Механические колебания и их характеристики. Гармонические колебания.

Колебания

Примеры колебаний:

- покачивание веток деревьев на ветру,
- вибрация струн у музыкальных инструментов,
- движение поршня в цилиндре двигателя автомобиля,
- качания маятника в настенных часах ,
- биения нашего сердца и т.д.

Смена бодрствования и сна, труда и отдыха, зимы и лета... Даже наше каждодневное хождение в школу и на работу и возвращение домой попадает под определение колебаний.

Так что же такое колебания? (*попробуйте выделить главный признак колебательного движения*)

- Главным признаком любого колебательного движения является его повторяемость (периодичность)

- **Колебаниями, или колебательными движениями**, называют движения (или изменения состояния), которые точно или приблизительно повторяются через определенный промежуток времени.
- *Колебания, характеризующиеся периодическим изменением механических величин (смещения, скорости, ускорения и т.п.) называются* ***механическими колебаниями.***

- Приведите свои примеры механических колебаний

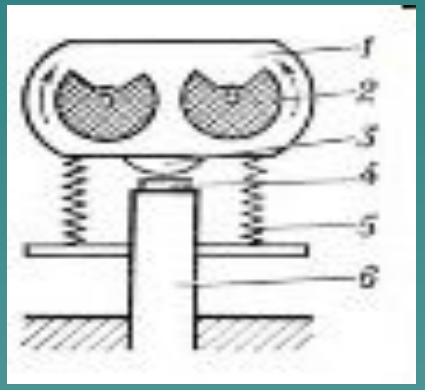
Механические колебания в природе и технике

Транспорт

Часы

Быт

Отбойный молоток.

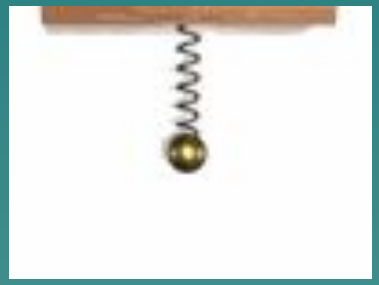


Вибромолот (устройство для забивания свай)

Свободные колебания.

Колебания, происходящие под действием только внутренних сил самой системы за счет первоначального запаса энергии , называются свободными.

Система тел, способная совершать свободные колебания, называется колебательной системой



Условия возникновения свободных колебаний:

1. Наличие силы, стремящейся вернуть колебательную систему в положение устойчивого равновесия («возвращающей силы»)

2. Малое трение в колебательной системе

Характеристики колебаний

- **Смещение** x — отклонение колеблющейся точки от положения равновесия в данный момент времени (м). (*по сути x – координата)*
- **Амплитуда** X_m (или A) — это максимальное смещение от положения равновесия (м). (*Амплитуда определяет «размах» колебаний)*
- **Период** T — время, за которое совершается одно полное колебание (с).

- **Частота ν** (ню) — **число полных колебаний в единицу времени.** *В СИ измеряется в герцах (Гц) в честь немецкого физика Г. Герца (1857 – 1894).*
  Частота колебаний равна одному герцу, если за 1 секунду совершается 1 полное колебание.

- **Циклическая (круговая) частота ω — это число полных колебаний за 2 π секунды (π = 3,14 рад) :**

$$\omega = 2\pi\nu \quad (\text{рад/с})$$

- **Фаза колебания φ** (фи) — физическая величина, применяемая для описания состояния колебательной системы в данный момент времени (рад)

  (в примере с маятником: фаза – угол, на который отклоняется от положения равновесия колеблющаяся точка в данный момент t)

Основные формулы

1. Для периода T и частоты ν справедливы те же формулы, что и для периода и частоты обращения материальной точки по окружности :

$$T = \frac{t}{n} \quad (1) \qquad \nu = \frac{n}{t} \quad (2)$$

2. Из (1) и (2) видим, что **период и частота колебаний – величины взаимно обратные**, т.е:

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

3. Связь между периодом, частотой и циклической частотой:

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

Задачи для самоконтроля:

1. Груз, подвешенный на нити, совершает 20 полных колебаний за 10 секунд. Определите период, частоту, циклическую частоту этих колебаний.

2. Колеблющееся в горизонтальной плоскости тело проходит 30 см от правого крайнего до левого крайнего положения за 0,5 с. Определите период, частоту, циклическую частоту колебаний и их амплитуду. Какой путь проходит тело за период? Какое перемещение совершает?

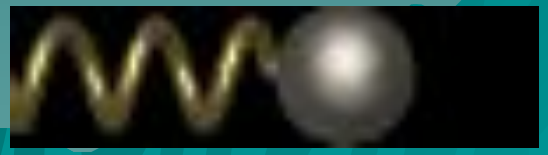


График колебаний

Вид графика – из опыта:

Подвесим на нити воронку с песком.

Под воронкой положим длинную доску. Толкнув воронку, заставим ее качаться влево - вправо. Будем равномерно вытягивать доску из под воронки.

Струйка песка образует на доске линию, в математике называемую синусоидой .

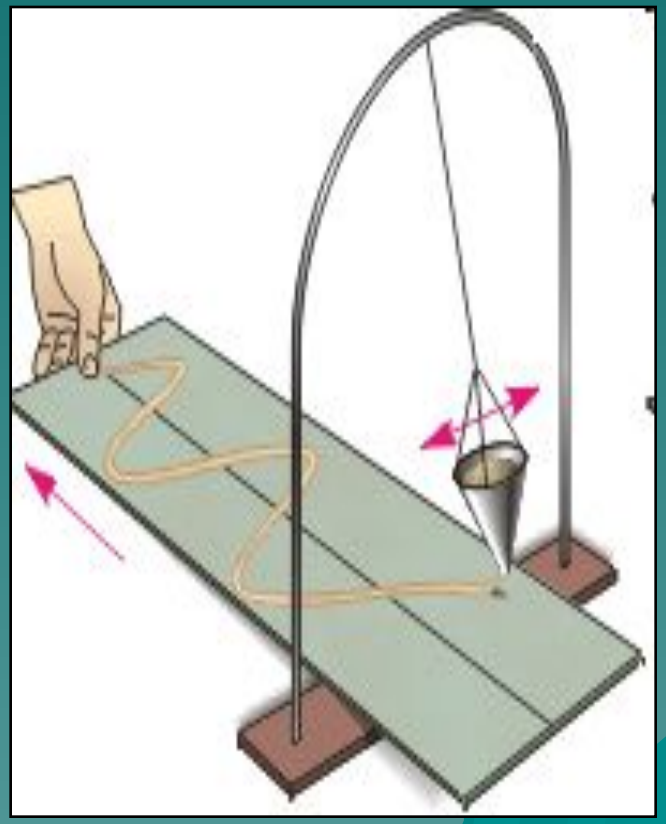
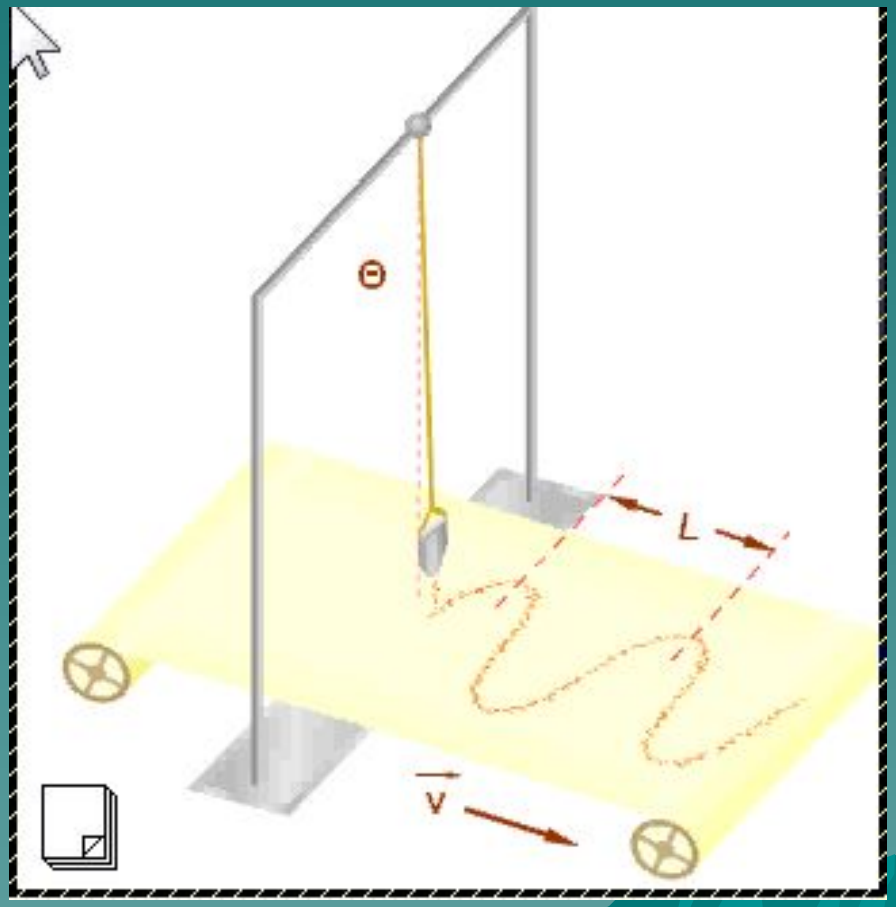


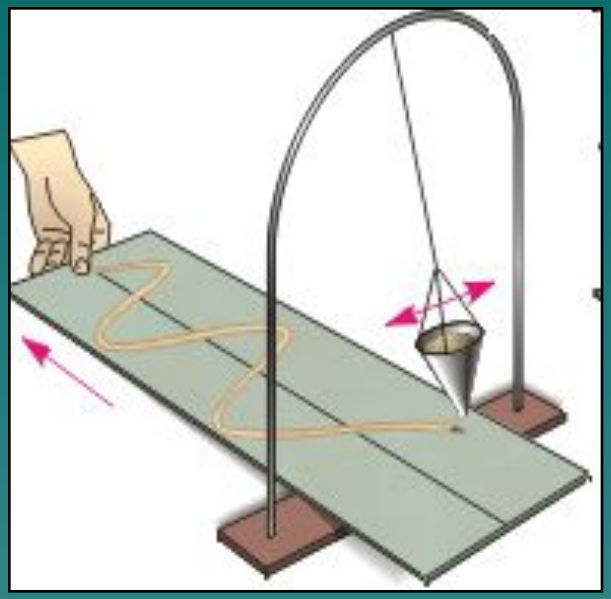
График колебаний

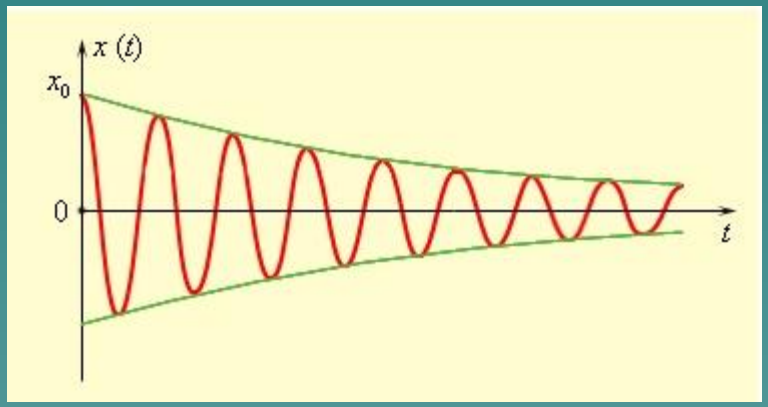
Подумайте, будет ли оставаться постоянной амплитуда свободных колебаний?



В реальных колебательных системах свободные колебания являются затухающими , их амплитуда с течением времени уменьшается из-за трения.

(см. рисунок)





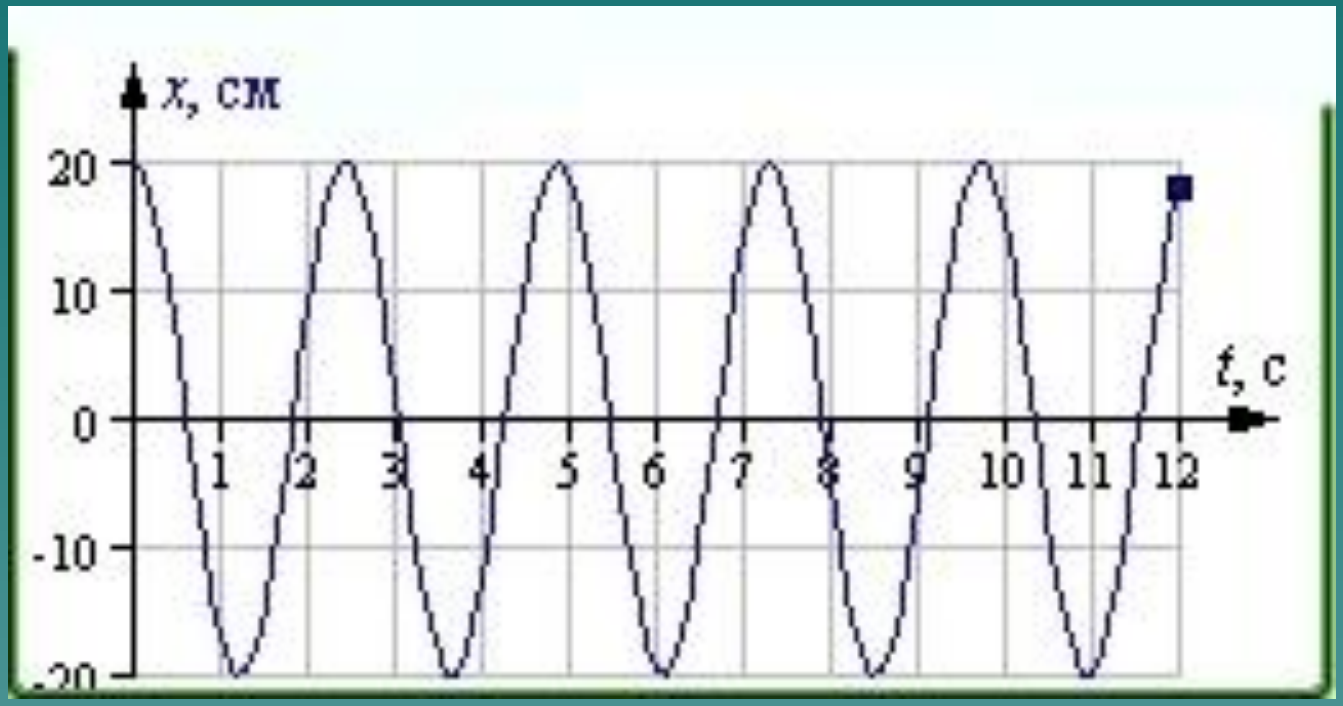
ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

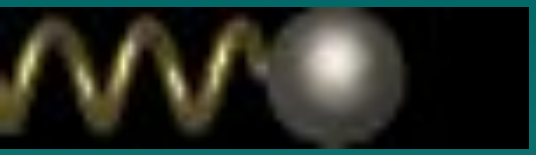
Если предположить, что в колебательной системе отсутствует трение, то колебания будут незатухающими. Их называют гармоническими. Смещение, скорость и ускорение колеблющейся точки при гармонических колебаниях меняются по закону синуса или косинуса . Графиком таких колебаний является косинусоида (синусоида).

Уравнение гармонических колебаний:

$$x = X_m \cos \omega t$$

$\omega \cdot t = \varphi$ - фаза колебаний


X, см
20
10
0
-10
-20
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
t, с

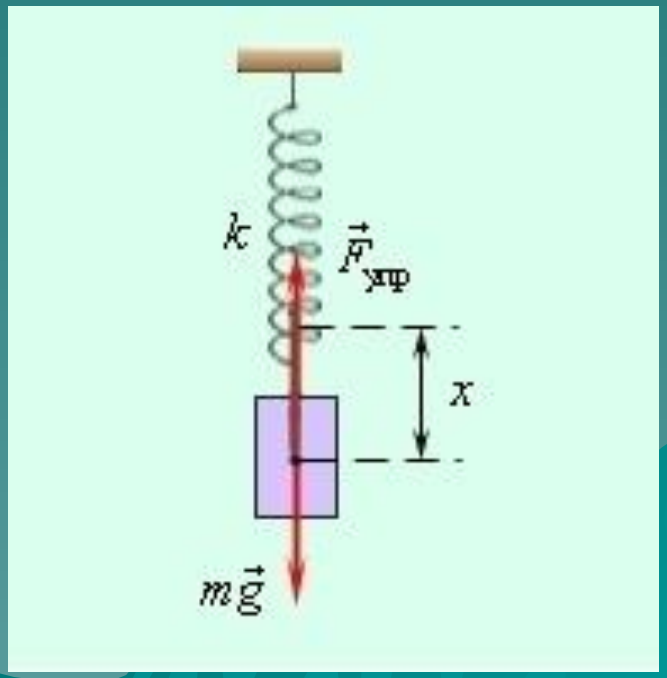


Пружинный маятник

Модель: материальная точка массой *m* , совершающая колебания на невесомой пружине под действием упругой силы $F_{упр} = - k x$.
k – жесткость пружины (коэффициент упругости) .

Период собственных колебаний пружинного маятника :

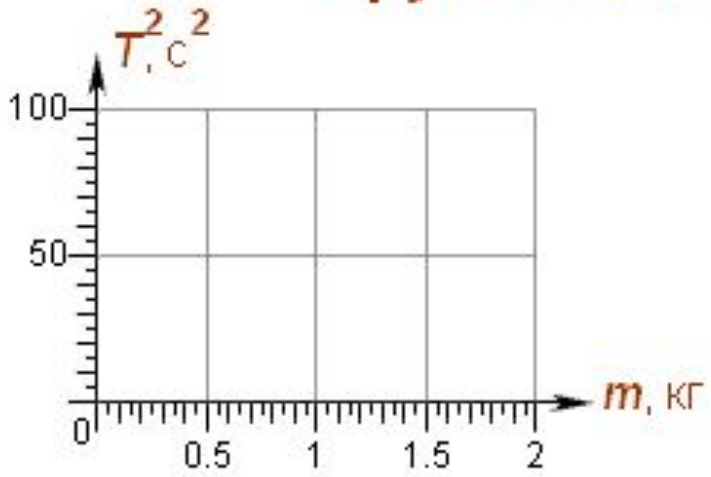
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

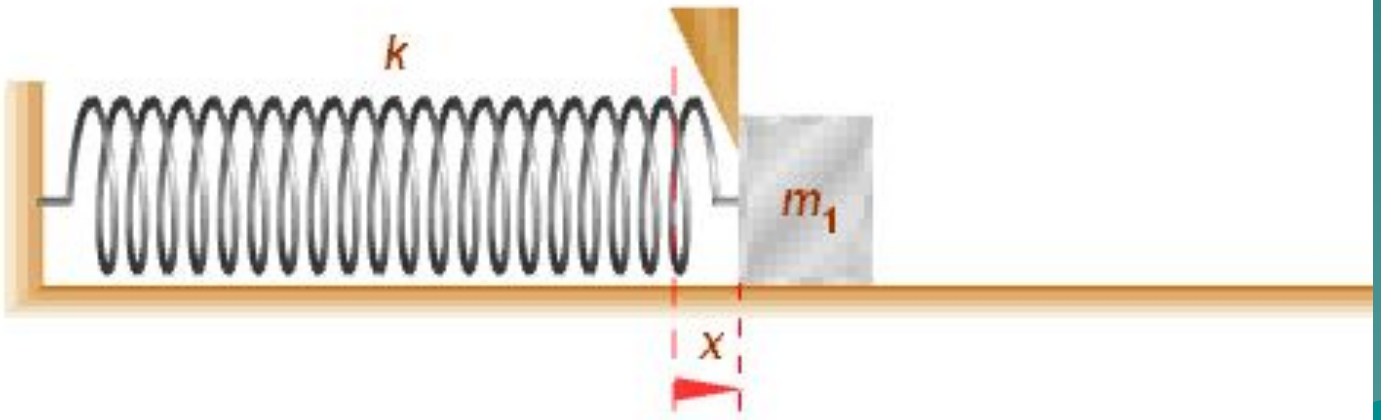


Потенциальная и кинетическая энергии пружинного маятника:

$$E_{кин} = \frac{m\upsilon^2}{2} \qquad E_{пот} = \frac{kx^2}{2}$$

Пружинный маятник



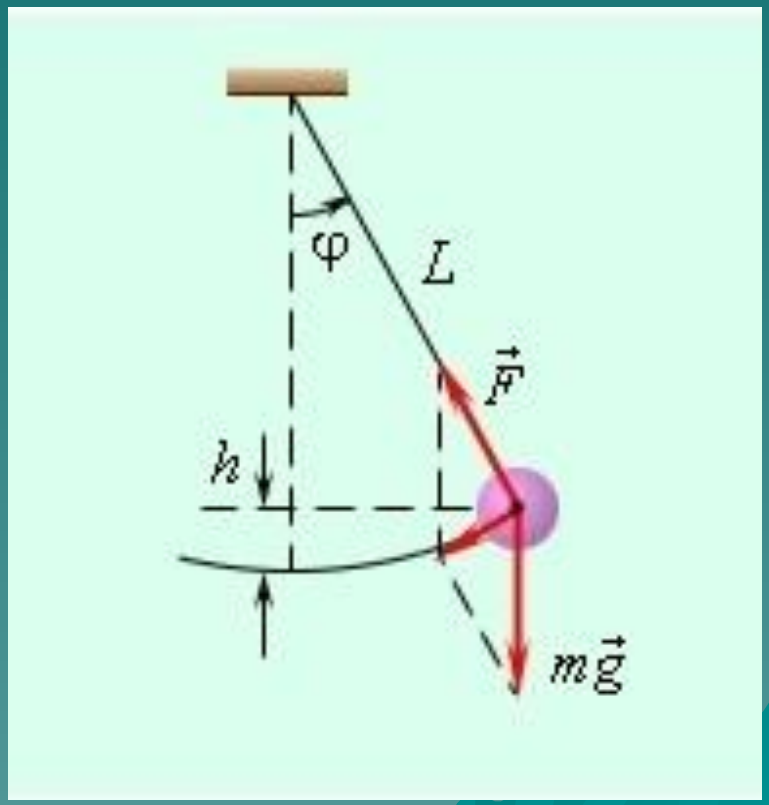


Математический маятник

Модель: материальная точка, совершающая колебания на невесомой нерастяжимой нити

Период собственных колебаний маятника зависит от длины нити *L* и от ускорения свободного падения *g*, но не зависит от массы тела

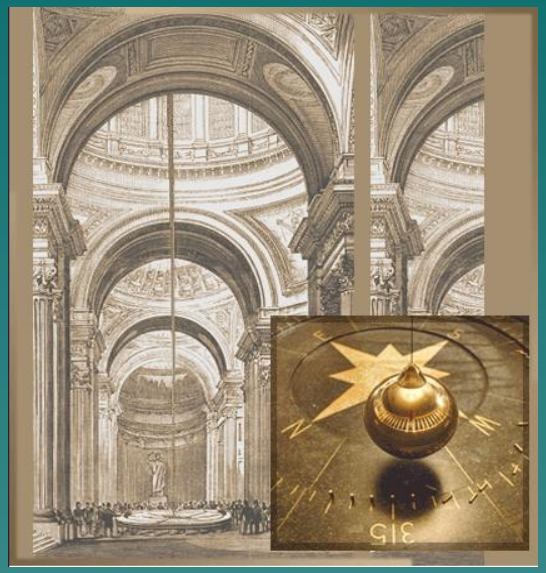
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$



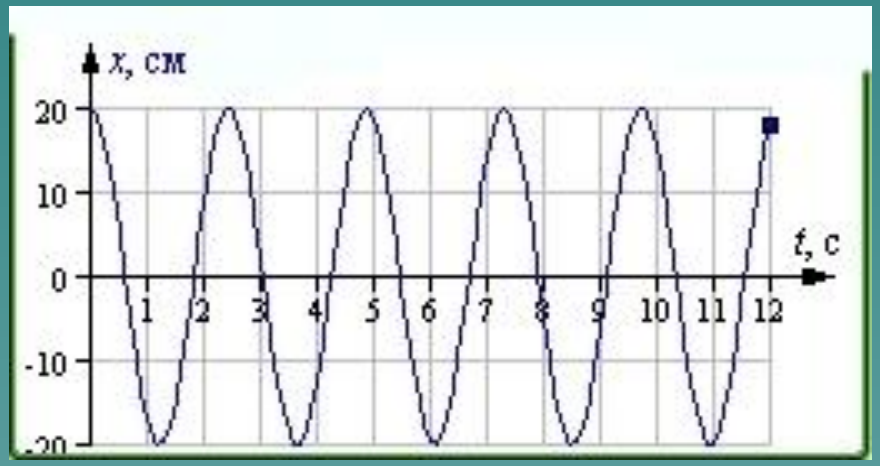
потенциальная и кинетическая энергии математического маятника:

$$E_{пот} = mgh \qquad E_{кин} = \frac{m\upsilon^2}{2}$$

Задания для самоконтроля:



1. Долгое время в Исаакиевском соборе находился один из маятников Фуко с длиной подвеса 98 метров, с помощью которого демонстрировалось вращение Земли вокруг оси. Определите период, частоту и циклическую частоту колебаний этого маятника.



2. По графику, приведенному на рисунке, определите амплитуду и период колебаний материальной точки (в СИ). Найдите частоту и циклическую частоту колебаний. Попробуйте записать уравнение X(t) для этих колебаний.