

+

×

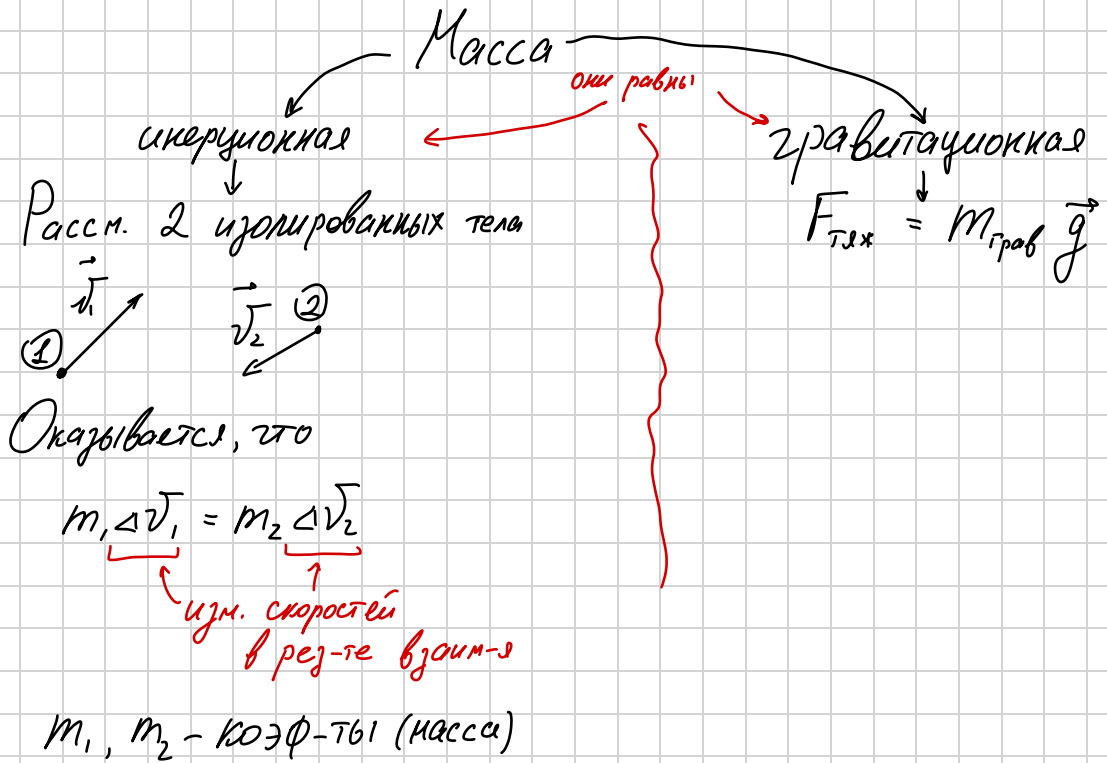
—

÷

§1. Законы Ньютона Импульс

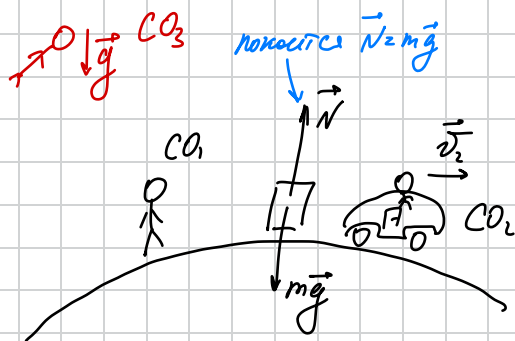
1. Будем описывать причины движения мат. точек (или систем мат. точек) в системах отсчета, при этом $v \ll c$

2. Масса



Опр: Импульс материальной точки $\vec{p} = m\vec{v}$

3. Законы Ньютона



Для CO_1 и CO_2 - грузик
покается (или едет равномерно
прямолинейно)

Для CO_3 грузик движется
ускоренно

Первый з-н Ньютона утв, что CO_1 и CO_2 - инерц.:

1-й Закон Ньютона: Существуют системы отсчета,
в которых не взаим. с другими телами мат. точка
(свободная) движется равномерно прямолинейно. Такие
СИ наз. Инерциальными

2-й Закон Ньютона: Изменение импульса материальной
точки пропорционально силе и происходит по ее напр-ю:

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$$

импульс
силы

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F}$$

← напр-е силы
изм-е движ.

Или $\Delta p = \Delta(m\vec{v}) = m\Delta\vec{v}$

$$m \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \vec{F}$$

$$m\vec{a} = \vec{F}$$

это сумма всех внешних сил
 $\sum_i \vec{F}_i$

3-й Закон Ньютона: При взаим. двух мат. точек

1) Силы возникают парами и имеют одинаковую

природу, приложены к разным мат. точкам

2) Эти силы равны по величине

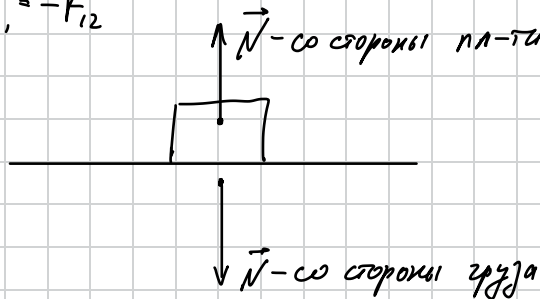
3) Они действуют вдоль одной прямой

Примеры:

1) Заряды:



2) Тело на пл-ти:



Замечания: 1) 3-ны Ньютона про мат. точку!

2) Имеют локальный характер! (т.к. на самом деле скорость распр-я возмущения - конечна)

§2. Решение задач

Пример № 1. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до некоторой скорости V_0 за одинаковое время.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ горизонту (см. рис. 1).

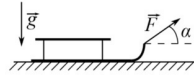
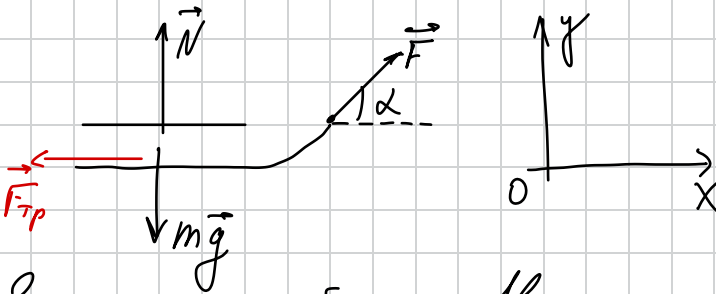


Рис. 1

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально.

После достижения скорости v_0 действие внешней силы прекращается.

Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.



1) Запишем 2-й з-к Ньютона

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр}$$

$$(Ox): \int m a_{ix} = F \cos \alpha - F_{тр}$$

$$(Oy): \begin{cases} \frac{\Delta p_y}{\Delta t} = N - mg + F \sin \alpha = 0 \Rightarrow N = mg - F \sin \alpha \end{cases}$$

$$F_{тр} = \mu N - \text{закон Ампера-Будека}$$

$$m a_{ix} = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) \quad (1)$$

2) Если \vec{F} горизонтальна: $N = mg$

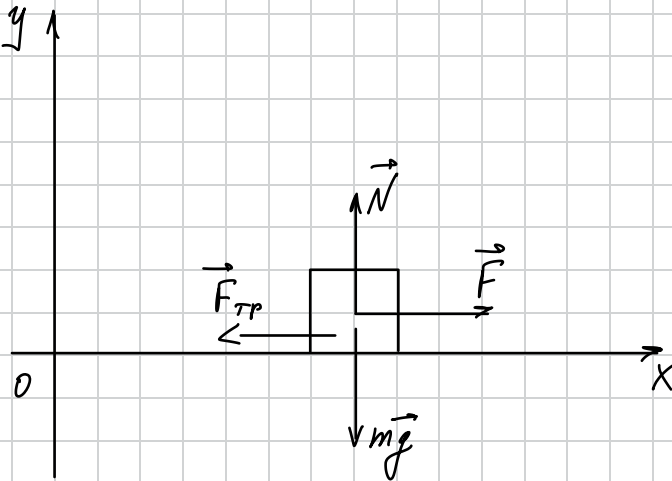
$$ma_{2x} = F - \mu mg \quad (2)$$

3) По условию $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{const} \Rightarrow a_{1x} = a_{2x} \Rightarrow (1) = (2)$

$$F - \mu mg = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$\mu = \frac{F - F \cos \alpha}{F \sin \alpha} \approx 0,27$$

Пример № 2. На брусок массой $m = 2$ кг, лежащий на горизонтальной поверхности, действует, начиная с момента времени $t = 0$ с, горизонтальная сила, зависящая от времени t по закону $F = \alpha \cdot t$, здесь $\alpha = 2$ Н/с. Найдите проекцию $v_x(T)$ скорости тела в момент времени $T = 5$ с. Коэффициент трения скольжения бруска по плоскости $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Направление силы \vec{F} не изменяется со временем.



1) По 2-му закону Ньютона:

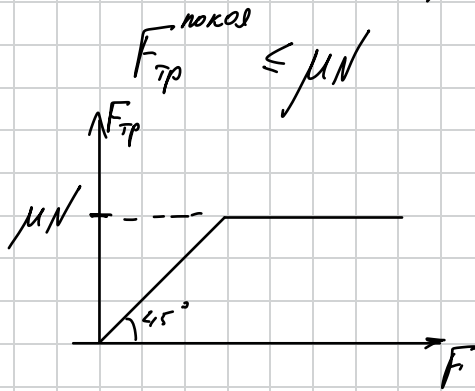
$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = M \vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}$$

$$(O_y): N = mg$$

Лин. отступ.: Сила трения

покал $F_{\text{тр}} = F$

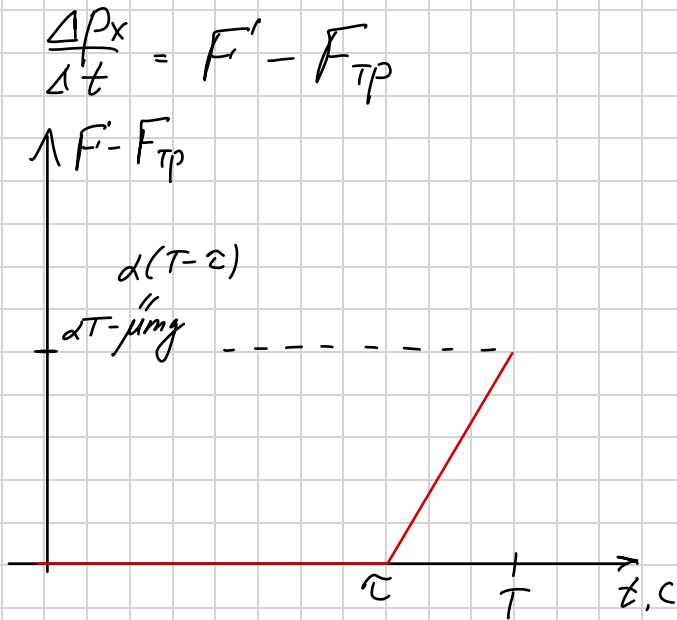
скольжения μN



С ростом F : $F_{\text{тр}} = F$, до тех пор пока $F \leq \mu N = \mu mg$. Найдем через какое время они сравняются

$$\alpha \tau = \mu mg \Rightarrow \tau = 3 \text{ с}$$

До этого момента брусок будет покоиться

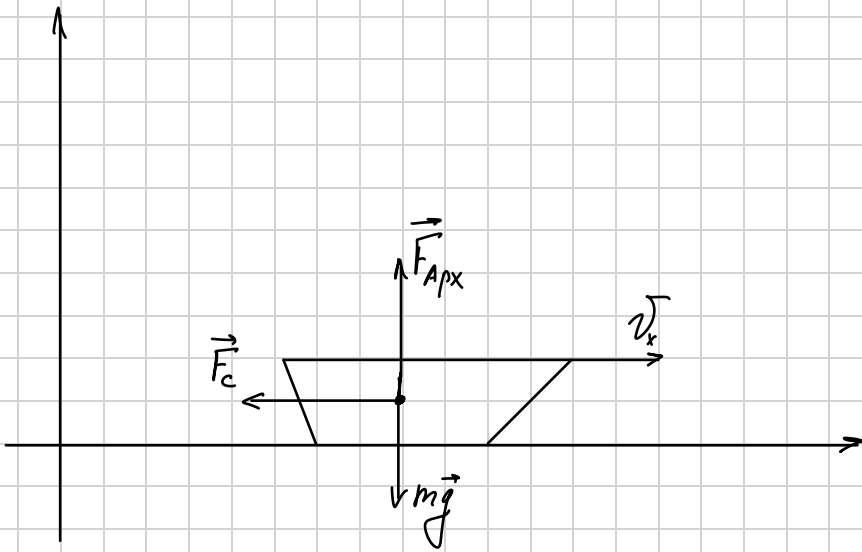


$$\Delta p_x = \underbrace{(F - F_{\text{тр}})}_{\text{полезная}} \Delta t$$

$$\Rightarrow \sum \Delta p_x = m v_x(T) - 0 = \frac{1}{2}(T - \tau) \cdot \alpha(T - \tau)$$

$$v_x(T) = \frac{\alpha(T - \tau)^2}{2m} = 2 \text{ м/с}$$

Пример 3. Лодку массой $m = 100$ кг тянут за веревку по поверхности озера с постоянной скоростью $v_0 = 1$ м/с. В некоторый момент веревка обрывается. Какой путь L пройдёт после этого лодка к тому моменту, когда её скорость уменьшится в два раза? Считайте, что сила сопротивления зависит только от скорости \vec{v} лодки по закону $\vec{F}_c = -k \cdot \vec{v}$, здесь $k = 10$ Н с/м.



1) По 2-му закону Ньютона:

$$\Delta \vec{p} = (m\vec{g} + \vec{F}_{Apx}) \Delta t - k\vec{v} \Delta t$$

$$(O_x) : \Delta p_x = - \underbrace{k v_x \Delta t}_{\Delta x} = -k \Delta x \quad (*)$$

Спросуммируем (*) по всем рассм. моментам времени:

$$\sum_i \Delta p_x = -k \underbrace{\sum_i \Delta x}_L$$

$$L = -\frac{1}{k} (p_{x, \text{кон}} - p_{x, \text{нач}}) = -\frac{1}{k} \left(\frac{1}{2} m v_1 - m v_0 \right) = 5 \text{ м}$$