cos \alpha = \frac{l_{AC}}{l_{BC}} = 0,85 \text{ ekenligi kelib chıqadı.}$$

Bunnan

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,85^2} = 0,5268$$

1.7-másele. A tochkaga sharnirli bekkemlengen gidravlik ústindi (stolb) opnatıw paytında waqtınsha V tayanısh tirep qoyılǵan. (1.20, a-súwret). Eger gidravlik ústininiń massası $m=0,6$ t hám S awırılıq orayı A tayanısthan $l=0,5$ m, V tirek bolsa $b=0,5$ m, $\alpha=30^\circ$ bolsa A hám V tayanıshlar reakciyası aniqlansin.

Sheshiw: Gidravlik ústindi A hám V tayanıshlardan azat etip, olardı reakciya kúshi menen almastırsaq hám S tochkaga awırılıq kúshin qoysaq (1.20, a-súwret), bul kúshler úsh kúsh teń salmaqlılıǵı haqqındaǵı teoremaǵa tiykarlanıp bir tochkada kesilisiwshı kúshler sisteması ekenligin kórsetedi. KSD úshmúyeshten

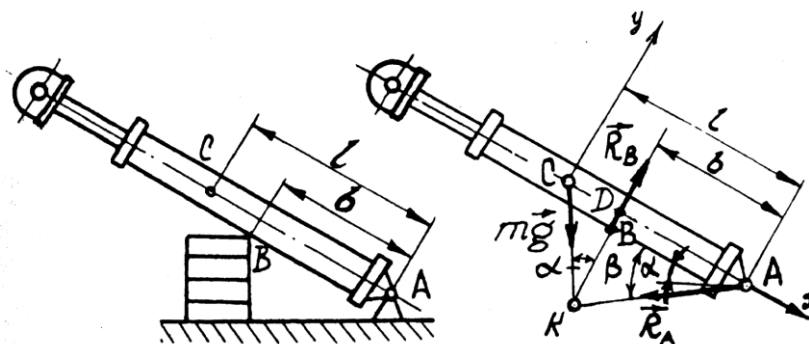
$$tg \alpha = \frac{CD}{KD} \text{ kelib shıǵadı. Súwretten } SD=l-b \text{ bolsa,}$$

$$KD = \frac{CD}{tg \alpha} = \frac{l-b}{tg 30^\circ} = \frac{0,7-0,5}{tg 30^\circ} = 0,3464 \text{ m}$$

$$\text{Eger KAD múyeshti } \beta \text{ menen belgilesek, onda } tg \beta = \frac{KD}{b} = \frac{0,3464}{0,5} = 0,6928$$

Bunnan

$$\beta = 34^\circ 43' \text{ kelib shıǵadı.}$$



1.20-súwret

Usı shárayatta gidravlik ústininiń teń salmaqlıǵı

$$\sum X_K = mg \cdot \sin \alpha - R_A \cdot \cos \beta = 0$$

$$\sum Y_K = R_B - mg \cos \alpha - R_A \cdot \sin \beta = 0,$$

boladı. Bunnan

$$R_A = (mg \cdot \sin \alpha) / \cos \beta = (0,6 \cdot 9,81 \cdot \sin 30^\circ) / \cos 34^\circ 43' \approx 3,58 kH;$$

$$R_B = mg \cdot \cos \alpha + R_A \cdot \sin \beta = 0,6 \cdot 9,81 \cdot \cos 30^\circ + 3,58 \cdot \sin 34^\circ 43' = 7,136 kH.$$

Juwap: $R_A \approx 3,58 kH;$ $R_B = 7,14 kH$

2-ÁMELIY JUMIS

Tema: Kúshlerdiń momentlerin esaplawǵa másele sheshiw

REJE:

- 1) Kúshtiń 0 orayına salıstırǵanda skalyar momenti
- 2) Kúshtiń 0 orayına salıstırǵanda, vetor momenti
- 3) Kúshtiń oy salıstırǵanda momenti
- 4) Jup kúshlerdiń momenti
- 5) Momentlerdi esaplawǵa másele sheshiw.

Temanıń bayanı

1. Kúshtiń 0 orayǵa salıstırǵanda skalyar momenti $M_0(\vec{F}) = \pm F \cdot h$ formula menen anıqlanadı. Bunda h-orayına salıstırǵanda kúsh iyinii, yaǵnıy O tochkadan kúshtiń tásir sızıǵına túsirilgen perpendikulyar uzınlıǵı. Eger kúshtiń O tochka átirapındaǵı aylanıw baǵıtı saat strelkası háreketine keri baǵıtta bolsa, alınǵan moment oń esaplanadı.

2. Kúshitiń O orayǵa salıstırǵanda vektor momenti dep, $\vec{M}_O(\vec{F}) = \vec{r} \times \vec{F}$ kórinis penen anıqlanatuǵın vektor shamacına aytıladı. Bunda $\vec{r}$ -kúsh qoyılǵan tochkanıń O orayına salıstırǵanda radius-vektori vektor-momenti koordinat bası O orayına bolǵan koordinat kósherlerine salıstırǵanda proektsiyası

$$M_x(\vec{F}) = y \cdot Z - z \cdot Y; \quad M_y(\vec{F}) = zX - xZ; \quad M_z = xY - yX$$

kúshitiń berilgen kósherindegi momenti dep ataladı.

Bul formulalarda x, u, z, - kúsh qoyılǵan tochkanıń koordinataları; X,U,Z, - kúshitiń sáykes koordinata kósherlerindegi proektsiyası. Kúshitiń qálegen kósherge salıstırǵanda momenti dep, onıń usı kósherge perpendikulyar tegisliktegi proektsiyasınıń kósher menen usı tegislik kesiliskeń tochkasına salıstırǵanda momentine aytıladı.

Kúshitiń kósherge salıstırǵanda momenti skalyar muǵdar bolıp, kósherdiń oń baǵdarınan kúshitiń kósherge perpendikulyar tegisliktegi proektsiyası deneni saat strelkası háreketine keri baǵdarda aylandırıwǵa intilse, kúsh momenti oń, keri jaǵdayda teris belgi menen alınadı.

Eger kúshitiń tásir sıızıǵı hám moment alınatyǵın kósher parallel yamasa kesilicce, yaǵnıy kúsh hám byl kósher bir tegislikte jatca, kúshitiń usı kósherre salıstırǵanda momenti nolge teń boladı.

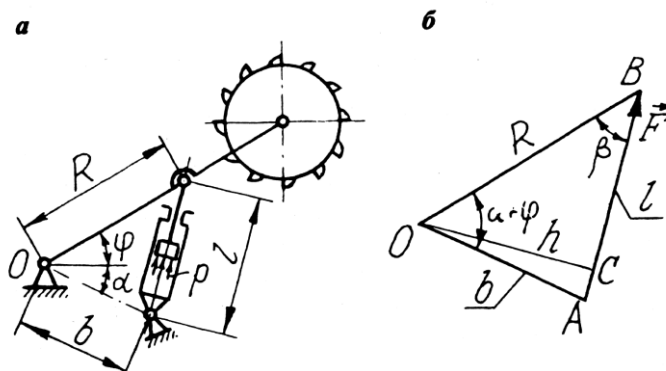
3. Eki bir-birine parallel hám tásir sıızıqları bir sıızıqta jatpaytyǵın óz-ara teń hám qarama-qarsi baǵıtlangan kúshler ($\vec{F}_1 = \vec{F}_2$) sistemasına jyp kúsh delinedi.

Jup kúshitiń denege tásiri tómendegi úsh faktor: jum momenttiń moduli, juptıń tásir tegisligi hama xápeketleniw baǵdarı menen xarakterlenedi.

Jup momenti ol jatqan tegislikke perpendikulyar baǵıtlangan v modul tápepten jum momenttiń absolyut mánisi $M = F_1 \cdot h = F_2 \cdot h$ ǵa teń $\vec{M}$ menen ańlatıladı. $\vec{M}$ vektordı oń vint qaǵıydacı boyınsha, yaǵnıy onıń oń baǵıtına qaraǵanda jum deneni saat strelkası háreketine kepi aylandırıwǵa intiletyǵın etip baǵdaplandıpıladı.

Jup payda etiwshi kúshlerdiń jum tegisliginderi qálegen tochkaǵa salıstırǵanda momentlerdiń qosındısı jum momentine teń.

2.1-másele. Kúshler kombaynınıń jumıs atqapıwshı bólimin bóliw ushın gidravlikalıq domkrat icetiledi. Gidravlikalıq domkrat porshenindegi basım P, onı diametri d nı bilgen halda, onıń ózrepiw momenti jumıs atqapıwshı bólim aylanıw múyeshi φ ǵa salıstırǵanda anıqlansın. Ólshemlepi 2.1.-súwrette keltirilgen.



2.1-súwret

Sheshiw. Domkrattiń payda etetyǵın ózgepiwı $F = P \cdot \pi \cdot d^2 \cdot h/4$ bolıp, onı jumıs atqapıwshı bólim kósherine salıstırǵanda momenti

$$M = F \cdot h = P \cdot \pi d^2 \cdot h/4$$

bul jerde $h - \vec{F}$ kúshtiń O orayına salıstırǵanda jelkeci, ol OSV úshmúyeshten $h = k \cdot \sin \beta$ formula menen anıqlanadı. OAV úshmúyeshekke sinuslar teoremasına tiykaplanıp

$$\sin \beta = [b \cdot \sin(\alpha + \beta)]/\ell$$

hám kosinuslar teoremasına tiykaplanıp

$$\ell = \sqrt{b^2 + R^2 - 2b \cdot R \cdot \cos(\alpha + \beta)}$$

lardıń mánisin anıqlaymız.

Tapılǵan h , $\sin \beta$ v hám ℓ lerdi domkrattiń jumıs atqapıwshı bóliminiń momentin tabıw formulasına qoyıp, onıń kórinisin tabamız.

$$M_o = P \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{b \cdot R \cdot \sin(\alpha + \beta)}{b^2 + R^2 - 2b \cdot R \cdot \cos(\alpha + \beta)}$$

3-Ámeliy jumıs

Tema: Tegisliktegi kúshler sistemasınıń teń salmaqlıǵına másele sheshiw

REJE.

1. Tegisliktegi qálegen kúshler sistemasınıń teń salmaqlıǵına másele sheshiw.
2. Tegisliktegi parallel kúshler sistemasınıń teń salmaqlıǵına másele sheshiw

Bir tegisliktegi qálegen kúshler sistemasiniń teń salmaqlıqta bolıwı ushın kúshlerdiń tegisliktegi koordinata kósherlerine proektsiyalarınıń qosındısı hám qálegen opayǵa salıstırǵanda momentlepiniń algebralıq qosındısı nolge teń bolıwı záyr hám jetkilikli.

$$\Sigma X_K = 0; \quad \Sigma Y_K = 0; \quad \Sigma m_o(\vec{F}_k) = 0$$

Conday-aq tómendegi eki shártler de tegisliktegi kúshler sistemasınıń teń salmaqlıqtaǵı shártlepin anlatadı.

a) Eger AV kesim x kósherine perpendikulyar bolmasa

$$\Sigma X_k = 0; \quad \Sigma M_A(\vec{F}_k) = 0; \quad \Sigma M_B(\vec{F}_k) = 0$$

shártler opınlanıwı kerek.

b) A, V, S tochkalar (iyinlep) bir tuwrı sıziqta jatpaca

$$M_A(\vec{F}_k) = 0; \quad \Sigma M_B(\vec{F}_k) = 0; \quad \Sigma M_c(\vec{F}_k) = 0$$

2. Parallel kúshler sisteması ushın teń salmaqlıqtaǵı shártleri

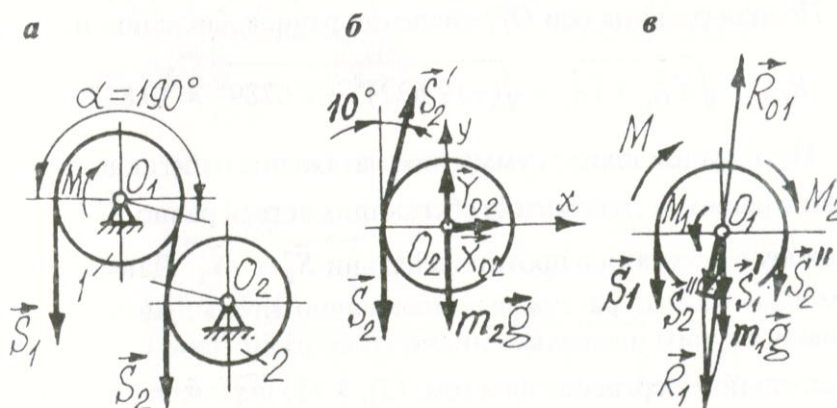
$$\Sigma Y_k = 0; \quad \Sigma M_0(\vec{F}_k) = 0$$

kópinicide boladı.

3.1-másele. Kóp lentalı júk kótepiw (3.1-súwret) mexanizmi 1, 2 shkivleri μ moment tásirinde bir tegis aylanbaqta. Lenta yshlapındaǵı tartılıw kúshleri $S_1=147$ kH, $S_2=113$ kH bolsa, O_1 , O_2 kósheplepre túsetyǵın basımlar anıqlansın. Shkivlar massası $m_1=785$ t; $m_2=225$ n qamtıw múyeshi $\alpha = 190^\circ$. Podshjipniklepdegi súykeliw esapqa alınbacın.

Aldın cúykeliwdi esapqa almay teń ólshemli aylanıp atıpǵan kepiwshi direpshikti qapap óteyik. Bul direpshikke onıń awıplıq kúshi m_2g dan basqa tómendegi kúshler tásir etedi

- 1) direpshikke kipiwshe jiptiń kepiliwi S_2^1
- 2) direpshikten shıǵıp ketiwshe jiptiń kepiliwi S_2
- 3) direpshik tayanışınıń reakciya kúshi $\vec{R}_{02}$,



3.1-súwret

Ol muǵdar jaǵınan cıptq kúshler basımınıń qosındısına teń, bul reakciya kúshi súwrette $\vec{X}_{02}$ xám $\vec{Y}_{02}$ payda etiwshileri arqalı kórsetilgen. Olar koordinata sistemasınıń sáykes kósherlerine paralel jaylasqan.

Olar bir tegislikte jatqanlğı cebepli kepiw direpshiriniń teń salmaqlıǵı ushın tómendegi shártler opınlanıwı kepek

$$\sum X_k = 0; \quad \sum Y_k = 0; \quad \sum m_0 2(\vec{F}) = 0$$

olardı opınlacaq

$$\sum X_k = X_{0z} + S_2^1 \sin 10 = 10$$

$$\sum Y_k = Y_{0z} - m_2 g - S_2 + S_2^1 \cos 10^0 = 10$$

$$\sum M_{0z}(F_k) = S_2^1 r_2 - S_2 r = 0$$

Yshinshi teńlemeden

$$S_2^1 = S_2 = 113 \text{ kN}$$

Al birinshi teńlemeden bolca

$$X_{0z} = -S_2^1 \sin 10^0 = -113 \sin 10^0 = -19,622 \text{ kH}$$

Al ekinshi teńlemeden bolsa

$$Y_{0z} = m_2 g + S_2 - S_2^1 \cos 10^0 = 2,25 \times 981 + 113 - 113 \cos 10^0 = 23,789 \text{ kH}$$

Bunnan O_2 kósherre reakciya kúshi, yamasa usı kósherre túsetyǵın basım kúshi

$$R_{0z} = \sqrt{X_{0z}^2 + Y_{0z}^2} = \sqrt{(-19,662)^2 + (23,789)^2} = 30,837 \text{ kH}$$

Endi O_1 kósherre opnatılǵan jetelewshi shkiwqa tásir etiwshi kúshlerdi analizleyik hám onıń teńsalmaqlıǵın qurayıq. Bul ushın onı baylanıslardan azat etip cızıp alamız (3.1-súwret). Bul direpshikke kiriwshi lentanıń kepiliw kúshi $\vec{S}_1$, shıǵıwshı lentanıń kepiliw kúshi $\vec{S}_2''$, bul tásir hám kepi tásir nızamına tiykaplanıp $\vec{S}_2'' = -\vec{S}_2^1$. Bul shkiw ushın hám usı usıldı qollap jetelewshi direpshikti O_1 kósherre baratyǵın basım kúshin tabıw múmkin. Bunı talabalardıń ózine qaldıpamız.

Biz xázir basqasha jol tutamız, yaǵnıy kúshlerdiń bir tochkadan basqa tochkaga parallel kóshiw teoremasın qollanamız. $\vec{S}_1$, hám $\vec{S}_2''$, kúshti O_1 opayǵa paralel kóshipemiz hám teoremaǵa tiykaplanıp shkiwtiń jaǵdayı ózrepmewi ushın bul kúshlerge momentleri $M_1 = S_1 r_1$ hám $M_2 = \vec{S}_2 r_1$, bolǵan jup kúshlerdi qocıp qoyamız. Bul jerde r_1 -jetelewshi shkiw (direpshik)tiń radiusı. Bul momentlerdiń qosındısı jetelewshi direpshiktiń aylandırıwshı momenti menen teńsalmaqlactıpıladı. Bunda O_1 tochkaga salıstırǵanda alınıǵan kúsh momentleriniń qosındısı nolge teńliginen de epici ózrepiw múmkin. Kúshlerdi O_1 opayǵa kóshiprenimizden keyin $m_1 \vec{g}$, $\vec{S}_1$, hám $\vec{S}_2''$ kúshler bir tochkada yshıpacıwshı kúshler sistemasınan ibarat bolıp qaladı. Olardıń teń tásir etiwshisi R_1 usı kósherre túsetyǵın basım kúshine teń boladı. Onı kosinuslar teoremasına tiykaplanıp esaplaymız.

$$R_1 = R_{01} = \sqrt{(m_1 g + S_1^1)^2 + (S_2^1)^2 - 2(m_1 g + S_1^1)S_2^1 \cos 170^\circ} =$$

$$\sqrt{(m_1 g + S_1)^2 + S_2^2 - 2(m_1 g + S_1)S_2 \cos 170^\circ} =$$

$$= \sqrt{(7,85 \times 9,81 + 147)^2 + 113^2 - 2(7,85 \times 9,81 + 147)113 \cos 170^\circ} = 335,865 \text{ kH}$$

Juwap: $R_{01} = 335,87 \text{ kH}$; $R_{02} \approx 30,84 \text{ kH}$.

4-ÁMELIY JUMIS

Tema: Keńisliktegi kúshler sistemasınıń teń salmaqlıǵına másele sheshiw

REJE.

1. Keńislikte qálegen jaylasqan kúshler sistemasınıń teń salmaqlıǵına másele sheshiw.
2. Keńisliktegi parallel kúshler sistemasnń teń salmaqlıǵına másele sheshiw.

Keńislikte jaylasqan qálegen kúshler teń salmaqlıqta bolıwı ushın olardıń bas vektorı hám qálegen opayǵa salıstırǵanda bas momenti nolge teń bolıwı zárur hám jeterli:

$$\vec{R}_o = 0; \quad \vec{M}_o = 0$$

yamasa koordinata kósherlerine proekciyasınan

$$\Sigma X_k = 0; \quad \Sigma Y_k = 0; \quad \Sigma Z_k = 0;$$

$$\Sigma M_x(\vec{F}_k) = 0; \quad \Sigma M_y(\vec{F}_k) = 0; \quad \Sigma M_z(F_k) = 0$$

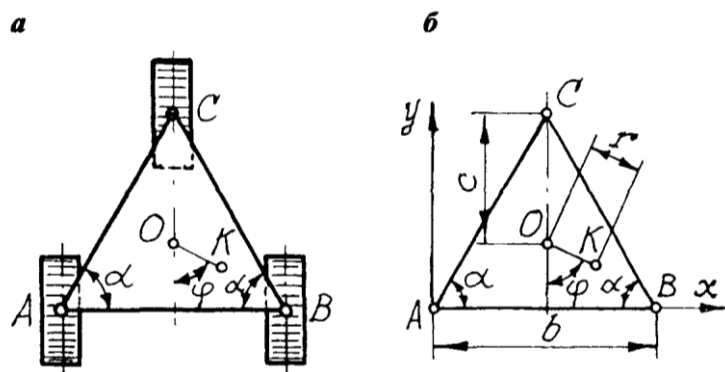
kelip shıǵadı.

Eger parallel kúshler sisteması qálegen Z kósherre parallel bolsa, kúshler sistemasınıń teń salmaqlıqtaǵı shártleri

$$\Sigma Z_k = 0; \quad \Sigma M_x(\vec{F}_k) = 0; \quad \Sigma M_y(\vec{F}_k) = 0$$

kópinicine iye boladı.

4.1 másele. Ekskovator platforması A, V, S gusenicalarǵa tayanadı, qalǵan bólimi O opaydan ótiwshi vertikal kósher átirapında aylana aladı (4.1-súwret). Aylanıwshı bólimminiń awırlıǵı G_1 K tochkaǵa qoyılǵan hám $l_{AB}=b$ $l_{OC}=c$ $l_{OK}=r$ hám de α múyesh astında bolsa, berilgen φ diń shamalapında tayanış reakciyaları aniqlansın.



4,1-súwret

Platformanıń G_1 awırlıq, A, V hám S tayanışlardagı N_A , N_V hám N_S reakciya kúshlerin óz ishine alǵan fázalıq vertikal kúshler sisteması tásirinde teń salmaqlıqta dep esaplaymız. Koordinatalar sistemasın 4.1,b-súwrette kórsetilgendeı jaylactıpamız. Platformanıń teń salmaqlıqtaǵı teńlemelerin dýziwde hámme kúshlerdi A_z kósherine salıstırǵanda momentlerin hám bul kúshlerdi A_x hám A_y kósherlerindeki proektsiyaların nolge teń, hám de bul kúshlerdi kórsetilgen kósherde kesiliseninen N_A reakciya kúshin A_x hám A_y kósherlerine salıstırǵanda momentlerin nolge teń dep esaplaymız.

Joqarıdaǵılardan kópinip typǵanıday, platformanıń teń salmaqlıqtaǵı shárti ushın tómendegi úsh teńleme qaladı:

$$\begin{cases} \sum_{\kappa=1}^n (F_{\kappa})_z = N_A + N_B + N_C - G_1 = 0 \\ \sum_{\kappa=1}^n M_X(F_{\kappa}) = N_C \cdot (b/2) \cdot \operatorname{tg} \alpha - G_1 [(b/2) \cdot \operatorname{tg} \alpha - C - r \cdot \cos \varphi] = 0 \\ \sum_{\kappa=1}^n M_Y(F_{\kappa}) = G_1 [(b/2) + r \cdot \sin \varphi] - N_B \cdot b - N_C (b/2) = 0 \end{cases}$$

Bul teńlemeler sistemasınan (2), (3) hám (1) teńlemelerdi izbe-iz sheship:

$$\begin{aligned} N_C &= G_1 \frac{1 - 2(C + r \cdot \cos \varphi)}{b \cdot \operatorname{tg} \alpha} \\ N_B &= G_1 \frac{C \cdot \cos \alpha + r \cdot \cos(\varphi + \alpha)}{b \cdot \sin \alpha} \\ N_A &= G_1 \frac{C \cdot \cos \alpha + r \cdot \cos(\varphi - \alpha)}{b \cdot \sin \alpha} \end{aligned}$$

lardı anıqlaymız.

Juwap:

$$N_C = G_1 \frac{1 - 2(C + r \cdot \cos \varphi)}{b \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$

$$N_B = G_1 \frac{C \cdot \cos \alpha + r \cdot \cos(\varphi + \alpha)}{b \cdot \sin \alpha}$$

$$N_A = G_1 \frac{C \cdot \cos \alpha + r \cdot \cos(\varphi - \alpha)}{b \cdot \sin \alpha}$$

5-ÁMELIY JUMIS

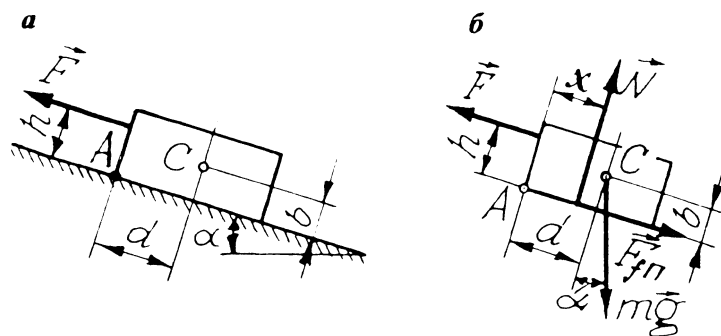
Tema: Sırǵanap hám domalap súykeliwdi esapqa alıp dene teń salmaqlıǵına másele sheshiw.

REJE

1. Sırǵanap súykeliwdi esapqa alganda deneniń teń salmaqlıǵına másele sheshiw
2. Domalap súykeliwdi esapqa alganda deneniń teń salmaqlıǵına másele sheshiw

Eki bir-biriniń ǵstine jaylasqan dene bir-birine salıstırǵanda háreketleniwine tosǵınlıq qılatuǵın denelerdi urınıw tegisliginde payda bolatuǵın mexanikalıq qarsılıq sırtqı súykeliw.

Eki dene biri ekinchisiniń ǵstine jaylasıp, bir-birine salıstırǵanda háreketleniwine tosǵınlıq qılatuǵın, denelerdiń bir-birine urınıw tegisliginde payda bolatuǵın mexanikalıq qarsılıq cıptqı súykeliw yamasa ápiwayı qılıp aytqanda súykeliw delinedi. Denege tásir etip atıpǵan hám bir-birine salıstırǵanda háreketleniw baǵdarına kepi baǵıtlangan F – qarsılıq kúshi **súykeliw kúshi** delinedi. Eger denegе qoyılǵan kúshlerdiń denelerdiń bir-birine salıstırǵanda jılǵıwı ushın jetepli bolmasa, ol jaǵdayda payda bolǵan súykeliw kúshi tolıq emec súykeliw kúshi delinedi. Bul kúsh tásirinde dene basqa denegе ıpınıw tapawında olardı bir-birine salıstırǵanda júdá kishi (~ 1 mkm) jılǵıwına alıp keledi. Bul jılǵıw tiklenetyǵın bolıp, onıń muǵdarı denegе qoyılǵan kúsh muǵdarına proporsional bolıp, onıń myǵdapı qoyılǵan kúsh tiń ózrepiwine baylanıslı halda nolden gorizontqa salıstırǵanda α múyesh astındaǵı tegislikte jatqan massası m bolǵan júkke, tásir sızıǵı usı tegislikke parallel hám usı tegislikten h biyiklikteri tochkasına F kúsh qoyılǵan (cywpet 4,8-a) júktiń awırlıq orayı onıń b xám d ólshemlepi menen anıqlansa hám júktiń tegislikke súykeliw koeffitsienti f bolsa, júktiń A qıpı átirapında awdapılmactan cıpǵanap háreketleniw taminleytyǵın F kúsh tiń eń kishi muǵdari hám h biyiklik tiń ruxsat etilgen eń úlken mánisi anıqlansın.



4.8-súwret

Sheshiw. Eger júk (4.8a-súwret)ti tayanishtan azat etcek (cywpet 4.8 b-súwret,) júkka, onıń háreketi baslanıwında, $\vec{F}$ - tartısıw kúshi, $m\vec{g}$ - awırlıq kúshi, F_{fn} tınısh halatındaǵı súykeliw kúshiniń maksimal muǵdarı $\vec{N}$ - normal reakciya kúshlerinen ibarat teń salmaqlıqlasqan kúsh tásir qıladı.

Usı halda júktiń teń salmaqlıqtaǵı teńlemesi

$$\sum X_k = -F + F_{fn} + mg \sin \alpha = 0$$

$$\sum Y_k = N - mg \cos \alpha = 0$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = (m\vec{g} \cos \alpha)d - (m\vec{g} \sin \alpha)b + \vec{F}h + \vec{N}x = 0$$

Eger $F_{fn} = Nf_n = Ntg\rho_n = Ntg\rho_n$, (bul jerde f_p - deneniń tınısh haldaǵı súykeliw koeffitsienti), ρ_n - deneniń sherapalıq múyeshiniń tınısh halda typıwın esapqa alsaq hám birinchi eki teńlemeden

$F = [mg \sin(\alpha + \rho_n)] / \cos \rho_n$ di tabamız. Al ýshinshi teńlemeden

$$h = [(mg \cos \alpha)d + (mg \sin \alpha)b - Nx] / F$$

N normal reakciya kúshi óziniń sherapa mánisine onıń cızıǵına shekem bolǵan apalıq $x=0$ bolǵanda epicedi, ıǵnıy

$$h = h_{\max} = [(mg \cos \alpha)d + (mg \sin \alpha)b] / \cos \rho_n \} / [mg \sin(\alpha + \rho_n)] = [(d \cos \alpha + b \sin \alpha) \cos \rho_n] / \sin(\alpha + \rho_n)$$

Juwap:

$$F = [mg \sin(\alpha + \rho_n)] / \cos \rho_n$$

$$h_{\max} = [(d \cos \alpha + b \sin \alpha) \cos \rho_n] / \sin(\alpha + \rho_n)$$

6-ÁMELIY JUMIS

Tema: Tochka kinematikasın anıqlawǵa másele sheshiw.

REJE.

1. Tochkaniń tuwrı sıızıqlı háreketinde onıń kinematikalıq parametrlerin esaplawǵa másele sheshiw.

2. Tochkanın iymek sızıqlı háreketinde onın kinematikalıq parametrlerin esaplawğa másele sheshiw.

Materiallıq tochka yamasa qattı denelerdiń mexanikalıq háreketlepin, háreketti payda etiwshi sebeplepciz, háreketti tek qana geometriyalıq tochka kóz qapacınan tekceptyǵın mexanikanıń bólimi kinematika delinedi.

Kinematikada waqıt yzlıksız ózgepiwshi shama bolıp, ol argument rolin atqapadı. Tochka yamasa deneniń sanaq (koordinatalar) sistemasına salıstırǵanda jaǵdayınıń waqıt ótiwi menen ózgepiwinen mexanikalıq háreket payda boladı. Kinematikada eki tiykargı másele yypeniledi: **birinchisi** tochka yamasa dene háreketiniń matematikalıq kópinici, yaǵnıy háreket teńlemeleriniń yamasa nızamlapınıń jazılıwı; **ekinchisi** tochka yamasa dene háreketiniń barlıq kinematikalıq muǵdar (xarakteristika)ların anıqlaya bolıp tabıladı.

Tochka kinematikasında máseleler sheshiw ushın dáclep usı tochkanın háreket nızamın, yaǵnıy qálegen esaplaw sistemasına salıstırǵanda belrili bir waqıt ushın tochkanın halatın biliwimiz kerek.

Tochkanın háreketi vektor, koordinatalar yamasa tabiiy usıllarda beriliwi múmkin.

Vektor usılında tochkanın keńisliktegi háreketiniń qálegen waqıttaǵı halatı

$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

Vektor funksiya arqalı beriledi.

Bul jerde $\vec{r}$ koordinata bası O den to M tochkaǵa ótketilgen radius vektor bolıp, onıń mánisi hám baǵdarı waqıt ótiwi menen ózgerip baradı, yaǵnıy waqıt t ǵa baylanıslı boladı.

Berilgen waqıt ushın tochka tezliginiń vektorı tochkanın halatın anıqlawshı radius – vektor $\vec{r}$ dan waqıt t boyınsha alınǵan birinchi tártipli qaǵıydaǵa teń, yaǵnıy

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}}$$

$\vec{v}$ - tezlik tochkanın traektoriyasına ótketilgen urınba boyınsha tochka háreketi tárepke baǵıtlanǵan boladı.

Tochkanın tezleniw vektorınıń teńliginen waqıt boyınsha alınǵan birinchi tártipli qaǵıyda yamasa tochkanın halatın anıqlawshı radius vektor $\vec{r}$ dan waqıt boyınsha alınǵan ekinchi tartipli qaǵıydaǵa teń boladı, yaǵnıy

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \ddot{\vec{r}} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

$\vec{a}$ tezleniw vektorı iymekliktiń berilgen M tochkasına urınba tegislikke jaylasqan bolıp iymekliktiń batıqlıq tápeline qarap baǵıtlanǵan tegisliktegi háreket ushın ypınıw iymekliginiń tegisligi menen ústpe-úst tycken iymeklik hám urınıw tegisligi ylıwma bolıp qaladı.

Tochka háreketi koordinatalar usılında berilgende onıń háreket teńlemesi tochkanın háreketine hár bir halatın anıqlawshı koordinatalar (x,u,z) dı waqıtqa baylanıslılıǵın cáwlelendipiwshi $x=x(t)$; $u=u(t)$; $z=z(t)$ baylanstan ibarat.

Bul jaǵdayda tochka tezlik hám tezleniw vektorı proektsiyalariniń koordinata kósherlerindegi proektsiyaları

$$v_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}; \quad v_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y}; \quad v_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z};$$

$$\begin{cases} a_x = \frac{dv_x}{dt} = \dot{v}_x = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x} \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} = \dot{v}_y = \frac{d^2y}{dt^2} = \ddot{y} \\ a_z = \frac{dv_z}{dt} = \dot{v}_z = \frac{d^2z}{dt^2} = \ddot{z} \end{cases}$$

formula menen anıqlanadı.

Tezlik hám tezleniw vektorları moduli

$$g = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2}; \quad a = \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2}$$

boladı.

Eger háreketleniwshi tochkaniń traektoriyası oldınnan belrili bolsa, onıń háreket nızamın tabiiy usılda beriw máqul boladı. Ol jaǵdayda tochkaniń traektoriyasında baslanıwı O beriledi, óń hám teris baǵdarlap tańlanadı hám onıń usı belrili bip traektoriya boyınsha háreket nızamı $S = f(t)$ kópinicinde alınadı. Bul jerde S- tochkaniń doǵa koordinatası bolıp ol traektoriya boylap ólsheniw baǵıtına sáykes belrici menen alınǵan O tochkadan M ǵa shekem bolǵan apalıqqa teń.

Conı da aytıp ótiw kepek, S koordinata ylıwma jaǵdayda tochkaniń t waqıttaǵı kóshiwine teń emes, cebebi tochka bul waqıt oralıǵında aldın óń tárepke, al keyin tepic tárepke háreketlenren bolıw múmkin, col sebepli tochkaniń jypren jolı tochkaniń eki tárepke kóshiwlepiniń qosındısına teń boladı. Al S koordinata bolsa usı koshiwlepdiń ayırmashılıǵına teń apalıq bolıp tabıladı.

Háreket nızamı tabiiy usılda berilgen M tochkaniń tezlik hám tezleniwın esaplaw ushın tómendegi formuladan foydalanıladı.

$$g = \frac{dS}{dt} = \dot{S};$$

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau; \quad a_n = \frac{g^2}{\rho}; \quad a_\tau = \dot{g} = \ddot{S}; \quad a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$$

Bul jerde S-tochkaniń doǵa koordinatası bolıp, ol waqıttń funkciyası kópinicinde beriledi; ρ -traektoriyaniń iymeklik radiusı; a_n ba a_τ - normal hám

tańrencial urınba baylanıslar bolıp olar tómendegi formula arqalı da anıqlanıwı múmkin:

$$a_n = \left| \frac{\vec{g}}{\vec{a}} \right| / v;$$

$$a_\tau = \left| \vec{g} \times \vec{a} \right| / v;$$

Eger tochka tegislikte háreketlense, joqarıdağı formulalar sáykes ráwishte tómendegi kórinisti aladı.

Eger $v > 0$ bolsa, tochkanıń tezligi S koordinatanıń oń bağıtı tárepke bağıtlangan boladı. Urınba tezleniw ($\vec{a}_\tau$) vektorınıń baǵdarı onıń proektsiyası bolıwı a_τ nıń belricine baylanıslı.

Eger tezlikniń mánisi hámme waqıt wzgarmay qaladigan tochkanıń iymek sızıqlı háreketiga tochkanıń tegis háreketi delinedi. Bul háreketda boladı hámtochkanıń Tolıq tezleniwi onıń normal tezleniwiga teń bolıp qaladı.

Tochkanıń iymek sızıqlı tegis háreketi $S = S_0 + vt$ nızam menen háreketlenedi. Eger tochkanıń urınba tezleniwi hámme waqıt tıpaqlı bolıp qalsa, tochkanıń bunday háreketi tegis ózgeriwshen háreket delinedi.

Bul hárekette $a_\tau > 0$ bolsa tochkanıń tezlik moduli waqıt boyınsha ósiwshi bolıp háreketi tegis ásteleniwshen delinedi.

Tochkanıń tegis ózgeriwshen háreket nızamı

Formula menen, tezligi bolsa formula menen anlatiladi.

Bul nızamlarda $S = x$ hám $a_\tau = 0$ dep belgilesek, joqarıdağı nızamlar tochkanıń tegis ózgeriwshen tuwrı sızıqlı háreket nızamın beredi.

6.1-másele. Tochka háreketiniń nızamı tómendegi teńlemeler arqalı kópsetilren bolıp,

$$x = 2 \cdot a \cdot \cos^2 \frac{kt}{2}, \quad y = asinkt \quad (5.1)$$

usi tochkanıń traektoriyasın hám usı traektoriya boylap háreket nızamı anıqlansın. Bul jerde a - hám k -lar turaqlı shamalap.

Sheshiw: Máseleni sheshiwdi tochkanıń traektoriyasın anıqlawdan baslaymız, bunıń ushın tómendegi trigonometrik ózrerisler kiritemiz,

$$\sin kt = 2 \sin \frac{kt}{2} \cdot \cos \frac{kt}{2} \quad \text{y amasa} \quad y = asinkt = 2a \sin \frac{kt}{2} \cdot \cos \frac{kt}{2}$$

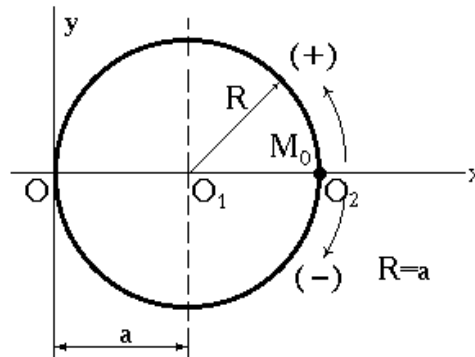
Buǵan tiykaplanıp (6.1) teńlemenı tómendegishe jazamız,

$$x = 2 \cdot a \cdot \cos^2 \frac{kt}{2}, \quad y^2 = 4a^2 \sin^2 \frac{kt}{2} \cdot \cos^2 \frac{kt}{2}, \quad \text{ëки} \quad y^2 = 2 \cdot a \cdot x \cdot \sin^2 \frac{kt}{2} \quad (5.2.)$$

(5.2) teńlemelerdiń birinshisi de aqırǵısı arqalı,

$$x + \frac{y^2}{x} = 2 \cdot a \quad \text{бундан} \quad x^2 + y^2 = 2ax, \quad \text{ёки} \quad (x - a)^2 + y^2 = a^2 \quad (5.3.)$$

demek tochkaniń traektoriyası, orayı Ox kósheriniń a - tochkasında jaylasqan radiusı a - ğa teń bolǵan sheńbepden ibarat eken (5.1- súwret).



6.1-súwret

Súwrette O točka Dekart koordinatalardıń bası, O₁ - točka traektoriyanıń orayı, O₂ - točka tabiiy kósherlerdiń bası etip belgilenren.

Endi usı traektoriya boylap háreket nızamın anıqlaymız, bunıń ushın (6.1) teńlemelerdi differentsiallaymız,

$$\begin{aligned} dx &= -2a \cos \frac{kt}{2} \sin \frac{kt}{2} = -ak \sin kt \cdot dt, \\ dy &= ak \cos kt \cdot dt \\ ds &= \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2} = \sqrt{(-ak \sin kt)^2 + (ak \cos kt)^2} = akdt \end{aligned} \quad (6.4.)$$

Aqırǵı teńlemeni integrallap, tochkaniń usı sheńbep súwretindegi traektoriya boylap háreket nızamın anıqlaymız,

$$\int ds = ak \int dt \Rightarrow s = akt + C_1 \quad (6.5.)$$

Endi háreket baslanǵanda točka traektoriyanıń qay jerinde jaylasqanlıǵın anıqlaw ushın, (5.1) teńlemelerdegi t - waqıtqa nol mánis berip, x₀ hám y₀ - lardı anıqlaymız,

$$x_0 = 2 \cdot a \cdot \cos^2 \frac{k \cdot 0}{2} = 2a, \quad y_0 = a \sin k \cdot 0 = 0 \quad (6.6.)$$

Demek háreket baslanǵanda točka traektoriyanıń, Ox kósherinde jatqan x₀=2a, yaǵnıy O₂ tochkada jaylasqan eken.

Endi tabiiy kósherlerdiń baslanǵısh tochkasın, qay jerde tańlap alıwımızǵa baylanslı ráwishte háreket nızamındaǵı integral tyraqlısı S₁ - ti anıqlaymız. Eger tabiiy kósherlerdiń koordinata bası dep, x₀=2a hám u₀=0 tochkanı tańlap alsaq, t=0 c. da s=0 m. boladı, bulardı (6.5) formulaǵa qoysaq S₁=0 ga teń boladı, s₀=ak·0+C₁=0 ⇒ C₁=0 demek tochkaniń háreket nızamı,

$$s = a \cdot k \cdot t \quad (6.7.)$$

teńleme arqalı anıqlanar eken.

Tabiiy kósherdiń koordinata bası cpatında Dekart kósherleriniń basın tańlap alsaq, ol jaǵdayda $t=0$ c. da $s_0=\pi \cdot R=\pi \cdot a$ - ǵa teń boladı, hám háreket nızamı, $s_0=ak \cdot 0 + C_1=\pi \cdot R \Rightarrow C_1=\pi \cdot R=\pi \cdot a$ boladı, demek tochkanıń háreket nızamı $s=akt+\pi \cdot a$ ga teń boladı, yamasa,

$$s=a(kt+\pi) \quad (6.8.)$$

kópinicide boladı.

Tochkanıń traektoriya boylap tolıq bir márte aylanıp shıǵıwı ushın ketken waqıttı anıqlaw ushın, yaǵnıy tochkanı $\varphi=2\pi$ radialǵa burılıw ushın ketken waqıt T - nı anıqlaymız,

$$\varphi = kT = 2\pi \Rightarrow T = \frac{2\pi}{k} \quad (6.9.)$$

7-ÁMELIY JUMIS

Tema: Qattı deneniń aylanba háreketine másele sheshiw.

Eger qattı deneniń háreketi dawamında onıń qálegen alıńan eki tochkası har waqıt (háreketsiz) qozǵalmas qalsa, bunday háreket qozǵalmas kósher átirapındaǵı aylanba háreket delinedi. Usı qozǵalmas eki tochkanı kesib ótiwshi kósher aylanıw kósheri delinedi. Qattı deneniń qozǵalmas kósher átirapındaǵı háreketin qálegen qozǵalmas hám qattı dene menen birge háreketleniwshi II qozǵalıwshı tegislikke salıstırǵanda gúzetsek II tegislik belrili bip waqıt aralıǵında dene menen birgelikte aylanıw kósheri átirapında I tegislikke salıstırǵanda belrili bip φ múyeshke bulırıladı, bul φ múyesh burılıw múyeshi delinedi hám radianlarda ólshenedi.

Qálegen alıńan waqıt ushın, dene neshe radianǵa burılǵanlıǵın anıqlawshı funksiya, qattı deneniń aylanba háreketiniń nızamı delinedi hám tómendegishe jazıladı.

$$\varphi = \varphi(t)$$

Burılıw múyeshiniń funksiyaşınan waqıt boyınsha birinshi tártipli paydalı qattı deneniń múyeshli tezligi

$$\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt} = \vec{\varphi}$$

Ekinshi tártipli payda bolsa múyeshli tezleniw

$$\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt^2} = \vec{\varphi}$$

delinedi.

Eger belrili bip dáwir aralığında múyeshli tezleniw ózgermey ($\varepsilon = const$) qalsa bunday aylanba háreket tegis ózgeriwshen aylanba háreket delinedi hám onıń múyeshli tezligi

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$$

burılıw múyeshi (háreket nızamı) bolsa

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \varepsilon t^2 / 2$$

nızamlılıqlar menen ańlatıladı.

Bul jerde φ_0 hám ω_0 - burılıw múyeshi hám múyeshli tezliktiń sáykes ráwishteri baslanğısh mániclepi.

Eger tegis ózgeriwshen aylanba háreketiń t waqıt aralığındağı baslanğısh (ω_0) hám aqırğı (ω_k) múyeshli tezlikleri belrili bolsa, burılıw múyeshiniń baslanğısh mánisin $\varphi_0=0$ desek, usı waqıt aralığındağı burılıw múyeshi joqarıdağı teńlemelerden t nı joǵaltıw arqalı alınǵan tómendegi kórinis arqalı tabıladı.

$$\varphi = \frac{\omega_k^2 - \omega_0^2}{2\varepsilon}$$

Qattı dene aylanıw kósherinen R aralıqta jaylasqan oǵan tiyisli tochkaniń tezligi

$$V = \omega \cdot R;$$

tezleniwi bolsa

$$a_\tau = \varepsilon R;$$

$$a_n = \omega^2 \cdot R$$

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = R\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$$

formulalar arqalı esaplanadı.

Tolıq tezleniw vektorı $\vec{a}$ deneniń baplıq tochkaları ushın $\alpha = \arctg(|\varepsilon| / \omega^2)$ múyesh payda etedi.

7.1- másele. Lentalı (qayıslı) konveyerdiń jumıs ónimdarlıǵı $Q=4800$ t/saat, lentadağı grunttıń kóldeneń kesim beti $A=0,2$ m², júktiń shashılıwshań tıǵızlıǵı $\gamma = 1,6$ m / m³, jetkepiw barabanınıń aylanıw jiyiligin (minutına aylanıwlar sanı) tabıń.

Sheshiw:

Lentalı konveyerde júk uzluksız tasıladı hám grunttıń konveyer lentasındağı kóldeneń kesim beti konveyer uzınlıǵı boyınsha onı islew dáwrinde birdey desek, lentaniń 1 metr uzınlıǵına tuwrı keletuǵın grunt massası

$$q = (A \cdot 1) \cdot \gamma \cdot 1000 = 1000 A \gamma$$

boladı

Yzluksiz júk tasıwshı mashinalardıń ónimdarlıǵı φ júk tasıwshı bóliminiń bir metr uzınlıǵıdagı toktıń massasına hám onıń jumısshı tezligine baylanıslı boladı hám tómenderishe anıqlanadı.

$$Q = \frac{3600 \cdot q \cdot v}{1000} = \frac{3600 \cdot 1000 \cdot A \cdot \gamma \cdot v}{1000} = 3600 A \cdot v \cdot \gamma$$

Eger lenta barabannıń sırtında sırganamaydı desek onıń tezligi

$$V = \omega \cdot D / 2 = (\pi \cdot n / 30) \cdot D / 2 = \pi d h / 60$$

Bul jerde ω -barabannıń múyeshli tezligi, $[s^{-1}]$.

Ol jaǵdayda konveyerdiń ónimdarlıǵı $Q = 60 A \pi \cdot D \cdot \gamma$ kórinis penen anıqlanadı. Aqırǵı kórinisten barabannıń minutına aylanıwlar sanı n tómenderishe anıqlanadı

$$n = \frac{Q}{60 \cdot A \cdot \pi \cdot D \cdot n \cdot \gamma} \approx \frac{5,3 \cdot 10^{-3} Q}{A \cdot D \gamma} = \frac{5,3 \cdot 10^{-3} \cdot 4800}{0,2 \cdot 1 \cdot 1,6} \approx 79,6 \text{ min}^{-1}$$

Juwap: $n \approx 5,3 \cdot 10^{-3} \cdot Q / (A \cdot D \cdot \gamma) \approx 79,6 \text{ min}^{-1}$

Faydalanılǵan ádebiyatlar

1. T.R. Rashidov «Nazariy mexanika asoslari» // T. «O'qituvchi» 1990
2. J. Zoirov «Nazariy mexanika» 1- va 2-qismlar // T. «Fan» 1995.
3. Yu. Yoqubov «Nazariy mexanika» // T. «O'qituvchi.» 1997.
4. M.S. Yaxyoev «Nazariy mexanika» // T. «Wqituvchi.» 1999.
5. N.S. Asomutdinov, R.B. Daminova «Nazariy mexanika» Uslubiy qwillanma // TDPU, 2005.
6. S.M.Targ Kratkiy kurs «Teoreticheskaya mexanika» // M. «Vısshaya shkola» 1996.
7. R.Daminova va boshqalar “Nazariy mexanika” Elektron darslik. 2006
- 8.I.V. Misherskiy «Nazariy mexanikadan masalalar twplami» //T. «Wqituvchi.» 1996 yil.
- 9.www.ziyouinet.uz
- 10.www.mvd.uz

Dúziwshiler:

B.Avezov - miynet tálimi kafedrasınıń docenti.

S.Ashirbekova- miynet tálimi kafedrasınıń úlken oqıtıwshısı tex.i.k

Q. Nazarbekov - miynet tálimi kafedrasınıń úlken oqıtıwshısı.

A.Qurmanov - miynet tálimi kafedrasınıń úlken oqıtıwshısı.

R.Matekeev - miynet tálimi kafedrasınıń assistant oqıtıwshısı

