

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ МАШИНА ВА ЖИҲОЗЛАРИ-
МЕХАНИКА АСОСЛАРИ КАФЕДРАСИ

“НАЗАРИЙ МЕХАНИКА” фанидан

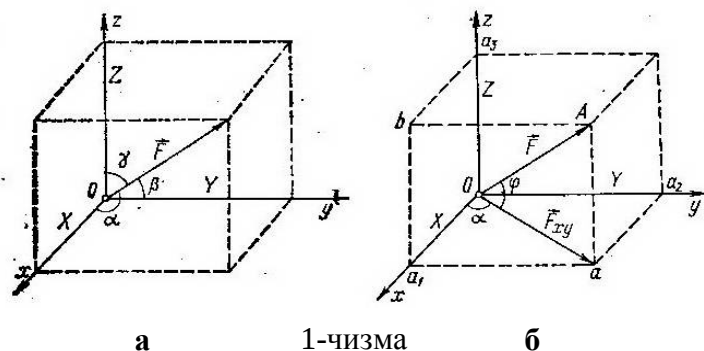
КУРС ИШИ

МАВЗУ: Қаттиқ жисмнинг реакция кучларини аниқлаш

Бажарди: Расулова М.
Гуруҳ: 7-13
Текширди: Шернаев А.Н.

ТОШКЕНТ – 2014

1. Кучнинг ўқдаги проекцияси



Кучнинг бирор ўқдаги проекцияси скаляр миқдор бўлиб, куч модули ҳамда шу ўқ мусбат йўналиши билан ташкил қилган бурчаги косинусининг кўпайтмасига тенг. Бу тарафдан кўринадики, кучнинг параллел ва бир хил йўналган ўқлардаги проекциялари ўзаро тенг бўлади. Агар $\alpha = 90^\circ$ бўлса, куч проекцияси 0 га тенг бўлади.

$\vec{F}$ кучнинг $Oxyz$ Декарт координата ўқларидаги проекцияларини аниқлаш учун координаталар боши $\vec{F}$ кучнинг бошида олинади. $\vec{F}$ кучнинг x, y, z ўқлар билан ташкил қилган бурчаклари мос равишда α, β, γ , билан белгиланади. Бу ҳолда, диагонали $\vec{F}$ га тенг бўлган параллелепипед (мос ишора билан олинган) томонларининг узунлиги $\vec{F}$ кучнинг координата ўқларидаги проекцияларини ифодалайди.

$$X = F \cos \alpha, Y = F \cos \beta, Z = F \cos \gamma \quad (1.1)$$

Координата ўқларидаги проекциялари орқали кучнинг ўзини топиш усулига уни аналитик усулда аниқлаш дейилади. Бу ҳолда кучнинг модули (параллелепипеднинг диагонаliga тенг бўлгани учун) қуйидагича аниқланади:

$$F = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} \quad (1.2)$$

$\vec{F}$ кучнинг йўналишини топиш учун йўналтирувчи косинуслар (1.1) тенгликларга асосан аниқланади:

$$\cos \alpha = \frac{X}{F}, \cos \beta = \frac{Y}{F}, \cos \gamma = \frac{Z}{F} \quad (1.3)$$

2. Кучнинг нуқтага нисбатан моменти

Кучнинг нуқтага нисбатан моменти деб, мос ишора билан олинган куч миқдорининг куч елкасига кўпайтмасига тенг катталиқка айтилади. $\vec{F}$ кучнинг O марказига нисбатан моменти одатда $M_o(\vec{F})$ белгиланади:

$$M_o(\vec{F}) = \pm Fh \quad (2.1)$$

Бу ерда, o – нуқта момент маркази, $\vec{F}$ – куч, h – куч елкасидир.

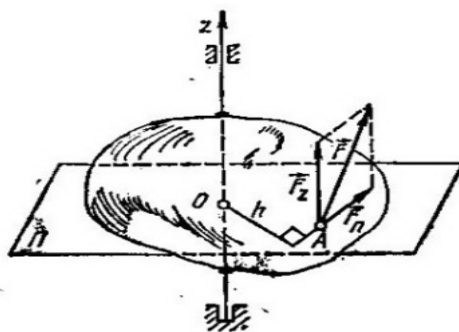
Момент марказидан кучнинг таъсир чизиғига туширилган перпендикуляр кесма **куч елкаси** дейилади.

Агар куч жисмни момент маркази атрофида соат стрелкаси айланадиган томонга тескари йўналишда айлантиришга интилса, одатда, куч моменти мусбат, акс ҳолда манфий деб ҳисобланади.

Куч моменти МКГСС системасида кгк·м, СИ системасида Н·м билан ўлчанади.

3. Кучнинг ўққа нисбатан моменти

Кучнинг бирор ўққа нисбатан моменти деб, унинг шу ўққа перпендикуляр текисликдаги проекциясининг ўқ билан текислик кесишган нуқтасига нисбатан олинган моментига айтилади.



2-чизма

$\vec{F}$ кучнинг Z ўққа нисбатан моменти аниқланади. Бунинг учун Z ўққа перпендикуляр текислигини ўтказиб, бу текисликка $\vec{F}$ куч проекцияланади (2-чизма). Бу проекция $F_{\parallel}$ билан белгиланади. $F_{\parallel}$ дан Z ўқнинг Π текислиги билан кесишган O нуқтага нисбатан олинган моменти $\vec{F}$ кучнинг Z ўққа нисбатан моментини ифодалайди. $\vec{F}$ кучнинг Z ўққа нисбатан моменти $M_Z(\vec{F})$ билан белгиланади. Таърифга кўра:

$$M_z(\vec{F}) = M_o(\vec{F}),$$

ёки

(3.1)

$$M_z(\vec{F}) = \pm F_n h$$

Кучнинг ўққа нисбатан моменти скаляр миқдор бўлиб, ўққа мусбат йўналишидан қараганда кучнинг ўққа перпендикуляр текисликдаги проекцияси жисмни соат стрелкаси айланишига тескари йўналишда айлантиришга интилса, одатда момент мусбат ишора билан, акс ҳолда манфий ишора билан олинади.

Агар кучнинг таъсир чизиғи ўқни кесиб ўтса ёки ўққа параллел бўлса, $h=0$ ёки $F_n=0$ бўлади (2-чизма). Бинобарин, (3.1) га асосан, ҳар иккала ҳолда ҳам кучнинг ўққа нисбатан моменти нолга тенг бўлади.

4. Фазода ихтиёрий жойлашган кучлар системаси

Таъсир чизиқлари фазода ихтиёрий равишда жойлашган кучлардан ташкил топган система *фазодаги кучлар системаси* дейилади. Фазодаги кучлар системаси таъсиридаги жисмнинг қандай ҳолатида (мувозанатда ёки ҳаракатда) бўлишини аниқлаш учун жисмга қўйилган кучлар содда ҳолатга келтирилади.

Жисмнинг бирор нуқтасига қўйилган кучни унинг таъсир чизиғи билан исталган нуқтага кўчириш орқали кучнинг жисмга таъсири ўзгармаслиги маълум. Аммо тажрибадан маълумки, куч ўзига параллел равишда таъсир чизиғида ётмайдиган бирор нуқтага кўчирилса, кучнинг жисмга таъсири ўзгаради. Кучни ўзига параллел равишда жисмнинг қайси нуқтасига келтирилса, шу нуқтага келтириш маркази дейилади.

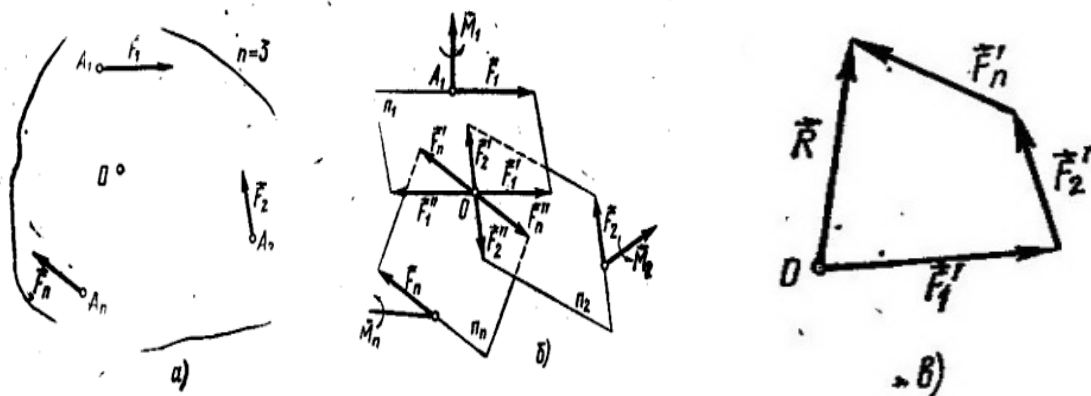
Кучнинг жисмга таъсири ўзгармай уни ўзига параллел равишда бир нуқтадан иккинчи нуқтага келтириш масаласи 1804 йилда француз олими Луи Пуансо (1777-1859) томонидан исботланган қуйидаги лемма билан ифодаланади:

Лемма. Кучни ўзига параллел равишда бир нуқтадан бошқа ихтиёрий нуқтага келтириш натижасида, келтириш марказида шу кучга тенг куч ва моменти берилган кучнинг келтириш марказига нисбатан моментига тенг қўшилган жупфт ҳосил бўлади.

5. Фазода ихтиёрий жойлашган кучларни бир нуқтага келтириш

Энди жисмнинг $A_1, A_2, \dots, A_n$ нуқталарига фазода ихтиёрий йўналган $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_n$ кучлар системаси қўйилган ҳолда бу кучларни O марказга келтирилади (3-чизма, а).

Ҳар бир куч ва O нуқта орқали $P_1, P_2, \dots, P_n$ текисликлари ўтказилади. Пуансо леммасига кўра, ҳар бир куч ўз текислигида ўзига тенг куч ва қўшилган жуфти билан келтирилади.



3-чизма

Натижада келтириш маркази О нуқтага қўйилган $\vec{F}_1 = \vec{F}'_1, \vec{F}_2 = \vec{F}'_2, \dots, \vec{F}_n = \vec{F}'_n$ кучлар системаси ва моментлари

$$\begin{aligned}\vec{M}_1 &= \vec{M}_0(\vec{F}_1), \\ \vec{M}_2 &= \vec{M}_0(\vec{F}_2), \\ &\vdots \\ \vec{M}_n &= \vec{M}_0(\vec{F}_n)\end{aligned}\tag{5.1}$$

бўлган қўшилган жуфтлар системаси $(\vec{F}_1, \vec{F}''_1), (\vec{F}_2, \vec{F}''_2), \dots, (\vec{F}_n, \vec{F}''_n)$ (аниқлик учун $n=3$ ҳолда кўрилади) ҳосил бўлади (3-чизма, б).

$\vec{M}_1, \vec{M}_2, \dots, \vec{M}_n$ векторлари мос равишда $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$ текисликларга перпендикуляр равишда йўналтирилади ҳамда мусбат йўналишидан қаралганда қўшилган жуфтлар жисмни соат стрелкаси айланишига тескари йўналишда айлантиришга интилади.

О марказга қўйилган $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ кучларни геометрик қўшиб, битта $\vec{R}$ куч олинади (3-чизма, в):

$$\vec{R} = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k$$

ёки

(5.2)

$$\vec{R} = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k$$

R га фазодаги кучлар системасининг бош вектори дейилади. Бинобарин, кучлар системасининг бош вектори мазкур кучларнинг геометрик йиғиндисига тенг бўлади.

$(\vec{F}_1, \vec{F}_1), (\vec{F}_2, \vec{F}_2), \dots, (\vec{F}_n, \vec{F}_n)$ фазовий жуфтларни қўшиб, моменти

$$\vec{M}_0 = \sum_{k=1}^n \vec{M}_k$$

бўлган битта жуфт олинади.

Шундай қилиб, қуйидаги теорема исботланди: фазода ихтиёрий жойлашган кучлар системасини бирор O марказга келтириш натижасида бу кучлар системаси келтириш марказига қўйилган бош вектор $\vec{F}$ га тенг битта куч ва моменти $\vec{M}_0$ га тенг бўлган битта жуфт билан алмаштирилади. Бундай усул кучлар системасини содда ҳолга келтириш дейилади.

6. Фазодаги кучлар системасининг мувозанат шартлари

Фазодаги кучлар системаси мувозанатда бўлиши учун кучлар системасининг бош вектори ва ихтиёрий келтириш марказига нисбатан бош моменти 0 га тенг бўлиши зарур ва етарлидир. Яъни фазодаги кучлар системаси мувозанат шартининг вектор ифодаси вуйдагича бўлади:

$$\vec{R} = 0, \vec{M}_0 = 0 \quad (6.1)$$

(6.1) дан фазодаги кучлар системаси мувозанатининг аналитик шартларини ифодаловчи қуйидаги олти алгебраик тенгликлар системаси келиб чиқади:

$$\left. \begin{array}{lll} \sum_{k=1}^n X_k = 0; & \sum_{k=1}^n Y_k = 0; & \sum_{k=1}^n Z_k = 0; \\ \sum_{k=1}^n M_x(\vec{F}_k) = 0 & \sum_{k=1}^n M_y(\vec{F}_k) = 0; & \sum_{k=1}^n M_z(\vec{F}_k) = 0; \end{array} \right\} (6.2)$$

Демак, жисмга таъсир этувчи фазодаги кучлар системаси мувозанатда бўлиши учун барча кучларнинг учта Дакарт координата ўқларининг ҳар биридаги проекцияларининг йиғиндилари нолга тенг бўлиши ва кучларнинг учта координата ўқларининг ҳар бирига нисбатан моментларининг йиғиндилари ҳам нолга тенг бўлиши зарур ва етарлидир.

Хусусий ҳоллар.

а) бир нуқтада кесишувчи кучлар системаси мувозанатда бўлиши учун

$$\sum_{k=1}^n X_k = 0; \quad \sum_{k=1}^n Y_k = 0; \quad \sum_{k=1}^n Z_k = 0; \quad (6.3)$$

бўлиши зарур ва етарли.

б) текисликдаги кучлар системаси. Барча кучлар О ҳу текисликда ётган бўлсин. Бундай кучлар системасининг мувозанат тенгламалари қуйидагича бўлади:

$$\sum_{k=1}^n X_k = 0; \quad \sum_{k=1}^n Y_k = 0; \quad \sum_{k=1}^n M_O(\vec{F}_k) = 0 \quad (6.4)$$

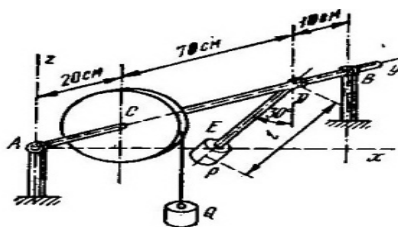
в) параллел кучлар системаси. Кучлар О z ўққа параллел бўлса (6.2), тенгламалар системасида биринчи, иккинчи, олтинчи тенгламалар айниятга айланади ва фазодаги параллел кучлар таъсиридаги эркин жисмнинг мувозанат тенгламалари қуйидагича бўлади:

$$\sum_{k=1}^n Z_k = 0; \quad \sum_{k=1}^n M_x(\vec{F}_k) = 0; \quad \sum_{k=1}^n M_y(\vec{F}_k) = 0 \quad (6.5)$$

7. Қаттиқ жисмнинг мувозанат шартларига доир масалалар ва уларни ечиш намунаси

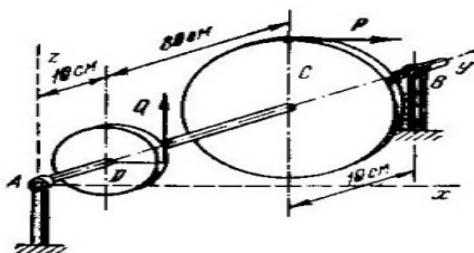
1. А ва В подшипникларда ётувчи горизонтал валга бир томондан С шкивга ип билан боғланган $Q=250\text{Н}$ тошнинг оғирлиги, иккинчи томондан АВ валга тўғри бурчак остида қўзғалмас қилиб ўрнатилган DE стерженга бириктирилган $P=1\text{кН}$ тошнинг оғирлиги таъсир қилади. С шкивнинг радиуси 20 см га тенг. Масофалар: $AC=20\text{ см}$, $CD=70\text{ см}$, $BD=10\text{ см}$. Мувозанат ҳолатида DE стержень вертикалдан 30° бурчакка оғиб туради. Р юкнинг оғирлик марказида АВ вал ўқига бўлган ℓ масофа ҳамда А ва В подшипникларнинг реакциялари аниқлансин.

Жавоб: $\ell = 10\text{ см}$, $Z_A = 300\text{Н}$, $Z_B = 950\text{Н}$, $X_A = X_B = 0$.



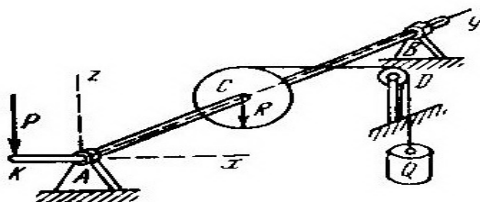
2. Горизонтал АВ валга радиуси 1 м бўлган тишли ғилдирак ва радиуси 10 см бўлган D шестерня ўрнатилган. Бошқа ўлчамлар расмда кўрсатилган. С ғилдиракка уринма йўналишда $P=100\text{ Н}$ горизонтал куч, D шестерняга эса уринма бўйича вертикал Q куч қўйилган. Мувозанат ҳолатида Q куч ҳамда А ва В подшипникларнинг реакциялари аниқлансин.

Жавоб: $Q=1\text{ кН}$, $X_A=-10\text{ Н}$, $X_B=-90\text{ Н}$, $Z_A=-900\text{ Н}$, $Z_B=-100\text{ Н}$.



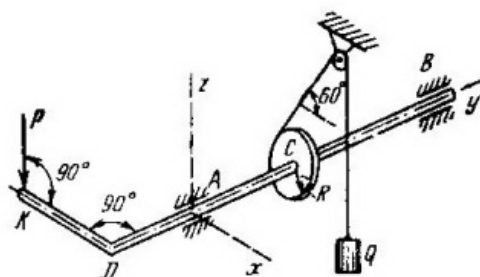
3. Ишчи, расмда схема тарзида кўрсатилган чиғириқ ёрдамида $Q=800\text{ Н}$ юкни ушлаб туради; барабан радиуси $R=5\text{ см}$; даста узунлиги $AK=40\text{ см}$, $AC=CB=50\text{ см}$. АК дастанинг горизонтал ҳолатида дастага тушадиган Р босим ва чиғириқ ўқининг А ва В

таянчларга туширадиган босимлари аниқлансин; P куч вертикал.
Жавоб: $P=100\text{ Н}$, $X_A=400\text{ Н}$, $Z_A=-100\text{ Н}$, $X_B=-400\text{ Н}$, $Z_B=0$.



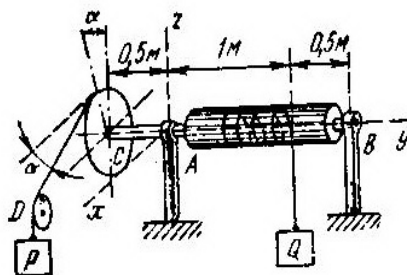
4. Расмда схема тарзида кўрсатилган чиғирик ёрдамида $Q=1\text{ кН}$ юк ушлаб турилади. Барабан радиуси $R=5\text{ см}$. Даста узунлиги $KD=40\text{ см}$; $DA=30\text{ см}$; $AC=40\text{ см}$; $CB=60\text{ см}$. Арқон барабандан уринма бўйлаб гаризонтга 60° бурчак остида тушади. KD дастанинг гаризонтал ҳолатида дастага тушадиган P босим ҳамда A ва B таянч реакциялари аниқлансин.

Жавоб: $P=125\text{ Н}$, $X_A=-300\text{ Н}$, $Z_A=-357\text{ Н}$, $X_B=-200\text{ Н}$, $Z_B=-384\text{ Н}$.



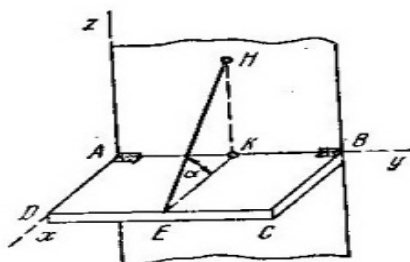
5. Чиғирикнинг AB валига Q юкни ушлаб турувчи арқон ўралган. Валга ўрнатиладиган C ғилдиракнинг радиуси вал радиусидан олти баравар катта; бошқа ўлчовлар расмда кўрсатилган. Ғилдирак айланасига арқон ўралган бўлиб, уни оғирлиги 60 Н бўлган P юк тортиб туради, арқон гаризонтга $\alpha=30^\circ$ бурчак остида оғган уринма бўйлаб ғилдиракдан тушади. Валнинг оғирлигини ва D блокдаги ишқаланишни ҳисобга олмай, чиғирикни мувозанатга келтирадиган Q юкнинг оғирлиги ҳамда A ва B подшипникларнинг реакциялари аниқлансин.

Жавоб: $Q=360\text{ Н}$, $X_A=-69,3\text{ Н}$, $Z_A=160\text{ Н}$, $X_B=17,3\text{ Н}$, $Z_B=230\text{ Н}$.



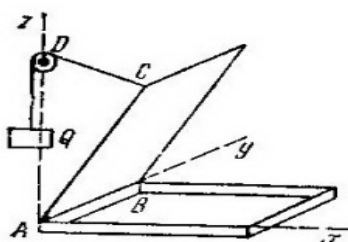
6. Тўғри бурчакли G оғирликдаги бир жинсли $ABCD$ полкани полка текислиги билан α бурчак ҳосил қилувчи $ЕН$ трос горизонтал ҳолатда ушлаб туради. Агар $AK=KB=DE=EC$ ва AB га $НК$ перпендикуляр бўлса, троснинг оғирлигини ҳисобга олмай, ундаги таранглик кучи T ҳамда A ва B ошиқ-мошиқнинг реакцияси аниқлансин.

Жавоб: $T = \frac{G}{2 \sin \alpha}$, $X_A = X_B = \frac{G}{4} \operatorname{ctg} \alpha$, $Z_A = Z_B =$



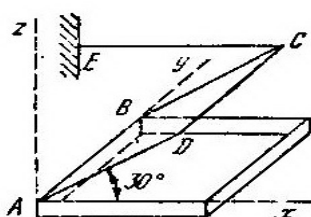
7. Оғирлиги P 400 Н бўлган бир жинсли тўғри бурчакли қопқоқни Q посанги горизонтга 60° бурчак остида очиб, мувозанат ҳолида ушлаб туради. Агар D блок A билан бир вертикалда ўрнатилган ва AD AC бўлса, Q оғирликнинг ҳамда A , B шарнирлар реакцияларининг қанча бўлиши аниқлансин; D блокдаги ишқаланиш ҳисобга олинмасин.

Жавоб: $Q=104$ Н, $X_A=100$ Н, $Z_A=173$ Н, $X_B=0$, $Z_B=200$ Н.



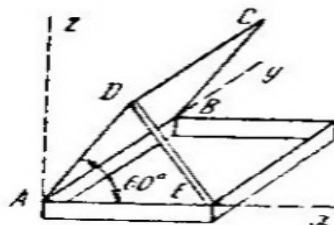
8. Яшикнинг бир жинсли тўғри бурчакли $ABCD$ қопқоғи A ва B нуқталардаги ҳалқаларда горизонтал AB ўқ атрофида айланиши мумкин. A га параллел CE горизонтал арқон қопқоқни DA $\alpha=30^\circ$ бурчак остида ушлаб туради. Агар қопқоқнинг оғирлиги 20 Н бўлса, ҳалқалардаги реакцияларнинг қанча бўлиши аниқлансин.

Жавоб: $X_A=0$, $Z_A=10$ Н, $X_B=17,3$ Н, $Z_B=10$ Н.



9. Тўғри бурчакли яшикнинг ABCD қопқоғини бир томондан DE тирговуч тираб туради. Қопқоқнинг оғирлиги 120 Н; AD ⊥ AE, бурчак DAE=60°. А ва В шарнирларнинг реакциялари ва тирговучдаги S зўриқиш аниқлансин. Тирговучнинг оғирлиги ҳисобга олинмасин.

Жавоб: $X_A=17,3$ Н, $Z_A=30$ Н, $X_B=0$, $Z_B=60$ Н, $S=34,5$ Н.



8. Масалалар ечиш намунаси

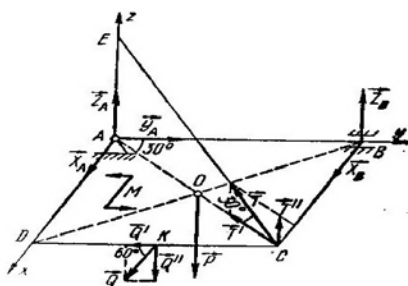
Оғирлиги $P=20$ кН бўлган бир жинсли тўғри бурчакли плита А сферик шарнир ва В цилинрик шарнир воситасида деворга бириктирилган бўлиб, уни CE арқон горизонтал ҳолда ушлаб туради; $\widehat{ECA} = \widehat{BAC} = 30^\circ$.

Плитага унинг текислигида ётувчи ва моменти $M=5$ кНм га тенг жуфт куч, ҳамда DC томоннинг ўртасидаги К нуқтага уз текислигига параллел текисликда ётувчи ва DC га 60° бурчак остида таъсир этувчи $Q=8\sqrt{3}$ кН куч қўйилган. $AB=1$ м. Арқондаги тортилиш кучи ва таянч реакциялар аниқлансин.

Ечиш.

1. Мувозанати текширилаётган жисм ABCD тўғри чизиқли плитадан иборат. Плитани иккита нуқта билан маҳкамланган жисм деб қараш мумкин.

2. Координата ўқлари расмдагидек танлаб олинади.



3. Плитага таъсир этувчи кучлар кўрсатилади. Плитага оғирлик маркази О нуктага қўйилган $P = 20 \text{ kH}$ оғирлик кучи; моменти $M = 5 \text{ kHm}$ га тенг жуфт куч; К нуктага қўйилган ва DC билан 60° бурчак ташкил этувчи $Q = 8\sqrt{3} \text{ kH}$ куч; CE ипнинг таранглик кучи $\vec{T}$ ҳамда А сферик шарнир ва В цилиндр шарнир реакциялари таъсир этади. А сферик шарнирнинг реакция кучини координата ўқларининг мусбат йўналишидаги $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, $\vec{Z}_A$ ташкил этувчиларга, В цилиндр шарнирнинг реакция кучлари цилиндр ўқиға перпендикуляр йўналган X_B , Z_B ташкил этувчиларга ажратилади.

4. Расмдан фойдаланиб, мувозанат тенгламалари тузилади. Бунда, $\vec{T}$ ва $\vec{Q}$ кучларнинг x, y, z ўқларига нисбатан моментларини ҳисоблаш учун Вариньон теоремасидан фойдаланиб, $\vec{T}$ ва $\vec{Q}$ кучлар ташкил этувчиларга ажратиб олинади:

$$T' = T \cos 30^\circ, T'' = T \cos 60^\circ, Q' = Q \cos 60^\circ, Q'' = Q \cos 30^\circ,$$

Уларнинг мазкур ўқларга нисбатан моментларининг йиғиндиси аниқланади. У ҳолда:

$$\sum X_k = X_A + X_B - T \cos 30^\circ \cdot \cos 60^\circ = 0,$$

$$\sum Y_k = Y_A - T \cos 30^\circ \cdot \cos 30^\circ - Q \cos 60^\circ = 0,$$

$$\sum Z_k = Z_A + Z_B - P - Q \cos 30^\circ + T \cos 60^\circ = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = -P \cdot \frac{AB}{2} + Z_B \cdot AB + T \cdot AB \cos 60^\circ - Q \cos 30^\circ \cdot DK = 0,$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = P \cdot \frac{AD}{2} - T \cdot AD \cos 60^\circ + Q \cos 30^\circ \cdot AD = 0,$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = X_B \cdot AB + M - Q \cos 60^\circ \cdot AD = 0,$$

бунда, $AD = AB \cdot \tan 30^\circ$, $DK = AB/2$.

5. Тенгламалар системаси ечилиб, номаълум аниқланади

$$X_B = \frac{M}{AB} - Q \cos 60^\circ \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 1 \text{ кН}, \quad T = \frac{1}{\cos 60^\circ} \left(\frac{P}{2} - Q \cos 30^\circ \right) = 8 \text{ кН},$$

$$X_A = -X_B + T \cos 30^\circ \cdot \cos 60^\circ = 2,46 \text{ кН},$$

$$Y_A = T \cos 30^\circ + Q \cos 60^\circ = 12,93 \text{ кН},$$

$$Z_B = \frac{P}{2} - T \cos 60^\circ + \frac{Q}{2} \cos 30^\circ = 12 \text{ кН}.$$

$$Z_A = -Z_B + P + Q \cos 30^\circ - T \cos 60^\circ = 16 \text{ кН}.$$

9. Текисликда ихтиёрий жойлашган кучлар системаси

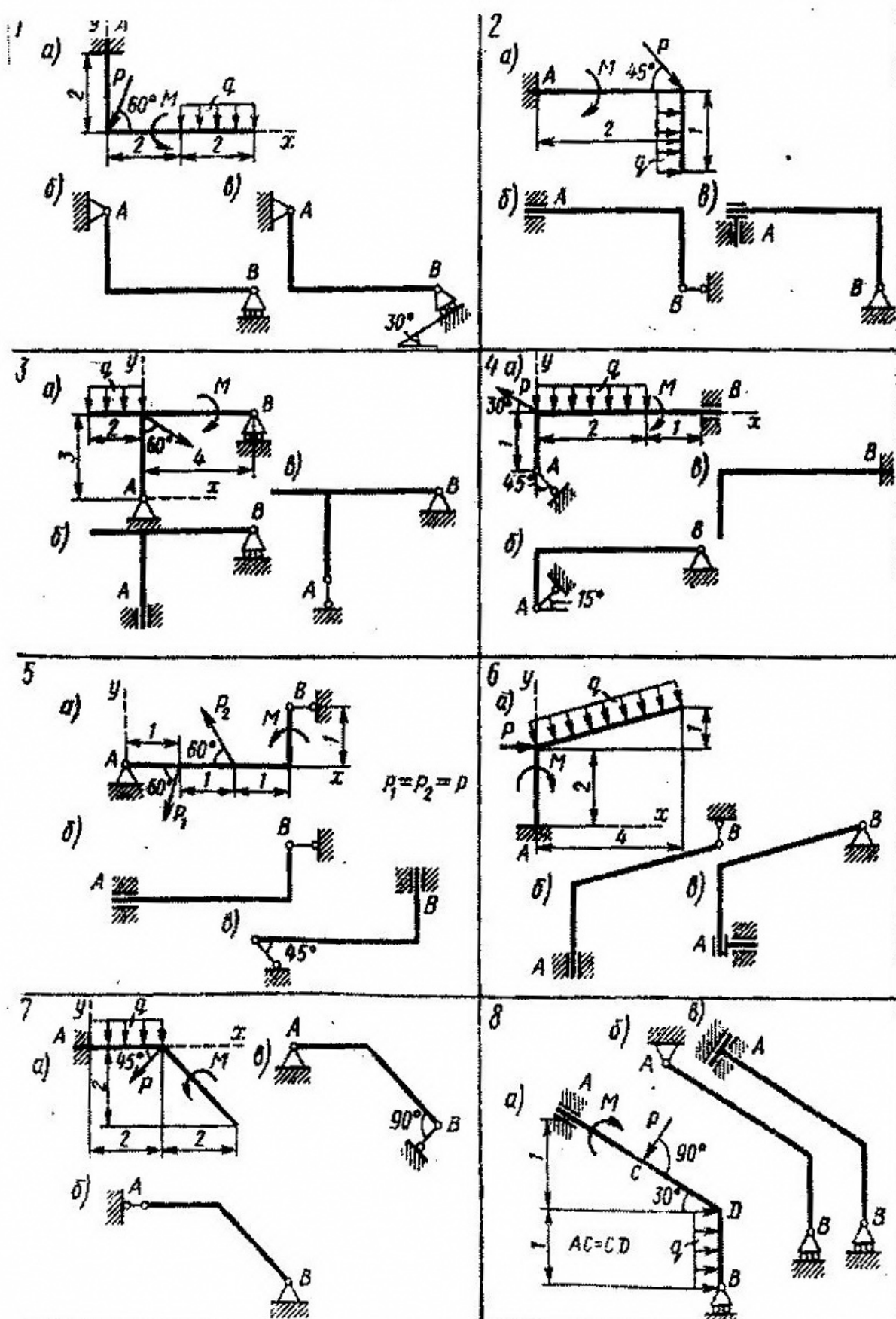
С1-топшириқ. Қаттиқ жисмнинг таянч реакцияларини аниқлаш.

Схемаларда (4-7-чизмалар) ўқи синиқ чизикдан иборат бўлган брусни мустаҳкамлашнинг учта усули кўрсатилган. Берилган юклама (1-жадвалга қаранг) ва ўлчамлар (м) учала ҳолда ҳам бир хил.

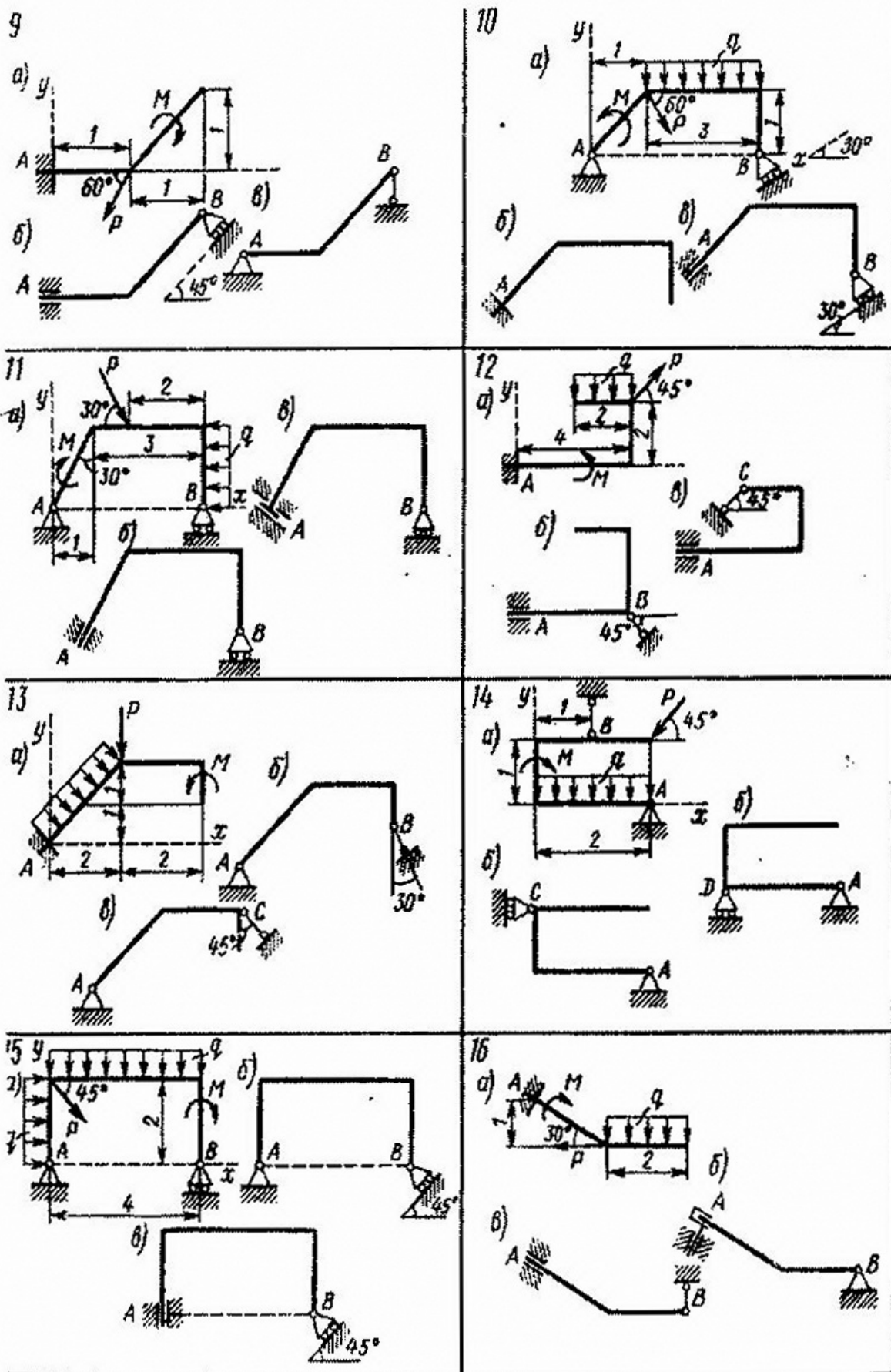
Таянчларнинг реакциялари брусни мустаҳкамлашнинг шундай усули учун аниқлансинки, бунда 1-жадвалда кўрсатилган реакция энг кичик модулга эга бўлсин.

1-жадвал

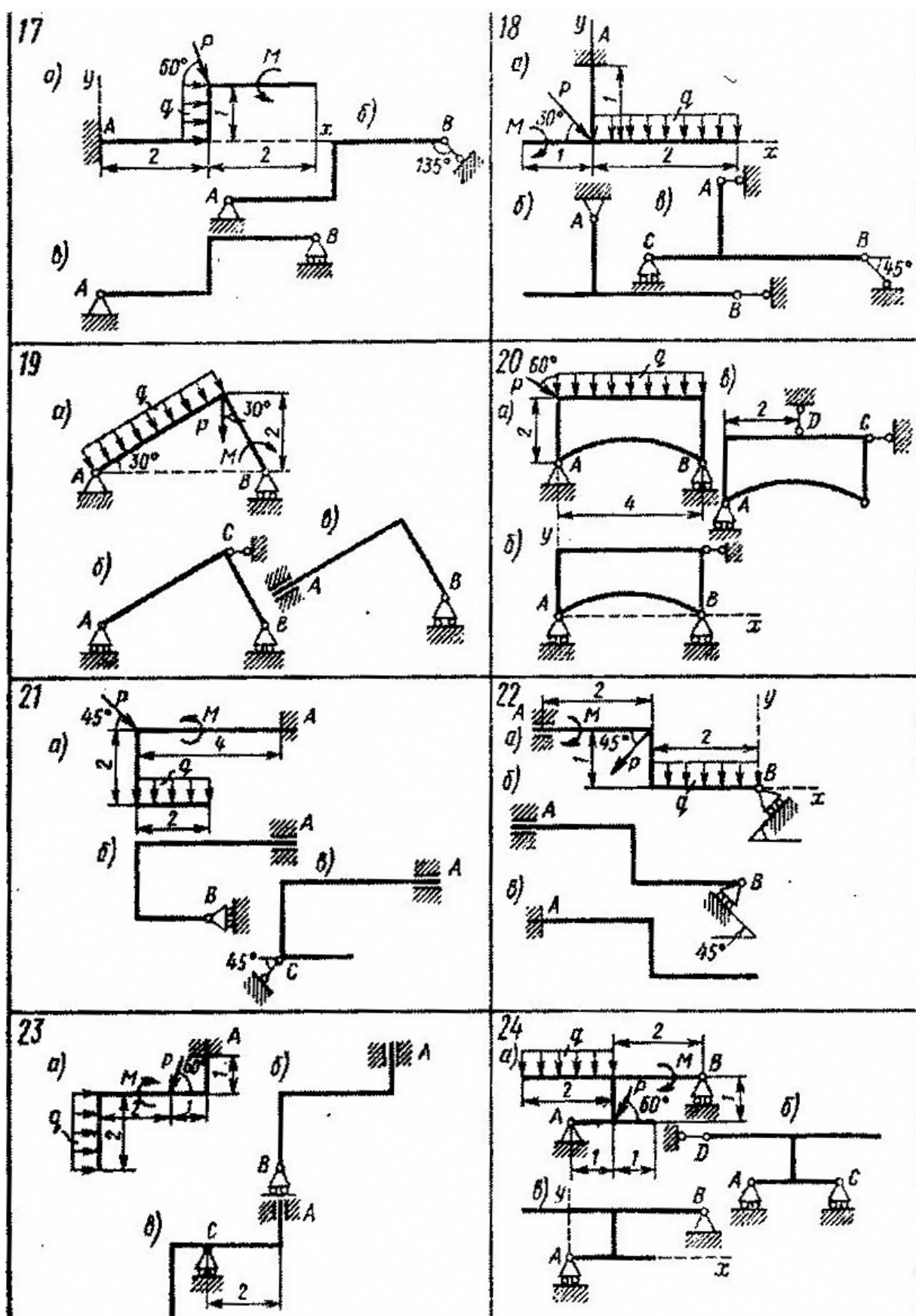
Вариант рақами	P, кН	M, кН·м	Q, кН/м	Текшири-лаётган реакция	Вариант рақами	P, кН	M, кН·м	Q, кН/м	Текшири-лаётган реакция
1	10	6	2	Y_A	16	12	6	2	M_A
2	20	5	4	M_A	17	20	4	3	Y_A
3	15	8	1	Y_B	18	14	4	2	X_A
4	5	2	1	Y_B	19	16	6	1	R_B
5	10	4	-	X_B	20	10	-	4	Y_A
6	6	2	1	M_A	21	20	10	2	M_A
7	2	4	2	X_A	22	6	6	1	Y_A
8	20	10	4	R_B	23	10	4	2	M_A
9	10	6	-	Y_A	24	4	3	1	Y_A
10	2	4	2	X_A	25	10	10	2	X_A
11	4	10	1	R_B	26	20	5	2	M_A
12	10	5	2	Y_A	27	10	6	1	X_A
13	20	12	2	Y_A	28	20	10	2	Y_A
14	15	4	3	Y_A	29	25	-	1	M_A
15	10	5	2	X_A	30	20	10	2	R_B



4-чизма

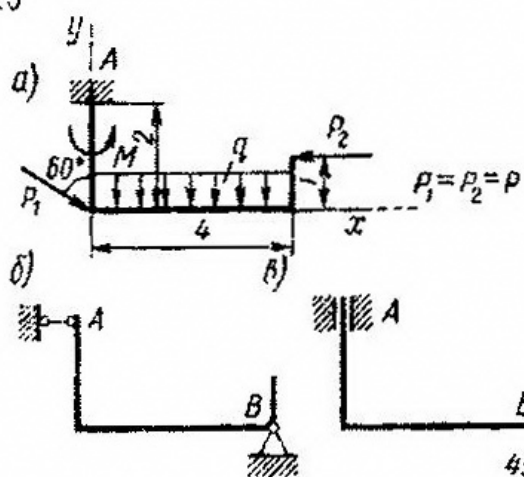


5-чизма

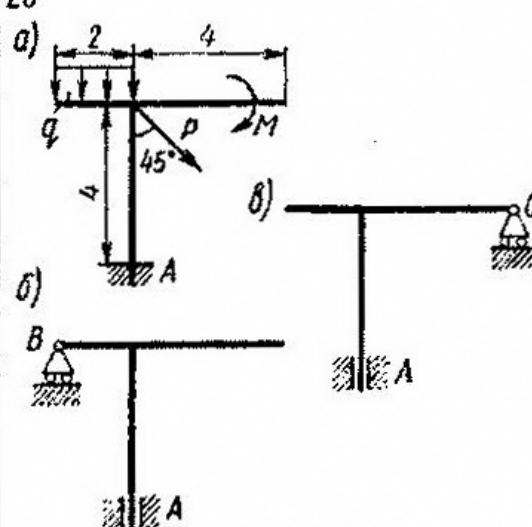


6-чизма

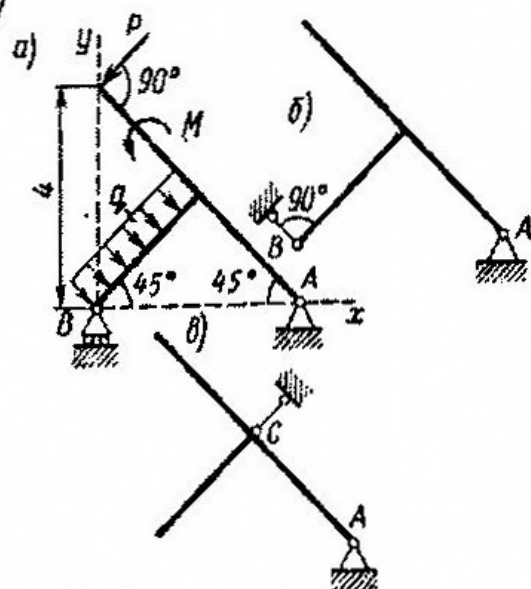
25



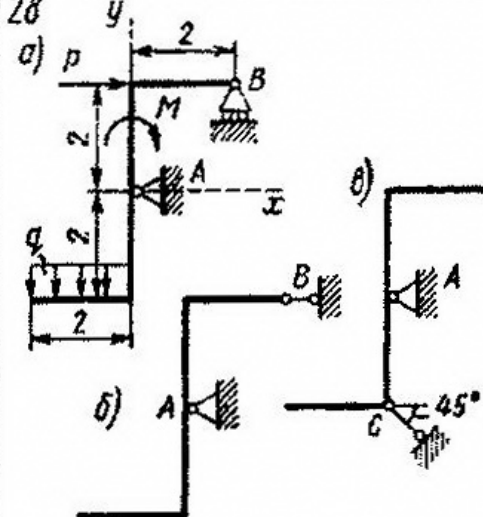
26



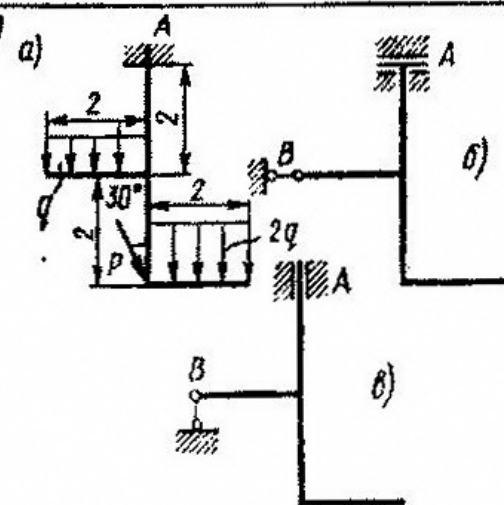
27



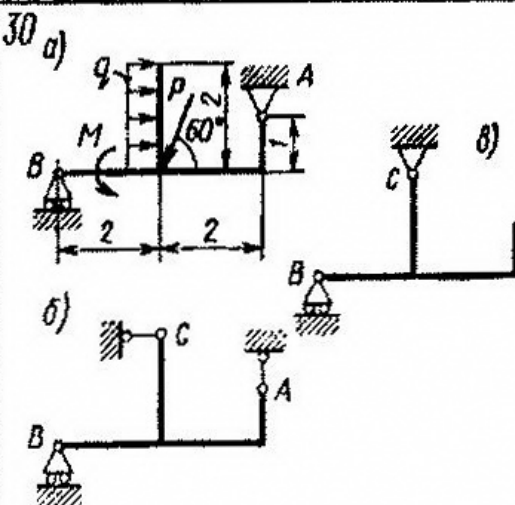
28



29

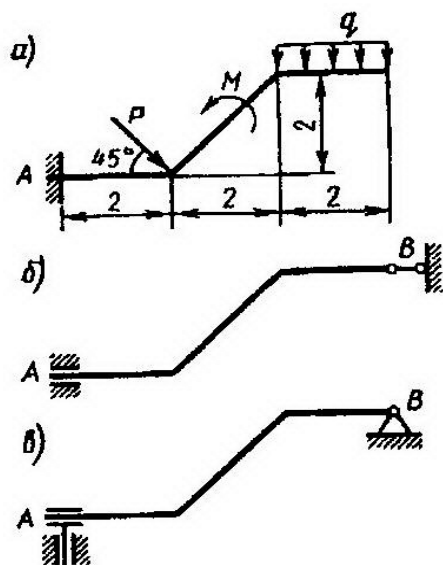


30

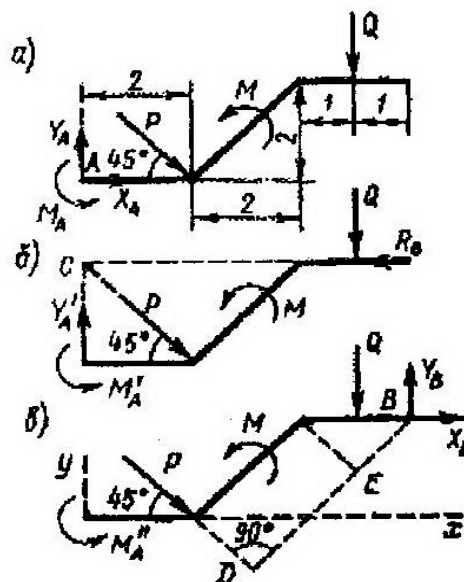


C1-топшириқни бажариш намунаси

Берилган: брусни мустаҳкамлаш схемалари (8-чизма, а, б, в); $P=5$ кН; $M=8$ кН·м; $q=1,2$ кН/м.



8-чизма



9-чизма

Қотирмадаги M_A момент энг кичик сон қийматига эга бўлган таянч реакцияларини мустаҳкамлашнинг усулини аниқланг.

Ечиш: конструкцияга қўйилган мувозанатлашган кучлар системаси текширилади. Боғланишларнинг конструкцияга таъсири уларнинг реакциялари билан алмаштирилади (9-чизмада): а) схемада – X_A , Y_A , M_A ; б) схемада – Y_A , M_A ; R_B ; в) схемада – M_A , X_B , Y_B . Интенсивлиги q бўлган текис тақсимланган юклама $Q=q \cdot 2=2,4$ кН. тенг таъсир этувчи билан алмаштирилади.

Қайси ҳолда қотирмадаги момент энг кичик бўлишини билиш учун, қолган реакцияларни аниқлашдан олдин унинг қиймати учта схеманинг ҳаммаси учун топилади.

а) схема учун

$$\sum M_A(\vec{F}_i) = 0; M_A - P \cdot 2 \sin 45^\circ + M - Q \cdot 5 = 0$$

Бу ердан, $M_A=11,07$ кН·м.

б) схема учун

$$\sum M_C(\vec{F}_i) = 0; M_A + M - Q \cdot 5 = 0$$

яъни, $M_A = 4,00 \text{ kH} \cdot \text{м}$

в) схема учун

$$\sum M_B(\vec{F}_i) = 0; M_A + P \cdot BD + M + Q \cdot 1 = 0$$

Чизмадан қуйидагилар топилади:

$$BD = BE + ED = \sqrt{2} + 2\sqrt{2} = 4,24 \text{ м.}$$

демак, $M'_A = -31,61 \text{ kH} \cdot \text{м}$.

Шундай қилиб, котирмадаги моментнинг энг кичик қиймати брусни б схема бўйича мустаҳкамланганда бўлар экан. Энди шу схема учун қолган таянч реакциялари аниқланади:

$$\sum X_i = 0; P \cdot \cos 45^\circ - R_B = 0 \quad \text{бу ердан } R_B = 3,54 \text{ kH}$$

$$\sum Y_i = 0; Y'_A - P \cdot \sin 45^\circ - Q = 0 \quad \text{бу ердан } Y'_A = 5,94 \text{ kH}$$

Ҳисоблаш натижалари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

6-чизма бўйича схема	Момент; kH м (M_A , M'_A , M''_A)	Кучлар,	
		Y'_A	R_B
а	11,07	-	-
б	4,00	5,94	3,54
в	-31,61	-	-

10. Қаттиқ жисмнинг таянч реакцияларини аниқлаш бўйича курс ишлари учун топшириқлар (С7-топшириқ)

Конструкциянинг таянч реакциялари аниқлансин. Конструкциянинг схемалари 10, 12-чизмаларда кўрсатилган. Ҳисоблаш учун керакли маълумотлар қуйидаги жадвалда келтирилган.

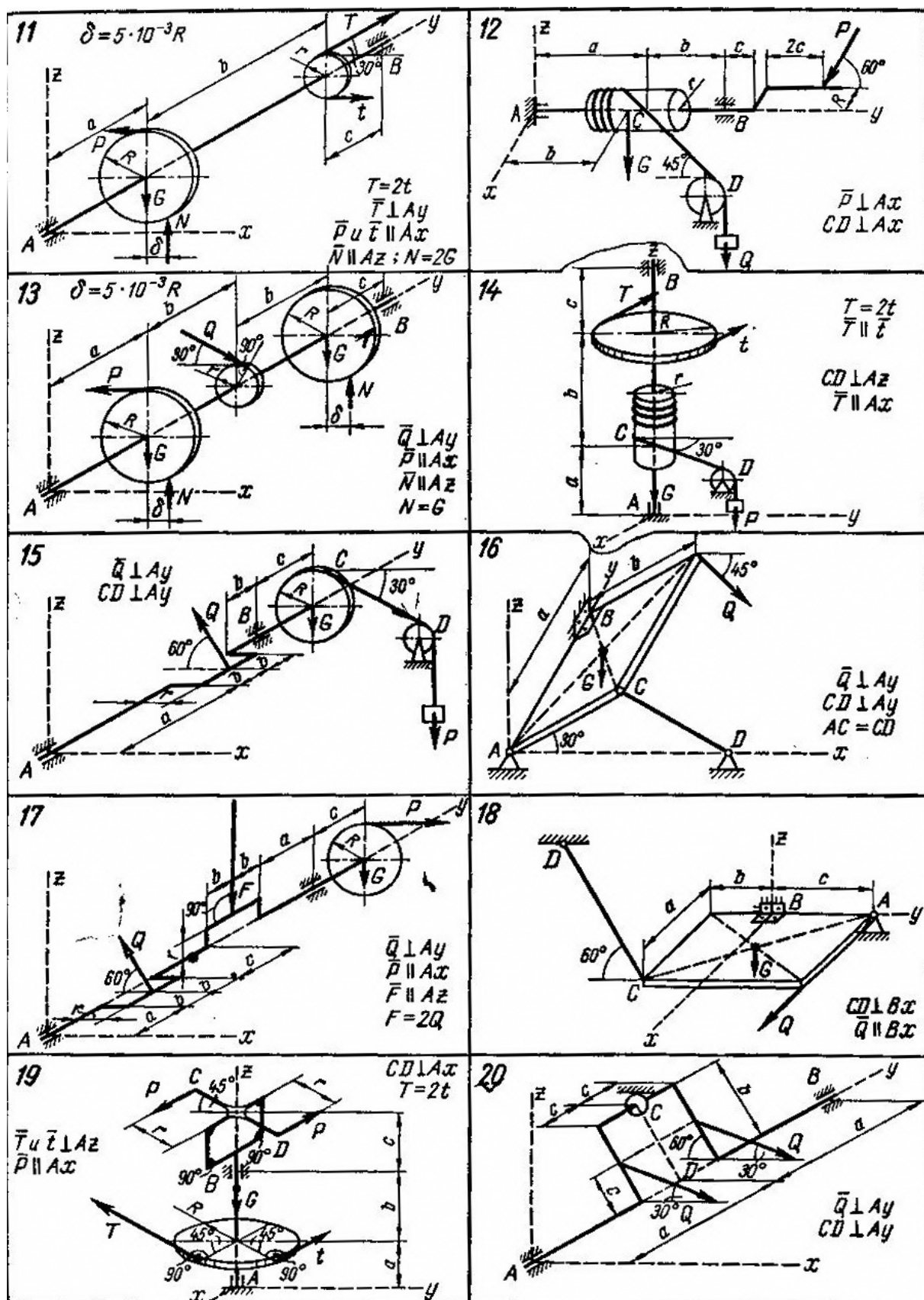
3-жадвал

Вариант рақа- ми	Кучлар, кН			Ўлчамлар, см					Вариант рақа- ми	Кучлар, кН			Ўлчамлар, См				
	Q	T	G	Q	T	G	R	г		Q	T	G	Q	T	G	R	г
1	2	-	20	20	30	10	15	5	16	4	-	2	50	30	-	-	-
2	4	-	2	20	10	30	10	10	17	2	-	1	15	10	20	20	5
3	20	-	18	400	400	450	-	-	18	6	-	2	60	40	60	-	-
4	3	-	2	30	20	40	15	10	19	-	8	2	20	30	40	20	15
5	5	-	3	30	40	20	20	10	20	4	-	-	60	60	20	-	-
6	1	4	2	40	30	20	20	10	21	2	-	-	40	60	30	-	-
7	-	3	1	0	10	5	18	6	22	-	-	5	20	50	30	-	-
8	4	6	3	20	40	15	20	10	23	-	-	4	40	30	50	-	-
9	5	-	3	20	15	10	30	40	24	5	-	2	-	-	-	-	-
10	1	4	2	30	40	20	20	10	25	-	-	3	50	50	60	-	-
11	-	2	1	20	30	15	15	10	26	-	-	1	20	60	40	-	-
12	4	-	1	25	20	8	15	10	27	10	-	-	50	30	50	-	-
13	10	-	5	40	30	20	25	15	28	35	-	32	400	200	200	-	-
14	-	2	1	30	90	20	30	10	29	-	4	3	15	20	15	15	10
15	3	-	2	60	20	40	20	5	30	5	-	-	40	40	10	-	-

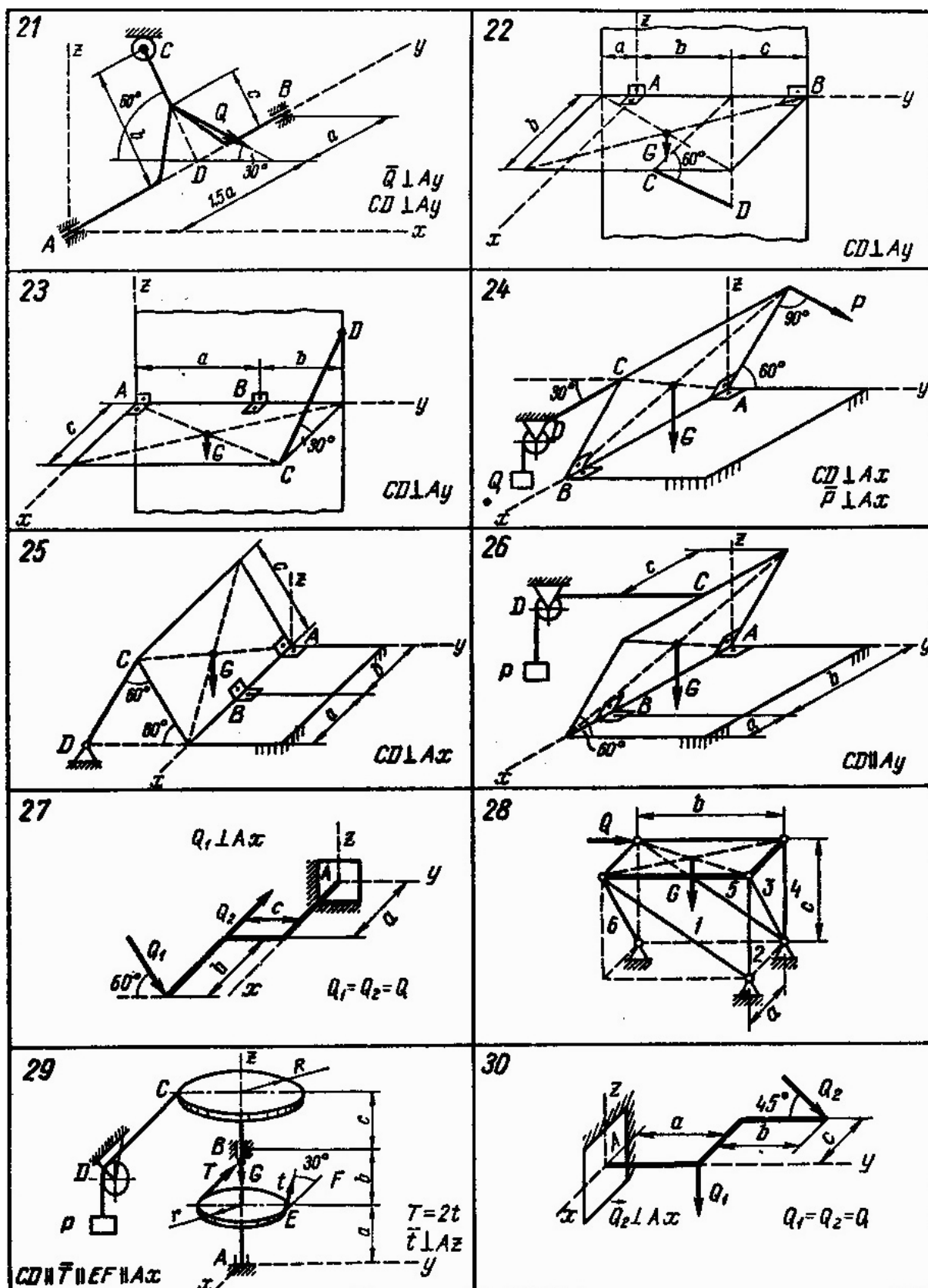
Эслатмалар:

1. 16, 18, 22, 26-вариантларда ошиқ-мошиқлар ромнинг АВ томони бўйлаб силжишга қаршилик кўрсатмайди деб ҳисоблансин.

2. 20, 21-вариантларда ўзаро тегиб турган сиртлар мутлақ силлик деб ҳисоблансин.



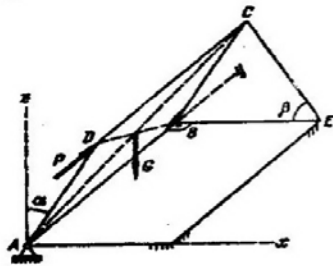
11-чизма



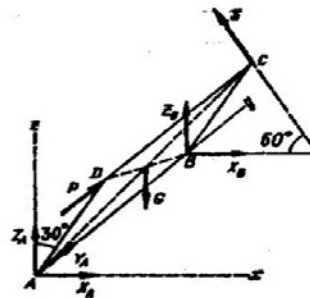
12-чизма.

Топшириқни бажариш намунаси

Берилган: $G = 1$ кН оғирликдаги ABCD ром, $P = 2$ кН, $\vec{P} \parallel A_y$, $AD=BC=60$ см, $AB=CD=100$ см, $\alpha=30^\circ$, $\beta=60^\circ$ (13-чизма). А ва В таянчларнинг реакциялари топилсин (А-золдирли шарнир, В-ошиқ-мошиқ).



13-чизма



14-чизма

Ечиш: ABCD ромга $\vec{G}$ оғирлик кучи, $\vec{P}$ куч, CE стерженнинг реакцияси $\vec{S}$ ҳамда А ва В таянчларнинг реакциялари қўйилган. А золдирли шарнирнинг реакцияси учта $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, $\vec{Z}_A$ ташкил этувчилар билан В ошиқ-мошиқнинг реакцияси эса иккита $\vec{X}_B$ ва $\vec{Z}_B$ ташкил этувчилар билан аниқланади (14-чизма).

Бу кучларнинг олтитаси номаълум: $\vec{S}$, $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, $\vec{Z}_A$, $\vec{X}_B$, $\vec{Z}_B$, Уларни аниқлаш учун олтита мувозанат тенгламасини тузиш мумкин.

Кучларнинг координата ўқларига нисбатан моментлари тенгламалари:

$$\sum M_x(\vec{F}_i) = 0; -P \cdot AD \cos 30^\circ - G \cdot \frac{AB}{2} + S \cos 30^\circ \cdot AB + Z_B \cdot AB = 0, \quad (8.1)$$

$$\sum M_y(\vec{F}_i) = 0; G \left(\frac{BC}{2} \right) \cdot \sin 30^\circ - S \cdot BC \cdot \sin 60^\circ = 0 \quad (8.2)$$

$$\sum M_z(\vec{F}_i) = 0; P \cdot AD \cdot \sin 30^\circ + S \cos 60^\circ \cdot AB - X_B \cdot AB = 0 \quad (8.3)$$

(8.2) тенгламадан S аниқланади, сўнгра (8.1) ва (8.3) тенгламалардан Z_B ва X_B лар топилади.

Кучларнинг координата ўқларига проекциялари тенгламалари:

$$(8.4) \quad \sum X_i = 0; X_A + X_B - S \cdot \cos 60^\circ = 0$$

$$\sum Y_i = 0; Y_A + P = 0 \quad (8.5)$$

$$\sum Z_i = 0; Z_A - G + Z_B + S \cdot \cos 30^\circ = 0 \quad (8.6)$$

Бу тенгламалардан X_A , Y_A ва Z_A топилади.

Ҳисоблаш натижалари қуйидаги жадвалда келтирилган.

4-жадвал

Кучлар, кН					
S	X_A	Y_A	Z_A	X_B	Z_B
0,289	-0,600	-2,00	-0,54	0,744	1,29

Адабиётлар

1. П. Шохайдарова, Ш. Шозиётов, Ж. Зокиров. “Назарий механика”. Тошкент, “Ўқитувчи”, 1981.
2. Т.Р. Рашидов, Ш. Шозиётов, Қ.Б. Мўминов. “Назарий механика асослари”. Тошкент, “Ўқитувчи”, 1990.
3. И.В. Мишчерский. ”Назарий механикадан масалалар тўплами”. Тошкент, “Ўқитувчи”, 1989.
4. С.М. Тарг. “Краткий курс теоретической механики”. Москва, “Наука”, 1974.

Мундарижа

1. Сўз боши	3
2. 1. Кучнинг ўқдаги проекцияси	4
3. 2. Кучнинг нуқтага нисбатан моменти	5
4. 3. Кучнинг ўққа нисбатан моменти	5
5. 4. Фазода ихтиёрий жойлашган кучлар системаси	6
6. 5. Фазода ихтиёрий жойлашган кучларни бир нуқтага келтириш	7
7. 6. Фазодаги кучлар системасининг мувозанат шартлари	8
8. 7. Қаттиқ жисмнинг мувозанат шартларига доир масалалар ва уларни ечиш намунаси	10
9. 8. Масалалар ечиш намунаси	13
10. 9. Текисликда ихтиёрий жойлашган кучлар системаси	15
11. 10. Қаттиқ жисмнинг таянч реакцияларини аниқлаш бўйича курс ишлари учун топшириқлар (С7-топшириқ)	21
12. Адабиётлар	28
13. Мундарижа.....	29

Муҳаррир: Ю.Ю. Нурметова

Нашрга рухсат этилди

Ҳажми

Қоғоз бичими 60x84 1/16

Адади

Буюртма №

ТошТЙМИ босмахонасида чоп этилди. Тошкент. Одилхўжаев кўчаси, 1.

Ўзбекистон темир йўллари “ДАТК”
Тошкент темир йўл муҳандислари институти

“Нашрга рухсат этаман”
Ўқув ишлари бўйича проректор
доцент Ф.Ф. Каримова
“-----“ ----- 2010 й.

Мухамадалиева Рано

Қаттиқ жисмнинг реакция кучларини аниқлаш

5140920 – “Касб таълими (автоматлаштириш ва бошқарув)”,
5521200 – “Транспорт воситаларини ишлатиш ва таъмирлаш”
йўналишидаги 2-курс бакалаврият талабаларининг “Назарий
механика” фанидан мустақил ишларни бажаришга доир
услубий кўрсатма (ЛҲИ-1)

Тошкент – 2010