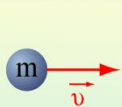


ЗАКОНЫ НЬЮТОНА

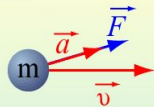
Законы Ньютона



$$\vec{v} = \text{const}, \text{ при } \vec{F} = 0$$

I закон

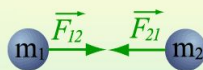
Существуют такие системы отсчета, в которых всякое тело будет сохранять состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения до тех пор, пока действие других тел не заставит его изменить это состояние.



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

II закон

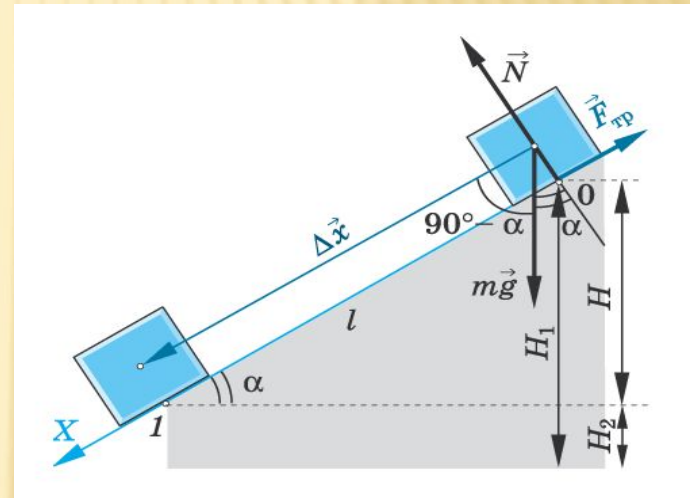
Под действием силы тело приобретает такое ускорение, что его произведение на массу тела равно действующей силе.



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

III закон

Силы, с которыми взаимодействующие тела действуют друг на друга, равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны.



КАКИЕ МЫ ЗНАЕМ ВИДЫ ДВИЖЕНИЯ

- 1. **Равномерное прямолинейное**
(*скорость постоянна по величине и направлению*)
- 2. **Равноускоренное прямолинейное**
(*скорость меняется, ускорение постоянно*)
- 3. **Криволинейное движение**
(*меняется направление движения*)

Лекция

«Законы Ньютона»

- Динамика
- Основное утверждение механики
- Первый закон Ньютона
- Второй закон Ньютона
- Третий закон Ньютона

Зачем нужна динамика



- **Кинематика** позволяет определить вид движения, но не объясняет почему тело движется так, а не иначе?
- **Динамика** рассматривает взаимодействие тел, являющееся причиной изменения движения

В ЧЕМ ПРИЧИНА ДВИЖЕНИЯ ?

- *Аристотель* – движение возможно только под действием силы; при отсутствии сил тело будет покоится.
- *Галилей* – тело может сохранять движение и в отсутствии сил. Сила необходима для того чтобы уравновесить другие силы, например, силу трения
- *Ньютон* – сформулировал законы движения

Основное утверждение механики

- Изменение скорости тела (а значит, ускорение) всегда вызывается воздействием на него каких-либо других тел
- ПРОСТО:
Скорость тела никогда не меняется, если на него ничто не действует.

■ 1 ЗАКОН НЬЮТОНА

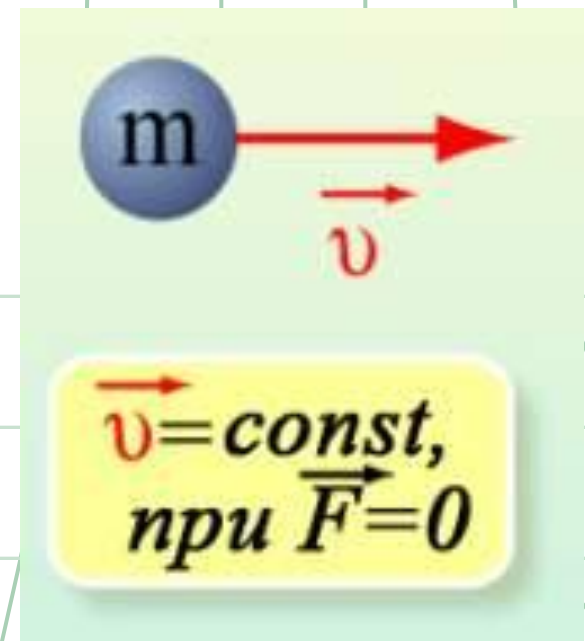
- ОТВЕЧАЕТ НА ВОПРОС : КОГДА ТЕЛО НАХОДИТСЯ В ПОКОЕ ИЛИ ДВИЖЕТСЯ ПРЯМОЛИНЕЙНО И РАВНОМЕРНО?

- СУЩЕСТВУЮТ ТАКИЕ СИСТЕМЫ ОТСЧЁТА, ОТНОСИТЕЛЬНО КОТОРЫХ ПОСТУПАТЕЛЬНО ДВИЖУЩЕЕСЯ ТЕЛО СОХРАНЯЕТ СВОЮ СКОРОСТЬ ПОСТОЯННОЙ, ЕСЛИ НА НЕГО НЕ ДЕЙСТВУЮТ ДРУГИЕ ТЕЛА ИЛИ ИХ ДЕЙСТВИЕ СКОМПЕНСИРОВАНО.

$$- \sum \vec{F} = 0$$

Первый закон Ньютона

Если на тело не действуют силы или их действие скомпенсировано, то данное тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения.



Примеры выполнения первого закона Ньютона

• 1.



2.



1. Земля – опора
2. Земля – нить

тело в покое
 $v = 0$

• 3.



4.



3. Земля – воздух

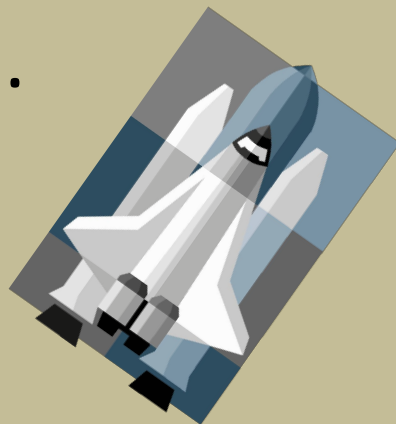
4. Земля – двигатель
прямолинейное

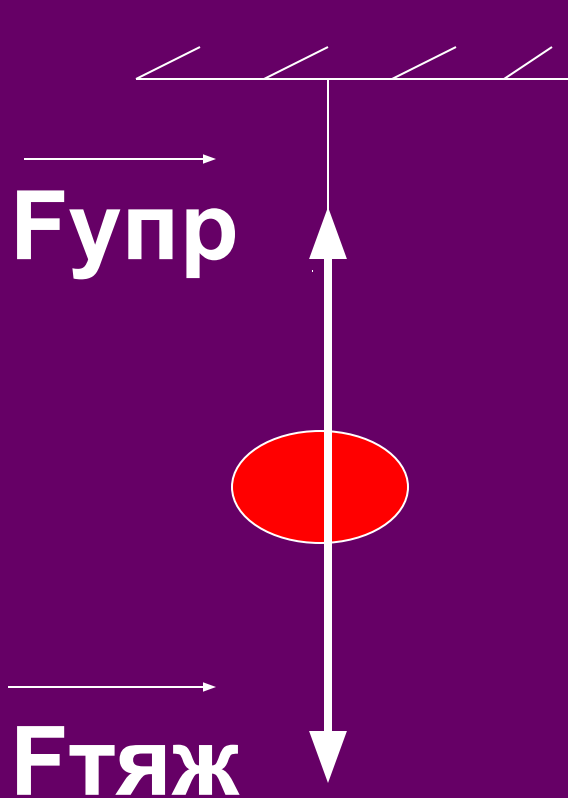
5. Действия нет

движение
равномерное

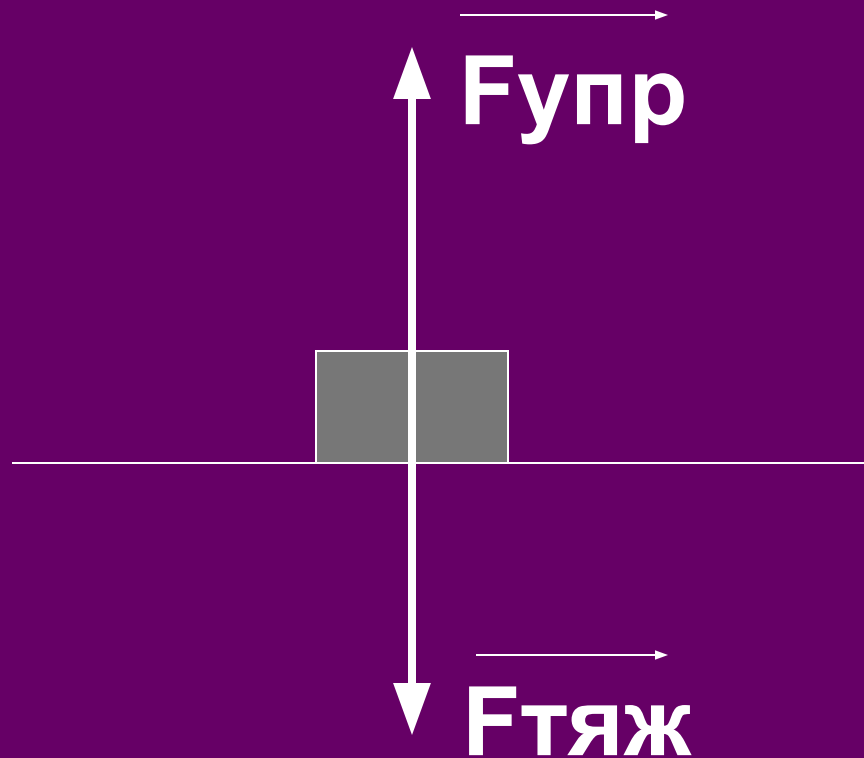
$v = \text{const}$

• 5.



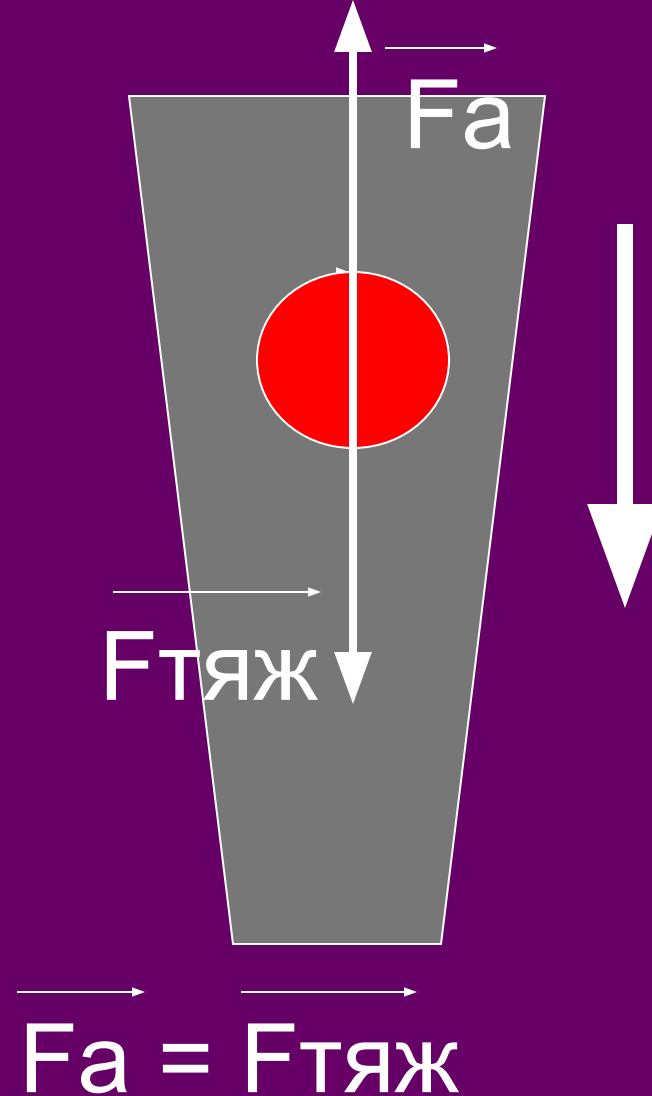
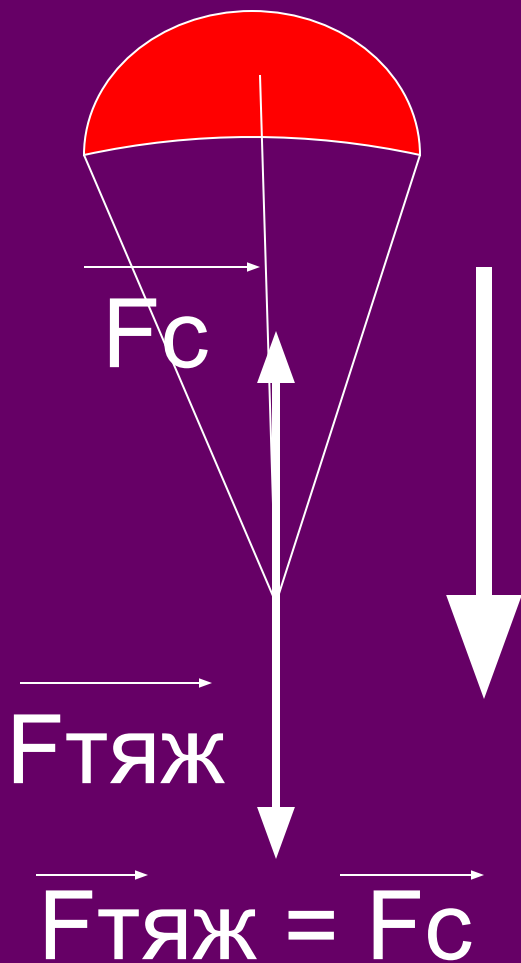


$$F_{тяж} = F_{упр}$$



$$F_{тяж} = F_{упр}$$

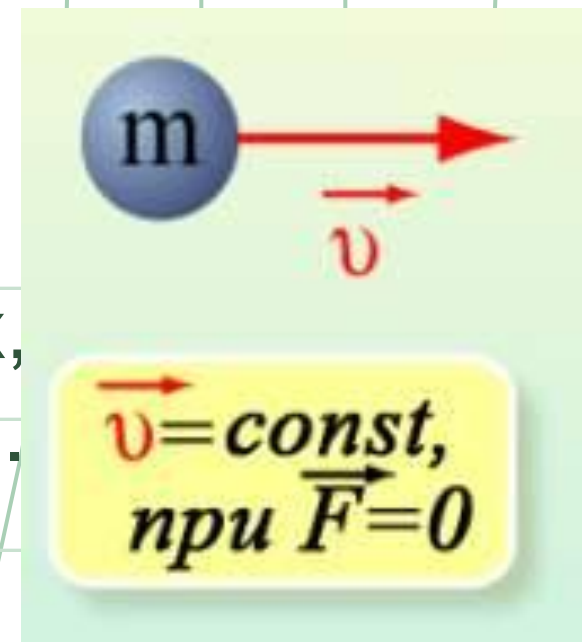
ТЕЛО НАХОДИТСЯ В ПОКОЕ



**ДВИЖЕНИЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ
И РАВНОМЕРНОЕ**

Первый закон Ньютона

Первый закон Ньютона называют законом инерции. Системы отсчета, относительно которых тела движутся с постоянной скоростью при компенсации внешних воздействий на них, называются инерциальными.



СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА

- *Инерциальные* – системы отсчета, в которых выполняется закон инерции (тело отсчета покоится или движется равномерно и прямолинейно)
- *Неинерциальные* – закон не выполняется (система движется неравномерно или криволинейно)

Маятник Фуко – пример неинерциальной системы



МАССА

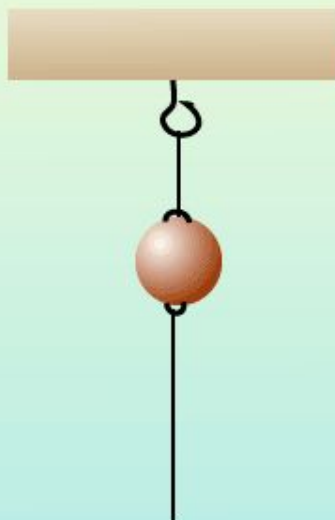
- ***Масса** – это свойство тела, характеризующее его инертность.*

При одинаковом воздействии со стороны окружающих тел одно тело может быстро **изменять свою скорость**, а другое в тех же условиях – значительно медленнее. Принято говорить, что второе из этих двух тел обладает **большей инертностью**, или, другими словами, второе тело обладает большей массой.

ОБЪЯСНИМ ОПЫТЫ

Инертность тел

— свойство тел не мгновенно изменять свою скорость. Из двух тел более инертно то, масса которого больше

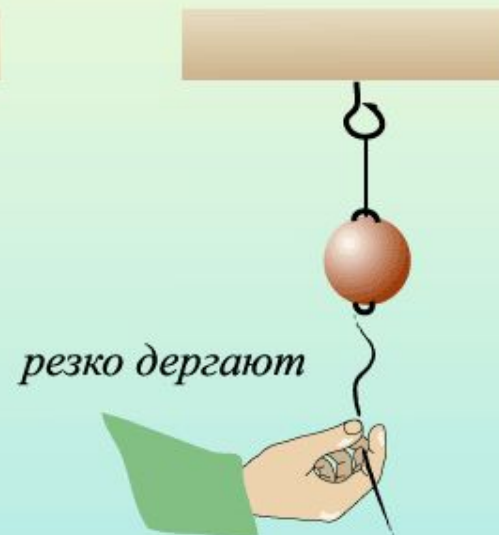


нити одинаковые,
тело — массивное



тянут медленно

инертность тела больше
инертности нити



резко дергают

СИЛА

- *Сила – это количественная мера взаимодействия тел. Сила является причиной изменения скорости тела.*

В механике Ньютона силы могут иметь различную физическую причину: сила трения, сила тяжести, упругая сила и

т. д. *Сила является **векторной величиной**. Векторная сумма всех сил, действующих на тело, называется **равнодействующей силой**.*

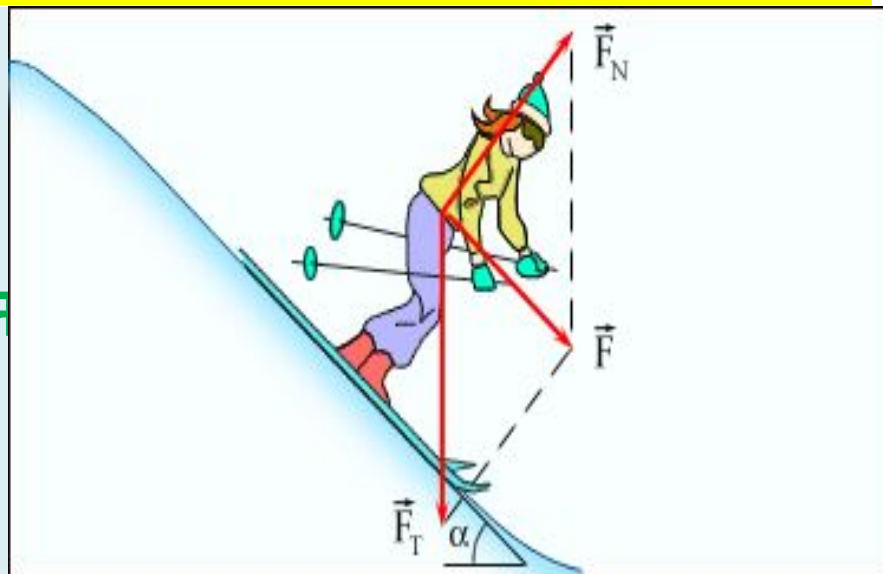
ХАРАКТЕРИСТИКИ СИЛЫ

1. Модуль
2. Направление
3. Точка приложения

Обозначается буквой

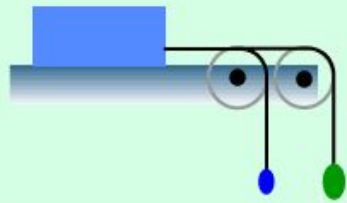
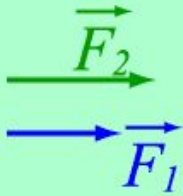
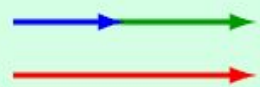
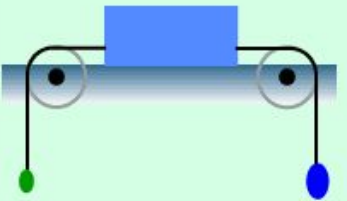
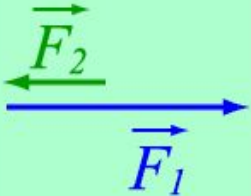
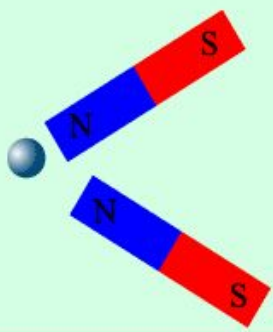
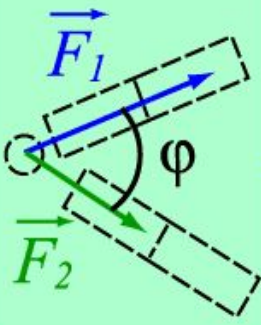
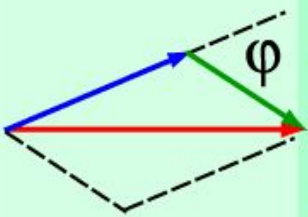
Измеряется в **ньютонах (Н)**

Прибор для измерения силы - **динамометр**



РАВНОДЕЙСТВУЮЩАЯ ДВУХ СИЛ

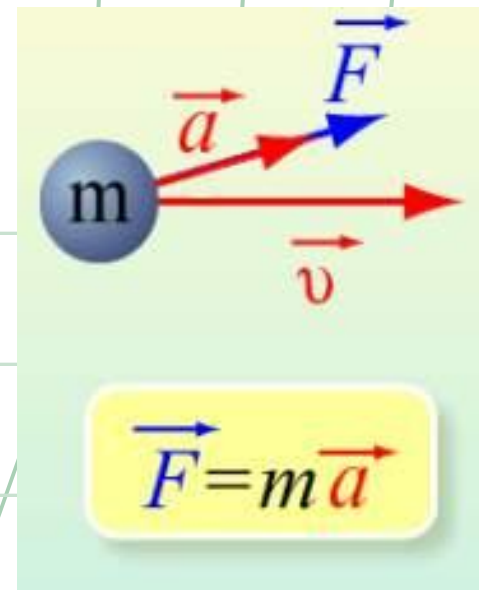
Сложение сил

			$F_p = F_1 + F_2$
			$F_p = F_1 - F_2$
			$F_p^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\varphi$

Второй закон Ньютона

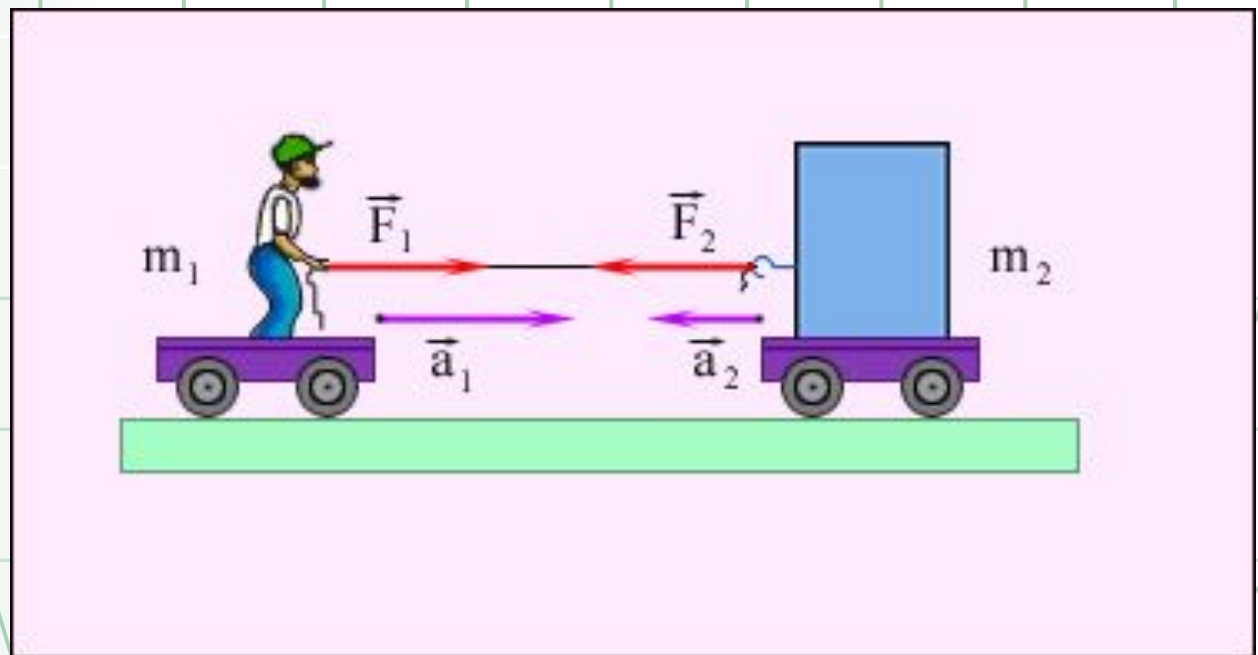
Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе

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



Второй закон Ньютона

Если два тела взаимодействуют друг с другом, то ускорения этих тел обратно пропорциональны их массам



Второй закон Ньютона

$$F = ma$$

Второй закон Ньютона

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

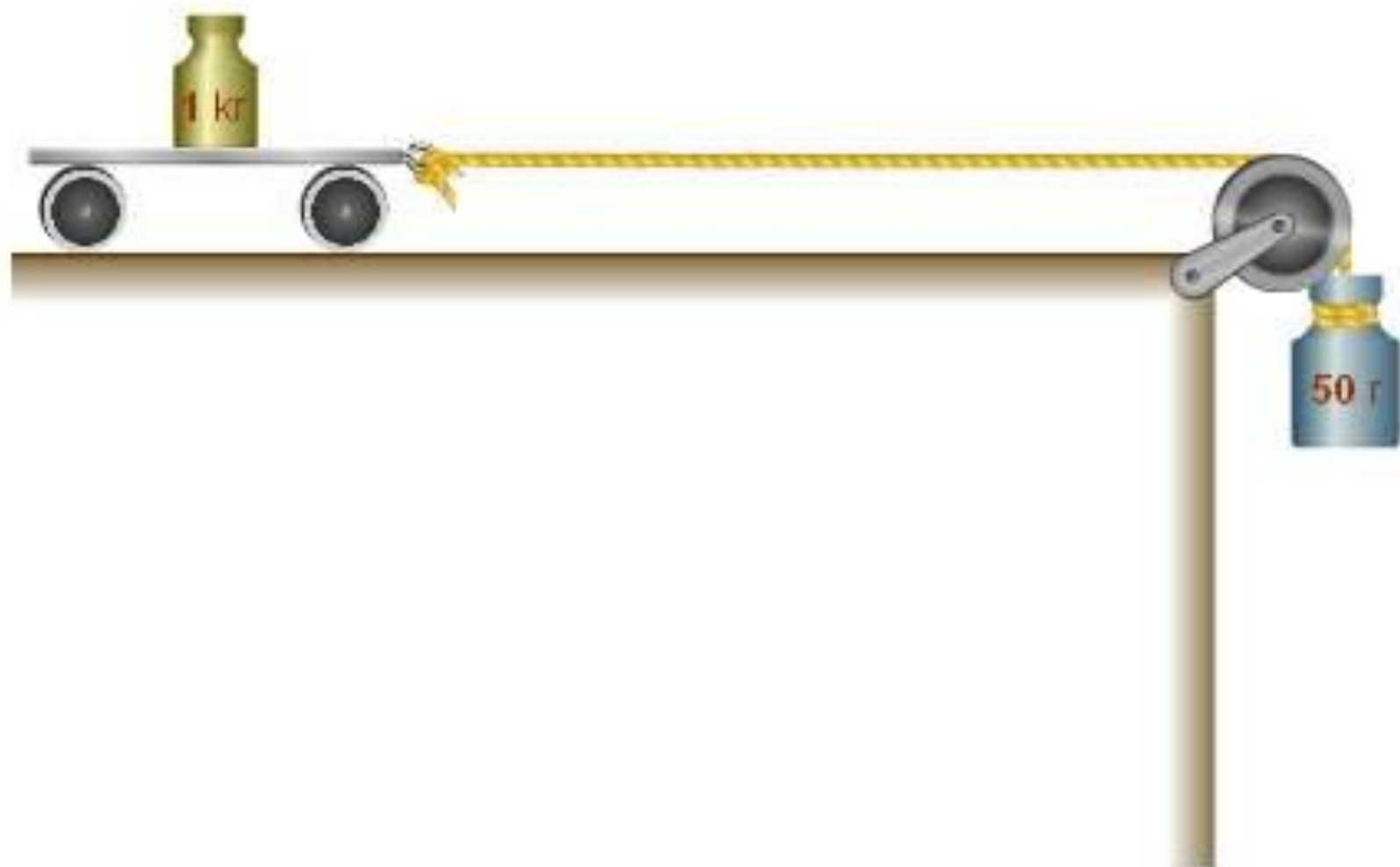
Второй закон Ньютона

Особенности закона:

- *сила – причина изменения движения (скорости);*
- *направление ускорения всегда совпадает с направлением силы;*
- *справедлив для любых сил;*
- *если действуют несколько сил, то берется результирующая*

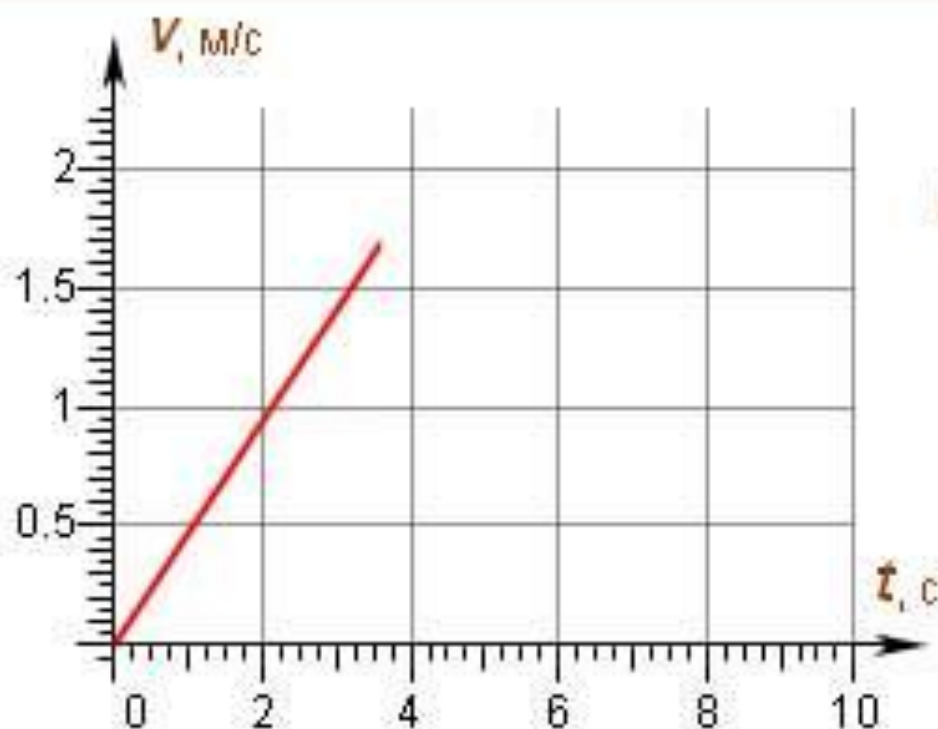
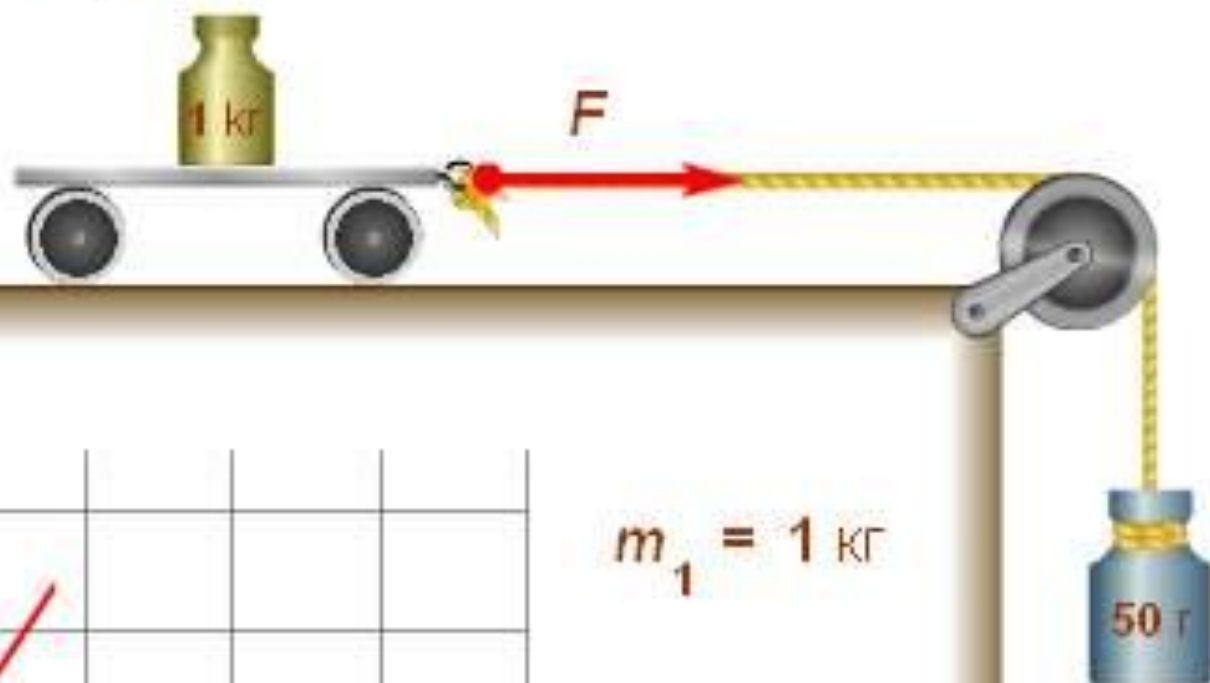
Второй закон Ньютона

Сила, приложенная к телу, является причиной его ускорения.



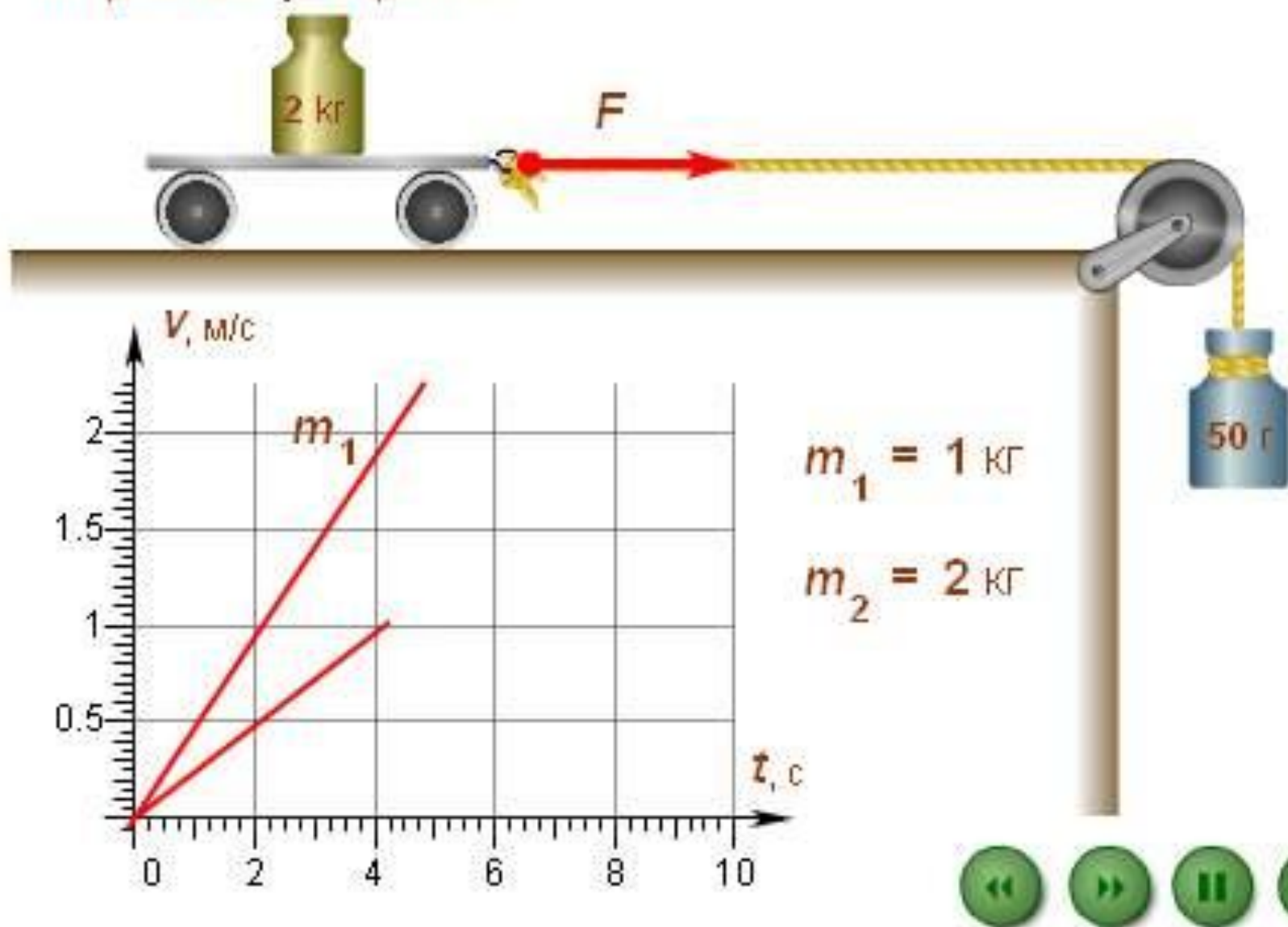
Второй закон Ньютона

Одна и та же сила действует на тела разной массы, сообщая им разные ускорения.



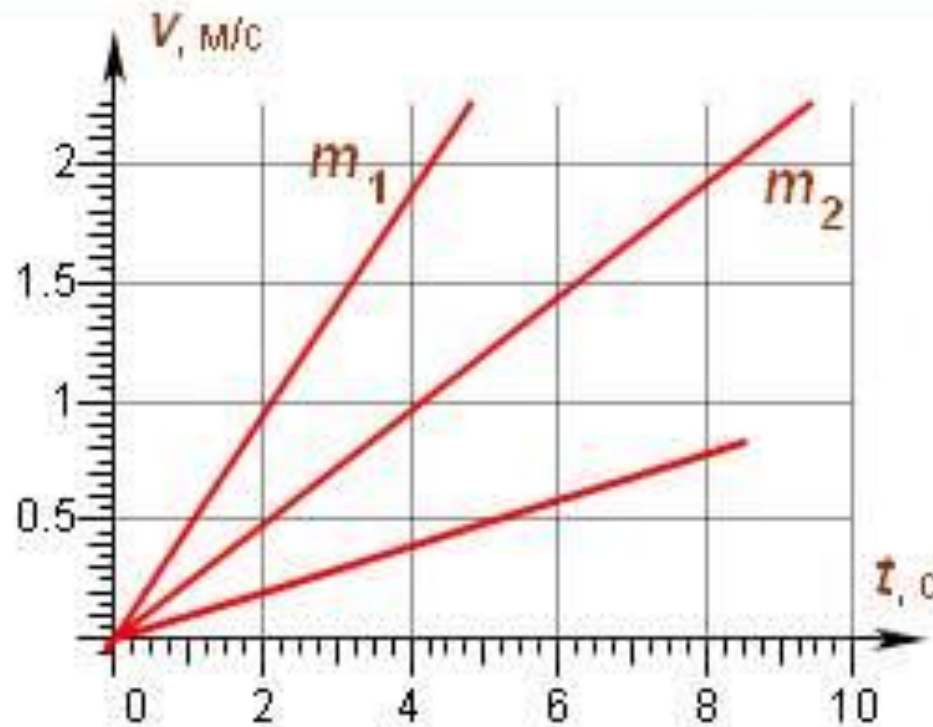
Второй закон Ньютона

Одна и та же сила действует на тела разной массы, сообщая им разные ускорения.



Второй закон Ньютона

Одна и та же сила действует на тела разной массы, сообщая им разные ускорения.



$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

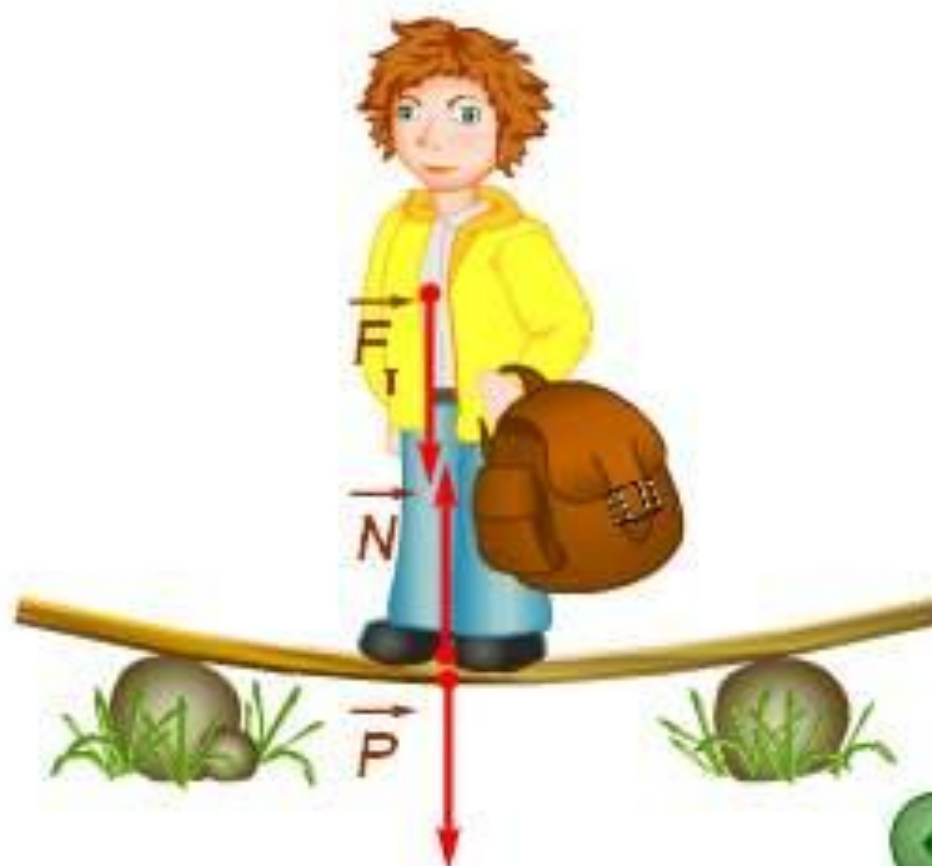
$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

$$m_3 = 5 \text{ кг}$$



Вес тела

Весом $\vec{P}$ называется сила, с которой тело вследствие притяжения к Земле действует на опору или подвес. Сила тяжести $\vec{F}_T$ и сила $\vec{N}$ со стороны опоры приложены к данному телу; вес тела приложен к опоре.



ВЫВОД

- 1. $F = 0 \rightarrow$ РПД ($a = 0, v = \text{const}$)

если равнодействующая сила равна нулю

то тело покоится или движется равномерно $\rightarrow$ и прямолинейно

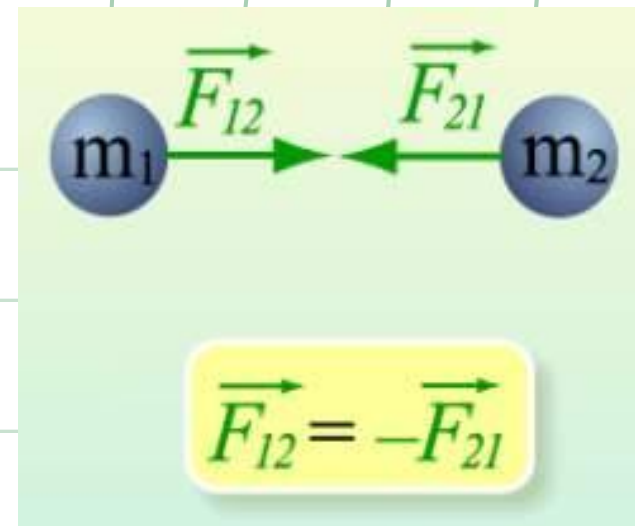
- 2. $F \neq 0$ РУД ($a = F/m$)

если силы нескомпенсированы, то тело движется равноускоренно

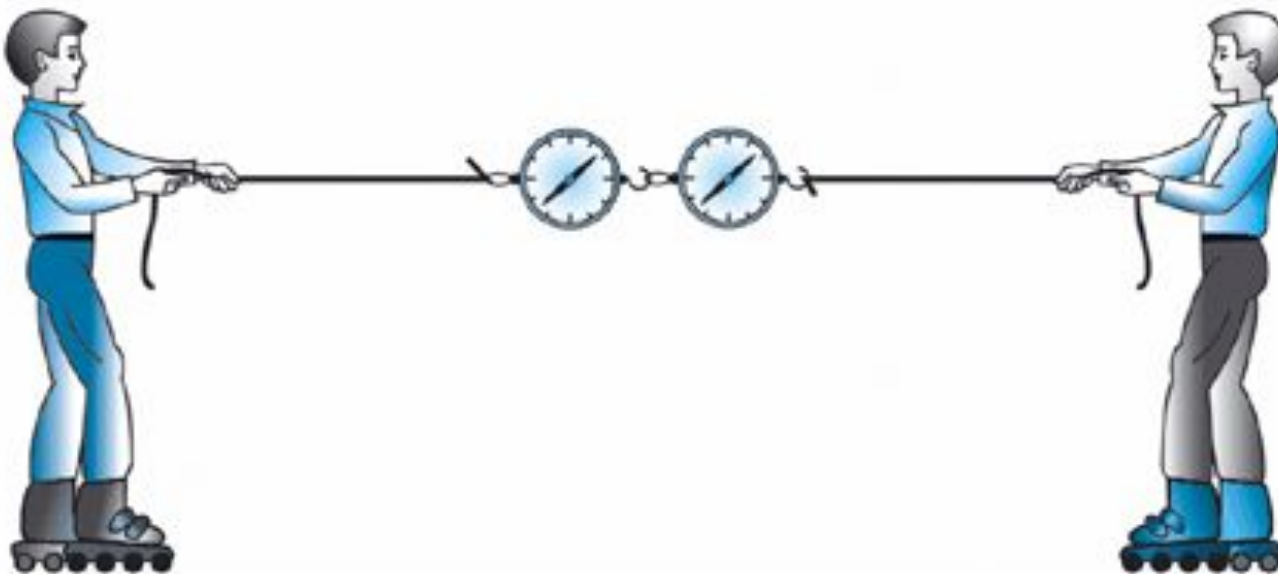
Третий закон Ньютона

ОТВЕЧАЕТ НА ВОПРОС: КАК
ВЗАИМОДЕЙСТВУЮТ ТЕЛА?

Силы, с которыми тела взаимодействуют друг с другом, равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны



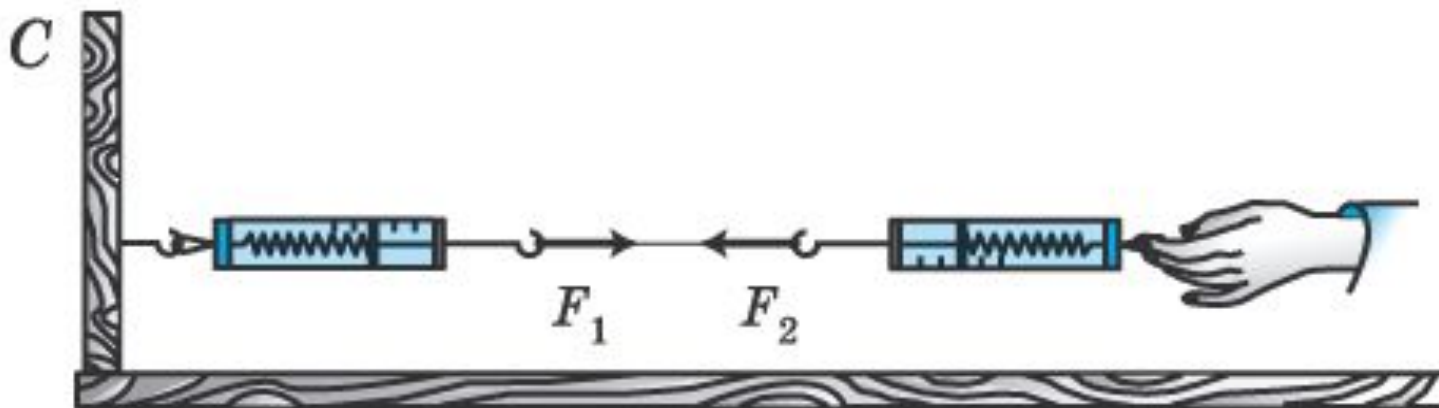
Третий закон Ньютона



Третий закон Ньютона



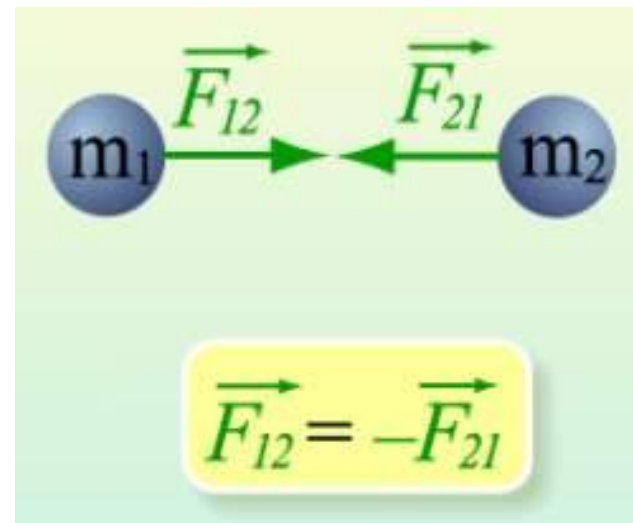
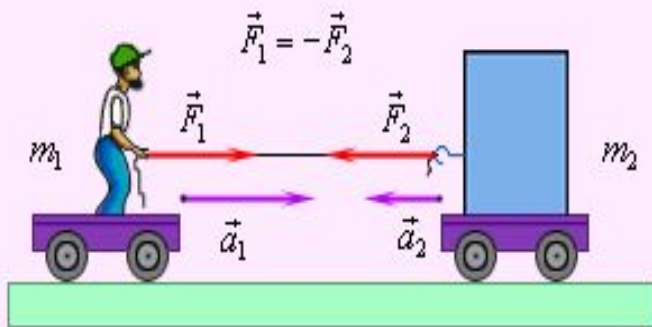
Третий закон Ньютона



ТРЕТИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

Особенности закона:

1. Силы возникают парами
2. Возникающие силы одной природы
3. Силы приложены к различным телам, поэтому не уравнивают друг друга

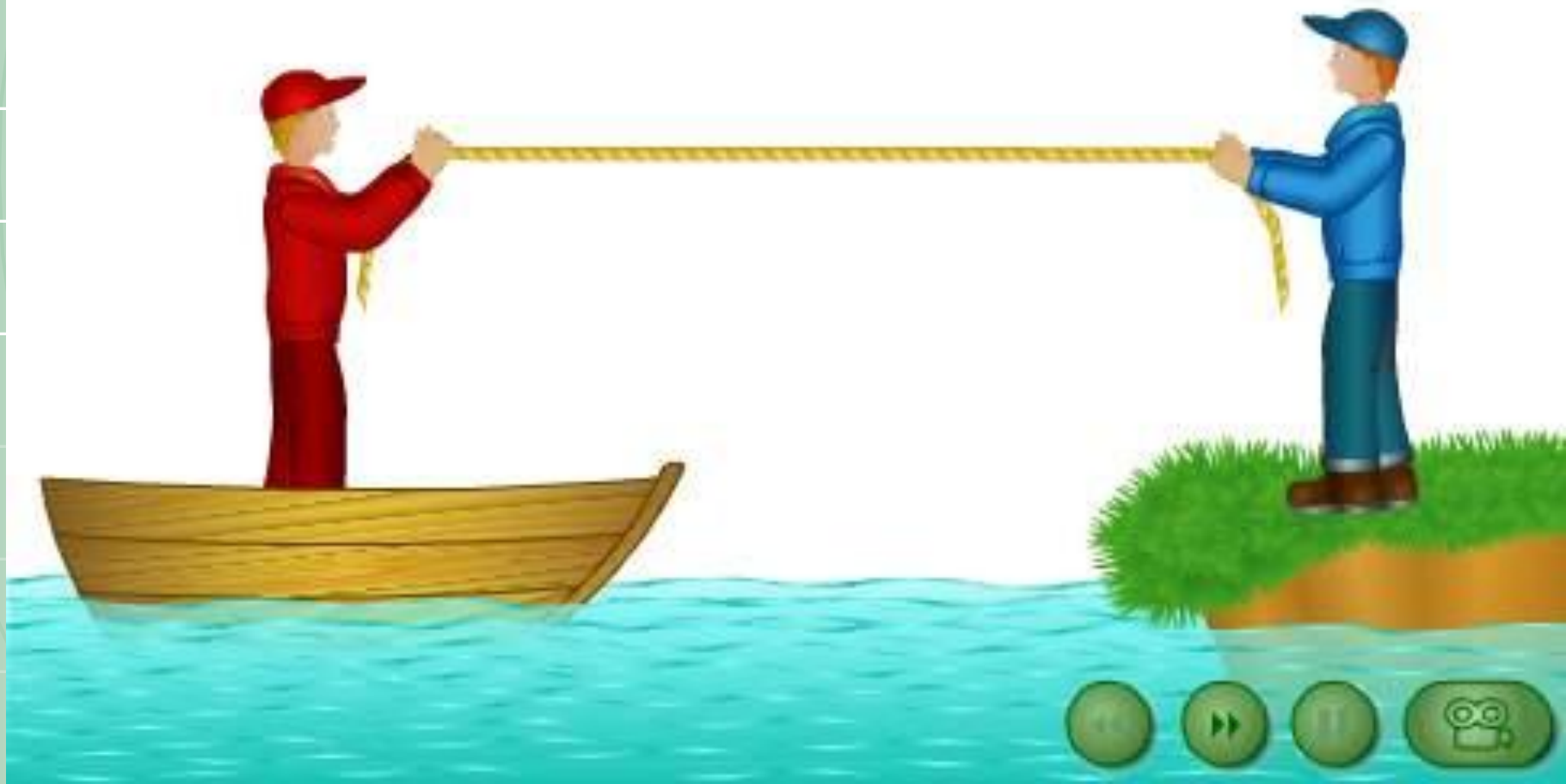


Третий закон Ньютона

Силы, возникающие при взаимодействии двух тел, приложены к разным телам.

Третий закон Ньютона

При любом взаимодействии двух тел возникают силы, действующие на оба тела.



Третий закон Ньютона

Опыт показывает, что силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

Эта формула выражает третий закон Ньютона.



Третий закон Ньютона

Опыт показывает, что силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

Эта формула выражает третий закон Ньютона.



Третий закон Ньютона

Опыт показывает, что силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

Эта формула выражает третий закон Ньютона.



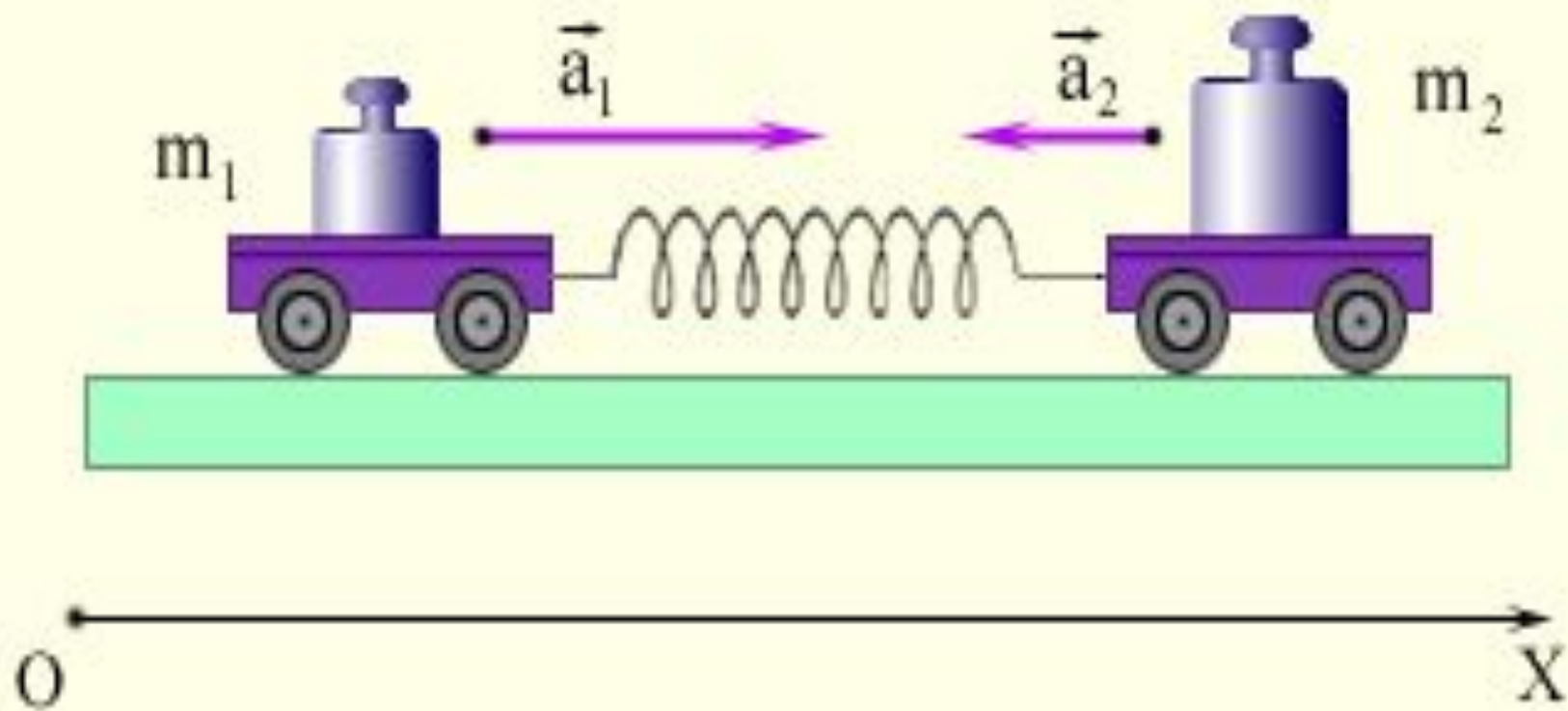
Третий закон Ньютона

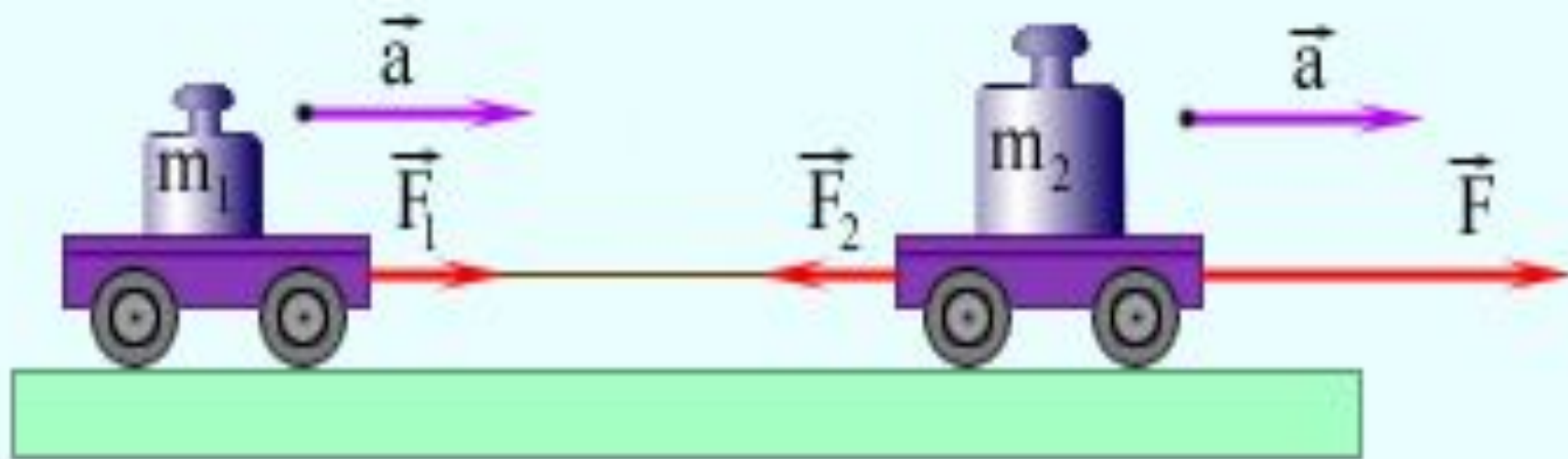
Опыт показывает, что силы, с которыми два тела действуют друг на друга, равны по модулю и противоположны по направлению:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

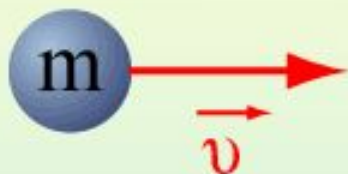
Эта формула выражает третий закон Ньютона.







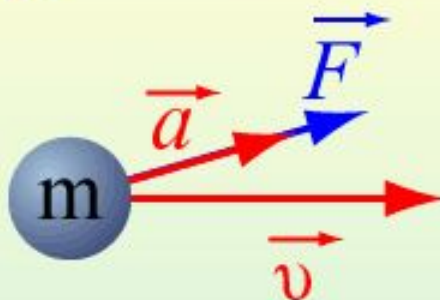
Законы Ньютона



$$\vec{v} = \text{const}, \\ \text{при } \vec{F} = 0$$

I закон

Существуют такие системы отсчета, в которых всякое тело будет сохранять состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения до тех пор, пока действие других тел не заставит его изменить это состояние.



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

II закон

Под действием силы тело приобретает такое ускорение, что его произведение на массу тела равно действующей силе.



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

III закон

Силы, с которыми взаимодействующие тела действуют друг на друга, равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны.

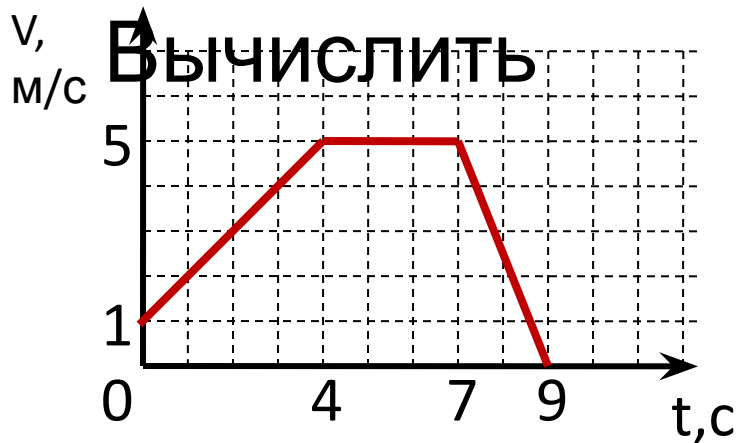
УПРОЩЕННАЯ ФОРМУЛИРОВКА ЗАКОНОВ НЬЮТОНА

- *Тело находится в покое или движется равномерно и прямолинейно, если действие других тел скомпенсированы (уравновешены)*
- *Ускорение движущегося тела пропорционально сумме приложенных к нему сил и обратно пропорционально его массе.*
- *При взаимодействии двух тел, силы равны по величине и противоположны по направлению.*

Ньюто н	Первый закон	Второй закон	Третий закон
Физическая система	Макроскопическое тело		Система двух тел
Модель	Материальная точка		Система двух материальных точек
Описываемо е явление	Состояние покоя или РПД	Движение с ускорением $\boxtimes$ $a = \frac{F}{m}$	Взаимодейств ие тел
Суть закона	Если $F = 0$, то $V = \text{const}$		$F_{12} = - F_{21}$
Примеры проявлени я	Движение мете-орита вдали от притягивающих	Движение планет, падение тел на Землю, разгон	Взаимодействие Солнца и Земли, Земли и Луны, машины и дороги

ЗАДАЧА 1

- Тело массой 4кг движется в соответствии с приведенным графиком.



действующую силу и
определить вид
движения.

РЕШЕНИЕ

- 1. $F_1 = ma_1$ $a = \frac{v_1 - v_0}{t_1}; a = \frac{5 - 1}{4} = 1 \text{ м/с}^2$
 $F_1 = 4 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с}^2 = 4 \text{ Н}$

движение **равноускоренное**

- 2. $v_1 = v_2 = 5 \text{ м/с}$ – не меняется, $a_2 = 0$ $F_2 = 0$

движение **равномерное**

- 3. $F_3 = ma_3$ $a_3 = \frac{v_3 - v_2}{t_3}; a_3 = \frac{0 - 5}{2} = -2,5 \text{ м/с}^2$
 $F_3 = 4 \text{ кг} \cdot (-2,5 \text{ м/с}^2) = -10 \text{ Н}$

движение **равнозамедленное**

ЗАДАЧА 2

- *Сила тяги ракетного двигателя первой ракеты на жидком топливе равнялась 660 Н , масса ракеты 30 кг . Какое ускорение приобрела ракета во время старта?*

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ

- 1. Сколько сил действуют на ракету?
- 2. Как они направлены?
- 3. Какая сила совпадает по направлению с ускорением?
- 4. Чему равна равнодействующая всех сил?
- 5. Как записать уравнение второго закона Ньютона?

ЗАДАЧА 2

• Дано:

$$m = 30 \text{ кг}$$

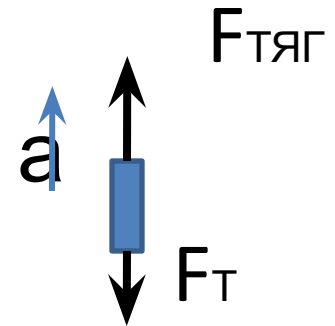
$$F_{\text{тяг}} = 660 \text{ Н}$$

a - ?

Решение

$$ma = F_{\text{тяг}} - F_{\text{т}}$$

$$F_{\text{т}} = mg$$



$$a = \frac{F_{\text{тяг}} - mg}{m}; a = \frac{660 \text{ Н} - 10 \text{ м/с}^2 \cdot 30 \text{ кг}}{30 \text{ кг}} = 12 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 12 м/с²

ЗАДАЧА 3

- *Мальчик массой 40кг качается на качелях, длина которых 2м. Найдите силу давления на качели при прохождении нижней точки, если скорость в этот момент равна 3м/с.*

ЗАДАЧА 3

• Дано:

$$m = 40 \text{ кг}$$

$$R = 2 \text{ м}$$

$$v = 3 \text{ м/с}$$

Ньютона)

P - ?

Решение

N - сила реакции опоры

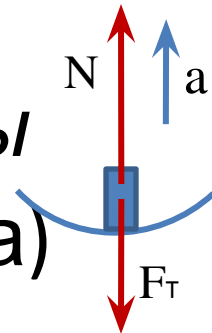
$$ma = N - F_T \quad (\text{II з. Ньютона})$$

$$N = ma + F_T \quad P = -N \quad (\text{III з. Ньютона})$$

$a = v^2/R$ – центростремительное ускорение

$$P = 40 \cdot 10 + 40 \cdot 3^2/2 = 400 + 180 = 580 \text{ Н}$$

Ответ: 580Н



ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- §24 – 28
- Конспект
- Упр.6 (любые две задачи)