

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

ALISHER NAVOIY NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

MEXANIKA-MATEMATIKA FAKULTETI

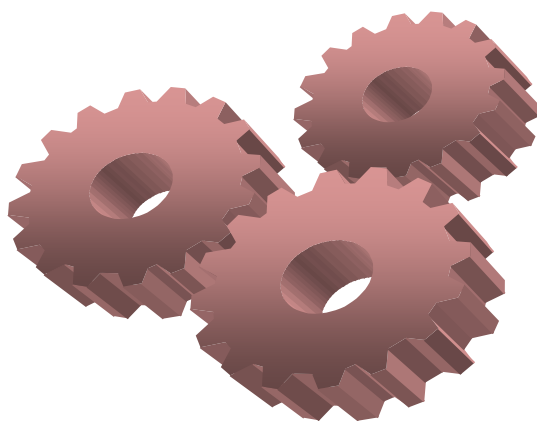
MEXANIKA KAFEDRASI

KMIT – 2 (kinematika)

NAZARIY MEXANIKADAN 6-MUSTAQIL ISHNI

TASHKIL ETISH, TOPSHIRIQLAR VA ULARNI BAJARISH BO'YICHA

USLUBIY QO'LLANMA



Samarqand – 2012

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

ALISHER NAVOIY NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

MEXANIKA-MATEMATIKA FAKULTETI

MEXANIKA KAFEDRASI

KMIT – 2 (kinematika)

NAZARIY MEXANIKADAN 6-MUSTAQIL ISHNI

TASHKIL ETISH, TOPSHIRIQLAR VA ULARNI BAJARISH BO'YICHA

USLUBIY QO'LLANMA

**Samarqand davlat universiteti
o'quv-uslubiy kengashining
2012 yil 4-iyundagi 8-raqamli
majlisi bayonnomasi bilan tavsiya etilgan**

Samarqand – 2012

УДК 531.2(07)

ББК 22.21

№ 18

Nazariy mexanika fanidan 6-mustaqil ishni tashkil etish, topshiriqlar va ularni bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. KMIT – 2 (kinematika). – Samarqand: SamDU nashri, 2012.

Tayyorlovchilar: t.f.d., prof.Xudoynazarov X.X.,
f.-m.f.n., dots. Buranov X.M.

Mazkur uslubiy qo'llanma mexanika ta'lim yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar mustaqil ishlarini tashkil etish, topshiriqlar va ularni bajarish bo'yicha me'yoriy hujjat sifatida amal qiladi.

Uslubiy qo'llanma Mexanika kafedrası professor-o'qituvchilari, magistrant va talabalarga mo'ljallangan.

Mustaqil ish № 6

Mavzu: NUQTANING MURAKKAB HARA-KATI

1. Nuqtaning nisbiy, ko'chirma va absolyut harakatlari

Ko'pgina masalalarda nuqtaning harakatini ikki va undan ortiq koordinatalar sistemasiga nisbatan o'rganishga to'g'ri keladi. Masalan, nuqta harakati ikkita koordinatalar sistemasiga nisbatan o'rganilganda, bu sistemalardan biri qo'zg'aluvchan ikkinchisi esa qo'zg'almas deb qaraladi, qo'zg'almas koordinatalar sistemasini asosiy deb qabul qilamiz. Nuqta biror qo'zg'aluvchi $Oxyz$ koordinatalar sistemasiga nisbatan harakatlansin, o'z navbatida qo'zg'aluvchi koordinatalar sistemasi $O_1\xi\eta\zeta$ ga nisbatan harakat qilsin. Nuqtaning qo'zg'aluvchi koordinatalar sistemasiga nisbatan harakati nisbiy harakat deyiladi. Nuqtaning qo'zg'aluvchi koordinatasiga nisbatan trayektoriyasi nisbiy trayektoriya deyiladi. Nuqtaning bunday harakatdagi tezligi nisbiy tezlik, tezlanishi esa nisbiy tezlanish deyiladi. Ular mos ravishda $\vec{v}_r$ va $\vec{w}_r$ deb belgilanadi.

Nuqtaning berilgan ondagi ko'chirma tezligi va ko'chirma tezlanishi deganda huddi shu onda qo'zg'aluvchi koordinatalar sistemasining berilgan nuqta bilan ustma-ust tushuvchi nuqtasining tezligi va tezlanishi tushuniladi. Ular mos ravishda $\vec{v}_e$ va $\vec{w}_e$ deb belgilanadi.

Nuqtaning qo'zg'almas koordinatalar sistemasiga nisbatan harakati absolyut harakat deyiladi. Absolyut harakatda nuqtaning tezligi va tezlanishi, mos ravishda absolyut tezlik va absolyut tezlanish deyiladi. Ular $\vec{v}_a$ va $\vec{w}_a$ deb belgilanadi.

2. Murakkab harakatdagi nuqta tezligini topish

Murakkab harakatdagi nuqtaning nisbiy, ko'chirma, absolyut tezliklari orasidagi bog'lanish tezliklarni qo'shish teoremasidan foydalanib topiladi. Bu teoreмага ko'ra nuqtaning absolyut tezligi uning nisbiy va ko'chirma tezliklarining geometrik yig'indisiga teng.

$$\vec{v}_a = \vec{v}_e + \vec{v}_r \quad (1)$$

Bu yerda $\vec{v}_a$ - nuqtaning absolyut tezligi, $\vec{v}_e$ - nuqtaning ko'chirma tezligi, $\vec{v}_r$ - nuqtaning nisbiy tezligi.

Nuqtaning nisbiy tezligini topish uchun fikran ko'chirma harakatni to'xtatish kerak, va nuqtaning nisbiy tezligini nuqta kinematikasi qoidasiga asosan topiladi.

Nuqtaning ko'chirma tezligini topish uchun fikran nisbiy harakatni to'xtash kerak va nuqtaning ko'chirma tezligini kinematika qoidasi bo'yicha topish kerak.

(1) ni qo'zg'almas koordinata o'qlariga proyeksiyalab:

$$v_{ax} = v_{ex} + v_{rx}, \quad v_{ay} = v_{ey} + v_{ry} \quad (2)$$

ni hosil qilamiz, u holda absolyut tezlik moduli

$$|\bar{v}_a| = \sqrt{v_{ax}^2 + v_{ay}^2} \quad (3)$$

formuladan topiladi. Absolyut tezlikning yo'nalishi, yo'naltiruvchi kosinuslardan topiladi:

$$\cos(\bar{v}_a, \wedge ox) = \frac{v_{ax}}{|\bar{v}_a|}; \quad \cos(\bar{v}_a \wedge oy) = \frac{v_{ay}}{|\bar{v}_a|} \quad (4)$$

Masala yechishda quyidagi tartibga amal qilish tavsiya etiladi.

- 1) Harakatni nisbiy, ko'chirma, absolyut tashkil etuvchilarga ajratish kerak;
- 2) Qo'zg'almas va qo'zg'aluvchi koordinatalar sistemasini tanlash kerak;
- 3) Ko'chirma harakatni fikran to'xtatib nuqtaning nisbiy tezligini topish kerak;
- 4) Nisbiy harakatni fikran to'xtatib nuqtaning ko'chirma tezligini topish kerak;
- 5) Tezliklarni qo'shish haqidagi teoremani tadbqiq etib, nuqtaning izlanayotgan absolyut tezligini topish kerak.

Agar nuqtaning absolyut tezligi ma'lum bo'lsa, tezliklarni qo'shish haqidagi teoremadan foydalanib ko'chirma yoki nisbiy tezlikni topish mumkin.

3. Murakkab harakatdagi nuqtaning tezlanishlarini topish

Nuqtaning absolyut, ko'chirma, nisbiy harakatida tezlanishlarini topishda tezlanishlarni qo'shish haqidagi teoremadan foydalaniladi, boshqacha aytganda Koriolis teoremasidan foydalaniladi.

$$\bar{w}_a = \bar{w}_e + \bar{w}_r + \bar{w}_k \quad (5)$$

bu yerda $\bar{w}_a$ - nuqtaning absolyut tezlanishi, $\bar{w}_e$ - nuqtaning ko'chirma tezlanishi, $\bar{w}_r$ - nuqtaning nisbiy tezlanishi, $\bar{w}_k$ - nuqtaning Koriolis tezlanishi.

Nisbiy tezlanishni topish uchun ko'chirma harakatni fikran to'xtatamiz va nuqtaning nisbiy tezlanishni kinematika qoidasidan foydalanib topamiz. Ko'chirma tezlanishni topish uchun nuqtaning nisbiy harakatini fikran to'xtatamiz va nuqtaning ko'chirma tezlanishini kinematika qoidasidan foydalanib topamiz.

Koriolis tezlanishi quyidagi formuladan topiladi

$$\bar{w}_k = 2 \bar{\omega}_e \times \bar{v}_r \quad (6)$$

Bu yerda $\bar{\omega}_e$ - ko'chirma burchak tezligi, $\bar{v}_r$ nuqtaning nisbiy tezligi, uning moduli

$$w_k = 2 \cdot \omega_e \cdot v_r \cdot \sin(\bar{\omega}, \wedge \bar{v}_r). \quad (7)$$

Koriolis tezlanishining yo'nalishi vektorli ko'paytma qoidasidan topiladi.

Agar nuqtaning ko'chirma va nisbiy harakati egri chiziqli bo'lsa, (5) formulani quyidagicha yozish mumkin.

$$\bar{w}_a = \bar{w}_{en} + \bar{w}_{e\tau} + \bar{w}_{rn} + \bar{w}_{r\tau} + \bar{w}_k \quad (8)$$

Bu yerda

$\bar{w}_{en}$ - ko'chirma normal tezlanish,

$\overline{w}_{e\tau}$ - ko'chirma urinma tezlanish,

$\overline{w}_{rn}$ - nisbiy normal tezlaish,

$\overline{w}_{r\tau}$ - nisbiy urinma tezlanish.

Tezlanishlarni qo'shish haqidagi teoremani tadbiq etishda proyeksiyalar usulidan ham foydalaniladi. Biror xyz koordinatalar sistemasini tanlab (8) ni bu o'qlarning har biriga proyeksiyalab:

$$\left. \begin{aligned} w_{ax} &= w_{enx} + w_{etx} + w_{rnx} + w_{r\tau x} + w_{kx}, \\ w_{ay} &= w_{eny} + w_{ety} + w_{rny} + w_{r\tau y} + w_{ky}, \\ w_{az} &= w_{enz} + w_{etz} + w_{rnz} + w_{r\tau z} + w_{kz}. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Bunda absolyut tezlik moduli quyidagicha topiladi

$$|\overline{w}_a| = \sqrt{w_{ax}^2 + w_{ay}^2 + w_{az}^2}, \quad (10)$$

yo'naltiruvchi kosinuslar:

$$\cos(\overline{w}_a, \wedge x) = \frac{w_{ax}}{|\overline{w}_a|}; \quad \cos(\overline{w}_a, \wedge y) = \frac{w_{ay}}{|\overline{w}_a|}; \quad \cos(\overline{w}_a, \wedge z) = \frac{w_{az}}{|\overline{w}_a|} \quad (11)$$

Koriolis tezlanishi ko'chirma harakat ilgarlanma bo'lganda (ya'ni $\omega_e = 0$), $\overline{\omega}_e$ va $\overline{v}_r$ lar kollinear bo'lganda va $\overline{v}_r$ yoki $\overline{\omega}_e$ larning biri nolga teng bo'lgan momentlarda nolga teng bo'ladi.

Masalalarni yechishda ushbu ketma-ketlikka rioya qilish tavsiya etiladi:

- 1) Harakatni nisbiy, ko'chirma, absolyut tuzuvchilarga ajratish;
- 2) Absolyut va qo'zg'aluvchan koordinatalar sistemalarini tanlash;
- 3) Ko'chirma harakatni fikran to'xtatib nuqtaning nisbiy tezlanishini topish;
- 4) Nisbiy harakatni fikran to'xtatib nuqtaning ko'chirma tezlanishini topish;
- 5) Ma'lum ko'chirma harakat burchak tezligi va nisbiy harakat tezliklaridan foydalanib nuqtaning Koriolis tezlanishini topish;
- 6) Absolyut tezlanishni koordinata o'qlariga proyeksiyasini topish;
- 7) Absolyut tezlanishning ma'lum proyeksiyalaridan foydalanib uning moduli va yo'nalishini topish.

4. Topshiriqni bajarish namunasi

1-masala. Shaklda Uatt regulyatori tasvirlangan, bunda α burchak ushbu qonunga asosan o'zgaradi:

$$\alpha = \omega_{O_1} \cdot t + \frac{\varepsilon_1 t^2}{2}; \quad (12)$$

bu yerda

$$\omega_{O_1} = \frac{\pi}{90} s^{-1}; \quad \varepsilon_1 = \frac{\pi}{900} s^{-2}$$

Regulyatorning aylanish burchagi quyidagicha:

$$\varphi = k t^3; \quad (13)$$

bu yerda $k = 0,3 \text{ s}^{-3}$. Sterjenlar $OA = OB = AC = BC = \ell = 90 \text{ sm}$.

$t_1 = 10 \text{ s}$ vaqt uchun regulyator sharchalarining absolyut tezligi va absolyut tezlanishi topilsin.

Yechish. Sharchalarning absolyut harakatini ko'chirma harakat – vertikal o'q atrofida aylanma harakat, bu (3) qonunga muvofiq bo'ladi; va nisbiy harakat – O nuqta orqali o'tgan gorizontal o'q atrofida aylanma harakat, bu (12) qonunga muvofiq bo'ladigan harakatlar tashkil etadi.

xyz koordinatalar sistemasining boshini O nuqtada olamiz. x o'qini $OABC$ tekislikka tik ravishda yo'naltiramiz ($t_1 = 10 \text{ s}$), da. y o'qini $OABC$ tekislikda gorizontal ravishda o'ng tomonga yo'naltiramiz, z o'qini vertikal o'q bo'ylab yuqoriga yo'naltiramiz.

(12) tenglamadan foydalanib α burchakni $t_1 = 10 \text{ s}$ vaqtda topamiz.

$$\alpha = \frac{\pi}{90} \cdot 10 + \frac{\pi}{900} \cdot \frac{100}{2} = \frac{\pi}{6}$$

Nisbiy burchak tezlikni x o'qiga proyeksiyasini topamiz; bu proyeksiya α dan vaqt bo'yicha olingan birinchi hosilaga teng.

$$\omega_{rx} = \dot{\alpha} = \omega_{O_1} + \varepsilon_1 \cdot t$$

$t_1 = 10 \text{ s}$ da nisbiy burchak tezlikni proyeksiyasi

$$\omega_{rx} = \frac{\pi}{45} \text{ s}^{-1}$$

Nisbiy burchak tezlanishni shu o'qqa proyeksiyasi ω_{rx} dan vaqt bo'yicha olingan birinchi hosilaga teng.

$$\varepsilon_{rx} = \dot{\omega}_{rx} = \ddot{\alpha} = \varepsilon_1 = \frac{\pi}{900} \text{ s}^{-2}$$

Nisbiy tezlik va nisbiy tezlanishni topish uchun fikran ko'chirma harakatni to'xtatamiz. Sharchalarning nisbiy tezligi moduli

$$v_r = \ell \cdot \omega_{rx} = 90 \cdot \frac{\pi}{45} = 2\pi \text{ sm/s} = 0,02\pi \text{ m/s}.$$

Nisbiy tezlik tegishli OA va OB sterjenlarga tik ravishda yo'nalgan (Rasm-1b).

Sharlarning nisbiy tezlanishlarini topishga o'tamiz. Nisbiy harakat o'q atrofida aylanma harakat bo'lgani uchun nisbiy tezlanishni – nisbiy normal va nisbiy urinma tezlanishlar yig'indisi sifatida tasvirlash maqsadga muvofiqdir.

$$w_{rn} = \ell \cdot \omega_r^2 = 90 \cdot \frac{\pi^2}{45^2} = \frac{2\pi^2}{45} \text{ sm/s}^2 = 0,0044 \text{ m/s}^2$$

va sharchadan O ga qarab yo'nalgan

$$w_{r\tau} = \ell \cdot \varepsilon_r = 90 \cdot \frac{\pi}{900} = \frac{\pi}{10} \text{ sm/s}^2 = \pi \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2;$$

Bu tezlanish nisbiy tezlik bilan mos tushadi. Sharchalarning ko'chirma tezligi va ko'chirma tezlanishini topishga o'tamiz. Bunda sharchalarning nisbiy harakatini fikran to'xtatamiz. Ko'chirma harakat burchak tezligining z o'qdagi proyeksiyasi

$$\omega_{ez} = \dot{\varphi} = 3kt^2.$$

$$t_1 = 10 \text{ s} \text{ da } \omega_{ez} = 3 \cdot 0,3 \cdot 100 = 90 \text{ s}^{-1}$$

ko'chirma harakat burchak tezlanishi

$$\varepsilon_{ez} = \dot{\omega}_{ez} = 6kt.$$

$$t_1 = 10s \text{ da } \varepsilon_{ez} = 6 \cdot 0,3 \cdot 10 = 18s^{-2}.$$

Ko'chirma tezlik sharchaning vertikal o'q atrofida aylanma harakat tezligidan iboratdir. $t_1 = 10s$ da

$$v_e = \ell \cdot \sin \alpha \cdot \omega_e = 40,5m/s.$$

A sharcha uchun $\bar{v}_e$, Ox o'q bo'yicha, B sharcha uchun esa unga teskari yo'nalgan.

Ko'chirma tezlanish normal va urinma ko'chirma tezlanishlardan tashkil topadi $t_1 = 10s$ da normal ko'chirma tezlanish moduli

$$w_{en} = \ell \cdot \sin \alpha \cdot \omega_e^2 = 90 \cdot \sin 30^\circ \cdot 90^2 sm/s^2 = 3645m/s^2;$$

Bu tezlanish OC aylanish o'qiga tik yo'nalgan. Ko'chirma urinma tezlanish moduli

$$w_{e\tau} = \ell \cdot \sin \alpha \cdot \varepsilon_e = 90 \cdot \sin 30^\circ \cdot 18 sm/s^2 = 8,1m/s^2.$$

U ko'chirma tezlik bilan mos tushadi (Rasm -1b). Endi Koriolis tezlanishini topamiz:

$$\bar{w}_k = 2 \bar{\omega}_e \times \bar{v}_r.$$

Koriolis tezlanishining moduli:

$$|\bar{w}_k| = 2 \cdot |\bar{\omega}_e| \cdot |\bar{v}_r| \cdot \sin(\bar{\omega}_e, \wedge \bar{v}_r).$$

Agar $\bar{\omega}_e$ va $\bar{v}_r$ orasidagi burchak 60° ekanligini hisobga olsak, w_k ning $t_1 = 10s$ dagi qiymatini hisoblaymiz:

$$w_k = 2 \cdot 90 \cdot 2\pi \cdot \sin 60^\circ sm/s = 1,8\sqrt{3}\pi m/s^2.$$

Koriolis tezlanishining yo'nalishi vektorli ko'paytma qoidasidan topiladi (Rasm - 1b).

Endi sharchaning absolyut tezligi va absolyut tezlanishini topamiz, bunda proyeksiyalardan foydalanamiz. $\bar{v}_a = \bar{v}_e + \bar{v}_r$ vektorli tenglikni o'qlarga proyeksiyalab A sharcha uchun ushbuni topamiz:

$$v_{ax} = v_e = 40,5m/s,$$

$$v_{ay} = -v_r \cdot \cos 30^\circ = -0,01 \cdot \sqrt{3}\pi m/s,$$

$$v_{az} = v_z \cdot \cos 60^\circ = 0,01\pi m/s.$$

Absolyut tezlikning moduli

$$v_a = \sqrt{v_{ax}^2 + v_{ay}^2 + v_{az}^2} = 40,5m/s.$$

Uning yo'nalishi yo'naltiruvchi kosinuslardan foydalanib topiladi.

$$\cos(\bar{v}_a, \wedge x) = \frac{v_{ax}}{|\bar{v}_a|} = 0,999,$$

$$\cos(\bar{v}_a, \wedge y) = \frac{v_{ay}}{|\bar{v}_a|} = 0,00134,$$

$$\cos(\bar{v}_a, \wedge z) = \frac{v_{az}}{|\bar{v}_a|} = 0,000775.$$

Tezlanishlarni qo'shish teoremasiga asosan

$$\bar{w}_a = \bar{w}_{en} + \bar{w}_{e\tau} + \bar{w}_{rn} + \bar{w}_{r\tau} + \bar{w}_k.$$

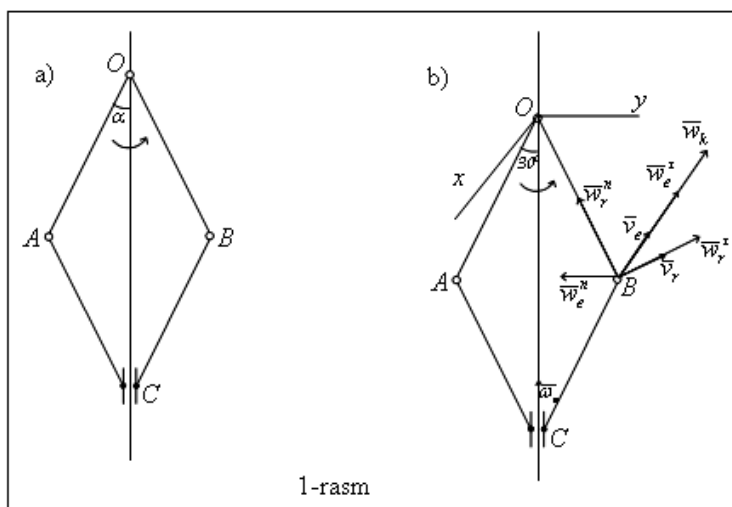
Bu vektor tenglikni koordinata o'qlariga proyeksiyalab, A sharcha absolyut tezlanishi uchun quyidagini topamiz.

$$w_{ax} = w_{e\tau} + w_k \approx 17,9 m/s^2,$$

$$w_{ay} = w_{en} + w_{rn} \sin 30^\circ - w_{r\tau} \cos 30^\circ \approx 3645 m/s^2,$$

$$w_{az} = w_{rn} \cos 30^\circ + w_{r\tau} \sin 30^\circ \approx 0,0055 m/s^2.$$

Absolyut tezlanishning moduli va yo'nalishi odatdagidek topiladi:



1-rasm

$$|\bar{w}_a| = \sqrt{w_{ax}^2 + w_{ay}^2 + w_{az}^2} = 3646 m/s^2$$

$$\cos(w_a, \wedge x) = \frac{w_{ax}}{|\bar{w}_a|} = 0,005,$$

$$\cos(w_a, \wedge y) = \frac{w_{ay}}{|\bar{w}_a|} = 0,999,$$

$$\cos(w_a, \wedge z) = \frac{w_{az}}{|\bar{w}_a|} = 1,37 \cdot 10^{-6}$$

5. Mustaqil ish topshiriqlari

1-10- topshiriqlar

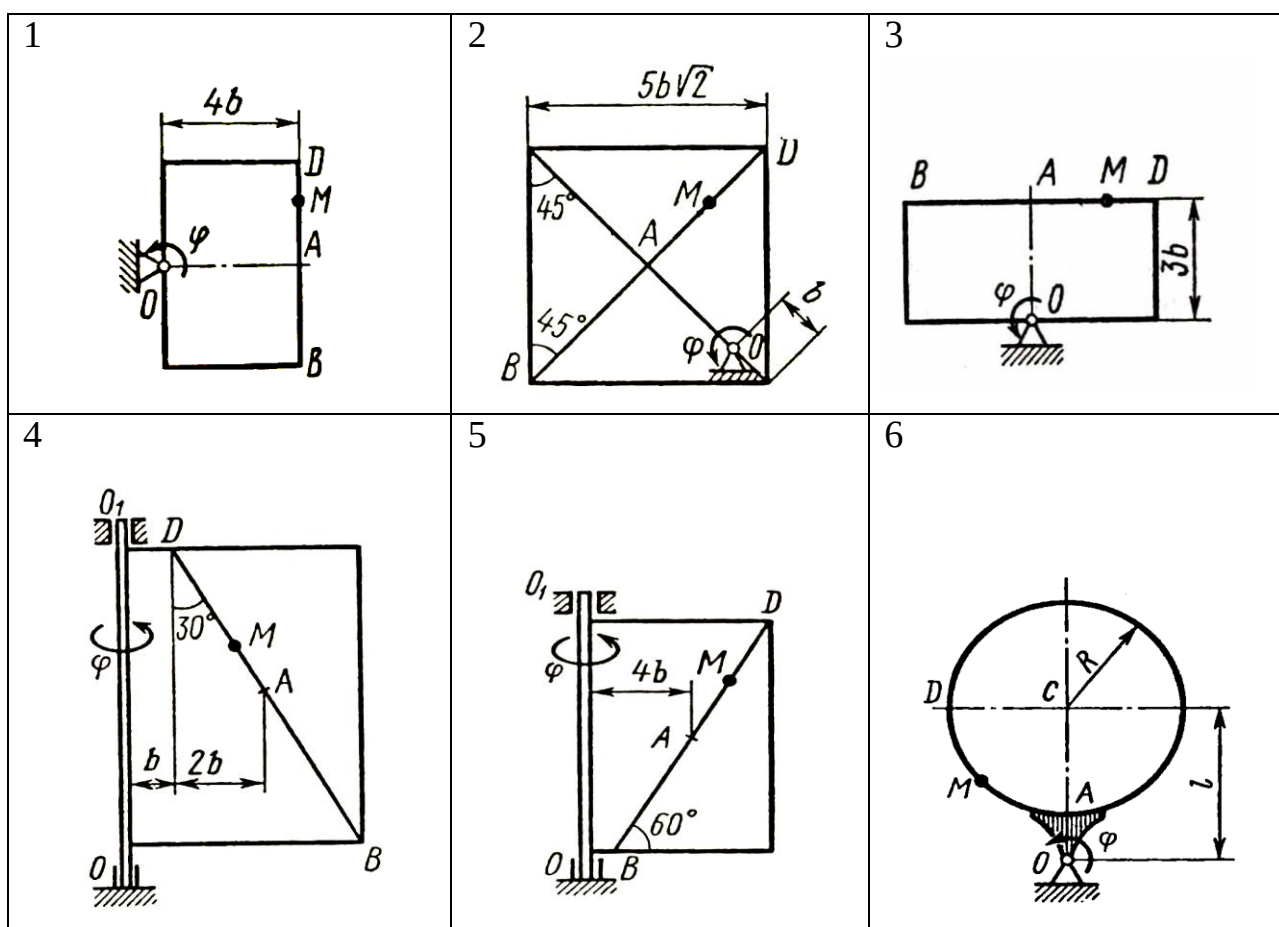
To'g'ri burchakli plastinka yoki doiraviy plastinka $R=60 \text{ sm}$ qo'zg'almas o'q atrofida $\varphi = f_1(t)$ qonunga muvofiq aylanadi. Jadval-1 da berilgan. Burilish burchagi φ ning musbat yo'nalishi rasmda strelka yoyi bilan ko'rsatilgan. Rasm 0,1,2,5,6 larda aylanish o'qi plastinka tekisligiga perpendikulyar va O nuqtadan o'tadi (plastinka o'z tekisligida aylanadi), rasm 3,4,7,8,9 larda OO_1 o'q plastinka tekisligida yotadi (plastinka fazoda aylanadi).

Plastinkada BD to'g'ri chiziq bo'ylab (1-5-rasmlar), yoki R radiusli aylana bo'ylab (6-10-rasmlar) M nuqta harakatlanadi; uning nisbiy harakat qonuni, ya'ni

$s = AM = f_2(t)$ (s – sm, t – sek) jadvalda 1-5-rasmlar va 6-10-rasmlarda alohida berilgan, shu yerda b va ℓ larning o'lchamlari ham berilgan. Rasmlarda M nuqta $s = AM > 0$ holatda berilgan ($s < 0$ da M nuqta A nuqtadan boshqa tomonda bo'ladi).

1-jadval

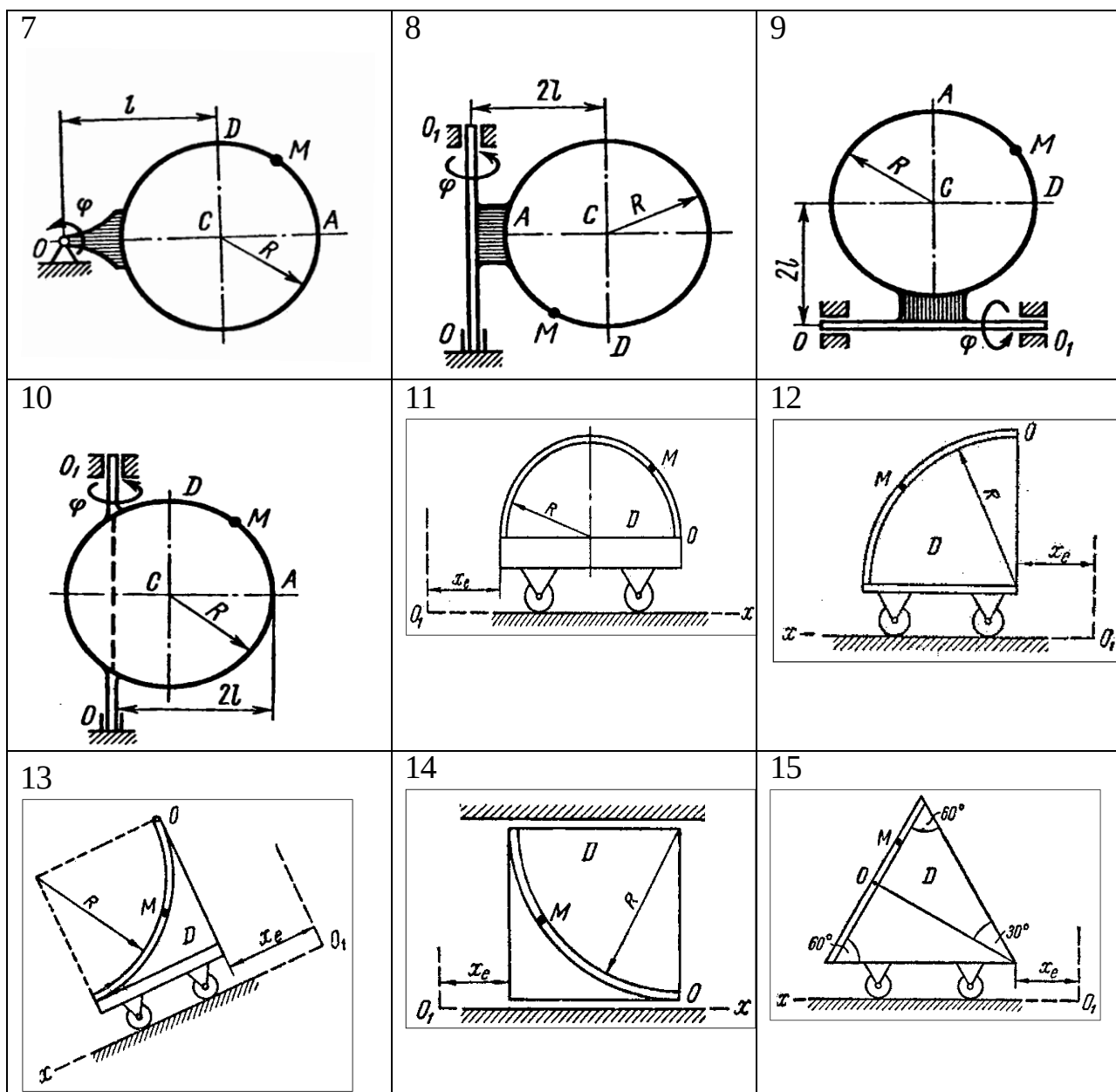
№	Barcha rasmlar uchun $\varphi = f_1(t)$	Rasm 1-5		Rasm 6-10	
		$b, \text{ sm}$	$s = AM = f_2(t)$	ℓ	$s = \widetilde{AM} = f_2(t)$
1	$A(t^2 - t)$	B	$18 \sin(\pi/4)t$	R	$\pi R(0,2t^3 + t)/3$
2	$A t^2 + t$	B	$20 \sin \pi t$	$(4/3)R$	$\pi R(-0,5t^2 + t)/2$
3	$A t^2 + 2t$	B	$6t^3$	R	$\pi R(3t^2 + t)/3$
4	$-A t^2 + 3t$	B	$10 \sin(\pi/6)t$	R	$\pi R(t^2 + 6t)/6$
5	$t^2 - At$	B	$20 \cos 2\pi t$	R	$\pi R(-0,1t^2 + 10t)/3$
6	$A t^2 + 4t$	B	$6(0,5t^2 + t)$	R	$\pi R(-0,25t^2 + 2t)/6$
7	$-t^2 + At$	B	$10 + 10 \sin 2\pi t$	$(3/4)R$	$\pi R(t^3 + 10t)/2$
8	$A t^2 - 0,5t$	B	$8t^3 + t$	R	$\pi R(4t^3 + 6t)/6$
9	$8 t^2 - At$	B	$4t^3 + 6t$	R	$\pi R(3t^2 + 4t)/3$
10	$-2 t^2 + At$	B	$15 \sin(\pi/3)t$	$(4/3)R$	$\pi R(2t^2 - 3t)/2$

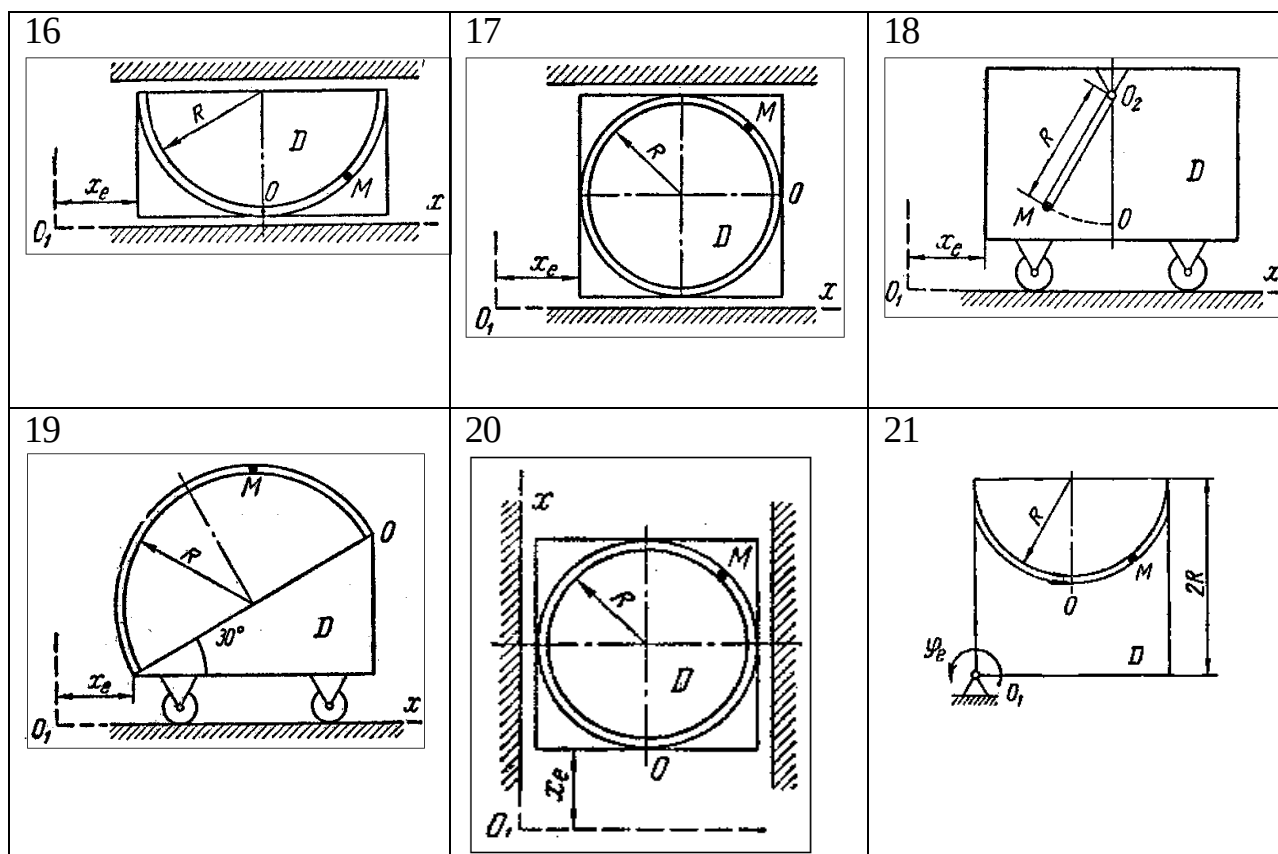


Vaqtning $t_1=1s$ qiymatida M nuqtaning absolyut tezligi va absolyut tezlanishi topilsin.

Ko'rsatma. Bu masalalarni yechishda murakkab harakatdagi nuqta tezliklari va tezlanishlarini qo'shish teoremasidan foydalanish kerak. Hisoblashlarni bajarishdan oldin $t_1=1s$ da nuqta holatini shaklda tasvirlash kerak.

6-10-rasmlarda esa R ning qiymatini eng oxirida qo'yish kerak.





11-20- topshiriqlar.

M nuqtaning nisbiy harakati va D jismning ko'chirma harakatidan foydalanib, $t = t_1$ vaqt uchun M nuqtaning absolyut tezligi va absolyut tezlanishi topilsin.

Mexanizmlar sxemalari 11-20-rasmlarda va hisoblash uchun kerak bo'lgan kattaliklar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

№	$x_e = f_1(t)$, sm	Nisbiy harakat	t_1 , sek	R , sm
		$OM = s_r = f_2(t)$, sm		
11	$t^3 + At$	$B\pi t^2$	1	48
12	$A t^2$	$B\pi t^3$	2	80
13	$A t^2 + 4t$	$Bt^3 + 3t$	1	15
14	$4 t^3 + 7t$	$\pi t^3 / B$	2	-
15	$A(1 + \sin(\pi/3) t)$	$B\pi t^2$	0,5	30
16	$A t^2 + 3t$	$\pi(Bt^3 + 3t)$	2	30
17	$A t^2$	$\pi t^3 / B$	1	-
18	$3 t^2 - At$	$9t^3 + Bt$	1	25
19	$A t^2 + 4t$	$Bt^2 - 2t + 2$	1	30
20	$A t^2 - 0,6t^3$	$B\pi t^2$	2	60

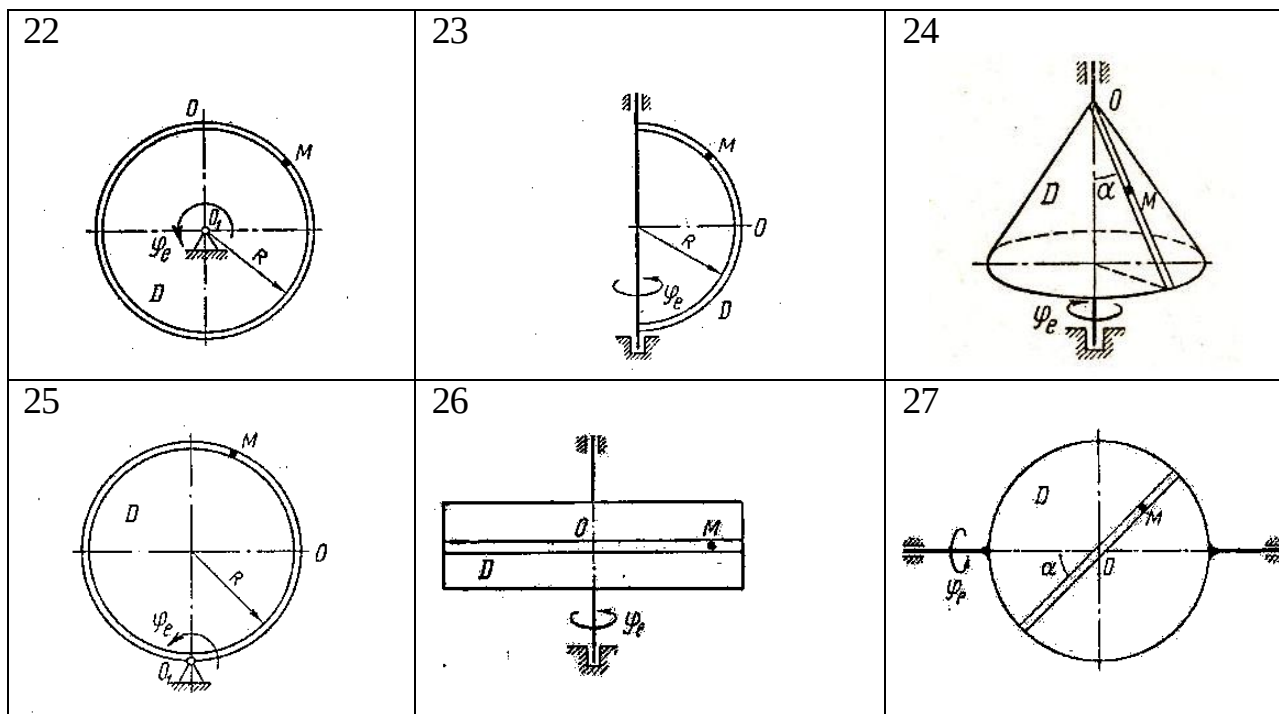
21-30- topshiriqlar.

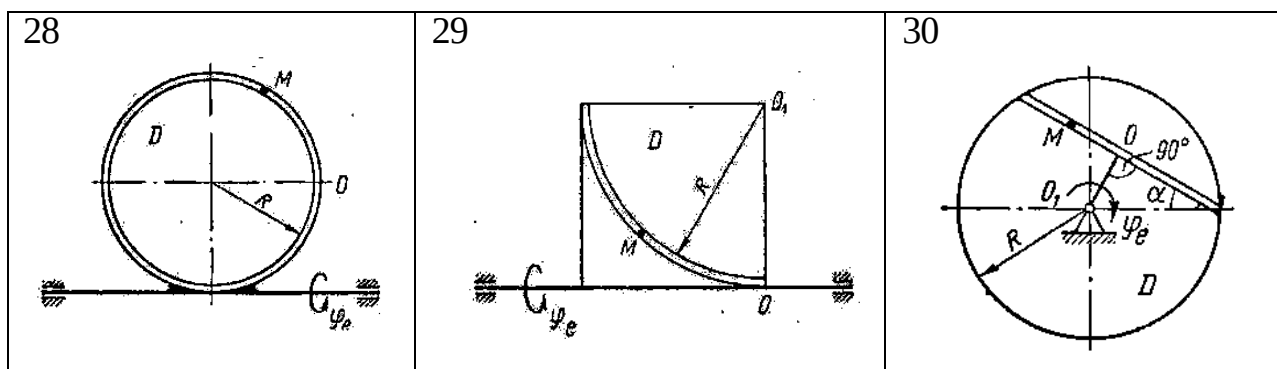
M nuqtaning nisbiy harakati va D jismning ko'chirma harakatidan foydalanib, $t = t_1$ vaqt uchun M nuqtaning absolyut tezligi va absolyut tezlanishi topilsin.

Mexanizmlar sxemalari 21-30-rasmlarda va hisoblash uchun kerak bo'lgan kattaliklar 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

N _o	D jismning aylanish tenglamasi $\varphi_e = f_1(t)$ rad	M nuqtaning nisbiy harakati $OM = s_r = f_2(t)$ sm	t_1 sek	R sm	α grad
21	$t^2 + At$	$B\pi\cos(\pi/6)t$	3	60	-
22	$-4t^2 + At$	$B\pi(t^2 + t)$	0,5	25	-
23	$-At^2 + 4t$	$B\pi\sin(\pi/4)t$	0,5	30	-
24	$-0,25t^2 + At$	$3t^2 + Bt$	2	-	30
25	$-0,3t^2 + At$	$B\pi(0,3t^3 + 0,1t)$	1	30	-
26	$-0,1t^2 + At$	$B\sin(\pi/3)t$	5	-	-
27	$-A\pi t^2$	$B\cos(\pi/2)t$	1,5	20	45
28	$-At^3 + t$	$B\pi\cos 2\pi t$	0,125	30	-
29	$2t^3 - At$	$B\pi t^2$	2	40	-
30	$A t^2$	$B\sin(\pi/10)t$	4	36	30





6. Nuqtaning murakkab harakati mavzusiga doir savollar

1. Qo'zg'almas va qo'zg'luvchi koordinatalar sistemasiga tushuncha bering.
2. Nuqtaning nisbiy harakati deb nimaga aytiladi?
3. Nuqtaning ko'chirma harakati deb nimaga aytiladi?
4. Nuqtaning absolyut harakati deb nimaga aytiladi?
5. Nuqtaning nisbiy tezligi nima?
6. Nuqtaning ko'chirma tezligi nima?
7. Nuqtaning absolyut tezligi nima?
8. $\bar{v}_a = \bar{v}_e + \bar{v}_r$ formulani tushuntiring.
9. $\bar{v}_e = \bar{v}_o + \bar{\omega} \times \bar{\rho}$ formulani tushuntiring.
10. Agar ko'chirma harakat ilgarlanma bo'lsa, $\bar{v}_e$ qanday topiladi?
11. Agar $\bar{v}_o = 0$ bo'lsa, $\bar{v}_e$ qanday topiladi?
12. Nuqtaning nisbiy tezlanishi nima?
13. Nuqtaning ko'chirma tezlanishi nima?
14. Koriolis teoremasini ayting.
15. Ko'chirma harakat ilgarlanma bo'lganda koriolis tezlanishi qanday topiladi?
16. Ko'chirma harakat aylanma bo'lganda koriolis tezlanishi qanday topiladi?

Adabiyotlar

Asosiy adabiyotlar

1. Aziz-Qoriyev S.Q., Yangurazov Sh.X. Nazariy mexanikadan masalalar yechish metodikasi. I-qism. - T.: «O'qituvchi», 1974.
3. Meshcherskiy I.V. Nazariy mexanikadan masalalar to'plami. - T.: O'qituvchi, 1989.
4. Rashidov T., Shoziyotov Sh., Mo'minov Q.B. Nazariy mexanika asoslari. - T.: «O'qituvchi», 1990.
5. O'rozboyev M.T. Nazariy mexanika asosiy kursi, - T.: «O'qituvchi», 1966.

Qo'shimcha adabiyotlar

6. Yablonskiy A.A., Nikiforova V.M. Kurs teoreticheskoy mexaniki, Ch.I.- M.: «Visshaya shkola», 1971.
7. Targ S.M. Kratkiy Kurs teoreticheskoy mexaniki. - M.: «Nauka», 1974.

