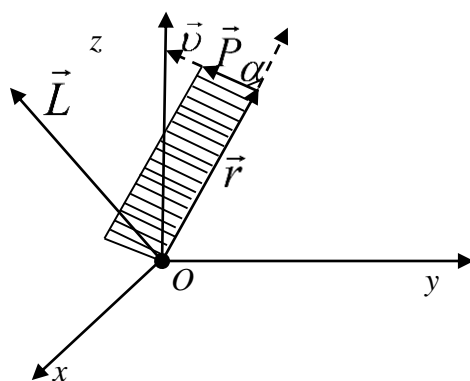


5-MAVZU. IMPULS MOMENTI VA KUCH MOMENTI.

Impuls momenti va kuch momenti. Impuls momentining saqlanish qonuni. Markaziy kuchlar maydonidagi harakat.

Jism biror inertsial sanoq sistemasiga nisbatan harakatlanayotgan bo'lsin. Jismning tezligi \vec{v} , impulsi \vec{P} va uning fazodagi vaziyatini to'la aniqlovchi radius – vektor \vec{r} bo'lsin (1- rasm).



1– Rasm.

Moddiy nuqtaning berilgan O nuqtaga nisbatan *impuls momenti* radius – vektorning impuls vektoriga vektor ko'paytmasiga aytiladi:

$$\vec{L} = [\vec{r} \cdot \vec{P}] \quad (63)$$

Impuls momenti \vec{L} vektor kattalik bo'lib, uning son qiymati r va P orqali chizilgan parallelogramm sirtiga tengdir, ya'ni

$$L = rP \sin \alpha \quad (64)$$

bunda, α - \vec{r} va \vec{P} vektorlari yo'nalishlari orasidagi burchak. \vec{L} vektor \vec{r} va \vec{P} vektorlar yotgan tekislikka tik bo'lib, uning yo'nalishi parma qoidasiga asosan

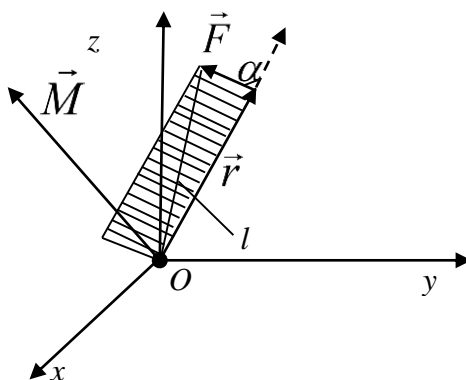
aniqlanadi. Agar parma \vec{r} vektordan \vec{P} vektorga eng qisqa yo‘l orqali o‘tishdagi yo‘nalish bo‘yicha burilsa, parmaning ilgariylanma harakati \vec{L} vektorning yo‘nalishi bilan mos keladi.

Moddiy nuqtaning O nuqtaga nisbatan **kuch momenti** deb, radius – vektorni kuch vektoriga vektor ko‘paytmasiga aytiladi, yani

$$\vec{M} = [\vec{r} \cdot \vec{F}] \quad (65)$$

()–rasmda vektorlarning o‘zaro joylashuvi tasvirlangan. Kuch momentining son qiymati,

$$M = r \cdot F \sin \alpha \quad (66)$$



2 – Rasm.

bu yerda, α - \vec{r} va \vec{F} vektorlari yo‘nalishlari orasidagi burchak. $l = r \cdot \sin \alpha$ ifodaga kuchning O nisbatan yelkasi deyiladi.

Impuls momentini vaqt o‘tishi bilan qanday o‘zgarishini aniqlash uchun () ifodani differensiallaymiz, ya’ni

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d}{dt} [\vec{r} \cdot \vec{P}] = \left[\frac{d\vec{r}}{dt} \cdot \vec{P} \right] + \left[\vec{r} \cdot \frac{d\vec{P}}{dt} \right] \quad (67)$$

ko‘rinishga keladi. Yuqoridagi ifodadagi $\left[\frac{d\vec{r}}{dt} \cdot \vec{P} \right]$ ikki vektorning vektor ko‘paytmasi

nolga teng, chunki bu vektorlar bir hil yo‘nalishga ega. (67) ifodani Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan quyidagicha yozish mumkin¹:

$$\left[\frac{d\vec{r}}{dt} \cdot \vec{P} \right] = \left[\vec{r} \cdot \vec{F} \right] = M \quad \text{va} \quad \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M} \quad (68)$$

Shunday qilib, moddiy nuqtaning qo‘zg‘almas O nuqtaga nisbatan impuls momentidan vaqt bo‘yicha olingan birinchi tartibli hosilasi ta’sir etayotgan kuchning shu nuqtaga nisbatan momentiga teng ekan.

Agar sistema N ta moddiy nuqta deb qarash mumkin bo‘lgan jismlardan iborat bo‘lsa, u holda impuls momenti va kuch momenti orasidagi bog‘lanish quyidagicha bo‘ladi:

$$\frac{d\vec{L}_{sis}}{dt} = \vec{M} \quad (69)$$

(69) - ifodaga **momentlar tenglamasi** deb ataladi.

Agar tashqi kuchlarning yig‘indi momenti nolga teng bo‘lsa, (69) ifoda quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$\frac{d\vec{L}_{sis}}{dt} = 0 \quad (70)$$

(70) - ifoda impuls momentining saqlanish qonunini ifodalaydi. **Impuls momentining saqlanish qonuni:** sistema berk sistemadan iborat bo‘lsa (Umuman tabiatda bu ma’noda berk sistema yo‘q. Lekin, sistemaga ta’sir etayotgan kuchlarning yig‘indisi nolga teng bo‘lishi mumkin, bu ham berk sistema), ya’ni sistemaga hech qanday tashqi kuchlar ta’sir etmasa, sistemaning impuls momenti vaqt o‘tishi bilan o‘zgarmaydi.

Nyutondan oldin yashab o‘tgan Tixo Bragening kuzatishlari asosidagi ma’lumotlarni o‘rganib, Kepler Quyosh sistemasidagi sayyoralarning harakatining uchta

¹ Jasprit Singh: Modern Physics for Engineers 2014. Page [360]

qonuni aniqladi. Bu qonunlar **Kepler qonunlari** deb yuritiladi va quyidagicha ta'riflanadi:

1. Barcha planetalarning orbitalari ellipslardan iborat bo'lib, fokuslardan birida Quyosh turadi.

2. Har bir planetaning harakati shunday sodir bo'ladiki, Quyoshning markazidan planetaga o'tkazilgan radius – vektor birday vaqt oraliqlarida birday yuzalarni o'tadivamatematikko'rinishi quyidagicha:

$$2 \frac{ds}{dt} = rv \sin \alpha = \text{const} \quad \text{yoki} \quad \frac{ds}{dt} = \text{const} \quad (71)$$

Bu qonundan planeta o'z orbitasi bo'yicha harakatlanayotganda u Quyoshga eng yaqin bo'lgan paytlarida eng katta tezlikga ega bo'ladi degan Xulosa kelib chiqadi.

3. Turli planetalarning Quyosh atrofida aylanish davrlari kvadratlari nisbati orbita ellipsdari katta yarim o'qlari kublari nisbati kabi bo'ladi.

Keplerning uchinchi qonuni matematikko'rinishda quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3} \quad (72)$$