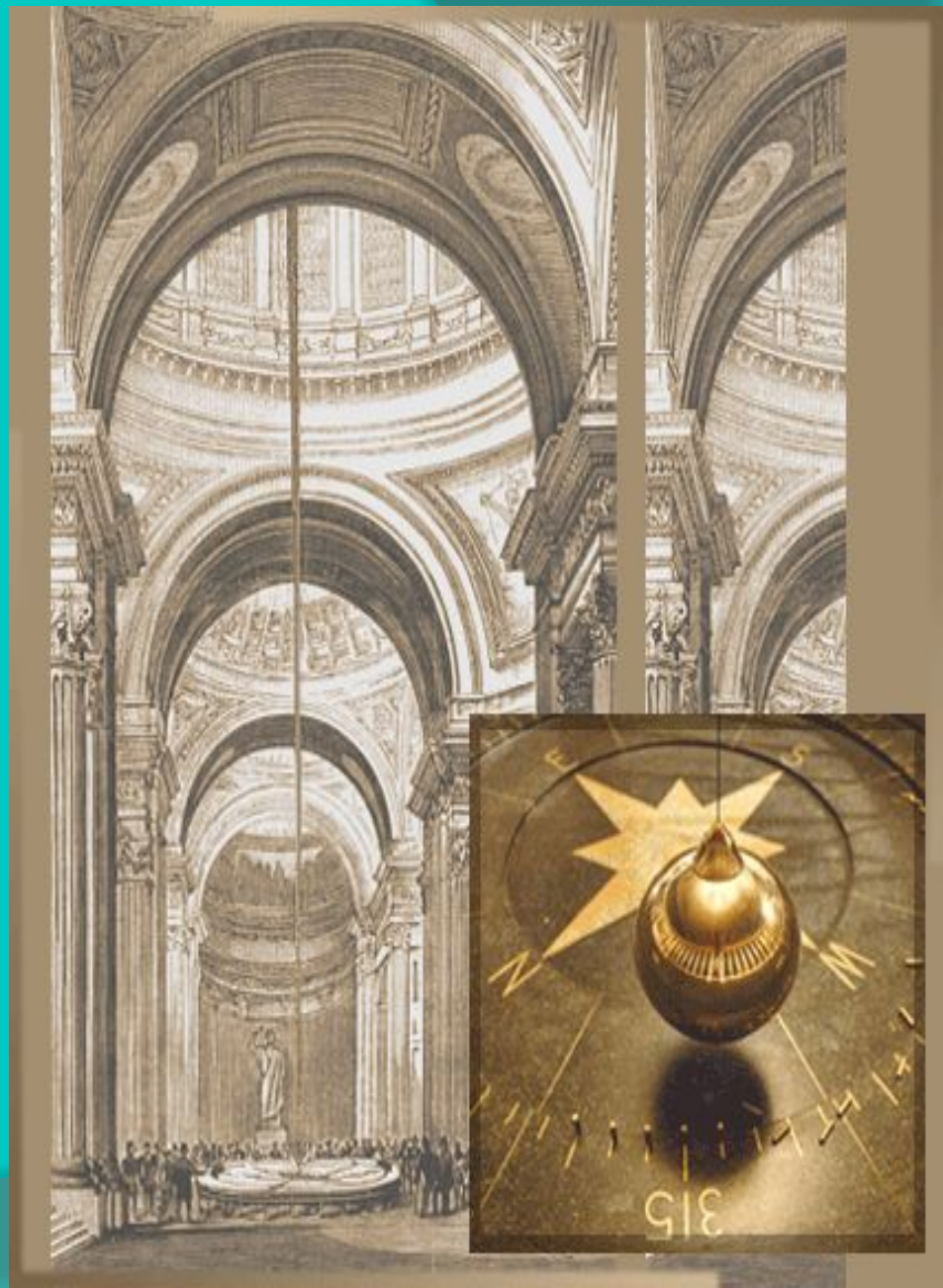
Тема урока:

Колебания математического и пружинного маятников.



Сегодня на уроке мы узнаем и вспомним:

- Какие колебания называют гармоническими
- Уравнение гармонических колебаний
- Что такое математический и пружинный маятник
- Что такое фаза колебаний
- Формулу для нахождения периода математического и пружинного маятника

Научимся

- Определять период маятника по формуле
- Записывать и анализировать уравнения колебаний
- Определять амплитуду, частоту и период колебаний по уравнению и графику
- Определять фазу колебаний

Итак, давайте вспомним один из видов движения – колебательное движение.

Колебательное движение широко распространено в окружающей нас жизни.

Примером такого движения является: движение качелей, маятника часов, вагона на рессорах и т.д.

ПОВТОРЕНИЕ – МАТЬ УЧЕНИЯ!!!

1. **Что называют колебаниями?**

2. **Какие виды колебаний вы знаете?**

3. **Какие колебания называют свободными?**

4. **Какие колебания называют вынужденными?**

5. **Что такое период? Единица, обозначение, формула.**

6. **Что такое частота? Единица, обозначение, формула.**

7. **$T = t / N$, (с)**

8. **$\nu = N / t$, (Гц)**

ПРИВЕСТИ В СООТВЕТСТВИЕ:

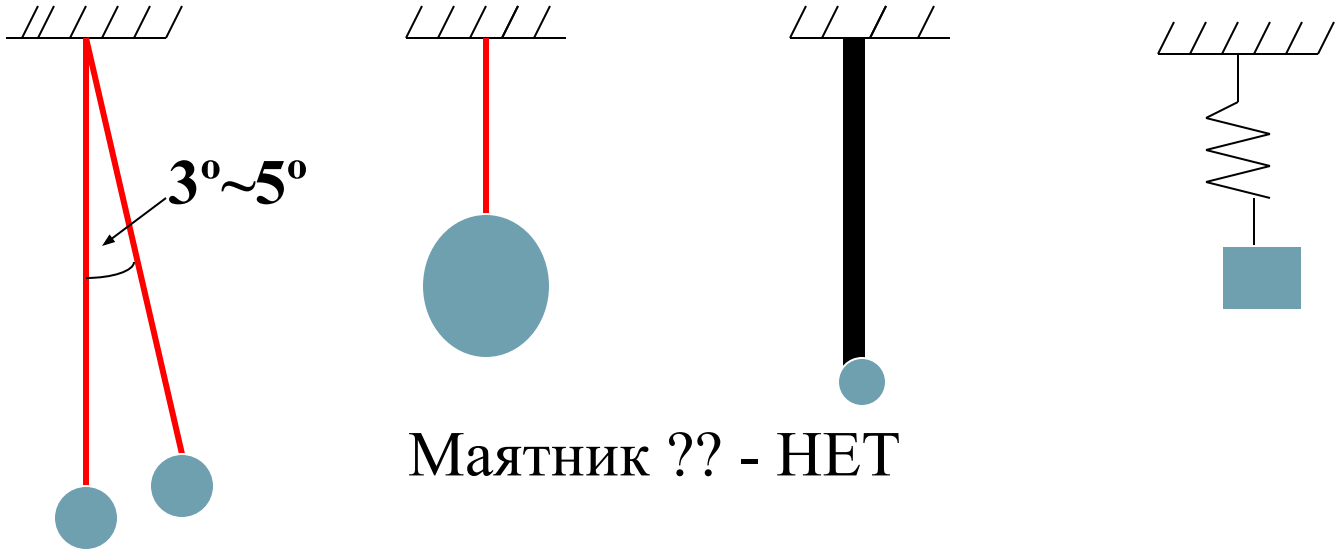
Период измеряется в …	время одного полного колебания
Частота измеряется в …	наибольшее смещение от положения равновесия
Период – измеряется в …	в секундах
Период – это …	число колебаний в единицу времени
Частота – это …	в герцах
Вынужденные колебания – …	колебания, происходящие под действием силы

Что такое маятник?

- Устройства, в которых могут осуществляться колебательные процесс, называются колебательными системами.
- Простейшая такая система – это маятник.

- **Маятник – любое тело, подвешенное так, что его центр тяжести находиться ниже точки подвеса.**

Рассмотрим математический маятник



Маятник ?? - НЕТ

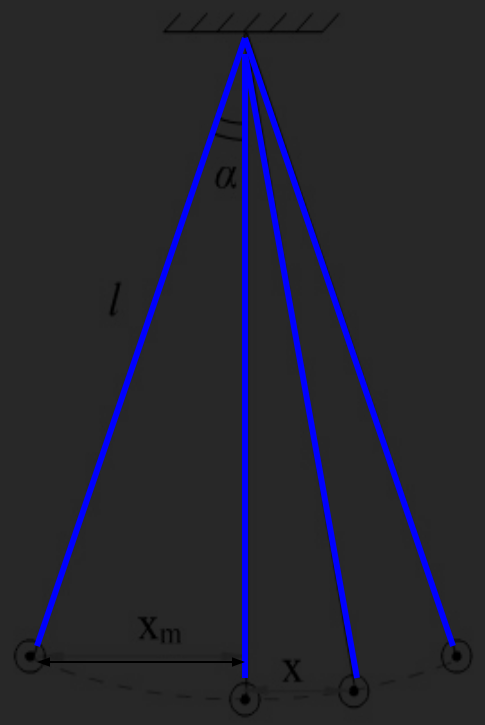
Условия для существования математического маятника

** Длина нити гораздо больше размера груза

** Масса нити мала

** Растяжение нити невелико

Математическим маятником называют тяжелый шарик малого размера, подвешенный на длиной, невесомой нерастяжимой нити.



Смещение x

Амплитуда x_m **или A**

Период $T = \frac{t}{N}$

Частота $\nu = \frac{N}{t}$

Основные понятия:

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

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

Период колебаний математического маятника

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

Формула Гюйгенса

$$g = 9{,}81\ м/с^2$$

Формула верна при следующих условиях:

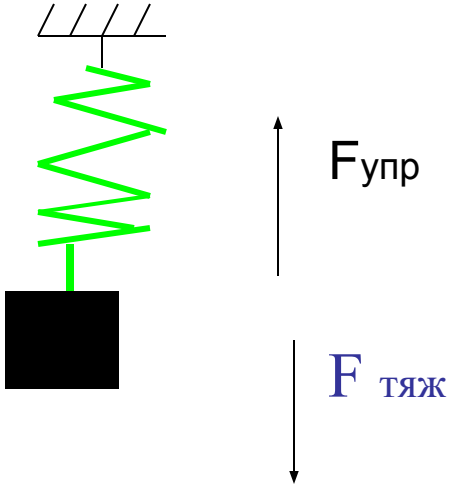
-длина нити гораздо больше размеров груза;

-масса нити пренебрежимо мала;

-угол отклонения α в пределах 5 градусов;

-растяжение нити пренебрежимо мало.

Пружинный маятник и его основные характеристики



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

Период – T, с

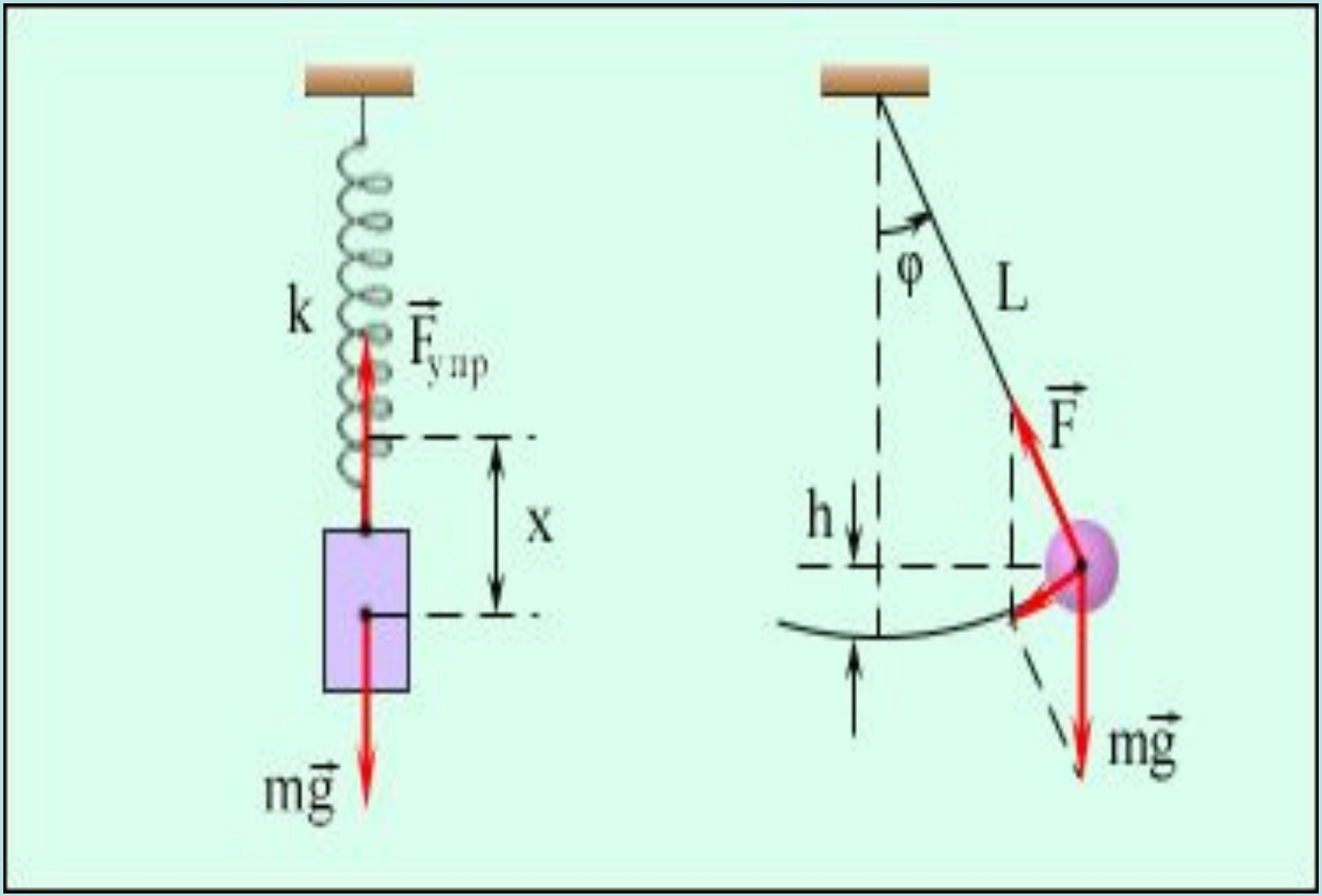
Частота – ν, Гц

Жесткость пружины – k, Н/м

Масса груза – m, кг

Под действием силы тяжести груз движется вниз, а под действием силы упругости – вверх.

Колебания маятников происходят под действием ….



Выясним, от чего зависит период колебаний нитяного маятника

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

- Измерьте период колебания и длину математического маятника
- Измените длину маятника вдвое и вновь измерьте период
- Сделайте вывод о зависимости периода маятника от его длины. Заполнить таблицу.

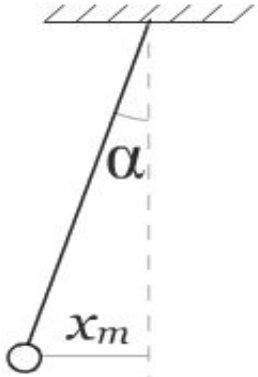
№ опыта	Длина маятника, l, м	Число колебаний N	Время колебаний t, с	Период колебаний T, с	Период колебаний T, с
1		10			
2		10			

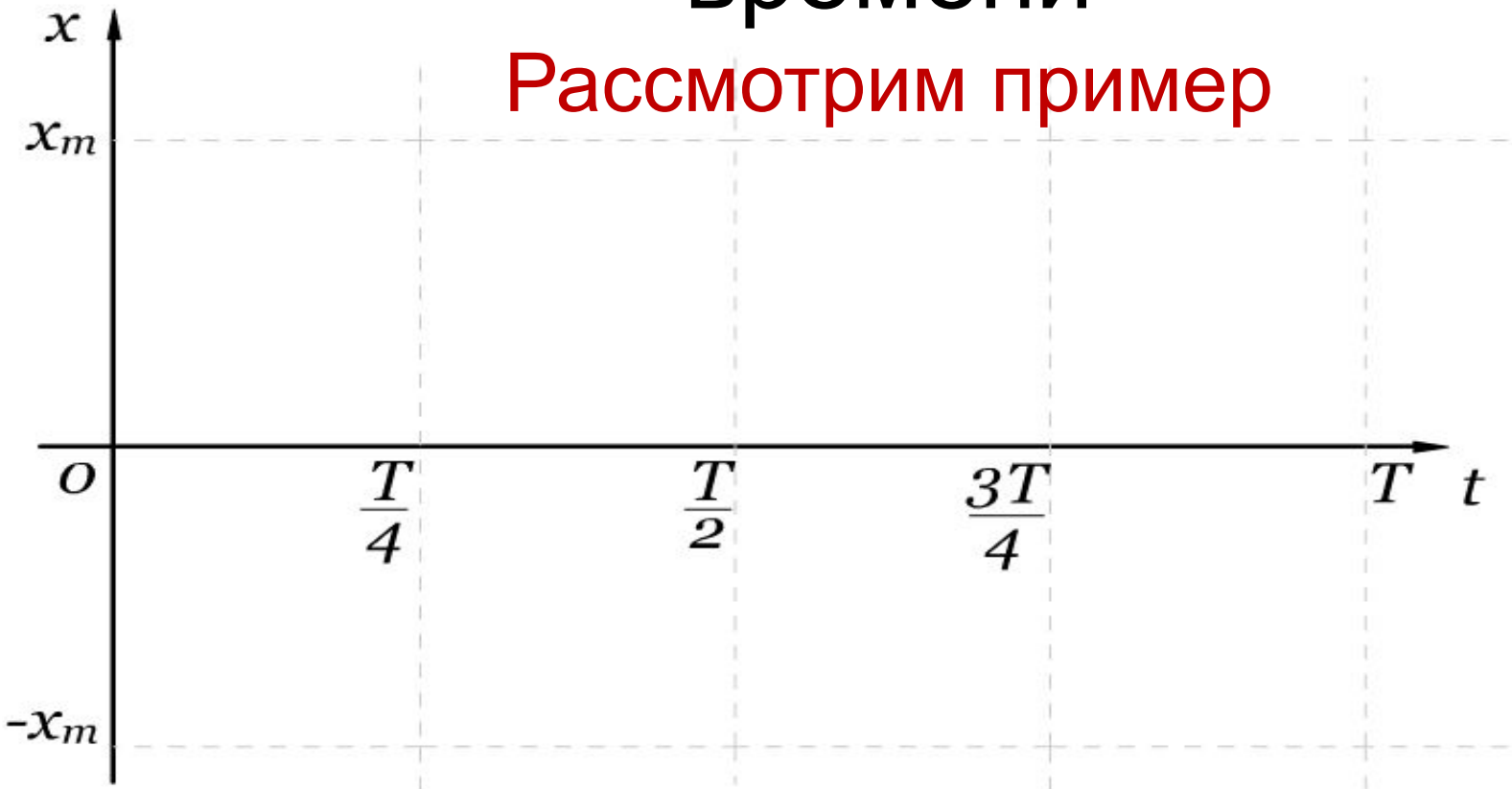
ВЫВОД:

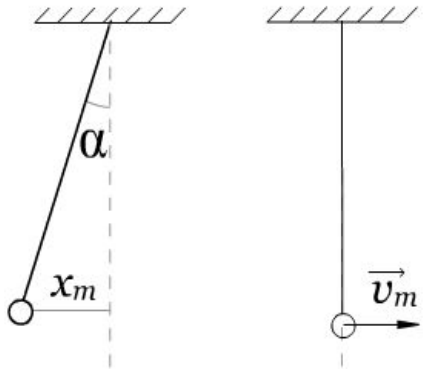
- Период математического маятника не зависит от массы груза
- Период математического маятника не зависит от амплитуды колебаний
- Период колебаний пружинного маятника зависит от массы груза
- Период колебаний пружинного маятника зависит от жесткости пружины

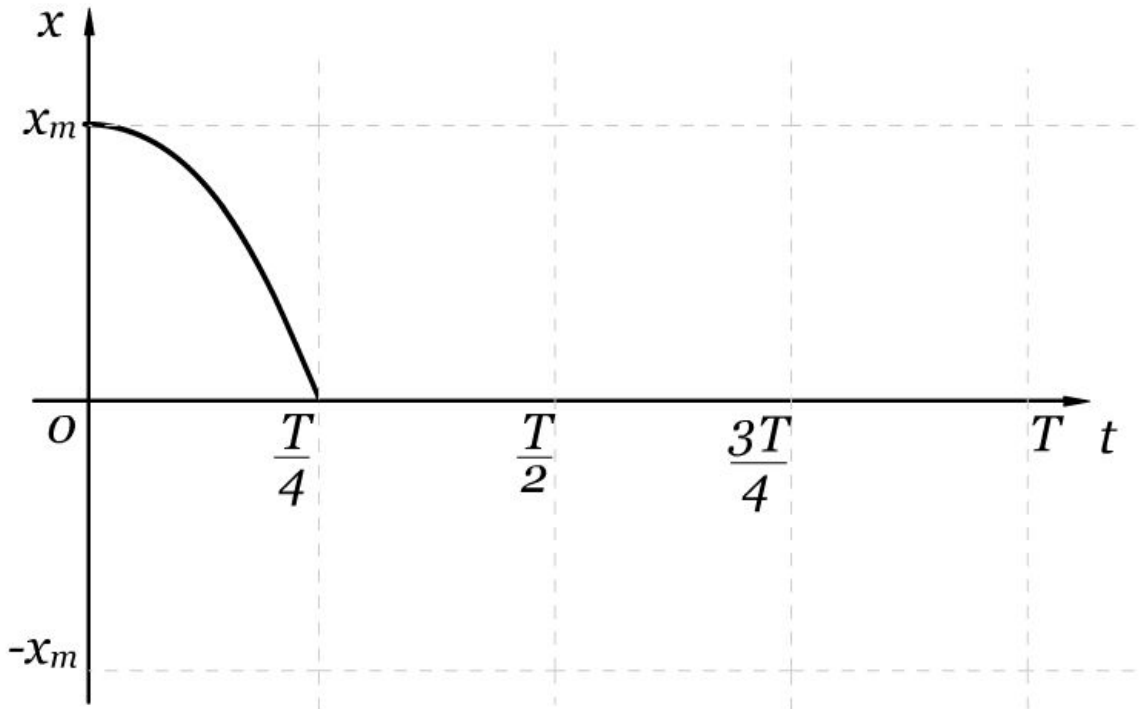
Выясним, как же зависит координата от времени

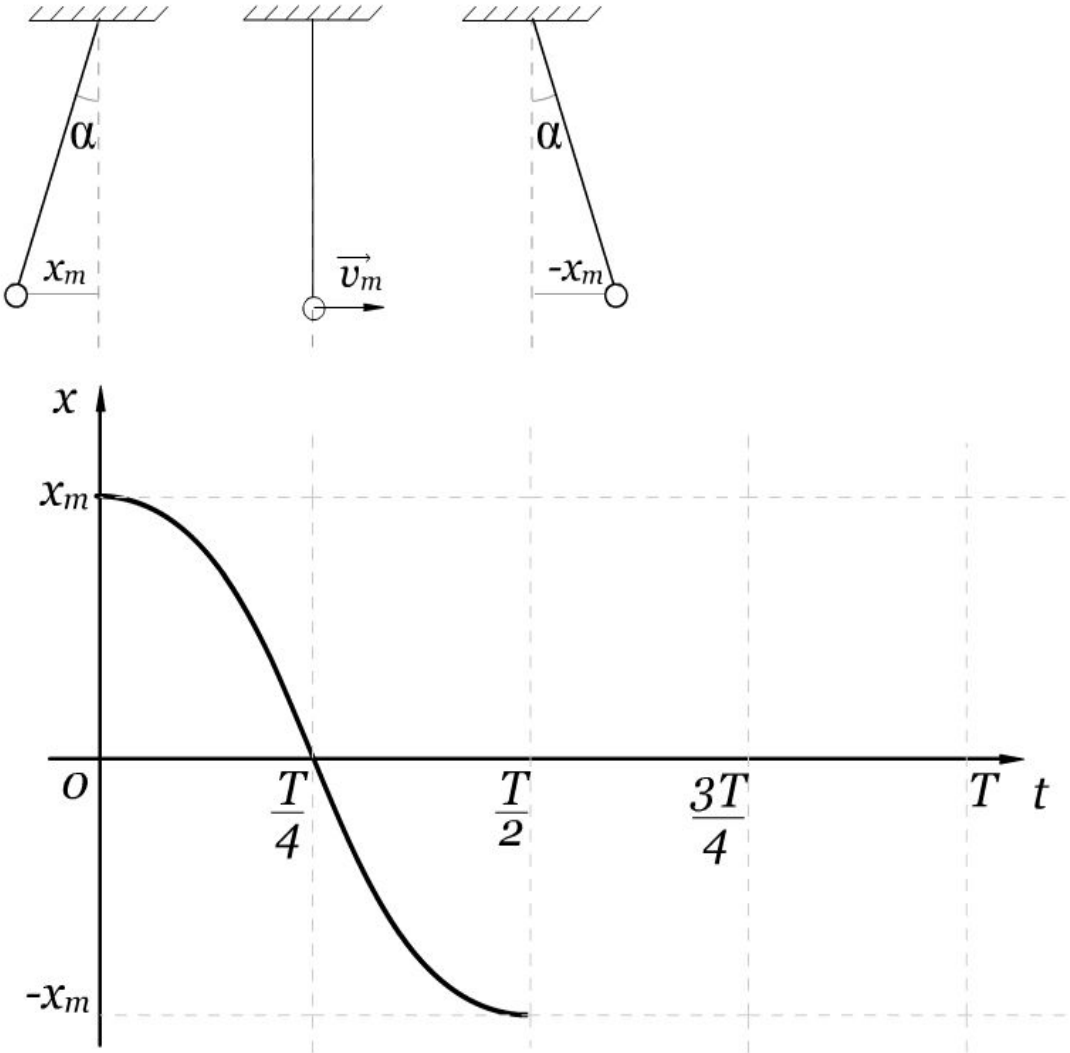
Рассмотрим пример

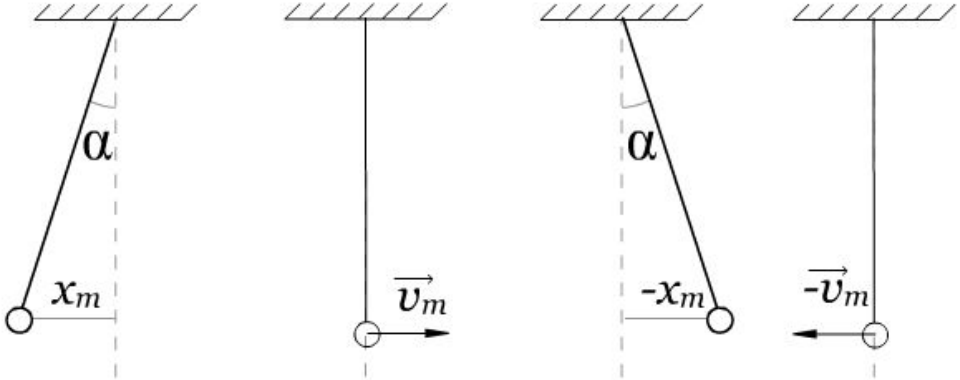


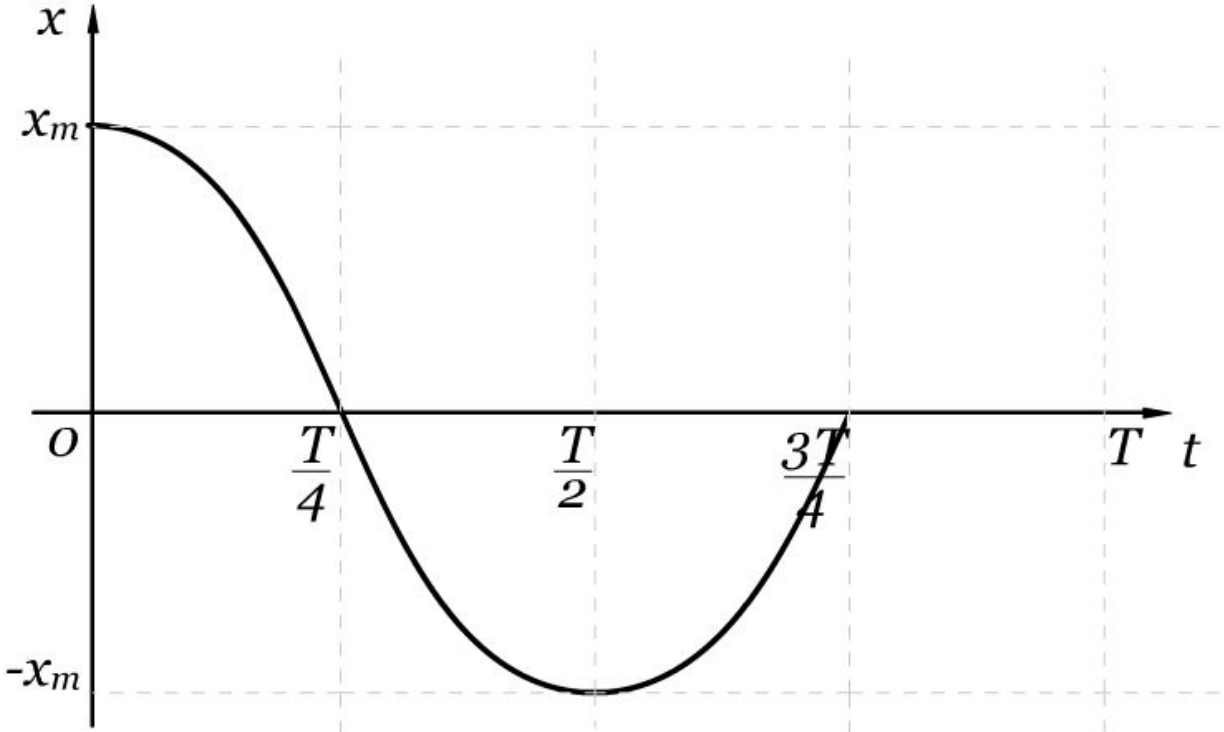


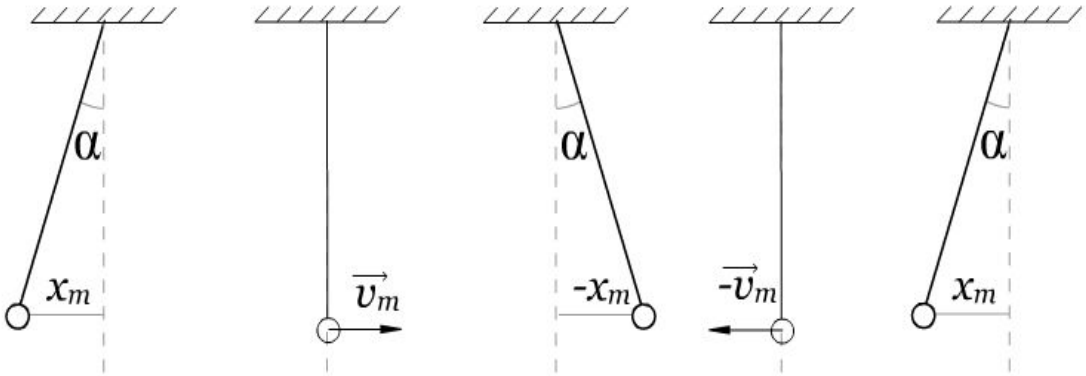

α
x_m
$\vec{v_m}$

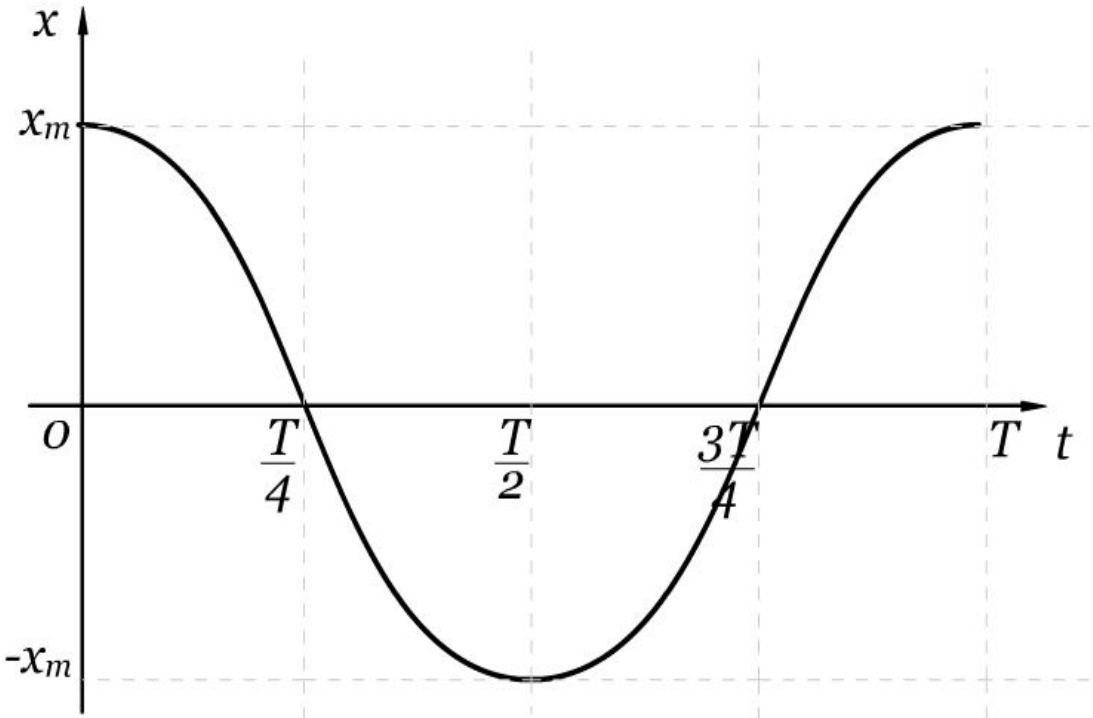

x
x_m
$-x_m$
O
$\frac{T}{4}$
$\frac{T}{2}$
$\frac{3T}{4}$
T
t


α
x_m
$\vec{v}_m$
α
$-x_m$
x
x_m
O
$\frac{T}{4}$
$\frac{T}{2}$
$\frac{3T}{4}$
T
t
$-x_m$

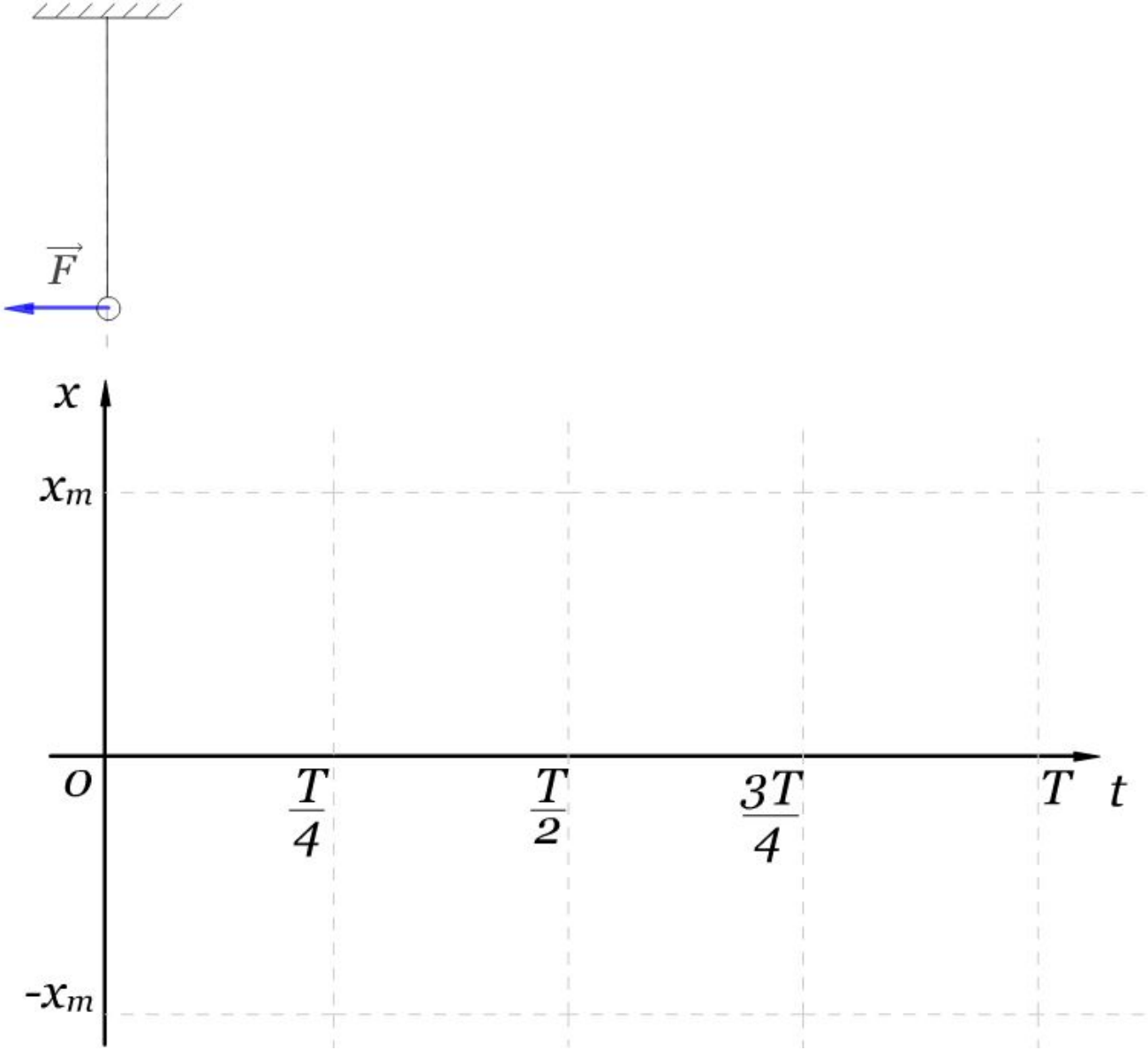

α
x_m
$\vec{v}_m$
α
$-x_m$
$-\vec{v}_m$

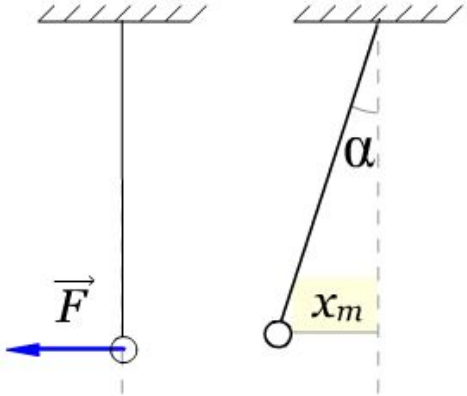

x
x_m
O
$\frac{T}{4}$
$\frac{T}{2}$
$\frac{3T}{4}$
T
t
$-x_m$

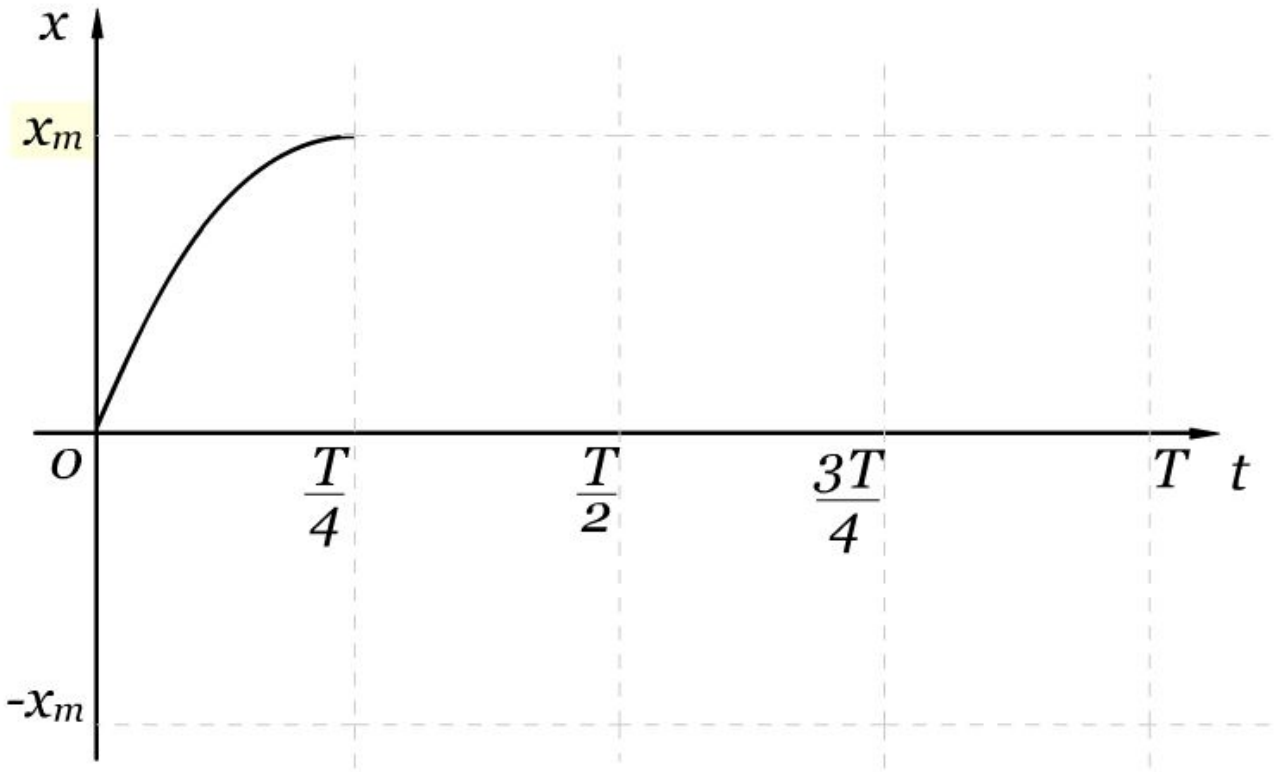


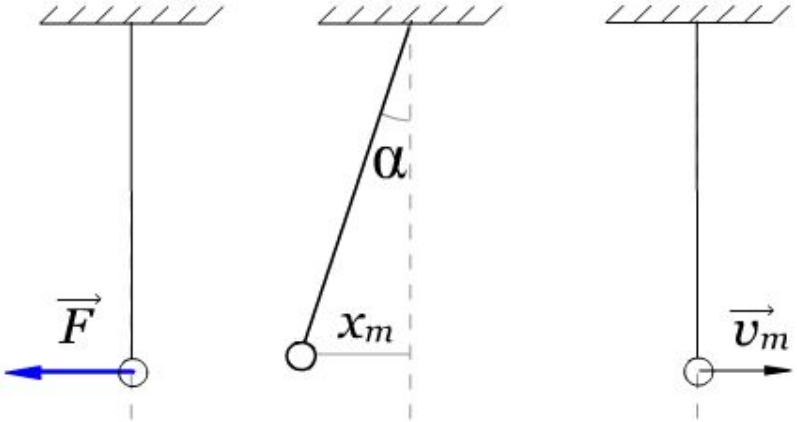


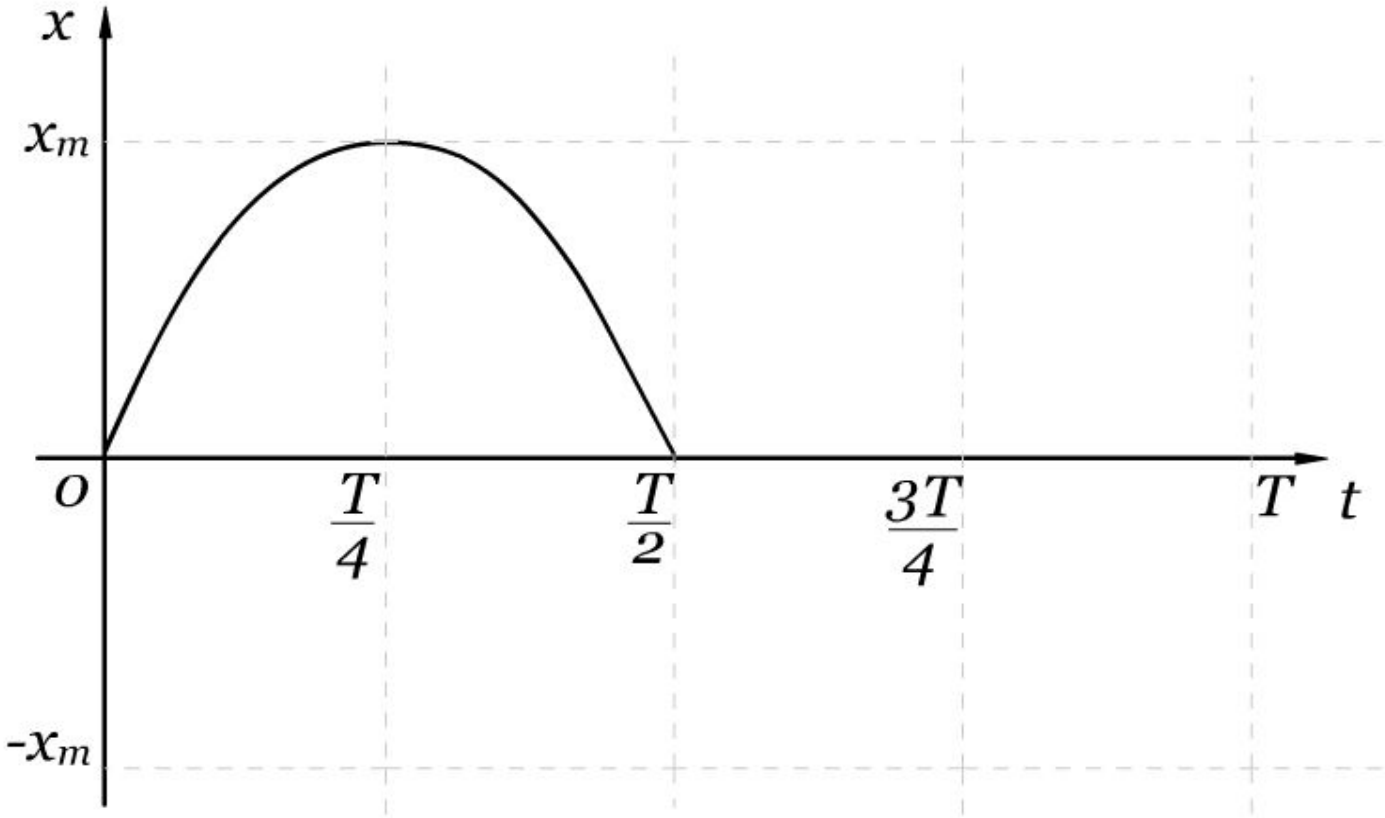
$$x = x_m \cos \alpha$$

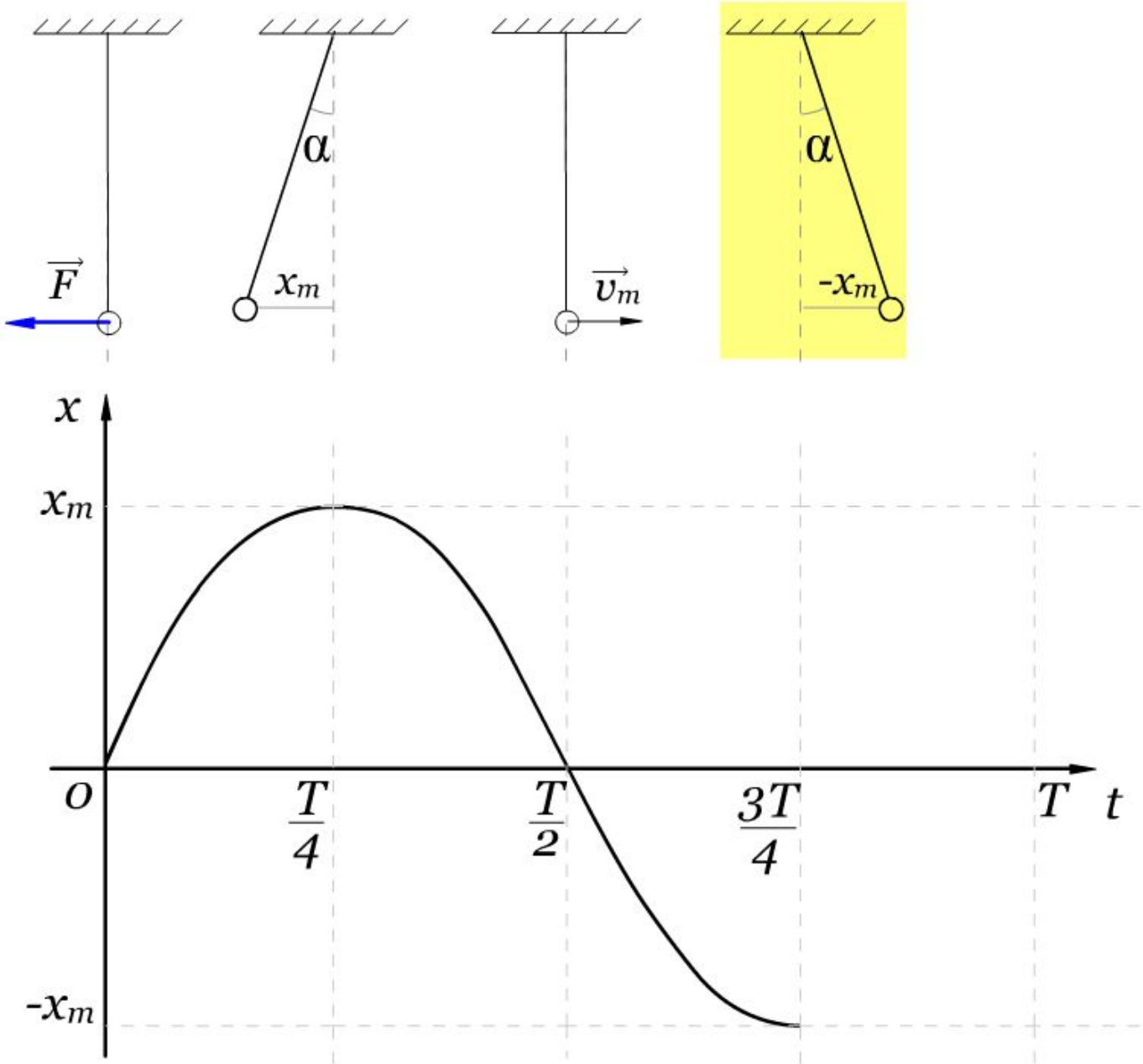

$\vec{F}$
x
x_m
O
$\frac{T}{4}$
$\frac{T}{2}$
$\frac{3T}{4}$
T
t
$-x_m$

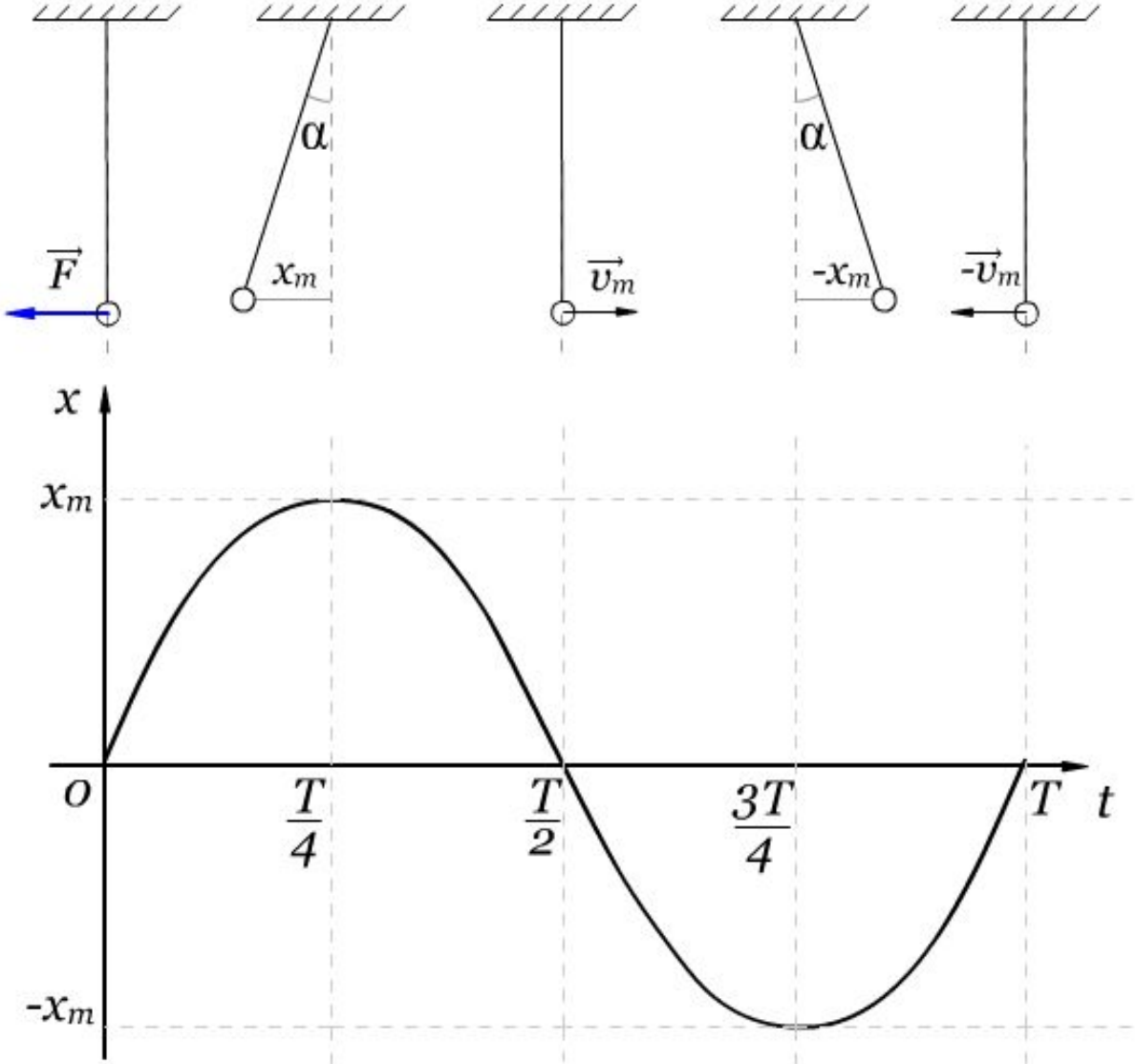

$\vec{F}$
α
x_m


x
x_m
O
$\frac{T}{4}$
$\frac{T}{2}$
$\frac{3T}{4}$
T
t
$-x_m$


$\vec{F}$
α
x_m
$\vec{v}_m$


x
x_m
$-x_m$
O
$\frac{T}{4}$
$\frac{T}{2}$
$\frac{3T}{4}$
T
t


$\vec{F}$
α
x_m
$\vec{v_m}$
α
$-x_m$
x
x_m
$-x_m$
O
$\frac{T}{4}$
$\frac{T}{2}$
$\frac{3T}{4}$
T
t



$$x = x_m \sin \alpha$$

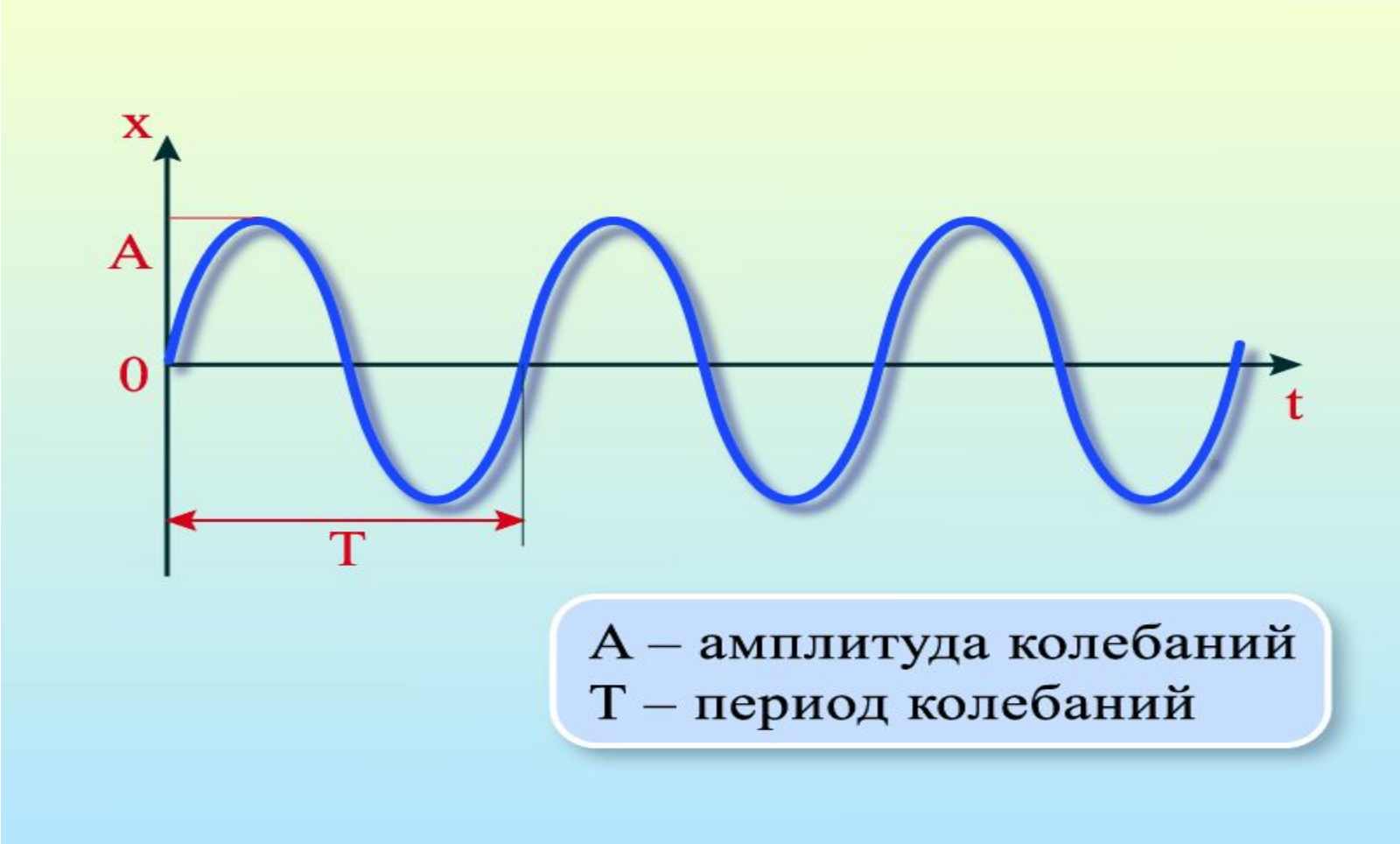
Колебания называются гармоническими, если смещение маятника от положения равновесия происходит по закону косинуса или синуса:

$$x = x_m \cos \varphi$$

$$x = x_m \sin \varphi$$

смещение — функция времени

График незатухающих колебаний



Фаза колебаний

- Фаза колебаний-**φ** (аргумент синуса или косинуса)- величина стоящая под знаком косинуса или синуса

$$\varphi = \omega_0 t$$

Циклическая частота

- **Величина ω_0 – собственная частота колебаний – число полных колебаний за время 2π секунд**

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega_0 = 2\pi\nu$$

Но так, как: $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ **или** $T = 2\pi\sqrt{m/k}$

то

Циклическая частота зависит только от параметров колебательной системы

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

или

$$W_0 = \sqrt{k / m}$$

Уравнение гармонических колебаний координаты

$$x = x_m \cos \omega_o t$$

$$x = x_m \sin \omega_o t$$

Поскольку синус отличается от косинуса сдвигом аргумента на четверть периода, т.е на **π/2,**

$$\cos\varphi = \sin\left(\varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

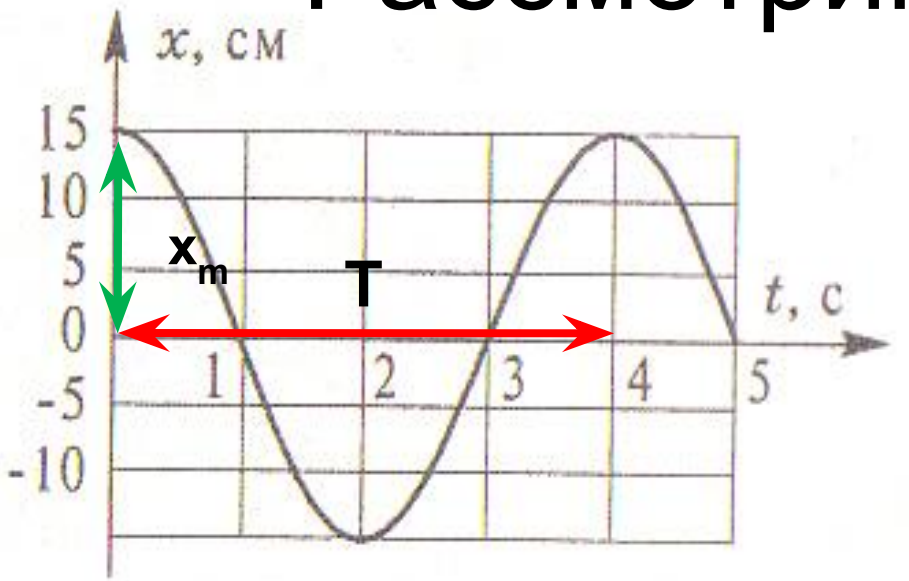
то уравнение колебаний можно записать так:

$$x = x_m \sin\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Где **π/2 -**начальная фаза колебаний φ_0 (в момент времени t=0)

$$\frac{\pi}{2} = \varphi_0$$

Рассмотрим пример:



Найдем амплитуду, период и частоту колебаний.

Запишем уравнение гармонических колебаний:

Xm=15 см=0,15м,
T=4 с,

V = 1/T=0,25 Гц

Общий вид уравнения колебаний выглядит так:

$$x = x_m \cos(\omega_0 t)$$

$$\omega_0 = 2\pi\nu = 0{,}5\pi$$

Подставим все величины в уравнение:

$$X=0{,}15\cos(0{,}5\pi t)$$

Домашнее задание

А)Прочитать §§ 26 - 27, выучить конспект

В)Ответить на 3,5 вопросы после § 27 письменно

С) Решить Упр 22 (4,5)

Д)Изучить описание лабораторной работы № 3 на стр 107 – 108.

Е) Ответить на вопросы:

1) Как изменится период математического маятника с железным шариком, если под ним поместить магнит?

Рассмотрим пример 1

$$x = 0{,}5\cos\frac{\pi}{2}t$$

A – ?

T – ?

ν – ?

A = 0,5 м

X = A cos2πt/T

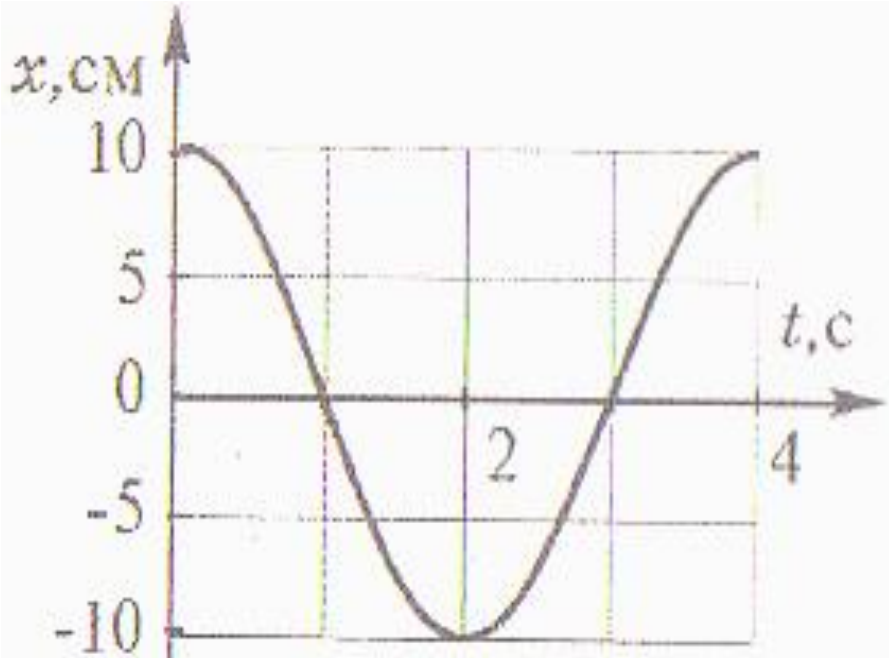
2π/T = π/2

T = 4c

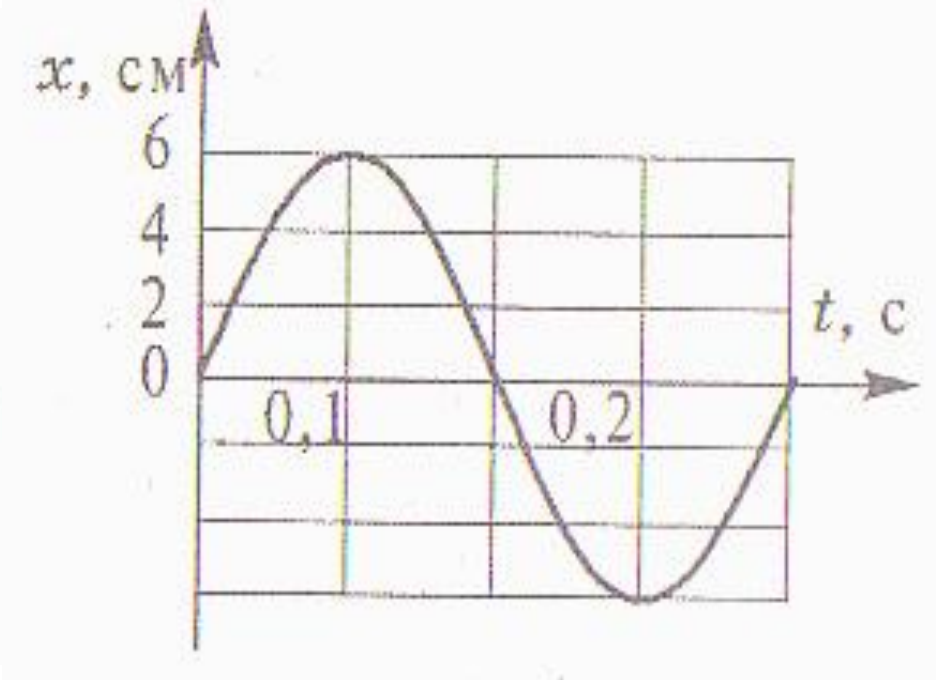
Решите задачи

Найдите амплитуду, период и частоту колебаний.
Запишите уравнение гармонических колебаний, определите фазы колебаний в момент времени равный Т/4

Вариант 1



Вариант 2



Проверим!

Вар 1: x_m=0,1м ; T=4с; ν =0,25Гц

$X=0{,}1\cos(0{,}5\pi t)$

$\varphi = 0{,}5\pi \cdot 1 = 0{,}5\pi$

Вар 2: x_m=0,06м; T=0,4 с; ν =2,5Гц

$X= 0{,}06\sin(5\pi t)$

$\varphi = 5\pi \cdot 0{,}1 = 0{,}5\pi$