

# Механика.

- Лектор:
- Парахин А.С., к. ф.-м. наук, доцент.

# 4. Энергетический подход.

- 4.1. Работа силы.
- Запишем второй закон Ньютона.
- $m\vec{a} = \vec{F}$
- И умножим его скалярно на элементарное перемещение:
- $m(\vec{a}, d\vec{r}) = (\vec{F}, d\vec{r})$

# Элементарная работа

- Определение.
- Скалярное произведение силы на элементарное перемещение материальной точки называется элементарной работой.
- $dA = (\vec{F}, d\vec{r}) = F \cdot dr \cdot \cos(\widehat{\vec{F}, d\vec{r}})$

# Следствия из определения.

- Следствия:
- 1. Скалярная величина.
- 2. Размерность:  $[A] = [F][r] = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}$

# Работа на конечном перемещении.

- Чтоб найти конечную работу, нужно проинтегрировать:

- $$A = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} dA = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} (\vec{F}, d\vec{r}) = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} F \cdot dr \cdot \cos(\widehat{\vec{F}, d\vec{r}})$$

# Постоянная сила

- В частности, если сила есть постоянная величина, её можно вынести за знак интеграла:

- $$A = \left( \vec{F}, \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} d\vec{r} \right) = \left( \vec{F}, \Delta\vec{r} \right) = F \cdot \Delta r \cdot \cos(\widehat{\vec{F}, \Delta\vec{r}})$$

## 4.2. Кинетическая энергия.

- Равенство с элементарной работой запишем так:

- $m(\vec{a}, d\vec{r}) = dA$

- Распишем ускорение по определению и заменим элементарное перемещение через скорость:

- $m\left(\frac{d\vec{v}}{dt}, \vec{v}dt\right) = m(\vec{v}, d\vec{v}) = md\frac{v^2}{2} = d\frac{mv^2}{2} = dA$

# Кинетическая энергия

- Определение.
- Физическая величина численно равная половине произведения массы материальной точки на квадрат её скорости называется кинетической энергией материальной точки.
- Обозначается  $E_k$  и по определению равна:
- $$E_k = \frac{mv^2}{2}$$



# Следствия из определения

- Из определения следует:
- 1. Скаляр.
- 2. Размерность:  $[E_k] = [m][v^2] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} =$   
Дж
- Таким образом, кинетическая энергия измеряется в единицах работы – в Джоулях.

# Закон изменения кинетической энергии в элементах.

- С помощью понятия кинетической энергии элементарную работу можно записать так:
- $dE_k = dA$
- Это утверждение называется законом изменения кинетической энергии в элементах.

# Формулировка закона ИКЭ

- Оно гласит:
- Изменение кинетической энергии материальной точки за некоторый элементарный промежуток времени равняется элементарной работе сил, действующих на материальную точку за этот промежуток времени.

# ЗИКЭ в интегральной форме

- Можно проинтегрировать по промежутку времени получим изменение кинетической энергии за конечный промежуток времени:
- $\Delta E_k = A$
- Это равенство называется законом изменения кинетической энергии материальной точки в интегральной форме.

# Формулировка ЗИКЭ в интегральной форме

- Оно гласит: Изменение кинетической энергии материальной точки за некоторый конечный промежуток времени равняется работе всех сил, действующих на материальную точку за этот промежуток времени.
- Именно в этой форме данный закон и применяется для решения задач энергетическим методом.

## 4.3. Мощность сил.

- Разделим закон изменения кинетической энергии материальной точки в элементах на элементарный промежуток времени:

- $$\frac{dE_k}{dt} = \frac{dA}{dt}$$

# Определение мощности

- Определение.
- Физическая величина, равная работе силы, действующей на материальную точку, совершённая за единицу времени, называется мощностью этой силы.
- Обозначается  $N$ , и по определению:
- $$N = \frac{dA}{dt}$$

# Следствия из определения:

- 1. Скаляр.

- 2. Размерность.  $[N] = \frac{[A]}{[t]} = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \text{Вт}$



# Работа через мощность

- Из определения мощности выразим элемент работы:
- $dA = Ndt$
- И проинтегрируем по некоторому промежутку. Тогда найдём работу, совершённую силой за некоторый промежуток времени:
- $A = \int_0^t Ndt$

# Постоянная мощность.

- Это есть формула работы, выраженной через мощность силы. Если мощность постоянная величина, её можно вынести за знак интеграла. Тогда:
- $A = Nt$

# Килограмм силы.

- Устаревшая единица мощности – лошадиная сила- связана с устаревшей единицей силы – килограммом силы.
- Определение.
- Сила тяжести тела массой 1 кг называется килограммом силы.
- $1 \text{ кг} = 9.81 \text{ Н}$

# Килограммометр

- Устаревшая единица работы – килограммометр связана с устаревшей единицей силы – килограммом силы.
- Определение.
- Килограммометром называется работа силы в 1 килограмм силы на пути в 1 м.
- $1 \text{ кгм} = 9.81 \text{ Дж}$

# Лошадиная сила

- Определение.
- Лошадиной силой называется мощность такой силы, которая за 1 с совершает 75 килограммометров работы.
- $1 \text{ л. с.} = 75 \frac{\text{КГМ}}{\text{с}} = 75 \cdot 9.81 \text{ Вт} = 735.75 \text{ Вт}$