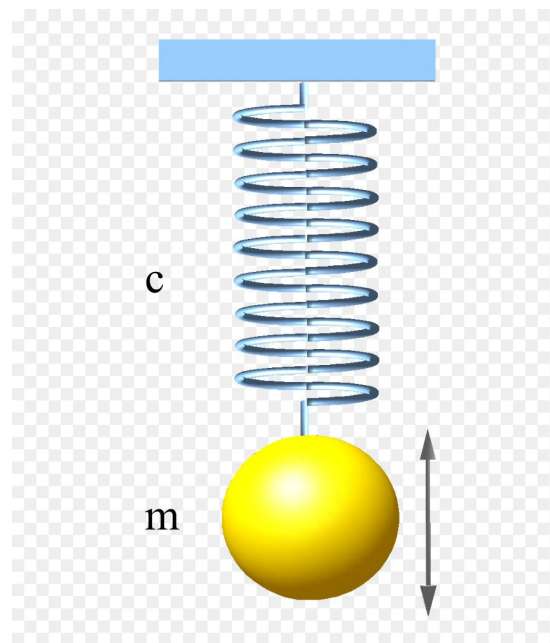
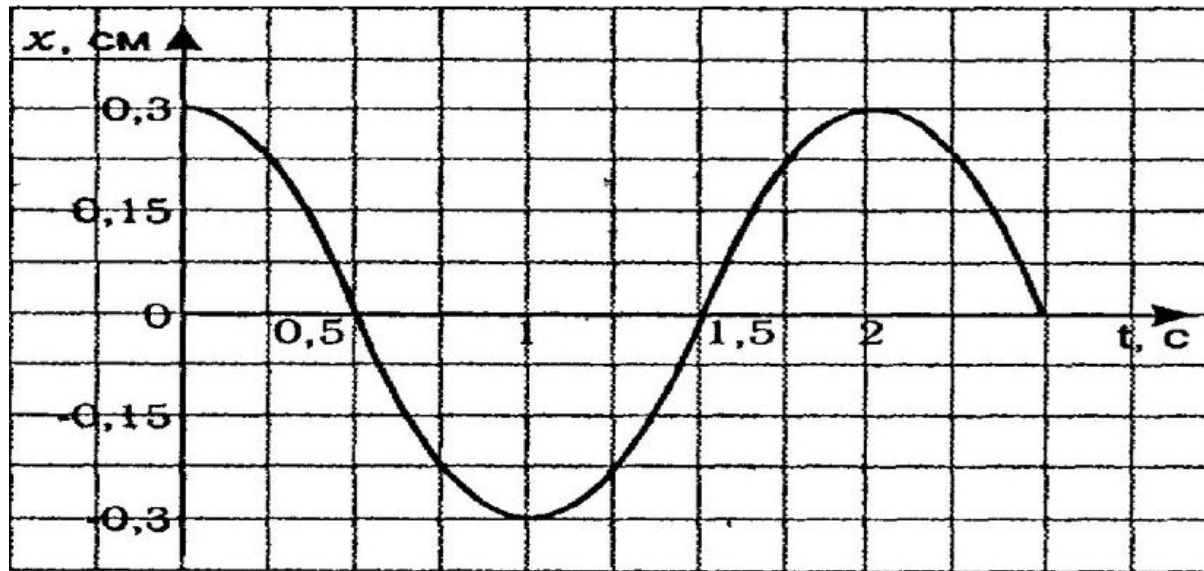


Колебания математического и пружинного маятников.



ПОВТОРЕНИЕ

На рисунке показан график зависимости перемещения колеблющегося тела от времени.



1) По графику определите амплитуду, период, частоту и циклическую частоту колеблющегося тела. Запишите уравнение зависимости $x(t)$. [5 б]

$$A = 0,3 \text{ см} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$T = 2 \text{ с}$$

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \text{ с}} = 0,5 \text{ Гц}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2 \text{ с}} = \pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

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

$$x = 3 \cdot 10^{-3} \cos \pi t, (\text{м})$$

2) Напишите уравнение зависимости скорости от времени колеблющегося тела: [1 б]

$$v_m = A \cdot \omega = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 = 9,42 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{М}}{\text{с}}\right)$$

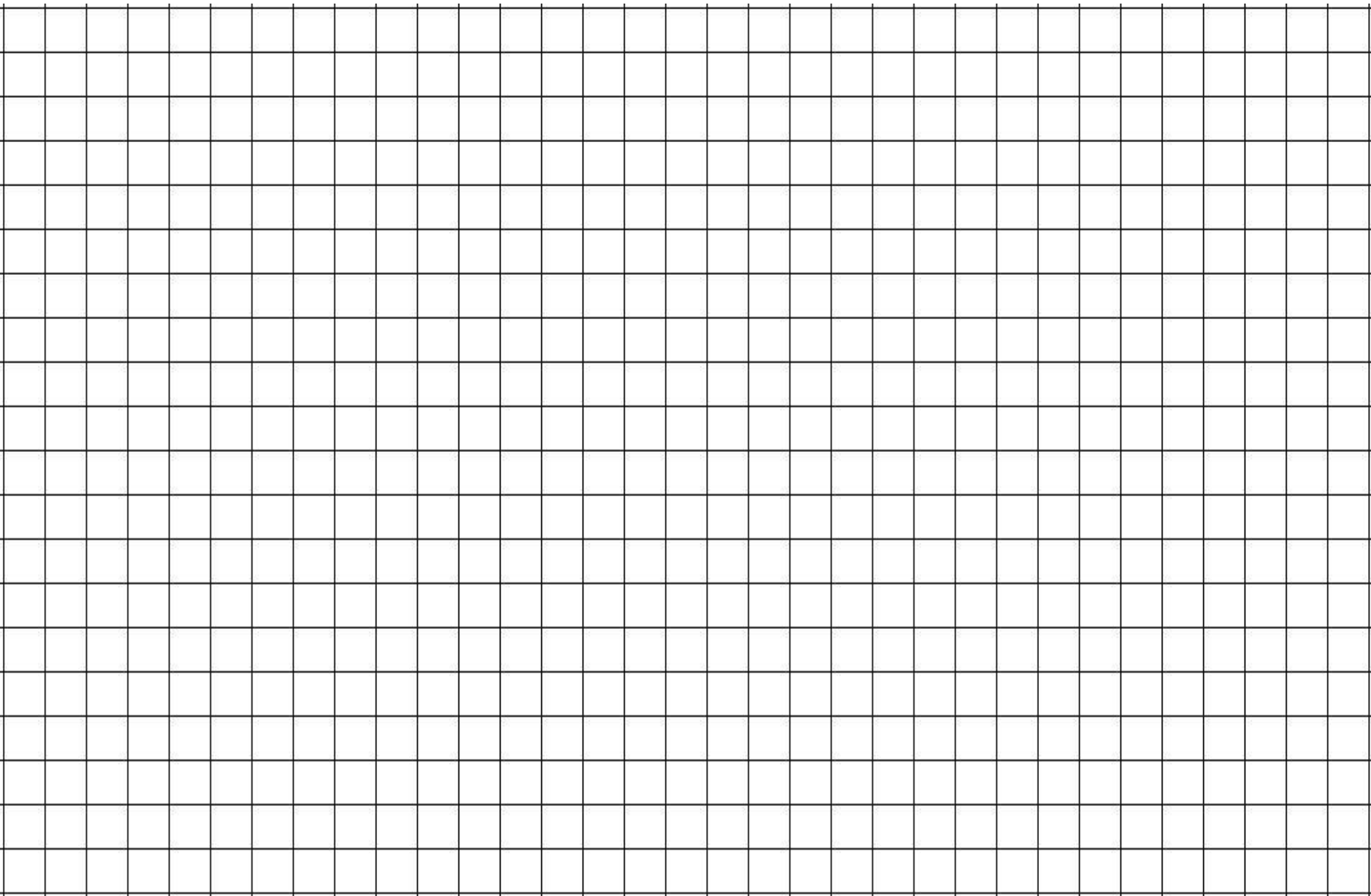
$$v = -9,42 \cdot 10^{-3} \text{Sin}\pi t, \left(\frac{\text{М}}{\text{с}}\right)$$

3) Напишите уравнение зависимости ускорения от времени колеблющегося тела: [1 б]

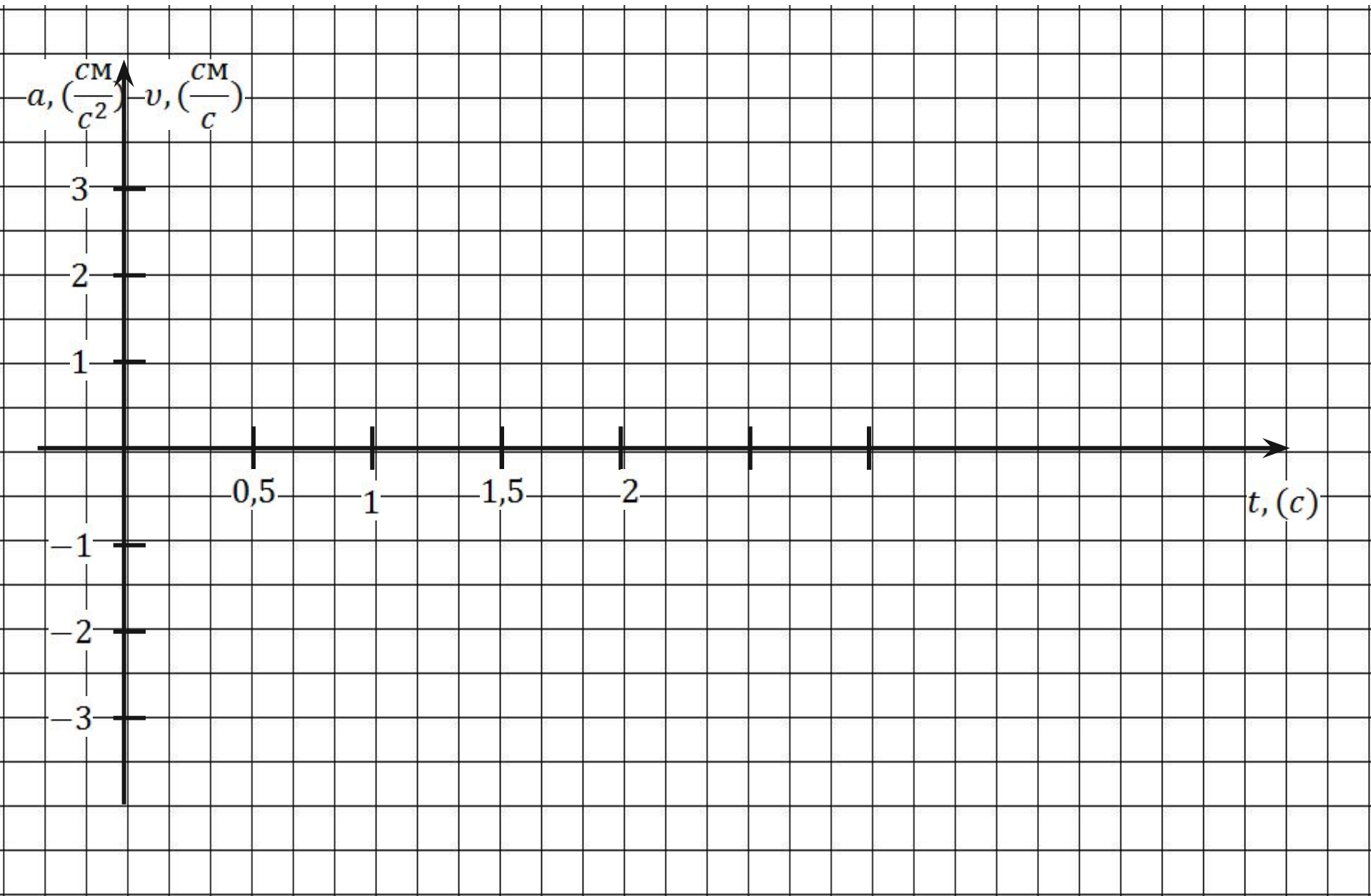
$$a_m = A \cdot \omega^2 \approx 3 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \approx 3 \cdot 10^{-2} \left(\frac{\text{М}}{\text{с}^2}\right)$$

$$a = -3 \cdot 10^{-2} \text{Cos}\pi t, \left(\frac{\text{М}}{\text{с}^2}\right)$$

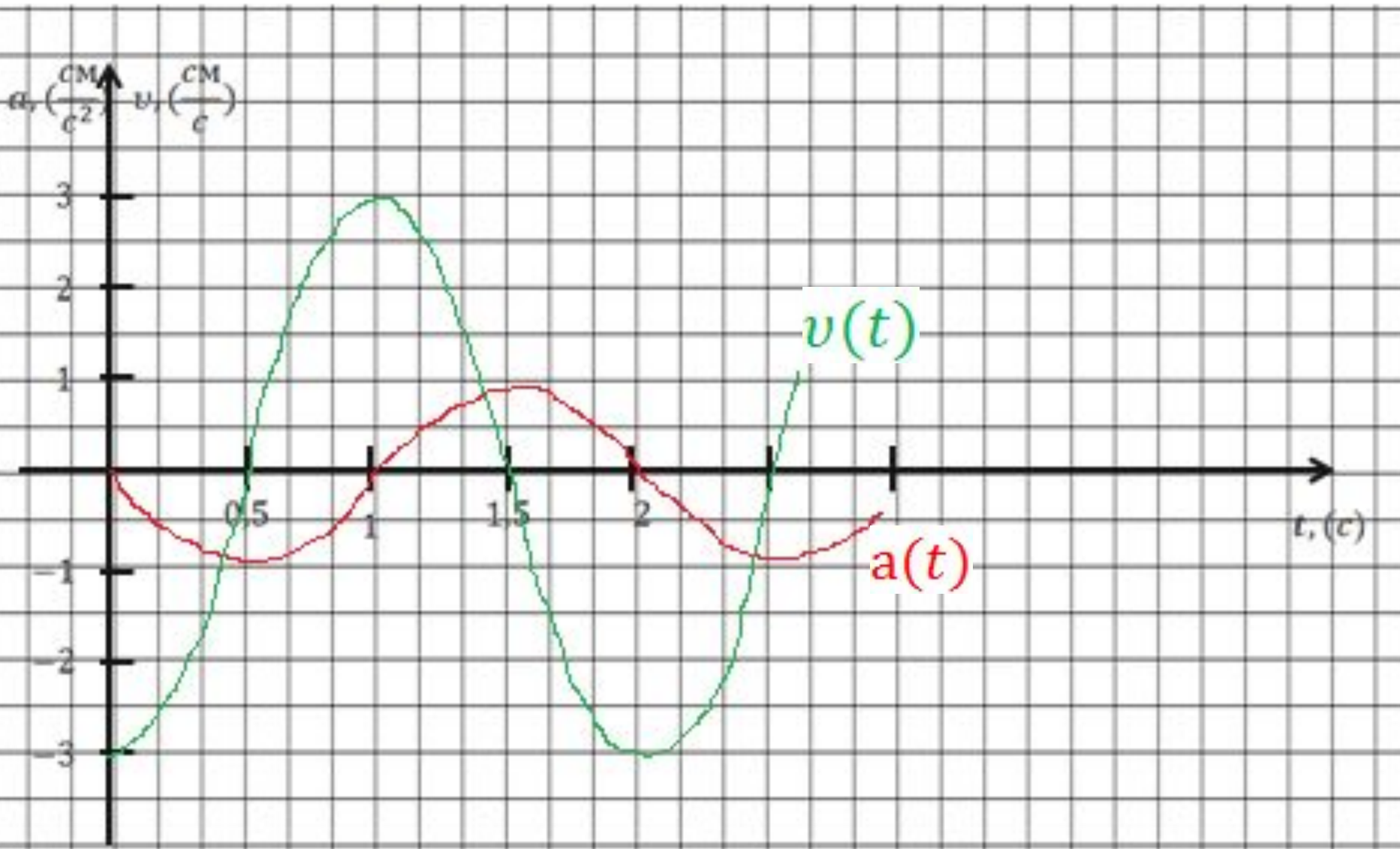
4) Постройте графики зависимости скорости от времени и ускорения от времени (на одной системе координат): [3 б]



4) Постройте графики зависимости скорости от времени и ускорения от времени (на одной системе координат): [3 б]



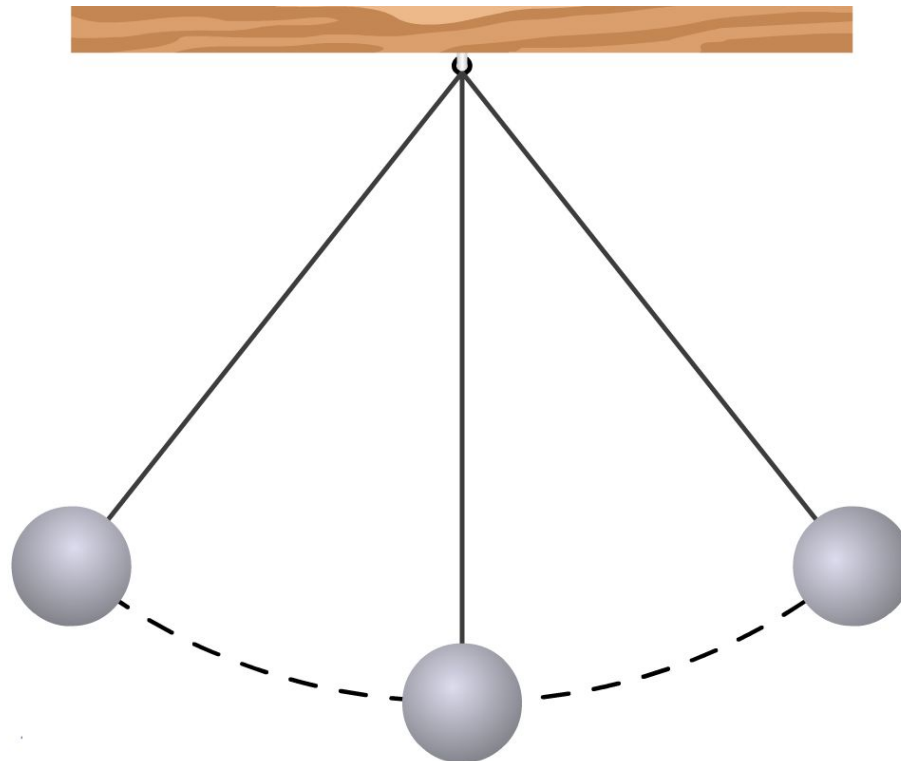
4) Постройте графики зависимости скорости от времени и ускорения от времени (на одной системе координат):



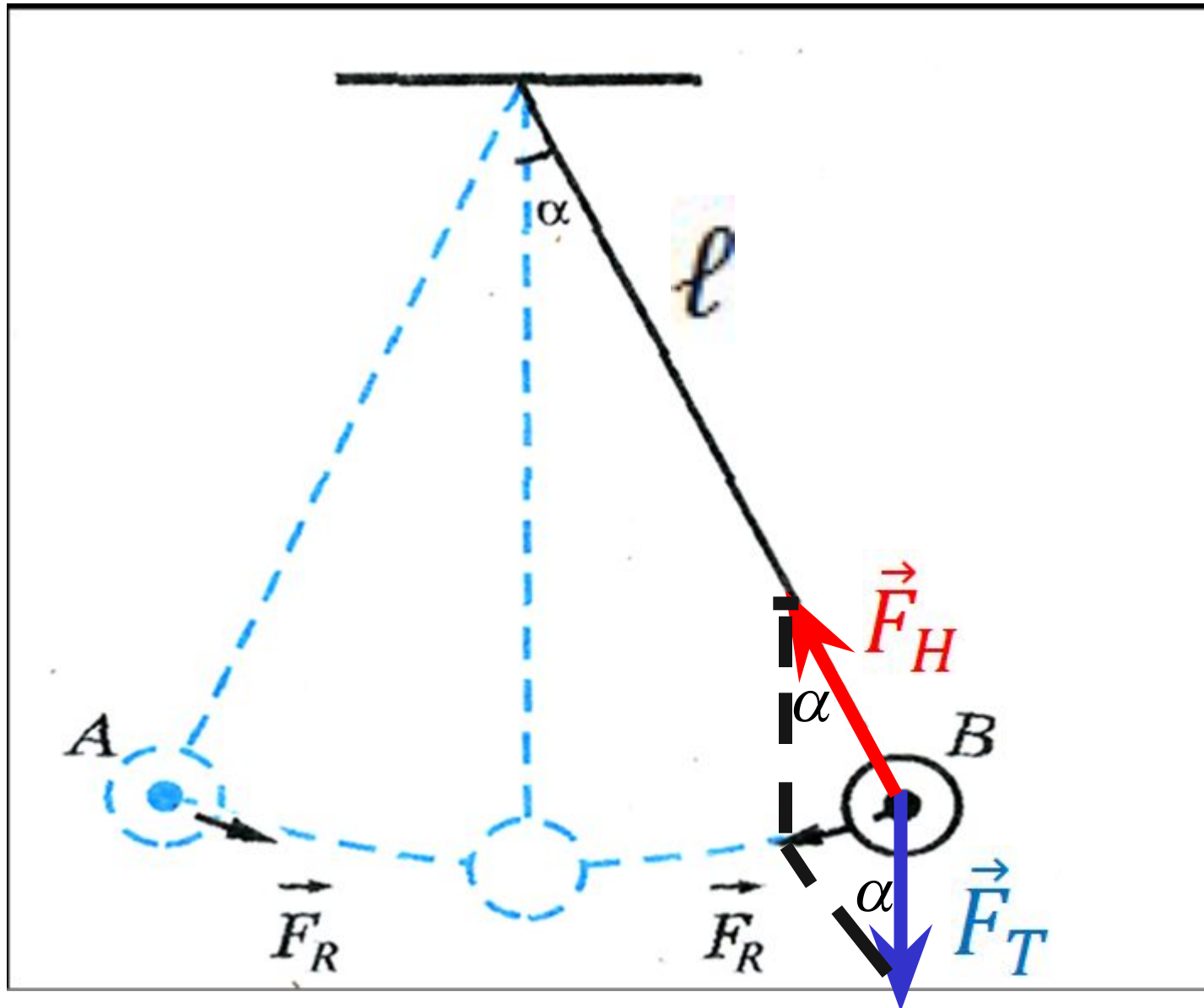
Математический маятник

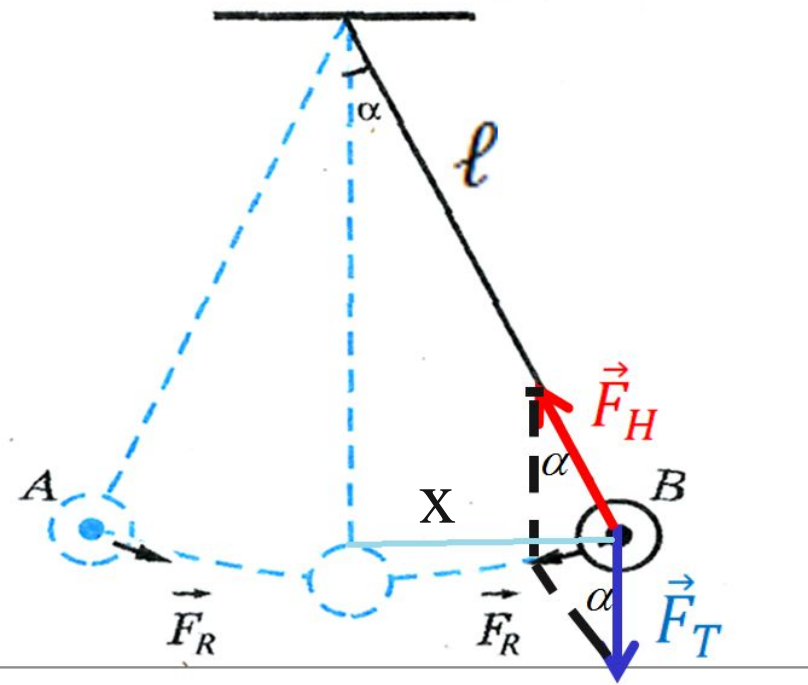
Математическим маятником

называется колебательная система, состоящая из тяжелого маленького груза, подвешенного на невесомой, длинной нити.



Колебания математического маятника





$$\vec{F}_R = \vec{F}_T + \vec{F}_H$$

$$F_R = F_T \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha \approx \operatorname{Sin} \alpha = \frac{x}{\ell}$$

$$F_R = - \frac{mgx}{\ell}$$

Равнодействующая сил, под действием которой математический маятник совершает гармонические колебания, пропорциональна смещению и противоположна ей по знаку.

От чего зависит и не зависит период математического маятника?

Посмотрите видеоурок по ссылке и ответьте на
этот вопрос:

<https://www.youtube.com/watch?v=1GZduDDJgSQ>

Физическая величина	Зависит или не зависит период колебаний математического маятника, T
Амплитуда колебаний, A	
Масса груза, m	
Длина нити, ℓ	
Ускорение свободного падения, g	

Выполните самопроверку

Физическая величина	Зависит или не зависит период колебаний математического маятника, T
Амплитуда колебаний, A	Не зависит
Масса груза, m	Не зависит
Длина нити, ℓ	Зависит: с увеличением длины нити, период увеличивается $T \sim \sqrt{\ell}$

Физическая
величина

Зависит или не зависит период
колебаний математического
маятника, T

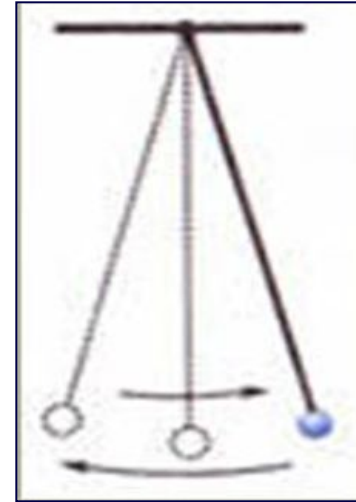
Ускорение
свободного
падения, g

Зависит:
с уменьшением ускорения
свободного падения, период
увеличивается

$$T \sim \frac{1}{\sqrt{g}}$$

Период математического маятника:

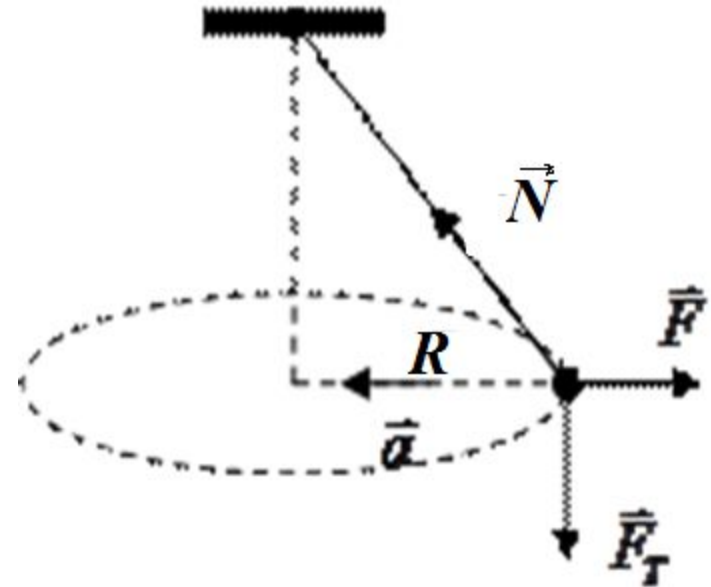
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$



Период «конического» маятника:

$$T = \frac{2\pi R}{v}$$

$$F_R = \frac{m \cdot v^2}{R}$$



Частота математического маятника:

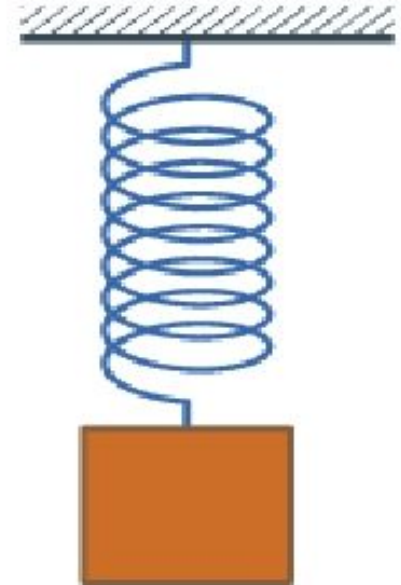
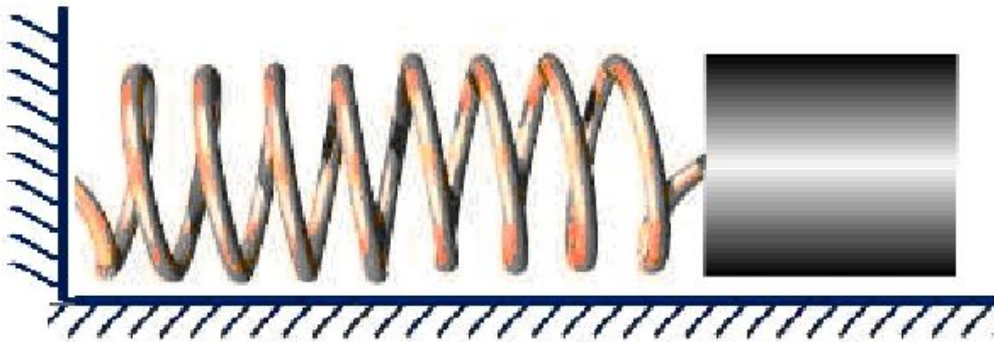
$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

Циклическая частота математического маятника:

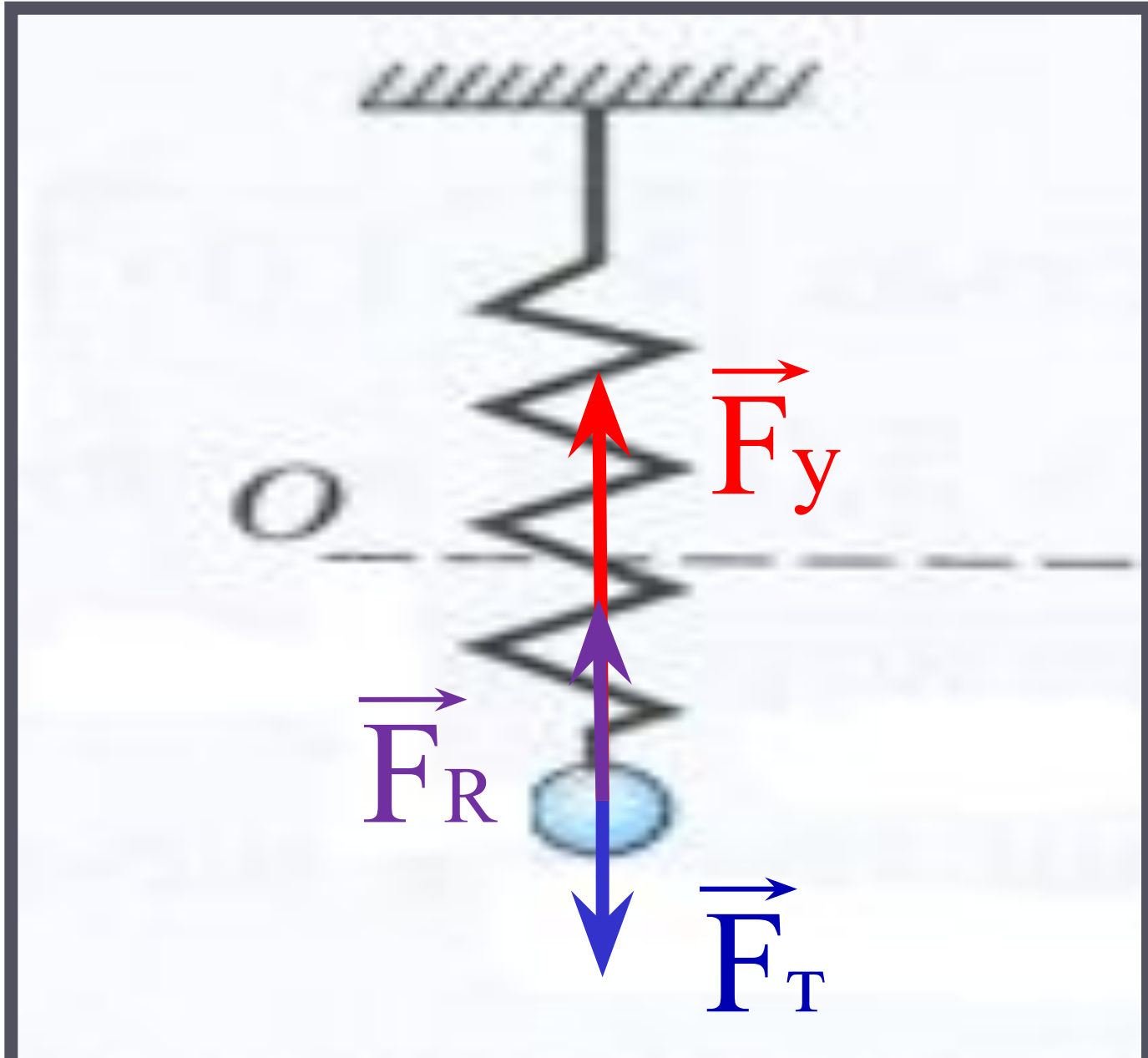
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\cancel{2\pi}}{\cancel{2\pi}} \cdot \sqrt{\frac{g}{\ell}} = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

Пружинный маятник

Пружинным маятником называется колебательная система, состоящая из груза, подвешенного на пружине.



Колебания пружинного маятника



От чего зависит и не зависит период пружинного маятника?

Посмотрите видеоурок по ссылке и ответьте на
этот вопрос:

<https://youtu.be/fYULhXS2O7k>

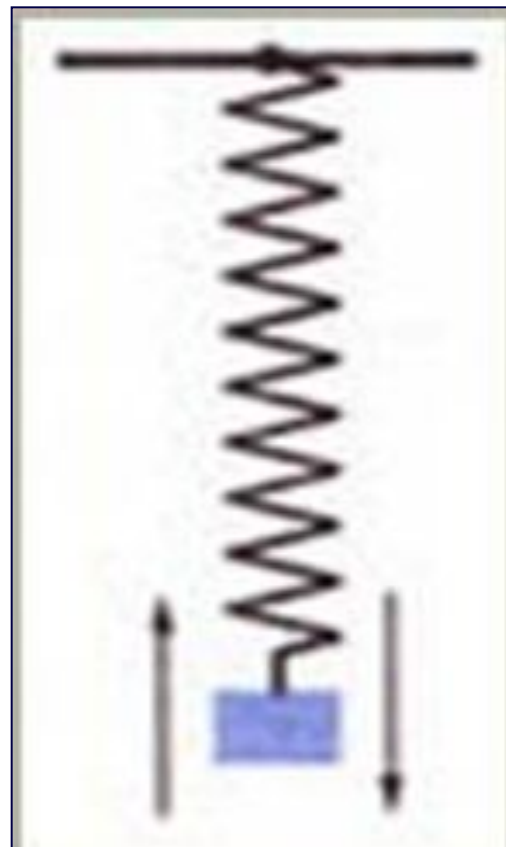
Физическая величина	Зависит или не зависит период колебаний пружинного маятника, T
Амплитуда колебаний, A	
Масса груза, m	
Жесткость пружины, k	

Выполните самопроверку

Физическая величина	Период колебаний пружинного маятника, T
Амплитуда колебаний, A	Не зависит
Масса груза, m	Зависит: с увеличением массы тела, период увеличивается $T \sim \sqrt{m}$
Жесткость пружины, k	Зависит: с увеличением жесткости пружины, период уменьшается $T \sim \frac{1}{\sqrt{k}}$

Период пружинного маятника:

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



Частота пружинного маятника:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Циклическая частота пружинного маятника:

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

Последовательное соединение пружин

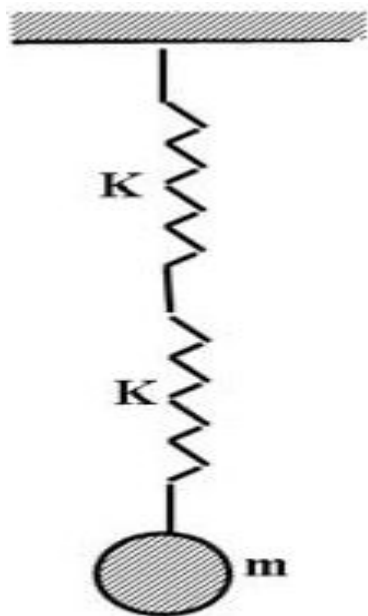


Рис.1

$$k_{\text{общ}} = \frac{k}{2}$$

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

Параллельное соединение пружин

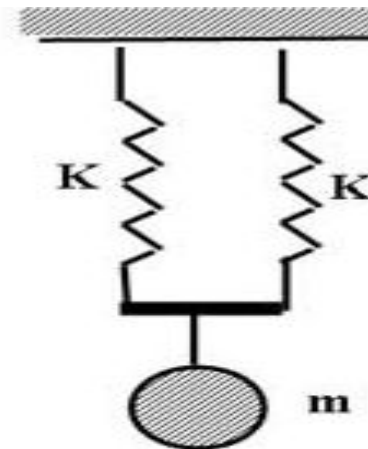


Рис.2

$$k_{\text{общ}} = 2k$$

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

1. Периоды колебаний двух математических маятников относятся как 3:2. Во сколько раз первый маятник длиннее второго?

Решение:

Периоды колебаний каждого математического маятника:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{2} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l_1 \cdot g}{g \cdot l_2}}}{2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}}} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$$

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{9}{4} = \frac{l_1}{l_2} = 2,25$$

Ответ: первый маятник длиннее второго в 2,25 раза

2. Как изменится период колебаний груза на пружине, если массу и амплитуду колебаний увеличить на 800%, а жесткость пружины увеличить на 300% ?

$$\frac{T_2}{T_1} = ?$$

$$X_{\max 2} = 9X_{\max 1}$$

$$m_2 = 9m_1$$

$$k_2 = 4k_1$$

Решение:

Периоды колебаний каждого маятника:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k_1}} \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k_2}}$$

От амплитуды период колебаний не зависит.

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{m_2 \cdot k_1}{k_2 \cdot m_1}}}{2\pi \sqrt{\frac{m_1 \cdot k_1}{4k_1 \cdot m_1}}} = \sqrt{\frac{9m_1 \cdot k_1}{4k_1 \cdot m_1}} = 1,5$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 150\%$$

Ответ: Период увеличится на 50 %