

## Глава 2.

# Динамика материальной точки при поступательном движении

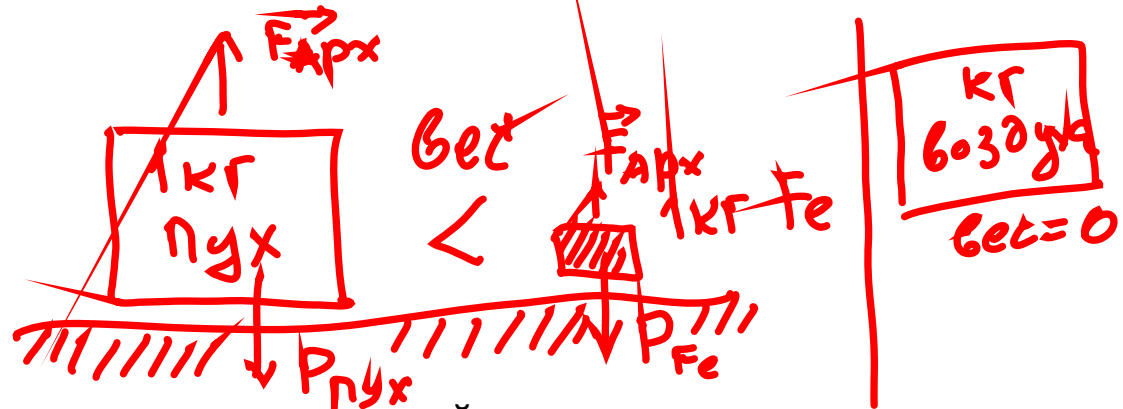
3) Реленити естественни координати

## Основные определения

**Масса** – физ. величина, определяющая инерционные и гравитационные свойства тела.

- Ед. измерения [Н]
- Вводят «Инертную» и «Гравитационную» массы. Равенство их – эмпирич. факт
- ВЕС не равен МАССЕ (!)

→ сила на опору  
или подвес



**Сила** – физ. величина, мера механического воздействия на тело со стороны других тел и полей, в результате которого тело приобретает ускорение или изменяет форму и размеры

- Ед. измерения [Н]
- Внесенные понятия: поле, деформация,

## Первый закон Ньютона

- \* Существуют системы отсчета, которые называют инерциальными,
- \* Относительно которых материальная точка, либо покоится, либо движется прямолинейно и равномерно,
  - Если она свободна от внешних воздействий
  - *(внешние воздействия уравновешены) (!?)*

## «Пример инерциальной системы»

Земля?



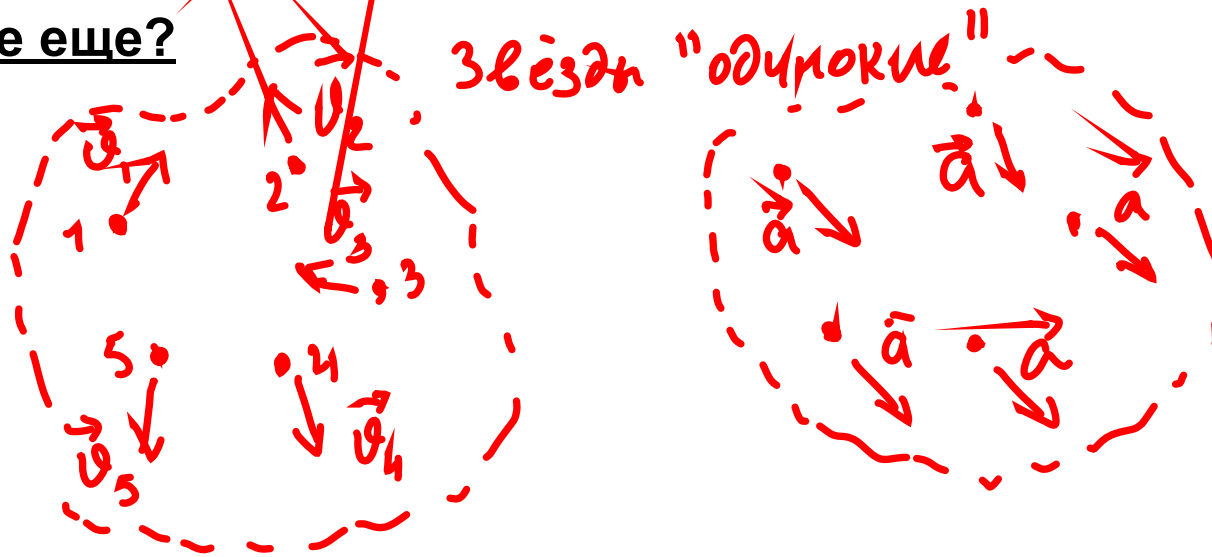
не инерц!

Солнце?



не инерц!

Где еще?



! Это Мб! !  
! движ-се !  
a a  
относительно  
одиноких звезд.

\*(Подразумеваем «Степень инерциальности»)

# Динамика

## Второй закон Ньютона

(основной закон динамики поступательного движения)

«Школьная» формулировка

$$\text{а) } \boxed{\vec{F} = m\vec{a}} \quad \text{или} \quad \delta) \boxed{\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}}$$
$$\boxed{\vec{p} \equiv m\vec{v}}$$

Понятие импульса (количества движения)

Формулировка Ньютона

$$\boxed{\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}_{\Sigma}}$$

сумм. изм-я  
и мп-са

$$\left( \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} \right)$$

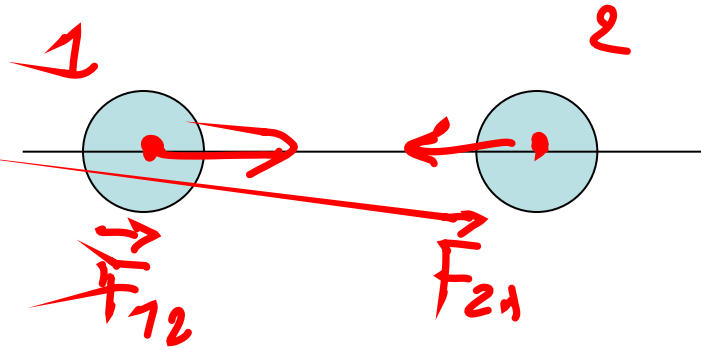
$m \neq \text{const}$   
при  $v \sim c$ )

Важно!

- «Работает» только в инерциальных СО
- При релятивистских скоростях «школьная» формулировка не работает.
- Вытекает т.н. принцип «независимости разных взаимодействий» (суперпозиции)

$$\boxed{\vec{F}_{\Sigma} = \sum \vec{F}_i}$$

## Третий закон Ньютона



$$\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$$

- \* Равны по модулю
- \* Противоположны по направлению
- \* Обе силы – одной природы.

### Важность закона

- Стал возможен переход от динамики отдельных мат.точек к системам мат.точек - физическим телам
- Работает в инерциальных СО
- Чаще всего – нарушение именно этого закона свидетельствует о том что мы вышли из инерциальной системы отсчета

Пример:

$$\vec{N} = -\vec{P}$$



# Динамика

## Силы. Примеры сил.

Сила тяжести

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

Сила реакции опоры

$$\vec{N} = \vec{P}$$

Сила упругости

$$\vec{F}_{\text{уп}} = -k \cdot \Delta X$$

Сила натяжения нити



а) покой.

$$T = mg$$

б) движение:

$$ma = mg - T$$

$$T = m(g - a)$$

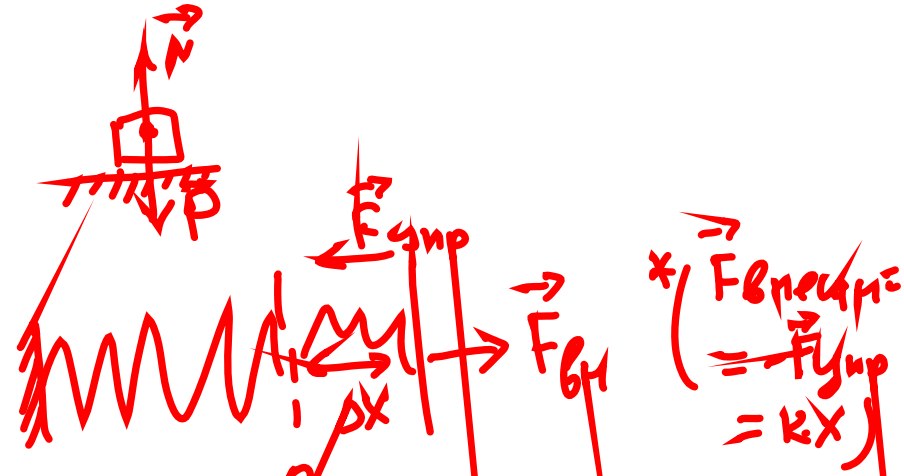
Сила трения

Сухое трение (внешнее):

(покоя, скольжения, качения, верчения)

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$$

(скаляр!) )



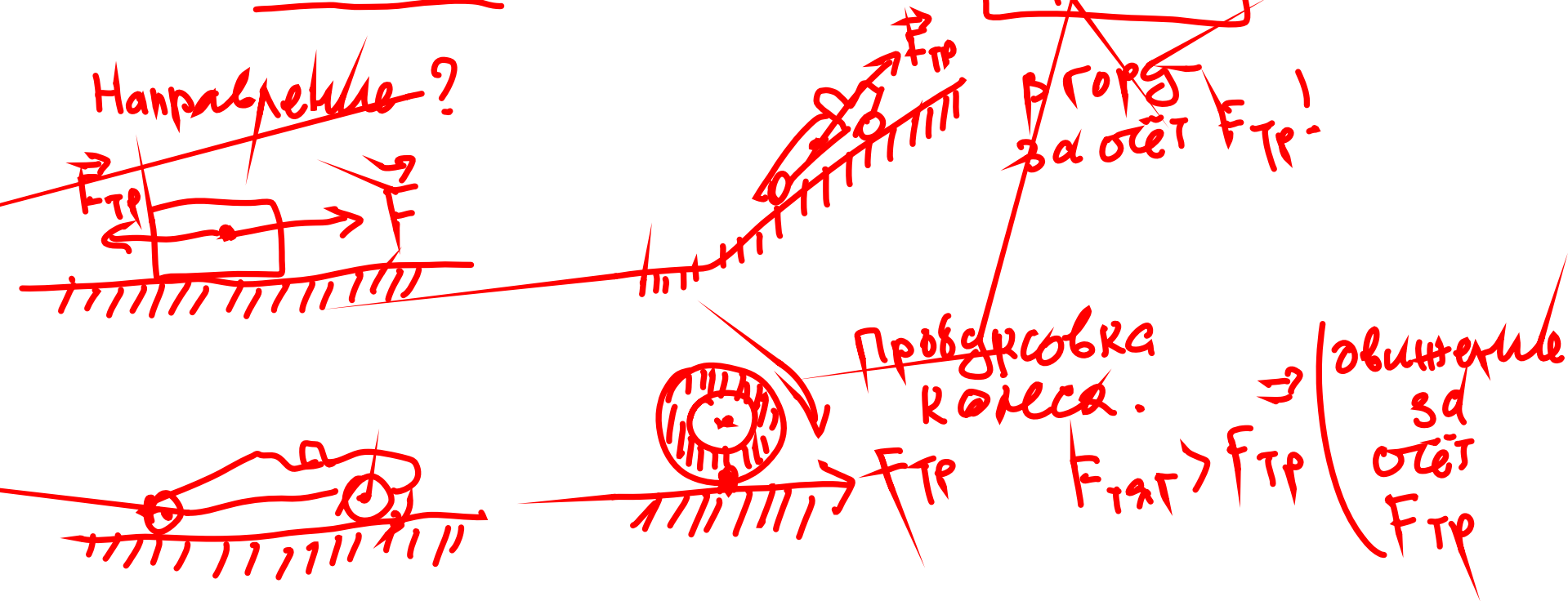
## Силы. Примеры сил (продолж)

### Сила трения

Сухое трение (внешнее):

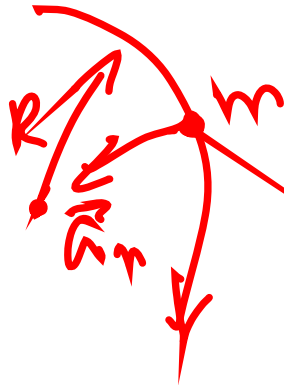
(покоя, скольжения, качения, вращения)

Направление?





## Центростремительная сила



$$F_{цс} = m a_{цс} = m \left( \frac{v^2}{R} \right) = m \omega^2 R$$

- \*) Меняет напр-е  $\vec{v}$ , не меняет  $|\vec{v}|$
- \*) Нет советв. природы,  $F_{цс}$  равнодей-я  
им результат совнеси дей-я других сил.

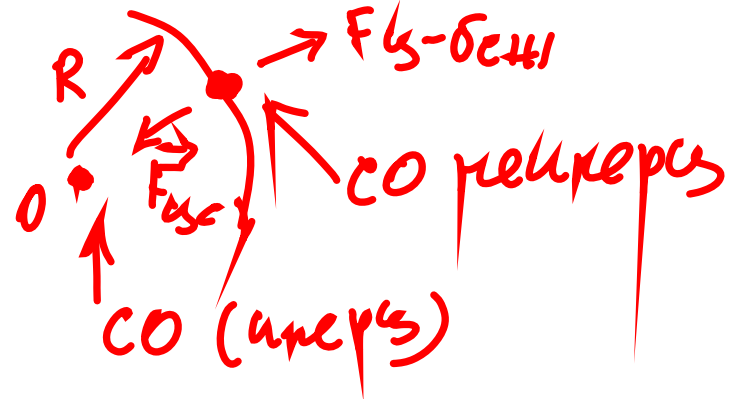
## Силы инерции. Центробежная сила.

возникает в инерц. СО

$$F_{цб} = -F_{цс}$$

при вращении

(С.О — с вращающ.ся  
объектом)



## Переход от мат. точки к системам

### Механическая система –

совокупность мат. точек, рассматриваемых как целое.

### Внутренние силы –

между мат.точками, составляющими систему


### Внешние силы –

действующие на мат.точку со стороны тел, не входящих в систему и полями.

### Изолированная система – внешние силы = 0.

## Закон сохранения импульса

Анализ системы – силы внутренние и внешние во 2м зак. Ньютона



1)  $\frac{d\vec{P}}{dt} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i^{\text{внеш}} + \left( \sum_{j=1}^M \vec{F}_j^{\text{внутр}} \right)$

2) Застр. сл.:  $\vec{F}_i^{\text{внеш}} = 0 \Rightarrow \frac{d\vec{P}}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{P} = \text{const}$  (по III 3. Ньютона)



Формулировка ЗСИ –

$$\vec{P} = \text{const}$$

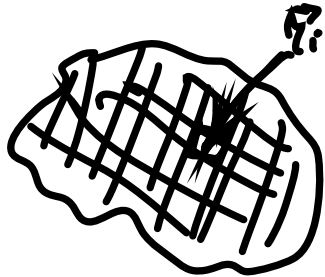
в изолир. системе!

(!) Для изолированной системы!

\*(Фундаментальный закон, не только в классической механике)

## Центр масс. Закон движения ЦМ

Определение ЦМ:



$$\vec{r}_{ц.м.} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \vec{r}_i}{\sum_{i=1}^N m_i}$$

положение Ц.М. — нач. точка  
хар-т движение как  
целого

Закон движения ЦМ

$$\sum_{i=1}^N m_i = M_c \text{ (масса системы)}$$

\* (Цитруль системы:  $\vec{p}_c = m \vec{v}_c$ ) \* ( $v_c \equiv v_{ц.м.}$ )

$$M_c \frac{d\vec{v}_c}{dt} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i$$

\*(ЦМ не то же самое, что и Центр тяжести)

↳ везде

↳ в поле сил тяжести.

