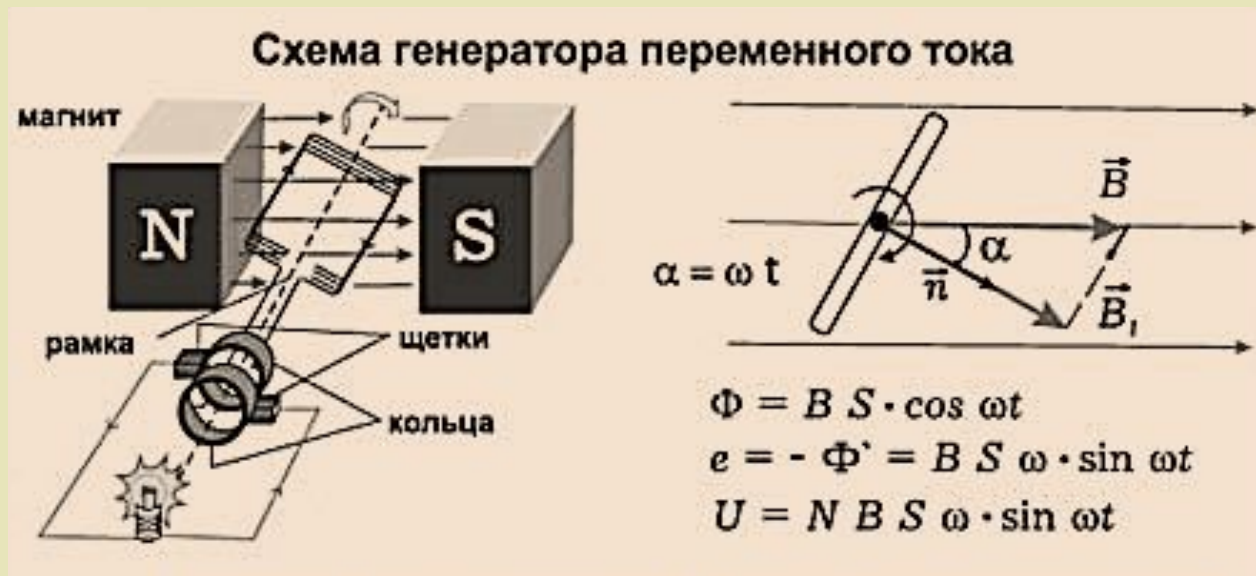
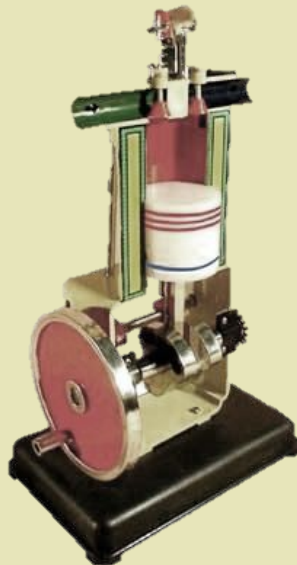
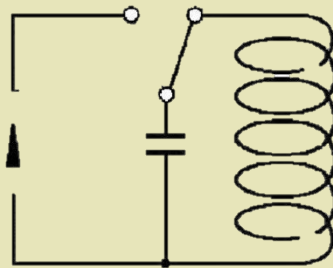


КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ



Часть I
11 класс

Колебаниями называются процессы различной природы, которые точно или почти точно повторяются через определенные промежутки времени.



Колебания (по природе)

• Механические

Электромагнитные



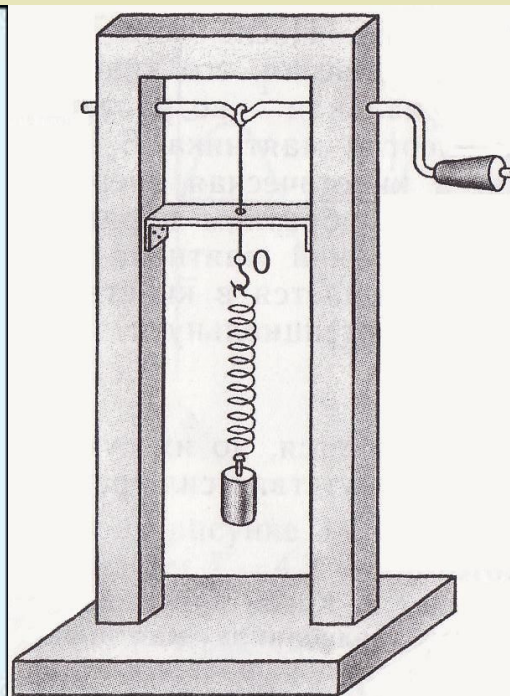
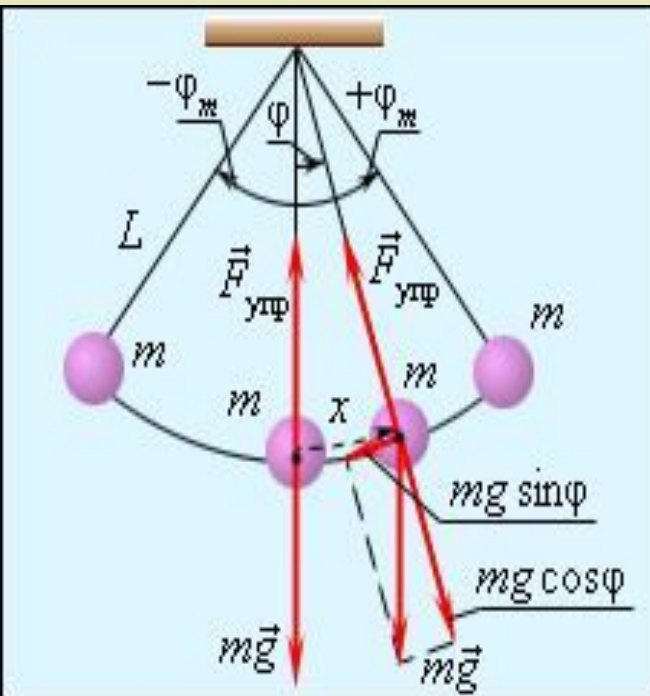
Колебания

(по характеру физических процессов)

• Свободные

Вынужденные

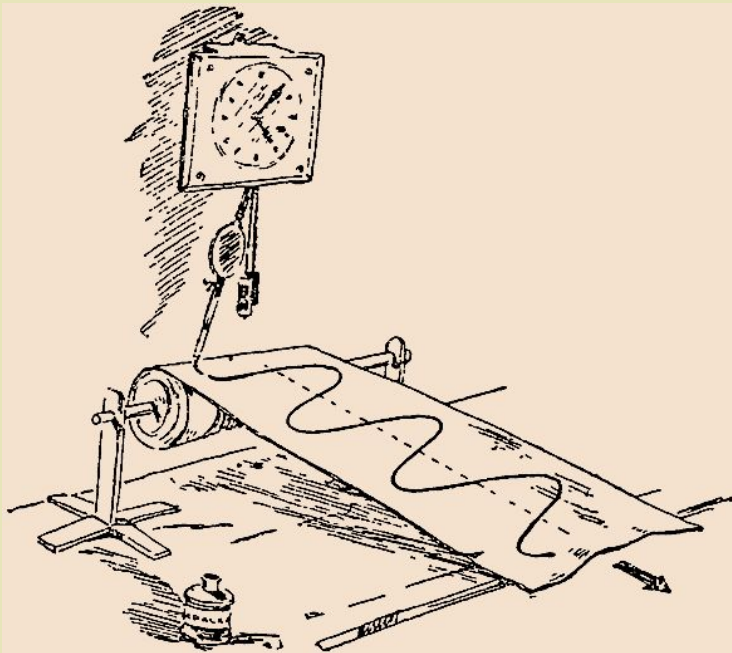
Автоколебания



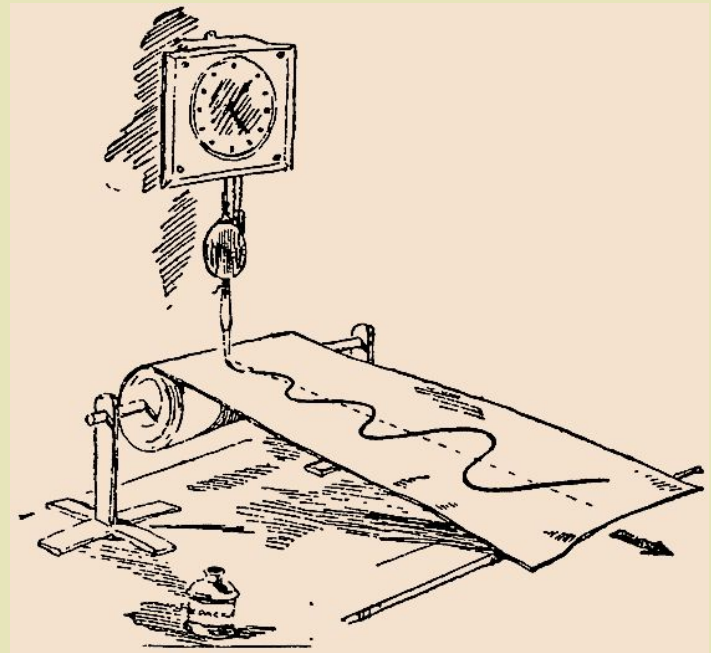
Колебания

(по характеру превращения энергии)

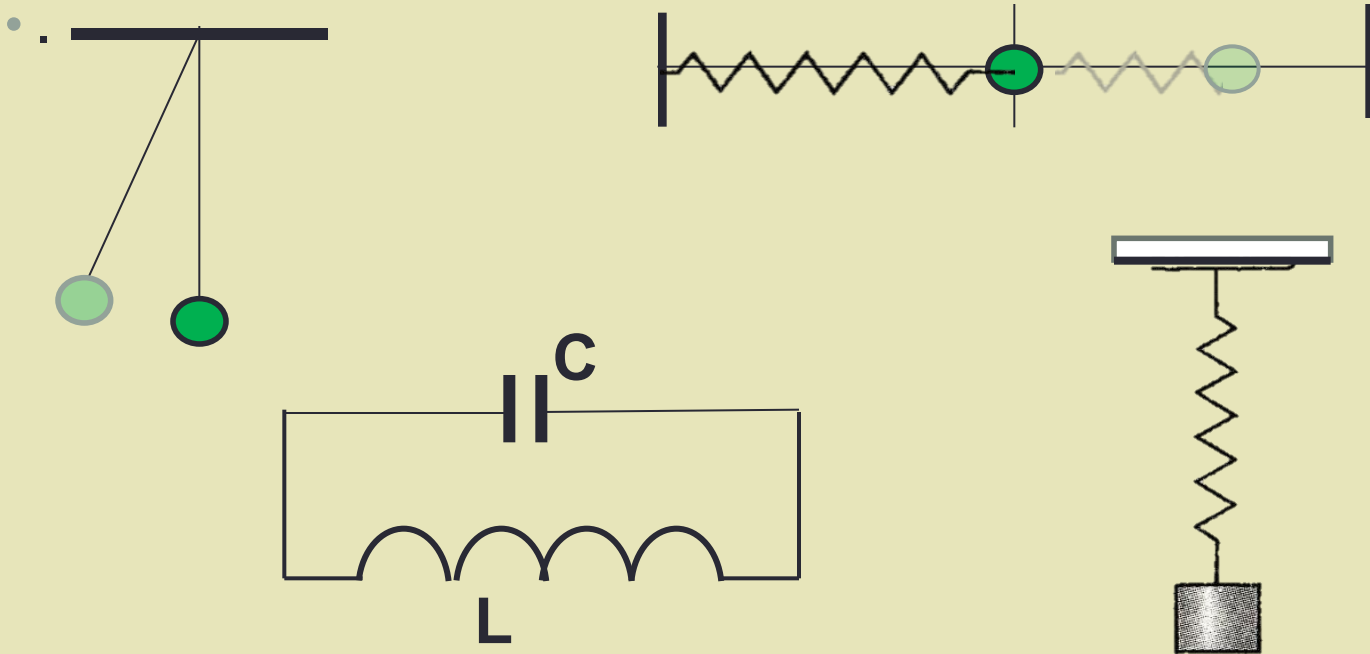
• Незатухающие



Затухающие

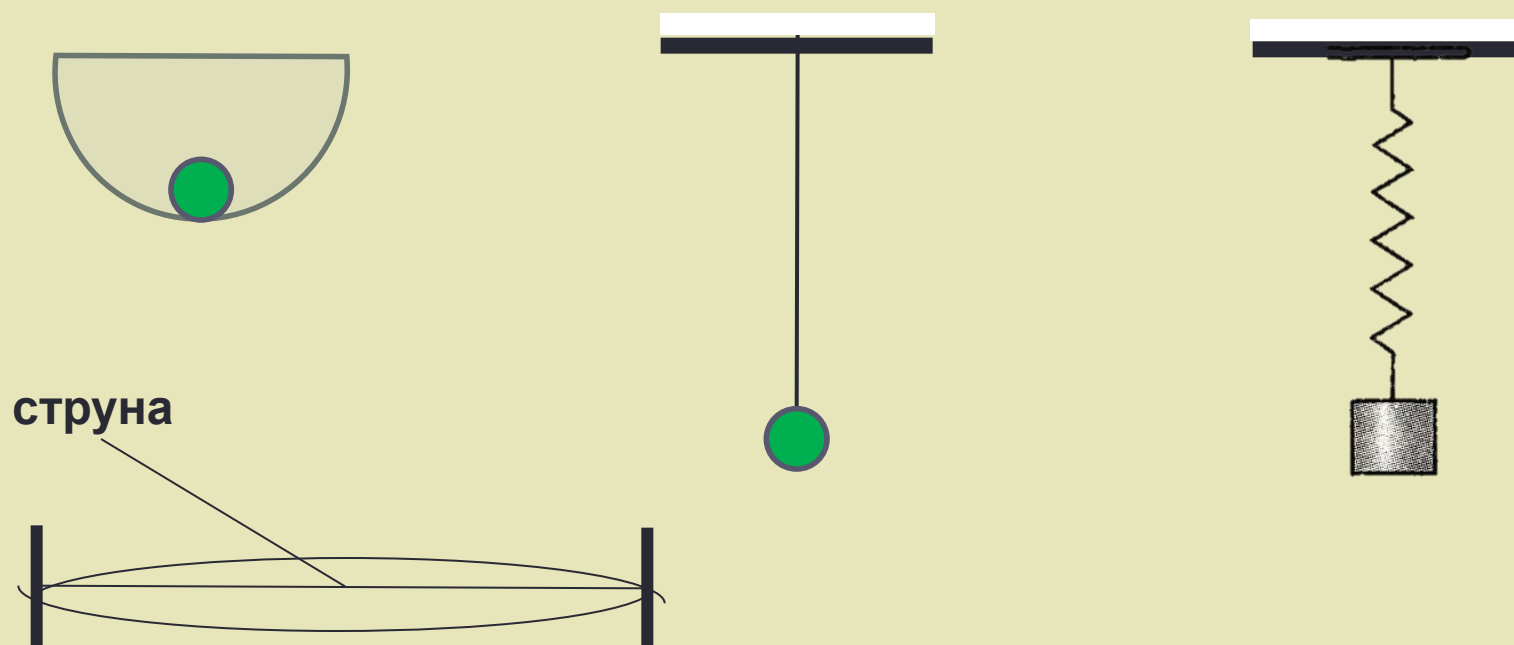


Колебательная система включает в себя все тела, взаимодействие с которыми обеспечивает периодический характер движения «собственно колеблющегося тела».



Колебательная система (КС) – система, имеющая положение устойчивого равновесия.

- Положение устойчивого равновесия:



Свободные колебания – самый простой вид колебаний.

- **Свободные колебания** возникают в системе после того, как она была выведена из состояния равновесия, и происходят под действием внутренних сил, действующих в системе.
- **Свободные колебания** могут происходить только в колебательной системе.
- **Условия** необходимые **для возникновения** в системе **свободных колебаний**:
 - 1) имеется положение устойчивого равновесия;
 - 2) отсутствие диссипативных сил;
 - 3) выведение системы из состояния равновесия (сообщение запаса энергии)

Свободные колебания – физическая модель.

Основные характеристики (параметры) колебаний:

- Период колебаний – наименьший промежуток времени, через который состояние системы повторяется (T).

$$[T] = \text{с}$$

Период зависит только от свойств КС.

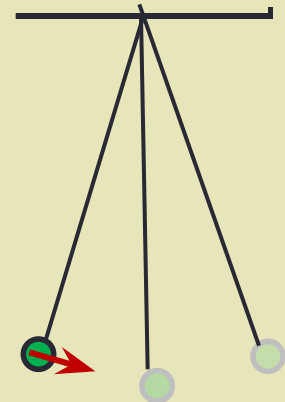
- Частота колебаний – физическая величина, обратная периоду колебаний.

Частота показывает, какое число колебаний совершает тело за 1 с.

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

$$[\nu] = \text{с}^{-1} = \text{Гц (герц)}$$

Частота зависит только от свойств КС.



Основные характеристики (параметры) колебаний:

- Период колебаний – наименьший промежуток времени, через который состояние системы повторяется (T).

$$[T] = \text{с}$$

Период зависит только от свойств КС.

- Частота колебаний – физическая величина, обратная периоду колебаний.

Частота показывает, какое число колебаний совершает тело за 1 с.

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

$$[\nu] = \text{с}^{-1} = \text{Гц (герц)}$$

Частота зависит только от свойств КС.

- **Период колебаний** – наименьший промежуток времени, через который состояние системы повторяется (T).

$$[T] = c$$

Период зависит только от свойств КС.

- **Частота колебаний** – физическая величина, обратная периоду колебаний.

Частота показывает, какое число колебаний совершает тело за 1 с.

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

$$[\nu] = c^{-1} = \text{Гц (герц)}$$

Частота зависит только от свойств КС.

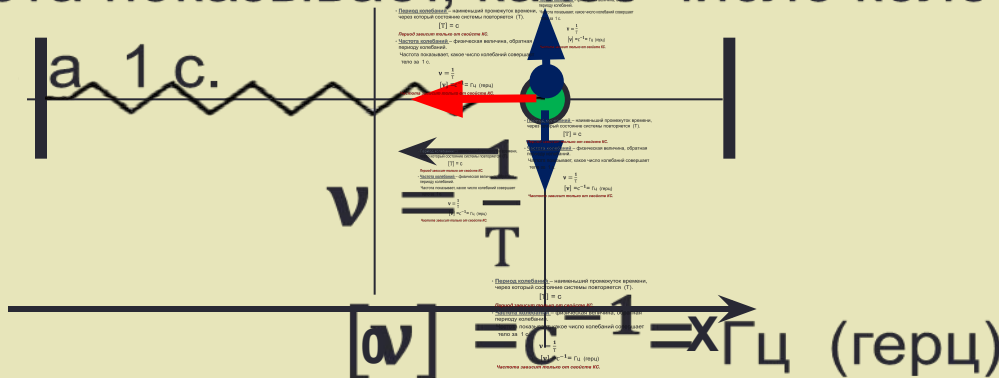
- **Период колебаний** – наименьший промежуток времени, через который состояние системы повторяется (T).



Период зависит только от свойств КС.

- **Частота колебаний** – физическая величина, обратная периоду колебаний.

Частота показывает, какое число колебаний совершает тело за 1 с.



Частота зависит только от свойств КС.

- **Период колебаний** – наименьший промежуток времени, через который состояние системы повторяется (T).

$$[T] = c$$

Период зависит только от свойств КС.

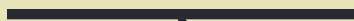
- **Частота колебаний** – физическая величина, обратная периоду колебаний.

Частота показывает, какое число колебаний совершает тело за 1 с.

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

$$[v] = c^{-1} = \text{Гц (герц)}$$

• **Период колебаний** – наименьший промежуток времени, через который состояние системы повторяется (T).



$$[T] = c$$

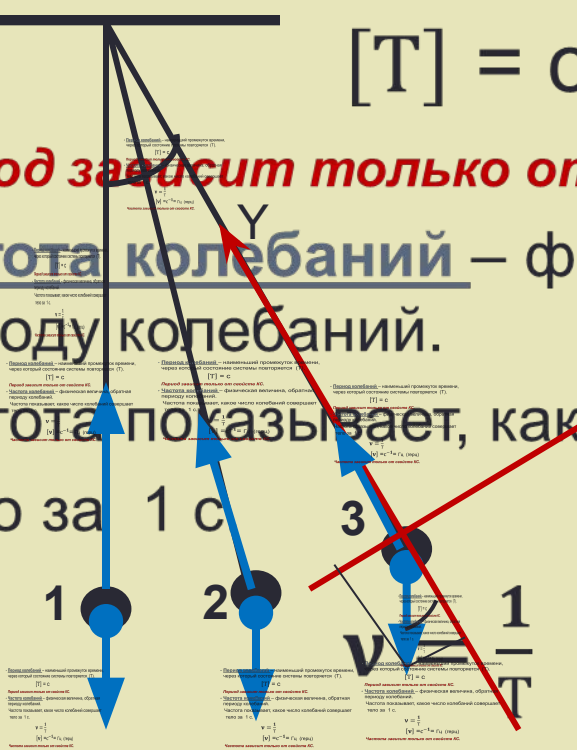
Период зависит только от свойств КС.

• **Частота колебаний** – физическая величина, обратная периоду колебаний.

(нормальное)
центростремительное
ускорение

Частота показывает, какое число колебаний совершает тело за 1 с.

(тангенциальное)
касательное ускорение



$$[v] = c^{-1} = \text{Гц (герц)}$$

Частота зависит только от свойств КС.

График и уравнение гармонических колебаний.

- Период колебаний – наименьший промежуток времени, через который состояние системы повторяется (T).

$$[T] = \text{с}$$

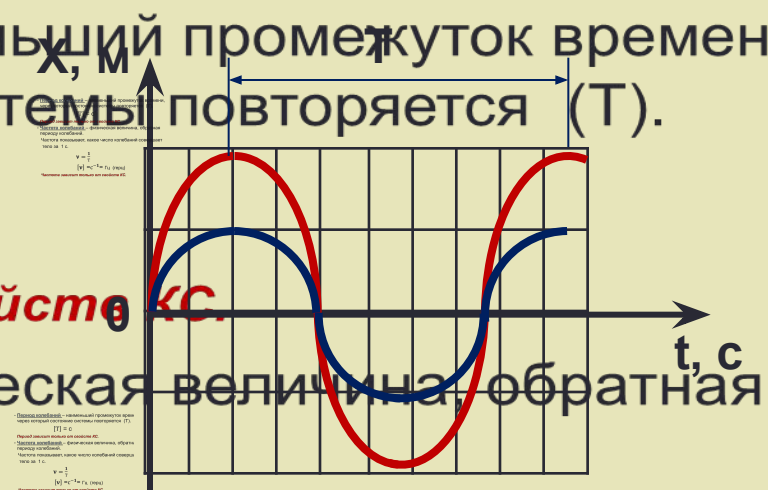
Период зависит только от свойств КС.

- Частота колебаний – физическая величина, обратная периоду колебаний.

Частота показывает, какое число колебаний совершает тело за 1 с.

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

$$[\nu] = \text{с}^{-1} = \text{Гц (герц)}$$



$$x = x_m \sin \omega t$$

• Период колебаний – наименьший промежуток времени, через который состояние системы повторяется (T).

$$[T] = \text{с}$$

Период зависит только от свойств КС.

• Частота колебаний – физическая величина, обратная периоду колебаний.

Частота показывает, какое число колебаний совершает тело за 1 с.

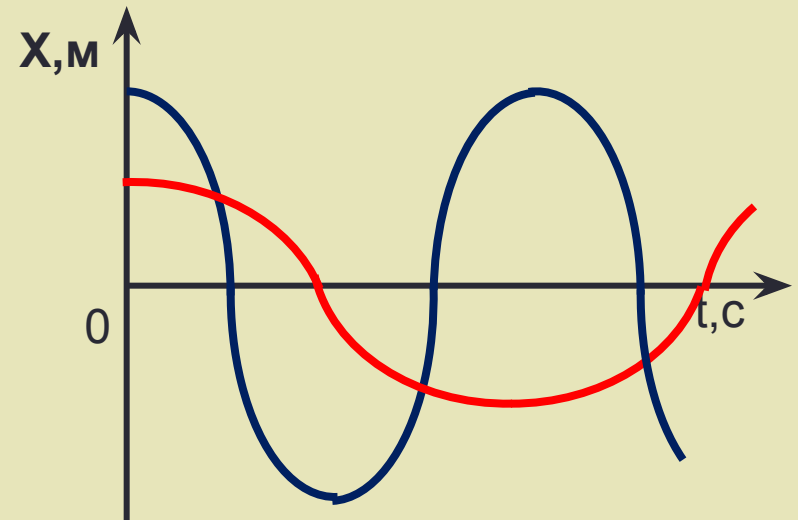
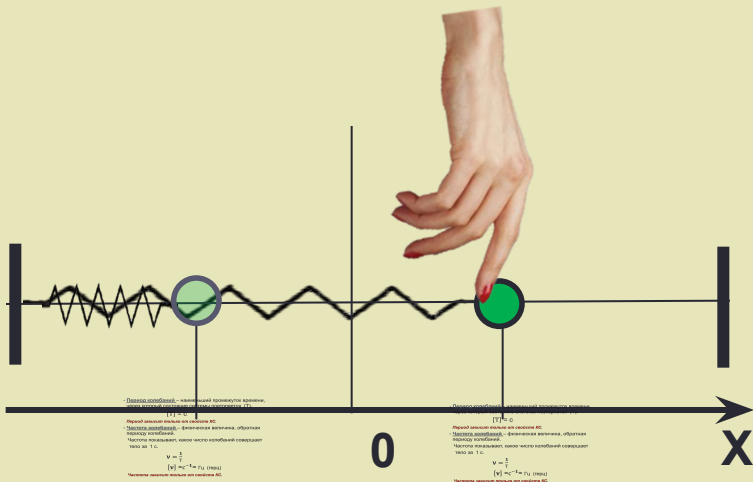
$$\nu = \frac{1}{T}$$

$$[\nu] = \text{с}^{-1} = \text{Гц (герц)}$$

Частота зависит только от свойств КС.

Графики и уравнения гармонических колебаний

- Начало колебаний из крайнего положения (сообщение потенциальной энергии).



$$x = x_m \cos \omega t$$

- Период колебаний** — наименьший промежуток времени, через который состояние системы повторяется (T).
 $[T] = c$
- Период зависит только от свойств КС.**
- Частота колебаний** — физическая величина, обратная периоду колебаний.
 Частота показывает, какое число колебаний совершает тело за 1 с.
 $\nu = \frac{1}{T}$
 $[\nu] = c^{-1} = Гц$ (герц)

Уравнения гармонических колебаний.

- Период колебаний – наименьший промежуток времени, через который состояние системы повторяется (Т).

$$x = x_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Период зависит только от свойств КС.

- Частота колебаний – физическая величина, обратная периоду колебаний.

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

Частота показывает, какое число колебаний совершает тело за 1 с.

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

$$[\nu] = \text{с}^{-1} = \text{Гц (герц)}$$

Частота зависит только от свойств КС.

Проверим знания!



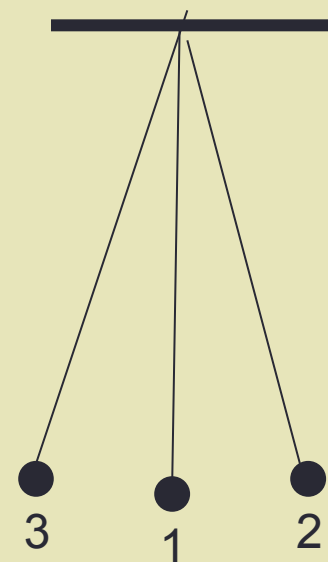
1. За время, равное периоду колебаний, маятник переместится по траектории:

A. 1 – 2 – 1 – 3

B. 1 – 2 – 1

C. 3 – 1 – 2 – 1

D. 1 – 2 – 1 – 3 – 1



**2. Тело за 1 с совершает 100 колебаний.
Период колебаний равен:**

- **A.** 100 с
- **B.** 0,01 с
- **C.** 60 с
- **D.** 0,6 с

3. За 1 минуту тело совершило 300 колебаний.
Частота колебаний равна:

- **A.** 300 Гц
- **B.** 5 Гц
- **C.** 0,2 Гц
- **D.** 20 Гц

4. Амплитуда колебаний пружинного маятника зависит от:

- **A.** Массы груза
- **B.** Жесткости пружины
- **C.** От первоначального запаса энергии
- **D.** От массы груза, жесткости пружины и первоначального запаса энергии.

5. За одно и то же время первый математический маятник совершает одно колебание, а второй – четыре. Нить первого маятника

- **A.** в 16 раз длиннее
- **B.** в 4 раза длиннее
- **C.** в 2 раза длиннее
- **D.** в 2 раза короче.

6. Начальная фаза гармонических колебаний материальной точки определяет:

- **A.** Амплитуду точки
- **B.** Отклонение точки от положения равновесия в начальный момент времени
- **C.** Период и частоту колебаний
- **D.** Максимальную скорость прохождения точкой положения равновесия.

- Период колебаний – наименьший промежуток времени, через который состояние системы повторяется (Т).

$$[T] = c$$

Период зависит только от свойств КС.

- Частота колебаний – физическая величина, обратная периоду колебаний.

Частота показывает, какое число колебаний совершает тело за 1 с.

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

$$[\nu] = c^{-1} = \text{Гц (герц)}$$

- Период колебаний – наименьший промежуток времени, через который состояние системы повторяется (Т).

$$[T] = c$$

Период зависит только от свойств КС.

- Частота колебаний – физическая величина, обратная периоду колебаний.

Частота показывает, какое число колебаний совершает тело за 1 с.

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

$$[\nu] = c^{-1} = \text{Гц (герц)}$$

Частота зависит только от свойств КС.

8. В уравнении гармонического колебания

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

величина, стоящая под знаком косинуса, называется:

- **A.** Амплитудой
- **B.** Циклической частотой
- **C.** Начальной фазой
- **D.** Фазой

9. Частота колебаний математического маятника
равна:

• A. $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

• B. $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

• C. $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$

• D. $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{l}{g}}$

10. Длину нити математического маятника увеличили в 4 раза, а амплитуду колебаний уменьшили в 2 раза. Как изменится период колебаний маятника?

- **A.** Уменьшится в 4 раза
- **B.** Уменьшится в 2 раза
- **C.** Не изменится
- **D.** Увеличится в 2 раза

11. Период колебаний пружинного маятника равен T . Массу маятника увеличили в 4 раза. Как изменился период колебаний?

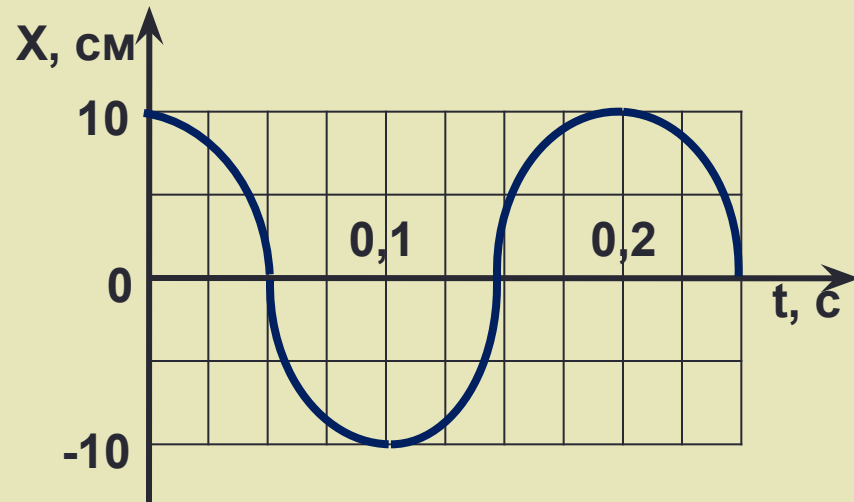
- **A.** Увеличился в 4 раза
- **B.** Уменьшился в 4 раза
- **C.** Не изменился
- **D.** Увеличился в 2 раза

12. Какое из перечисленных ниже действий позволит уменьшить частоту колебаний математического маятника?

- **A.** Уменьшение длины подвеса
- **B.** Увеличение амплитуды колебаний
- **C.** Увеличение массы груза
- **D.** Увеличение длины подвеса

13. Для гармонического колебания, изображенного на рисунке, период колебаний равен:

- **A.** 0,05 с
- **B.** 0,1 с
- **C.** 0,15 с
- **D.** 0,2 с



14. Материальная точка совершает колебания по закону:

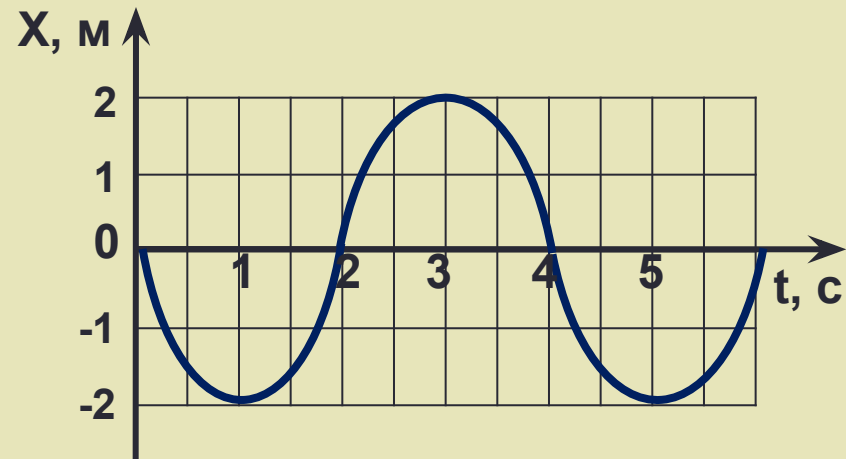
$$x = 0,4 \cos 5\pi t$$

смещение точки через $t = 0,1$ с равно...

- A. 0 м
- B. 0,2 м
- C. 0,4 м
- D. 1 м

15. Уравнение гармонических колебаний материальной точки (график на рисунке) имеет следующий вид:

- A. $x = -2 \sin\left(\frac{\pi t}{2}\right)$
- B. $x = -2 \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$
- C. $x = 2 \sin\left(\frac{\pi t}{2} + \frac{\pi}{2}\right)$
- D. $x = -2 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$



16. Маятниковые часы идут на поверхности Луны в 2,46 раз медленнее, чем на Земле. Ускорение свободного падения на Луне равно...

- A. 3,98 м/с²
- B. 1,62 м/с²
- C. 24,1 м/с²
- D. 6,25 м/с²

17. Уравнение гармонических колебаний, график которых приведен на рисунке, имеет вид:

- **A.** $x = 6 \cos 5\pi t$
- **B.** $x = 0,6 \sin 0,5\pi t$
- **C.** $x = 0,06 \cos 0,5t$
- **D.** $x = 0,06 \cos 5t$

