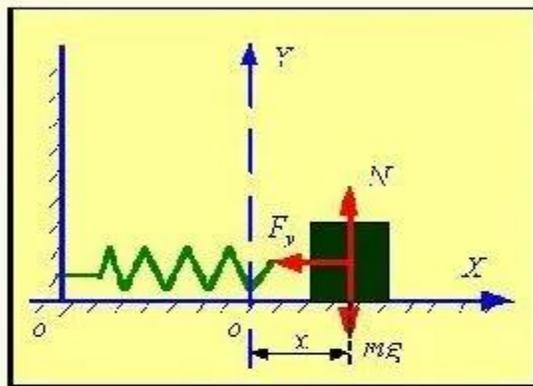


Кинетическая и потенциальная энергия пружинного маятника



$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0).$$

Потенциальная энергия

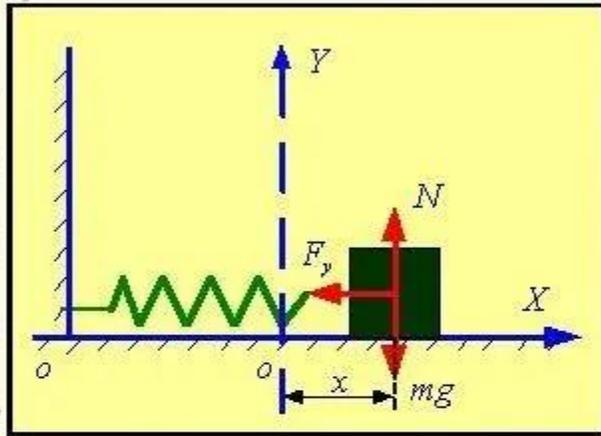
$$W = \frac{kx^2}{2} = \frac{1}{2} k A^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0).$$

Пусть колебания начались, когда груз был смещен из положения равновесия на максимальное расстояние вправо. Тогда при $t = 0$ $x = A$ и начальная фаза $\varphi_0 = 0$.

В момент времени $t = 0$ скорость груза равна нулю и, следовательно, его кинетическая энергия тоже равна нулю. Поэтому полная механическая энергия груза в этот момент времени равна его потенциальной энергии

$$E = W_0 = \frac{kA^2}{2}.$$

Гармонические колебания пружинного маятника



Груз совершает гармонические колебания, период которых

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

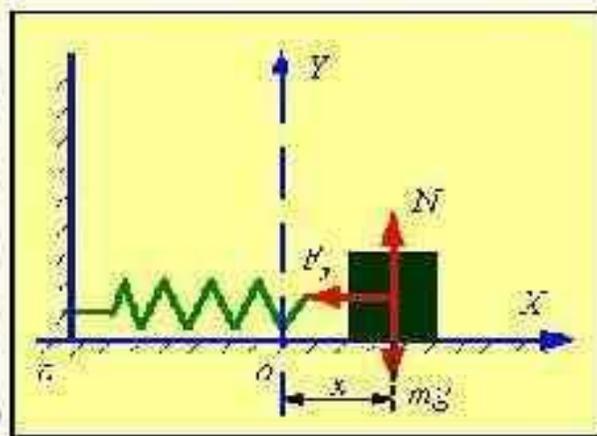
Найдём зависимость от времени проекций на ось OX скорости и ускорения груза.

$$V_x(t) = x'_t = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0).$$

$$a_x(t) = V'_{xt} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0).$$

Выражение в скобках $(\omega t + \varphi_0)$ есть фаза, а φ_0 - начальная фаза гармонических колебаний груза на пружине. Два последних уравнения описывают гармонические колебания скорости и ускорения пружинного маятника.

Кинетическая и потенциальная энергия пружинного маятника



В рассматриваемой системе трение отсутствует, поэтому, согласно закону сохранения механической энергии, полная механическая энергия пружинного маятника изменяться не будет. Полная механическая энергия

$$E = W + E_k$$

где W – потенциальная энергия маятника, E_k – кинетическая.

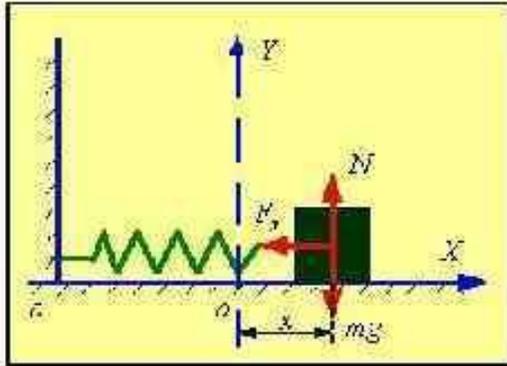
Потенциальная энергия

$$W = \frac{kx^2}{2}$$

Кинетическая энергия

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Кинетическая и потенциальная энергия пружинного маятника



$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0).$$

$$V(t) = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0).$$

Кинетическая энергия

$$E_k = \frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \sin^2 \omega t.$$

$$\varphi_0 = 0, \quad V_0 = \omega A.$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1}{2}(1 - \cos 2\alpha).$$

$$E_k = \frac{mV_0^2}{2} \sin^2 \omega t = \frac{mV_0^2}{4} - \frac{mV_0^2}{4} \cos 2\omega t.$$

Если координата X меняется по закону синуса, то скорость соответственно меняется по закону косинуса, а ускорение по закону синуса. Это следует из таблицы производных.

8

Один конец лёгкой пружины жёсткостью k прикреплен к бруску, а другой закреплён неподвижно. Брусок скользит вдоль оси Ox по горизонтальной направляющей так, что координата его центра изменяется со временем по закону $x(t) = A \sin \omega t$.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение бруска, и формулами, выражающими их зависимость от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) кинетическая энергия бруска $E_K(t)$
- Б) проекция $a_x(t)$ ускорения бруска

ФОРМУЛЫ

- 1) $-kA \sin \omega t$
- 2) $\frac{kA^2}{2} \cos^2 \omega t$
- 3) $-A\omega^2 \sin \omega t$
- 4) $\frac{kA^2}{2} \sin^2 \omega t$

Ответ:

А	Б
2	3

5

В таблице представлены данные о положении шарика, прикрепленного к пружине и колеблющегося вдоль горизонтальной оси Ox , в различные моменты времени.

$t, \text{ с}$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, \text{ мм}$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведённого ниже списка выберите *два* верных утверждения о характере движения тела.

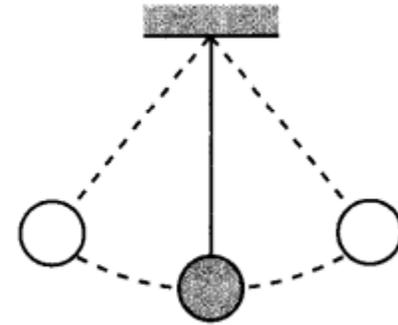
- 1) Кинетическая энергия шарика в момент времени 1,0 с минимальна.
- 2) Период колебаний шарика равен 2,0 с.
- 3) Амплитуда колебаний шарика равна 15 мм.
- 4) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 3,0 с минимальна.
- 5) Потенциальная энергия пружины в момент времени 2,0 с максимальна.

Ответ:

4

В момент времени t_0 груз нитяного маятника, имеющего период колебаний $T = 1,2$ с, проходит через положение равновесия (см. рисунок). За какой промежуток времени с момента t_0 он проходит путь, равный двум амплитудам колебаний?

Ответ: 0,6 с.



Школьник изучает свободные колебания нитяного маятника. В его распоряжении имеется пять маятников, характеристики которых указаны в таблице. Какие *два* маятника необходимо взять школьнику для того, чтобы на опыте выяснить, зависит ли период свободных колебаний маятника от длины маятника? Шарик сплошной.

№ маятника	Длина маятника	Объём шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	2,0 м	8 см ³	алюминий
2	0,5 м	10 см ³	алюминий
3	1,0 м	5 см ³	сталь
4	1,5 м	8 см ³	алюминий
5	1,0 м	5 см ³	алюминий

Запишите в ответе номера выбранных маятников.

Ответ:

4

Период вертикальных свободных колебаний пружинного маятника равен 0,5 с. Каким станет период свободных колебаний этого маятника, если массу груза маятника уменьшить в 2 раза, а жёсткость пружины вдвое увеличить?

Ответ: 0,25 с.

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

6

Подвешенный на пружине груз совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Груз заменили на другой, масса которого больше, оставив пружину и амплитуду колебаний неизменными. Как при этом изменятся частота свободных колебаний груза и его максимальная скорость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота свободных колебаний груза	Максимальная скорость груза
2	2

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

$$\nu = 1/T$$

Потенциальная энергия

$$W = \frac{kx^2}{2}$$

Кинетическая энергия

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Если не поменяли жесткость и амплитуду, то максимальная потенциальная энергия не изменится и, следовательно, не изменится и максимальная кинетическая. При этом скорость должна уменьшиться.

7

Материальная точка движется по оси x . Её скорость меняется по закону:
 $v = A \cos(\omega t + \varphi_0)$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) период колебаний материальной точки T

Б) амплитуда ускорения точки a_{\max}

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{2\pi}{\omega}$

2) $2\pi\omega^2$

3) ωA

4) $\omega^2 A$

Ответ:

А	Б

Ответ: 1;3