

Глава 2.

Динамика материальной точки при поступательном движении

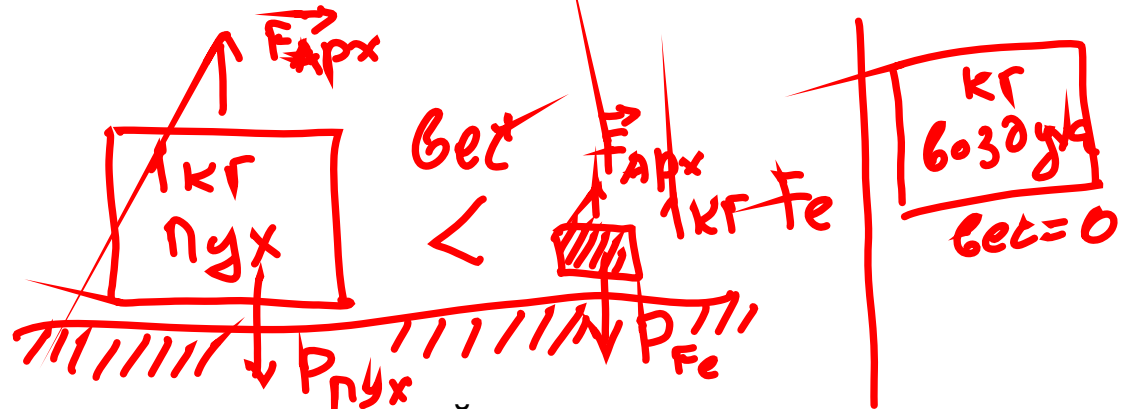
3) Решение задачи Н. Г. М. Д. о Г. М. а

Основные определения

Масса — физ. величина, определяющая инерционные и гравитационные свойства тела.

- Ед. измерения [Н]
- Вводят «Инертную» и «Гравитационную» массы. Равенство их — эмпир. 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

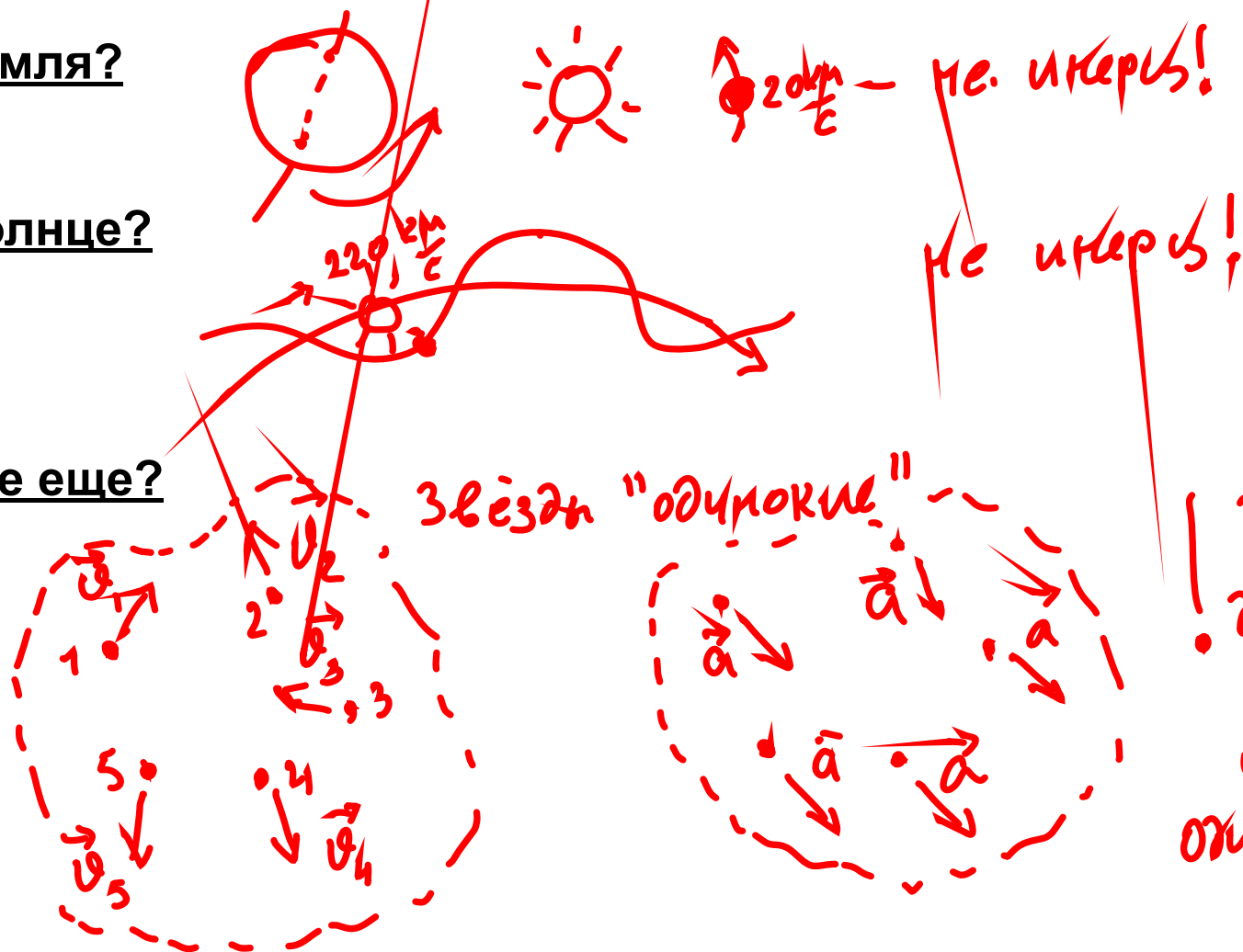
- * Существуют системы отсчета, которые называют инерциальными,
- * Относительно которых материальная точка, либо покоится, либо движется прямолинейно и равномерно,
 - Если она свободна от внешних воздействий
 - *(внешние воздействия уравновешены) (!?)*

«Пример инерциальной системы»

Земля?

Солнце?

Где еще?



не инерц!

! Это МБ1 !
! движ-се !
а а
относительно
одиноких звезд.

*(Подразумеваем «Степень инерциальности»)

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
имп-са

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

$\vec{F}_\Sigma = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i$

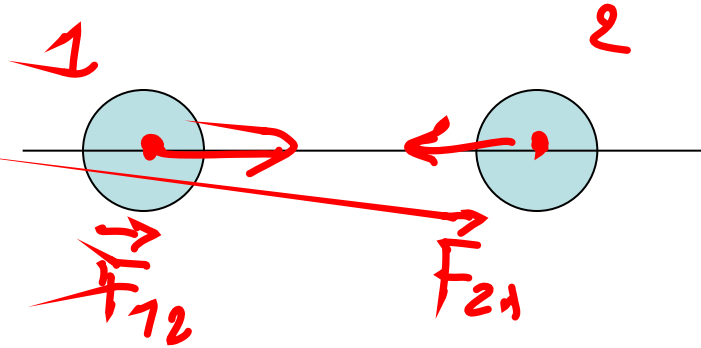
$m \neq \text{const}$
при $v \sim c$

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:

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



Силы. Примеры сил.

Сила тяжести

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

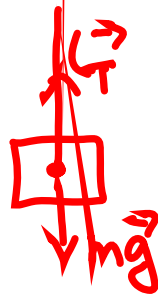
Сила реакции опоры

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

Сила упругости

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

Сила натяжения нити



а) покой.

$$T = mg$$

б) движение:

$$ma = mg - T$$

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

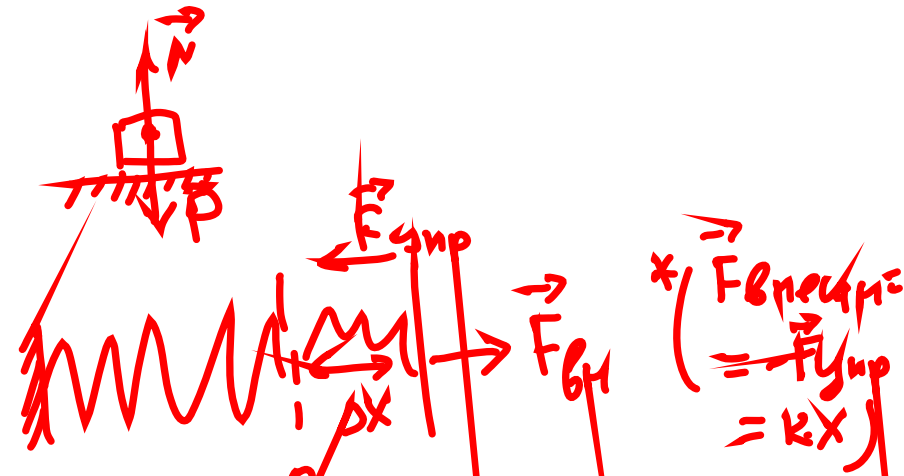
Сила трения

Сухое трение (внешнее):

(покоя, скольжения, качения, верчения)

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$$

(скаляр!)



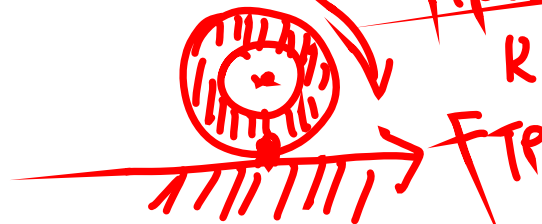
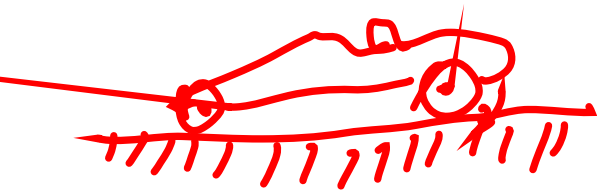
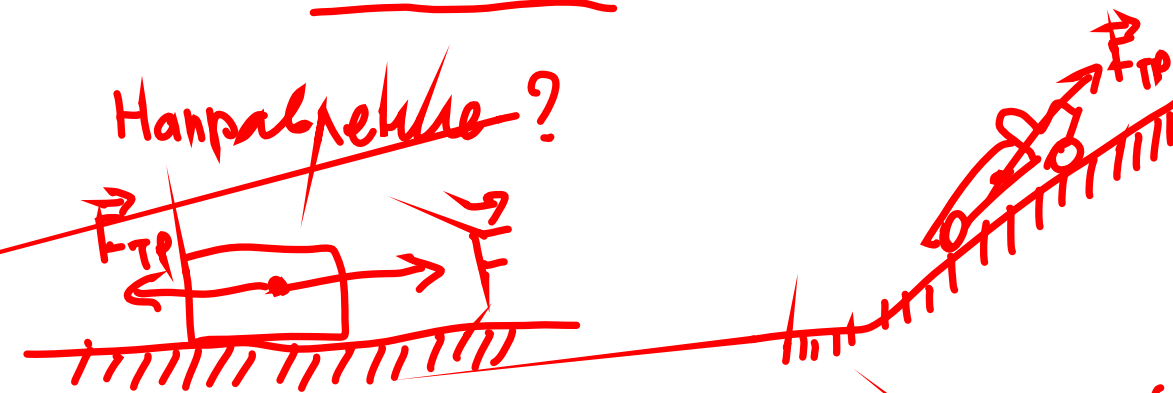
Силы. Примеры сил (продолж)

Сила трения

Сухое трение (внешнее):

(покоя, скольжения, качения, вращения)

Направление?



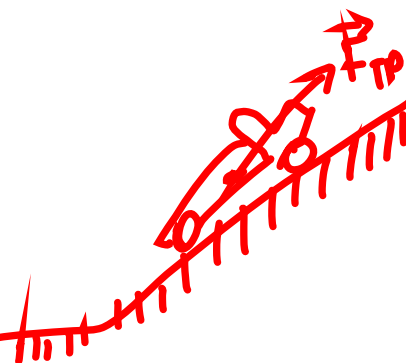
Пробуксовка колеса.

$$F_{тяг} > F_{тр}$$

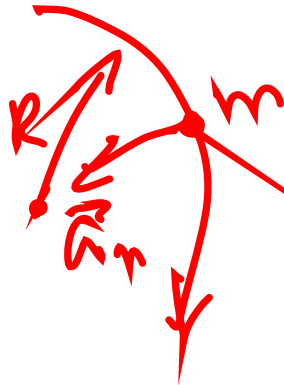
⇒ движение за счёт $F_{тр}$

$$F_{тр} = \mu \cdot N$$

В гору за счёт $F_{тр}$!



Центростремительная сила



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

- * некая напр-е $\vec{v}$, не $\vec{r}$ как $|\vec{v}|$
- * Нет собств. природы, $F_{\text{цс}}$ равнодей-я
или результат совместн. дей-я других сил.

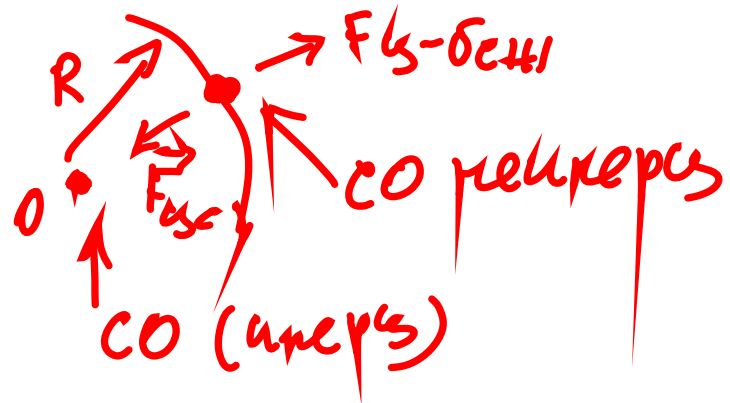
Силы инерции. Центробежная сила.

возникает в неинерц. СО

$$F_{\text{цб}} = -F_{\text{цс}}$$

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

→ если центр тяжести.

