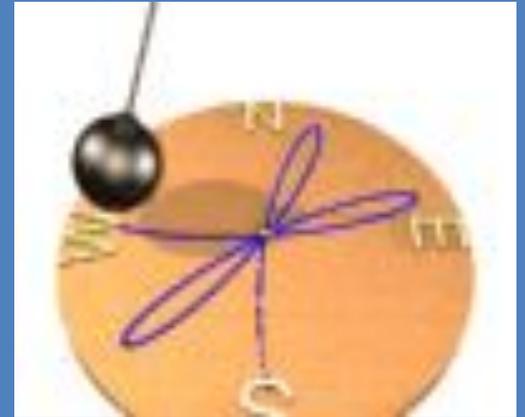
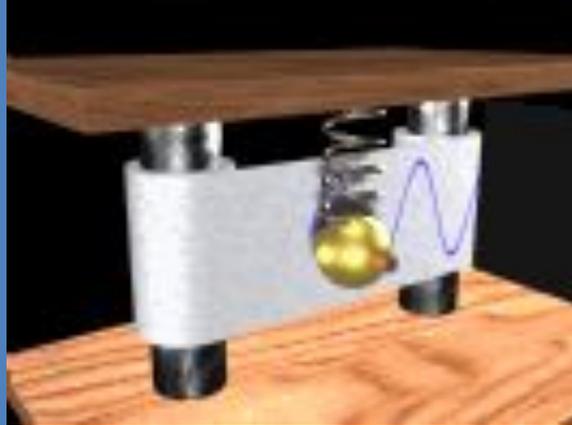


Механические колебания.
Кинематика и динамика
колебательного движения

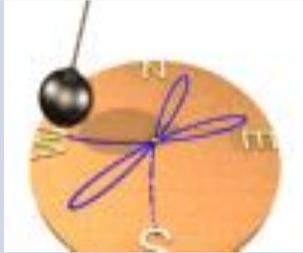
П. 31-33

Какое движение называют механическим?



- Механические колебания — частный случай механического движения.
- Как получить такое движение?
- Как назовем такую систему?

Особенности колебаний

| Свойства колебаний | Характеристики колебаний |
|--|---|
| 1. Ограничены в пространстве | А – амплитуда Х - координата  |
| 2. Повторяются во времени | Т- период, ν- частота  |
| 3. Неограниченны во времени (Свободные колебания) | t - время  |
| 4. Движение неравномерно | Изменения координаты Скорости Силы Ускорения периодичны во времени  |

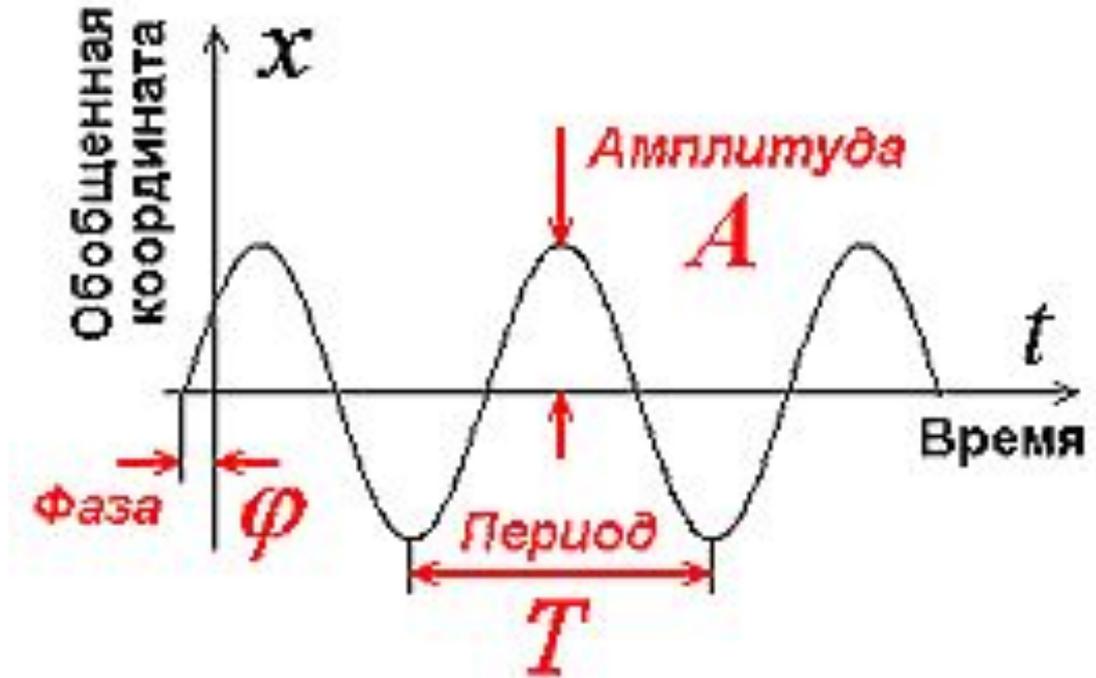
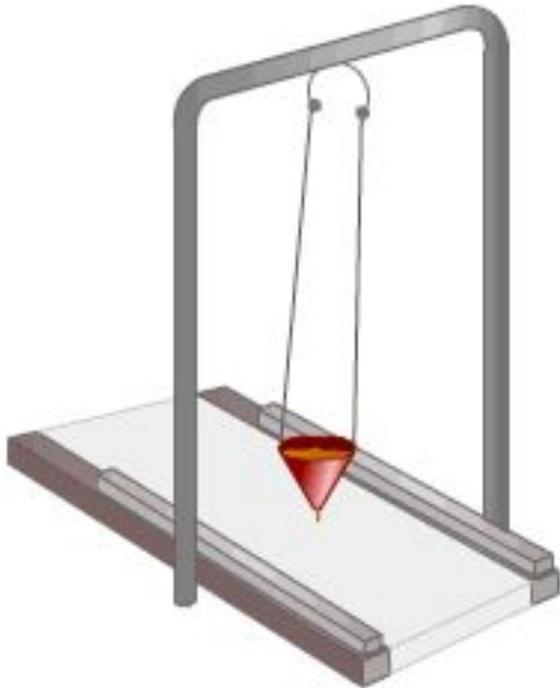
Физические характеристики колебательного движения

| Физические величины | Обозначение | Характер изменения | формула | Связь с другими величинами |
|---------------------|-------------|--------------------|---------|----------------------------|
| координата | | | | |
| скорость | | | | |
| сила | | | | |
| ускорение | | | | |
| период | | | | |
| амплитуда | | | | |
| частота | | | | |
| Циклическая частота | | | | |

Физические характеристики колебательного движения

| Физические величины | Обозначение | Характер изменения | формула | Связь с другими величинами |
|---------------------|-------------|--------------------|---------|----------------------------|
| координата | x | | | |
| скорость | v | | | |
| сила | F | | | |
| ускорение | a | | | |
| период | T | | | |
| частота | f | | | |
| Амплитуда | A | | | |
| Циклическая частота | ω | | | |

Экспериментальный график колебания



A , амплитуда – наибольшее отклонение от ПУР(положение устойчивого равновесия).

T , период – время, в течение которого тело совершает одно колебание,
 φ - начальная фаза колебаний

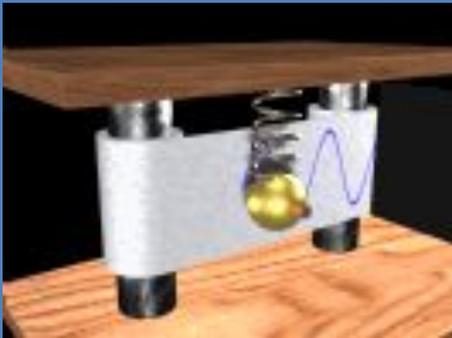
Физические характеристики колебательного движения

| Физические величины | Обозначение | Характер изменения | формула | Связь с другими величинами |
|---------------------|-------------|--------------------|---------|----------------------------|
| координата | x | периодический | | |
| скорость | v | периодический | | |
| сила | F | периодический | | |
| ускорение | a | периодический | | |
| период | T | неизменен | | |
| амплитуда | A | неизменна | | |
| частота | f | неизменна | | |
| Циклическая | ω | неизменна | | |

Виды колебаний

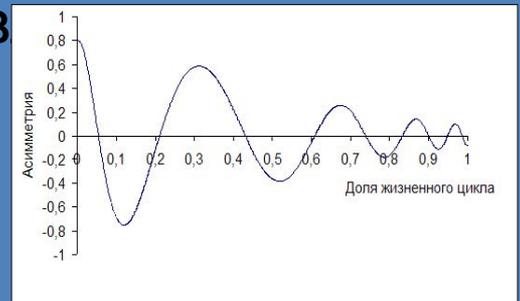
Свободные

Колебания под действием внутренних сил при выведении системы из равновесия.



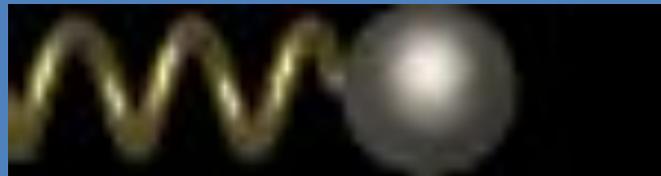
Затухающие

Колебания системы под действием внутренних сил и сил сопротивления.

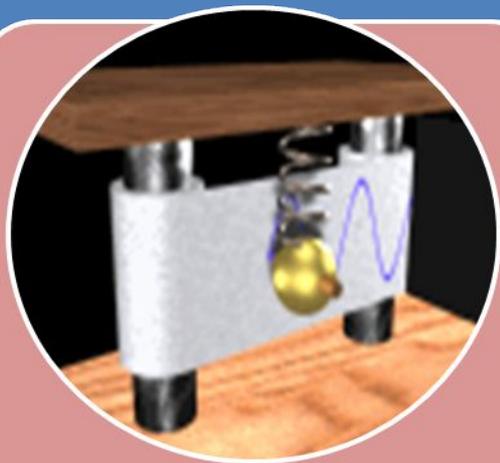


Вынужденные

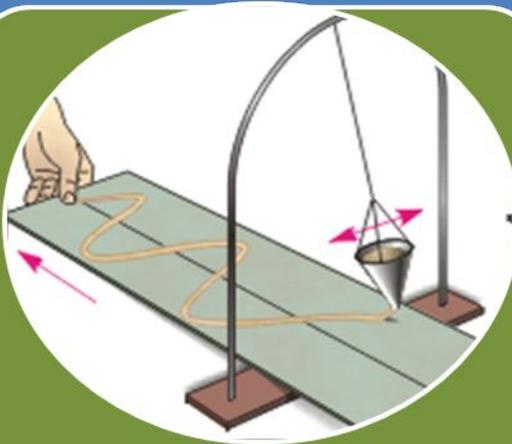
- Колебания под действием внешней периодической силы.



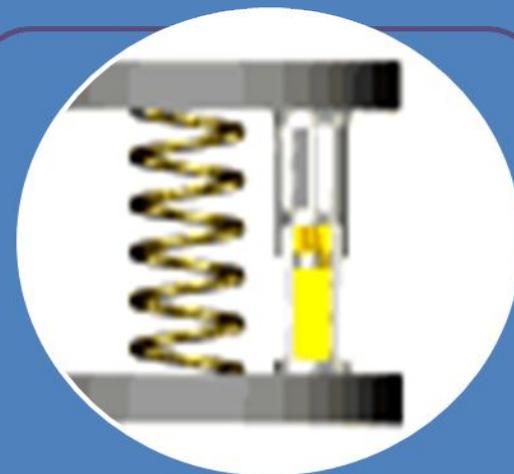
Виды колебаний



Свободные
(идеальные)

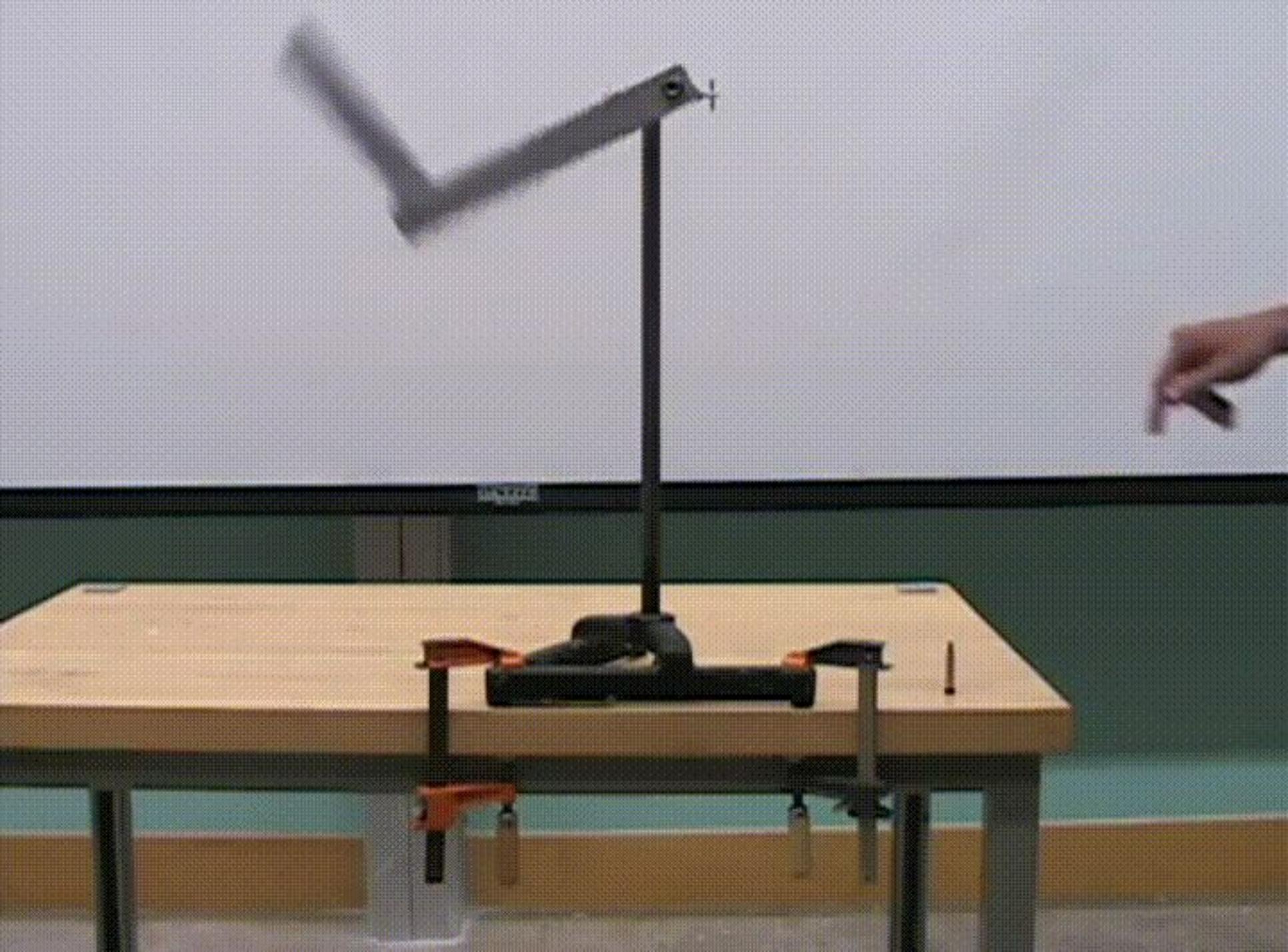


Затухающие
(Реальные)



Вынужденные
(под действием
внешней силы)



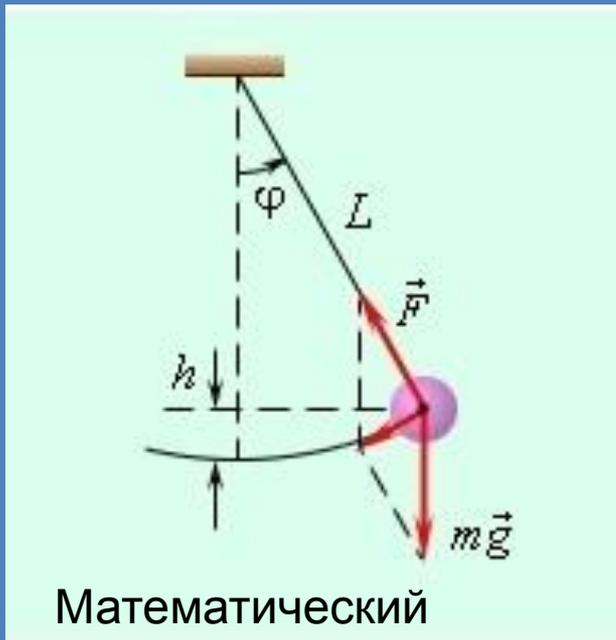


Общие признаки колебательных систем

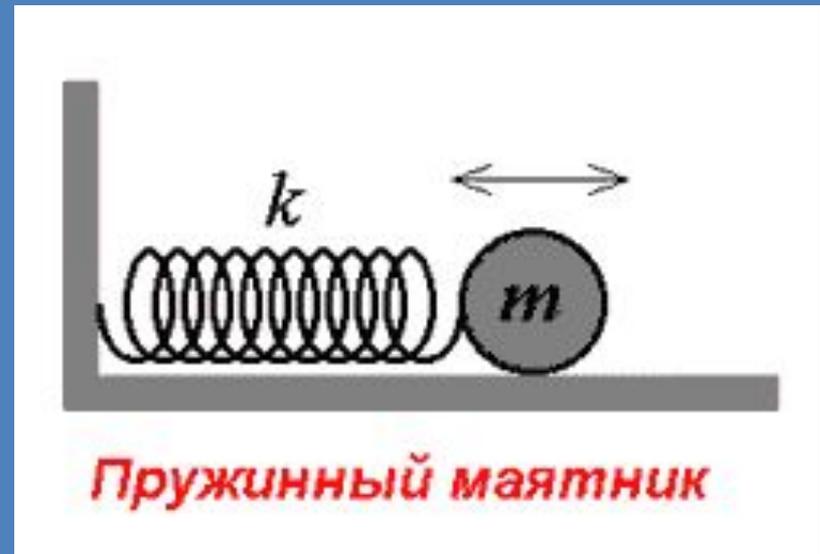
1. Наличие положения устойчивого равновесия (ПУР) – возникает возвращающая сила.
2. Отсутствие сил сопротивления движению (или ими можно пренебречь в данных условиях).



Модели колебательных систем

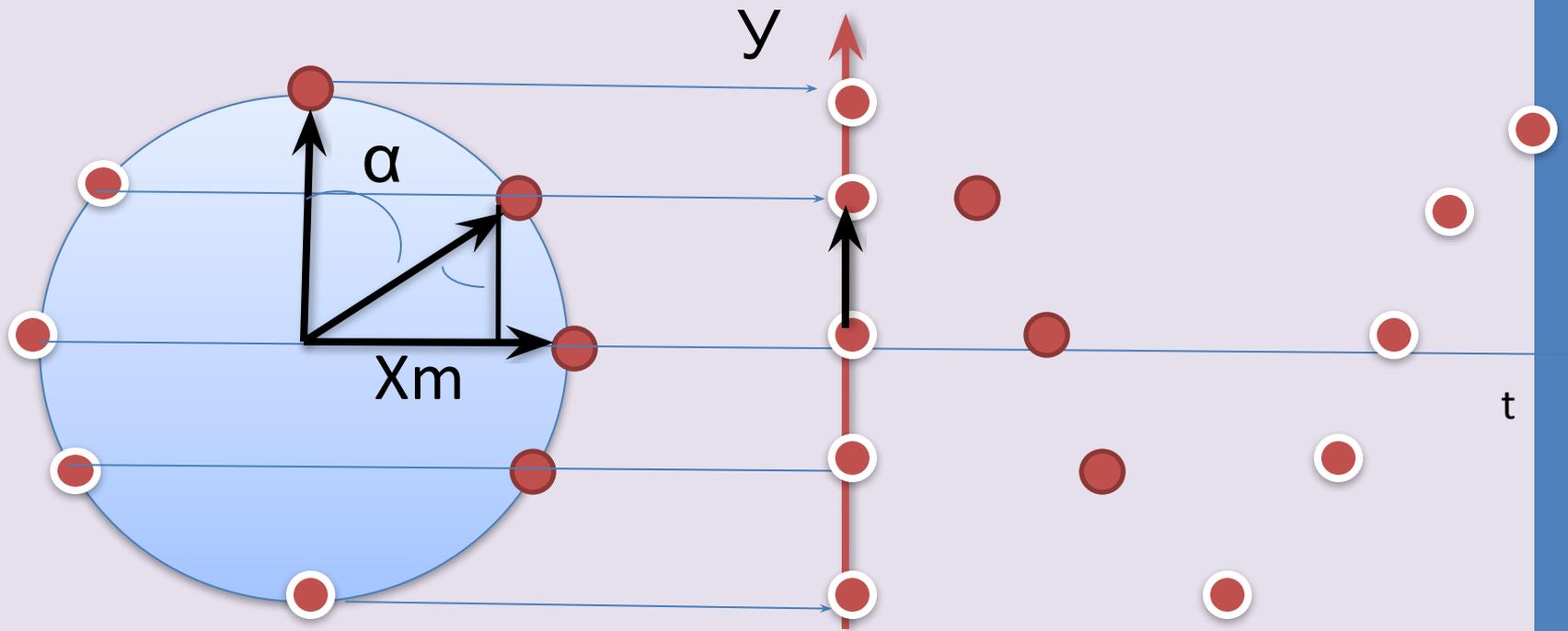


Математический маятник
Материальная точка, подвешенная на невесомой и нерастяжимой нити



Материальная точка, прикрепленная к невесомой упругой пружине

Уравнение колебательного движения



$$y = x_m \cdot \cos \alpha$$

$$\text{Где } \alpha = \omega t$$

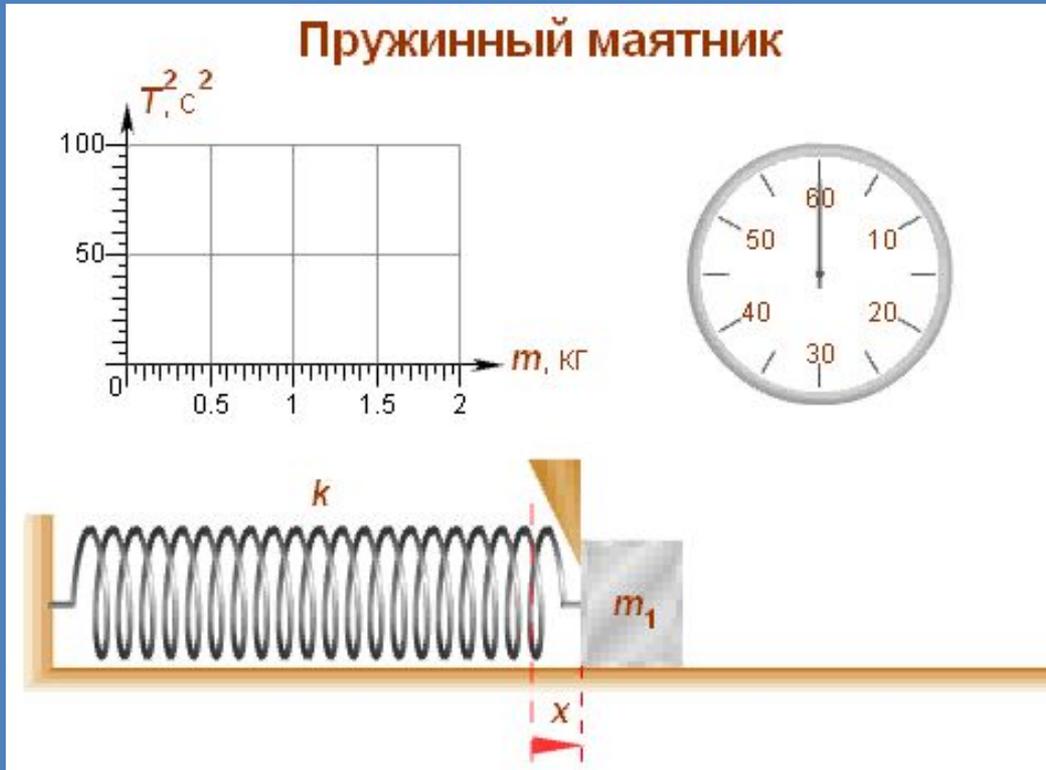
Физические характеристики колебательного движения

| Физические величины | Обозначение | Характер изменения | формула | Связь с другими величинами |
|---------------------|-------------|--------------------|------------------------------|----------------------------|
| координата | x | периодический | $X_m \cdot \sin \omega t$ | |
| скорость | v | периодический | $V \cdot \cos \omega t$ | |
| сила | F | периодический | $-F \cdot \sin \omega t$ | |
| ускорение | a | периодический | $-(F/m) \cdot \sin \omega t$ | |
| период | T | неизменен | t/N | |
| частота | f | неизменна | N/t | |
| Циклическая | ω | неизменна | $2\pi/T$ | |

Закон гармонических колебаний

- $x(t) = x_m \cos(\omega t + \varphi_0)$
- x_m - амплитуда гармонических колебаний
- $\omega t + \varphi_0$ - фаза колебаний
- φ_0 - начальная фаза колебаний

Зависимость периода от массы тела



$$a = \frac{F}{m}$$

$$F = -kx$$

$$a = -\frac{kx}{m}$$

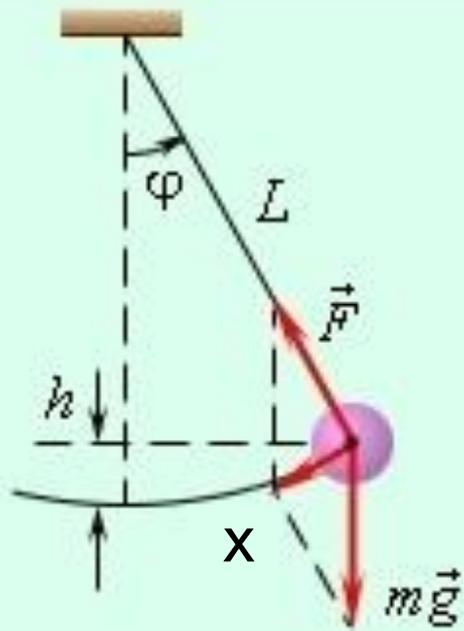
$$a = -\frac{k}{m}x$$

$$\frac{k}{m} = \omega_0^2$$

$$a = -\omega_0^2 x$$

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

Математический маятник



$$a = \frac{F}{m}$$

$$F = -mg \sin \alpha$$

$$a = -\frac{mg \sin \alpha}{m}$$

$$a = -g \sin \alpha$$

$$a = -g \frac{x}{l} = -\frac{g}{l} x$$

$$\frac{g}{l} = \omega_0^2$$

$$a = -\omega_0^2 x$$

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

Виды маятников и их характеристики

$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi)$ - уравнение гармонических колебаний.

$v = -A\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$, $a = -A\omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi) = -\omega_0^2 x$

$E = \frac{1}{2} mA^2 \omega_0^2$ - полная энергия колеблющейся точки.

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

| Система. | Период | Цикл. частота | Уравнение |
|-------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Математический маятник. | $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ | $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ | $\ddot{\alpha} + \frac{g}{l} \alpha = 0$ |
| Пружинный маятник. | $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ | $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ | $\ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0$ |
| Физический маятник. | $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgb}}$ | $\omega = \sqrt{\frac{mgb}{I}}$ | $\ddot{\alpha} + \frac{mgb}{I} \alpha = 0$ |
| Колебательный контур. | $T = 2\pi \sqrt{LC}$ | $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ | $\ddot{q} + \frac{1}{LC} q = 0$ |

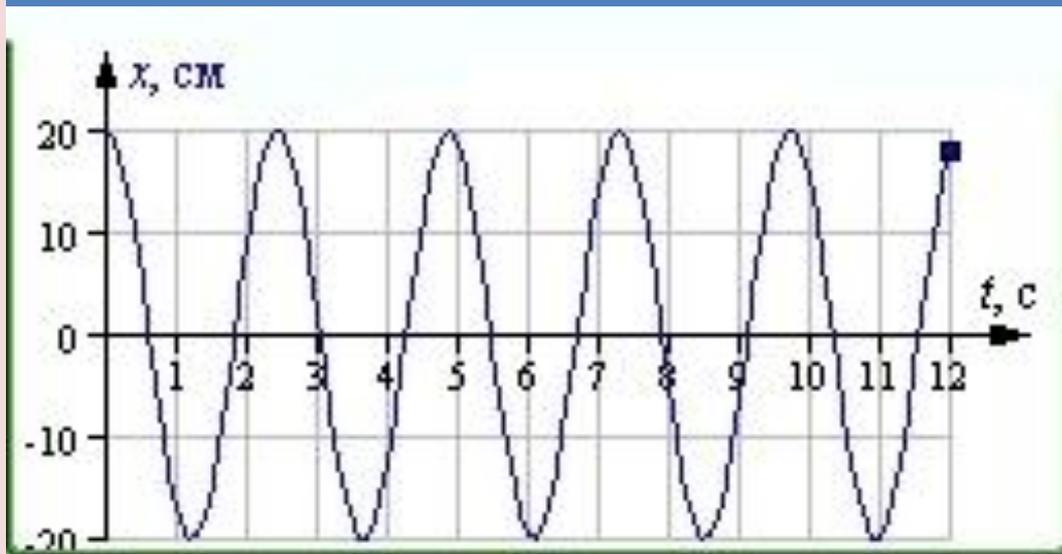
Закрепление материала.

Тест

1. График смещения точки представлен на рисунке.

Закон движения тела имеет вид:

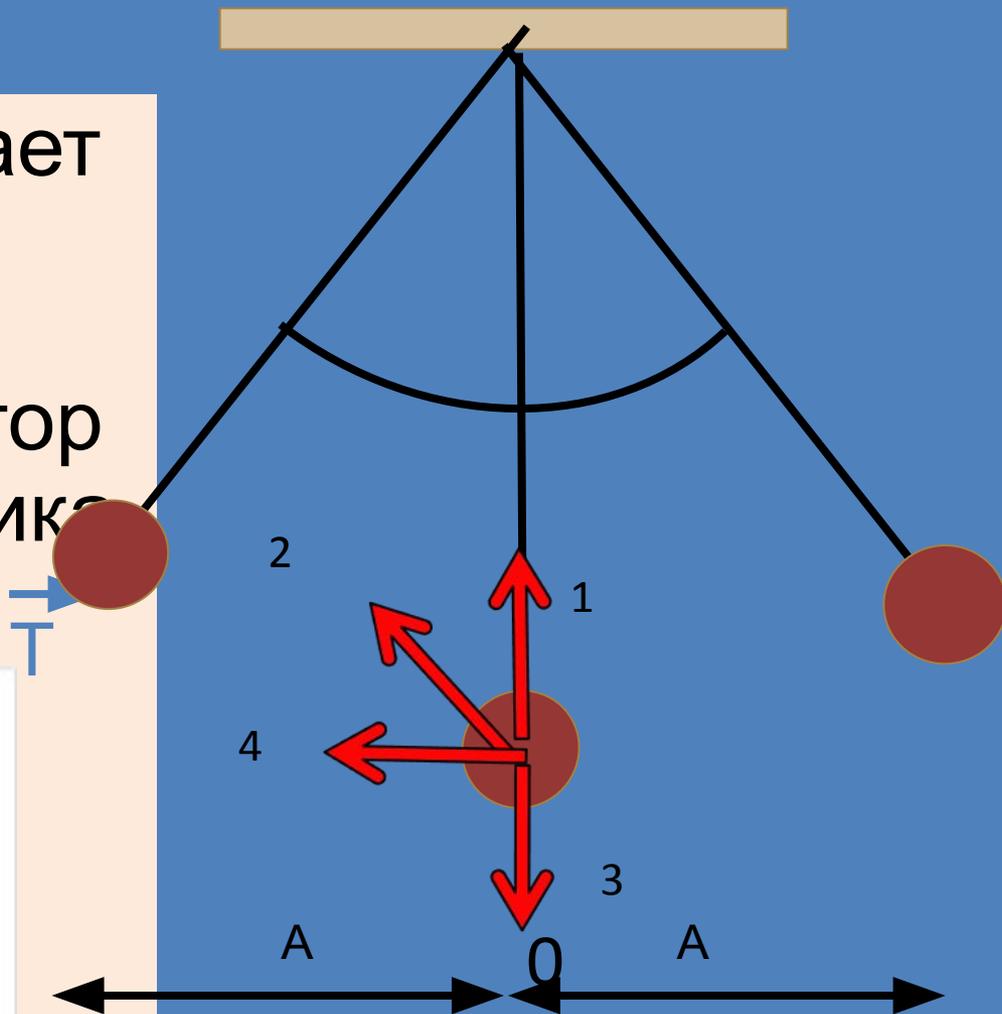
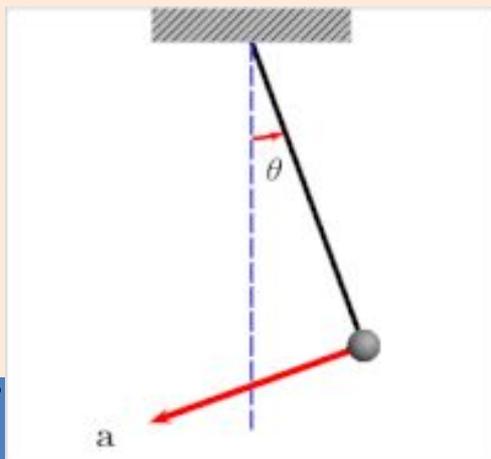
1. $x=0.2\sin \omega t$
2. $x=20\sin \omega t$
3. $x=0.2\cos \omega t$
4. $x=20\cos \omega t$



2. Закрепление материала

- Грузик совершает колебания на нити. Как направлен вектор ускорения грузика в точке O ?

- 1. 1
- 2. 2
- 3. 3
- 4. 4



Закрепление материала

2. За какую часть периода T шарик математического маятника проходит путь от левого крайнего положения до правого крайнего положения.

1. T
2. $T/2$
3. $T/4$
4. $T/8$

3. Если массу груза математического маятника увеличить в 4 раза, то период его малых колебаний:

1. Увеличится в 4 раза
2. Увеличится в 2 раза
3. Уменьшится в 4 раза
4. Не изменится

Закрепление материала

4. Если длину математического маятника уменьшить в 4 раза, то период T его свободных колебаний

1. увеличится в 2 раза
2. Увеличится в 4 раза
3. Уменьшится в 2 раза
4. Уменьшится в 4 раза

5. Верно утверждение:
Свободным является колебание

А. груза, подвешенного к пружине, после однократного его отклонения от ПУР.

Б. мембраны громкоговорителя во время работы приемника.

1. Только А
2. Только Б
3. А и Б
4. Ни А, ни Б

Экспериментальные задания

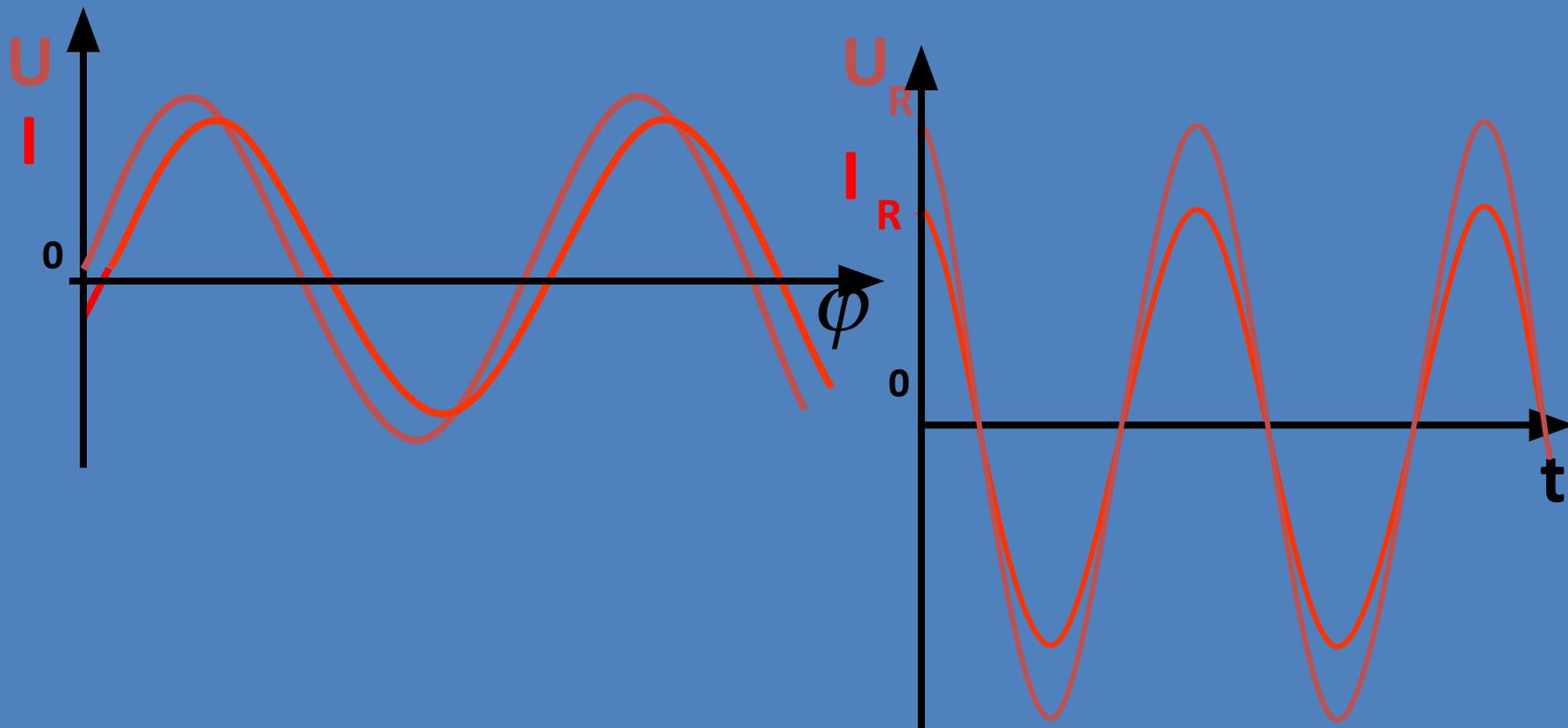
Пружинный маятник

- 1 Запустить маятник.
2. Изобразить траекторию движения маятника, в 3-х точках указать направление скорости и силы.
4. Определить амплитуду колебаний.
5. Определить период колебаний.
6. Сделать вывод об изменении характеристик колебания и зависимости периода T .

Математический маятник

- 1 Запустить маятник.
2. Изобразить траекторию движения маятника, в 3-х точках указать направление скорости и силы.
4. Определить амплитуду колебаний.
5. Определить период колебаний.
6. Сделать вывод об изменении характеристик колебания и зависимости периода T .

Чем отличаются колебания?



Чем отличаются колебания?

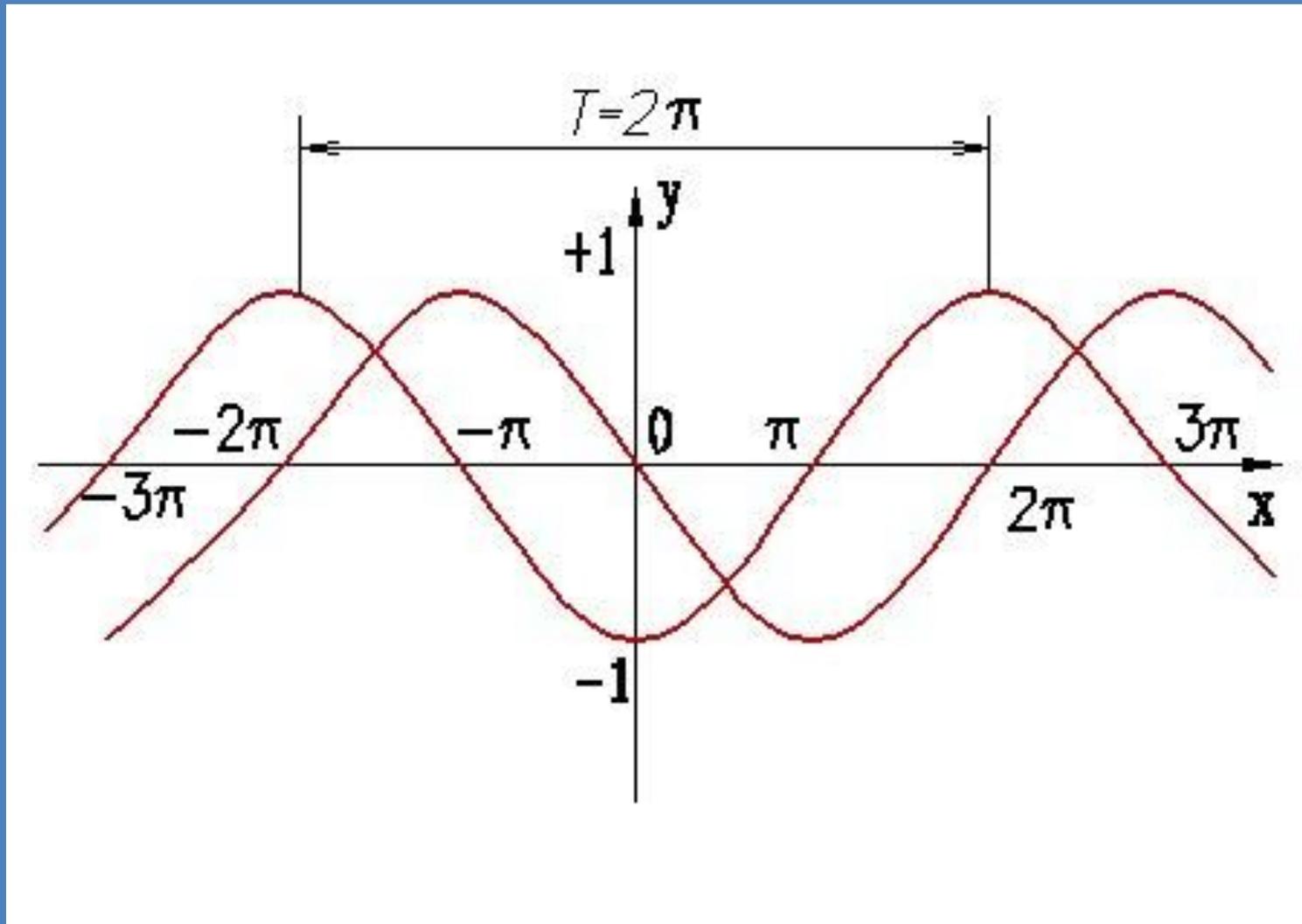
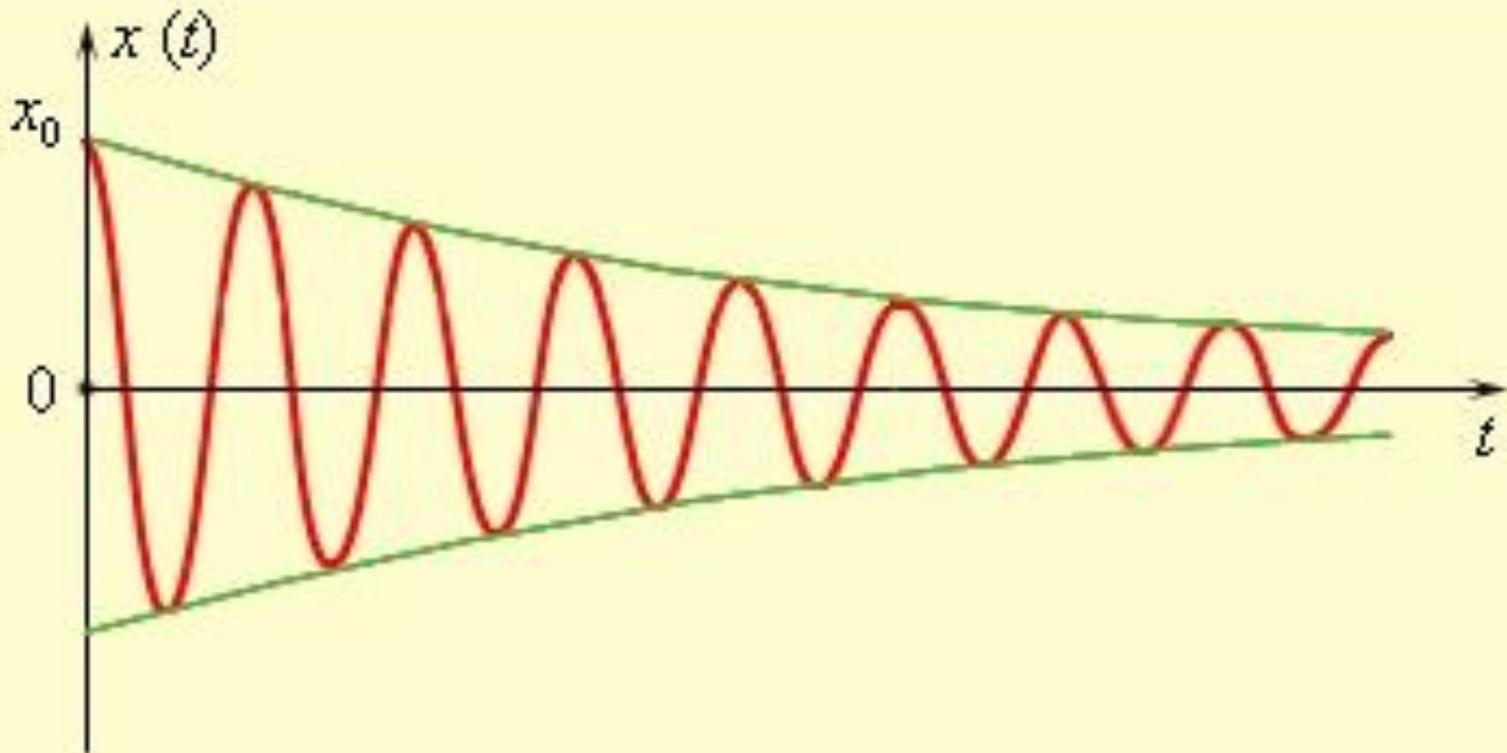
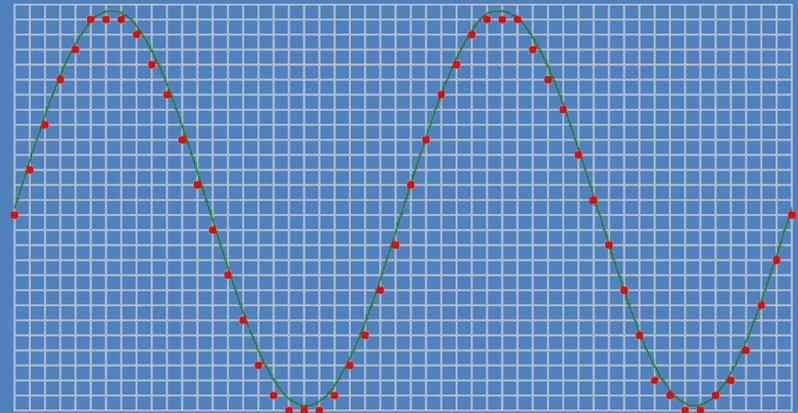
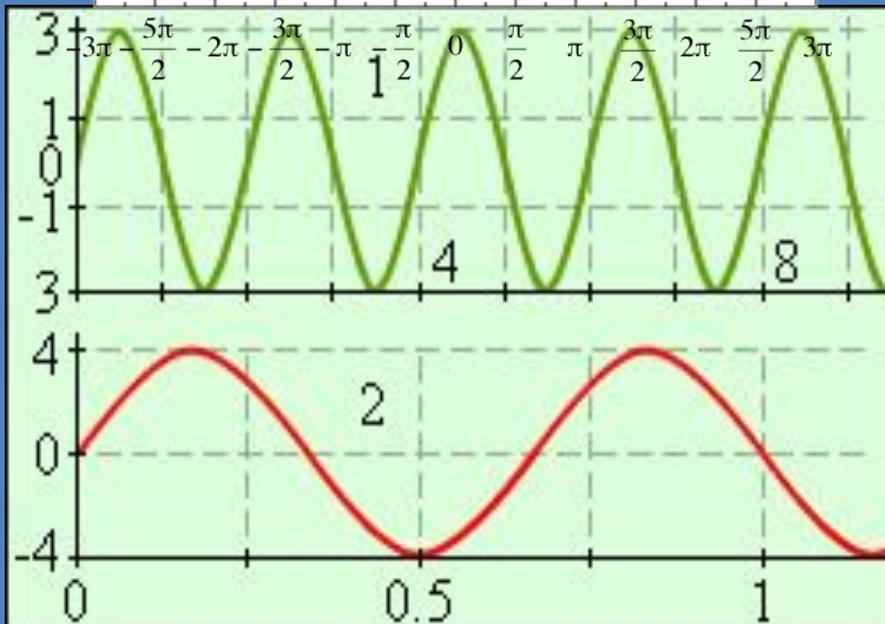
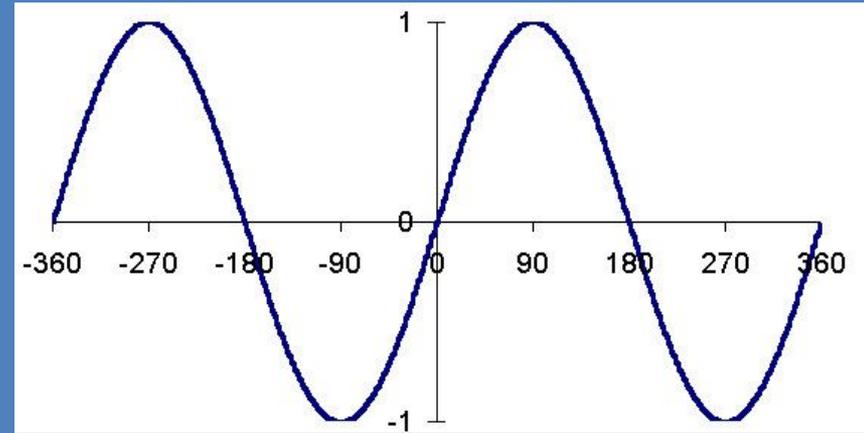
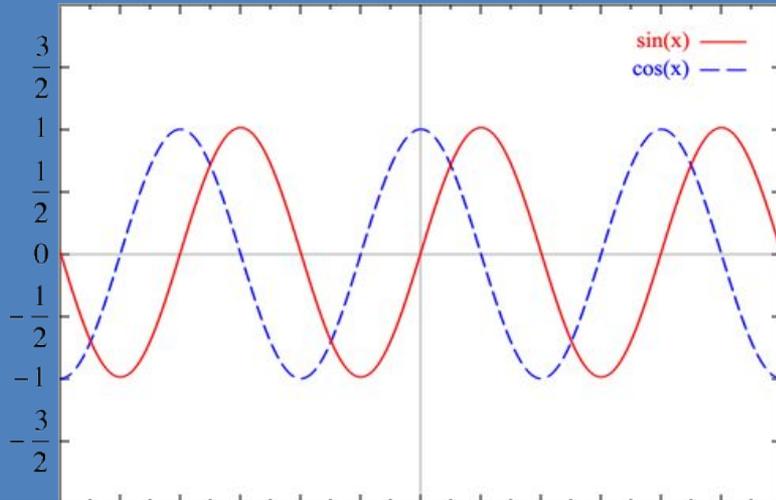


График реальных (затухающих) колебаний

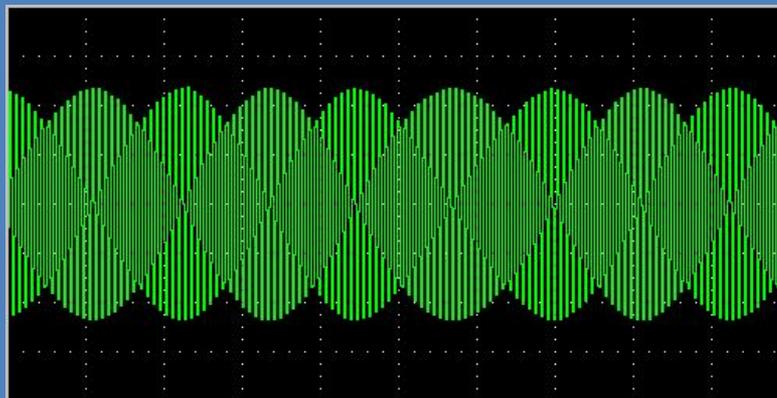
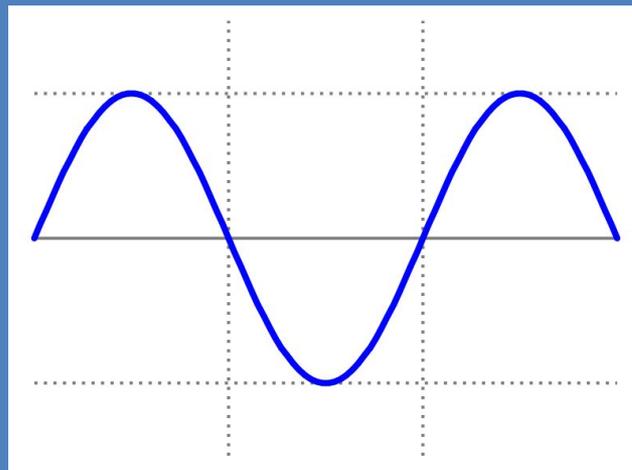
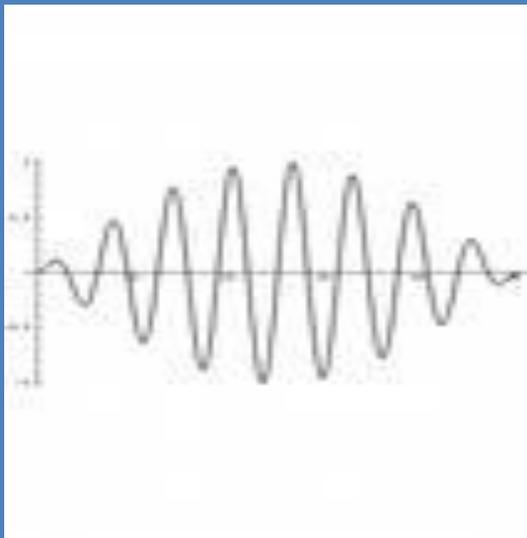


Чем отличаются колебания?

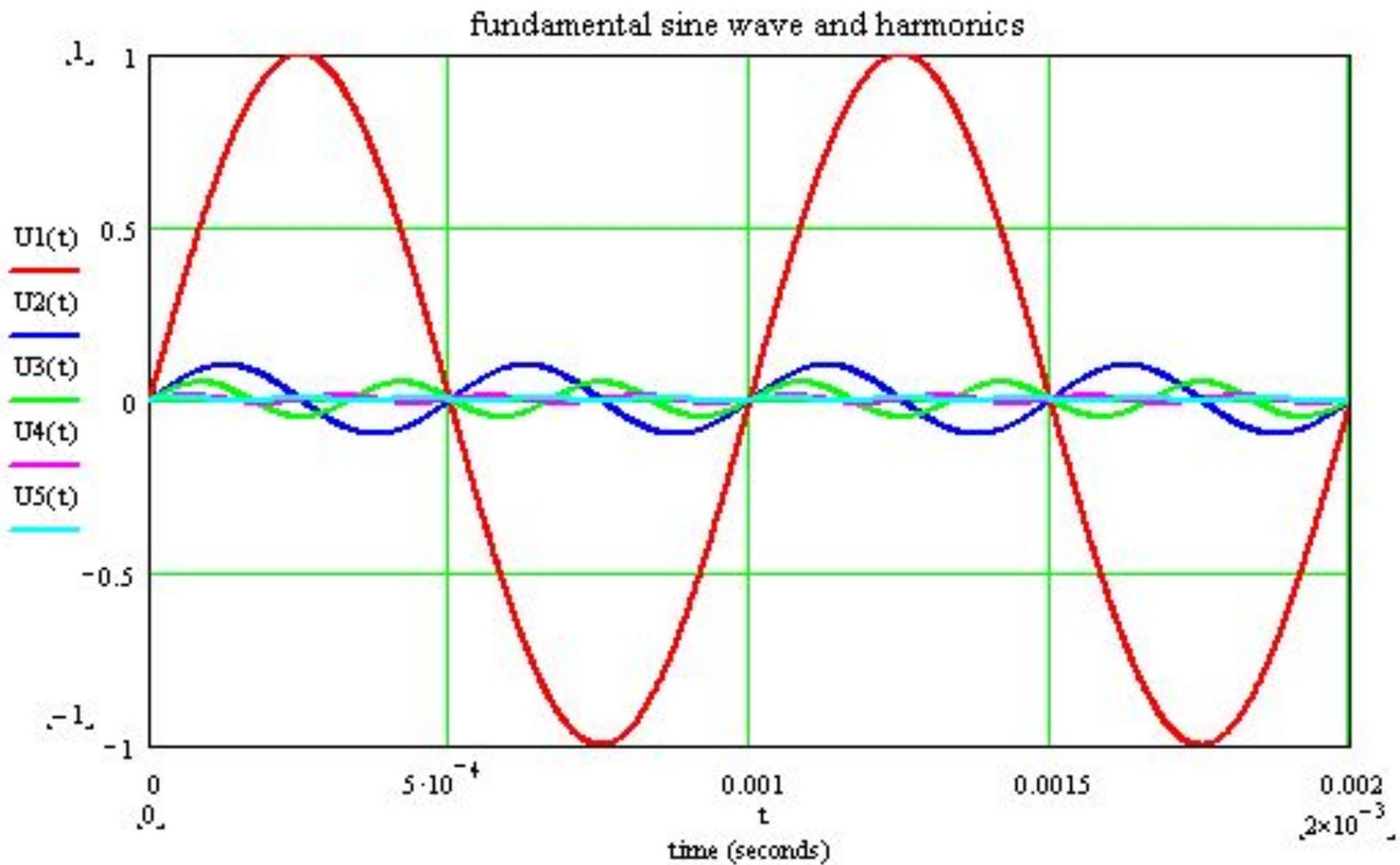
Sine and Cosine



Чем отличаются колебания?



Виды колебаний



Проверка усвоения

1. Чем отличаются эти колебания?

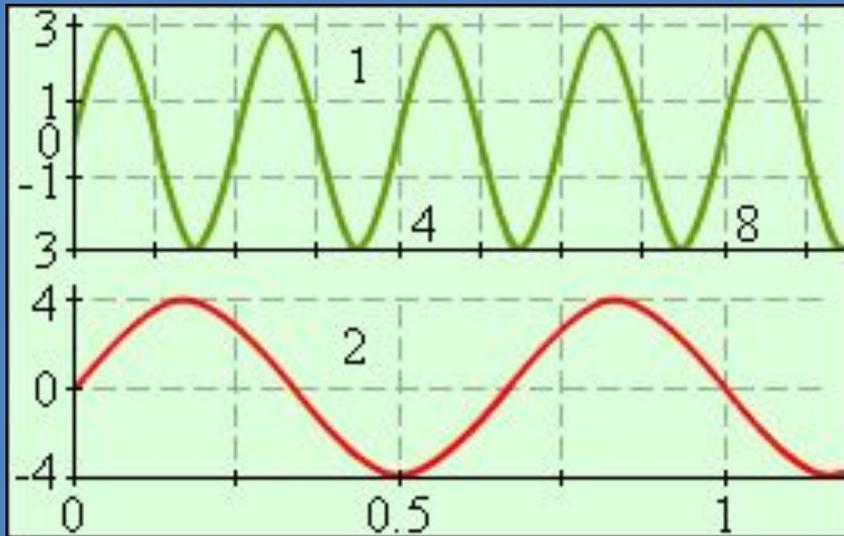


Рис.
1

2. Найдите период, частоту и амплитуду колебаний.

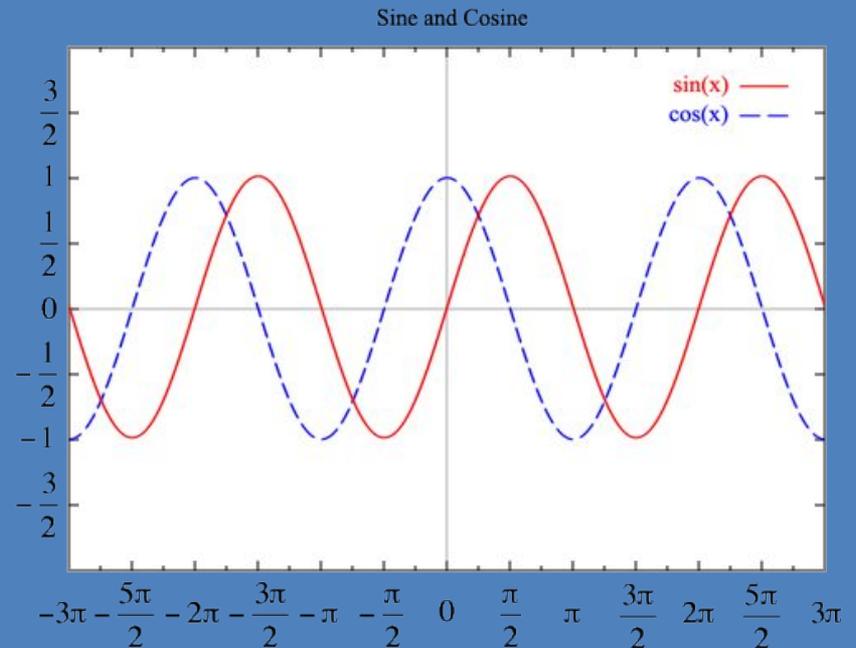


Рис.
2

Подведем итоги

1. Колебания – это особый вид движения, описываемый уравнением с использованием функций \sin или \cos .
2. Колебательные системы – особые системы взаимодействующих тел.
3. Существует 3 вида колебаний.
4. Период и частота колебаний зависят от параметров системы.
5. Зная соотношение F/x и A всегда можно рассчитать характеристики колебаний.
6. Характеристики колебаний всегда можно измерить или определить по графику.

Домашнее задание

- § § 31-33 (Грачев), § § 1.1-1.6 учебник Мякишева том «Колебания и волны» читать.
- Знать: определения и формулы
- Уметь: находить характеристики колебаний
- Выполнить задания слайды 19-30

9. Амплитуда свободных колебаний тела равна 50 см. Какой путь проходит тело за одно полное колебание?
1. Математический маятник совершил 100 колебаний за 628 с. Чему равна длина нити маятника?
4. Длину нити математического маятника уменьшили в 9 раз. Как при этом изменилась частота колебаний маятника?
2. К пружине жёсткостью 200 Н/м подвешен груз массой 0,4 кг. Определите частоту свободных колебаний этого пружинного маятника.
3. Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 250 Н/м, совершает свободные колебания с циклической частотой 50 с^{-1} . Найдите массу груза.
13. Математический маятник длиной 0,4 м и пружинный маятник совершают колебания с одинаковым периодом. Определите массу груза пружинного маятника, если жёсткость пружины 20 Н/м.
12. Амплитуда колебаний пружинного маятника 5 см, масса груза 400 г. Максимальная кинетическая энергия груза равна 0,05 Дж. Определите собственную частоту колебательной системы.

9. На рисунке представлен график изменения со временем кинетической энергии ребёнка, качающегося на качелях. Чему равны его полная механическая и потенциальная энергии в момент, соответствующий точке А на графике?

