



Механика

Лекция 2

Покоя нет- все движется, вращаясь,
На небе иль под небом обретаясь,
И всякой вещи свойственно движение,
Близка она от нас иль далека,

Джордано Бруно

Лекция 2

План

Глава 1. Кинематика и динамика простейших систем

П.1.1. Кинематика материальной точки и простейших систем

П.1.1.2. **Скорость, угловая скорость, ускорение, угловое ускорение**

П.1.1.3. Способы описания движения

П.1.1.4. Уравнения кинематической связи

П.1.1.5. Связь между скоростью и ускорением точки в различных системах отсчета

П.1.2 Законы Ньютона.

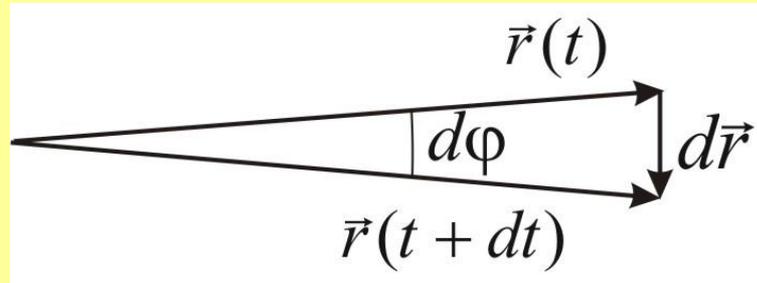
П.1.2.1. Инерциальные системы отсчета.

Преобразования Галилея. 1-й закон Ньютона.

П.1.2.2. Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона.

П.1.1.2. Скорость, угловая скорость, ускорение, угловое ускорение

$$d\vec{\varphi} = \frac{[\vec{r}(t) \times \vec{r}(t + dt)]}{|\vec{r}(t)|^2}$$



$$\vec{r}(t + dt) = \vec{r}(t) + d\vec{r}$$

$$d\vec{\varphi} = \frac{[\vec{r}(t) \times \vec{r}(t + dt)]}{|\vec{r}(t)|^2} = \frac{[\vec{r}(t) \times d\vec{r}]}{|\vec{r}(t)|^2}$$

П.1.1.2. Скорость, угловая скорость, ускорение, угловое ускорение

Связь скорости и угловой скорости

$$\begin{aligned} [d\vec{\varphi} \times \vec{r}(t)] &= -\frac{[\vec{r}(t) \times [\vec{r}(t) \times d\vec{r}]]}{|\vec{r}(t)|^2} = \\ &= -\frac{\vec{r}(t) \cdot (\vec{r}(t) \cdot d\vec{r}) - d\vec{r}(t) \cdot (\vec{r}(t) \cdot \vec{r}(t))}{|\vec{r}(t)|^2} \end{aligned}$$

$$d\vec{r} = d\vec{r}_{\parallel} + d\vec{r}_{\perp}$$

$$\vec{v}_{\perp} = [\vec{\omega} \times \vec{r}(t)]$$

$$d\vec{r}_{\perp} = [d\vec{\varphi} \times \vec{r}(t)]$$

Лекция 2

План

Глава 1. Кинематика и динамика простейших систем

П.1.1. Кинематика материальной точки и простейших систем

П.1.1.2. Скорость, угловая скорость, ускорение, угловое ускорение

П.1.1.3. Способы описания движения

П.1.1.4. Уравнения кинематической связи

П.1.1.5. Связь между скоростью и ускорением точки в различных системах отсчета

П.1.2 Законы Ньютона.

П.1.2.1. Инерциальные системы отсчета.

Преобразования Галилея. 1-й закон Ньютона.

П.1.2.2. Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона.

П.1.1.3 Способы описания движения.

Векторный способ

Пример.

$$\vec{r} = \vec{A}t + \vec{B}t^2 \quad \vec{A}, \vec{B} \text{ - постоянные векторы}$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{A} + 2\vec{B}t$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 2\vec{B} = \overrightarrow{const}$$

П.1.1.3 Способы описания движения.

Координатный способ

Пример.

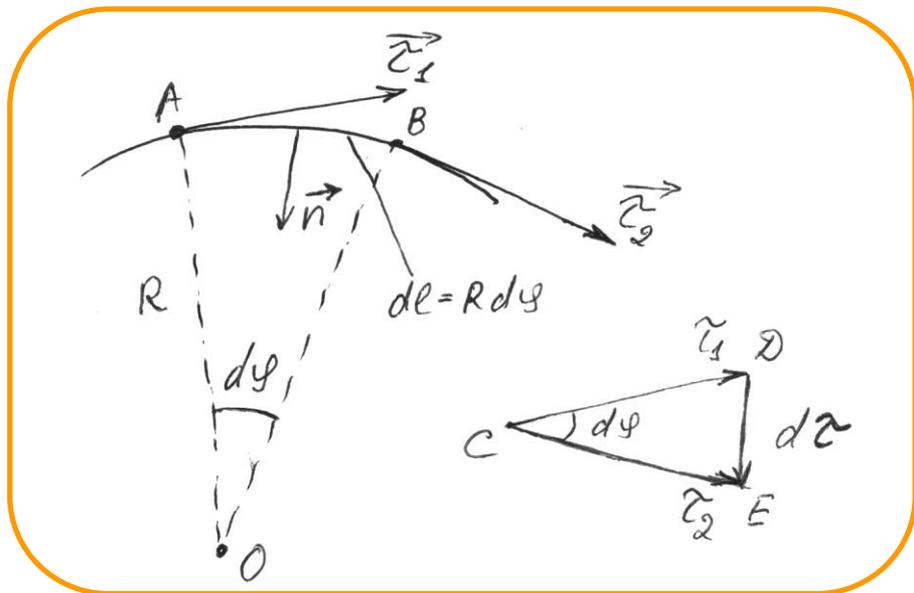
$$x = A \cos \omega t \quad y = A \sin \omega t$$

$$\vec{v} = \vec{i} \frac{dx}{dt} + \vec{j} \frac{dy}{dt} = -A\omega \sin \omega t \cdot \vec{i} + A\omega \cos \omega t \cdot \vec{j}$$

$$\vec{a} = \vec{i} \frac{d^2x}{dt^2} + \vec{j} \frac{d^2y}{dt^2} = -A\omega^2 \cos \omega t \cdot \vec{i} - A\omega^2 \sin \omega t \cdot \vec{j}$$

П.1.1.3 Способы описания движения.

Естественный способ



$$\vec{v} = v \cdot \vec{\tau}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau} + v \frac{d\vec{\tau}}{dt}$$

$$v \frac{d\vec{\tau}}{dt} = v \frac{d\vec{\tau}}{dl} \frac{dl}{dt} = v^2 \frac{d\vec{\tau}}{dl} = v^2 \frac{|\vec{\tau}| \cdot d\varphi \cdot \vec{n}}{R \cdot d\varphi} = v^2 \frac{1}{R} \vec{n}$$

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{\tau} + \frac{v^2}{R} \vec{n} = a_{\tau} \vec{\tau} + a_n \vec{n}$$

Лекция 2

План

Глава 1. Кинематика и динамика простейших систем

П.1.1. Кинематика материальной точки и простейших систем

П.1.1.3. Способы описания движения

П.1.1.4. Уравнения кинематической связи

П.1.1.5. Связь между скоростью и ускорением точки в различных системах отсчета

П.1.2 Законы Ньютона.

П.1.2.1. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея.
1-й закон Ньютона.

П.1.2.2. Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона.

П.1.2.3. 2-й Закон Ньютона. Уравнение движения. Начальные условия.

П.1.2.4. 3-й Закон Ньютона.

П.1.1.4. Уравнения кинематической связи.

$$f(\vec{r}_1, \vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N) = 0$$

Способ 1. Использование принципа независимых перемещений

$$\Delta \vec{r}_i = \sum_{k \neq i} \Delta \vec{r}_i^{(k)}$$

Способ 2. Использование постоянства кинематических характеристик связей

Лекция 2

План

Глава 1. Кинематика и динамика простейших систем

П.1.1. Кинематика материальной точки и простейших систем

П.1.1.3. Способы описания движения

П.1.1.4. Уравнения кинематической связи

П.1.1.5. Связь между скоростью и ускорением точки в различных системах отсчета

П.1.2 Законы Ньютона.

П.1.2.1. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея.
1-й закон Ньютона.

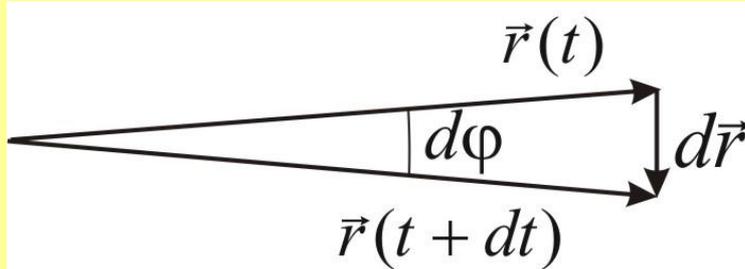
П.1.2.2. Понятия массы, импульса и силы в механике Ньютона.

П.1.2.3. 2-й Закон Ньютона. Уравнение движения. Начальные условия.

П.1.2.4. 3-й Закон Ньютона.

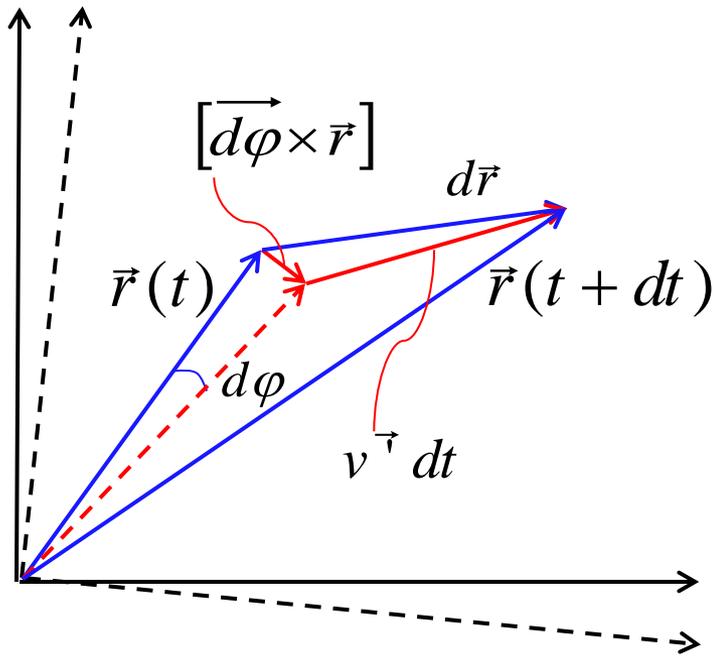
П.1.1.2. Скорость, угловая скорость, ускорение, угловое ускорение

$$d\vec{\varphi} = \frac{[\vec{r}(t) \times \vec{r}(t + dt)]}{|\vec{r}(t)|^2}$$



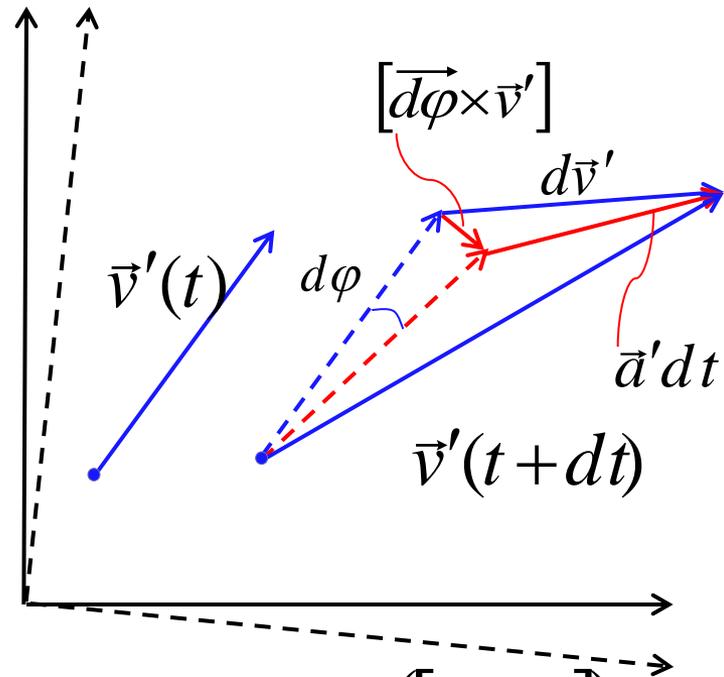
$$d\vec{r}_{\perp} = [d\vec{\varphi} \times \vec{r}(t)]$$

П.1.1.5. Связь между скоростью и ускорением точки в различных системах отсчета



$$d\vec{r} = \vec{v}' dt + [d\vec{\varphi} \times \vec{r}]$$

$$\vec{v} = \vec{v}' + [\vec{\omega} \times \vec{r}]$$



$$d\vec{v} = d\vec{v}' + d([\vec{\omega} \times \vec{r}])$$

$$d\vec{v}' = \vec{a}' dt + [d\vec{\varphi} \times \vec{v}']$$

$$\frac{d\vec{v}'}{dt} = \vec{a}' + [\vec{\omega} \times \vec{v}']$$