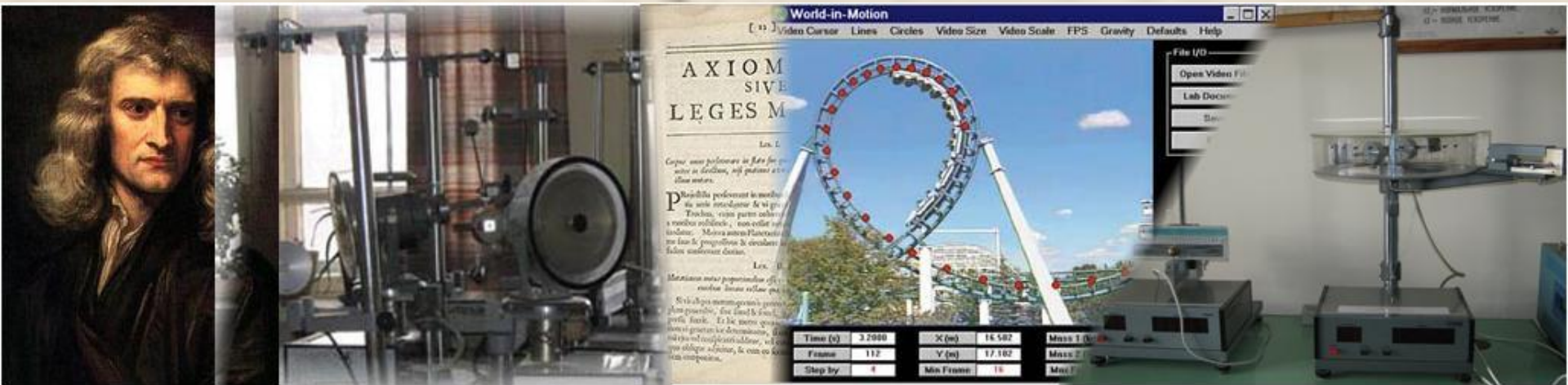




ҚАТТЫ ДЕНЕНІҢ ДИНАМИКАСЫ

*Барлық техникалық мамандықтарға
арналған мультимедиялық
презентация*

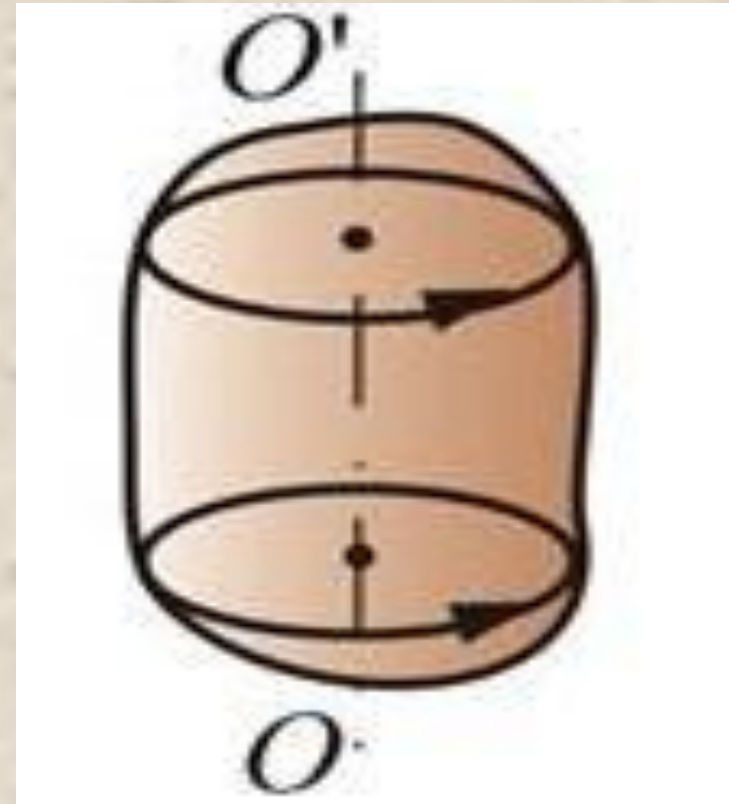
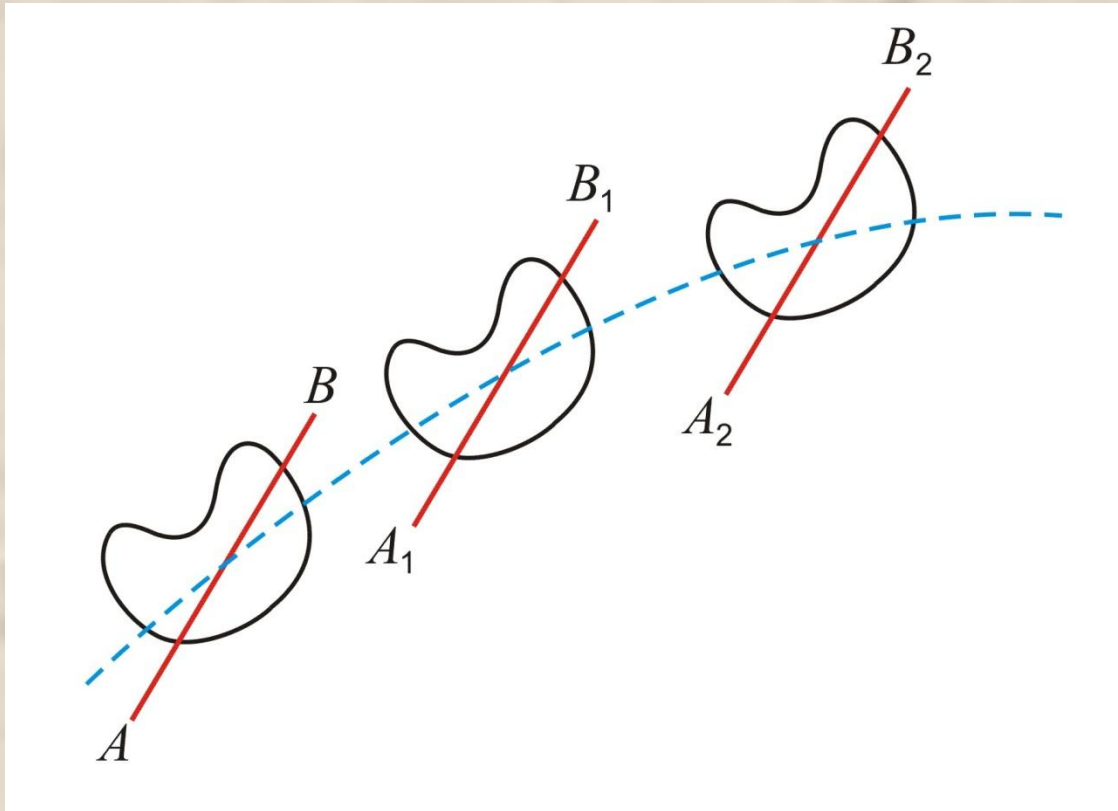
Құрастырушылар: Салькеева А.К.

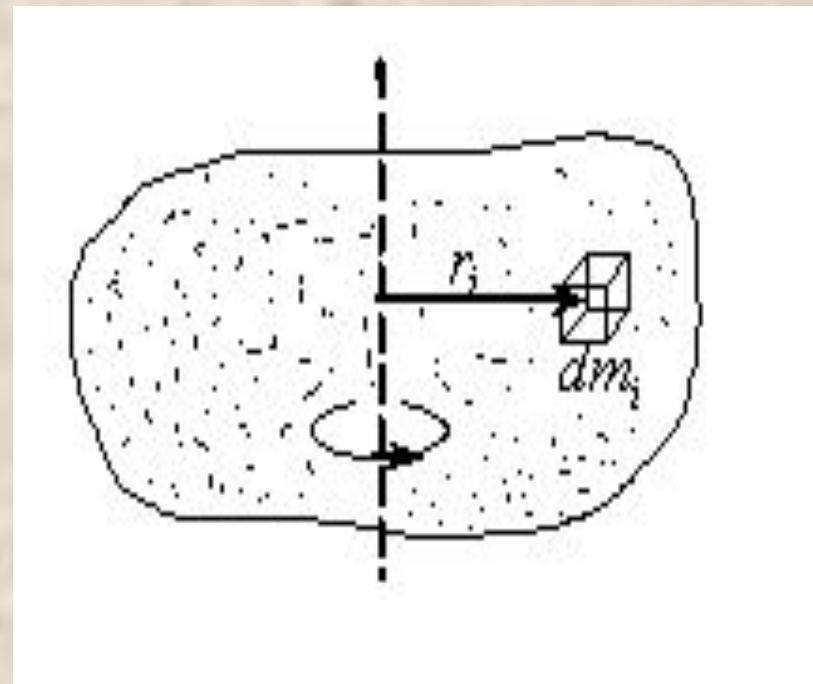
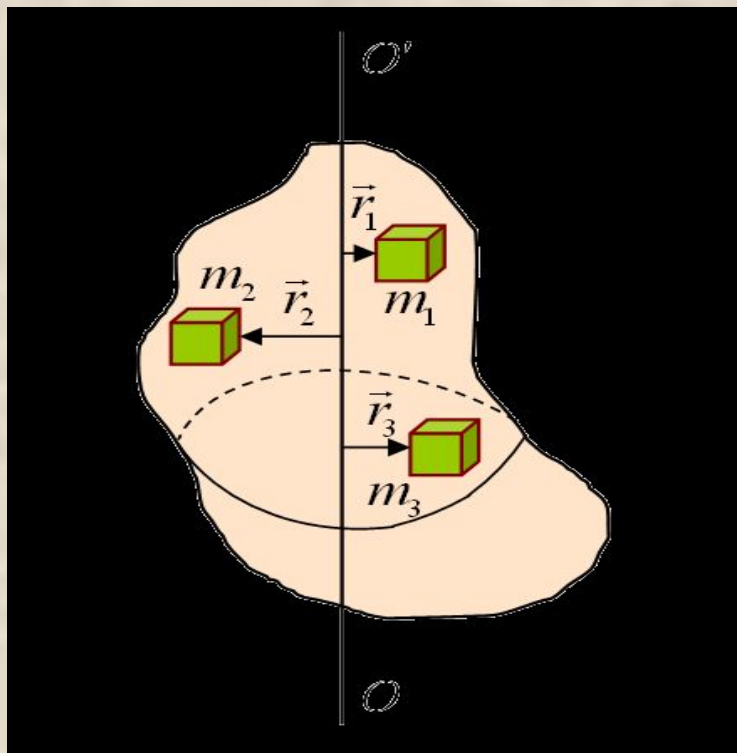
№3 Лекция жоспары

1. Күш моменті
2. Инерция моменті.
3. Штейнер теоремасы
4. Айналымды қозғалыс динамикасының негізгі заңы

Қатты дененің қозғалысы:

1. Ілгерілемелі; 2. Айналмалы

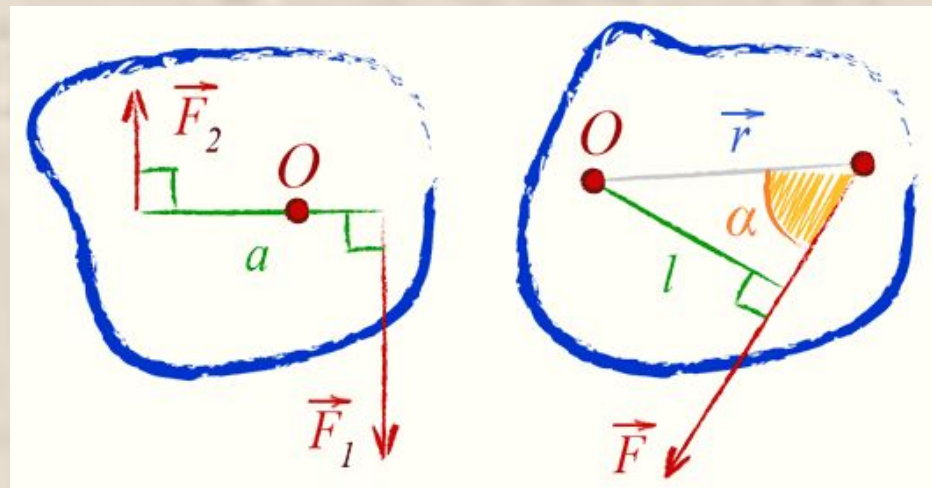
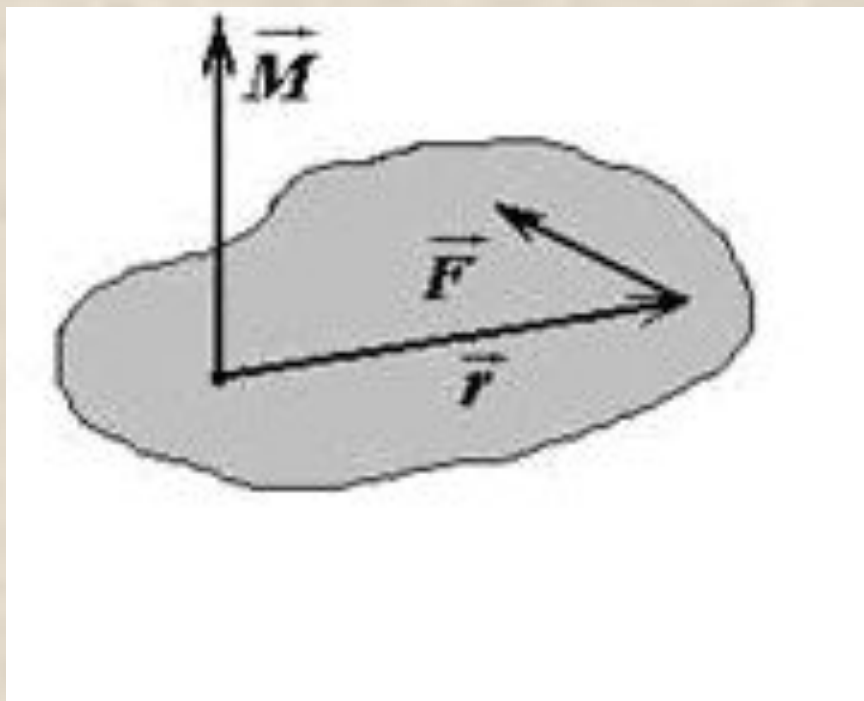




Материалық N нүктелердің жүйесіндегі масса центрінің C радиус-векторы

$$\vec{r}_C = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + \dots + m_N \vec{r}_N}{m_1 + m_2 + \dots + m_N} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \vec{r}_i}{m}$$

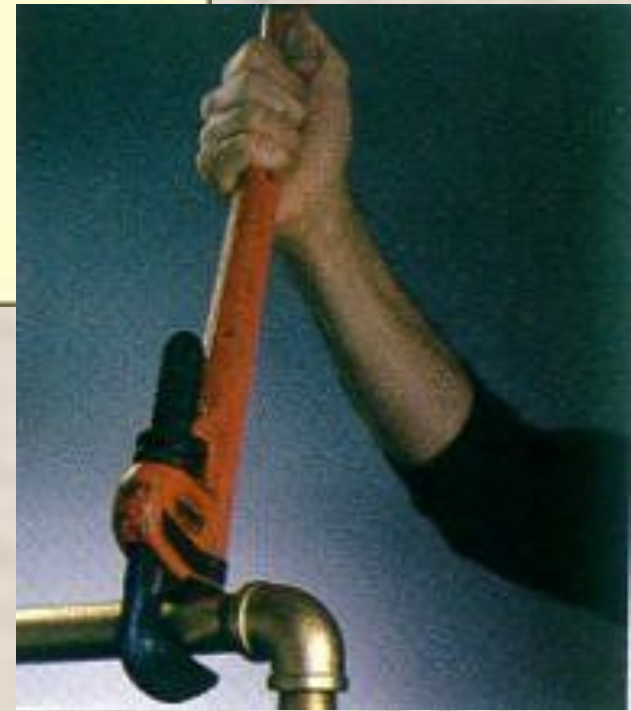
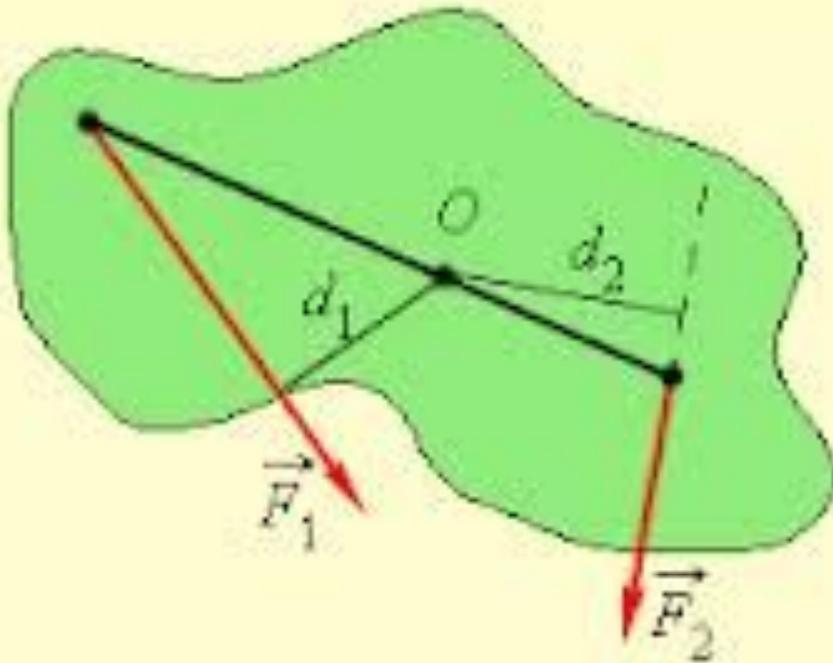
Күш моменті



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

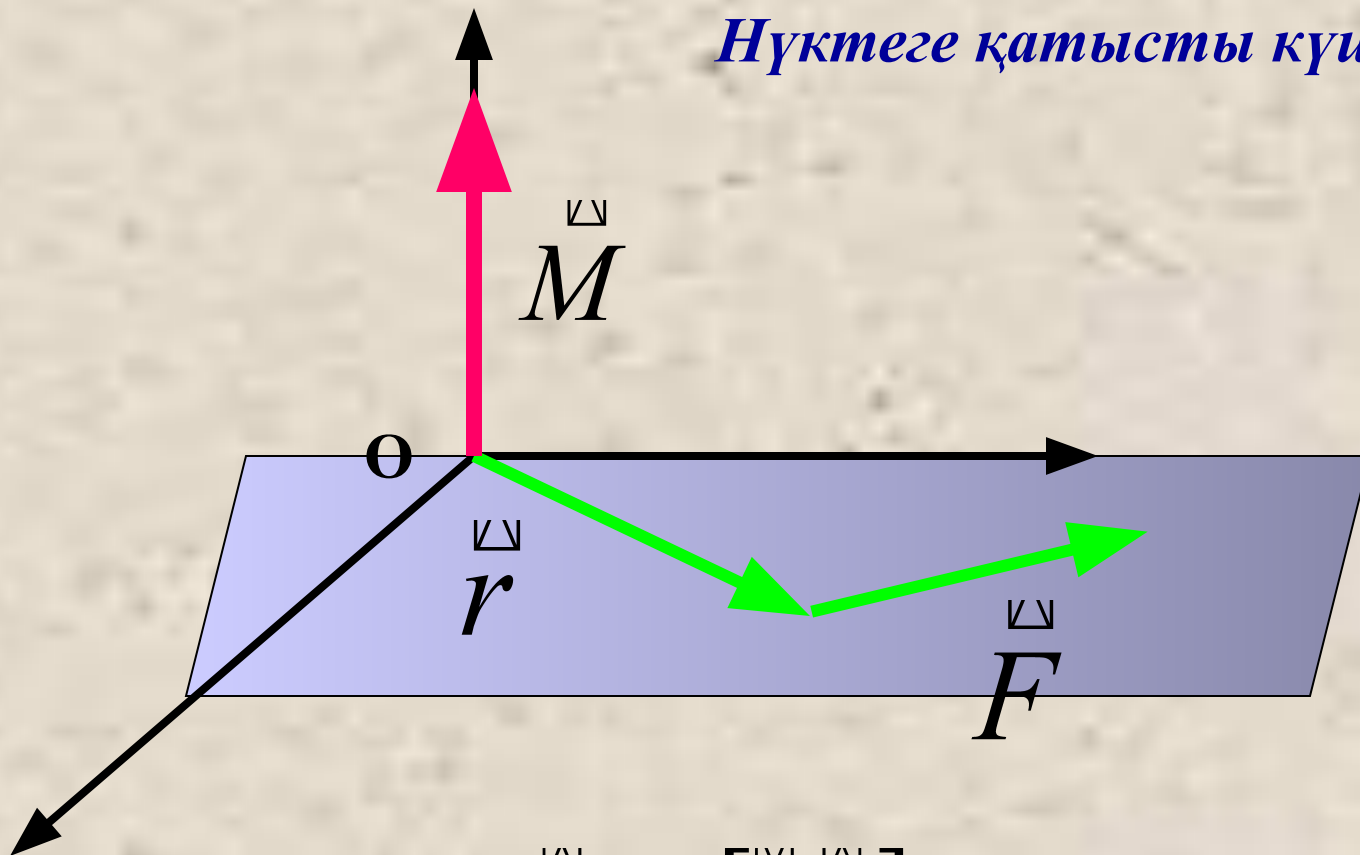
$$M = F \cdot l = Fr \sin \alpha$$

Күш моменті



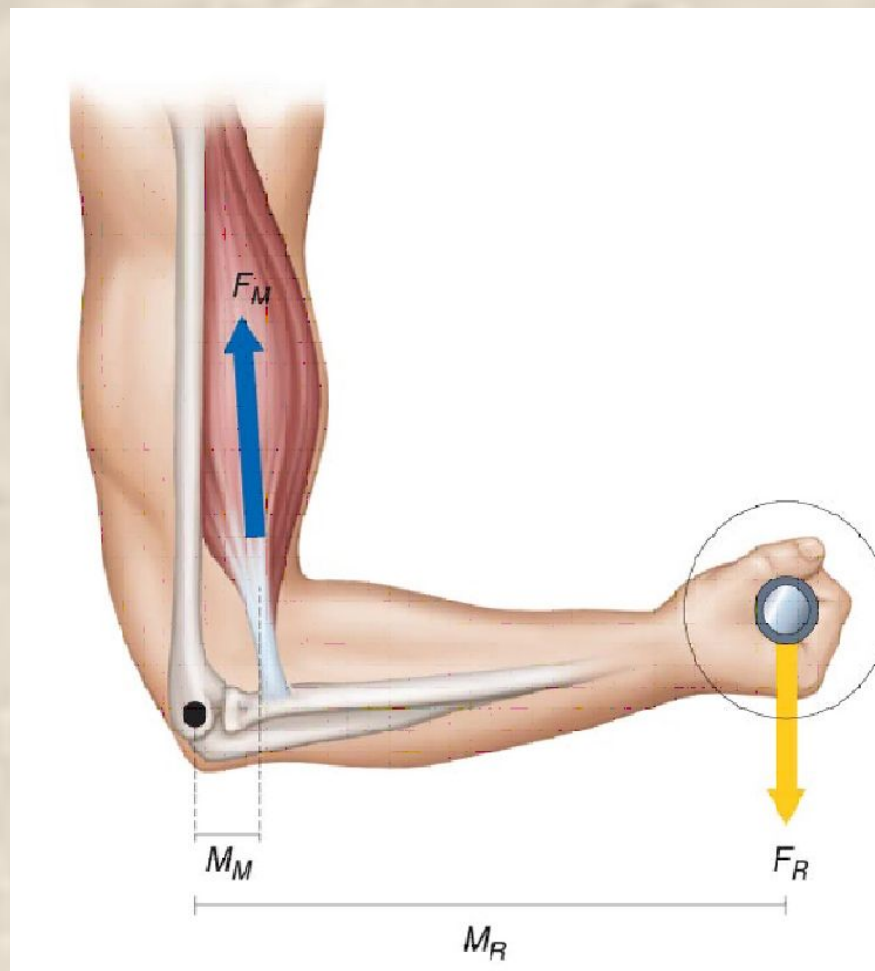
Күш моменті

Нүктеге қатысты күш моменті

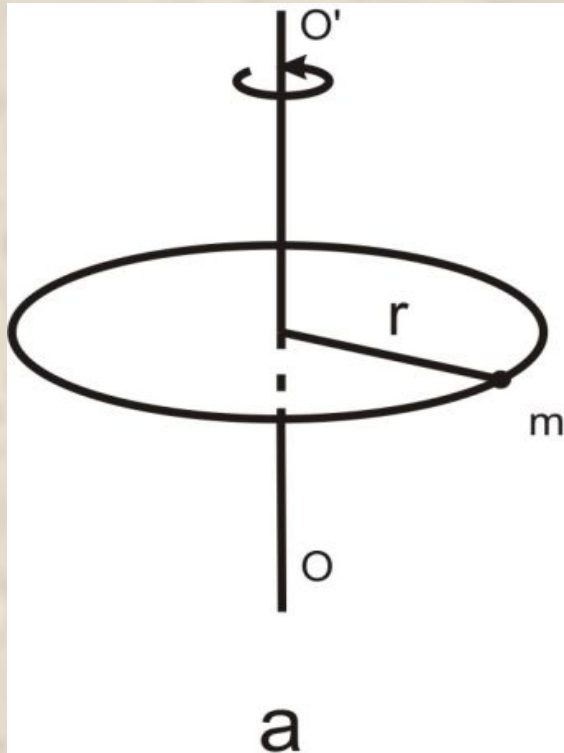


$$\vec{M} = [\vec{r} \vec{F}]$$

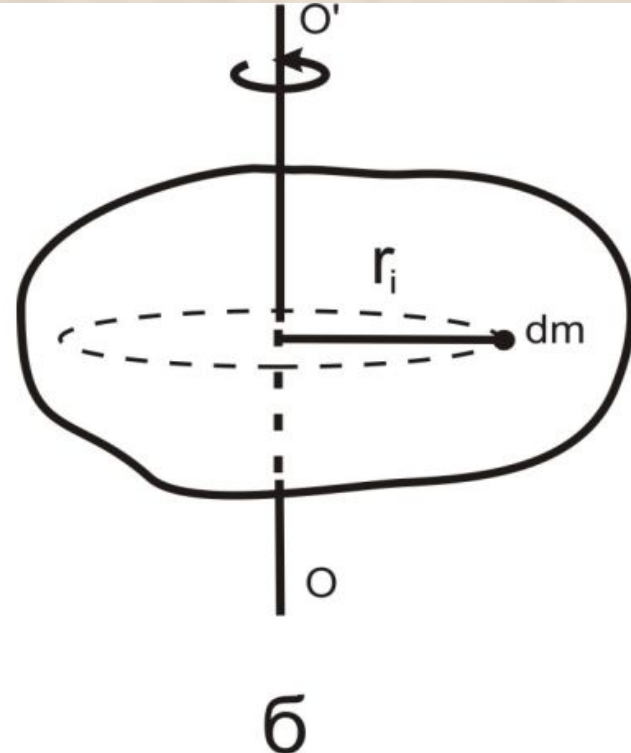
Күш моменті



Инерция моменті



Материялық
нүктенің инерция
моменті



Қатты дененің
инерция моменті

Инерция моменті

Инерция моменті- айналу қозғалысындағы дененің инерция өлшемі

$$J = mr^2$$

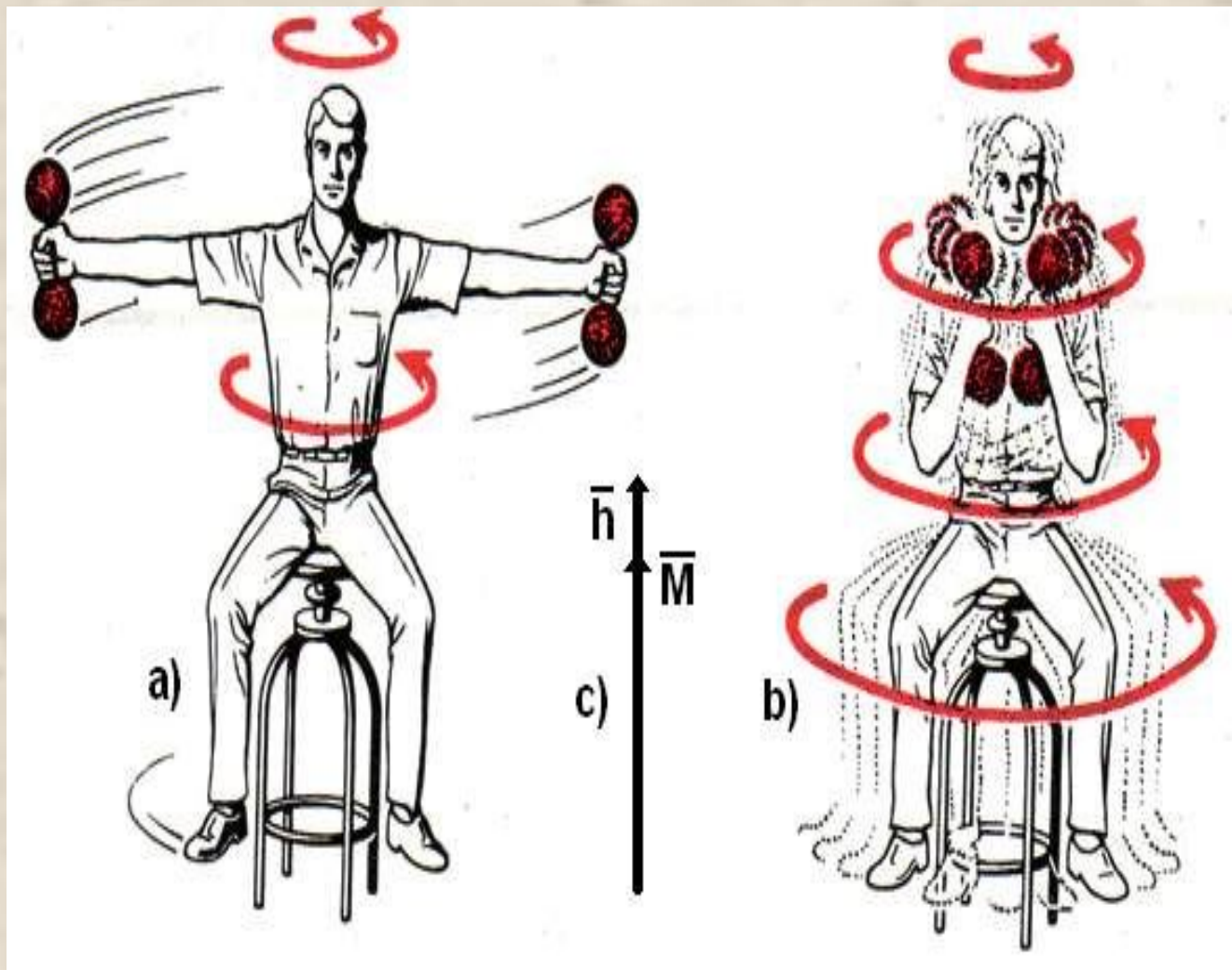
- Материялық нүктенің инерция моменті

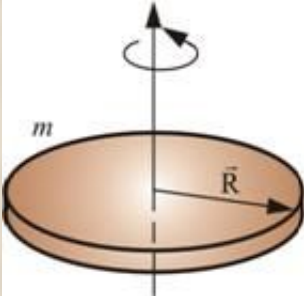
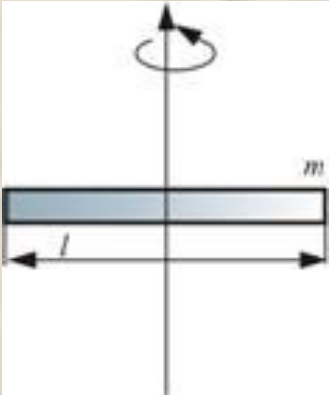
$$J = \sum_i \Delta m_i r_i^2$$

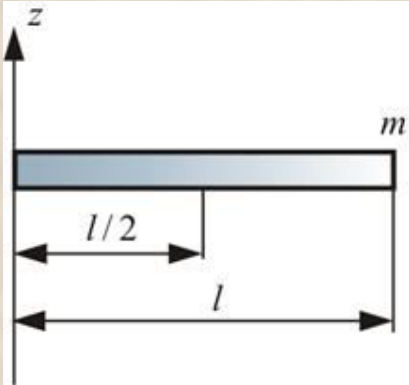
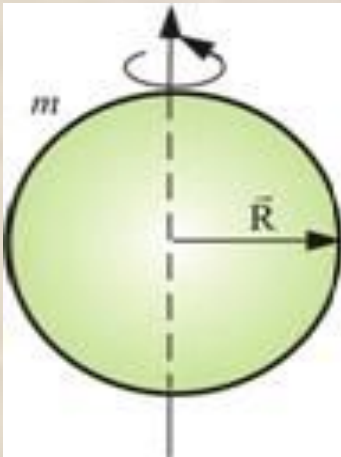
- Қатты дененің инерция моменті

$$J = \int r^2 dm$$

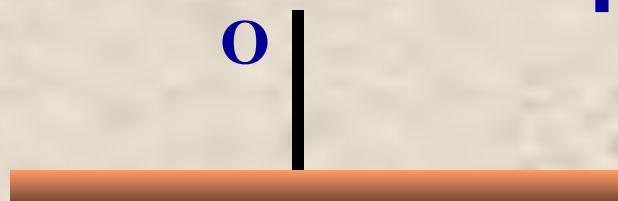
J – кг м²



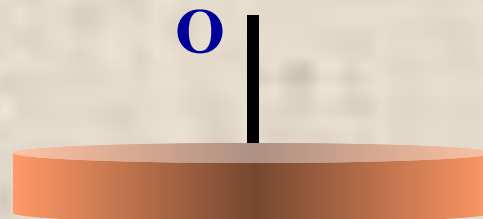
Дене	Айналу осінің жағдайы	Инерция моменті
Радиусы R қуыс жұқа қабырғалы цилиндр	Симметриялар осі	$J = mR^2$
Радиусы R тұтас цилиндр немесе диск	Симметриялар осі 	$J = \frac{1}{2} mR^2$
Ұзындығы ℓ тік жұқа стержень	Ось стерженьге перпендикуляр және оның ортасы арқылы өтеді 	$J = \frac{1}{12} m\ell^2$

Дене	Айналу осінің жағдайы	Инерция моменті
Ұзындығы ℓ тік жұқа стержень	Ось стерженьге перпендикуляр және оның ұшы арқылы өтеді 	$J = \frac{1}{3} m \ell^2$
Радиусы R шар	Ось шардың центрі арқылы өтеді 	$J = \frac{2}{5} m R^2$

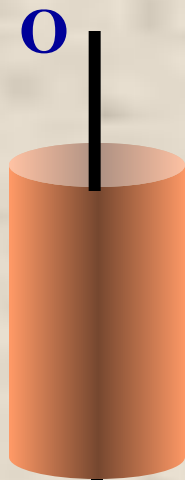
Інерція моменті



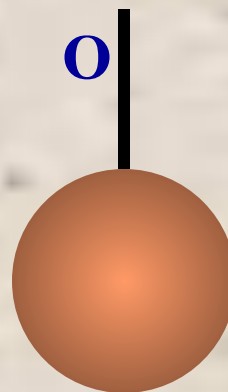
$$J = \frac{1}{12} ml^2$$



$$J = \frac{1}{2} mR^2$$

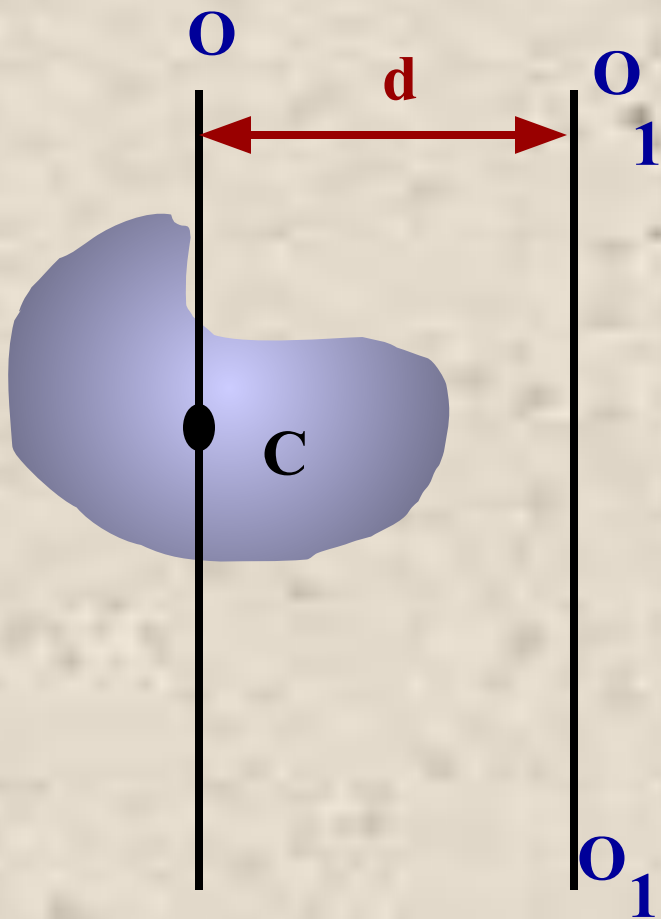


$$J = \frac{1}{2} mR^2$$

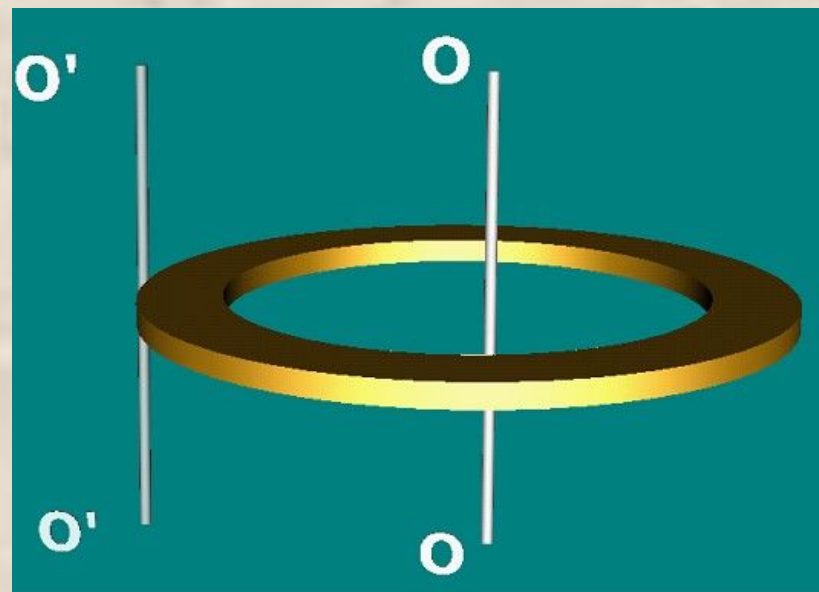


$$J = \frac{2}{5} mR^2$$

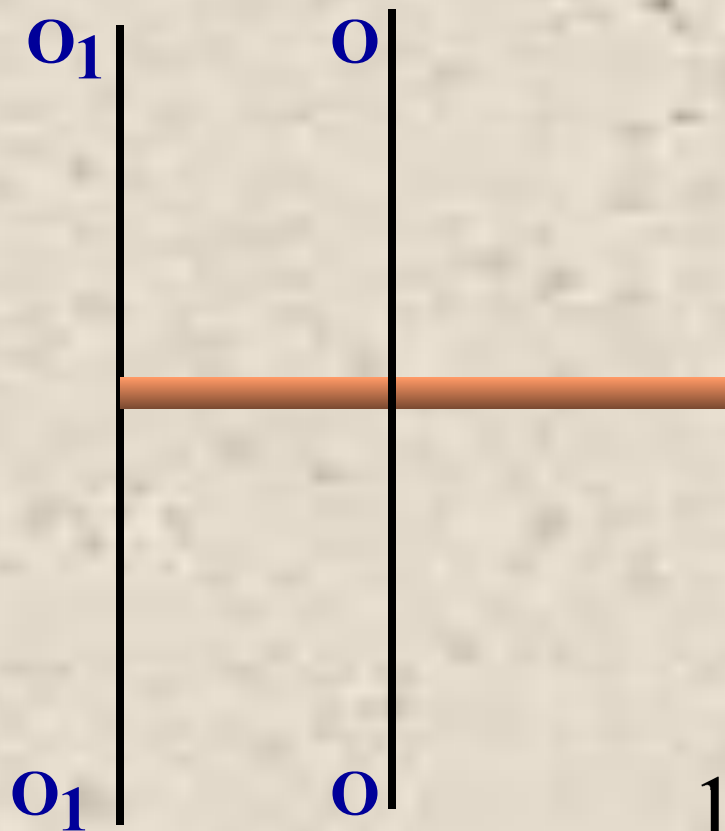
Штейнер теоремасы



$$J = J_0 + md^2$$



Штейнер теоремасының қолданылуы



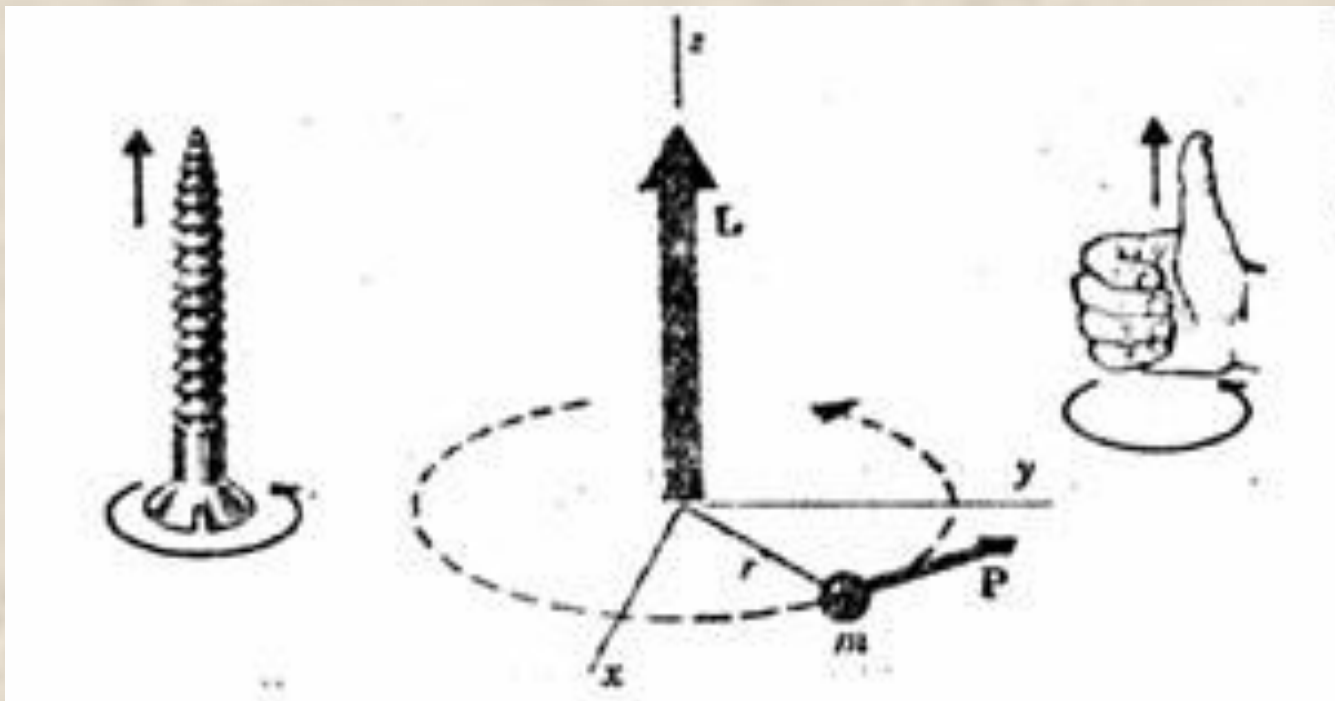
$$J = J_0 + md^2$$

$$J_0 = \frac{1}{12} ml^2$$

$$d = \frac{l}{2}$$

$$J = \frac{1}{12} ml^2 + \frac{1}{4} ml^2 = \frac{1}{3} ml^2$$

Импульс моменты

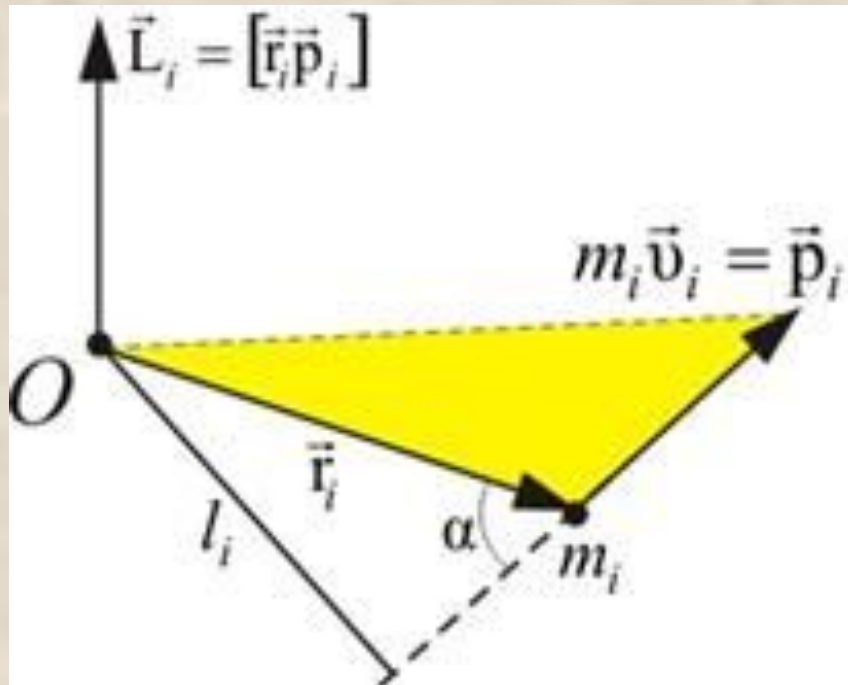


$p = mv$ - нүктенің импульсы

$$\vec{L} = m \vec{v} r$$

$$L = mvr$$

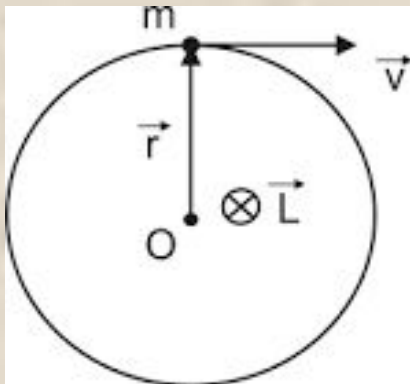
Импульс моменты



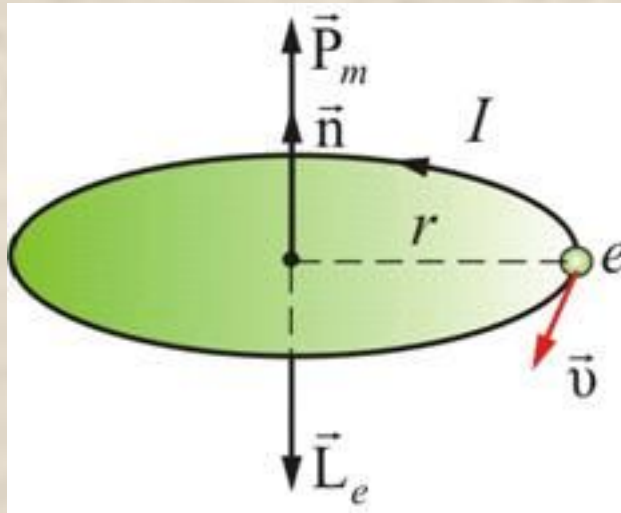
$$L = pr \sin \alpha$$

$$r \sin \alpha = \square$$

$$L = \square P$$



$$L = m v \square$$



$$L = \sum_i L_i = \sum_{i=1}^n (m_i v_i r_i) = \sum_i \omega r_i^2 m_i = \omega \sum_i r_i^2 m_i = \omega \sum_1^n J_i = \omega J$$

$$L = \omega J$$

$$\varepsilon = \frac{M}{J}$$

$$M = J\varepsilon = J \frac{d\omega}{dt}$$

$$Mdt = J(d\omega) = d(J\omega) = dL$$

$$\frac{dL}{dt} = M$$

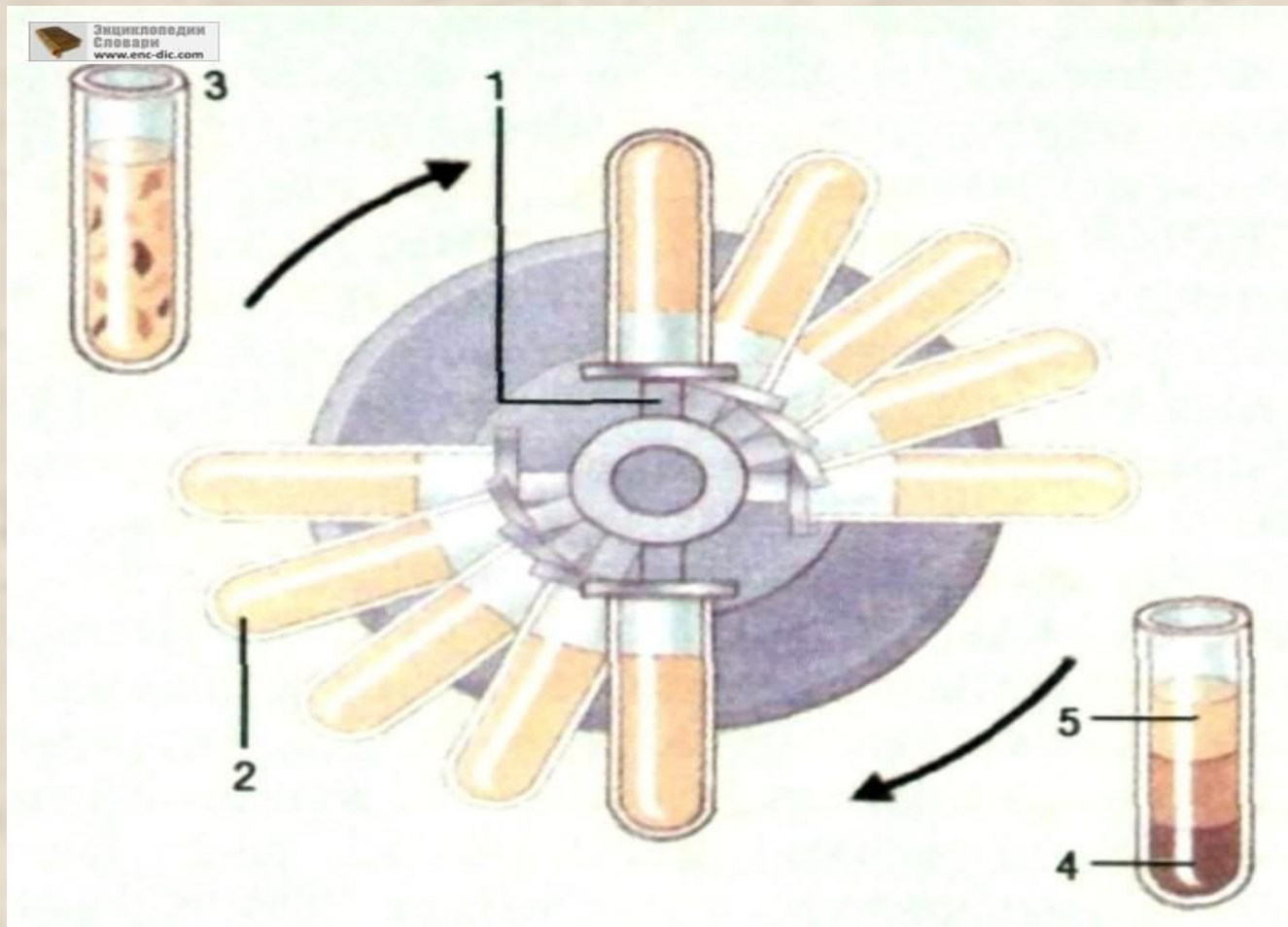
$$Mdt = dL$$

Айналу қозғалысы динамикасының негізгі заңы

$$M = J\varepsilon$$

$$\frac{dL}{dt} = M$$

Центрифуга





Ілгерілемелі қозғалыс

Масса m

Күш F

Импульс $P=mv$

Динамиканың негізгі
заңы $F=ma$

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

Айналмалы қозғалыс

Инерция моменті J

Күш моменті M

Импульс моменті $L=J\omega$

Динамиканың негізгі
заңы $M=J\varepsilon$

$$\frac{dL}{dt} = M$$

Механикадағы сақталу заңдары

№4 Лекция жоспары

1. Импульс сақталу заңы
2. Импульс моментінің сақталу заңы
3. Жұмыс және энергия
4. Кинетикалық энергия
5. Потенциалдық энергия
6. Айналмалы қозғалыс кезіндегі жұмыс пен энергия
7. Энергия сақталу заңы

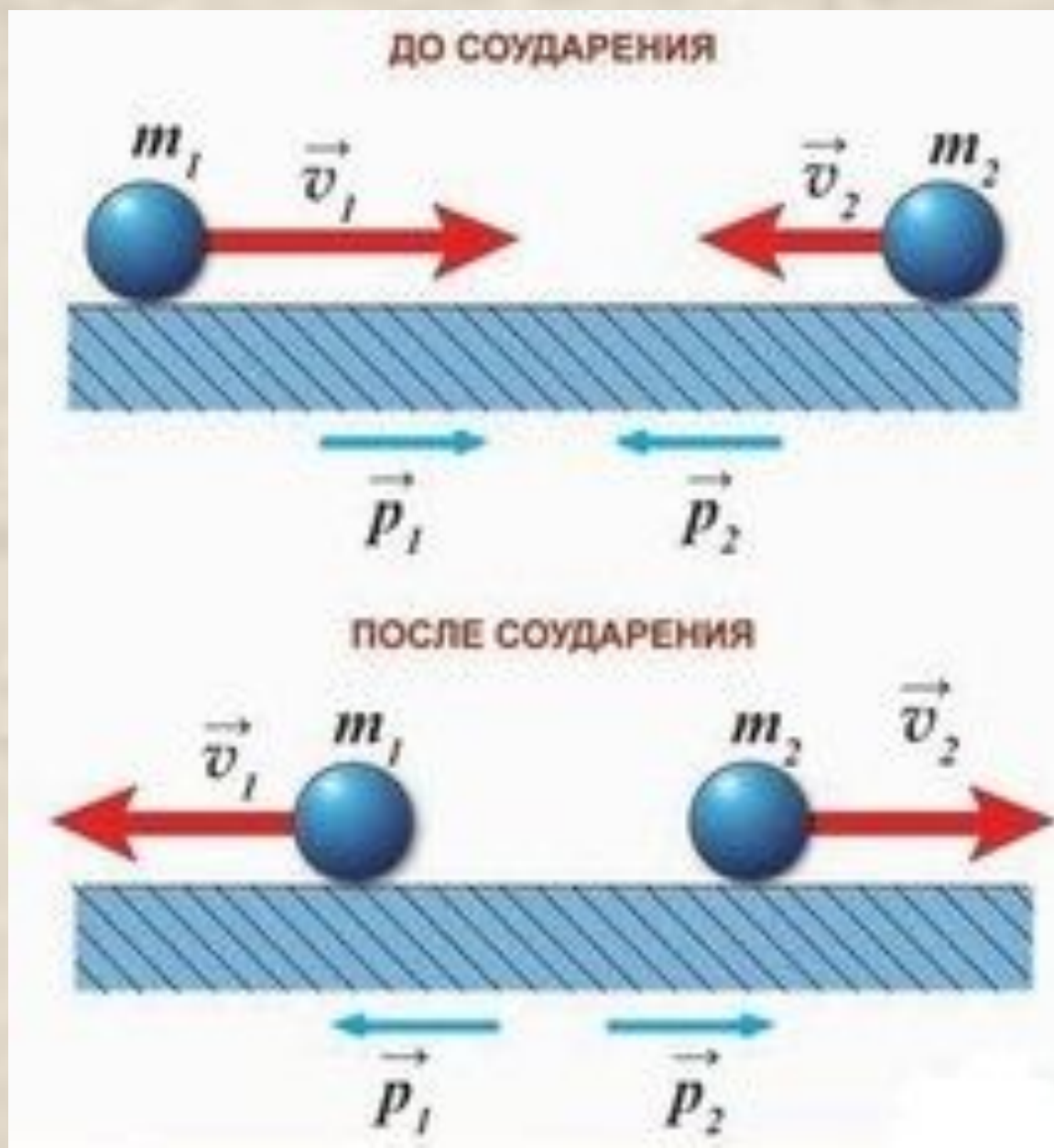
Импульс сақталу заңы

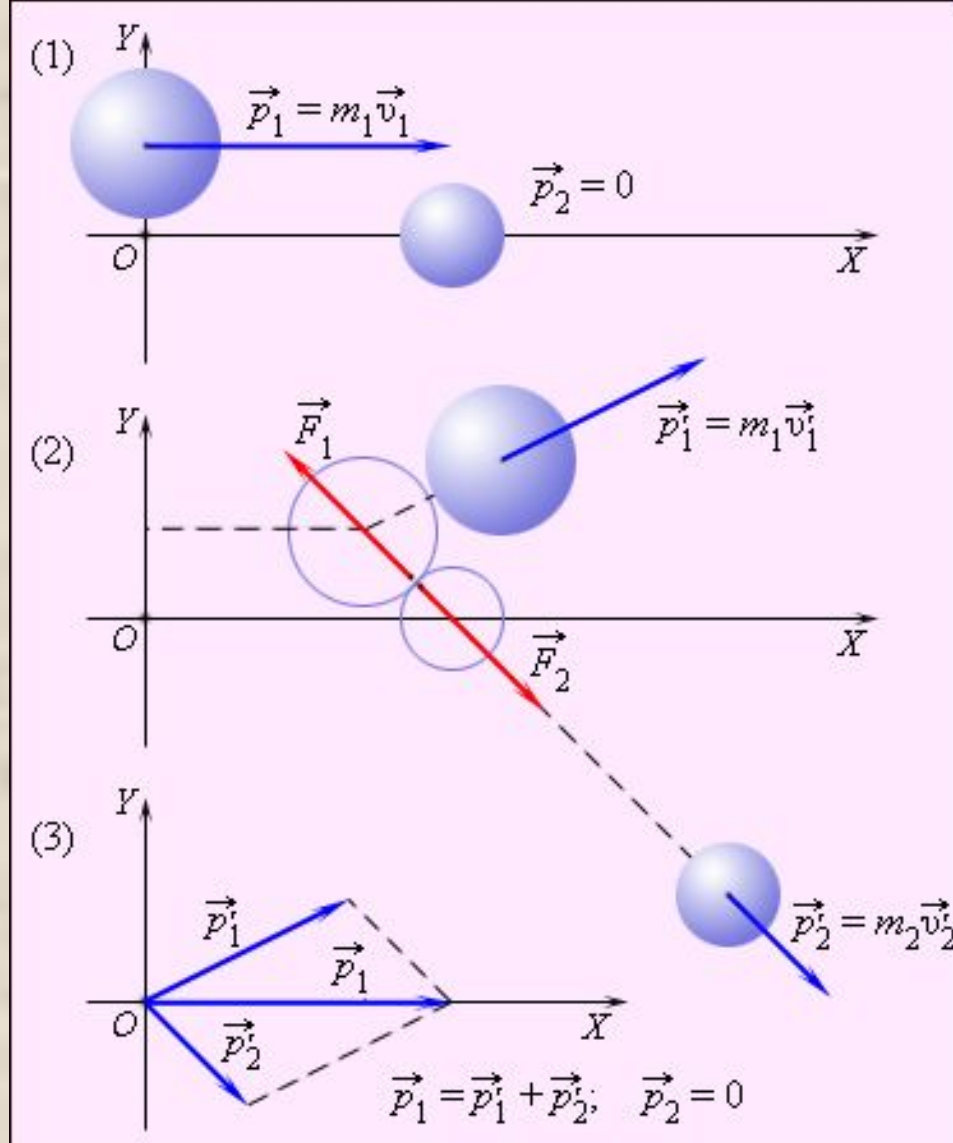
$$Fdt = m\vartheta_2 - m\vartheta_1 \qquad \frac{dP}{dt} = \sum F_i$$

$$\sum F_i = 0 \qquad \frac{dP}{dt} = 0 \qquad P = \textit{const}$$

$$P = mv = \textit{const}$$

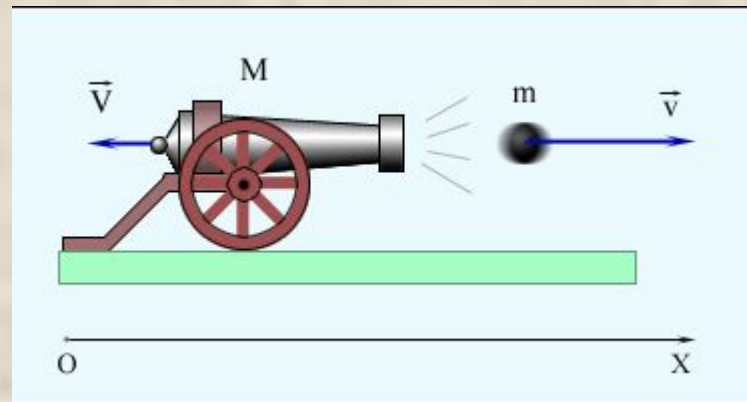
Импульс сақталу заңы





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

Импульс сақталу заңы



Тұйық жүйеде жүйенің толық импульсы өзгермейді

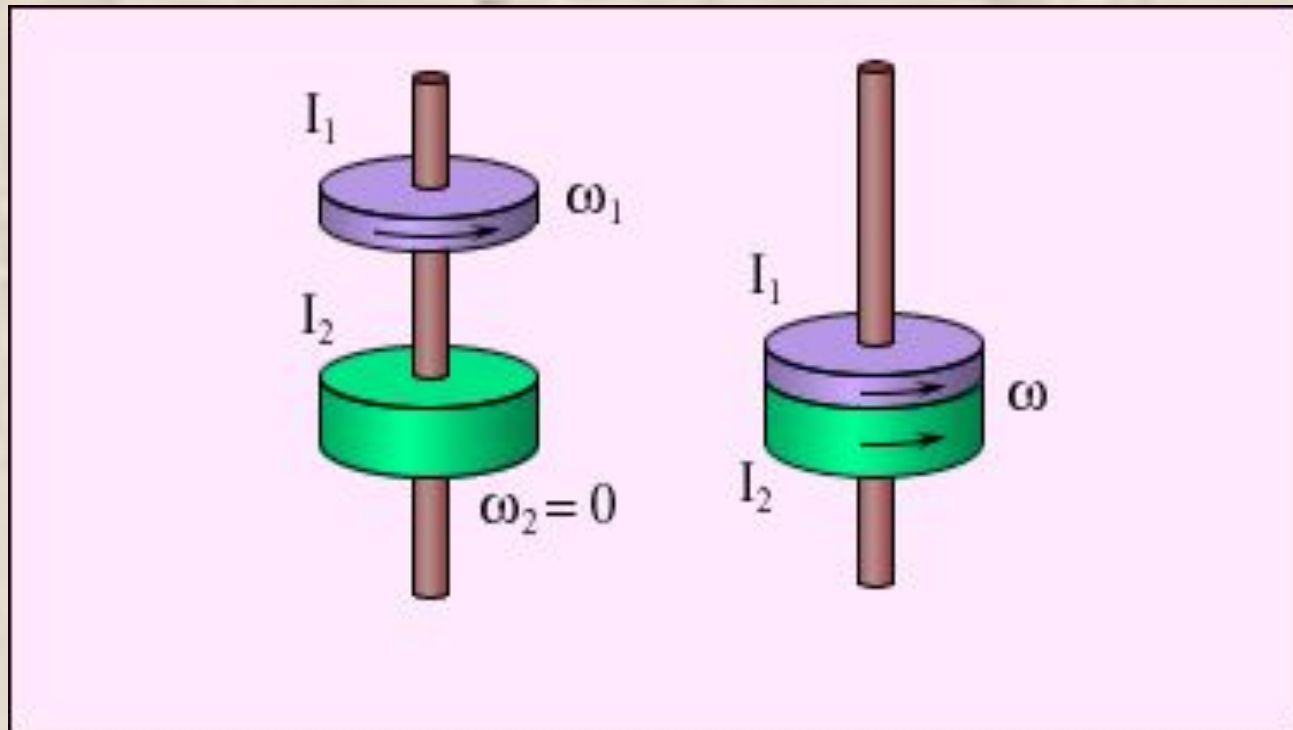
Импульс моментінің сақталу заңы

$$\frac{dL}{dt} = M$$

$$M = 0$$

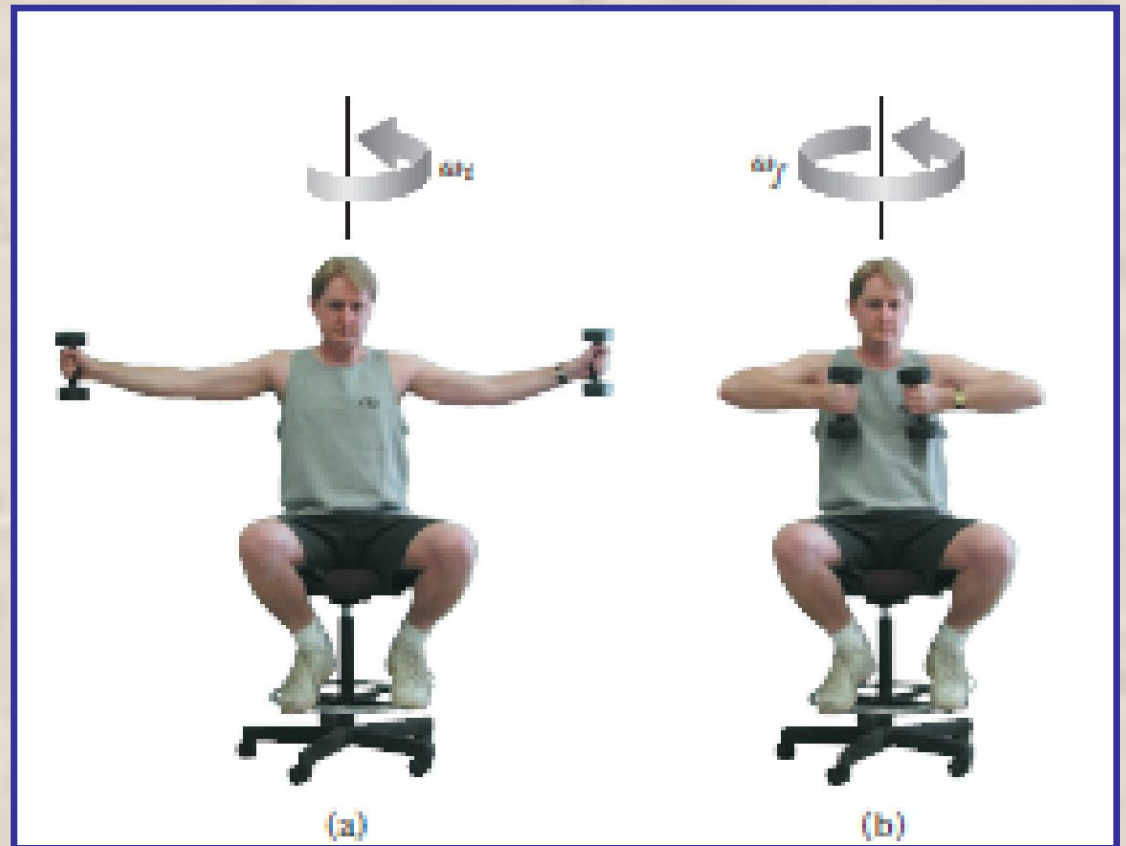
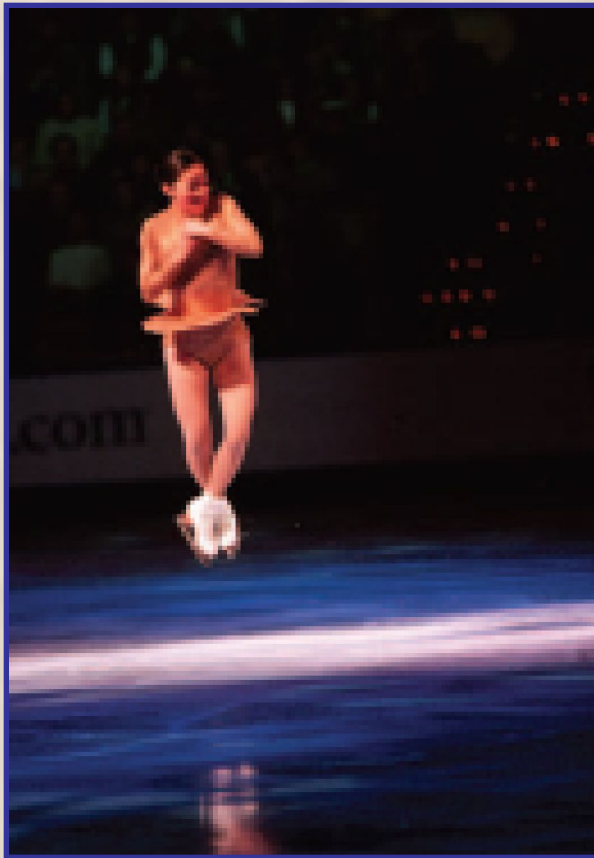
$$\frac{dL}{dt} = 0$$

$$L = \text{const}$$



$$L = J\omega$$

$$J_1\omega_1 = (J_1 + J_2)\omega \quad \omega_2 = 0$$



$$J_1\omega_1 = J_2\omega_2$$

Энергия — қозғалыстың және материя түрлерінің әсер ету мөлшерлерінің өлшемі.

Материяның әр түрлі қозғалыстарымен энергияның әр түрлері байланысты.



механикалық



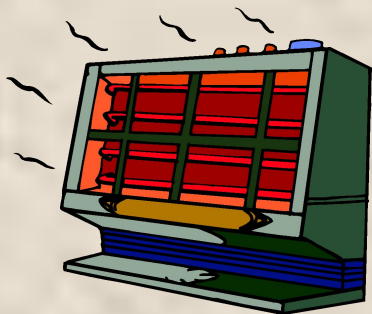
дыбыстық



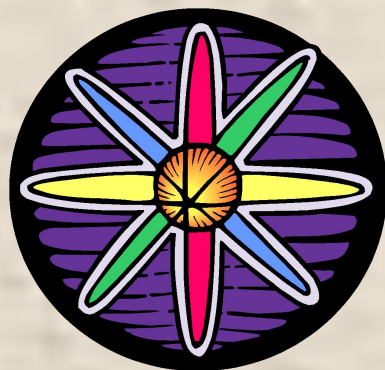
химиялық



электрлік



жылулық



ядролық



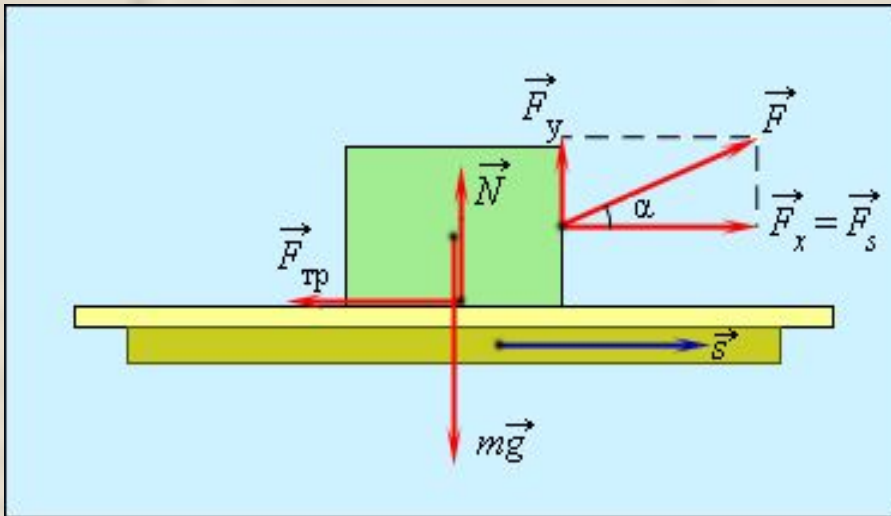
Сәулелену



магниттік

Механикалық жұмыс- скалярлық шама

Элементарлық жұмыс



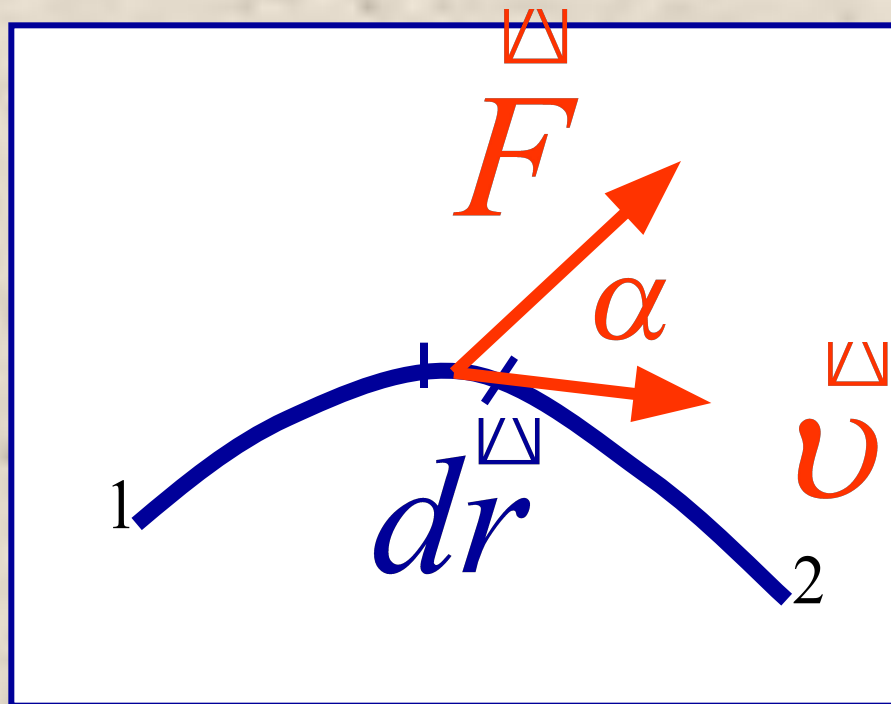
Түзу сызықты қозғалыс кезінде тұрақты күш әсерімен

$$dA = FdS$$

$$A = FS\cos\alpha = F_s S$$

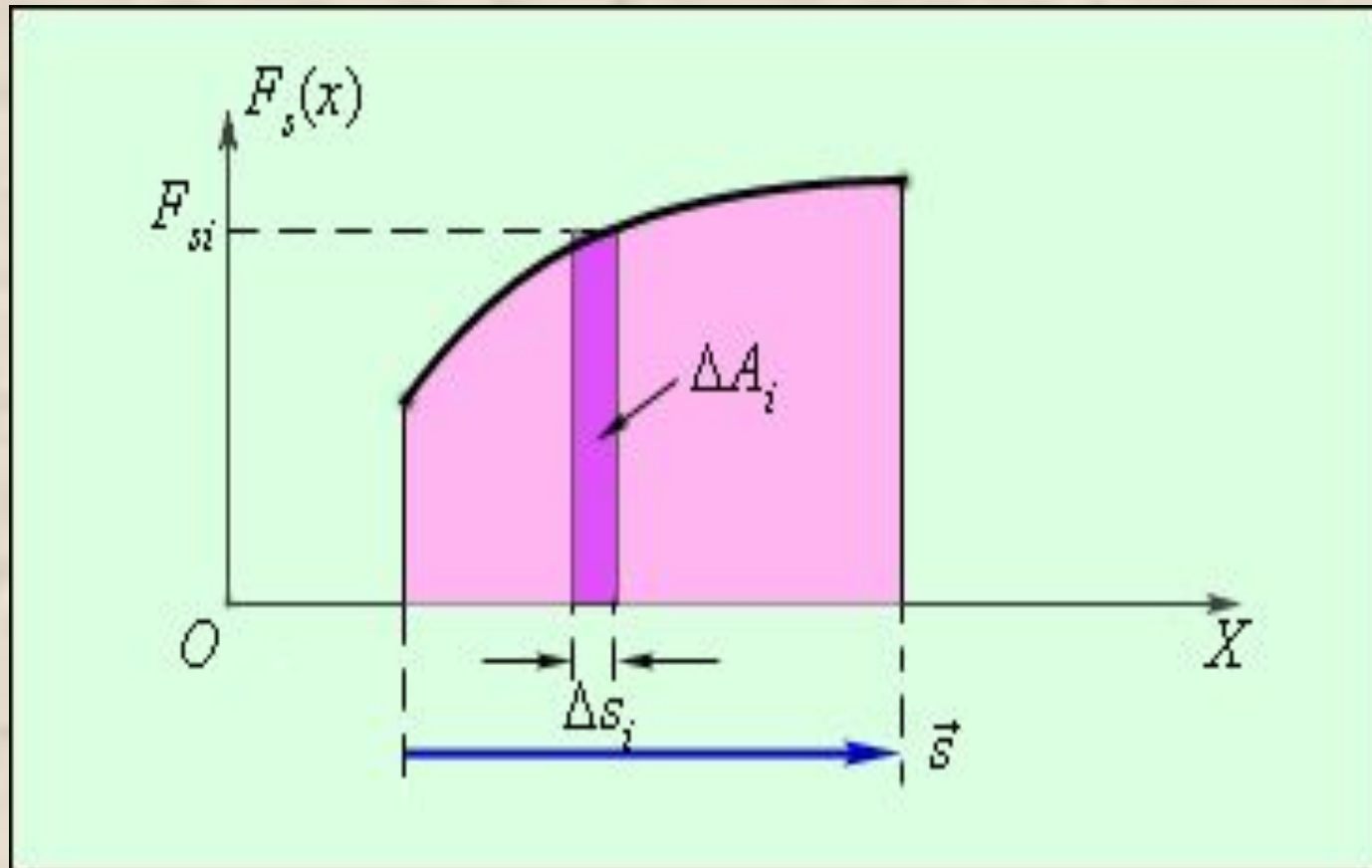
Күш жұмысы

Жалпы кезінде

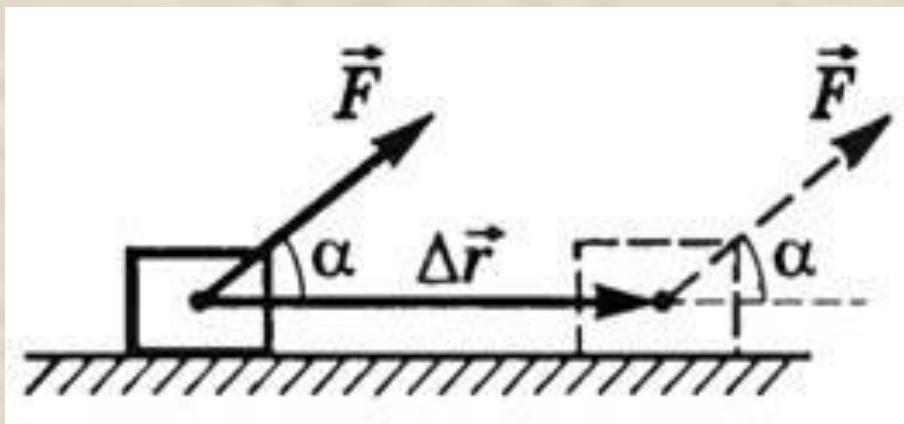


$$A = \int_1^2 dA = \int_1^2 F dS \cos \alpha = \int_1^2 \vec{F} \cdot \vec{dr}$$

График арқылы анықтамасы



$$A = \sum \Delta A_i$$



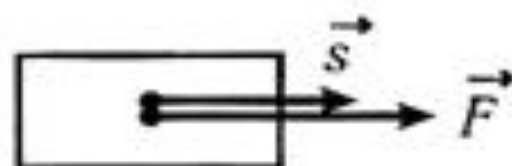
$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} * \text{ м}$$

$$\alpha < 90^0, A > 0$$

$$90^0 < \alpha < 180^0, A < 0$$

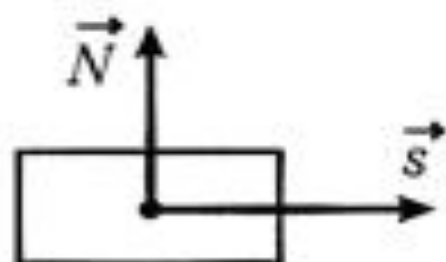
$$\alpha = 90^0, A = 0$$

1



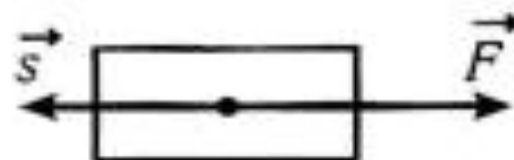
$$A = Fs$$

2



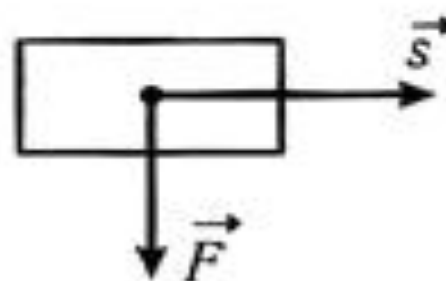
$$A = 0$$

3

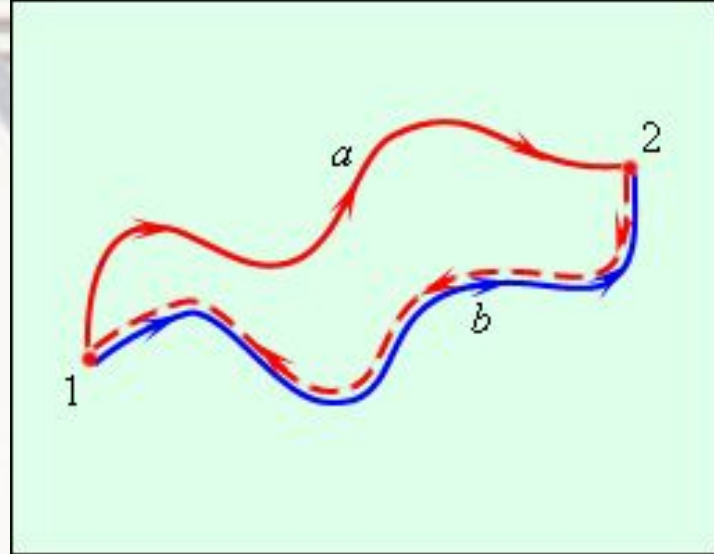
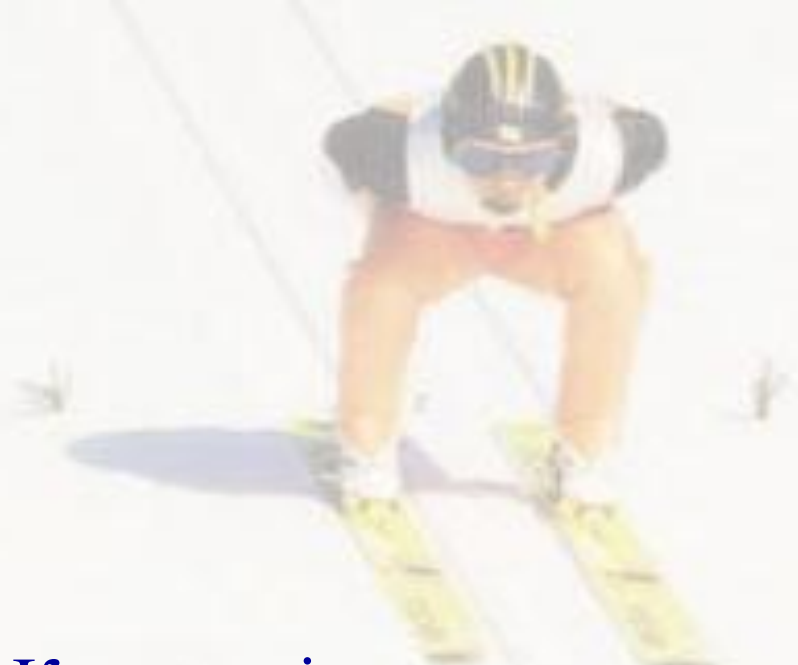


$$A = -Fs$$

4

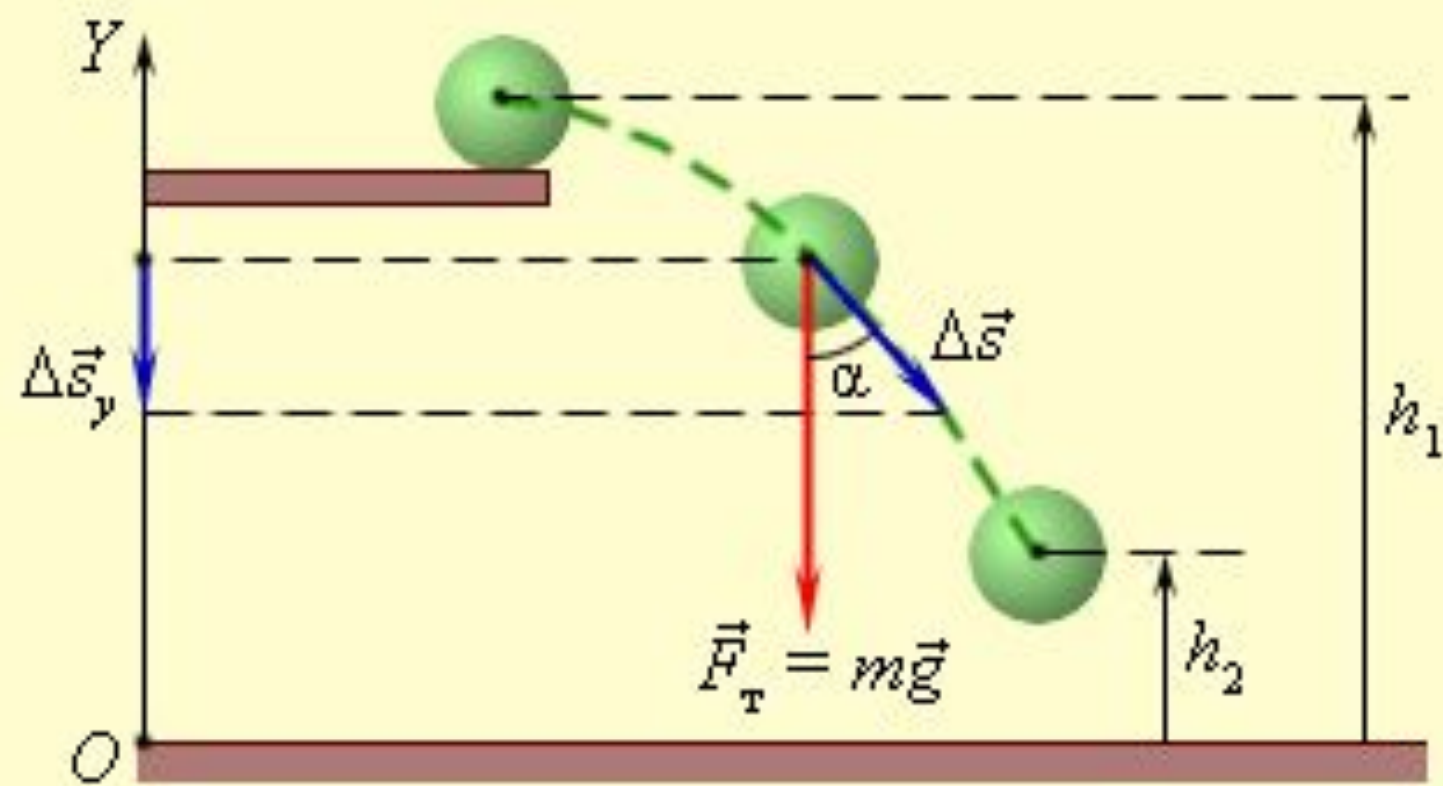


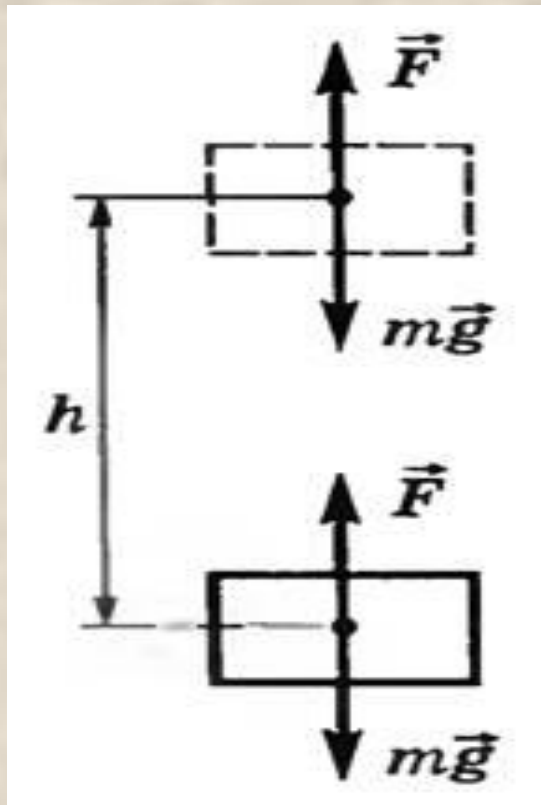
$$A = 0$$



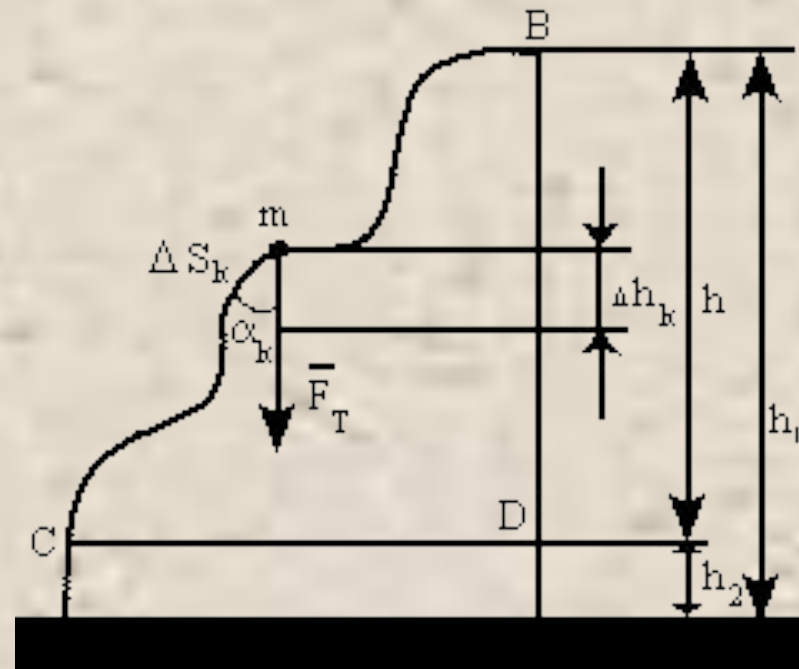
Күштердің денеге қатысты істейтін жұмысы жолға тәуелді болмаса, дененің тек қана бастапқы және соңғы орындарымен ғана анықталатын жағдайда **консервативтік** күштер деп аталады .

Қарсы жағдайда күш - **диссипативтік** дейді Мысалы:
– үйкеліс күші. Консервативтік күштердің жұмысы түйік жолда нольге тең

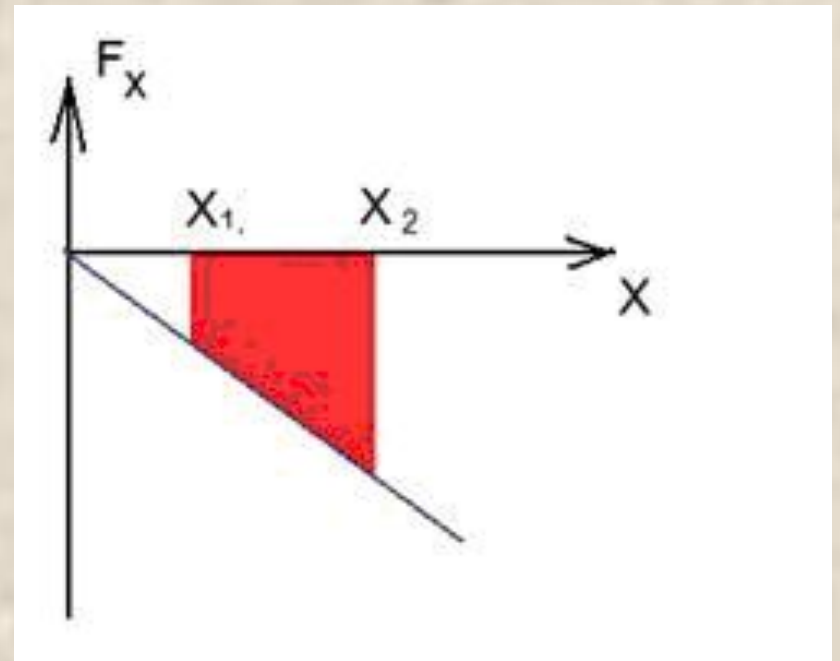
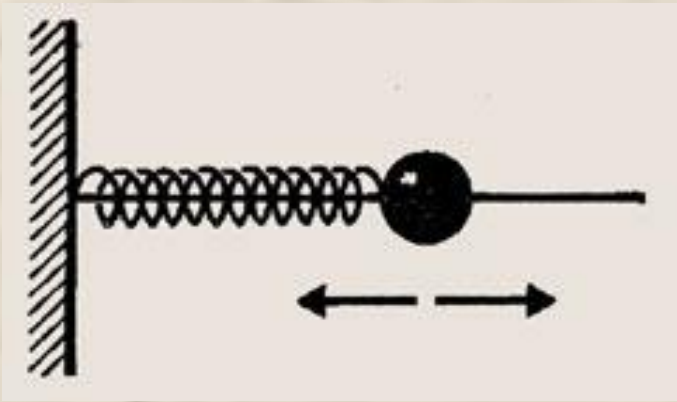




$$A = mgh$$



$$A = mg\Delta h = F_T\Delta h$$



$$F_c = -kx \qquad F_x = -F_c = kx$$

$$dA = F_x dx = kx dx$$

$$A = \int_0^x kx dx = \frac{kx^2}{2}$$

$$A = \frac{kx^2}{2}$$

Қуат

$$N = \frac{\Delta A}{\Delta t}$$

$$N = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{dA}{dt}$$

$$N = \frac{dA}{dt} = \frac{F dS}{dt} = F \frac{dS}{dt} = F v$$

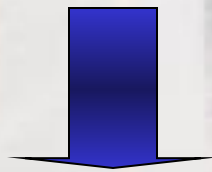
$$N = F v$$

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж} / \text{с}$$

Кинетикалық энергия

Кинетикалық энергия — дененің қозғалыс энергиясы

$$\begin{aligned} dA &= \vec{F} \cdot d\vec{r} = m\vec{a} \cdot d\vec{r} = m \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot d\vec{r} = \\ &= m \frac{d\vec{r}}{dt} \cdot d\vec{v} = m\vec{v} d\vec{v} = m v dv \end{aligned}$$



$$A = \int_{v_1}^{v_2} dA = \int_{v_1}^{v_2} m v dv = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2}$$

Кинетикалық энергия

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$P = mv$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m^2 v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$$



Кинетикалық энергия:

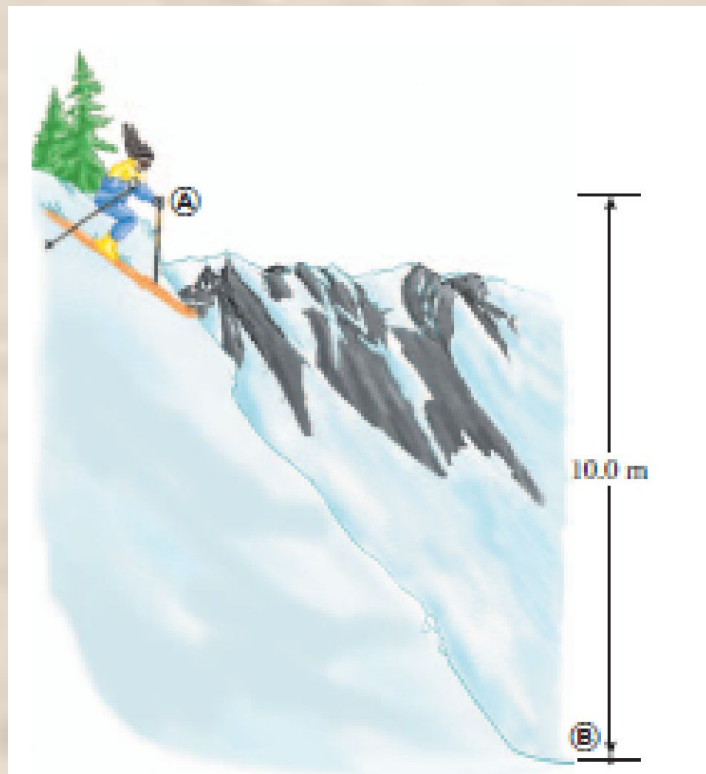
Оң шама;

Әр түрлі жүйелерде бірдей емес

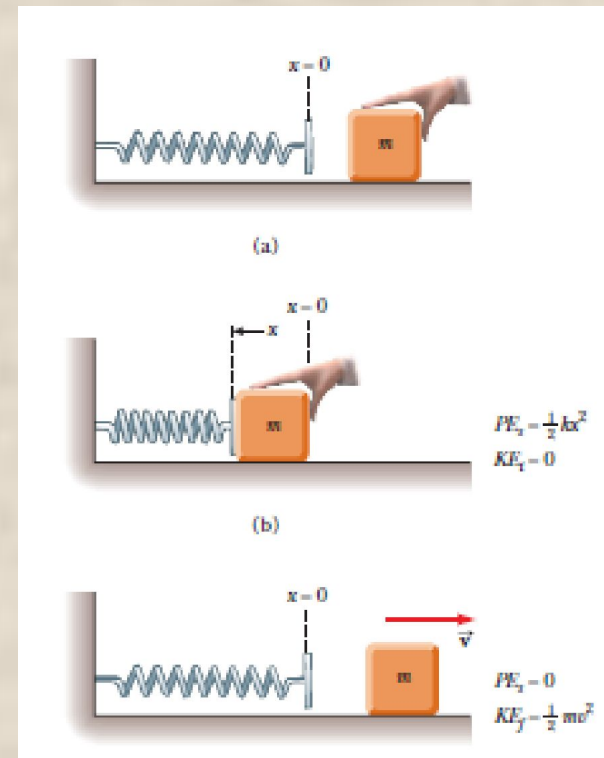
Потенциалдық энергия

Потенциалдық энергия әсер ететін денелердің, не болмаса дененің бөлшектерінің өзара әсерлесуімен анықталады





$$E_p = mgh$$



$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

$$dA = F_x dx$$

$$dA = -dE_p$$

$$F_x dx = -dE_p$$

$$F_x = -\frac{dE_p}{dx}$$

$$F_x = -\frac{\partial E_p}{\partial x}$$

$$F = -\left(\frac{\partial E_p}{\partial x} i + \frac{\partial E_p}{\partial y} j + \frac{\partial E_p}{\partial z} k \right)$$

$$\textit{grad} = \frac{\partial}{\partial x} i + \frac{\partial}{\partial y} j + \frac{\partial}{\partial z} k$$

Гамильтон операторы, не болмаса набла операторы

$$\textit{grad}E = \nabla E$$

$$F = -\textit{grad}E_p \qquad F = -\nabla E_p$$

Потенциалдық энергия мен күш
арасындағы байланыс :

$$\vec{F} = -grad E_p$$

Айналмалы қозғалыс кезіндегі энергия

$$E_k = \frac{\sum_i \Delta m_i v_i^2}{2} = \frac{\sum_i \Delta m_i (\omega r_i)^2}{2} = \frac{\omega^2}{2} \sum_i \Delta m_i r_i^2$$

$$E_k = \frac{J\omega^2}{2}$$

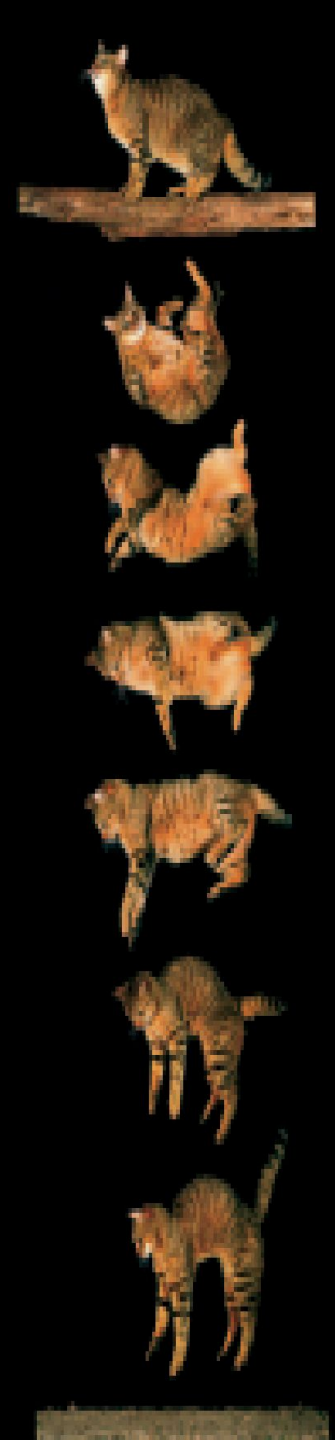


Кинетикалық энергия

Айналмалы қозғалыс кезіндегі жұмыс пен энергия

Егер дене бір мезгілде айналмалы және ілгерілемелі қозғалатын болса, оның кинетикалық энергиясы

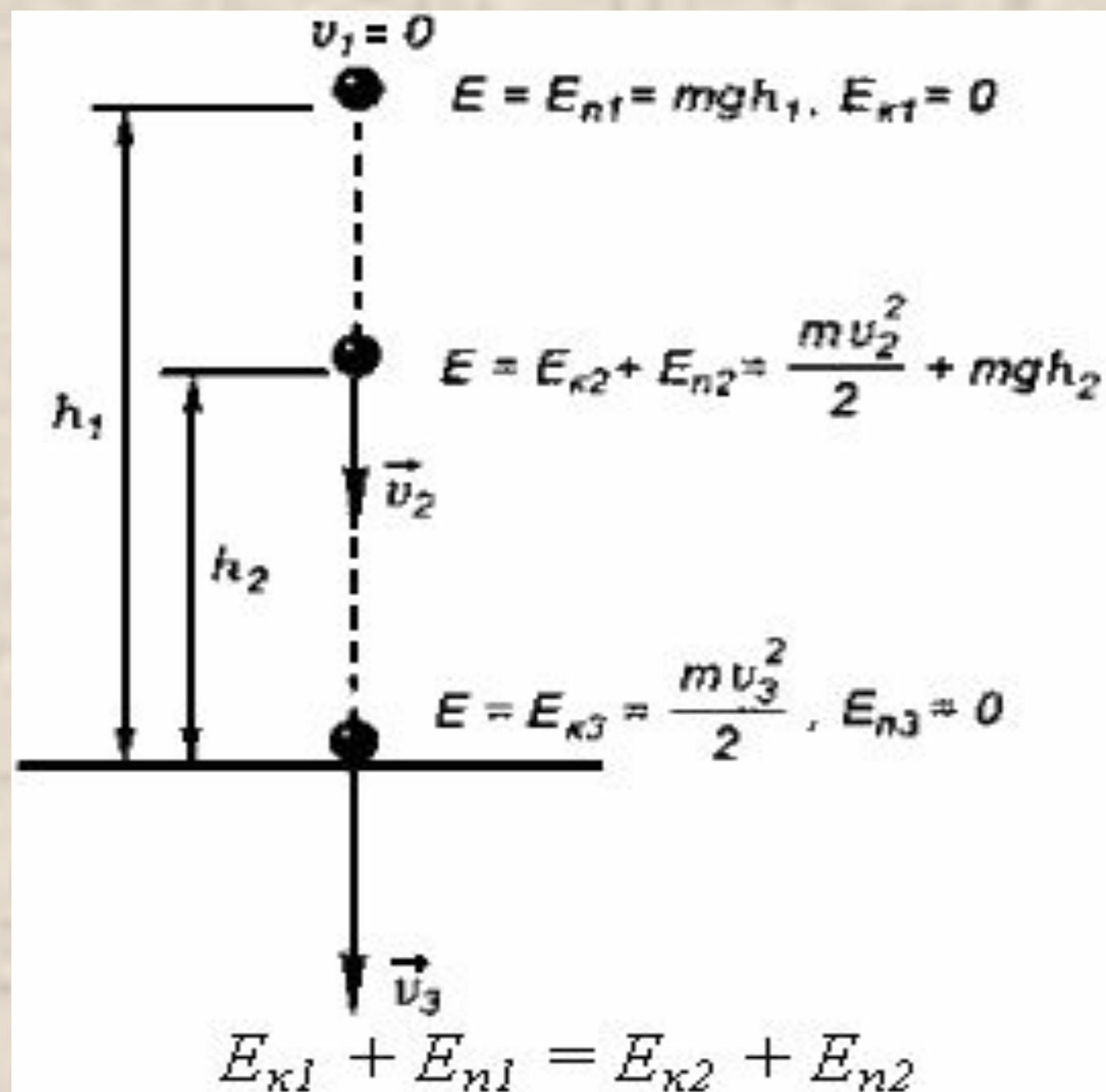
$$E_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$$

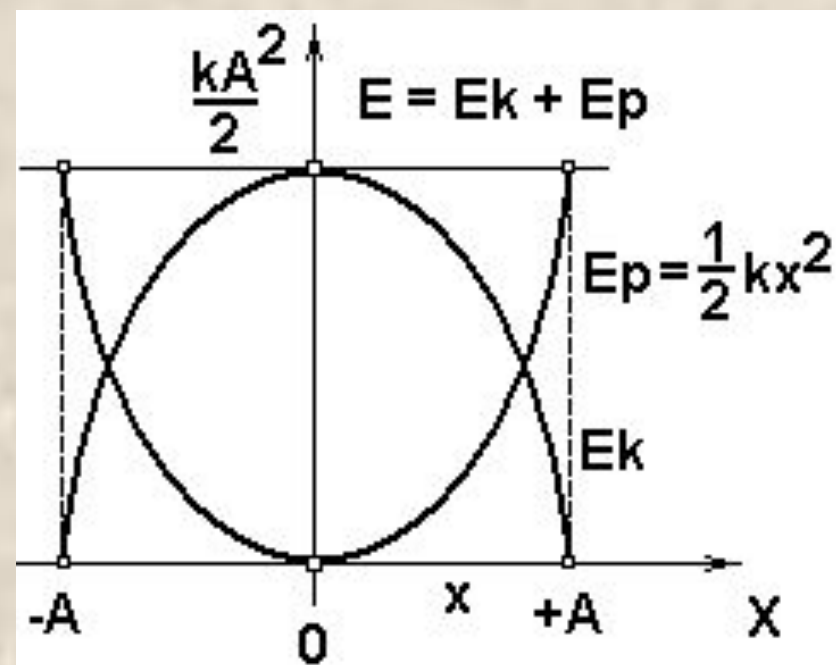
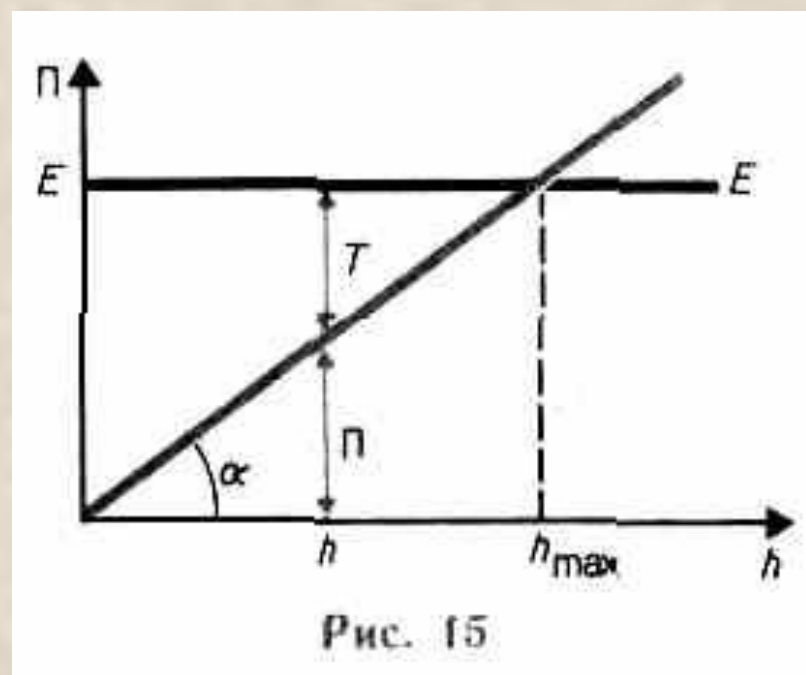


Энергия сақталу заңы (*механикада*)

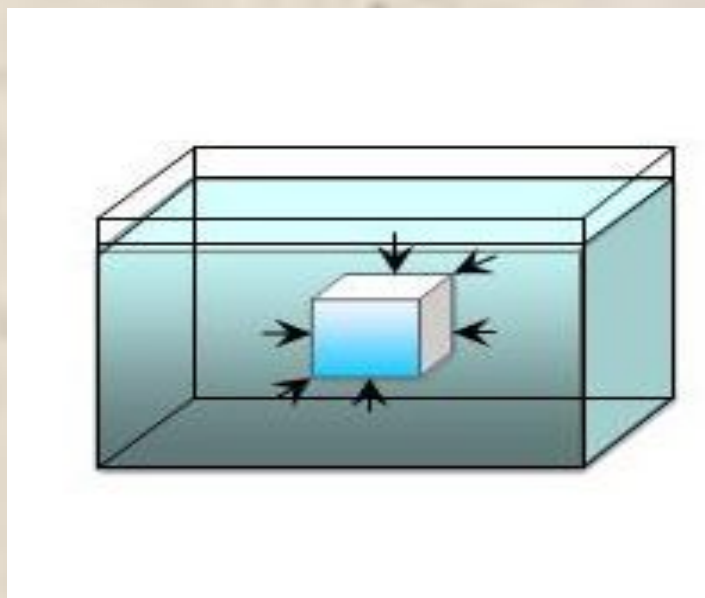
Тұйық жүйенің механикалық энергиясы
қозғалыс кезінде өзгермейді

$$E = E_k + E_p = \textit{const}$$



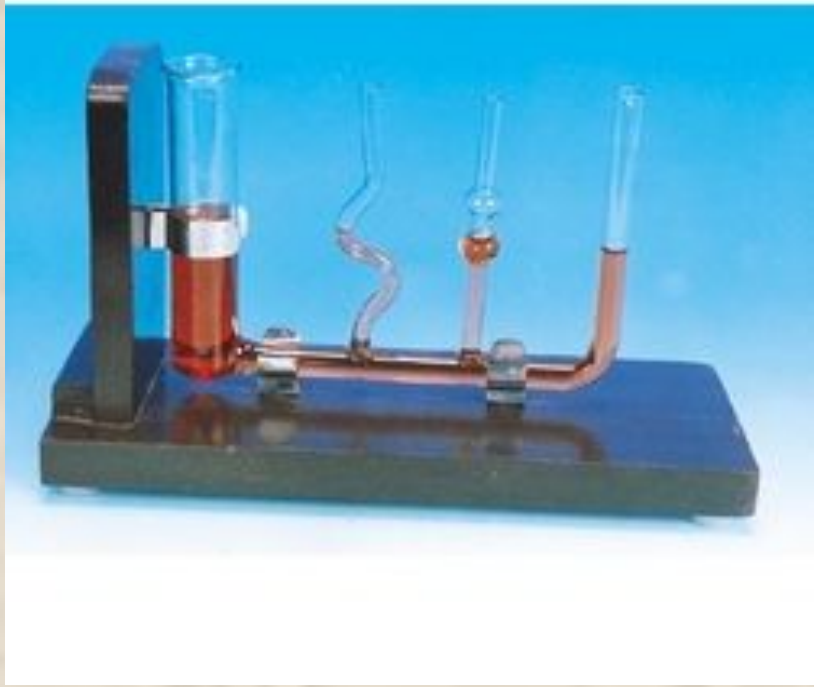


Тұтас орталар механикасының элементтері



Лекция жоспары

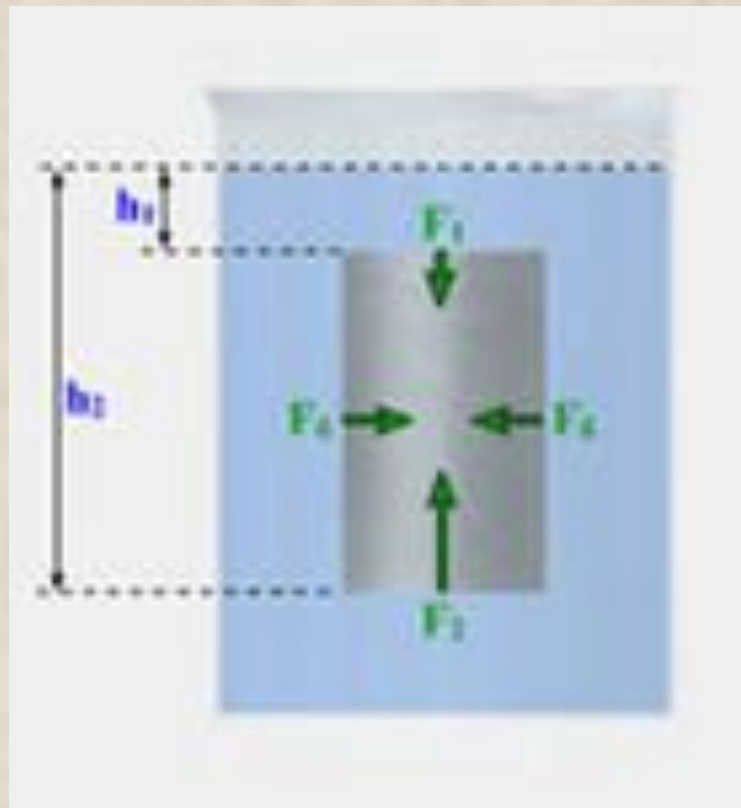
1. Тұтас орта ұғымы
2. Сұйықтар мен газдардың жалпы қасиеттері
3. Идеал және тұтқыр сұйық
4. Бернулли теңдеу
5. Сұйықтардың ламинарлық және турбуленттік ағыны.
6. Стокс формуласы.
7. Пуазель формуласы.



$$P = \frac{\Delta F}{\Delta S}$$

$$P = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta S} = \frac{dF}{dS}$$

$$P = \frac{H}{m^2} = \Pi a$$



$$P = \frac{mg}{S} = \frac{\rho g Sh}{S} = \rho gh$$

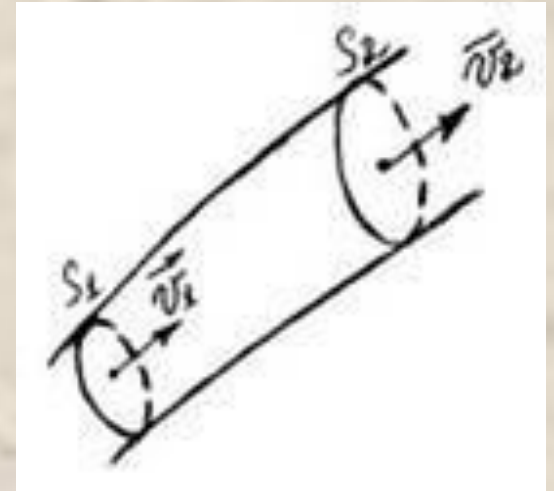
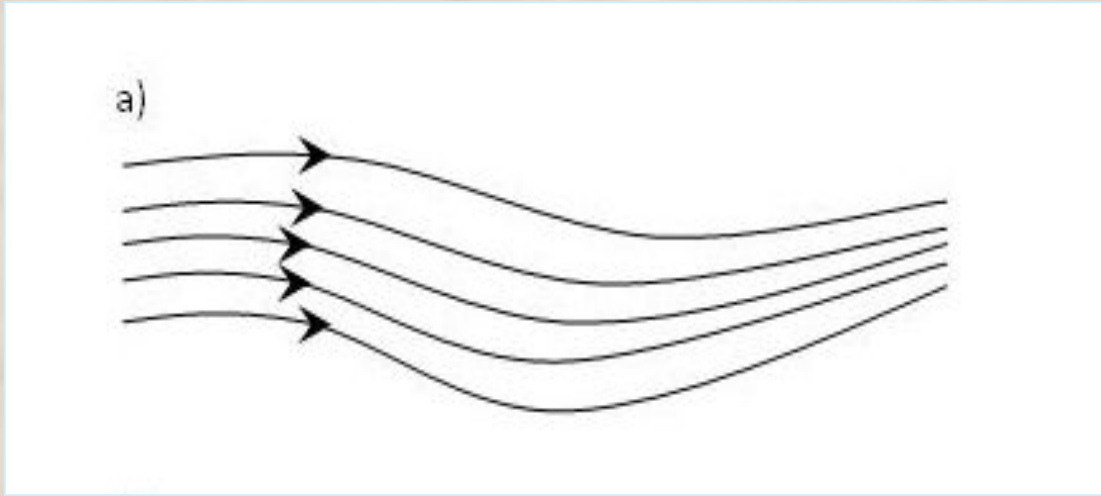
– гидростатикалық ҚЫСЫМ

$$F = mg;$$

$$m = \rho V; F = \rho g V = \rho g Sh$$

$$F_A = \rho g V$$

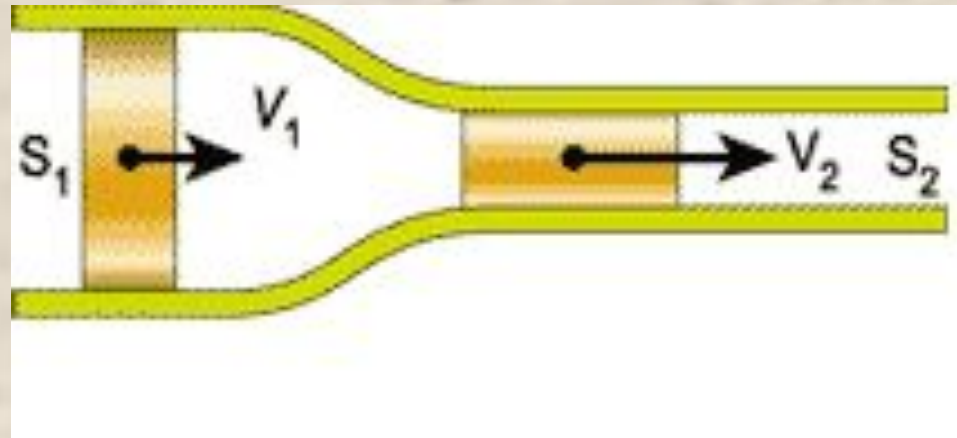
- Архимед күші

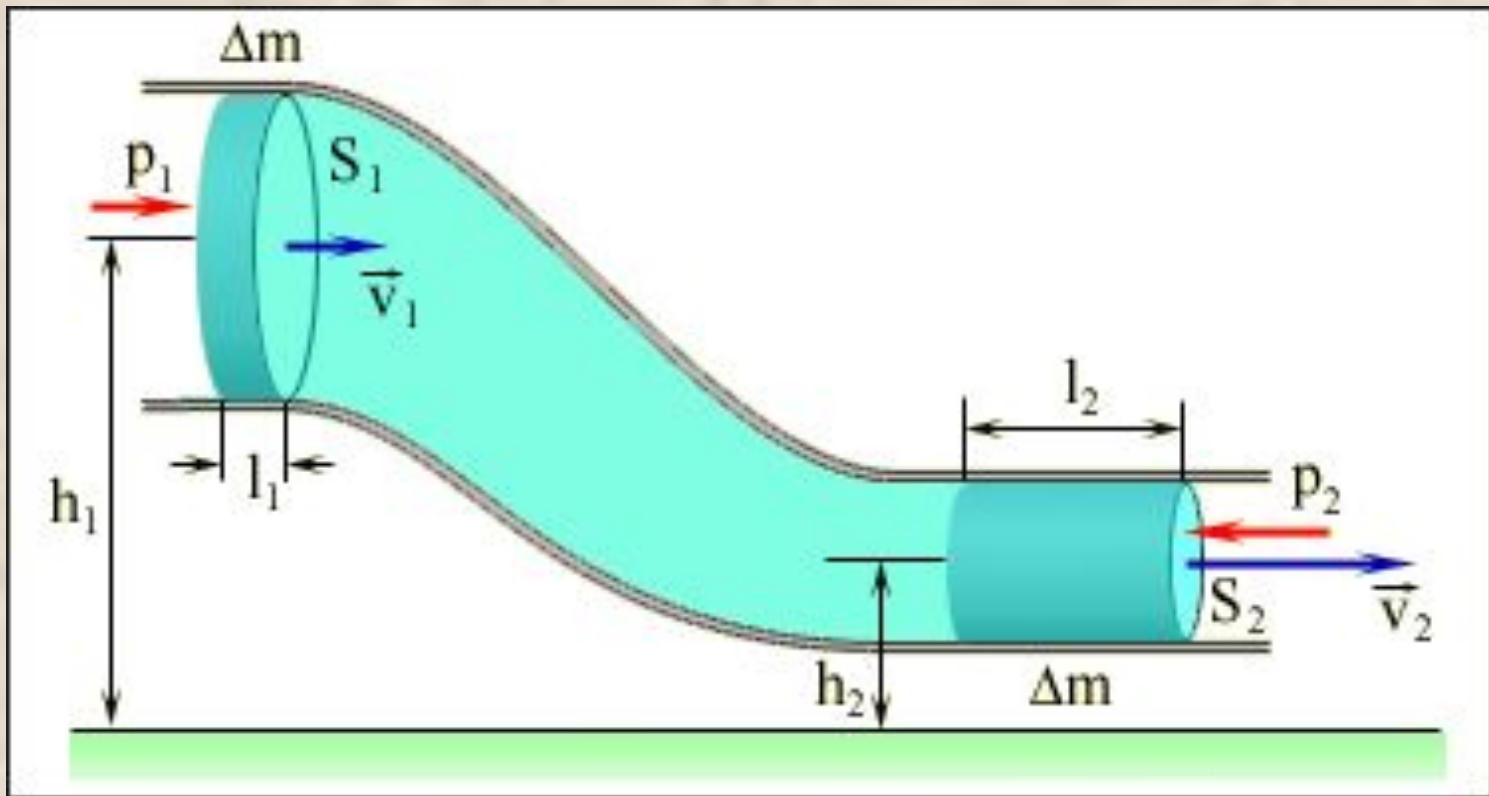


$$Sv = \text{const}$$

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1}$$





$$A = F\Delta x = pS\Delta x$$

$$\Delta A = p_1 S_1 \Delta x_1 - p_2 S_2 \Delta x_2 = (p_1 - p_2) \Delta V$$

$$\Delta E = \left(mgh_2 + \frac{mv_2^2}{2} \right) - \left(mgh_1 + \frac{mv_1^2}{2} \right)$$

$$m = \rho \Delta V$$

$$\Delta E = \left(\rho \Delta V gh_2 + \frac{\rho \Delta V v_2^2}{2} \right) - \left(\rho \Delta V gh_1 + \frac{\rho \Delta V v_1^2}{2} \right)$$

$$\Delta E = \Delta A$$

$$\left(\rho \Delta V g h_2 + \frac{\rho \Delta V v_2^2}{2} \right) - \left(\rho \Delta V g h_1 + \frac{\rho \Delta V v_1^2}{2} \right) = p_1 S_1 \Delta \boxtimes_1 - p_2 S_2 \Delta \boxtimes_2$$

$$\rho g h_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} + P_1 = \rho g h_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} + P_2$$

$$\rho gh + \frac{\rho v^2}{2} + P = \text{const}$$

-Бернулли теңдеуі

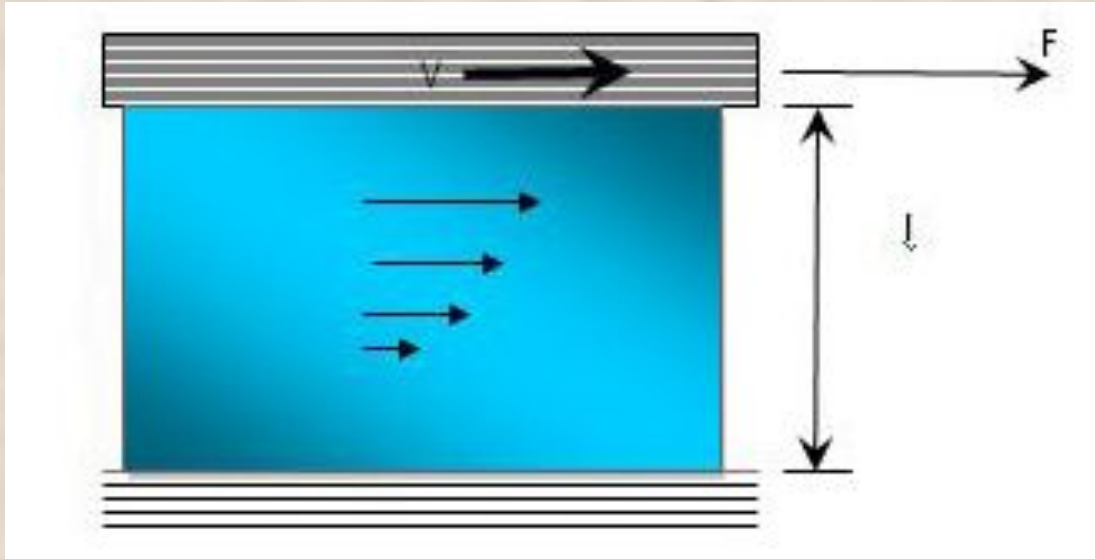
Егер $h_1 = h_2$

$$\frac{\rho v_1^2}{2} + P_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + P_2$$

P – статикалық қысым

$\frac{\rho v^2}{2}$ – динамикалық қысым

Ішкі үйкеліс, тұтқырлық

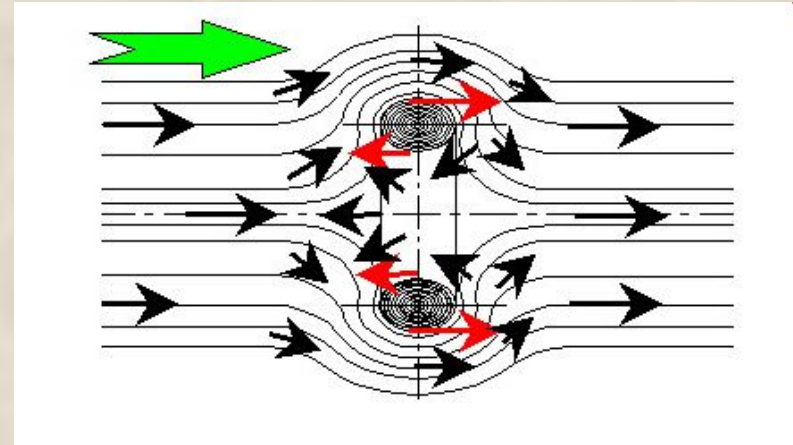
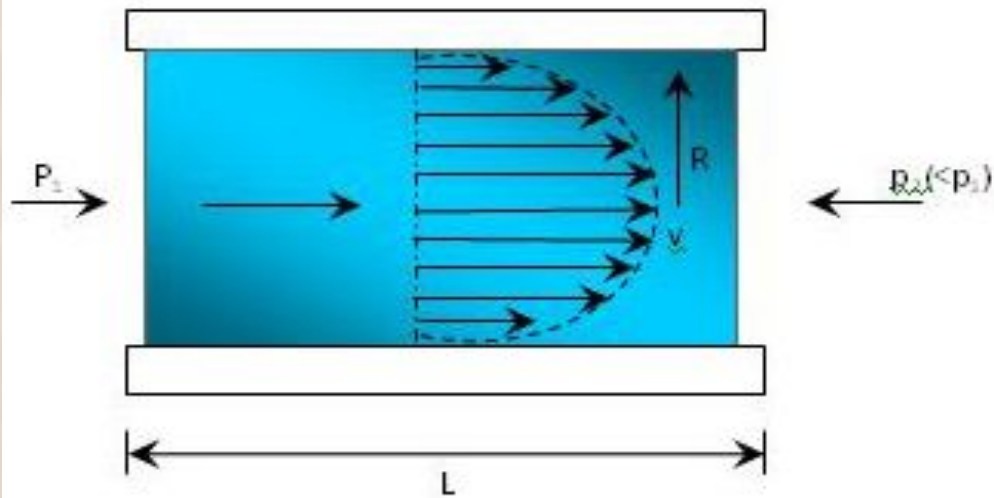


$$F = \eta \frac{dv}{dz} S$$

– Ньютон теңдеу

η – ішкі үйкеліс коэффициенті, динамикалық тұтқырлық

$\frac{dv}{dz}$ – жылдамдық градиенті



$$R_e = \frac{\rho v d}{\eta}$$

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

– кинематикалық тұтқырлық

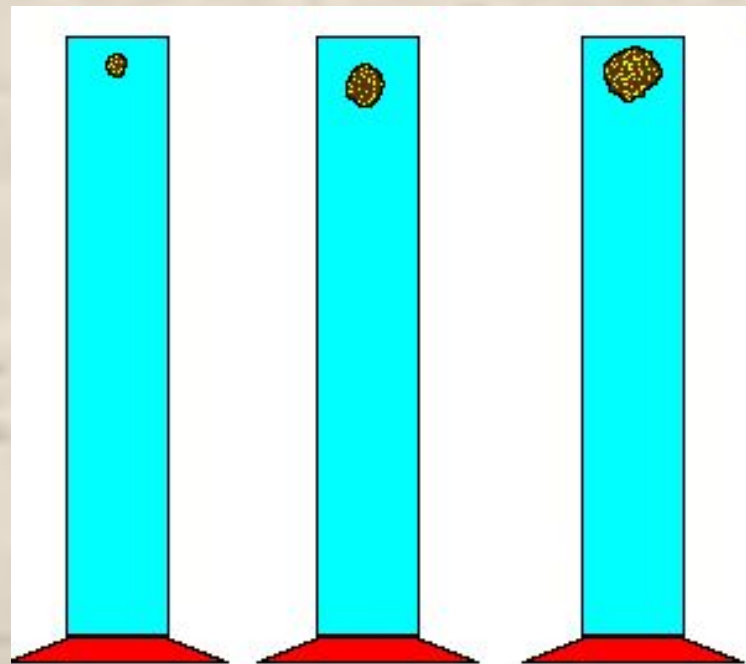
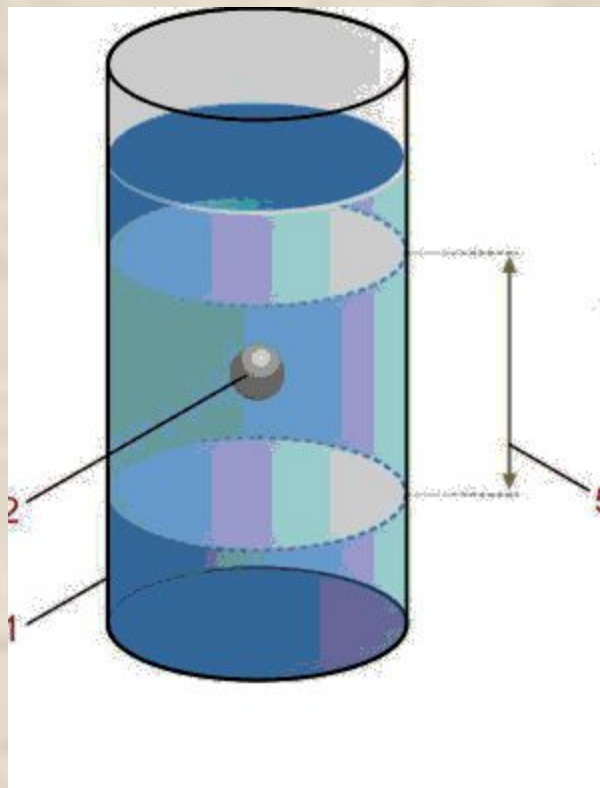
$$R_e \leq 1000$$

$$R_e = \frac{v d}{\nu}$$

$$1000 < R_e < 2000$$

$$R_e \leq 2300$$

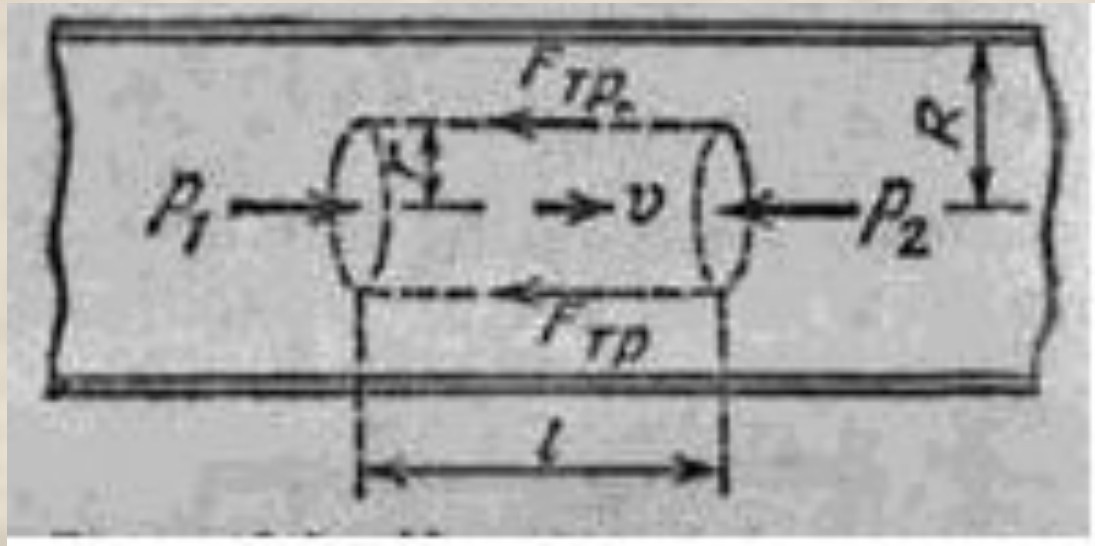
Стокс заңы



$$F = 6\eta\pi r v$$

– Стокс формуласы

Пуазель формуласы

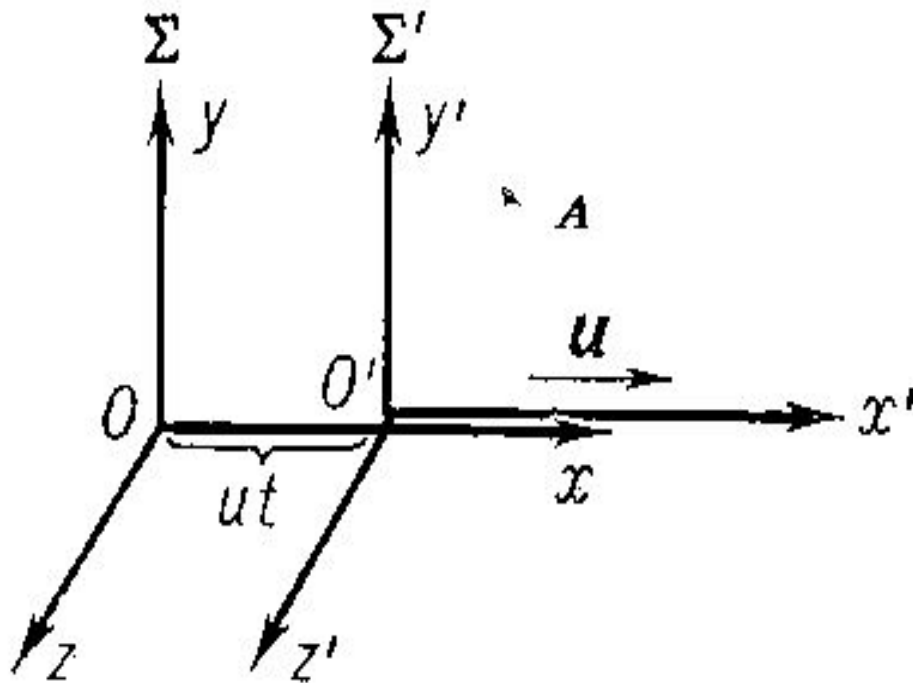


$$Q = \frac{(P_1 - P_2)}{8\eta} \pi R^4$$

– Пуазель формуласы

№5 Лекция
Арнайы салыстырмалылық
теориясының элементтері.

Галилей түрлендіруі



$$x = x' + ut$$

$$y = y'$$

$$z = z'$$

$$t = t'$$

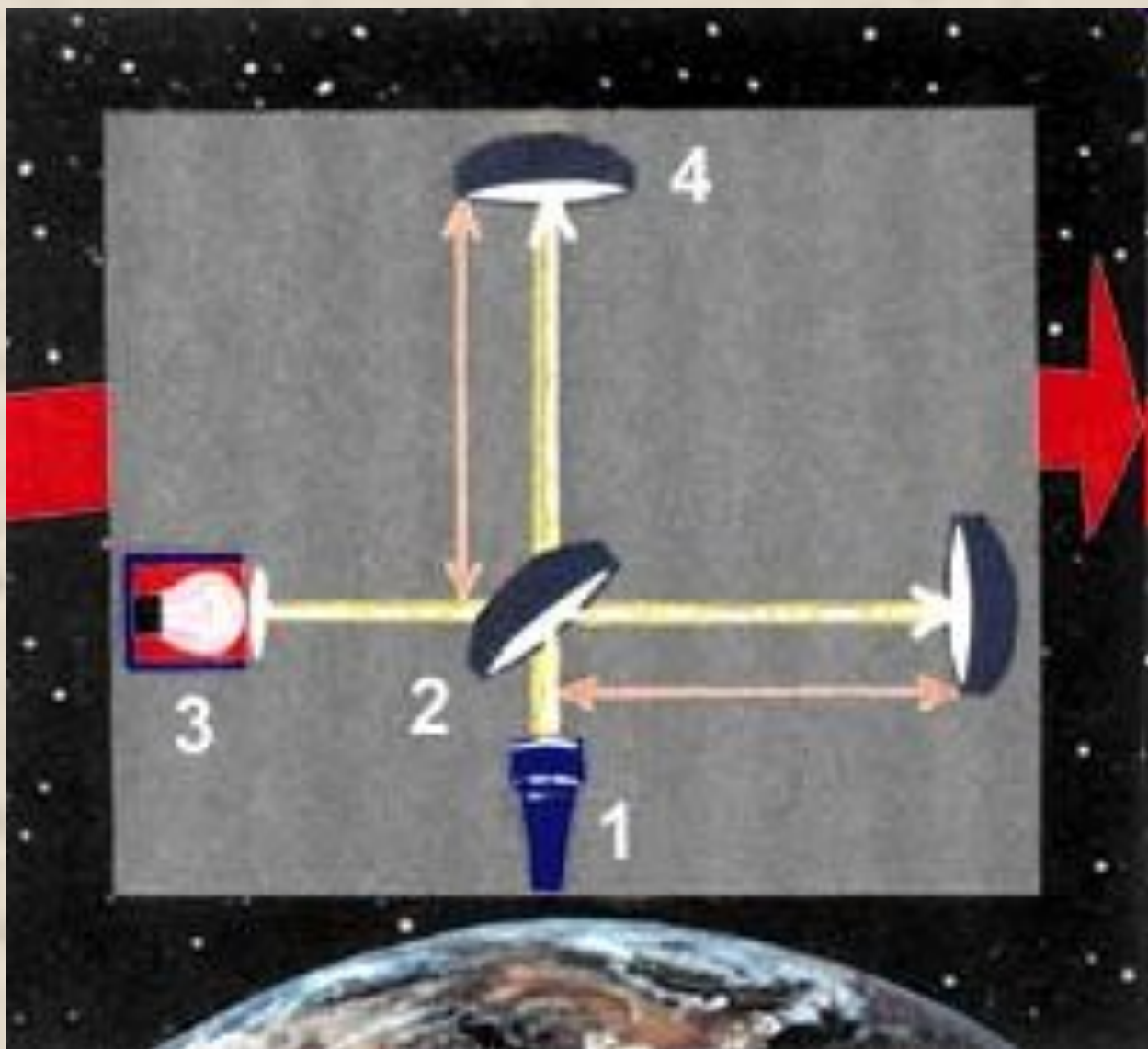
$$\vec{v} = \vec{v'} + \vec{u}$$

-классикалық
жылдамдықтарды қосу
ережесі

Галилей салыстырмалы принциптері

- 1.Механикалық заңдары барлық инерцилық жүйелерде бірдей өтеді. Бұл жүйелер өзара инвариантты (бірдей).
- 2.Барлық инерциялық санақ жүйесінде механика заңдарының тұжырымдау бірдей орындалады.

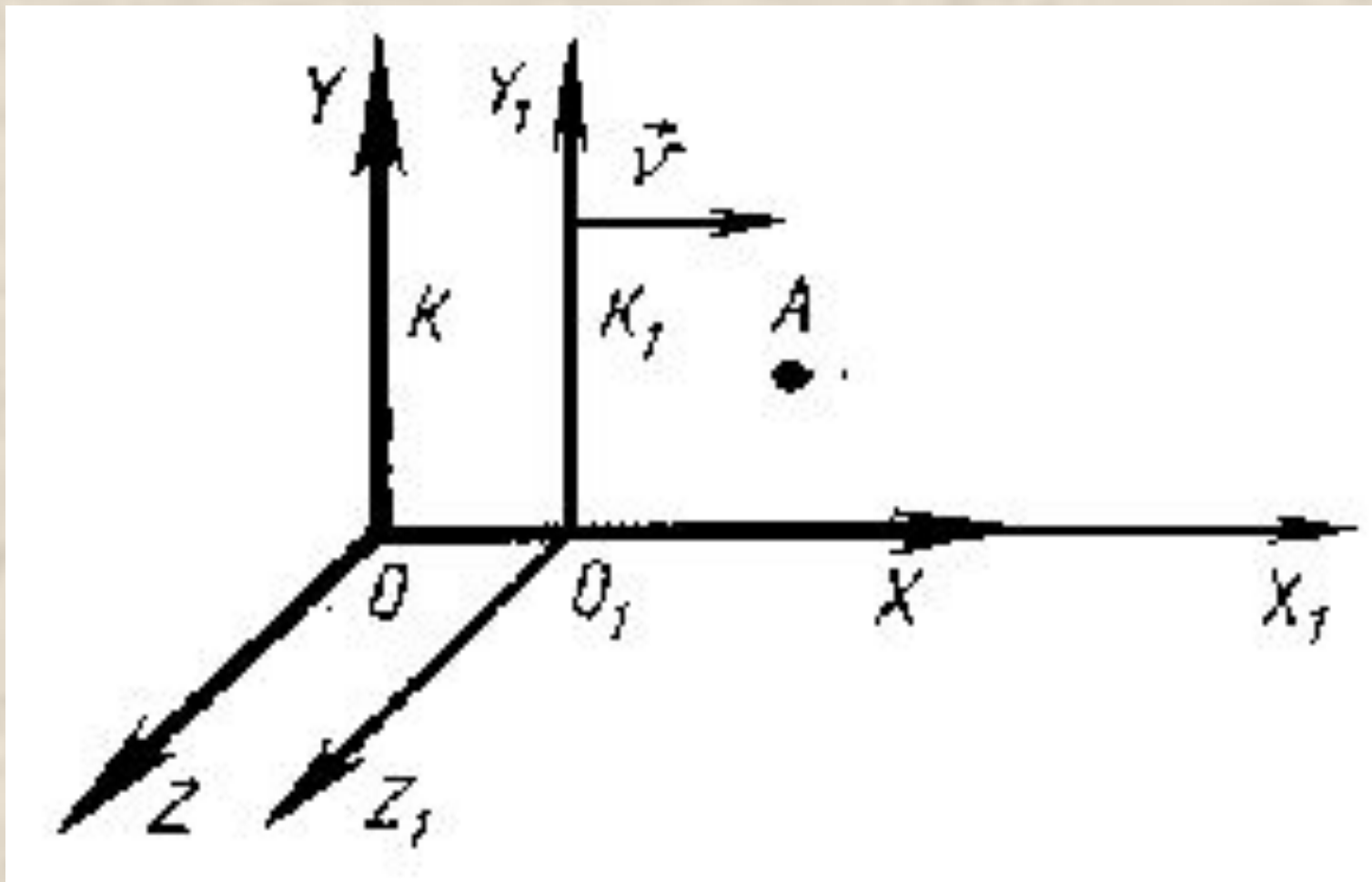
Жарық жылдамдығын өлшеу



Релятивтік теория. Эйнштейн постулаттары

1. Табиғаттың заңдары барлық инерцилы жүйелерде бірдей өтеді.
2. Вакуумдағы жарық жылдамдығы жарық көзінің немесе бақылаушының қозғалыс жылдамдығына тәуелді емес. Ол барлық инерциялы жүйелерде бірдей болады.

Лоренц түрлендіруі



$$K(x, y, z, t) \quad K'(x', y', z', t')$$

$$K \rightarrow K'$$

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$K' \rightarrow K$$

$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Лоренц түрлендіруінің салдары

$$\tau = t_2 - t_1$$

$$\tau' = \frac{\tau}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$v \rightarrow c$$

$$\lambda' > \lambda$$

$$\lambda = \lambda' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Релятивтік динамиканың заңдары

$$v \rightarrow c$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$p = mv$$

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$E_0 = mc^2 \quad - \text{ тыныштық энергиясы}$$

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$E_k = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

***Көңіл аударғандарыңызға
рахмет!***