

# Лекция 6

1. Работа переменной силы при поступательном движении
2. Работа при вращательном движении
3. Кинетическая и поступательная энергии при поступательном движении
4. Кинетическая энергия вращательного движения
5. Основной закон механики

- $A = F \cdot \Delta x \text{ [Н} \cdot \text{м]} = \text{[Дж]}$

$x$  – перемещение

- ***Работа при вращательном движении твердого тела.***

Рассчитаем работу силы, вызывающей вращательное движение тела вокруг некоторой оси и приложенной к произвольной точке этого тела. Согласно определению работы имеем:

$$\delta A = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s} = F_{\tau} \cdot ds.$$

- Поскольку  $d\mathbf{s} = \mathbf{r} \cdot d\alpha$ , то получим следующее выражение для работы:

$$\delta A = F_{\tau} \cdot r \cdot d\alpha = M \cdot d\alpha.$$

- При вращательном движении твердого тела под действием силы  $\mathbf{F}$  работа равняется произведению момента этой силы на угол поворота.
- Работа переменной силы при повороте тела на конечный угол равняется определенному интегралу от момента сил:

$$A_{1-2} = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} M d\alpha$$

- Кинетическая энергия твердого тела, совершающего вращательное и поступательное движения.** Любое произвольное движение твердого тела можно представить в виде суммы поступательного движения центра масс тела и вращательного движения в СО, связанной с этим центром масс. Проанализируем движение тела относительно двух таких систем: СО, связанной с центром масс тела - точкой **C**, и инерциальной СО - системой **XY**, относительно которой перемещается центр масс. Любая точка тела участвует в двух движениях: поступательном, происходящим в данный момент времени со скоростью  $V_c$ , и вращательном, происходящим с угловой скоростью  $w' = v_i'/R_i$ , относительно точки **C**.
- Скорости тела в этих системах связаны между собой известным соотношением:
- $v_i = V_c + v_i'$ , где  
 $v_i$  - скорость  $i$ ой части в ИСО;  
 $V_c$  - скорость движения центра масс тела;  
 $v_i'$  - скорость  $i$ ой части в СО, связанной с центром масс.
- кинетическая энергия твердого тела состоит из кинетической энергии его поступательного движения и энергии его движения  $E' = I \cdot w'^2/2$  относительно СО, связанной с центром масс тела. Это утверждение называется теоремой Кёнига.**  
 **$E_k = E' + M \cdot V_c^2/2$ .**
- Теорема Кёнига справедлива для любого плоского движения при котором центр масс перемещается в некоторой фиксированной плоскости, а вектор угловой скорости все время перпендикулярен к этой плоскости. *Примером плоского движения является качение.*

- ***Теорема Штейнера.***

**Момент инерции тела относительно произвольной оси вращения равен его моменту инерции относительно параллельной оси, проходящей через центр масс тела, плюс произведение массы на квадрат расстояния между этими осями.**

$$I = I_c + m \cdot d^2/2.$$



# • Основные законы механики.

- **ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ** - общий закон природы: *энергия* любой замкнутой системы при всех процессах, происходящих в системе, остается постоянной (сохраняется). Энергия может только превращаться из одной формы в другую и перераспределяться между частями системы. Для незамкнутой системы увеличение (уменьшение) ее энергии равно убыли (возрастанию) энергии взаимодействующих с ней тел и физических *полей*.
- **ЗАКОН АРХИМЕДА** - закон гидро- и аэростатики: на тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, направленная вертикально вверх, численно равная весу жидкости или газа, вытесненного телом, и приложенная в центре тяжести погруженной части тела.  $F_A = \rho V g$ , где  $\rho$  - плотность жидкости или газа,  $V$  - объем погруженной части тела. Иначе можно сформулировать так: тело, погруженное в жидкость или газ, теряет в своем весе столько, сколько весит вытесненная им жидкость (или газ). Тогда  $P = mg - F_A$

- **ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ** - закон тяготения Ньютона: все тела притягиваются друг к другу с силой прямо пропорциональной произведению масс этих тел и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:

$$F = G \frac{Mm}{R^2}$$

где  $M$  и  $m$  - массы взаимодействующих тел,  $R$  - расстояние между этими телами,  $G$  - гравитационная постоянная (в СИ  $G=6,67 \cdot 10^{-11}$  Н·м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>).

- **ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ГАЛИЛЕЯ**, механический принцип относительности - принцип классической механики: в любых инерциальных системах отсчета все механические явления протекают одинаково при одних и тех же условиях.
- **ЗАКОН ГУКА** - закон, согласно которому упругие *деформации* прямо пропорциональны вызывающим их внешним воздействиям.
- **ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА** - закон механики: *импульс* любой замкнутой системы при всех процессах, происходящих в системе, остается постоянным (сохраняется) и может только перераспределяться между частями системы в результате их взаимодействия.