5-ДӘРІС

Материялық нүктелер жүйесі

Импульс пен импульс моментінің сақталу заңдары



Исатаев М.С.

Дәрістің мақсаты, нәтижелері және мазмұны

Мақсаты

Жүйенің қозғалысын толық импульс, массалар центрі және импульс моменті арқылы сипаттау.

Оқыту нәтижелері

Жүйенің толық импульсін есептейді.
Массалар центрінің қозғалысын анықтайды.
Импульс моментінің сақталуын қолданады.

Мазмұны

1. Жүйе, ішкі және сыртқы күштер.
2. Толық импульс және массалар центрінің қозғалысы.
3. Күш моменті және импульс моменті.
4. Импульс пен импульс моментінің сақталу шарттары.

Жүйе, ішкі және сыртқы күштер

Жүйе зерттеу үшін бірге қарастырылатын денелерден немесе материялық нүктелерден тұрады.

Ішкі күштер

Жүйе бөліктерінің өзара әсерінен туады.

Сыртқы күштер

Жүйеге кірмейтін денелер тарапынан әсер етеді.

Жүйенің толық импульсі

$$\vec{P} = \Sigma \vec{p}_i = \Sigma m_i \vec{v}_i$$

$$d\vec{P}/dt = \Sigma \vec{F}_{сырт}$$

Ньютонның үшінші заңы орындалатын жұптық өзара әсерлерде ішкі күштердің векторлық қосындысы нөлге тең.

Сыртқы күш импульсі: $\Delta \vec{P} = \int \Sigma \vec{F}_{сырт}\, dt$.

Массалар центрі және оның қозғалысы

$\vec{r}_C = (\Sigma m_i \vec{r}_i)/M \qquad M = \Sigma m_i$

$\vec{P} = M\vec{V}_C \qquad M\vec{a}_C = \Sigma \vec{F}_{сырт}$

Жүйенің массалар центрі бүкіл масса осы нүктеде шоғырланғандай қозғалады.

Мысал: $m_1 = 2$ кг, $x_1 = 0$ м; $m_2 = 1$ кг, $x_2 = 3$ м.
$x_C = (2 \cdot 0 + 1 \cdot 3)/3 = 1$ м.

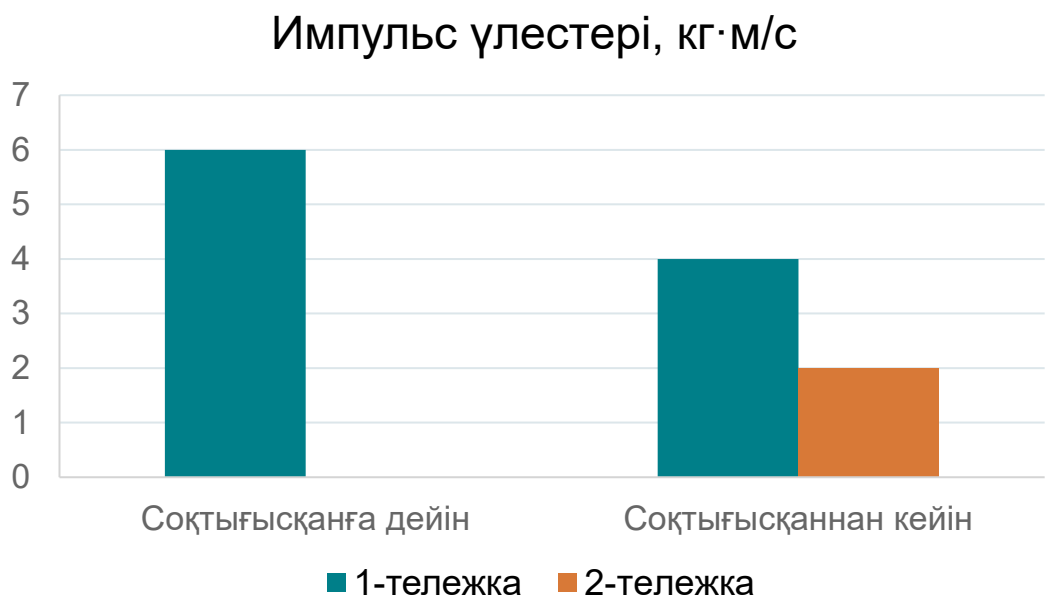
Импульстің сақталуы және соқтығысу

$\Sigma \vec{F}$ сырт = 0 болса, $\vec{P}$ = const.

Тележкалар соқтығысып, бірге қозғалады:

$m_1 = 2$ кг, $v_1 = 3$ м/с
$m_2 = 1$ кг, $v_2 = 0$

$$v = (m_1v_1 + m_2v_2)/(m_1 + m_2)$$
$$v = 2 \text{ м/с}$$



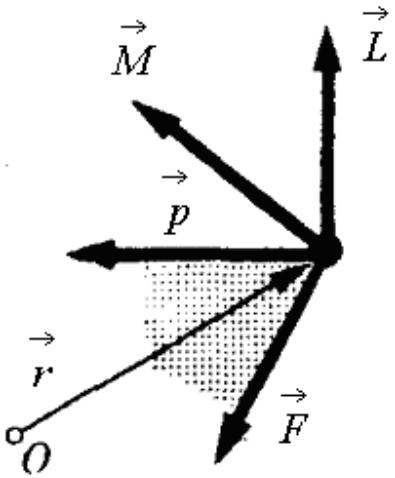
Бұл соқтығысуда кинетикалық энергия сақталмайды.

Күш моменті және импульс моменті

$$\vec{M}_O = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\vec{L}_O = \vec{r} \times \vec{p}$$

$$M = rF\sin\alpha = Fd$$
$$L = rp\sin\theta$$



d күш иіні, яғни О нүктесінен күштің әсер ету сызығына дейінгі ең қысқа қашықтық.

Жүйе үшін моменттер теңдеуі

$$\vec{L}O = \Sigma(\vec{r}i \times \vec{p}i)$$

$$d\vec{L}O/dt = \vec{M}O,сырт$$

О инерциялық санақ жүйесіндегі қозғалмайтын нүкте ретінде алынады.

Жұптық ішкі күштер өзара тең, қарама-қарсы және бөлшектерді қосатын түзу бойымен бағытталса, олардың толық моменті нөлге тең.

Импульс моментінің сақталуы

$\vec{M}$сырт = 0 болса, $\vec{L}$ = const.

Тұрақты оське қатысты:

$$Lz = Iz\omega$$

$$Iz_1\omega_1 = Iz_2\omega_2$$

Қолды оське жақындатқанда инерция моменті азайып, айналу жиілігі артады.



Сақталу заңдарының қолданылу шарттары

Қарастырылатын шама	Жеткілікті шарт	Нәтиже
Толық импульс $\vec{P}$	$\Sigma \vec{F}_{сырт} = 0$	$\vec{P} = const$
Импульс проекциясы Px	$\Sigma F_{сырт,x} = 0$	$P_x = const$
Импульс моменті $\vec{L}_O$	$\vec{M}_{O,сырт} = 0$	$\vec{L}_O = const$
Момент проекциясы Lz	$M_{сырт,z} = 0$	$L_z = const$

Жүйе толық тұйық болмаса да, қорытқы күш немесе оның белгілі бір проекциясы нөлге тең болғанда тиісті шама сақталады.

Қорытынды және өзін өзі тексеру

Есепте жүйенің шекарасын, санақ жүйесін және моменттер алынатын нүктені анықтап, сыртқы күштер мен олардың моменттерін тексереміз.

1. Ішкі күштер жүйенің толық импульсін өзгерте ала ма?
2. Массалар центрінің үдеуі қандай күштермен анықталады?
3. Импульс пен импульс моментінің сақталу шарттары несімен ерекшеленеді?
4. Тұйықталмаған жүйеде импульстің бір проекциясы сақтала ма?