

«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:**

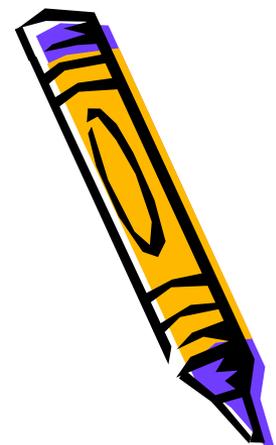
- 1. Показать аналогию между параметрами, характеризующими механические и электромагнитные колебания.**
- 2. Раскрыть сущность определения параметров по уравнениям гармонических колебаний и их графикам.**
- 3. Раскрыть принцип построения графиков гармонических колебаний по их уравнениям.**

### **Развивающая цель:**

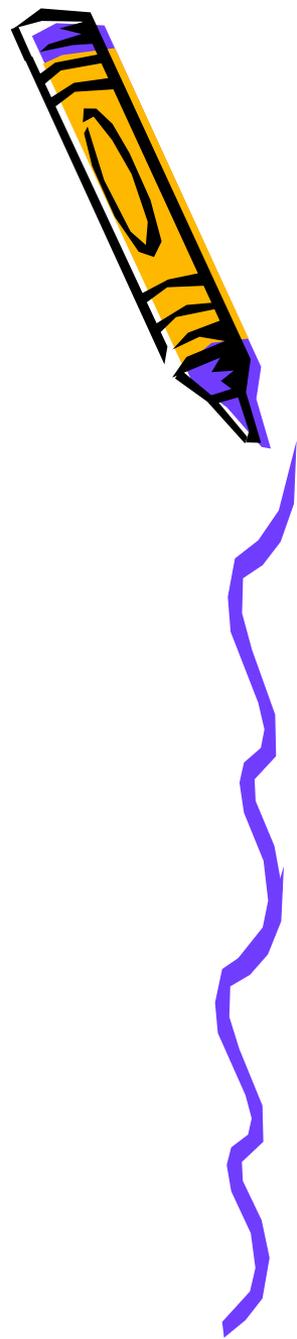
**Показать студентам роль межпредметных связей при изучении курсов математики и физики; раскрыть сущность аналогии как метода научного познания.**

### **Воспитательная цель:**

**Воспитания устойчивого интереса студентов к достижению результатов своей работы.**



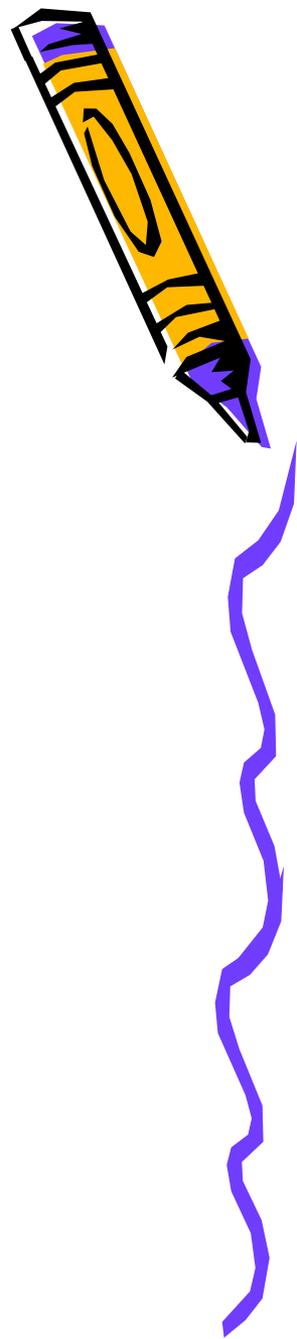
# Формы и методы обучения



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



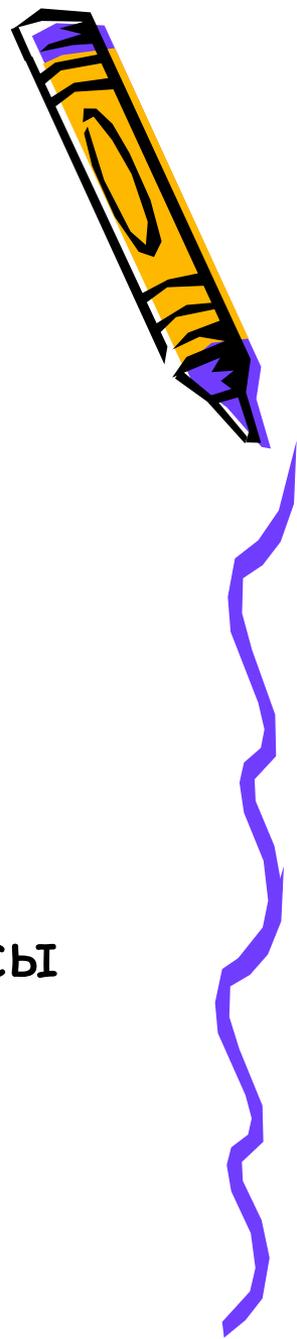
# Структура занятия:



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



## *Актуализация ранее усвоенных знаний.*



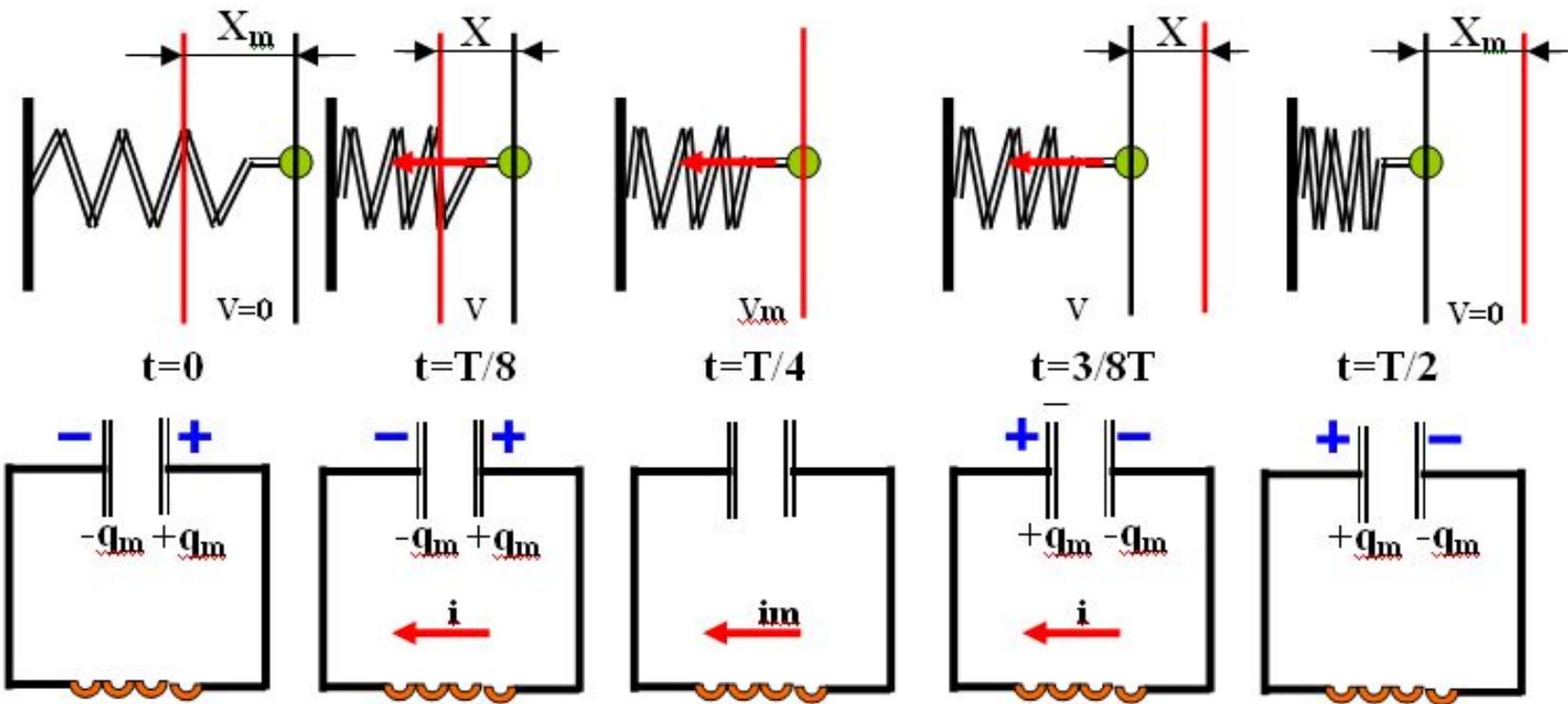
- Преподаватель физики задает вопросы студентам:
- *Что собой представляют колебания?*
- *В каких разделах физики мы о них говорили? Приведите примеры.*
- Студенты отвечают на поставленные вопросы



-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.
-----------------------	-------------------------

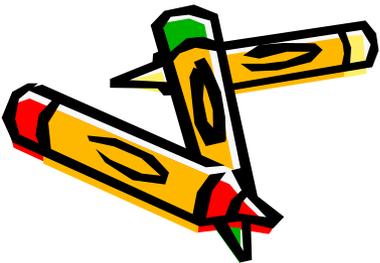
Координата	$x$	Заряд	$q$
Скорость	$v$	Сила тока	$i$
Масса	$m$	Индуктивность	$L$
Жесткость пружины	$k$	Величина обратная емкости	$1/C$
Потенциальная энергия	$E_{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}$	Энергия электрич. поля	$W_{\text{э}} = \frac{q^2}{2C}$
Кинетическая энергия	$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2}$	Энергия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



# Мотивация учебной деятельности

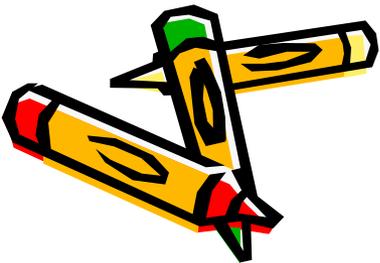
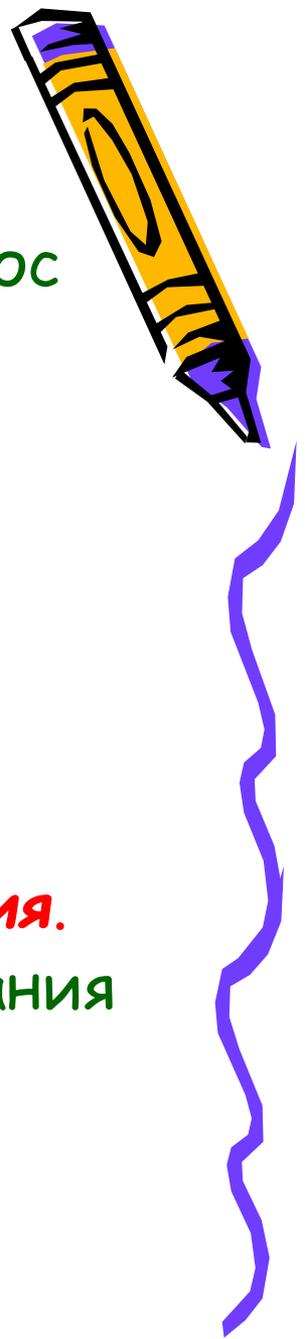


- Преподаватель физики отмечает, что колебания свойственны всем явлениям природы: пульсируют звезды, вращаются планеты, внутри организма бьется сердце и т. д. Вам известна природа возникновения механических и электромагнитных колебаний.
- Вопрос: **Как вы думаете, какими же параметрами будут характеризоваться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

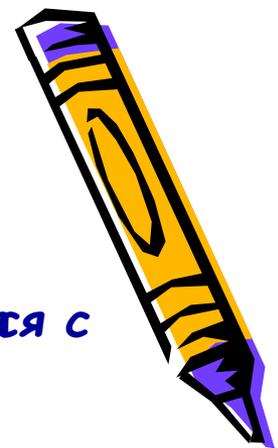


## Постановка цели урока

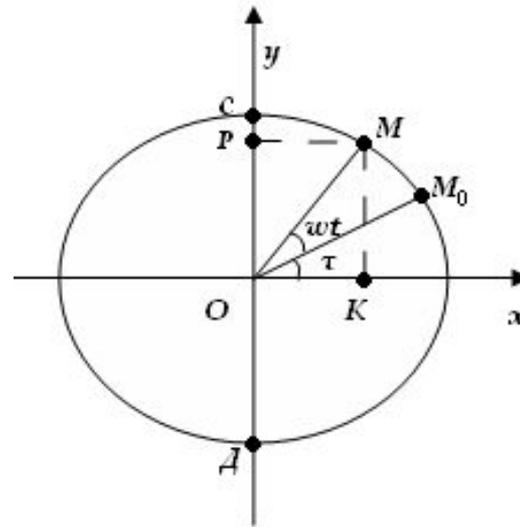
- Правильно ответить на поставленный вопрос вам поможет изучение явлений «гармонические колебания в физике». Изучение данного явления невозможно без знаний, полученных из курса математики. Сегодня вам предстоит познакомиться:
- **во -первых, с основными понятиями и терминами теории колебания;**
- **во-вторых, 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**.

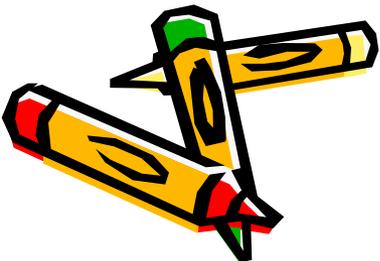


В  $\Delta OMK$  :  $\sin(\omega t + \varphi) =$

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

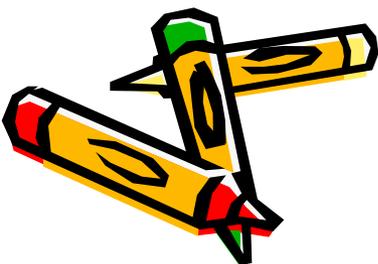
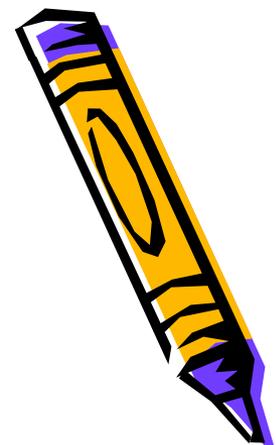
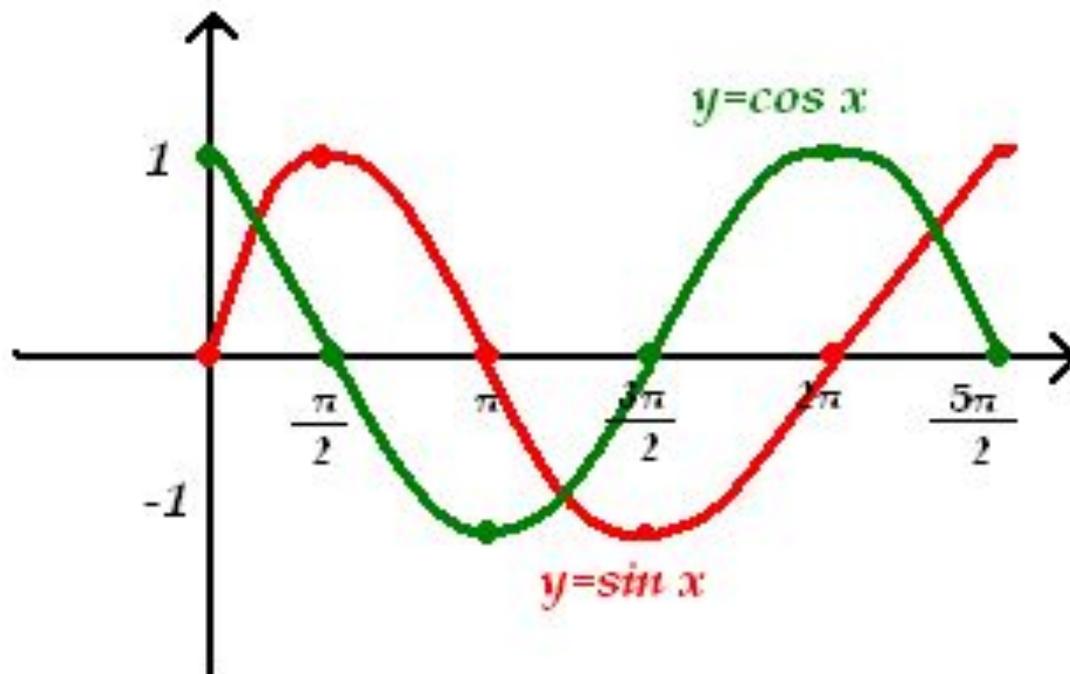
Аналогично  $\cos(\omega t + \varphi) =$

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

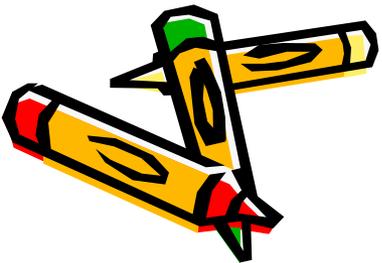
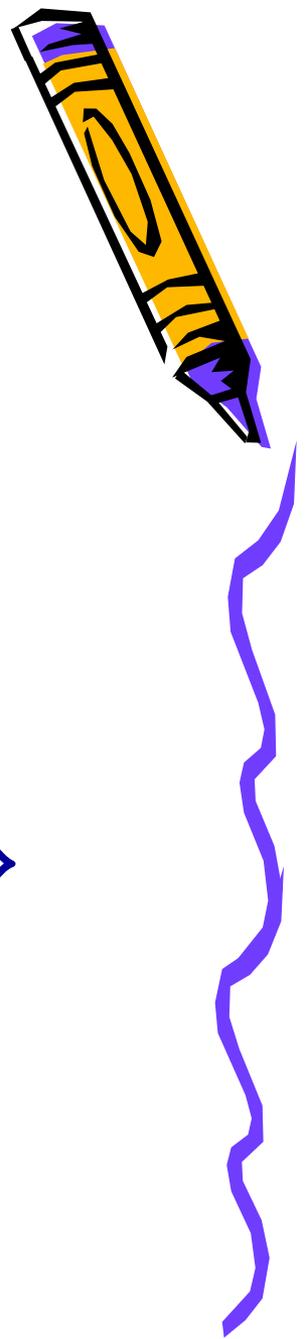


Графически гармонические колебания  
изображаются **синусоидами**

График синусоиды.



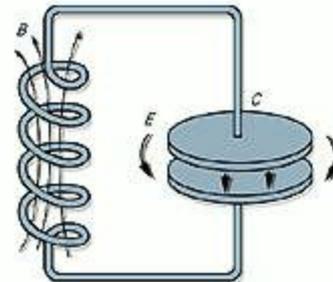
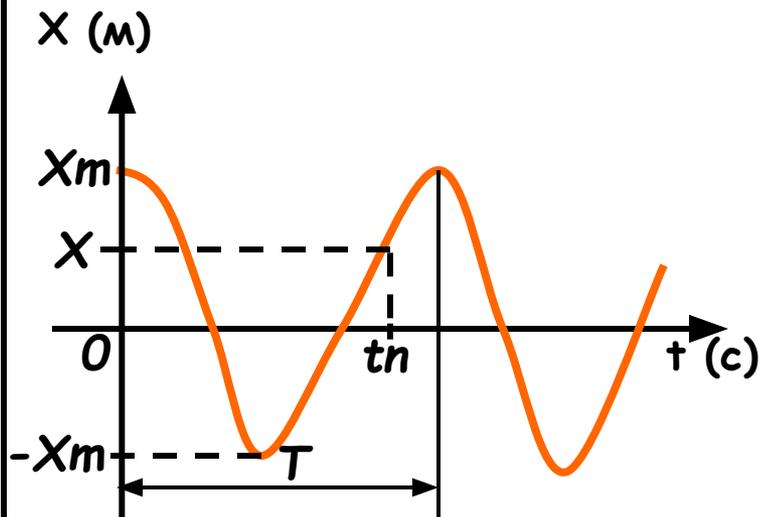
- Пр. физики предлагает студентам объяснить :
- «Почему колебания груза на пружине и свободные колебания в закрытом контуре можно представить с помощью гармонического закона косинуса?»»



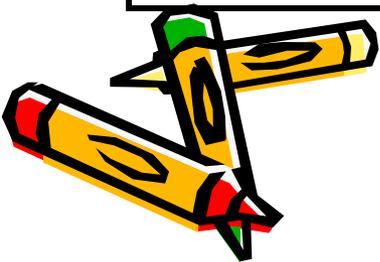
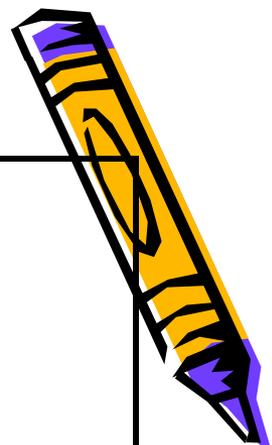
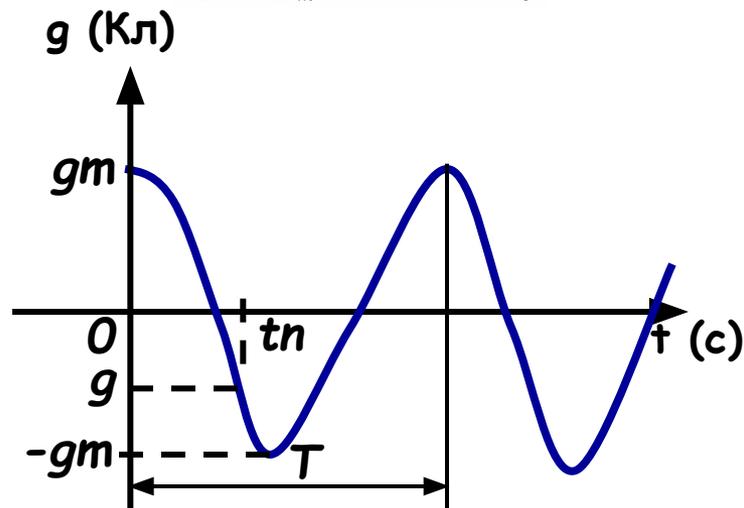
# Графики гармонических колебаний.



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



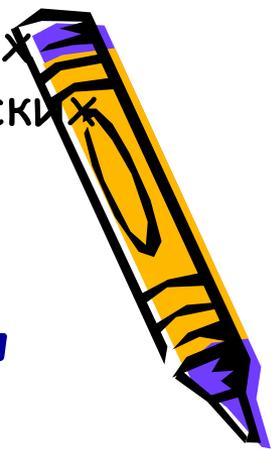
$$g = g_m \cos(\omega t + \varphi_0)$$



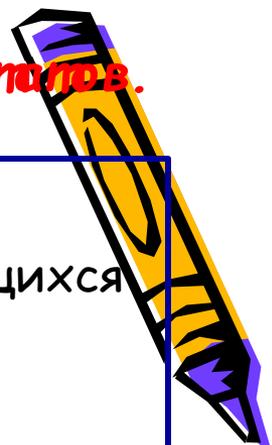
Пр. математики, используя уравнения гармонических колебаний и их графики, вводит понятие гармонических колебаний.

## • **Параметры гармонических колебаний.**

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

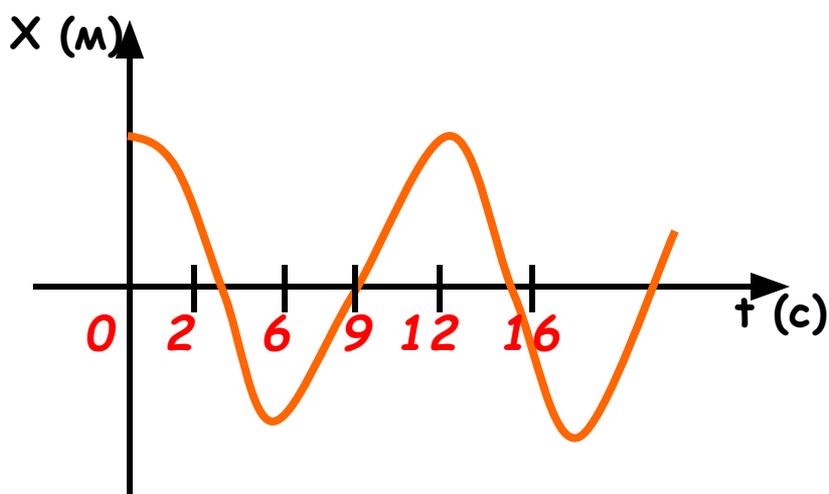


Рис.1 График механического колебания.

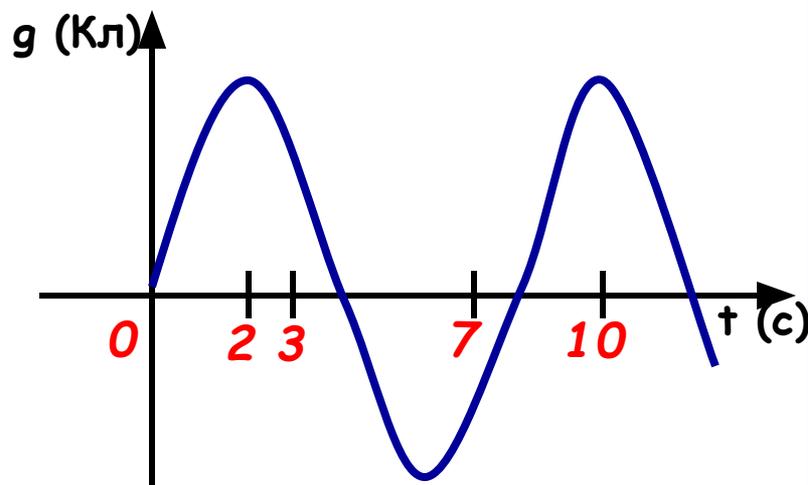
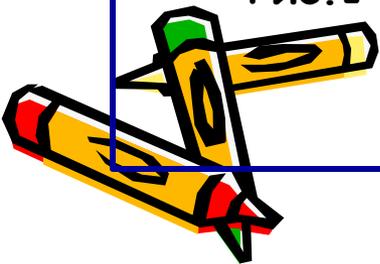


Рис.2 График электромагнитного колебания.



# Изучение нового материала. Параметры гармонических колебаний.



## Пр. математики:

3. Минимальный промежуток времени, в течении 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**.

- $\nu$  (Герц, Гц) - частота колебания.

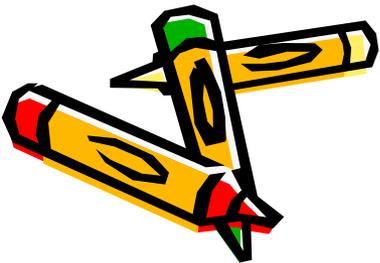
$$\nu = \frac{1}{T}$$

- 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.

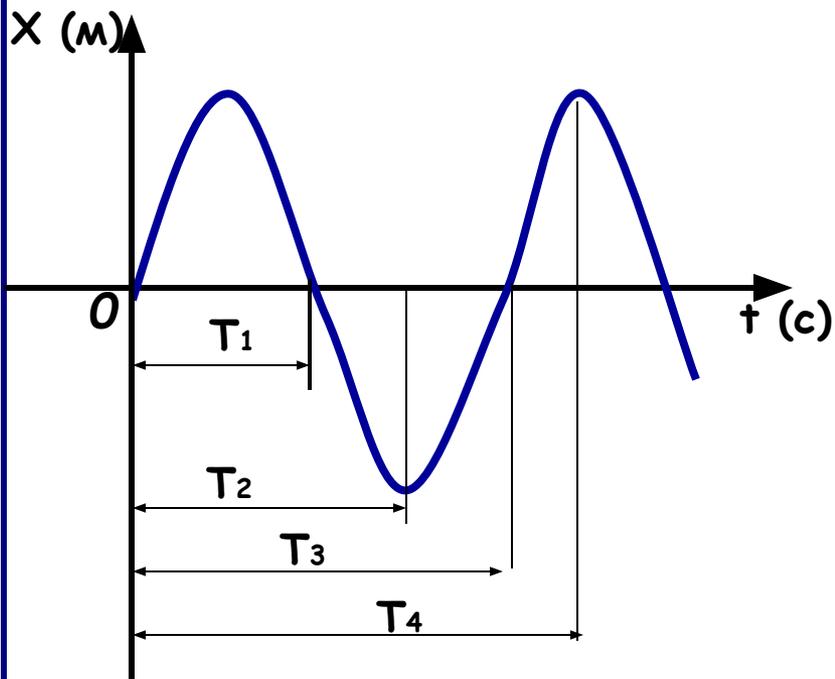


Рис.1 График механического колебания.

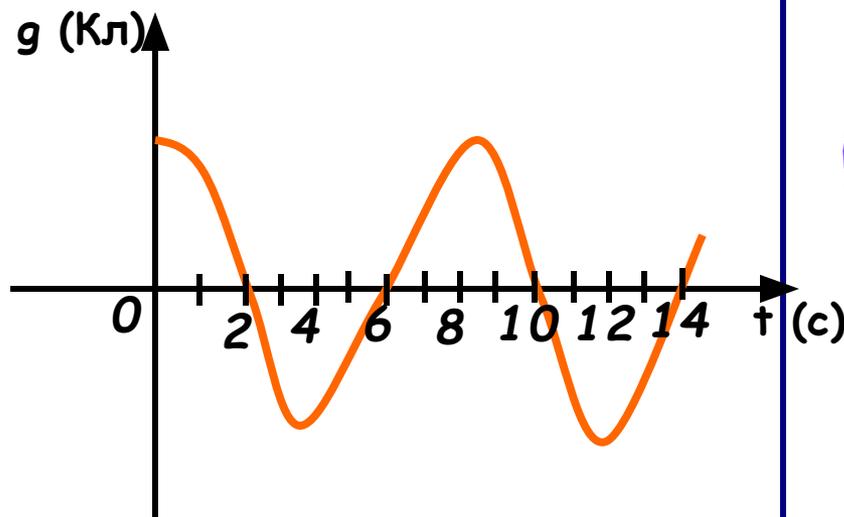
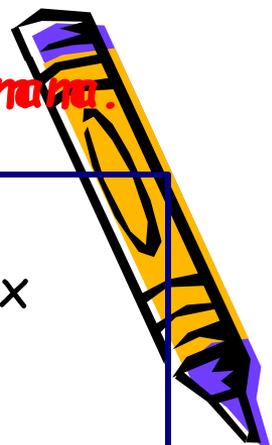
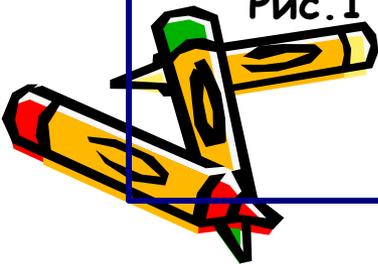


Рис.2 График электромагнитного колебания.



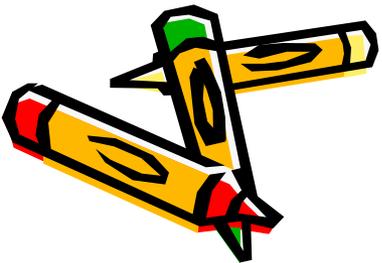
## Изучение нового материала.

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

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

- $\omega$  (рад./с) - 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**.
- $\varphi$  [рад] - фаза колебания
- 
- Значение фазы в момент времени, равной нулю, называют **начальной фазой колебания**.
- $\varphi_0$  [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:

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

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

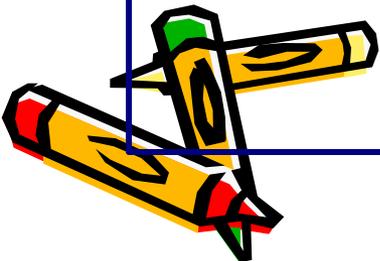
- Уравнение изменения заряда конденсатора по закону синуса:

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

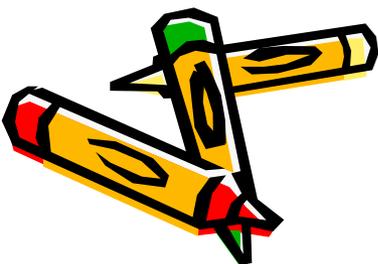
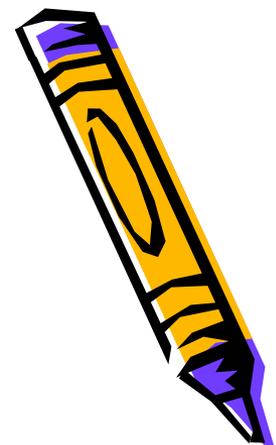
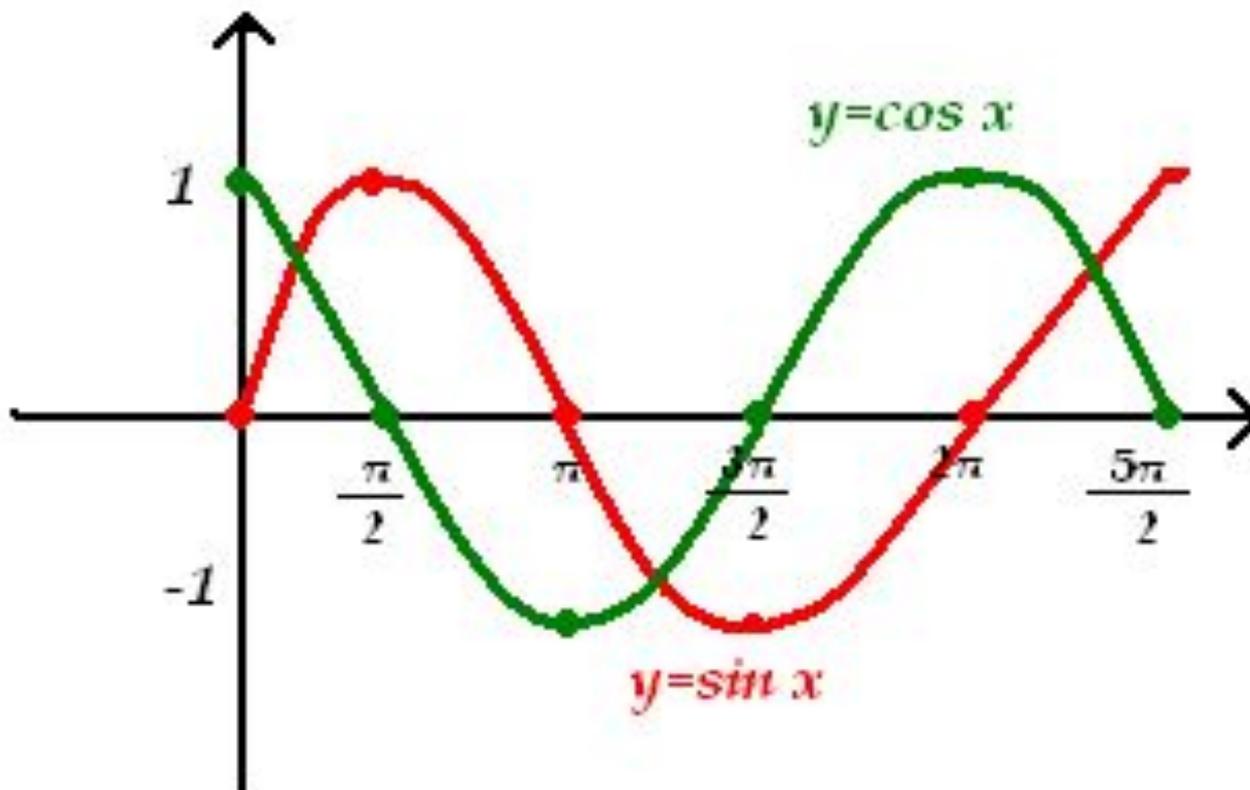
$$\varphi_{\sin} = (\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}) (\text{рад})$$

- Фазовый сдвиг между уравнениями:

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



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



## Пр. математики.

### **Пример решения задачи.**

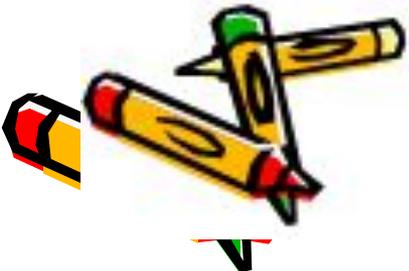
- Задача №1.

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

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

- 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**

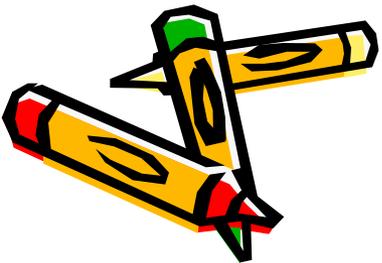
- **Постройте график гармонического колебания**

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

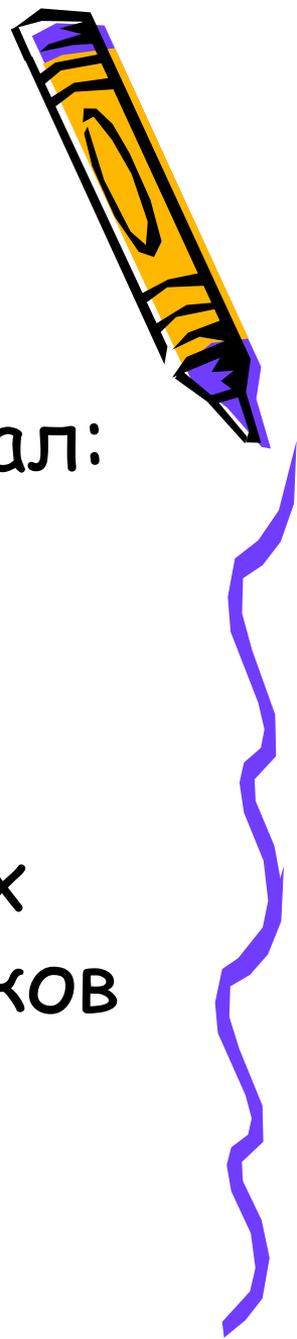


## Подведение итогов занятия.

- 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 использовать 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

