

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

“МЕХАНИКА” ФАКУЛЬТЕТИ

**“Амалий механика ва материаллар қаршилиги”
КАФЕДРАСИ**

“НАЗАРИЙ МЕХАНИКА” ФАНИДАН

МУСТАҚИЛ ИШ БУЙИЧА РЕФЕРАТ

Бажарди:

23-12 ТМЖ гуруҳ талабаси
С. Тожиматова

Қабул қилди:

асс. О. Хайдарова

МАВЗУ: Динамика асослари.

РЕЖА:

I.Кириш.

II. Асосий қисм.

1. Динамика қонунлари
- 2.Моддий нуқта динамикасининг икки асосий масаласи
- 3.Моддий нуқта ҳаракатининг дифференциал тенгламалари
4. Моддий нуқта динамикасининг биринчи асосий масаласини ечиш
5. Моддий нуқта динамиканинг иккинчи асосий масаласини ечиш
6. Назорат саволлари.

III. Хулоса.

IV. Фойдаланилган адабиётлар.

Кириш

Динамика юнонча «dynamics» бўлиб, куч деган маънони билдиради. Динамикада моддий нукта, моддий нукталар системаси ва абсолют жисмнинг ҳаракати шу ҳаракатни вужудга келтирувчи кучлар билан биргаликда ўрганилади.

Статикада асосан ўзгармас кучлар ўрганилган динамикада эса, ўзгармас кучлар билан биргаликда миқдор ва йўналиш жиҳатдан ўзгарувчи кучлар таъсири ҳам ўрганилади. Механикада кучларнинг табиати ўрганилмайди. Бундай масала билан физиканинг электродинамика, қаттиқ жисм назарияси ва бошқа бўлимларида ўрганилади. Ишқаланиш кучи тушунчаси киритилганда, баъзан тинч турган жисмга куч таъсир этса ҳам у ҳаракатга келмайди. Ҳар қандай жисмнинг ҳаракати унга таъсир этувчи кучлардан ташқари, материянинг асосий хусусиятларидан бири ҳисобланган жисмнинг инертлиги ёки инерцияга боғлиқ бўлади. Куч таъсир этмаганда жисмнинг ўз ҳолатини ёки ҳаракатини сақлашида, куч таъсир этганида эса ўз ҳаракатини бирданига эмас, балки жисм ташкил топган модданинг миқдорига боғлиқ равишда аста-секин ўзгартиришида бу хусусият номоён бўлади.

СИ бирликлар системасида масса килограмм (кг) билан ўлчанади. Жисмнинг ҳаракати унга таъсир этувчи кучлардан ташқари жисмнинг шаклига, яъни жисм массасининг қандай тақсимланганига ҳам боғлиқ бўлади.

Динамикада дастлаб моддий нуктанинг ҳаракати ўрганилади. Сўнгра олинган натижалар моддий нукталар системаси ва қаттиқ жисмга татбиқ қилинади.

Динамика қонунлари

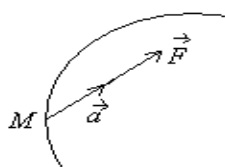
1.Инерция қонуни. Ташқи муҳитдан ажратилган моддий нукта ташқаридан куч таъсир этмагунча ўзининг тинч ҳолатини ёки тўғри чизиқли ва тенг ўлчовли ҳаракатини сақлашга интилади.

Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, битта куч таъсирида бўлган моддий нукта (жисм) бир хил вақт орасида турли масофага силжийди ва тезлиги ҳар хил бўлади. Демак, моддий нукталар битта куч таъсирида ўзларининг тезлигини тез ёки секин ўзгартиради. Бу хусусият моддий нуктанинг инертлиги дейилади. Моддий нуктанинг инертлик ўлчови физик миқдор бўлиб, m масса деб аталади.

Тўғри чизиқли ва тенг ўлчовли ҳаракат моддий нуктанинг инерцияси бўйича ҳаракатидан иборат. Бу ҳодисани таърифловчи қонун динамиканинг биринчи қонуни деб юритилади.

Динамиканинг биринчи қонуни қаноатлантирадиган санок системаси инерциал система дейилади. Инерция қонуни бажарилмайдиган санок система инерциал бўлмаган система деб аталади.

Маркази Қуёш билан устма-уст тушувчи, ўқлари эса мос равишда танлаб олинган юлдузларга томон йўналган санок системанинг инерциал эканлиги тажрибада аниқланган. Кўпинча, техник масалаларни ечишда, Ер билан маҳкам боғланган система инерциал санок системаси деб қаралади. Бу ҳолда Ернинг ўз ўқи атрофидаги айланма ҳаракати ҳамда Қуёш ва юлдузларга нисбатан ҳаракати ҳисобга олинмайди.



1-расм

2.Динамиканинг асосий қонуни. Моддий нуктанинг ҳаракатлантирувчи куч таъсиридан олган тезланиши шу куч йўналишида бўлиб, миқдори мазкур куч миқдorigа пропорционалдир (117-расм). Бу қонуннинг математик ифодаси қуйидагича ёзилади:

$$\vec{F} = m \vec{a} \quad (1.1)$$

бу ерда $\vec{F}$ - ҳаракатлантирувчи куч, m - нуктанинг массаси, $\vec{a}$ - нукта тезланиши.

(1.1) вектор тенглама моддий нукта динамикасининг асосий тенгламаси дейилади. (1.1)дан кўрамизки, муайян куч таъсирида моддий нуктанинг оладиган тезланиши фақат куч катталигигагина боғлиқ бўлмай, балки нукта массасига ҳам боғлиқ.

Агар моддий нукта фақат ўзининг G оғирлик кучи таъсирида Ерга эркин тушса, $F=G$, $a=g$ бўлиб, (1.1) ифода

$$G=mg \quad (1.2)$$

кўринишни олади. Демак, моддий нуктанинг оғирлик кучи билан массаси ўзаро (1.2) тенглик билан боғланган экан.

Агар моддий нуктанинг оғирлик кучи аниқ бўлса, унинг массасини (1.2) га кўра

$$m = \frac{G}{g} \quad (1.3)$$

формуладан топиш мумкин.

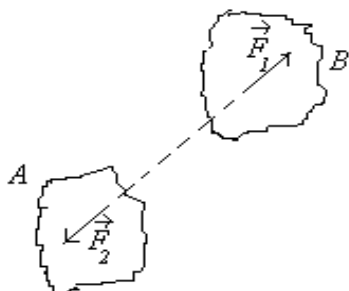
Халқаро бирликлар системаси (СИ) да масса бирлиги учун кг, вақт бирлиги қилиб секунд (1с), узунлик учун метр (1м) қабул қилинган.

Бинобарин, куч бирлиги қуйидагича бўлади:

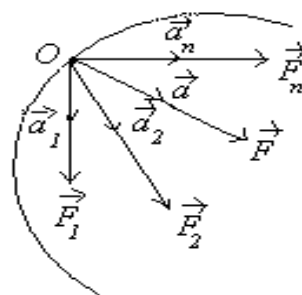
$$[F] = [m] \cdot [a] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н (Ньютон)}$$

Демак, массаси 1кг бўлган моддий нуктага 1м/с² тезланиш бера оладиган куч Ньютон деб аталади.

3.Таъсир ва акс таъсир қонуни. Ҳар бир таъсир ўзига тенг ва қарама-қарши йўналишдаги акс таъсирни вужудга келтиради. Бошқача айтганда, иккита жисмнинг бир-бирига таъсирлари ўзаро тенг ва қарама-қарши йўналган (2-расм). *A* жисмнинг *B* жисмга кўрсатган таъсири $\vec{F}_1$ бўлса, учинчи қонунга кўра, *B* нинг *A* га кўрсатган таъсири $\vec{F}_2 = -\vec{F}_1$ бўлади. Бу қонундан жисмлар мувозанатда деган хулоса келиб чиқмайди, чунки кучлар ҳар хил жисмларга қўйилган. Мазкур қонун иккита жисмнинг ўзаро таъсирини характерлайди.



2-расм



3-расм

4.Кучларнинг эркинлик қонуни. Моддий нуктанинг бир қанча куч тенг таъсир этувчиси туфайли олган тезланиши ҳар қайси кучнинг алоҳида таъсиридан ҳосил бўлган тезланишларининг геометрик йиғиндисига тенг, (3-расм) яъни:

$$\vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{a}_i \quad (1.4)$$

(1.4) тенгликни икки томонини *m* га кўпайтирамиз:

$$m\vec{a} = \sum m\vec{a}_i$$

Демак,

$$m\vec{a} = \sum \vec{F}_i \quad (1.5)$$

(1.5) ифода бир қанча куч таъсиридаги моддий нукта учун динамиканинг асосий тенгламасидир.

(1.5) ифодани (1.1) билан таққослашдан кўрамизки, моддий нуктага бир неча куч қўйилган бўлса, (1.1) даги $\vec{F}$ ни шу кучларнинг тенг таъсир этувчиси деб қараш керак.

Моддий нукта динамикасининг икки асосий масаласи

Динамика масалаларини иккита асосий турга ажратиш мумкин. Бу масалалар эркин моддий нукта учун қуйидагича:

Динамиканинг биринчи асосий масаласида моддий нукта массаси ва унинг ҳаракат қонуни берилган бўлиб, ҳаракатлантирувчи кучни топиш сўралади.

Динамиканинг иккинчи асосий масаласи эса моддий нукта массаси ва унга таъсир этувчи куч маълум бўлганда, шу куч таъсиридан ҳосил бўладиган кинематик элементларни топишдан иборат.

Техникада эрксиз (боғланишдаги) моддий нукта ҳаракатини текширишга доир кўплаб масалаларни ечишга тўғри келади. Бундай ҳолларда нуктага қўйилган боғланиш уни қўзғалмас сирт ёки чизик устида ҳаракат қилишга мажбур этади.

Эрксиз моддий нукта ҳаракатига доир масалаларни ечишда мазкур нукта боғланишдан қутқарилиб, қўйилган боғланиш реакция кучи билан алмаштирилади.

Натижада моддий нукта динамикасининг асосий тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N} \quad (2.1)$$

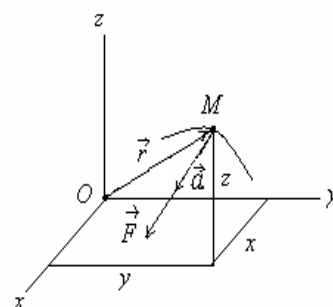
бунда $\vec{N}$ - боғланиш реакция кучи.

Демак, *эрксиз моддий нукта динамикасининг биринчи асосий масаласида* моддий нукта массаси ва унинг ҳаракат қонуни ҳамда мазкур нуктага таъсир қилувчи куч маълум бўлганда реакция кучи аниқланади; *иккинчи масалада* эса моддий нукта массаси ва унга таъсир этувчи куч маълум бўлганда моддий нуктанинг ҳаракат қонуни билан реакция кучини аниқлаш керак.

Моддий нукта ҳаракатининг дифференциал тенгламалари

Эркин моддий нукта $\vec{F}$ куч таъсирида ҳаракатланаётган бўлсин (4-расм). Бу ҳолда динамиканинг асосий тенгламаси (1.1) кўринишда ёзилар эди. (1.1) тенгламадаги $\vec{a}$ тезланиш векторини $\vec{r}$ радиус-вектори орқали ифодалаймиз:

$$\vec{a} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \quad (3.1)$$



4-расм

(3.1) ни (1.1) га қўйсак:

$$\vec{F} = m \cdot \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \quad (3.2)$$

келиб чиқади.

(3.2) тенглама эркин моддий нуқта ҳаракати дифференциал тенгламасининг вектор ифодасидир.

(3.2) нинг Декарт координата ўқларидаги проекциялари қуйидагича бўлади:

$$F_x = m \frac{d^2 x}{dt^2}, F_y = m \frac{d^2 y}{dt^2}, F_z = m \frac{d^2 z}{dt^2} \quad (3.3)$$

бу ифодаalarda F_x, F_y, F_z билан $\vec{F}$ кучнинг координата ўқларидаги проекциялари белгиланган; x, y, z эса $\vec{r}$ радиус-векторнинг проекциялари, яъни M нуктанинг координаталаридир.

(3.3) тенгламалар эгри чизикли ҳаракатдаги моддий нуқта ҳаракати дифференциал тенгламаларининг координата усулидаги кўриниши дейилади.

Агар моддий нуктанинг ҳаракат йўналиши билан куч йўналиши бир тўғри чизик бўйича бўлса, нукта ҳаракати тўғри чизикли бўлади. Бу ҳолда нуктанинг ҳаракат йўналиши учун Ox ўқни олсак, унинг дифференциал тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$F_x = m \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (3.4)$$

Агар моддий нуқта ҳаракати текисликда бўлса, (3.3) тенгламаларнинг биринчи икkitаси (ҳаракат Oxy текислигида) ёзилади.

(3.1) нинг табиий координата ўқларидаги проекциялари қуйидагича бўлади (5-расм):

$$F_\tau = ma_\tau, F_n = ma_n, F_b = ma_b \quad (3.5)$$

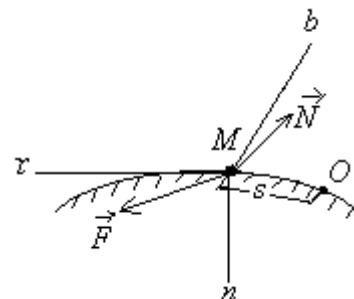
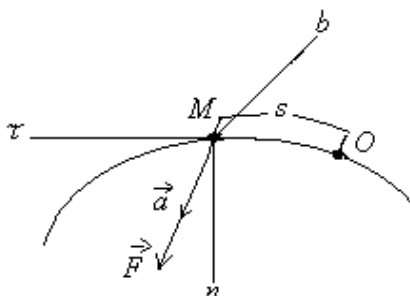
Кинематикадан маълумки:

$$a_\tau = \frac{dV}{dt}, a_n = \frac{V^2}{\rho}, a_b = 0 \quad (3.6)$$

(3.6) ни (3.5) га қўйсак,

$$F_\tau = m \frac{dV}{dt}, F_n = m \frac{V^2}{\rho}, F_b = 0 \quad (3.7)$$

келиб чиқади.



(3.7) тенгламалар моддий нукта ҳаракати дифференциал тенгламаларининг табиий усулда ифодаланишидир.

Айтайлик, моддий нукта қўзғалмас силлиқ чизик устида ҳаракатланаётган бўлсин (6-расм).

Санок системаси бошини O , M нуктанинг эгри чизикли координатасини $\vec{OM} = s$ деб қабул қиламиз. Қўзғалмас силлиқ чизикнинг нуктага таъсири $\vec{N}$ реакция кучи билан алмаштирилиб, нуктани боғланишдан қутқарамиз.

Натижада эрксиз моддий нукта динамикасининг асосий тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\vec{F} + \vec{N} = m \vec{a}$$

ёки

$$\vec{F} + \vec{N} = m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} \quad (3.8)$$

Бу тенгламани Декарт координата ўқларига проекцияласак, эрксиз моддий нукта ҳаракати дифференциал тенгламаларининг координата усулдаги ифодаси келиб чиқади:

$$F_x + N_x = m \frac{d^2 x}{dt^2}, F_y + N_y = m \frac{d^2 y}{dt^2}, F_z + N_z = m \frac{d^2 z}{dt^2}. \quad (3.9)$$

(3.8) ни табиий координата ўқларига проекциялаймиз:

$$F_\tau + N_\tau = m \frac{dV}{dt}, F_n + N_n = m \frac{V^2}{\rho}, F_b + N_b = 0$$

Қўзғалмас чизик силлиқ бўлганлиги учун $\vec{N}$ нинг уринмадаги проекцияси нолга тенг: $N_\tau = 0$.

Демак,

$$F_\tau = m \frac{dV}{dt}, F_n + N_n = m \frac{V^2}{\rho}, F_b + N_b = 0 \quad (3.10)$$

(3.10) моддий нуктанинг қўзғалмас силлиқ чизик устидаги ҳаракати дифференциал тенгламасини табиий усулда ифодалашдан иборат.

Хусусий ҳолда $\vec{F}$ куч уринма текисликда ётса, $F_b = 0$ бўлиб, нормал реакция траекториянинг бош нормали билан бир йўналишда бўлади.

Моддий нукта динамикасининг биринчи асосий масаласини ечиш

Моддий нуктанинг ҳаракат қонуни маълум бўлса, динамиканинг биринчи масаласини ечиш жуда осон. Бу масала қуйидаги тартибда ечилади:

1. Агар масала шартида санок системаси берилмаган бўлса, у танлаб олинади.

2.Моддий нуқтага таъсир қилувчи кучлар расмда тасвирланади.

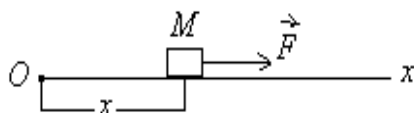
3.Агар нуқта боғланишда бўлса,у боғланишдан қутқарилади ва боғланиш реакция кучлари расмда кўрсатилади.

4.Танлаб олинган санок системасида моддий нуқта ҳаракатининг дифференциал тенгламалари тузилади.

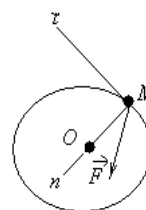
5.Берилган ҳаракат қонунидан фойдаланиб моддий нуқта тезланишининг танлаб олинган системадаги проекциялари аниқланади.

6.Тезланишининг топилган проекциялари дифференциал тенгламаларга қўйилиб номаълум куч аниқланади.

1-масала. Массаси $m=2\text{кг}$ бўлган M жисм $x = 10 \sin 2t$ (м) қонунга кўра $\vec{F}$ куч таъсирида тўғри чизикли ҳаракат қилмоқда. $\vec{F}$ куч модулининг энг катта қиймати аниқлансин (123-расм).



7-расм



8-расм

Ечиш. Масала шартига кўра M жисм тўғри чизикли ҳаракат қилади. Жисмни моддий нуқта деб қараб, санок системаси учун Ox ўқни оламиз (7-расм). M жисмга фақат $\vec{F}$ кучи таъсир қилади.

M жисм ҳаракатининг дифференциал тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_x \quad (4.1)$$

Жисмнинг ҳаракат қонунидан вақт бўйича иккинчи тартибли ҳосила ҳисоблаймиз:

$$\frac{dx}{dt} = 20 \cos 2t, \quad \frac{d^2 x}{dt^2} = -40 \sin 2t \quad (4.2)$$

(4.2) ни (4.1) га қўйсак:

$$F_x = -40 m \sin 2t$$

бу ерда F_x куч микдори $\sin 2t = -1$ бўлганда энг катта қийматга эришади.

Демак,

$$F_x = 80H$$

бўлади.

2-масала. Массаси $m = 1\text{кг}$ бўлган моддий нуқта радиуси $r = 2\text{м}$ бўлган айлана бўйлаб $v = 2t$ (м/с) тезлик билан ҳаракат қилади. $t = 1$ секунд бўлганда моддий нуқтага таъсир этувчи кучнинг тенг таъсир этувчиси топилсин (8-расм).

Ечиш. Санок системасини 8-расмдагидек танлаймиз. Моддий нуктанинг ҳаракати табиий усулда берилгани учун ҳаракат дифференциал тенгламалар қуйидагича ёзилади:

$$F_{\tau} = m \frac{dV}{dt}, F_n = m \frac{V^2}{\rho} \quad (4.3)$$

Моддий нуктанинг тезлиги ўзгариш конунидан вақт бўйича ҳосила оламиз:

$$\frac{dV}{dt} = 2.8 / c^2$$

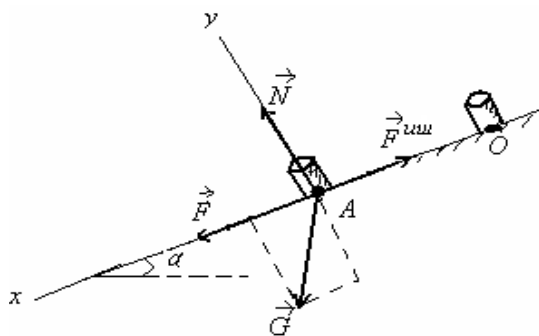
Сон қийматларни (4.3) га қўйсак,

$$F_{\tau} = 2 \text{ H}, F_n = 2 \text{ H}, F = \sqrt{F_{\tau}^2 + F_n^2} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2} = 2.83 \text{ H}$$

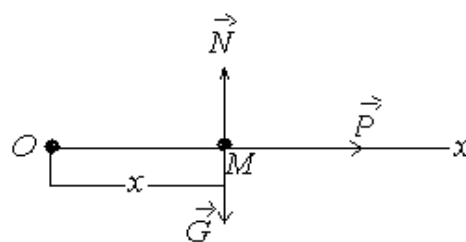
келиб чиқади.

3-масала. Горизонт билан α бурчак ҳосил қилувчи қия текисликда M массага эга бўлган сувли бак турибди. Бакдаги сув сирти қия текисликка параллел бўлиши учун бакни қия текисликка параллел бўлган қандай $\vec{F}$ куч билан ҳаракатга келтириш керак? Бакнинг таги билан қия текислик ўртасидаги ишқаланиш коэффиценти f га тенг (9-расм).

Ечиш. Бак ҳаракатининг йўналиши қия текислик бўйлаб содир бўлгани сабабли, Ox ўқни 9-расмдагидек танлаймиз. Қўйилган масалани ҳал этиш учун аввал суюқлик заррачаси ҳаракатини текширамыз.



9- расм



10-расм

Заррачага таъсир қилувчи куч оғирлик кучи $\vec{g} \Delta m$ ва суюқлик сиртига перпендикуляр бўлган $\Delta \vec{R}$ босим кучидан иборат. Суюқлик сирти қия текисликка параллел. Суюқлик заррачаси учун динамиканинг асосий тенгламаси

$$a_s \Delta m = g \sin \alpha \cdot \Delta m$$

бўлади. Бу ерда суюқлик заррачасининг массаси Δm , тезланиши эса a_s . Сувли бак тезланиши a_x ҳам a_s тезланишга эга бўлиши керак. Демак:

$$a_x = a_s = g \sin \alpha \quad (4.4)$$

Энди сувли бакни A моддий нукта деб қараймиз. Бакка оғирлик кучи $\vec{G}$, тортиш кучи $\vec{F}$, ишқаланиш кучи $\vec{F}^{\text{ишқ}}$ ҳамда қия текисликнинг нормал реакцияси $\vec{N}$ таъсир қилади. Бак ҳаракати тўғри чизиқли бўлгани учун динамиканинг асосий тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$Ma_x = \sum F_{vx} \quad (4.5)$$

бунда M – сувли бак массаси, a_x унинг тезланиши.

9-расмдан :

$$\sum F_{vx} = F - F^{\text{ишқ}} + G \sin \alpha \quad \text{бу ерда } F^{\text{ишқ}} = fN.$$

N ни топиш учун моддий нукта ҳаракати дифференциал тенгламасининг Oy ўқидаги проекциясини тузамиз:

$$Ma_y = N - G \cos \alpha$$

$$a_y = 0 \quad \text{бўлгани учун } N - G \cos \alpha = 0; N = G \cos \alpha.$$

Шундай қилиб, $F^{\text{ишқ}} = fG \cos \alpha$ ва

$$\sum F_{vx} = F - fG \cos \alpha + G \sin \alpha \quad (4.6)$$

(4.4) ва (4.6) ни (4.5) га қўямиз:

$$Mg \sin \alpha = F - fG \cos \alpha + G \sin \alpha \quad (4.7)$$

$G=Mg$ бўлгани учун (4.7) қуйидаги кўринишга келади:

$$Mg \sin \alpha = F - fMg \cos \alpha + Mg \sin \alpha$$

бу тенгликдан

$$F = fMg \cos \alpha$$

келиб чиқади.

4-масала. Буғдой ўрувчи комбайннинг пичоғи $x = 0,05 \cos 10 \pi t$ қонунга кўра тўғри чизиқли ҳаракат қилади (t -секундлар, x -метрлар ҳисобида). Пичоқни ҳаракатга келтирувчи $\vec{F}$ куч аниқлансин. Пичоқ оғирлиги $G=100H$. Эркин тушиш тезланиши $g = 10 \text{ м/с}^2$ деб қабул қилинсин.

Ечиш. Масала шартига кўра пичоқ тўғри чизиқли ҳаракат қилади. Пичоқни моддий нукта деб қараб, санок системаси учун Ox ўқни оламиз (10-расм).

Пичоқнинг бошланғич ҳолати O нуктада бўлсин. Пичоққа оғирлик кучи $\vec{G}$, ҳаракатга келтирувчи куч $\vec{F}$ ҳамда реакция кучи $\vec{N}$ таъсир қилади.

Пичоқ ҳаракатининг дифференциал тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = F \quad (4.8)$$

Пичоқнинг ҳаракат қонунидан вақт бўйича ҳосила ҳисоблаймиз:

$$\frac{dx}{dt} = -0,05 \cdot 10 \pi \sin 10 \pi t = -0,5 \pi \sin 10 \pi t, \quad \frac{d^2 x}{dt^2} = -5 \pi^2 \cos 10 \pi t \quad (4.9)$$

(4.9) ни (4.8) га қўйсак,

$$-m \cdot 5\pi^2 \cos 10\pi t = F \quad (4.10)$$

келиб чиқади. $m=G/g$ бўлгани сабабли (66.10) қуйидагича ёзилади:

$$F = -5 \frac{G}{g} \pi^2 \cos 10\pi t$$

Масала шартдаги берилганларни эътиборга олсак,

$$F = -50 \pi^2 \cos 10\pi t (H)$$

келиб чиқади.

Динамиканинг иккинчи асосий масаласини ечиш

Техникага оид кўпгина масалаларни ечиш динамиканинг иккинчи асосий масаласини ҳал қилишга келтирилади.

Динамиканинг иккинчи асосий масаласини ечишда нуқтага қўйилган куч қандай характерда ўзгаришига қараб дифференциал тенгламаларни ечишнинг турли усуллари қўлланилади.

Энг содда ҳол куч ўзгармас бўлган ҳолдир. Баъзи ҳолларда куч вақтнинг, ёки нуқта ҳолатининг, ёки нуқта тезлигининг функцияси бўлиши мумкин. Шунингдек, куч бир йўла вақт, йўл, тезлик ва ҳатто тезланиш функциясидан иборат ҳоллар ҳам учрайди.

Динамиканинг бу асосий масаласини ечиш учун (3.2), (3.3), (3.7) – (3.10) кўринишдаги иккинчи тартибли дифференциал тенгламалардан бирини тузиш ва уни интеграллаш керак. Интеграллаш натижасида ихтиёрий ўзгармаслар ҳосил бўлади.

Ҳар бир конкрет масалани ечишда ихтиёрий ўзгармасларни аниқлаш керак. Бу ўзгармасларни аниқлашда моддий нуқтанинг бошланғич пайтдаги ҳолати ва тезлигини ифодаловчи бошланғич шартлардан фойдаланилади.

Динамиканинг иккинчи асосий масаласи дифференциал тенгламаларни ечиб, яъни функцияни дифференциаллашга тескари йўлни қўллаб ҳал қилингани учун у динамиканинг тескари масаласи деб ҳам аталади.

Динамиканинг тескари масаласи қуйидаги тартибда ечилади.

1. Агар масала шартда санок системаси берилмаган бўлса, у танлаб олинади.

2. Расмда моддий нуқтанинг ихтиёрий ҳолати белгиланиб, унга таъсир қилувчи кучлар тасвирланади.

3. Агар нуқта боғланишда бўлса, уни боғланишдан кутқариб, боғланиш реакция кучлари расмда кўрсатилади.

4. Моддий нуқта ҳаракатининг бошланғич шартлари ёзиб олинади.

5. Моддий нуқта ҳаракатининг танлаб олинган санок системасидаги дифференциал тенгламалари тузилади.

6. Тузилган дифференциал тенгламалар интегралланади.

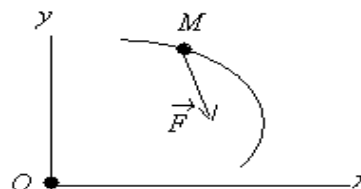
7. Бошланғич шартлардан фойдаланиб интеграллаш натижасида ҳосил бўлган ўзгармаслар аниқланади.

8. Аниқланган моддий нуктанинг ҳаракат тенгламасидан керак бўлган номаълумлар топилади.

5-масала. $m=5\text{ кг}$ бўлган моддий нуктага $F_1 = 3\text{ Н}$, $F_2 = 10\text{ Н}$ кучлар таъсир қилади. Моддий нукта тезланишининг Ox ўқдаги проекцияси аниқлансин (11-рasm).



11-рasm



12-рasm

Ечиш. Масала шартига кўра санок системаси берилган бўлиб, таъсир қилувчи кучлар рasmда кўрсатилган. Моддий нуктанинг ҳаракати дифференциал тенгламасини Ox ўқидаги проекциясини ёзиб оламиз:

$$ma_x = m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_x$$

(5.1)

11-рasmдан:

$$F_x = -F_1 + F_2 \cos 30^\circ$$

(67.2)

(5.2) ни (5.1) га қўямиз:

$$ma_x = -F_1 + F_2 \cos 30^\circ$$

бу ердан:

$$a_x = \frac{-F_1 + F_2 \cos 30^\circ}{m}$$

Сон қийматларни қўйсак, $a_x = 1,13 \text{ м/с}^2$ келиб чиқади.

6-масала. Массаси $m=2\text{ кг}$ бўлган нукта Oxy текислигида $F_x = 2 \sin 0,5\pi t$, $F_y = 5 \cos \pi t$ кучлар таъсирида ҳаракат қилади. Мазкур нуктанинг $t=1$ секунддаги тезлиги топилсин (128-рasm). Бошланғич пайтда нукта тинч бўлган.

Ечиш. Масала шартига кўра моддий нукта Oxy текислигида ҳаракат қилади. Шунинг учун санок системаси 128-рasmдагидек бўлади. Мазкур нуктага F_x , F_y кучлар таъсир қилади.

Бошланғич вақтда нукта тинч тургани учун $x=0$, $y=0$, $v_x=0$, $v_y=0$ бўлади.

Моддий нуктанинг дифференциал тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = 2 \sin 0,5\pi t, m \frac{d^2 y}{dt^2} = 5 \cos \pi t$$

бу ердан

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{2 \sin 0,5 \pi t}{m}, \frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{5 \cos \pi t}{m}$$

ёки

$$\frac{dV_x}{dt} = \frac{2 \sin 0,5 \pi t}{m}, \frac{dV_y}{dt} = \frac{5 \cos \pi t}{m}$$

(5.3)

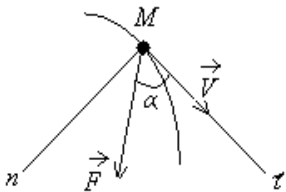
келиб чиқади.

(5.3) ни бошланғич шартлардан фойдаланиб интегралласак:

$$V_x = \frac{-2 \cos 0,5 \pi t}{0,5 \pi m}, V_y = \frac{5 \sin \pi t}{\pi m}$$

Сон қийматларни қўйсак, $V_x = -0,64 \text{ м/с}$, $V_y = 0$ келиб чиқади.

7-масала. Массаси $m=16\text{кг}$ бўлган моддий нуқта текисликдаги эгри чизиqli траектория бўйлаб тенг таъсир этувчиси $F=0,3t \text{ (Н)}$ бўлган куч таъсирида ҳаракатланади. Мазкур куч тезлик вектори билан $\alpha = 50^\circ$ бурчак ташкил қилади. $t=20$ секунд бўлганда эгрилик радиуси $\rho = 12 \text{ м}$. Моддий нуқтанинг тезлиги аниқлансин (12-расм).



Ечиш. Моддий нуқта ҳаракатини табиий координаталар системасига нисбатан текширамыз.

Нуқтага расмда кўрсатилган $\vec{F}$ куч таъсир этади.

13-расм

Моддий нуқта тезлигини аниқлаш учун (3.7) тенгламани иккинчисини тузамиз:

$$m \frac{V^2}{\rho} = F_n$$

(5.4)

13-расмдан:

$$F_n = F \sin 50^\circ$$

(5.5)

(5.5) ни (5.4) га қўямиз:

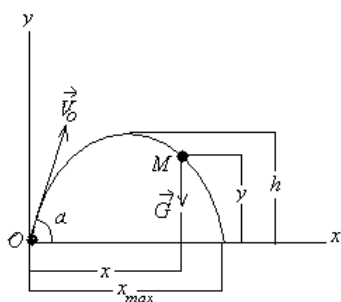
$$m \frac{V^2}{\rho} = F \sin 50^\circ$$

бу ердан

$$V^2 = \frac{\rho \cdot F \sin 50^\circ}{m}$$

Сон қийматларни қўйсак, $V = 1,86 \text{ м/с}$ келиб чиқади.

8-масала. Дон отувчи аппаратдан отилган буғдойнинг бошланғич тезлиги v_0 . v_0 тезликининг горизонт билан ҳосил қилган α бурчаги қандай бўлганда буғдой энг узоққа бориб тушади? Муҳит қаршилиги ҳисобга олинмасин (14-расм).



14-расм

Бошланғич пайтда буғдойнинг координаталари $x=0$, $y=0$; тезлигининг координата ўқларидаги проекциялари эса

$$V_x = V_0 \cos \alpha, V_y = V_0 \sin \alpha$$

M нуқта ҳаракатининг дифференциал тенгламалари:

$$m\ddot{x} = 0, m\ddot{y} = -G$$

ёки

$$\ddot{x} = 0, \ddot{y} = -g$$

(5.6)

(5.6) ни икки марта интегралласак

$$\dot{x} = C_1, x = C_1 t + C_2$$

$$\dot{y} = -gt + C_3, y = -\frac{gt^2}{2} + C_3 t + C_4$$

(5.7)

ҳосил бўлади.

Бошланғич шартларни (5.7) га қўйсак,

$$C_1 = V_0 \cos \alpha, C_2 = 0; C_3 = V_0 \sin \alpha, C_4 = 0$$

келиб чиқади.

Демак, буғдой ҳаракатининг параметрик тенгламалари

$$x = t \cdot V_0 \cos \alpha,$$

$$y = -\frac{gt^2}{2} + t \cdot V_0 \sin \alpha$$

(5.8)

бўлади.

(5.8) тенгламалардан вақтни йўқатсак, буғдой ҳаракатининг траектория тенгламаси келиб чиқади, яъни:

$$y = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} \quad (5.9)$$

(5.9) парабола тенгламаси бўлиб, унинг ўқи Оу ўқиға параллелдир.

Энди буғдойнинг энг узоққа бориб тушиш масофасини топамиз. Бунинг учун (67.9) ни нолга тенглаштириб,

$$x = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

(5.10)

ни ҳосил қиламиз.

(5.10) даги x координата максимум бўлиши учун $\sin 2\alpha = 1, \alpha = \frac{\pi}{4}$

бўлиши керак.

Хулоса

Динамика асосида тажриба ва кузатишлар воситасида аниқланган қонунлар ётади. Бу қонунлар XVII асрда Г.Галилей ва И. Ньютон кашф қилинган ҳамда Ньютоннинг “Натурал фалсафанинг математик асослари” асарида баён қилинган.

Классик механиканинг биринчи қонуни Галилей томонидан кашф қилинган бўлиб, жисмларнинг инертлик хусусиятини ифодалайди ва инерция қонуни дейилади.

Тажрибаларнинг кўрсатишича, координаталар боши Қуёш марказида олинган ва ўқлари учта “қўзғалмас” юлдузлар томонга йўналган гелиоцентрик системани инерциал система деб қараш мумкин. Техникада учрайдиган кўпгина масалаларни ечишда инерциал система учун Ер билан боғланган координаталар системаси олинади. Бунда Ернинг суткалик айланиши ҳамда Қуёш атрофида эгри чизикли орбита бўйлаб ҳаракати эътиборга олинмайди.

Назорат саволлари

1. И.Ньютоннинг биринчи қонунини айтинг.
2. И.Ньютоннинг иккинчи қонунини айтинг.
3. И.Ньютоннинг учинчи қонунини айтинг.
4. Куч ($\vec{F}$) нинг механик катталиги СИ (Халқаро бирликлар системаси) да қандай бирликда ўлчанади?
5. Нукта динамикасининг биринчи масаласини изоҳланг.
6. Нукта динамикасининг иккинчи масаласини айтинг.
7. СИ (Халқаро бирликлар системаси) да тезланиш катталиги қандай бирликда ўлчанади?
8. СИ (Халқаро бирликлар системаси) да масса (m) катталиги қандай бирликда ўлчанади?
9. Эркин моддий нукта ҳаракат дифференциал тенгламаси неча хил усулда берилади?
10. Эркин моддий нукта ҳаракатининг вектор усулдаги дифференциал тенгламасини ёзинг.
11. Эркин моддий нукта ҳаракатининг Декарт координата ўқларидаги дифференциал тенгламаларини ёзинг.
12. Эркин моддий нукта ҳаракатининг табиий координата ўқларидаги дифференциал тенгламаларини ёзинг.

Фойдаланилган ва тавсия этиладиган адабиётлар.

1. Азиз-Қориев С.Қ. Янгуразов Ш.Х. Назарий механикадан массалалар ечиш методикаси (Статика ва кинематика). Қайта ишланган 2-нашри. –Т.: Ўқитувчи, 1974.
2. Азиз-Қориев С.Қ. Янгуразов Ш.Х. Назарий механикадан массалалар ечиш методикаси (Динамика). –Т.: Ўқитувчи, 1967.
3. Айзенберг Т.Б., Воронков И.М., Осецкий В.Н. Руководство к решению задач по теоретической механике. -6 е стереотип. Изд. –М,: Высшая школа, 1968
4. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. теоретической механике в примерах и задачах. -7-е изд., доп. М.: Наука, 1975, т.1;-6-е изд., доп.- М.: Наука, 1975, 11;-М.: Наука, 1973, т. Ш.
5. Бражниченко Н.А., Кан В.Л., Минцбург Б.Б. [и др.]. Сборник задач по теоретической механике. -3-е изд. прераб. и доп. –М.: Высшая школа, 1974.
6. Т.Р. Рашидов, Ш. Шозиётов, Қ.Б. Мўминов.”Назарий механика асослари”.