

# ЭНЕРГИЯНЫҢ САҚТАЛУ ЗАҢЫ

Энергия-материалдық объектілердің қозғалысы мен өзара әрекеттесуін сипаттаудың әмбебап тәсілі. Жұмыс және оны қисық сызықты интеграл арқылы көрсету. Қуат.

Көптеген физикалық процестерде **механикалық қозғалыс** материя қозғалысының **басқа түрлеріне**, мысалы, жылу қозғалысына, химиялық қозғалысқа **ауысады**.

1841 жылы Ю. Р. Майер алғаш рет қозғалыстың барлық түрлерін тек бірдей өлшеммен - **энергиямен** сандық түрде анықтауға болады деген идеяны алға тартты.

**Энергия-бұл зат қозғалысының кез-келген түрінің мөлшерінің әмбебап өлшемі.**

Механикада энергияның екі түрі бар – **кинетикалық және потенциалдық**.

**Кинетикалық энергия** - бұл жүйенің **механикалық қозғалысының** энергиясы.

**Потенциалдық энергия** - бұл денелер арасындағы өзара **әрекеттесу** энергиясы.

*Механикалық қозғалыстың өзара әрекеттесуі немесе механикалық қозғалыстың қозғалыстың басқа түрлеріне айналуы кезінде бір денеден екінші денеге берілу өлшемі - **жұмыс** деп аталатын физикалық шама болып табылады .*

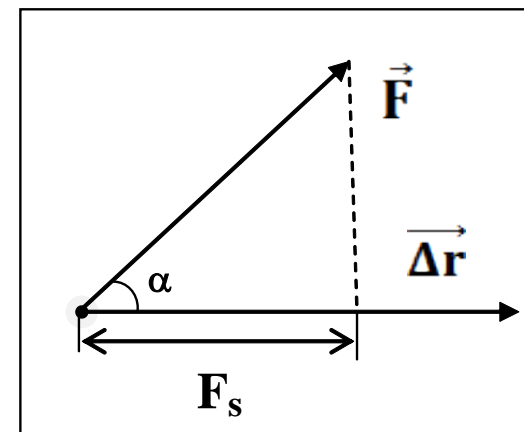
Материалдық нүктеге берілген қозғалыс мөлшері (материалдық нүктеден алынған) қозғалыс бағытына әсер ететін  $F_s$  күшінің және осы қозғалыстың орын ауыстыру  $|\Delta \vec{r}| = \Delta S$  шамасына көбейтіндісіне пропорционал болатыны тәжірибе жүзінде анықталды.

Бұл шама **механикалық жұмыс**  $A$  деп аталады.

$A$  жұмысын өлшей отырып, дененің  $W$  энергиясының өзгеруін анықтауға болады:  $A = \Delta W$ .

Орын ауыстыру векторының  $\Delta \vec{r}$  бағытымен  $\alpha$  бұрышын жасайтын **тұрақты күштің** ( $\vec{F} = \text{const}$ ) **жұмысы** мынаған тең:

$$A = F \cdot \cos \alpha \cdot \Delta r = F_s \cdot \Delta r = (\vec{F} \cdot \Delta \vec{r})$$



*Дербес жағдайлар :*

- 1)  $F_s > 0$  ( $0 \leq \alpha < \pi/2$ ),  $A > 0$ ; бұл жағдайда күш **қозғаушы** деп аталады;
- 2)  $F_s < 0$  ( $\pi/2 < \alpha \leq \pi$ ),  $A < 0$ ; бұл жағдайда күш **тежеуші** деп аталады;
- 3)  $F_s = 0$  ( $\alpha = \pi/2$ ),  $A = 0$ ; күш траекторияға перпендикуляр бағытталған **қозғалыс берілмейді**.

Жолдың  $\Delta s_i = |\Delta \vec{r}|$  элементар бөлігіндегі

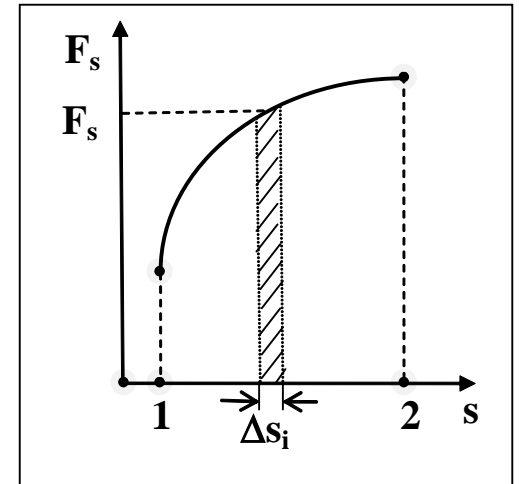
$\mathbf{F}=f(s)$  **айнымалы күштің жұмысы:**  $\Delta A_i = F_{si} \cdot \Delta s_i$

1-ші нүктеден 2-ші нүктеге дейінгі  
бүкіл жол бойындағы жұмыс:

$$A \approx \sum_i \Delta A_i = \sum_i F_{si} \cdot \Delta s$$

Егер  $\Delta s \rightarrow 0$ , онда

$$A = \lim_{\Delta s \rightarrow 0} \sum_i F_{si} \cdot \Delta s = \int_s F_s \cdot ds = \int_s \vec{F} \cdot d\vec{s}$$



Математикада мұндай **интеграл қисық сызықты интеграл** деп аталады.

**Графикте** жұмыс **қисық трапецияның ауданы** болып табылады.

*Механизмдердің бір уақытта азды-көпті жұмыстарды орындау қабілеті физикалық шама – **қуатпен** сипатталады.*

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{F_s \cdot ds}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{s}}{dt}$$

**ХБ жұмыс бірлігі 1 джоуль (1 Дж = 1 Н.м).**

**ХБ қуат бірлігі 1 Вт (1 Вт = 1 Дж/с).**

## Механикалық жүйенің кинетикалық энергиясы және оның сыртқы және ішкі күштердің жұмысымен байланысы.

Материалдық нүктенің кинетикалық энергиясының өзгерісі күштің әсерінен болады және осы күштің атқаратын жұмысына тең:

$$dW_K = dA = \vec{F} \cdot d\vec{r} = \vec{F} \cdot \vec{v} \cdot dt = \vec{v} \cdot d\vec{p} = \frac{1}{m} \vec{p} \cdot d\vec{p} = \frac{1}{m} p \cdot dp = \frac{d(p^2)}{2m}$$

Бұл теңдеуді интегралдау, тек  $W_K = 0$  нүкте тыныштық күйде болу шартында (яғни  $v = 0$  және  $p = 0$ ), материалдық нүктенің кинетикалық энергиясын анықтауға мүмкіндік береді:

$$W_K = \frac{p^2}{2m} = \frac{mv^2}{2}$$

$$W_K = \sum_{i=1}^n \frac{m_i v_i^2}{2}$$

Материалдық нүктелер жүйесінің кинетикалық энергиясы:

*v* жылдамдығымен қозғалатын массасы *m* **қатты дененің** кинетикалық энергиясы:

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

Механикалық жүйенің кіші қозғалысы кезінде кинетикалық энергиясының өзгерісі барлық сыртқы және ішкі күштердің атқаратын жұмыстарының қосындысына тең:

$$dW_K = \sum_{i=1}^n dA_i$$

Кинетикалық энергия қозғалыстағы механикалық жүйе күйінің функциясы болып табылады және оның сол күйге қалай келгеніне байланысты емес.

## Дененің айналмалы қозғалысы кезіндегі жұмыс, қуат және кинетикалық энергия.

Қатты дененің қозғалмайтын ось бойынша айналмалы қозғалысы кезінде *айналу моменті* тек  $\vec{F}_\tau$  күшін тудырады, яғни ол нүкте траекториясына жанама бағытталған.

Бұл күштің атқаратын **жұмысы**:

$$dA = F_\tau ds = F_\tau R d\varphi = M_Z d\varphi$$

Денені  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$  бұрышына айналдырғанда **жұмыс** мынаған тең:

$$A = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} M_Z d\varphi = M_Z(\varphi_2 - \varphi_1)$$

Айналу осінен  $R$  қашықтықта орналасқан  $dm$  массалық **кіші элементтің кинетикалық энергиясы** мынаған тең:

$$dW_k = \frac{1}{2} \omega^2 R^2 dm$$

Қатты дененің **кинетикалық энергиясы** мынаған тең:

яғни 
$$W_k = \int_m \frac{1}{2} \omega^2 R^2 dm = \frac{\omega^2}{2} \int_m R^2 dm = \frac{I\omega^2}{2}$$

$$W_k = \frac{I\omega^2}{2}$$

мұн.  $I = \int_m R^2 dm$  - дененің айналу осіне қатысты *инерция моменті*

Айналмалы қозғалыс кезіндегі **қуат** мынаған тең:

$$P = \frac{dA}{dt} = M_Z \frac{d\varphi}{dt} = M_Z \omega$$

Әртүрлі санақ жүйелердегі кинетикалық энергиялардың байланысы.  
Жалпы бүтін ретінде дене қозғалысының кинетикалық энергиясы.

**Бір материалдық нүктенің немесе механикалық жүйенің жылдамдығы мен кинетикалық энергиясының мәндері бір-біріне қатысты қозғалатын екі санақ жүйесінде әртүрлі болады.**

**Кениг теоремасы** - механикалық жүйенің кинетикалық энергиясы оның массалар центріне қатысты жүйенің кинетикалық энергиясының және оның массалар центрінің ілгерілемелі қозғалысының кинетикалық энергиясының қосындысына тең:

$$W_K = W_K^* + \frac{mv_c^2}{2}$$

**Қатты дененің кез келген қозғалысында оның кинетикалық энергиясы оның жылдамдығы бар массалар центрінің *ілгерілемелі қозғалыстың кинетикалық энергиясының* және дененің массалар центрі арқылы өтетін лездік ось айналасында *айналу кинетикалық энергиясының* қосындысына тең, ( $I_c$  лездік оське қатысты дененің инерция моменті):**

$$W_K = W_{K_{\text{пост}}} + W_{K_{\text{вращ}}} = \frac{mv_c^2}{2} + \frac{I_c \omega^2}{2}$$