

# Задание по физике:

- 1. Сделать конспект
- 2. Решить задачи

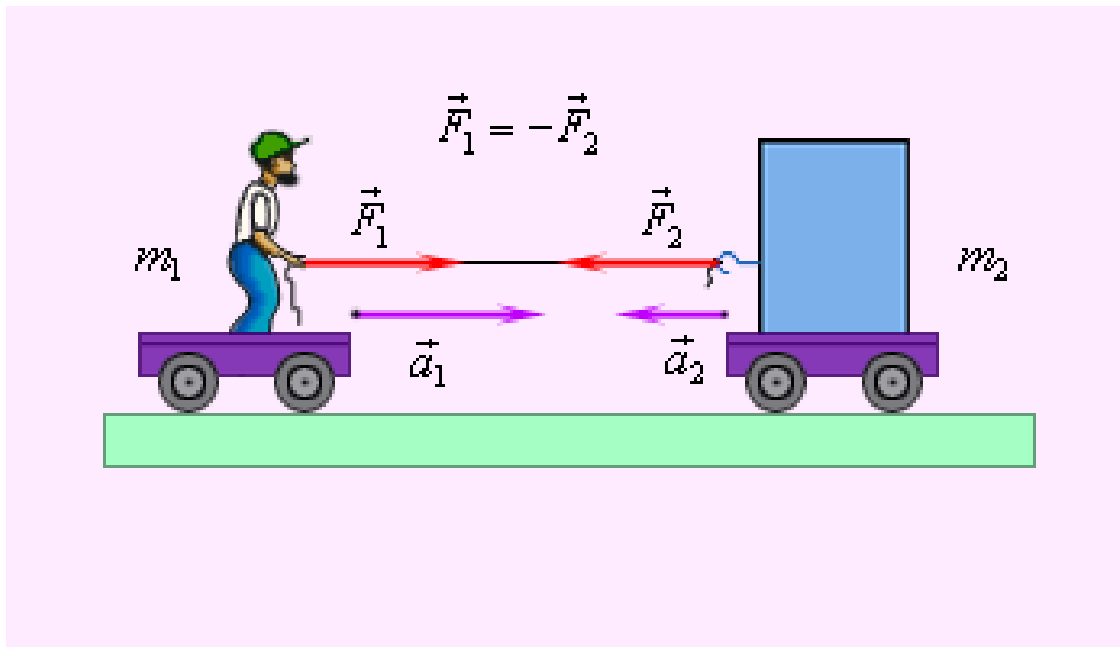
# Основные законы

# Законы Ньютона

- **Первый закон Ньютона.** Если на тело не действуют силы или их действие скомпенсировано, то данное тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения.
- Свойство тел сохранять свою скорость при отсутствии действия на него других тел называется **инерцией**.
- **Масса** тела – количественная мера его инертности. В СИ она измеряется в килограммах.
- Системы отсчета, в которых выполняется первый закон Ньютона, называются **инерциальными**. Системы отсчета, движущиеся относительно инерциальных с ускорением, называются **неинерциальными**.
- **Сила** – количественная мера взаимодействия тел. Сила – векторная величина и измеряется в ньютонах (Н). Сила, которая производит на тело такое же действие, как несколько одновременно действующих сил, называется **равнодействующей** этих сил.

- **Второй закон Ньютона.** Ускорение тела прямо пропорционально равнодействующей сил, приложенных к телу, и обратно пропорционально его массе:  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$  или  $\vec{F} = m \vec{a}$ .

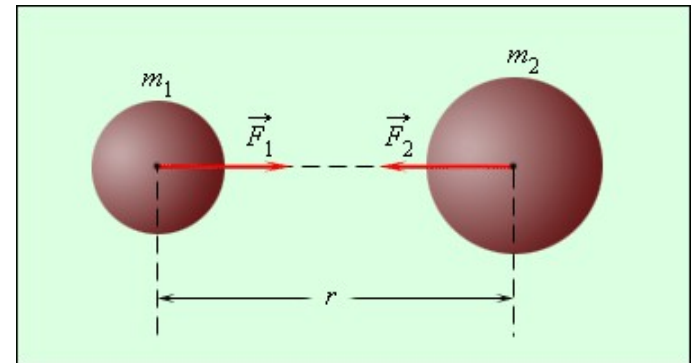
- **Третий закон Ньютона.** Силы, с которыми тела взаимодействуют друг с другом, равны по модулю и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны.



# Закон всемирного тяготения

- Все тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной их массам и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}.$$



- Коэффициент пропорциональности  $G$  одинаков для всех тел в природе. Его называют **гравитационной постоянной**  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$  (СИ).

# Закон сохранения импульса

- В замкнутой системе векторная сумма импульсов всех тел, входящих в систему, остается постоянной при любых взаимодействиях тел этой системы между собой.

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$$

# Закон сохранения механической энергии

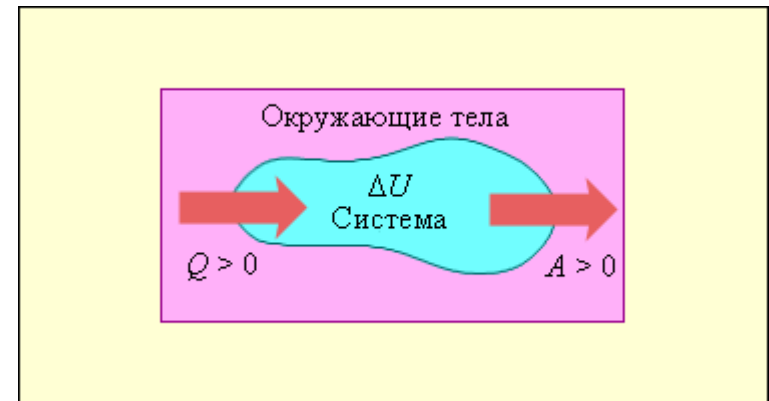
- Сумма кинетической и потенциальной энергии тел, составляющих замкнутую систему и взаимодействующих между собой посредством сил тяготения и сил упругости, остается неизменной.

$$\bullet E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}.$$



# Первый закон термодинамики

- Изменение  $\Delta U$  внутренней энергии неизолированной термодинамической системы равно разности между количеством теплоты  $Q$ , переданной системе, и работой  $A$ , совершенной системой над внешними телами
- $\Delta U = Q - A$



# Второй Закон Термодинамики,

- **Клаузиус:** "теплота сама собой переходит лишь от тела с большей температурой к телу с меньшей температурой и не может самопроизвольно переходить в обратном направлении".
- Другая формулировка: все **самопроизвольные процессы** в природе идут с увеличением **энтропии**. (Энтропия - мера хаотичности, неупорядоченности системы).

# Закон Ома

- Сила тока на участке цепи прямо пропорционально напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению.

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

# Закон Джоуля–Ленца

- Количество теплоты, выделяемое проводником с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения тока.

$$Q = I^2 R t$$

- $Q$  — количество выделяемой теплоты (в Джоулях)  
 $I$  — сила тока (в Амперах)  
 $R$  — сопротивление проводника (в Омах)  
 $t$  — время прохождения (в секундах)

## Билет № 1

1. Скорость распространения света, законы преломления. Спектр, интерференция света. Дифракция света.

# ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

**Условие применимости геометрической оптики:** длина волны света пренебрежимо мала по сравнению с характерными размерами препятствий.

Основное понятие геометрической оптики — **световой луч**, являющийся идеализацией очень узкого светового пучка. Направление светового луча указывает направление распространения света.

Световые лучи распространяются независимо друг от друга.

## ЗАКОНЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

**В ВАКУУМЕ И В ОДНОРОДНОЙ СРЕДЕ  
СВЕТ РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ ПРЯМОЛИНЕЙНО.**

Закон прямолинейного распространения света позволяет определить области тени и полутени от точечных и протяженных источников.



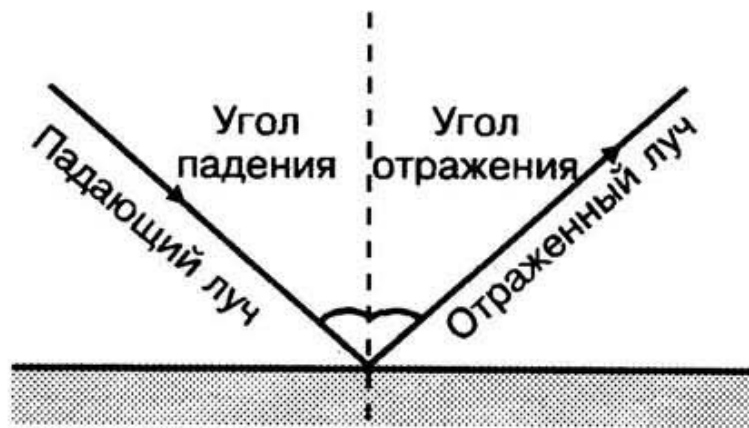
На границе раздела двух сред свет испытывает **отражение и преломление**.

На границе раздела двух сред свет испытывает **отражение и преломление**.

## ЗАКОНЫ ОТРАЖЕНИЯ

1. Луч падающий, луч отраженный и перпендикуляр к границе раздела двух сред лежат в одной плоскости.

2. Угол отражения равен углу падения.



## ЗАКОНЫ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

1. Луч падающий, луч преломленный и перпендикуляр к границе раздела двух сред лежат в одной плоскости.

2. Отношение синусов углов падения и преломления есть величина постоянная для данных сред (относительный показатель преломления):

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21}.$$



Показатель преломления равен отношению скоростей света в данных средах:  $n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$ .

Показатель преломления относительно вакуума называется абсолютным показателем преломления и показывает, во сколько раз скорость света в данной среде

меньше скорости света в вакууме:  $n = \frac{c}{v}$ .



Среда с большим показателем преломления называется оптически более плотной. При переходе света из оптически более плотной среды в оптически менее плотную угол преломления больше угла падения.

Если угол падения превышает

$$\alpha_0 = \arcsin \frac{n_2}{n_1} \text{ (этот угол называется}$$

**предельным углом полного отражения**),  
происходит полное отражение света от  
границы раздела сред.



# СВЕТОВЫЕ ВОЛНЫ

Волновая природа света обнаруживается в явлениях **интерференции и дифракции** (см. раздел "Колебания и волны").

## ДИСПЕРСИЯ

Зависимость скорости света ( $v$ , следовательно, показателя преломления) от длины волны.

Белый свет (например, солнечный) представляет собой совокупность электромагнитных **монохроматических** (в переводе с латыни "одноцветных") волн, т. е. волн, имеющих определенную длину волны. В вакууме волны с любой длиной волны распространяются с одной и той же скоростью  $c = 299\,792\,458$  м/с. В веществе (стекло, вода и т. п.) скорость электромагнитных волн меньше, причем она **зависит от длины волны**.

В результате дисперсии пучок белого света после преломления в призме разлагается в разноцветный спектр.

Лучи спектра можно снова собрать с помощью зеркал или другой призмы и получить белый свет.

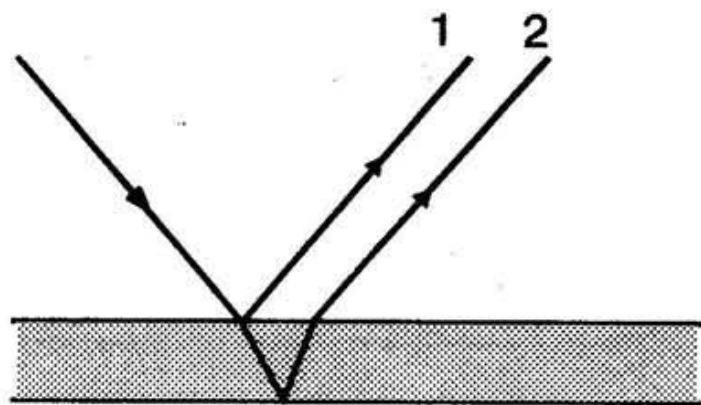


# ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ

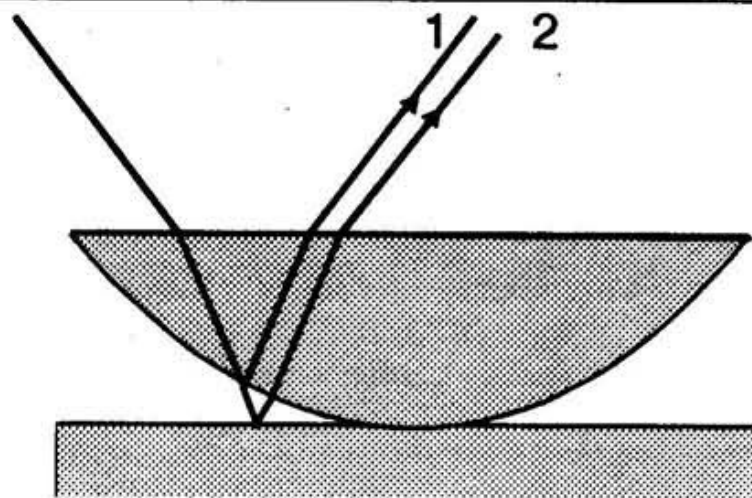
Представляет собой наложение двух или нескольких световых волн с одинаковой длиной волны, при котором возникают чередующиеся максимумы и минимумы (**интерференционная картина**). Для наблюдения интерференции необходимы **когерентные световые пучки**, т. е. пучки света не только с одинаковой длиной волны, но и с постоянной разностью фаз.

Такие пучки (если не использовать лазеры) можно получить, **если пучок света от одного и того же источника разделить на два пучка**.

Например, цвета тонких пленок и кольца Ньютона возникают в результате интерференции волн, отраженных от двух близко расположенных поверхностей.



Возникновение цветов тонких пленок



Возникновение колец Ньютона

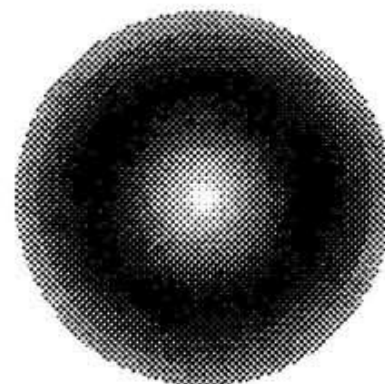
**Применения интерференции света:** просветление оптики, точное определение размеров тел, контроль качества обработки поверхностей.

## ДИФРАКЦИЯ

Представляет собой **отклонение от прямолинейного распространения света**. Наблюдается при прохождении света через малые отверстия или при огибании светом препятствий, размеры которых сравнимы с длиной световой волны.

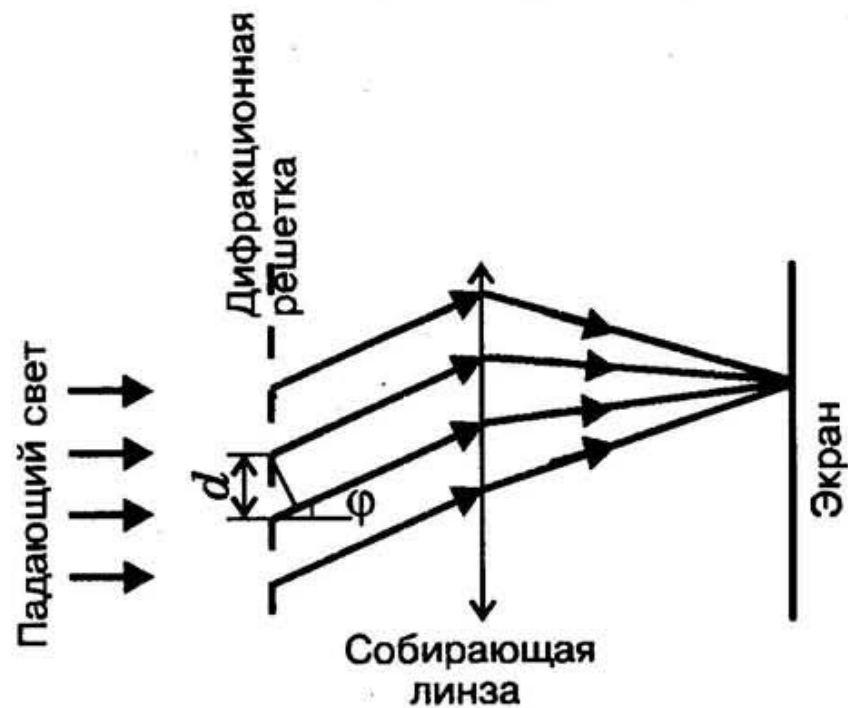
Дифракция возникает в результате интерференции вторичных волн (принцип Гюйгенса —Френеля).

Примеры: свет, прошедший через малое отверстие, дает на экране систему концентрических кругов, тень от малого диска содержит светлое пятно в центре (см. рисунок).



## ДИФРАКЦИОННАЯ РЕШЕТКА

Представляет собой пластинку с большим числом чередующихся прозрачных и непрозрачных полос (число полос может достигать до нескольких тысяч на 1 мм). Используется для исследования спектрального состава света и измерения длины световой волны.



(На рисунке дифракционная решетка сильно увеличена.)

**Максимум** наблюдается под углом  $\varphi$ , определяемым условием:

$$d \sin \varphi = k\lambda,$$

где  $k$  — порядок максимума (целое число),  $\lambda$  — длина волны света,  
 $d$  — период дифракционной решетки.

Это соотношение называется **формулой дифракционной решетки**.

Если направить на дифракционную решетку пучок белого света, на экране будет наблюдаться резкий белый центральный максимум (при  $k = 0$ ), а максимумы других порядков будут наблюдаться при различных углах, благодаря чему на экране возникают разноцветные "спектральные" полосы.

В отличие от разложения света с помощью призмы при дифракции больше всего отклоняется не фиолетовый, а красный свет, поскольку у него больше длина волны.

# СПЕКТРЫ

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ АППАРАТЫ (СПЕКТРОСКОП И СПЕКТРОГРАФ)

Позволяют определить **спектральный состав света**, т. е. найти, излучение каких частот входит в состав данного света, а также определить интенсивность излучения различных частот.

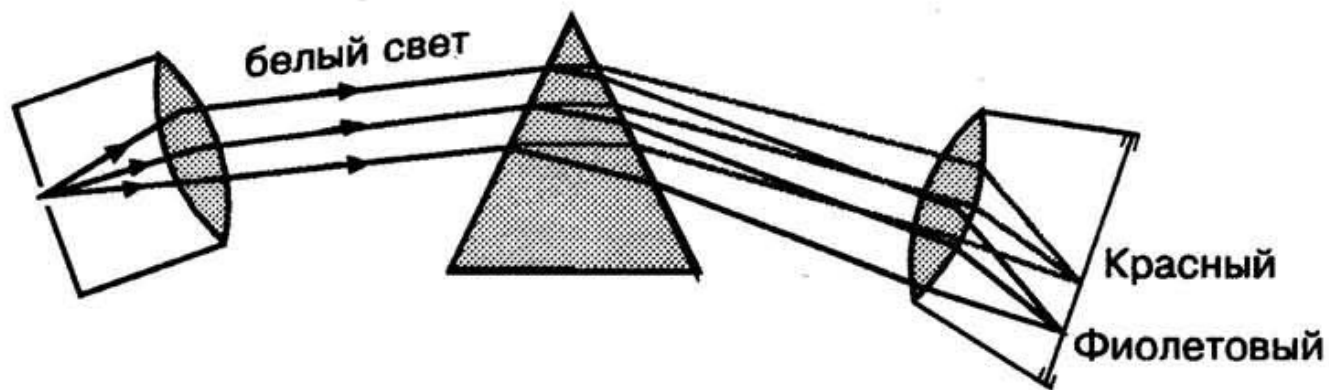


Схема спектроскопа



## СПЕКТРЫ ИСПУСКАНИЯ

**Сплошной** (или непрерывный): сплошная цветная полоса с постепенным переходом цветов от красного к фиолетовому. Источник излучения — раскаленные твердые и жидкие тела, а также горячая плазма. Вид сплошного спектра зависит в основном от температуры тела и мало зависит от вида вещества.

**Линейчатый**: совокупность отдельных светлых линий различных цветов на темном фоне. Источник излучения — раскаленные одноатомные газы (т. е. изолированные возбужденные атомы). Поскольку атомы каждого химического элемента излучают строго определенные длины волн, вид линейчатого спектра позволяет определить химический состав данного образца).

**Полосатый**: совокупность отдельных светлых полос, разделенных темными промежутками (в действительности каждая полоса образована большим числом очень тесно расположенных линий). Источник излучения, например, раскаленные многоатомные газы (т. е. изолированные возбужденные молекулы).

## СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ

При прохождении белого света через атомарный газ свет частично поглощается атомами газа, в результате чего наблюдаются **темные линии на фоне сплошного спектра**. Эти линии соответствуют тем же частотам (длинам волн), что и линии спектра испускания данного газа. Следовательно, атомы наиболее интенсивно поглощают свет как раз тех длин волн, которые они испускают в возбужденном состоянии.

- Билет № 2
- Механическое движение и его виды. Относительность движения. Система отсчета. Скорость. Ускорение. Прямолинейное равноускоренное движение.



# КИНЕМАТИКА

Раздел механики, в котором рассматривается описание движения тел.

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

**Материальная точка** — тело, размерами которого в данной задаче можно пренебречь.

**Система отсчета** состоит из тела отсчета, по отношению к которому описываются движения тел, связанной с ним системы координат и часов.

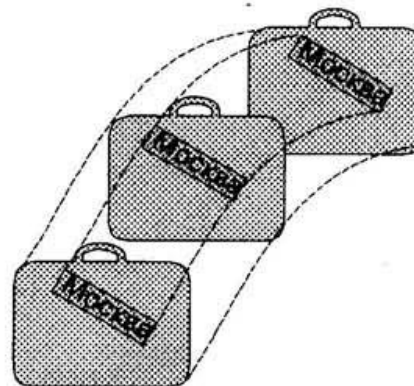
**Перемещение  $\vec{s}$**  — вектор, соединяющий начальное положение материальной точки с конечным.

**Траектория** — линия, описываемая в пространстве движущейся материальной точкой.

**Путь  $l$**  — длина траектории.



**Поступательное движение** — движение, при котором любой отрезок, соединяющий две точки тела, остается параллельным сам себе. При поступательном движении скорости всех точек тела одинаковы по величине и по направлению.



## НЕРАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ

**Средняя скорость**  $v_{\text{ср}} = \frac{\vec{s}}{t}$

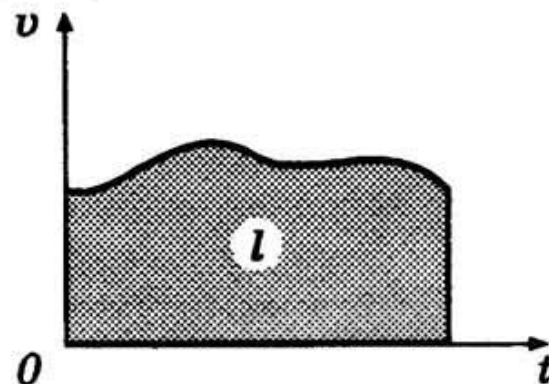
(векторная величина).

Часто средней скоростью называют скалярную величину  $l/t$

(точное название такой величины — средняя путевая скорость).

**Мгновенная скорость** — средняя скорость за очень малый промежуток времени:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$



Путь численно равен площади под графиком зависимости модуля скорости от времени.

## ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ

Движение, при котором тело движется прямолинейно и его скорость за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину.

$$\text{Ускорение } a = \frac{v - v_0}{t}; [a] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

$$\text{Скорость } \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t.$$

Для случая, когда скорость направлена вдоль оси  $x$ :

$$v = v_0 + at.$$

$$\text{Зависимость перемещения от времени: } s = v_0t + \frac{at^2}{2}.$$

$$\text{Часто используются также формулы } s = \frac{(v + v_0) \cdot t}{2}; s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}; v = \sqrt{2as}$$

(последняя формула – для движения без начальной скорости).

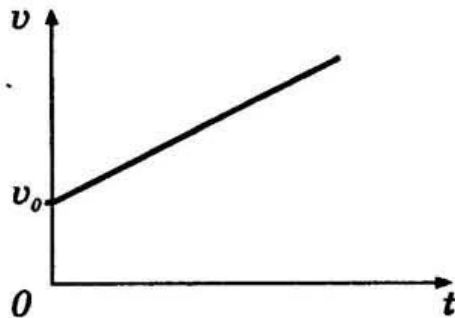


График зависимости скорости от времени  
(при  $v_0 > 0, a > 0$ )

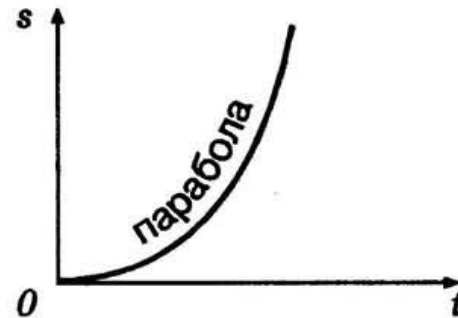


График зависимости перемещения от времени  
(при  $v_0 = 0$ )

## КРИВОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Криволинейное движение происходит **с ускорением**, потому что вектор скорости изменяется со временем: он всегда направлен по касательной к траектории, и поэтому его направление изменяется.



## РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ

**Период  $T$**  — время одного полного оборота,  
**частота  $n = 1/T$**  численно равна числу оборотов за единицу времени,

**линейная скорость  $v = \frac{2\pi R}{T}$ .**

**Угловая скорость  $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$**  численно равна углу поворота за единицу времени.

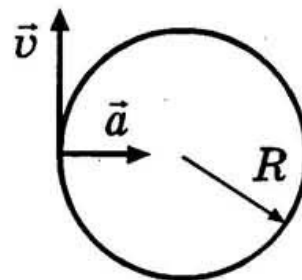
$[T] = \text{с}, [n] = \text{с}^{-1}, [v] = \text{м/с}, [\omega] = \text{рад/с}.$

Соотношения между величинами:

$$\omega = 2\pi n = 2\pi/T, v = \omega R.$$

Ускорение  $a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R.$

Это ускорение направлено к центру и называется **центростремительным**.



Задача

- Среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул и концентрацию частиц газа увеличили в 2 раза. Во сколько раз при этом изменилось давление идеального газа?

# Билет 3

Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Взаимодействие тел. Сила. Масса.

# ДИНАМИКА

Раздел механики, изучающий законы движения тел.

Основное содержание динамики составляют три закона Ньютона.

## ЗАКОНЫ НЬЮТОНА

**Первый закон Ньютона:** существуют системы отсчета, относительно которых тело сохраняет свою скорость неизменной, если на него не действуют другие тела или действия других тел компенсируют друг друга. Такие системы отсчета называются **инерциальными**.

Таким образом, все тела, на которые не действуют другие тела, движутся друг относительно друга **равномерно и прямолинейно**, а система отсчета, связанная с любым из них, является инерциальной. Первый закон Ньютона называют иногда законом инерции (**инерция** — явление, состоящее в том, что скорость тела остается неизменной при отсутствии внешних воздействий на тело или их компенсации).

**Второй закон Ньютона:** векторная сумма всех сил, действующих на тело, равна произведению массы тела на сообщаемое этому телу ускорение:

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

$$[F] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н}$$

Сила величиной в 1 ньютон сообщает телу массой 1 кг ускорение 1 м/с<sup>2</sup>.

Таким образом, все тела обладают свойством **инертности**, состоящим в том, что скорость тела нельзя изменить мгновенно. Мерой инертности тела является его **масса**: чем больше масса тела, тем большую силу надо приложить, чтобы сообщить ему то же ускорение.



**Третий закон Ньютона:** тела взаимодействуют друг с другом с силами, направленными вдоль одной прямой, равными по модулю и противоположными по направлению:

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

Силы, входящие в III закон Ньютона, имеют **одинаковую физическую природу** и **не компенсируют друг друга**, т.к. приложены к разным телам.

Таким образом, силы всегда существуют парами: например, сила тяжести, действующая на человека со стороны Земли, связана по III закону Ньютона с силой, с которой человек притягивает Землю. Эти силы равны по величине, но ускорение Земли во много раз меньше, чем ускорение человека, поскольку ее масса намного больше.

### **В МЕХАНИКЕ РАССМАТРИВАЮТСЯ ТРИ ВИДА СИЛ:**

- 1. Силы упругости**
- 2. Сила тяготения**
- 3. Силы трения**

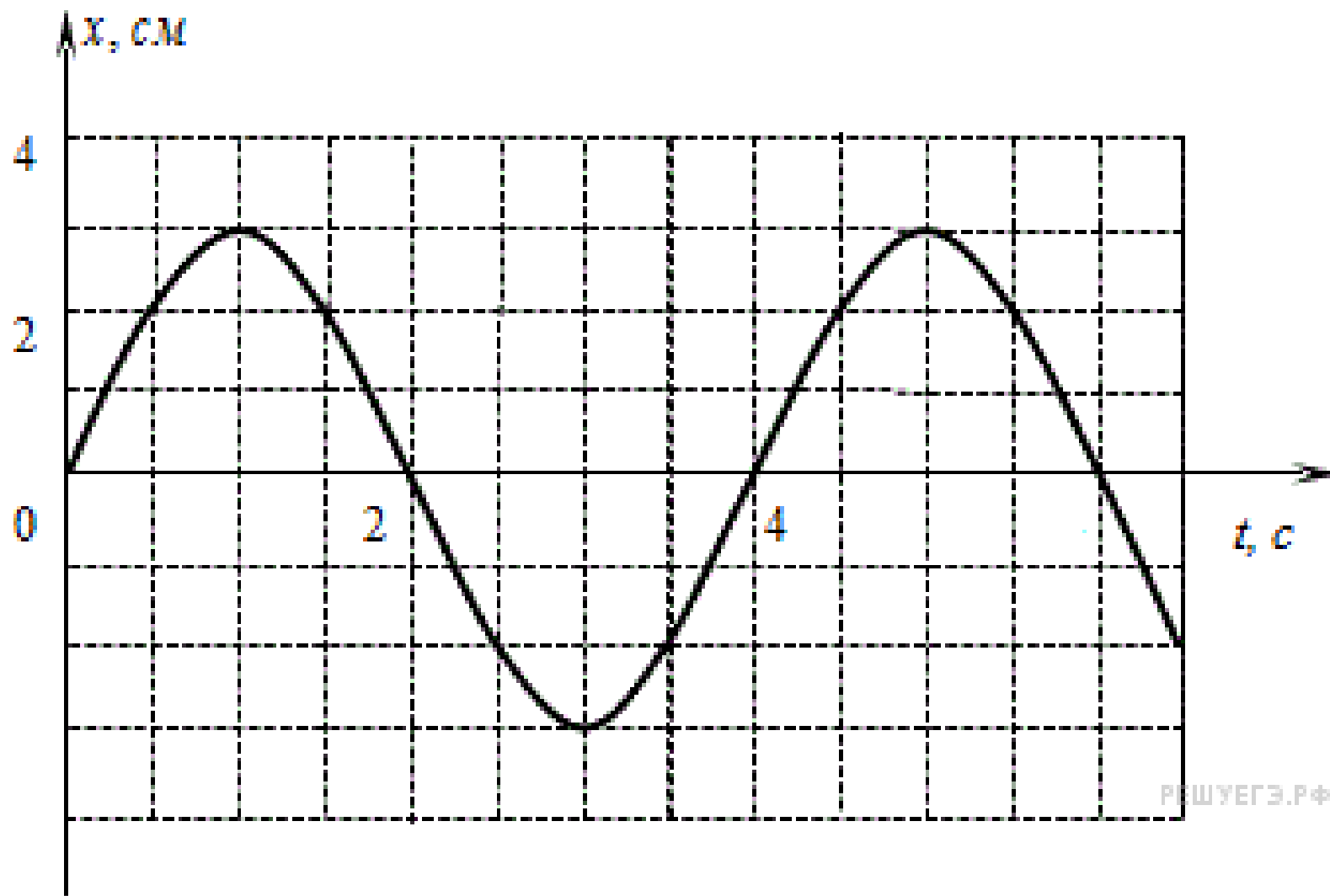
- **Сила** — физическая величина, являющаяся мерой воздействия на данное тело со стороны других тел. Приложение силы обуславливает изменение скорости тела или появление деформаций и механических напряжений. Деформация может возникать как в самом теле, так и в фиксирующих его объектах — например, пружинах.

- **Инерциальная система отсчёта (ИСО)** — система отсчёта, в которой все свободные тела движутся прямолинейно и равномерно, либо покоятся.
- Эквивалентной является следующая формулировка, удобная для использования в теоретической механике: «Инерциальной называется система отсчёта, по отношению к которой пространство является однородным и изотропным, а время — однородным». Законы Ньютона, а также все остальные аксиомы динамики в классической механике формулируются по отношению к инерциальным системам отсчёта

- **Неинерциальная система отсчёта** — система отсчёта, движущаяся с ускорением или поворачивающаяся относительно инерциальной. Второй закон Ньютона также не выполняется в неинерциальных системах отсчёта. Для того чтобы уравнение движения материальной точки в неинерциальной системе отсчёта по форме совпадало с уравнением второго закона Ньютона, дополнительно к «обычным» силам, действующим в инерциальных системах, вводят силы инерции.

Задача

- Какова частота, амплитуда и период колебаний?



# Билет № 4

Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение в природе и технике.

# ИМПУЛЬС

Равен произведению массы тела на его скорость:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

## ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

Векторная сумма импульсов тел, составляющих замкнутую систему, остается неизменной.

(**Замкнутой** называется система тел, взаимодействующих только друг с другом и не взаимодействующих с другими телами.)

## II закон Ньютона в импульсной форме:

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

откуда следует  $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$ . Величина  $\vec{F}\Delta t$  называется **импульсом силы**.

Закон сохранения импульса в механике является следствием законов Ньютона.

Законом сохранения импульса можно пользоваться и для незамкнутых систем, если сумма внешних сил, действующих на тела системы, равна нулю (т.е. если внешние силы компенсируют друг друга).

Если проекция суммы внешних сил на какую-либо координатную ось равна нулю, сохраняется проекция суммарного импульса на данную ось.



Задача

- С какой силой действует магнитное поле индукцией  $0,08$  Тл на проводник длиной  $8$  см? Сила тока в проводнике  $30$  А. Линии индукции поля и ток взаимно перпендикулярны