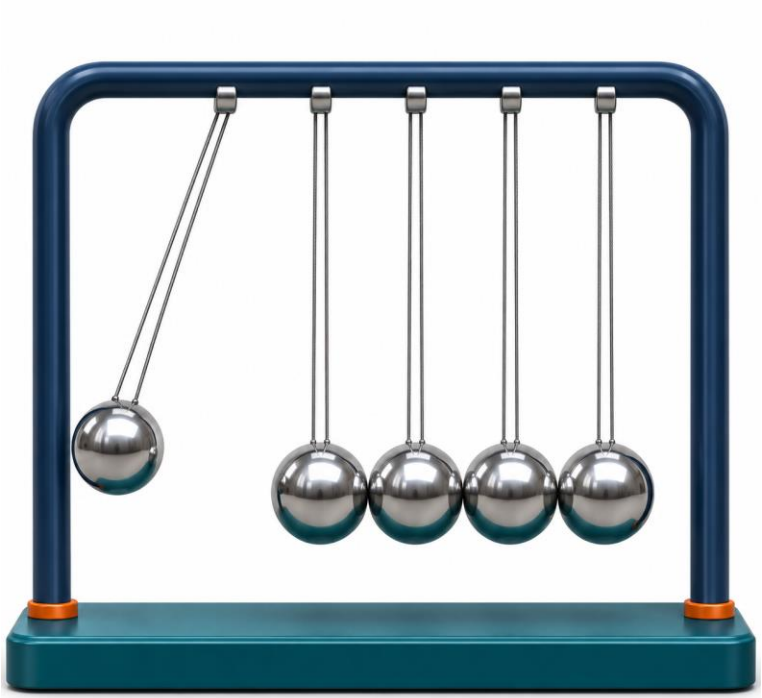
7-ДӘРІС

Соқтығысулар



Серпімді және серпімсіз соқтығысу
Сақталу заңдары және энергия балансы

Исатаев М.С.

Дәрістің мақсаты, нәтижелері және мазмұны

Мақсаты

Бастапқы қозғалыс деректері бойынша соқтығысудан кейінгі жылдамдықтар мен энергия өзгерісін анықтау.

Оқыту нәтижелері

Соқтығысу түрлерін ажыратады.
Соқтығысудан кейінгі жылдамдықты табады.
Импульс пен энергия балансын қолданады.

Мазмұны

1. Соқтығысу моделі және сақталу заңдары.
2. Серпімді соқтығысу және энергияның берілуі.
3. Абсолют серпімсіз соқтығысу және энергия шығыны.
4. Массалар центрі жүйесі және қиғаш соқтығысу.

Соқтығысу моделі және жүйені таңдау

Соқтығысу денелердің қысқа уақыт аралығында қарқынды өзара әсерлесуімен сипатталады.

$$\Delta \vec{P} = \int \vec{F}_{\text{сырт}}\, dt \approx 0$$

Сыртқы күш импульсі елеусіз болса, соқтығысу кезінде жүйенің толық импульсі шамамен сақталады.

Соқтығысу кезіндегі сақталу заңдары

Импульс: $\Sigma \vec{p}_{баст} = \Sigma \vec{p}_{соң}$

Энергия: Кбаст + Uішкі,баст = Ксоң + Uішкі,соң

Импульс моменті: $\vec{L}_{баст} = \vec{L}_{соң}$

Импульс моменті үшін сыртқы күштер моментінің импульсі де елеусіз болуы керек. Қажет болса, денелердің өз осінен айналуын ескереміз.

Соқтығысу түрлері және қалпына келу коэффициенті

$$e = (v_2 - v_1)/(u_1 - u_2)$$

u_1, u_2 бастапқы, v_1, v_2 соңғы жылдамдықтар. Формула бірөлшемді жақындасу мен ажырауға арналған.

$e = 1$	**Серпімді**	Толық кинетикалық энергия сақталады.
$0 < e < 1$	**Серпімсіз**	Кинетикалық энергияның бір бөлігі ішкі энергияға өтеді.
$e = 0$	**Абсолют серпімсіз**	Бірөлшемді модельде соңғы жылдамдықтар тең.

Бірөлшемді серпімді соқтығысу

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$m_1u_1^2/2 + m_2u_2^2/2 = m_1v_1^2/2 + m_2v_2^2/2$$

$$v_1 = [(m_1 - m_2)u_1 + 2m_2u_2]/(m_1 + m_2)$$

$$v_2 = [2m_1u_1 + (m_2 - m_1)u_2]/(m_1 + m_2)$$

Жылдамдықтар таңдалған оське проекциялар ретінде, таңбасымен алынады.

Массалары тең денелердің соқтығысуы

$m_1 = m_2$ болса, серпімді центрлік соқтығысуда денелер жылдамдықтарымен алмасады.

$v_1 = u_2 \qquad v_2 = u_1$

Екінші дене бастапқыда тыныштықта: $u_2 = 0$.
Бірінші дене тоқтайды: $v_1 = 0$.
Екінші дене $v_2 = u_1$ жылдамдығын алады.

Осы жағдайда бастапқы кинетикалық энергия толық екінші денеге беріледі.

Энергия берілуінің массалар қатынасына тәуелділігі

$\eta = K_2$,соң/K_1,баст

$\eta = 4q/(1 + q)^2$

$q = m_2/m_1$. Екінші дене бастапқыда тыныштықта, соқтығысу серпімді және центрлік.

$q = 1$ кезінде $\eta = 1$.
Массалар қатты ерекшеленсе, берілетін энергия үлесі азаяды.



Көлденең ось: $q = m_2/m_1$. Тік ось: η.

Абсолют серпімсіз соқтығысу

Соқтығысқан денелер қосылып, ортақ жылдамдықпен қозғалады.

$v = (m_1u_1 + m_2u_2)/(m_1 + m_2)$

$\Delta K_{жоғ} = K_{баст} - K_{соң}$

$\Delta K_{жоғ} = \mu(u_1 - u_2)^2/2$



$\mu = m_1m_2/(m_1 + m_2)$ келтірілген масса.

Есептеу мысалы: денелердің бірігуі

$m_1 = m_2 = 2$ кг, $u_1 = 3$ м/с, $u_2 = 0$.

$v = (2\cdot3 + 2\cdot0)/4 = 1{,}5$ м/с
Кбаст = 9 Дж
Ксоң = 4,5 Дж
ΔКжоғ = 4,5 Дж



Импульс: 6 = 4·1,5 кг·м/с.

Массалар центрі жүйесіндегі энергия

$$\mathbf{VC = (m_1u_1 + m_2u_2)/(m_1 + m_2)}$$

$$K = (m_1 + m_2)VC^2/2 + \mu(u_1 - u_2)^2/2$$

Бірінші мүше жүйенің тұтас қозғалысын, екінші мүше денелердің салыстырмалы қозғалысын сипаттайды.

Абсолют серпімсіз соқтығысуда салыстырмалы қозғалыс энергиясы ішкі энергияға өтеді. Бірақ VC ≠ 0 болса, соңғы кинетикалық энергия нөл емес.

Қиғаш соқтығысу және векторлық сипаттау

$$m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

Импульс теңдеуін x және y осьтеріне жеке проекциялаймыз. Серпімді жағдайда кинетикалық энергия теңдеуін де қолданамыз.

Массалар тең, екінші дене тыныштықта және соқтығысу серпімді болса: $\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 = 0$.

Екі соңғы жылдамдық нөлден өзгеше болғанда, олардың бағыттары өзара перпендикуляр.

Қорытынды және өзін өзі тексеру

Алдымен жүйені таңдап, сыртқы күш импульсін бағалаймыз. Содан кейін импульс теңдеуін және соқтығысу түріне сәйкес энергия шартын қолданамыз.

1. Соқтығысу кезінде импульстің сақталуын қандай шарт қамтамасыз етеді?
2. Серпімді және серпімсіз соқтығысулардың айырмашылығы қандай?
3. Абсолют серпімсіз соқтығысудан кейін кинетикалық энергия неге нөл болмауы мүмкін?
4. Энергияның екінші денеге берілуі қашан ең үлкен болады?
5. Қалпына келу коэффициенті қандай физикалық мағына береді?