



«Самая лучшая физика – это хорошая математика».



«Электромагнитные гармонические колебания и их математическое обоснование».

Урок изучения нового материала, интегрированный урок: физика и математика.

Автор

Парфенова Е.М.

ИСУ, общеобразовательное отделение



Цель учебная:

Сформировать у студентов понятие «гармоническое колебание» и научить определять параметры колебаний математическими способами.

Задачи урока:

1. Показать аналогию между параметрами, характеризующими механические и электромагнитные колебания.
2. Раскрыть сущность определения параметров по уравнениям гармонических колебаний и их графикам.
3. Раскрыть принцип построения графиков гармонических колебаний по их уравнениям.

Развивающая цель:

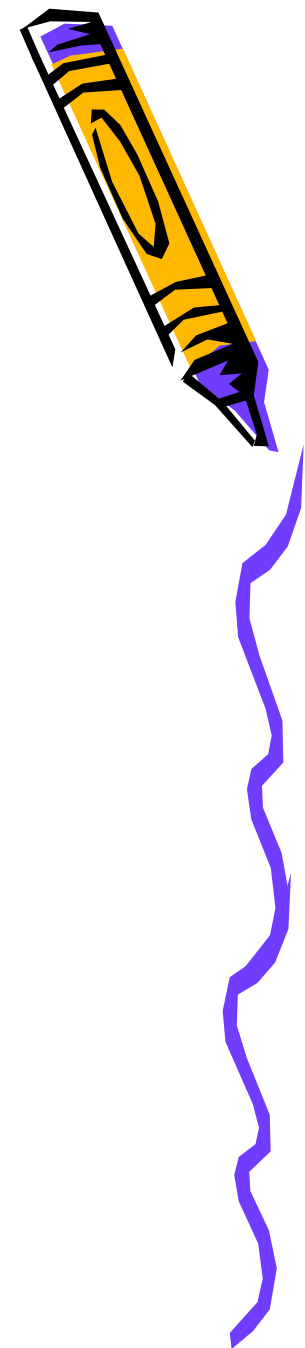
Показать студентам роль межпредметных связей при изучении курсов математики и физики; раскрыть сущность аналогии как метода научного познания.

Воспитательная цель:

Воспитания устойчивого интереса студентов к достижению результатов своей работы.



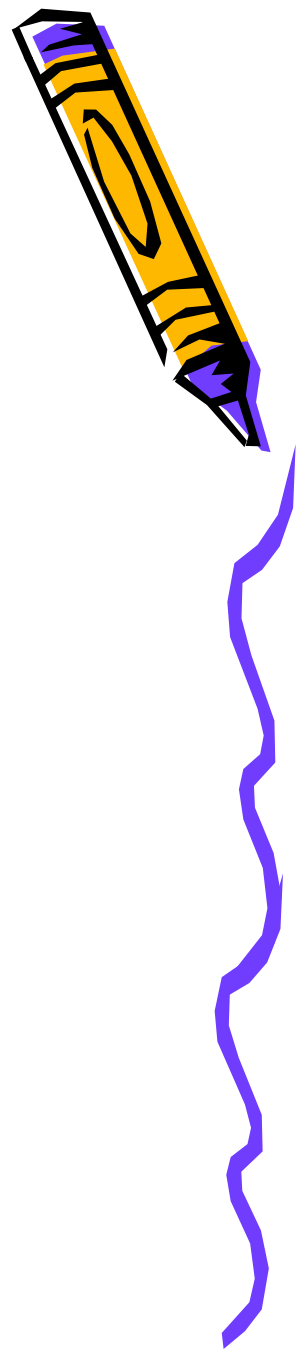
Формы и методы обучения



- беседа;
- рассказ;
- объяснительно - иллюстрационный;
- проблемные ситуации;
- метод суждения.



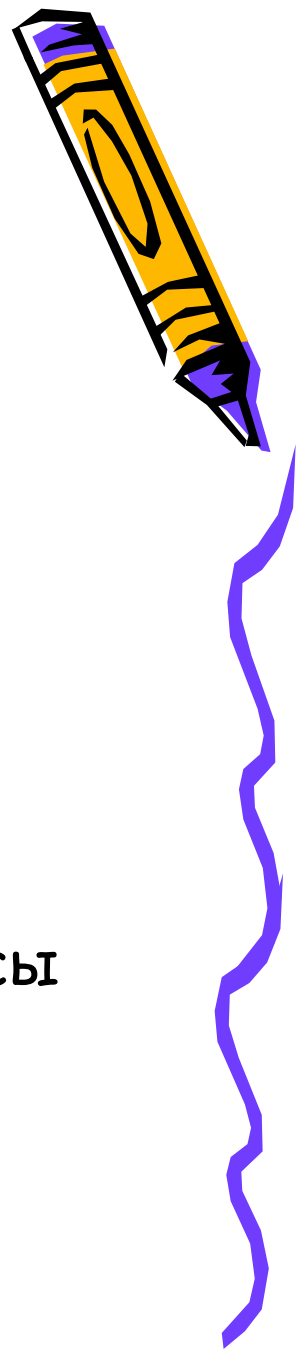
Структура занятия:



- Актуализация знаний.
- Мотивация учебной деятельности.
- Постановка цели.
- Формирование новых знаний.
- Контроль полученных знаний.
- Подведение итогов.
- Домашнее задание.



Актуализация ранее усвоенных знаний.



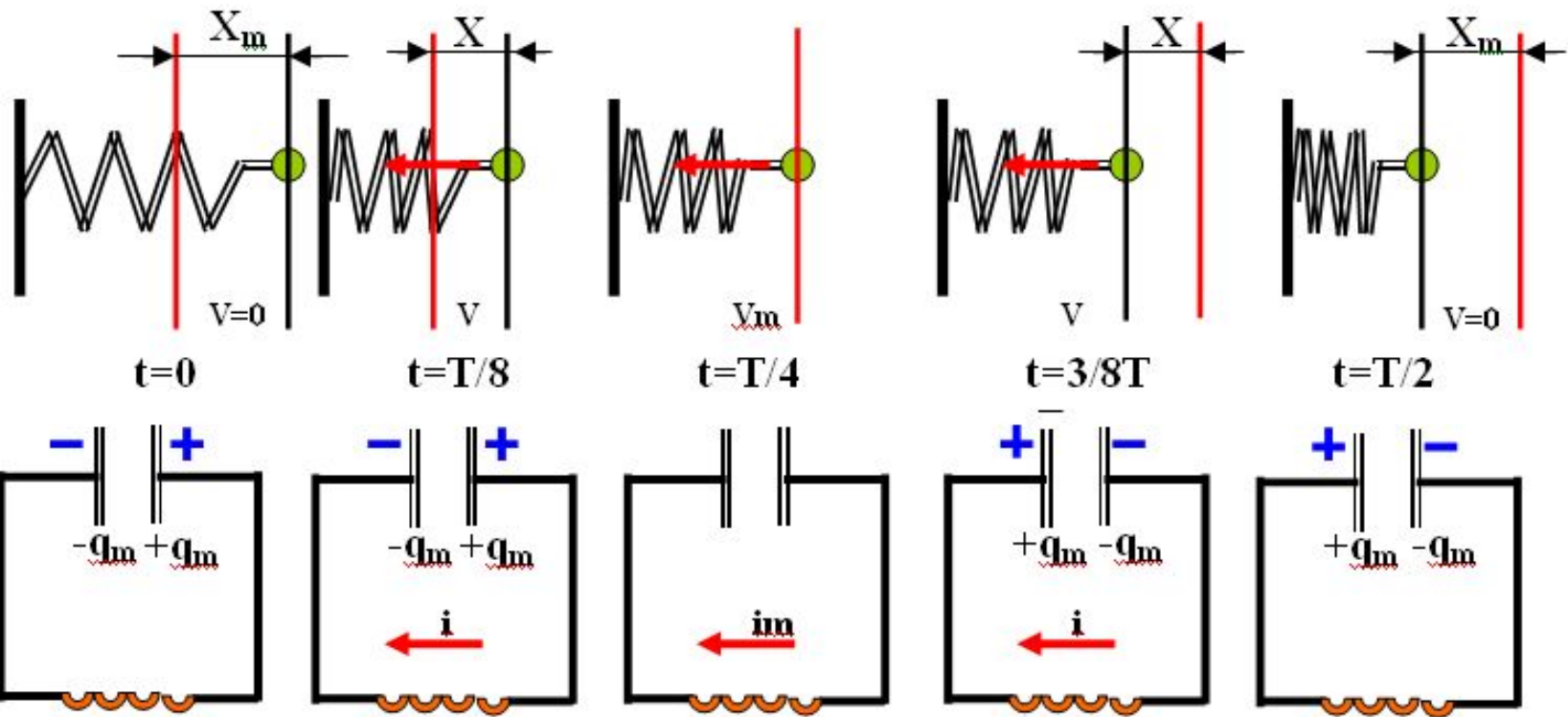
- Преподаватель физики задает вопросы студентам:
- *Что собой представляют колебания?*
- *В каких разделах физики мы о них говорили? Приведите примеры.*
- Студенты отвечают на поставленные вопросы



-Какие условия необходимо создать для получения механических колебаний?

-Как получают электромагнитные колебания?

Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями.



-Что можно сказать об изменении физических величин, проводя аналогию между двумя видами колебаний? Как долго они будут продолжаться?
Соответствие между механическими и электрическими величинами.

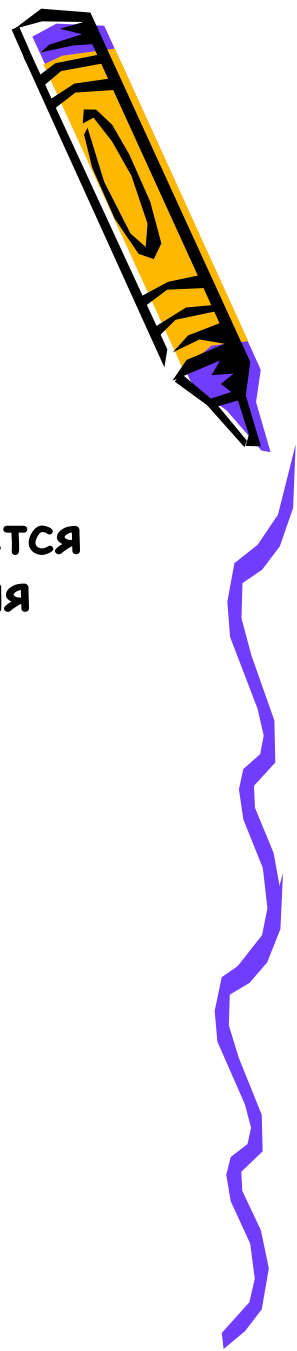


Механические величины	Электрические величины.
-----------------------	-------------------------

Координата	x	Заряд	q
Скорость	v	Сила тока	i
Масса	m	Индуктивность	L
Жесткость пружины	k	Величина обратная емкости	$1/C$
Потенциальная энергия	$E_{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}$	Энергия электрич. поля	$W_{\text{э}} = \frac{q^2}{2C}$
Кинетическая энергия	$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$	Энергия магнитного поля	$W_{\text{м}} = \frac{Li^2}{2}$



Мотивация учебной деятельности

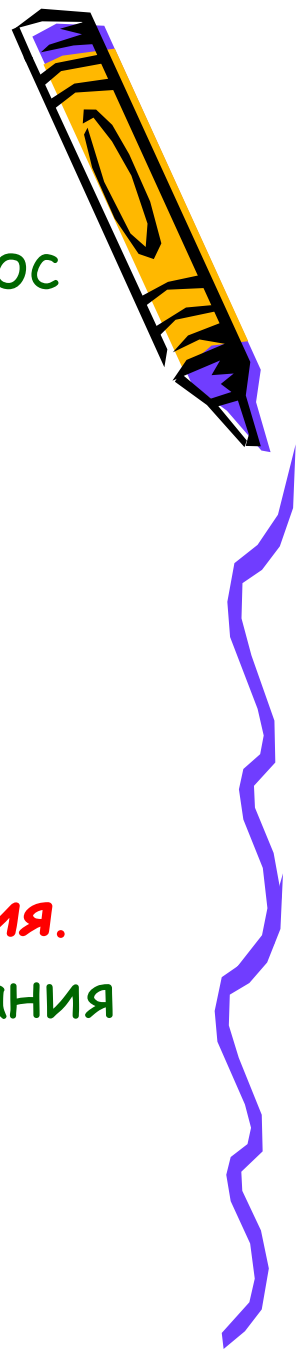


- Преподаватель физики отмечает, что колебания свойственны всем явлениям природы: пульсируют звезды, вращаются планеты, внутри организма бьется сердце и т. д. Вам известна природа возникновения механических и электромагнитных колебаний.
- Вопрос: **Как вы думаете, какими же параметрами будут характеризоваться рассмотренные нами колебательные процессы?**
- (Студенты правильного ответа на вопрос не дают, т.к. у них не хватает знаний)



Постановка цели урока

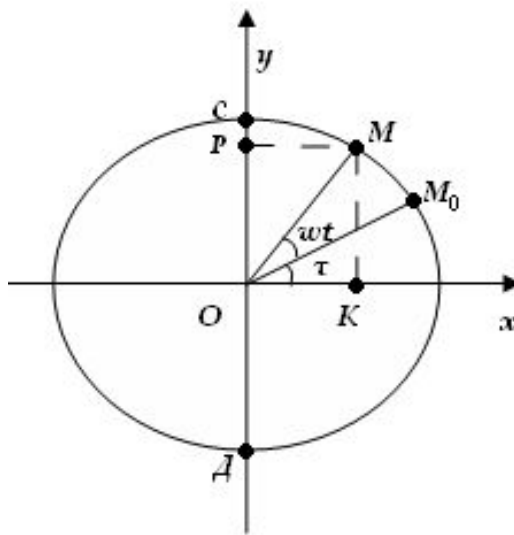
- Правильно ответить на поставленный вопрос вам поможет изучение явлений «гармонические колебания в физике». Изучение данного явления невозможно без знаний, полученных из курса математики. Сегодня вам предстоит познакомиться:
- **во первых, с основными понятиями и терминами теории колебания;**
- **во-вторых, с математическими соотношениями, описывающими колебания.**
- И первое, и второе очень важно для понимания всего последующего курса физики.



Изучение нового материала.



- **Пр. математики** объясняет понятие гармонических колебаний.
- Колебания, при которых физическая величина изменяется с течением времени по закону синуса или косинуса называются **гармоническими колебаниями**.



В $\triangle OMK$: $\sin(\omega t + \varphi) =$

$$\frac{OK}{OM} = \frac{x}{A} \Rightarrow y = A \cos(\omega t + \varphi)$$

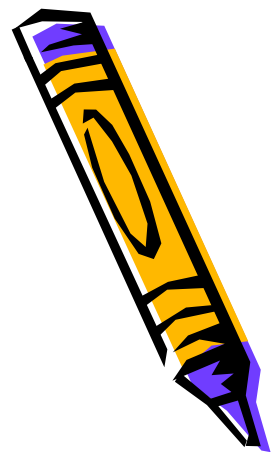
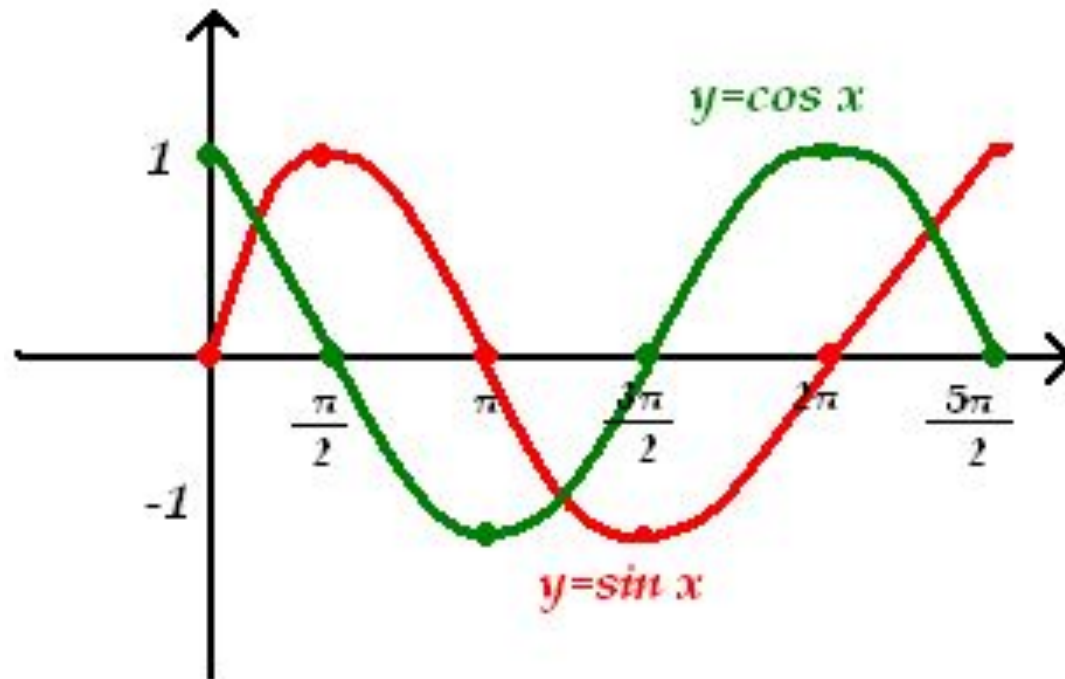
Аналогично $\cos(\omega t + \varphi) =$

$$\frac{MK}{OM} = \frac{y}{A} \Rightarrow y = A \sin(\omega t + \varphi)$$

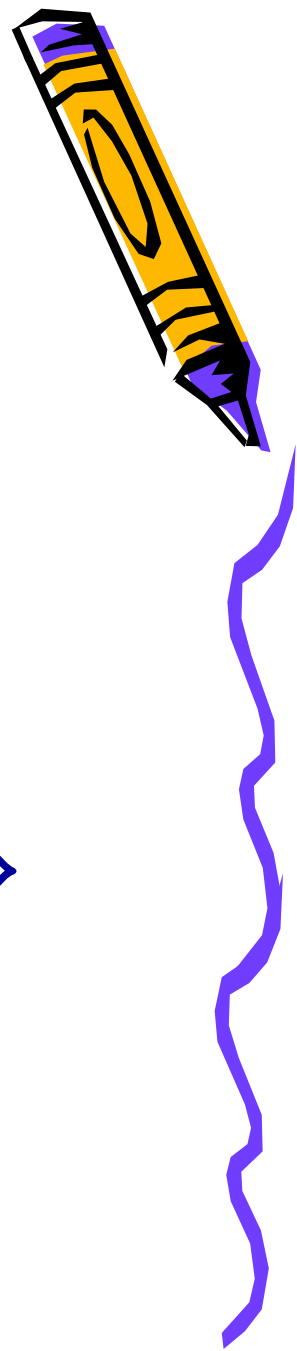


Графически гармонические колебания
изображаются **синусоидами**

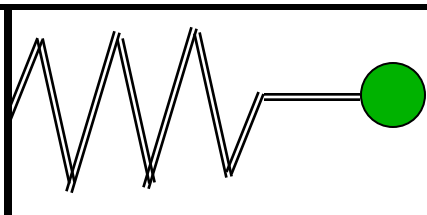
График синусоиды.



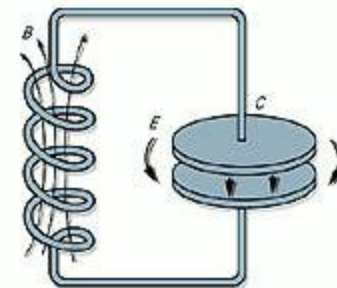
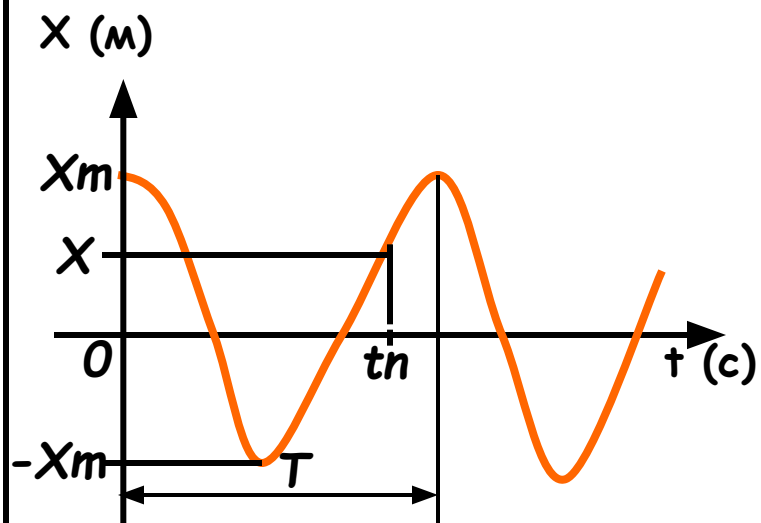
- Пр. физики предлагает студентам объяснить :
- «Почему колебания груза на пружине и свободные колебания в закрытом контуре можно представить с помощью гармонического закона косинуса?»



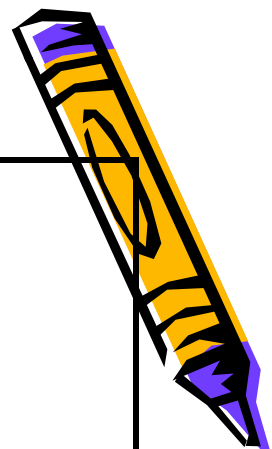
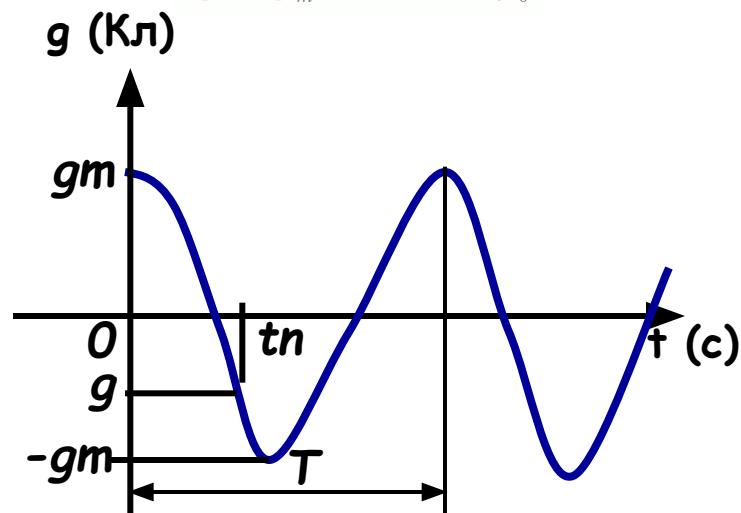
Графики гармонических колебаний.



$$X = X_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$



$$g = g_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$



Пр. математики, используя уравнения гармонических колебаний и их графики, вводит понятие гармонических колебаний.

Параметры гармонических колебаний.

- 1. Модуль наибольшего значения колеблющейся величины называется **амплитудным значением**.
 - $X_m(m)$ – амплитуда механического колебания;
 - $q_m(Кл)$ – амплитуда заряда конденсатора;
 - $I_m(A)$ – амплитуда силы тока;
 - $U_m(V)$ – амплитуда напряжения .
- 2. Значение колеблющейся величины в любой момент времени называется **мгновенным значением**.
 - $X_m(m)$ – амплитуда механического колебания;
 - $q_m(Кл)$ – амплитуда заряда конденсатора;
 - $I_m(A)$ – амплитуда силы тока;
 - $U_m(V)$ – амплитуда напряжения



Первичная проверка понимания и обсуждение результатов.

• Задание №1.

- Указать моменты времени, когда значение колеблющихся величин на представленных графиках приобретают:
 - А). Амплитудные значения.
 - Б). Мгновенные значения.

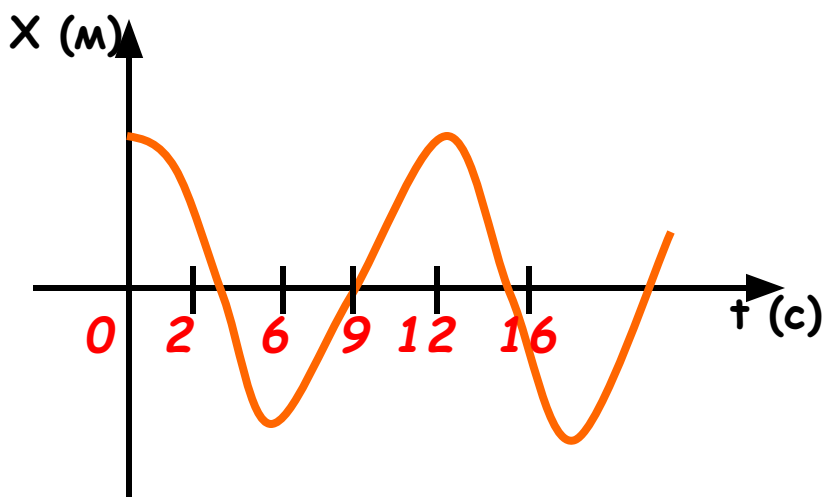


Рис.1 График механического колебания.

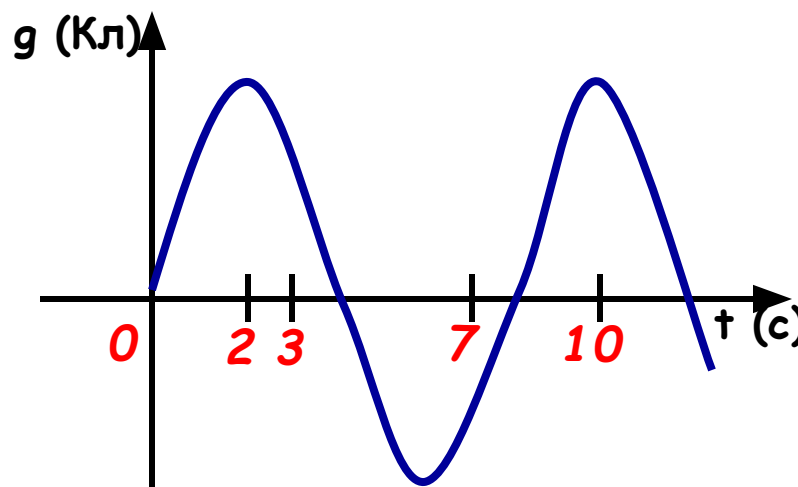


Рис.2 График электромагнитного колебания.

Изучение нового материала.

Параметры гармонических колебаний.



Пр. математики:

3. Минимальный промежуток времени, в течение которого значение колеблющейся величины полностью повторяется называется **периодом колебания**.

T (с) – период колебания.

Пр. физики :

Период собственных незатухающих колебаний контура, когда его сопротивление равно нулю, определяется по формуле английского физика Томсона:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Период колебаний в реальном контуре напрямую зависит от его сопротивления **R** . Чем больше сопротивление **R** закрытого колебательного контура, тем больше период его колебаний.



Параметры гармонических колебаний.



- Пр. математики:

- 4. Величина обратная периоду называется **частотой колебания**.

- ν (Герц, Гц) – частота колебания.

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

- Пр. физики:

- Частоту свободных колебаний, возникающих в замкнутом колебательном контуре, называют **собственной частотой колебательной системы**.

- Частота собственных незатухающих колебаний контура вычисляется по формуле:

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



Первичная проверка понимания и обсуждение результатов.

• Задание №2.

- Указать периоды колебаний на представленных графиках и рассчитать частоты колебания.

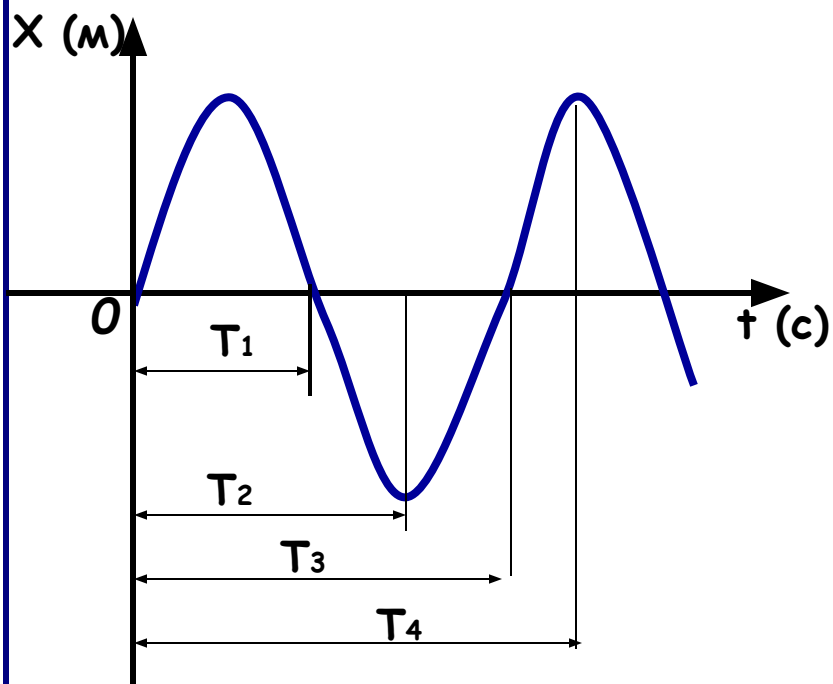


Рис.1 График механического колебания.

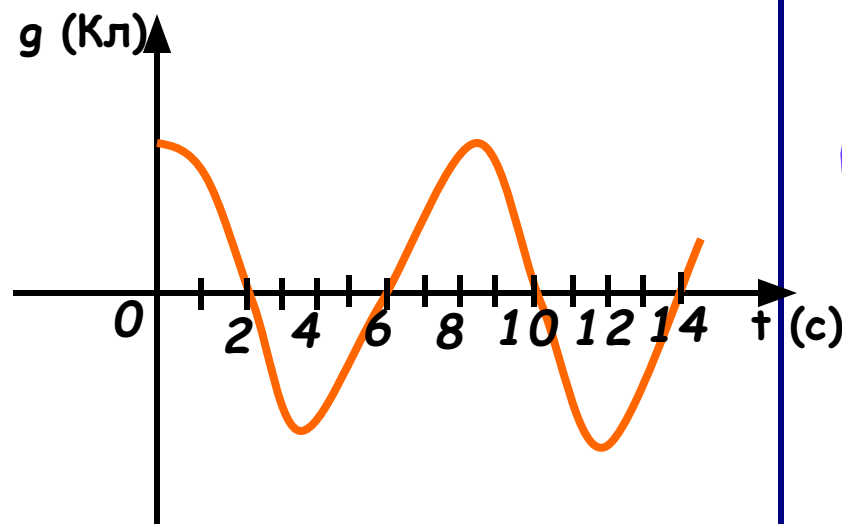


Рис.2 График электромагнитного колебания.

Изучение нового материала.

- Пр. математики: Из курса математики известно, что наименьшим периодом функции косинуса и синуса является величина 2π .
- 5. Если рассматривать число колебаний не за 1с, а за 2π с, то полученную частоту называют **циклической** или **круговой частотой**.

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

- $\omega \left(\frac{\text{рад.}}{\text{с}} \right)$ - циклическая или круговая частота колебаний
- Пр. физики: **Циклическая частота колебаний для закрытого колебательного контура вычисляется по формуле:**

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$



Пр. математики:



- 6. Выражение, которое стоит под знаком синуса или косинуса в уравнении гармонического колебания, называется **фазой колебания**.
- φ [рад] - фаза колебания
-
- Значение фазы в момент времени, равной нулю, называют **начальной фазой колебания**.
- φ_0 [рад] - начальная фаза колебания.
- Функции $y = \cos x$ и $y = \sin x$ отличаются друг от друга фазами колебаний
- $\cos \varphi = \sin(\varphi + \pi/2)$
- Разность между фазами колеблющихся величин называют **фазовым сдвигом**.

$$\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \text{ [рад]}$$



Пример расчета разности фаз.

- Уравнение изменения заряда конденсатора по закону косинуса:

$$g = g_m \cos \omega \cdot t$$

$$\varphi_{\cos} = \omega \cdot t (\text{rad})$$

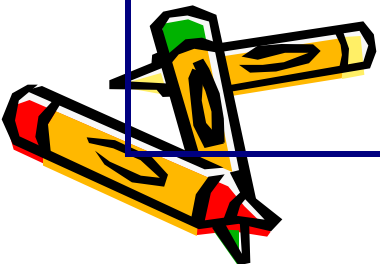
- Уравнение изменения заряда конденсатора по закону синуса:

$$g = g_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

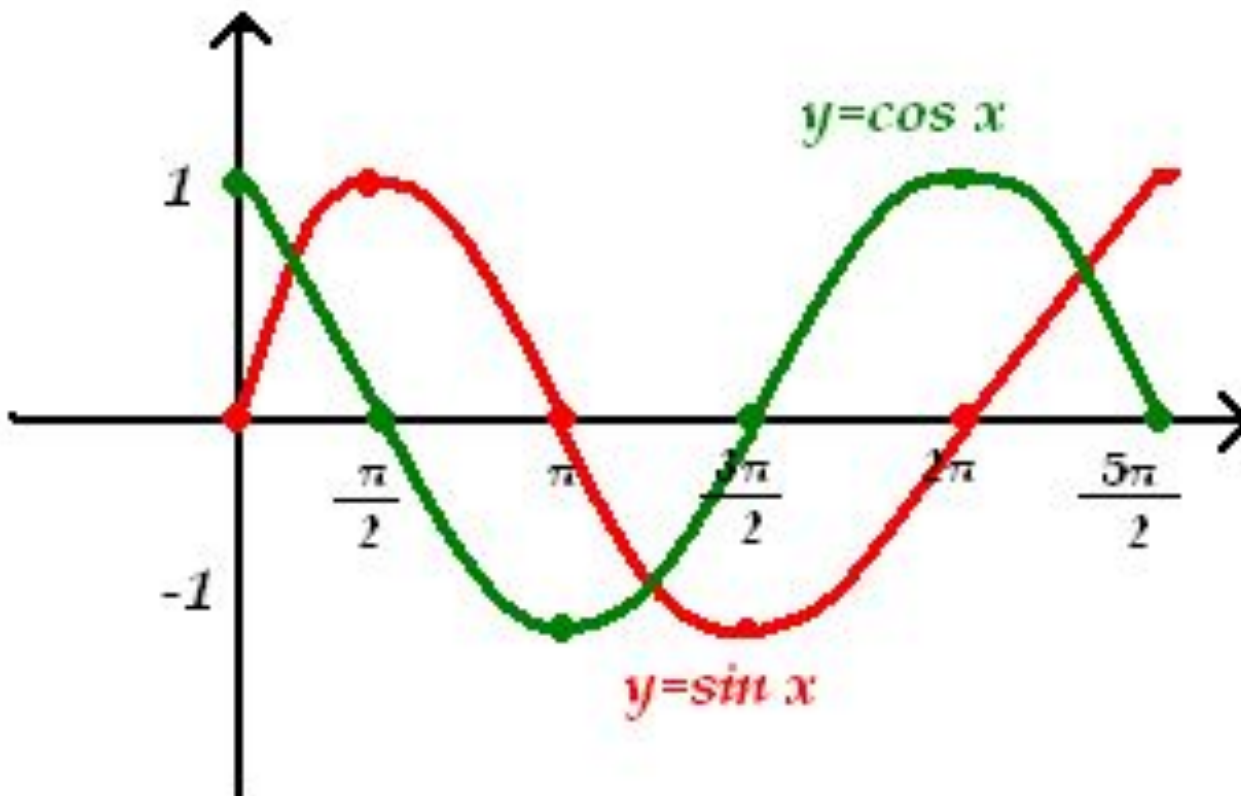
$$\varphi_{\sin} = (\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}) (\text{rad})$$

- Фазовый сдвиг между уравнениями:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\sin} - \varphi_{\cos} = (\omega \cdot t + \frac{\pi}{2} - \omega \cdot t) = \frac{\pi}{2} (\text{rad})$$



Графики гармонических колебаний, имеющих фазовый сдвиг $\pi/2$.



Пр. математики.

Пример решения задачи.

- Задача №1.

- Координата движущегося тела (измеренная в сантиметрах) изменяется по указанному закону. Найдите амплитуду, период, циклическую частоту колебания. Вычислите координату тела в момент времени t , если

- $x(t) = 3,5 \cos 4\pi t, t = 1/12 \text{ c}$

- Решение.

- $X_m = 3,5 \text{ (см)}$
- $\omega = 4\pi \text{ (рад/с)}$
- $T = 2\pi/\omega$; $T = 2\pi/4\pi = 1/2 \text{ (с)}$
- $x(1/2) = 3,5 \cos 4\pi \cdot 1/12 = 3,5 \cos \pi/3 = 1,75 \text{ (см)}$



Самоконтроль №3.

- **Задача №2**

- **Найдите амплитуду, период, частоту силы тока, если она изменяется по закону**

- **$i(t) = 0,25\sin 50\pi t$**

- **Задача №3**

- **Постройте график гармонического колебания**

- **$x(t) = 1,5\cos(t + \pi/4)$**



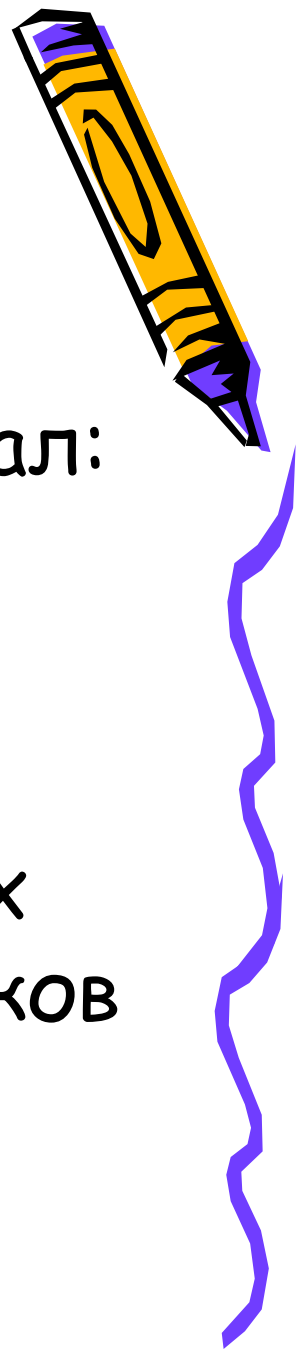
Подведение итогов занятия.



- Пр. физики.
- У студентов сформировалось понятие электромагнитного гармонического колебания, они убедились в наличии математического обоснования данного процесса, уяснили сущность параметров гармонических колебаний и способы вычисления их математическим и физическим путем, они смогли полученные знания использовали при выполнении проверочного задания. Запись конспекта занятия проводилась в рабочие тетради студентов, они проявляли инициативу при работе, так как заинтересованы в ее результатах.



Домашнее задание.



- Выучить теоретический материал: конспект занятия;
- Диск №.2, автор Дмитриева §15.1-15.3
- Расчёт параметров гармонических колебаний и построение графиков

