

МЕХАНИКА

2 - маъруза

Ньютон қонунлари ва
импульснинг сақланиш
қонуни

Маъруза режаси

- * Моддий нуқта динамикаси.
- * Куч. Масса. Импульс. Табиатда кучлар.
- * Ньютоннинг биринчи қонуни ва инерциал саноқ тизимлар.
- * Ньютоннинг иккинчи қонуни - ҳаракат тенгламаси.
- * Ньютоннинг учинчи қонуни.
- * Инерция маркази, масса маркази.
- * Масса маркази ҳаракати теоремаси.
- * Қаттик жисм айланма ҳаракати динамикаси.
- * Куч моменти, айланиш ўқига нисбатан импульс моменти.
- * Айланма ҳаракат динамикасининг асосий қонуни.
- * Импульс моментининг сақланиш қонуни.

Моддий нуқта (жисм) динамикаси

**жисм ўзининг тинч ҳолатини ёки тўғри
чизиқли текис ҳаракатини ташқаридан
бошка жисмлар таъсир этмагунича сақлаб
қолади.**

Моддий нуқта (жисм) динамикаси

Жисмларнинг ўзини тинч ҳолати ёки тўғри чизиқли текис ҳаракатини сақлаб қолиш хусусияти, жисмларнинг **инерция хусусияти** деб аталади.

Масса – жисм инертлигининг ўлчов бирлигидир m (кг).

Жисмнинг берилган M нуқтасидаги **ρ зичлиги** деб, кичик элементнинг dm массасини dV ҳажмига нисбатига айтилади.

Жисм ўзининг тинч ҳолатини ёки тўғри чизиқли текис ҳаракатини ташқаридан бошқа жисмлар таъсир этмагунича сақлаб қоладиган саноқ тизими **инерциал саноқ тизими** деб аталади.

Ташқи куч таъсирида жисм ўзининг ҳаракат тезлигини ўзгартиради, тезланишга эга бўлади ёки ўзининг шакли ва ўлчамларини ўзгартириши мумкин – деформацияланади. Куч вектор катталиқдир. Вақтнинг ҳар бир белгиланган momentiда, куч ўзининг қиймати, фазодаги йўналиши ва қайси нуқтага қўйилгани билан характерланади.

Импульс – моддий нуқтанинг m массасини унинг v тезлигига кўпайтмасига тенг бўлган, тезлик йўналишига эга бўлган вектор катталиқдир.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Ньютоннинг иккинчи қонуни

Моддий нуқтанинг олган тезланиши, таъсир этувчи куч йўналишига мос келиб, шу кучни моддий нуқта массасининг нисбатига тенгдир:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Ньютон иккинчи қонунининг умумий ифодаси:
Моддий нуқта ҳаракат миқдорининг вақт бўйича ҳосиласи жисмга таъсир этувчи кучга тенгдир.

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \dot{\vec{p}}$$

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Интеграл кўринишдаги Ньютоннинг иккинчи қонуни

Ньютоннинг иккинчи қонунига асосан моддий нуқта импульсининг ўзгариши моддий нуқтага таъсир этувчи кучнинг импульсига тенгдир.

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F} \quad \Rightarrow \quad d\vec{p} = \vec{F} \cdot dt \quad \Rightarrow \quad \Delta\vec{p} = \vec{p}(t) - \vec{p}(t_0) = \int_{t_0}^t \vec{F}(t) \cdot dt .$$

$$m \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \vec{F} \Rightarrow m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}(t) \Rightarrow d\vec{v} = \frac{1}{m} \cdot \vec{F}(t) \cdot dt \Rightarrow \int_{v(t_0)}^{v(t)} d\vec{v} = \frac{1}{m} \int_{t_0}^t \vec{F}(t) \cdot dt \Rightarrow$$

$$v(t) - v(t_0) = \frac{1}{m} \int_{t_0}^t \vec{F}(t) \cdot dt \Rightarrow$$

Исталган вақт momentiда жисмнинг олган тезлиги:

$$v(t) = v(t_0) + \frac{1}{m} \int_{t_0}^t \vec{F}(t) \cdot dt$$

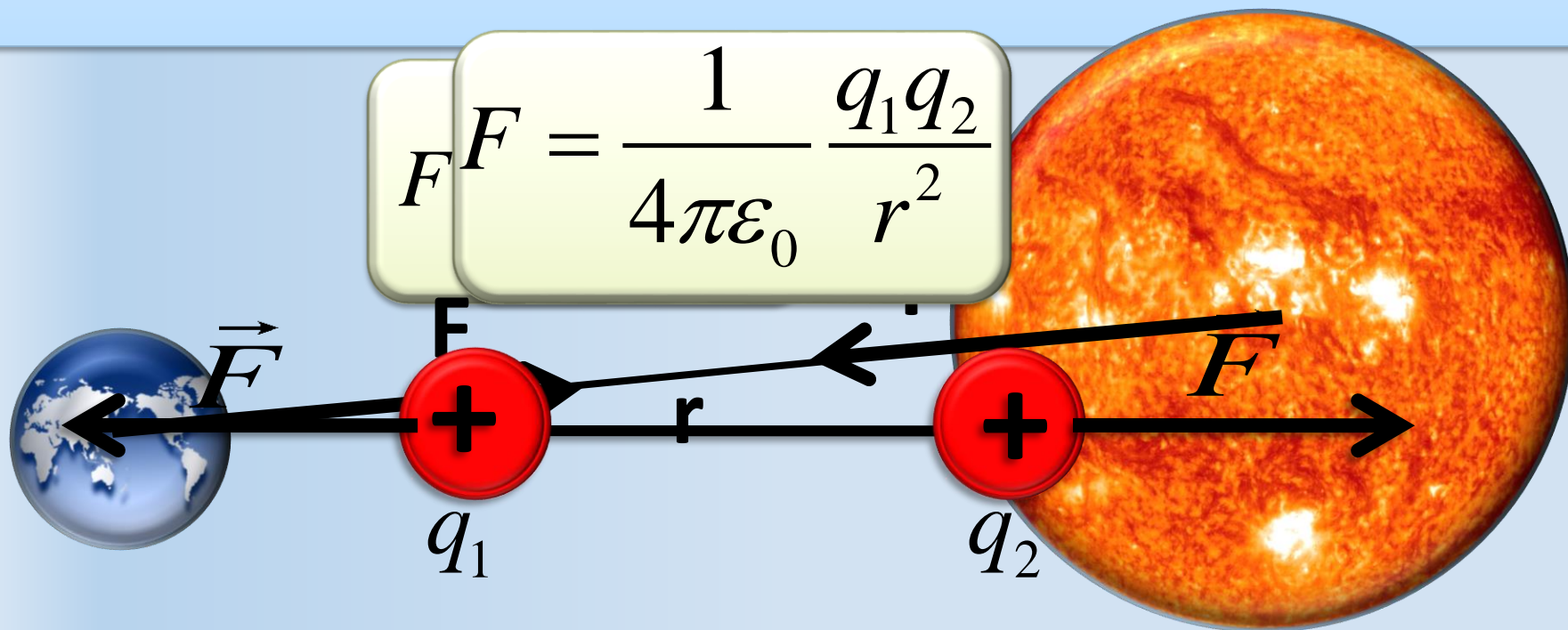
Ньютоннинг учинчи қонуни

Моддий нуқта ёки жисмларнинг бир-бирига таъсири, ўзаро таъсир кучлар характерига эга, бу кучлар модули бўйича тенг бўлиб, бир-бирига қарама-қарши йўналгандир :

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Марказий кучлар

- Ўзаро таъсирлашувчи жисмларнинг марказларини туташтирувчи чизиқ бўйлаб йўналган кучлар *марказий кучлар* деб аталади.
- Исталган марказий кучлар *консерватив* ҳисобланади ва марказий кучлар таъсирида бўлган заррачалар потенциал энергияга эга бўладилар.



Ишқаланиш кучи

$$F_{TP} = kN$$

k — жисм сиртининг ҳолатига боғлиқ бўлган ишқалиш коэффициентини;

N — жисм сиртига нормал бўйича йўналган босим кучи. Ишқаланиш кучи жисмнинг бошқа жисм сиртида сирпанишига қаршилик кўрсатадиган куч бўлиб, жисмнинг сиртига нормал бўйича берган босим кучига тенгдир.

Эластиклик кучи

$$\vec{F} = -k\vec{r}$$

r — жисмнинг мувозанат ҳолатидан силжишини белгиловчи радиус – вектордир,
 k — жисмнинг эластиклик хусусиятига боғлиқ бўлган пропорционаллик коэффициентидир.

$$\vec{F} = -kx$$

k — пружинанинг бикирлиги,
 x — эластик деформация.

Жисмнинг масса маркази (инерция маркази)

Моддий нуқталар тизимининг массаси m_c тизимдаги моддий нуқталар массаларининг алгебрик йиғиндисига тенг.

Унинг радиус вектори қуйидагига тенг:

$$\vec{r}_c = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i}{m}$$

Тизимнинг массаси:

$$m = \sum_{i=1}^n m_i$$

Тизимнинг импульси:

$$\vec{p} = m \frac{d\vec{r}_c}{dt} = m\vec{v}_c$$

Масса маркази ҳаракати қонуни (инерции маркази)

Тизим инерция маркази, унда тизимдаги барча моддий нуқталар массалари мужассамлашгандек ва тизимдаги моддий нуқталарга қўйилган ташқи кучларнинг геометрик йиғиндисига тенг куч таъсир қилгандек ҳаракатланади.

$$m \frac{d\vec{v}_c}{dt} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

Қаттиқ жисм айланма ҳаракатининг механикаси

Моддий нуқта импульсининг айланиш ўқиға нисбатан *инерция моменти* унинг массасининг айланиш радиуси квадрати кўпайтмасига тенг бўлган физик катталиқдир

$$J_i = m_i r_i^2$$

Айланиш ўқиға нисбатан тизимнинг инерция моменти тизимнинг n моддий нуқталари массаларининг кўрилаётган ўққача бўлган масофалари квадратлари кўпайтмаларининг йиғиндисига тенг физик катталиқдир.

$$J = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$$

$$J = \int_0^m r^2 dm$$

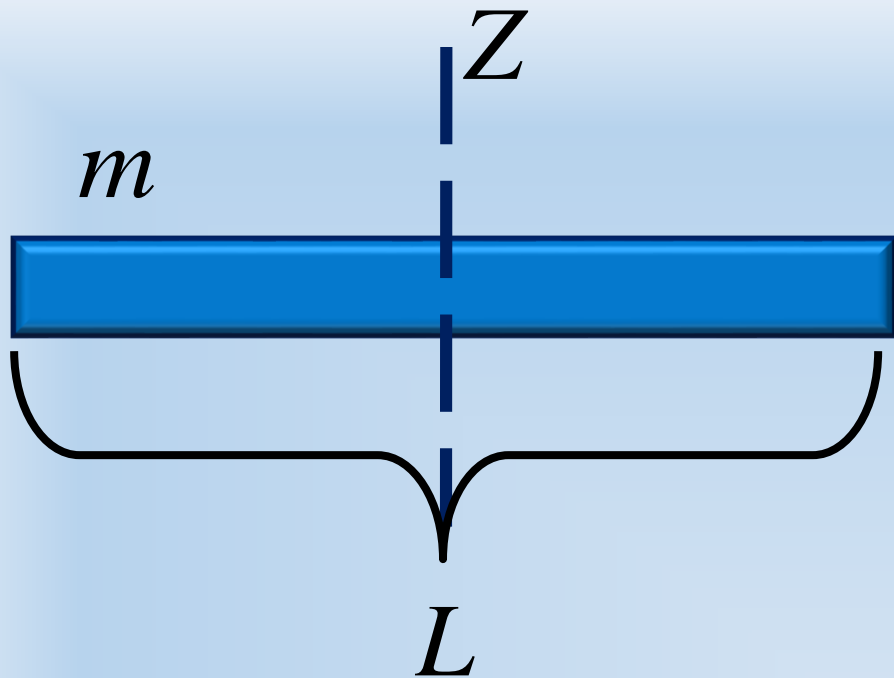
Инерциянинг бош моменти — масса марказидан ўтадиган, айланишнинг бош ўқиға нисбатан *инерция моменти*дир.

Штейнер теоремаси

Агарда масса марказидан ўтадиган ўққа нисбатан жисмнинг инерция моменти аниқ бўлса, у ҳолда, исталган бошқа параллел ўқларга нисбатан инерция моменти *Штейнер теоремаси* орқали аниқланади:

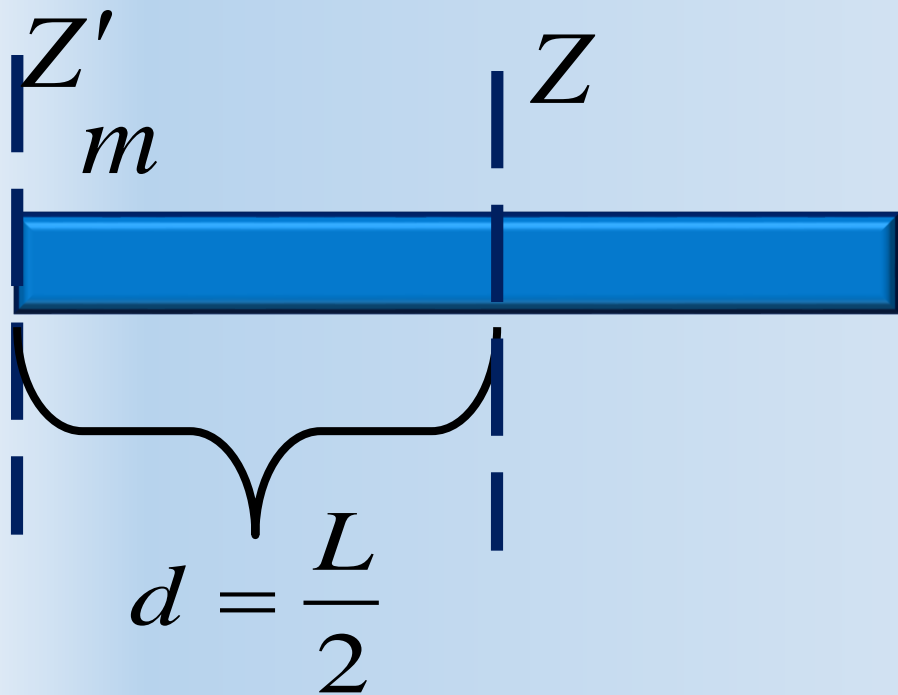
Исталган z ўққа нисбатан жисмнинг инерция моменти J жисмнинг C масса маркази орқали ўтадиган параллел ўқларга нисбатан инерция моменти ва m жисм массасининг ўқлар орасидаги масофанинг квадратига кўпайтмаси йиғиндисига тенгдир:

$$J_z = J_c + md^2$$



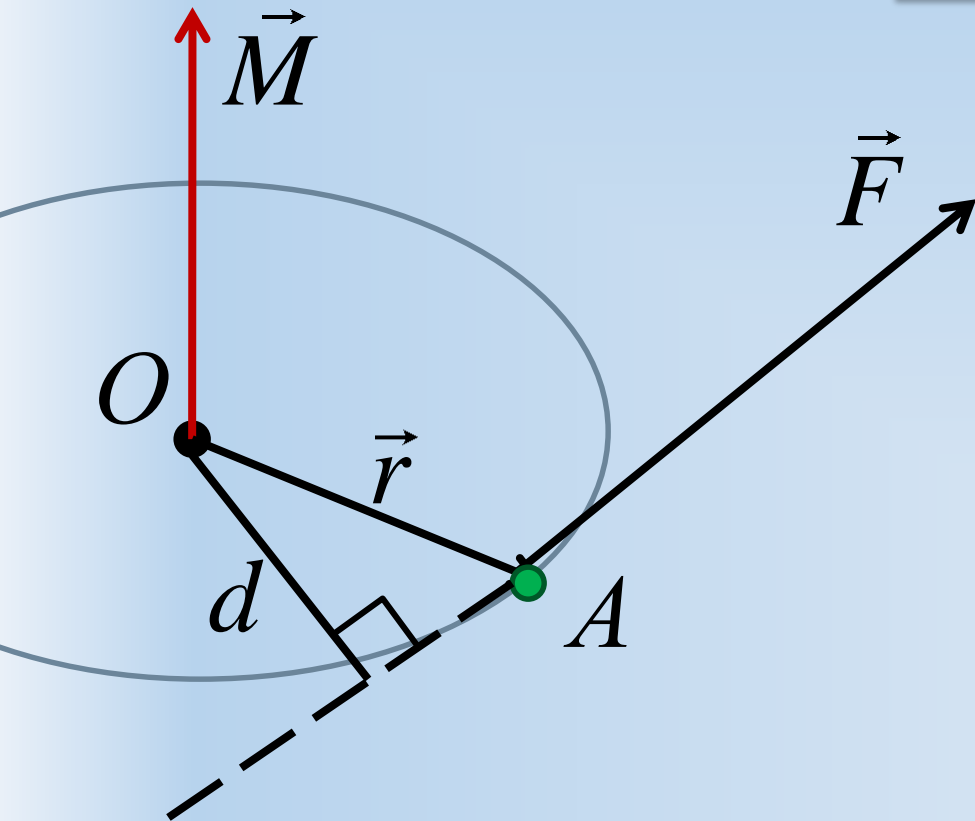
$$J_c = \frac{1}{12} mL^2$$

$$J_z = J_c + md^2$$



$$J_z = \frac{1}{12} mL^2 + m \left(\frac{L}{2} \right)^2 = \frac{1}{3} mL^2$$

Куч моменти



O нуқтага нисбатан куч моментини аниқлаш учун, O нуқтадан куч қўйилган A нуқтагача r радиус-вектор ўтказамиз.

Куч моменти

О нуктага нисбатан куч моменти радиус-векторнинг кучга вектор кўпайтмасига тенг бўлган физик катталиқка айтилади:

$$\vec{M} = [\vec{r}, \vec{F}]$$

Куч моментининг модули -

$$M = F \sin \alpha = Fd$$

Кучнинг елкаси -

$$d = r \sin \alpha$$

Қаттиқ жисм айланма ҳаракати динамикасининг асосий тенгламаси

\vec{F} куч остида жисмнинг чексиз кичик $d\varphi$ бурчакка бурилишида, куч қўйилган нуқтада $ds = rd\varphi$ йўл босади ва бажарилган иш қуйидагига тенг бўлади:

$$dA = F \sin \alpha r d\varphi = M_z d\varphi$$

У ҳолда

$$dA = dK = d\left(\frac{J_z \omega^2}{2}\right) = J_z \omega d\omega$$

$$M_z d\varphi = J_z \omega d\omega \Rightarrow M_z \frac{d\varphi}{dt} = J_z \omega \frac{d\omega}{dt}$$



$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} = \dot{\vec{L}} \quad \text{или} \quad \vec{M} = \frac{dJ}{dt} \vec{\omega} + J \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$

$$J \frac{d\vec{\omega}}{dt} = I \vec{\beta} = \sum \vec{M}$$

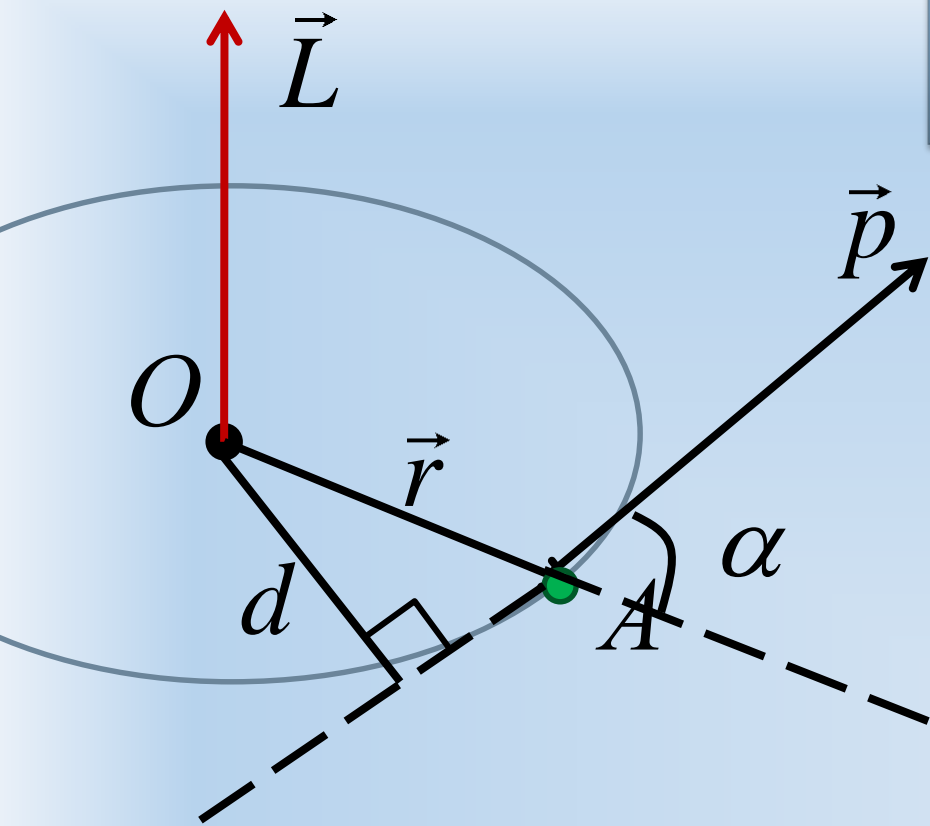
Қаттиқ жисм айланма ҳаракати динамикасининг асосий тенгламаси

Агарда айланиш ўқи масса маркази орқали ўтадиган бош инерция ўқига мос тушса, у ҳолда қуйидаги вектор тенглик ўринли бўлади:

$$\vec{M} = J \cdot \vec{\beta} \quad M_z = J_z \cdot \beta$$
$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt} = \dot{\vec{L}}$$

бу ерда J — жисм инерциясининг бош моментиدير.

Импульс моменти



Қўзғалмас O нүқтага нисбатан A моддий нүқтанинг импульс моменти радиус-векторнинг моддий нүқта импульс моментиға вектор кўпайтмасига тенг физик катталикка айтилади:

$$\vec{L} = [\vec{r}, \vec{p}] = [\vec{r}, m\vec{v}]$$

Импульс моменти

$$\vec{L} = [\vec{r}, \vec{p}] = [\vec{r}, m \cdot \vec{v}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ x & y & z \\ p_x & p_y & p_z \end{vmatrix} =$$
$$= \vec{i} (p_y z - p_z y) + \vec{j} (p_x z - p_z x) + \vec{k} (p_y x - p_x y)$$

Берилган ўққа нисбатан қаттиқ жисмнинг импульс моменти алоҳида заррачаларнинг импульс моментлари йиғиндисига тенгдир:

$$L_z = \sum_{i=1}^n m_i v_i r_i = \sum_{i=1}^n m_i \omega r_i^2 = J_z \omega$$

Импульс моментининг сақланиш қонуни

Ёпиқ тизимнинг импульс моменти вақт ўтиши билан ўзгармасдир:

$$\vec{L} = \text{const}$$

Берилган ўққа нисбатан қаттиқ жисмнинг импульс моменти шу ўққа нисбатан жисм инерция моментининг бурчакли тезликка кўпайтмасига тенгдир.

$$J_z \omega = \text{const}$$

Илгариланма ва айланма ҳаракатларнинг асосий катталиклари

Поступательное движение		Вращательное движение	
Масса	m	Момент инерции	J
Перемещение	$d\vec{r}$	Угловое перемещение	$d\vec{\varphi}$
Скорость	$\vec{v} = \dot{\vec{r}}$	Угловая скорость	$\vec{\omega} = \dot{\vec{\varphi}}$
Ускорение	$\vec{a} = \dot{\vec{v}}$	Угловое ускорение	$\vec{\beta} = \dot{\vec{\omega}}$
Сила	\vec{F}	Момент силы	\vec{M}
Импульс	\vec{p}	Момент импульса	\vec{L}
Работа	$dA = F_s ds$	Работа	$dA = M_2 d\varphi$
Кинетическая энергия	$mv^2 / 2$	Кинетическая энергия	$J_z \omega^2 / 2$
Основное уравнение динамики	$\vec{F} = m\vec{a}$	Основное уравнение динамики	$\vec{M} = J \cdot \vec{\beta}$
	$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$		$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. **Glencoe Science Physics. “principles and problems” 2012**
2. **Halliday Resnick “Fundamentals of Physics” 2012**
3. **Абдурахманов К.П., Эгамов У. Физика курси , 2011 й.**
4. **Огурцов Н.А. Курс лекций по физике, Харьков,2007.**
5. **Колмаков Ю.Н. Курс лекций по физике, Тула, 2002.**

Таълим сайтлари ва Интернет ресурслари

1. fizika.uz – талабалар ва физика ўқитувчилари учун сайт.
2. neutrino.usoz.ru- ТАТУ Физика кафедраси доценти О.Э.Тигайнинг шахсий сайти.
3. fizik.ru - ТАТУ Физика кафедраси катта ўқитувчиси В.С.Хамидовнинг шахсий сайти.
4. estudy.uz- ТАТУ талабалари учун физикадан масофавий таълим тизими
5. Yenka.com
6. <http://phet.colorado.edu/>
7. <http://www.falstad.com/mathphysics.html>
8. <http://www.quantumatmica.co.uk/download.htm>
9. <http://school-collection.edu.ru>