

③ Силы, виды сил.

\vec{F} - сила $[F] = \text{Н}$ (ньютон)

$$\vec{F} \sim \vec{a}; \quad \text{II} \quad \exists \text{H} \quad \vec{F} = m\vec{a}$$

m - масса

$$\sum_{i=1}^N \vec{F}_i = m\vec{a}$$

Виды сил

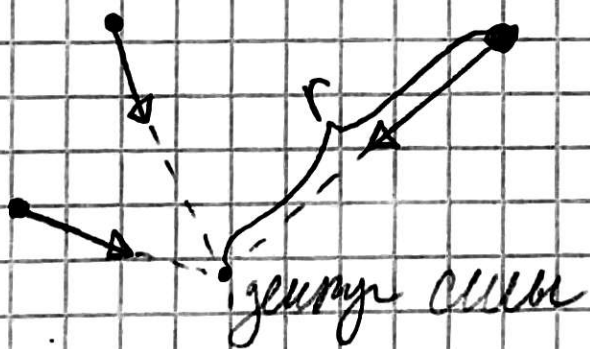
I. по природе

- 1.) Электромощные силы ($F_K, F_A, F_{\text{ин}}$)
- 2.) Гравитация
- 3.) Сильные вз-виз
- 4.) Слабые вз-виз

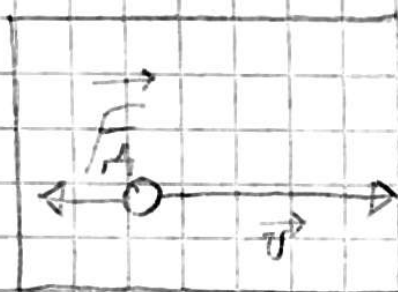
II. Куда действуют силы?

- 1) Центральные

а) центр сил.
б) $|\vec{F}|(r)$



- 2) Диссипация (потеря энергии)

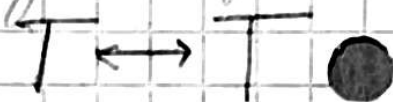


а) подков

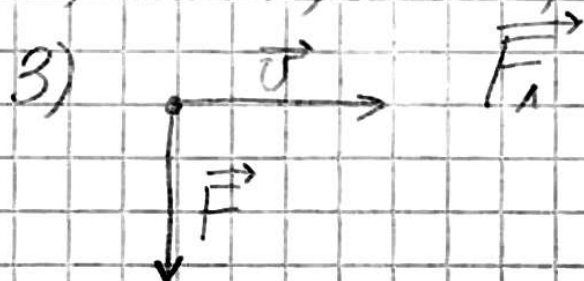
б) скольжение

в) колеса

сухое трение.



1) $T \leftrightarrow X, T \leftrightarrow \Gamma, \Gamma \leftrightarrow \Gamma, X \leftrightarrow X, X \leftrightarrow \Gamma.$



④ Ускорение, ЗСМ.

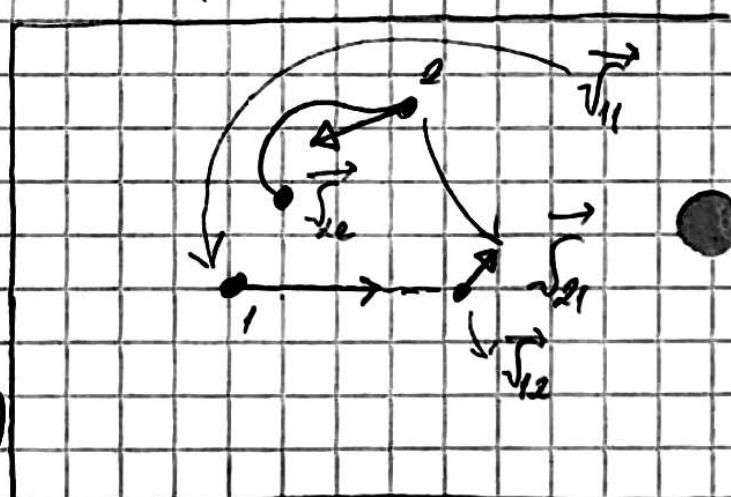
$$m\vec{a} = \vec{F}; \quad m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}; \quad \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = \vec{F} \quad \int_{t_1}^{t_2} d$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$m\vec{v} \Big|_{t_1}^{t_2} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt$$

$$m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt$$

$m\vec{v}$ - импульс



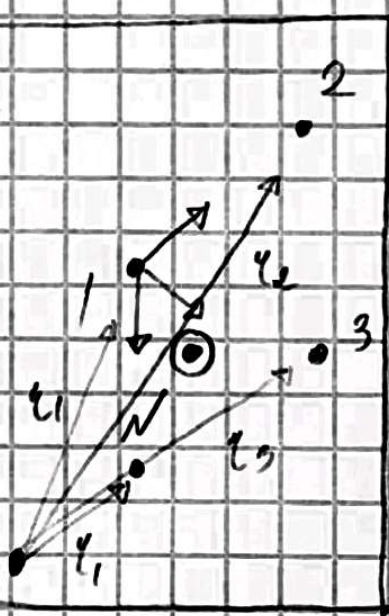
$$\begin{cases} m_1 \vec{v}_{12} - m_1 \vec{v}_{11} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}_{12} dt \\ m_2 \vec{v}_{22} - m_2 \vec{v}_{21} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}_{21} dt \end{cases} \quad (+)$$

$$\boxed{\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad \text{III 3.11}}$$

$$m_1 \vec{v}_{12} - m_1 \vec{v}_{11} + m_2 \vec{v}_{22} - m_2 \vec{v}_{21} = \int_{t_1}^{t_2} (\vec{F}_{12} + \vec{F}_{21}) dt = \vec{0}$$

$$\boxed{m_1 \vec{v}_{12} + m_2 \vec{v}_{22} = m_1 \vec{v}_{11} + m_2 \vec{v}_{21}} \quad \text{ЗКК}$$

$$\vec{p}_k = \vec{p}_n$$



$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d}{dt} (m_1 \vec{v}_1) &= \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \dots + \vec{F}_{1N} + \vec{F}_1^{\text{ex}} \\ \frac{d}{dt} (m_2 \vec{v}_2) &= \vec{F}_{21} + \vec{F}_{23} + \dots + \vec{F}_{2N} + \vec{F}_2^{\text{ex}} \\ &\vdots \\ \frac{d}{dt} (m_n \vec{v}_n) &= \vec{F}_{n1} + \vec{F}_{n2} + \dots + \vec{F}_{nN} + \vec{F}_n^{\text{ex}} \end{aligned} \right.$$

$$\frac{d}{dt} (m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n) = \vec{F}_1^{\text{ex}} + \vec{F}_2^{\text{ex}} + \dots + \vec{F}_n^{\text{ex}}$$

$$\sum_{i=1}^N \vec{F}_i^{\text{ex}} = \vec{0}$$

$$\frac{d}{dt} (\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n) = \vec{0}$$

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \text{const}$$

$$\vec{p} = m \vec{v} = m \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt} (m \vec{r})$$

$$\frac{d}{dt} (m_1 \vec{r}_1) + \frac{d}{dt} (m_2 \vec{r}_2) + \dots + \frac{d}{dt} (m_n \vec{r}_n) = \text{const}$$

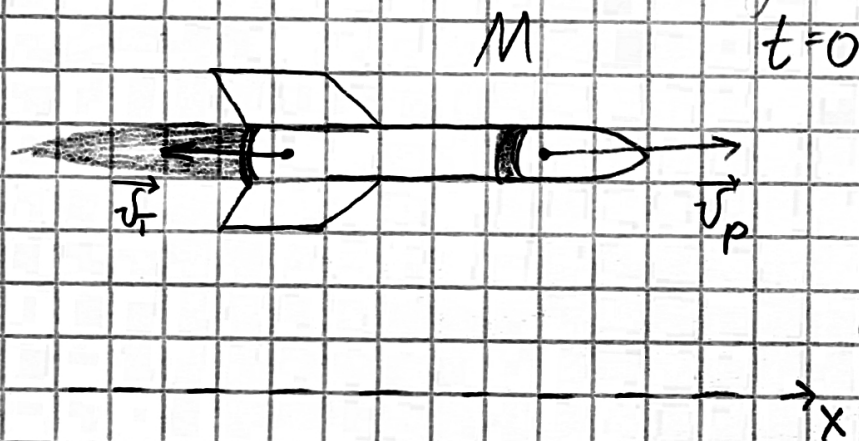
$$\bullet M \frac{d}{dt} (\underbrace{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n}_{\textcircled{1} M}) = \text{const} \vec{t}$$

$$M = m_1 + m_2 + \dots + m_n$$

\vec{R} $\textcircled{1}$ — center of mass.

$$M \frac{d\vec{R}}{dt} = \text{const} \vec{t}$$

⑤ Ракета движется горизонтально.



$$M v_p \quad dM = -dm$$

$$dm (v_T - v_p)$$

$$(M + dm)(v_p + dv_p)$$

\vec{x}

$$(M + dM)(v_p + dv_p) + dM(v_T - v_p) = M v_p$$

$$\cancel{M v_p} + v_p dM + M dv_p + \cancel{dM dv_p} + \cancel{dM v_T} - \cancel{dM v_p} = \cancel{M v_p}$$

$$M dv_p + v_T dM = 0$$

$$\frac{M dv_p}{M} = - \frac{v_T dM}{M} \rightarrow \int dv_p = - \int v_T \frac{dM}{M}$$

$$v_p = -v_T \ln M + C$$

$$v_p = 0$$

$$M = M_0$$

$$0 = -v_T \ln M_0 + C$$

$$C = v_T \ln M_0$$

$$v_p = v_T \ln M_0 - v_T \ln M$$

$$v_p = v_T \ln \frac{M_0}{M}$$

Т. Гуржовская и н. Мельникова

$$v_p \cong 8 \text{ км/с}$$

$$v_T = 1 \text{ км/с}$$

$$\rightarrow \ln \frac{M_0}{M_k} = 8$$

$$\frac{M_0}{M_k} = e^8 \approx 3000$$

$$M_0 = \underline{3000 M_k}$$

↓
IT