

2023

Теория

Конспекты

Физика ЕГЭ

ЕГЭ

Основная теория по механике для 4 задания

Формулы равноускоренного движения

Используемые величины	Формула
v_0, t, S, a	$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$
v_0, v, t, a	$v = v_0 + at$
v_0, v, S, a	$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$
v_0, v, S, t	$S = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t$

Равномерное движение по окружности

Скорость $v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu$ $a_{ц} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

Угловая скорость $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$ $T = \frac{t}{N}; \nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$

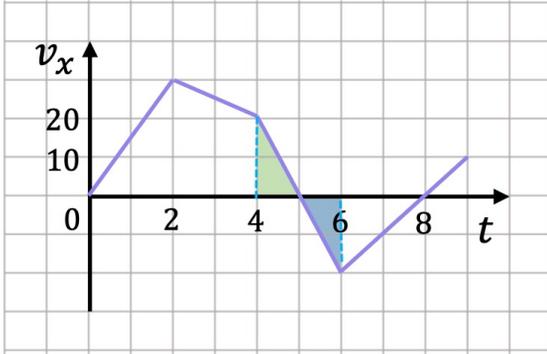


График зависимости проекции скорости от времени

Для нахождения пути или перемещения считаем площадь «под графиком»

ВАЖНО!

Перемещение равно **разности** площади сверху и площади снизу
Путь всегда **сумма**



Например, чтобы найти путь, пройденный телом от 4 с до 6 с нужно сложить площади двух треугольников. Для нахождения перемещения необходимо вычесть из площади зеленого площадь синего

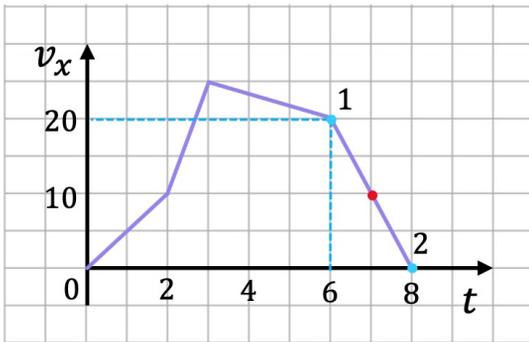
$$l = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 20 + \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 20 = 20 \text{ м}$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 20 - \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 20 = 0 \text{ м}$$

Находим проекцию и модуль ускорения по графику

ВАЖНО!

Проекция ускорения **может быть** отрицательна
Модуль ускорения **положительный**



Найдём проекцию и модуль ускорения в момент времени $t = 7$ с:
Эта точка находится на отрезке 1-2.
Ускорение на всем отрезке будет равным.

$$a_x = \frac{v_{2x} - v_{1x}}{t_2 - t_1} = \frac{0 - 20}{8 - 6} = -10 \text{ м/с}^2$$

$$|a| = |a_x| = |-10| = 10 \text{ м/с}^2$$

Формулы равноускоренного движения

Уравнение движения

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Производные

$$x'(t) = v_x(t) \quad v_x(t) = \left(x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \right)' = v_{0x} + a_x \cdot t$$

$$v'_x(t) = a_x(t) \quad a_x(t) = (v_{0x} + a_x \cdot t)' = a_x$$

ДИНАМИКА

Второй закон Ньютона

$$\vec{F}_{\text{равн}} = m\vec{a}$$

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

Закон Гука

$$F_{\text{упр}} = k\Delta x$$

Сила трения покоя

$$\vec{F}_{\text{тр}} = -\vec{F}_{\text{в}}$$

Импульс тела

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

ЭНЕРГИЯ

Кинетическая энергия

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} \quad E_{\text{кин}} = \frac{p^2}{2m}$$

Механическая работа

$$A = F \cdot S \cos \alpha$$

Третий закон Ньютона

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

Закон всемирного тяготения

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

Сила трения скольжения

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

Закон сохранения импульса

$$\vec{p}_1 = \vec{p}_2$$

Потенциальная энергия

$$E_{\text{пот}} = mgh$$

Энергия упругой деформации

$$E_{\text{упр}} = \frac{k\Delta x^2}{2}$$

Мощность

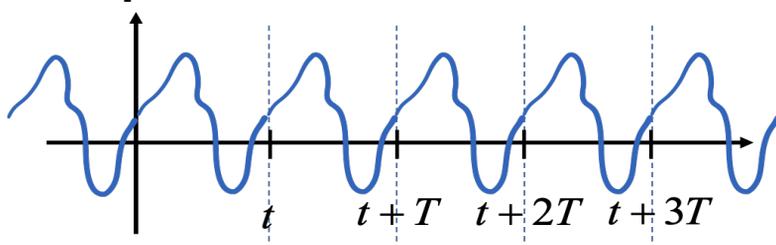
$$N = \frac{A}{t}$$

Колебания

Периодические
колебанияГармонические
колебания

Колебаниями называются процессы, в той или иной степени повторяющиеся во времени

Периодические колебания

**ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ**

это колебания, при которых координата зависит от времени по **гармоническому** закону:

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Аргумент косинуса $\omega t + \varphi_0$ называется **фазой колебания**

Величина φ_0 называется **начальной фазой**. Она отвечает начальной координате тела: $x_0 = A \cos \varphi_0$

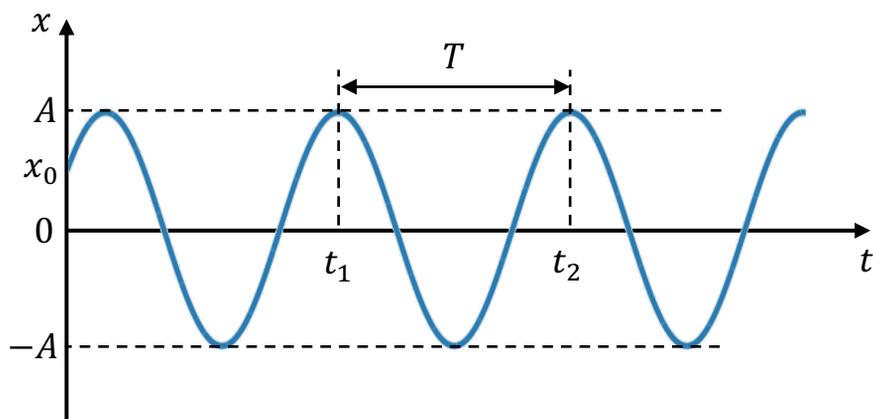
Величина ω называется **циклической частотой**

формулы, связывающие циклическую частоту с периодом и частотой

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega = 2\pi\nu$$

Коэффициент перед косинусом A называется **амплитудой**. Это максимальное отклонение от положения равновесия.



Период можно найти по графику

$$T = t_2 - t_1$$

Уравнение гармонических колебаний

Производная от зависимости координаты есть скорость

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$x'(t) = v(t) = -A \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$v_{max} = A \cdot \omega$$

v_{max} - максимальное значение скорости

Производная от зависимости скорости есть ускорение

$$x''(t) = v'(t) = a(t) = -A \cdot \omega^2 \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$

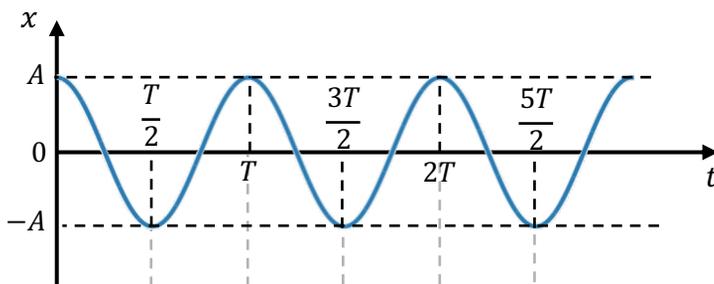
$$a_{max} = v_{max} \cdot \omega$$

$$a_{max} = A \cdot \omega^2$$

максимальное значение ускорения: a_{max}

Пусть маятник отклонили от положения равновесия, но начальной скорости не сообщили

Зависимость координаты от времени:



Начальная координата будет равна амплитуде, начальная фаза будет равна нулю

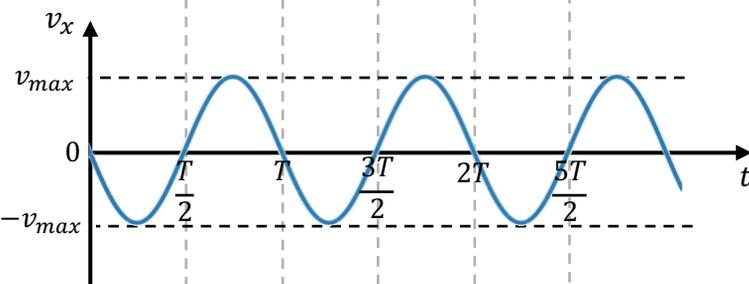
$$x_0 = A; \varphi_0 = 0$$

Зависимость координаты от времени примет вид:

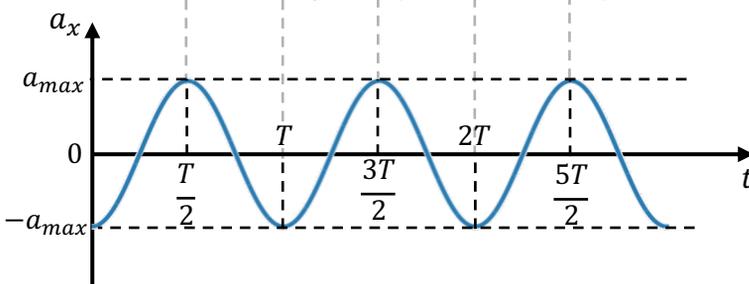
$$x(t) = A \cos(\omega t)$$

Начальная скорость равна нулю и начинает увеличиваться. Графиком будет синусоида

Зависимость скорости от времени:

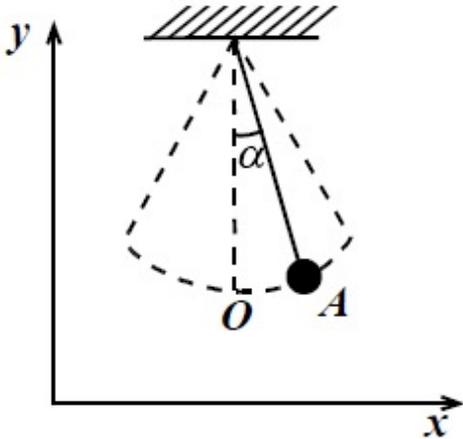


Зависимость ускорения от времени:



Начальное ускорение максимально по модулю и направлено против смещение к центру равновесия. Графиком будет косинусоида

Математический и пружинный маятник



$$E_{\text{кин.}max} = E_{\text{пот.}max}$$

$$\frac{mv_{max}^2}{2} = mgh_{max}$$

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = E - \text{энергия сохраняется}$$

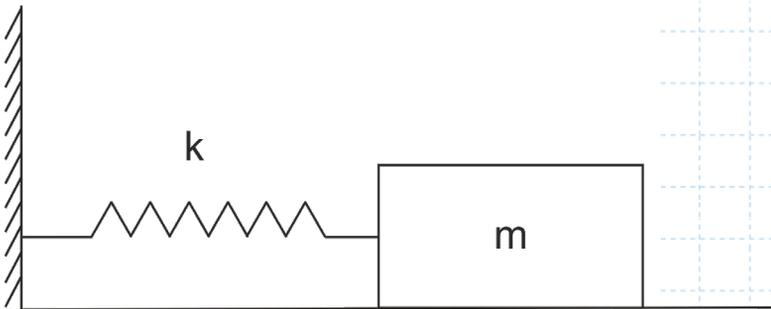
Период

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Циклическая частота ω

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Пружинный маятник



$$E_{\text{кин.}max} = E_{\text{пр.}max}$$

$$\frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{kx_{max}^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = E$$

энергия сохраняется

Период

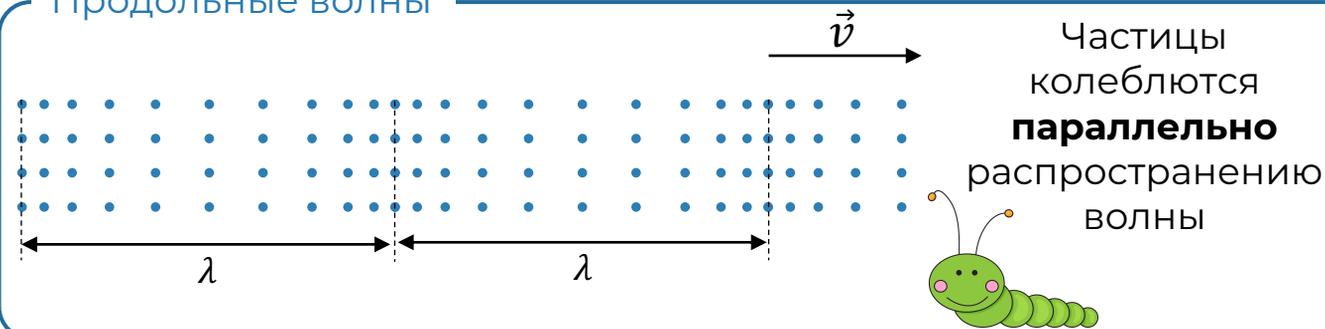
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Циклическая частота ω

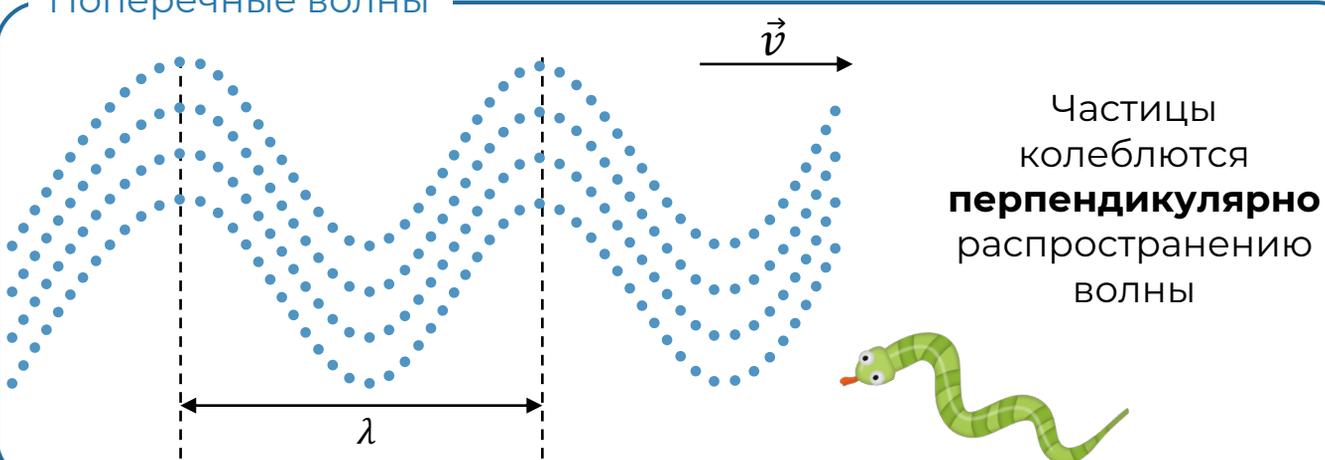
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Продольные и поперечные волны

Продольные волны



Поперечные волны



Скорость волны
через период

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

Частота волны

$$\nu = \frac{1}{T}$$

Скорость волны
через частоту

$$v = \lambda \nu$$

ЗАТУХАЮЩИЕ КОЛЕБАНИЯ

колебания, при которых амплитуда колебаний уменьшается с течением времени, что обусловлено потерей энергии колебательной системы.

ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ

это колебания, совершаемые системой под воздействием внешней силы $F(t)$, периодически изменяющейся во времени (так называемой *вынуждающей силы*).