

Линза и маятник

ЗАДАЧА 1. («Физтех», 2011) Груз совершает колебания с амплитудой A и периодом T вдоль вертикали на упругой пружине. Масса пружины намного меньше массы груза. Груз находится на расстоянии $6F/5$ от тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F , вблизи её главной оптической оси, которая горизонтальна. На экране получено изображение колеблющегося груза.

- 1) На каком расстоянии от линзы находится экран?
- 2) С какой амплитудой колеблется изображение?
- 3) Найдите максимальную скорость груза.
- 4) Найдите скорость изображения в те моменты, когда смещение груза от положения равновесия равно $\frac{3}{4}A$.

$$\frac{d}{v} \frac{z}{z^2} = n \left(v \cdot \frac{d}{v z^2} = \text{const} \right) \quad (z : d = 1, v : d = q) \quad (1)$$

ЗАДАЧА 2. («Физтех», 2011) Шарик на нити длиной $l = 40$ см совершает малые колебания в поле тяжести Земли в вертикальной плоскости с угловой амплитудой $\alpha_0 = 0,1$. Размеры шарика малы по сравнению с длиной нити. Плоскость колебаний шарика перпендикулярна главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 15$ см и находится на расстоянии $4F/3$ от линзы. Шарик движется вблизи оси линзы. На экране получено изображение колеблющегося шарика.

- 1) На каком расстоянии от линзы находится экран?
- 2) Во сколько раз расстояние между крайними положениями изображения больше расстояния между крайними положениями шарика?
- 3) Найдите максимальную угловую скорость Ω_0 шарика.
- 4) Найдите скорость изображения в те моменты, когда нить маятника составляет угол $\frac{4}{5}\alpha_0$ с вертикалью.

Указание. При малых углах α можно считать, что $\sin \alpha \approx \alpha$, $\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$. Принять $g = 10$ м/с².

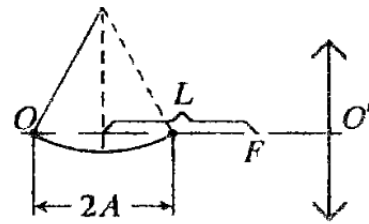
$$\omega / \omega_0 \approx \frac{l}{F} \sqrt{\frac{g}{l}} \frac{\alpha_0}{2} = n \left(\omega : \omega_0 \approx \frac{l}{F} \sqrt{\frac{g}{l}} \alpha_0 = \text{const} \right) \quad (g : l = 1, \omega : \omega_0 = q) \quad (1)$$

ЗАДАЧА 3. («Физтех», 2012) Гайка, висящая на пружине, совершает вертикальные колебания, двигаясь перпендикулярно главной оптической оси линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см. На экране, который можно перемещать, получено изображение гайки. При этом максимальная скорость изображения оказалась в три раза меньше максимальной скорости гайки.

- 1) Найдите расстояние между гайкой и линзой.
- 2) На какое расстояние и куда (по отношению к гайке) следует переместить линзу, чтобы максимальная скорость изображения уменьшилась в два раза по сравнению с предыдущей?

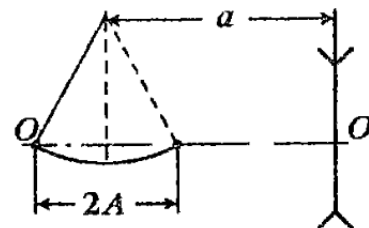
$$\text{изм. до см от гайки} \quad (z : \text{см} = 0,8) \quad (1)$$

Задача 4. (МФТИ, 1992) Математический маятник раскачивается с амплитудой $A = 1$ см в плоскости рисунка (см. рис.). Равновесное положение нити маятника находится на расстоянии $L = \sqrt{5}$ см от переднего фокуса тонкой положительной линзы. Расстояние между изображениями маятника, лежащими на главной оптической оси линзы, равно $\Delta = 2$ см. Найти фокусное расстояние линзы.



$$\text{но } z = \frac{vz}{v(zv - zT)} \wedge = f$$

Задача 5. (МФТИ, 1992) Математический маятник колеблется в плоскости рисунка с амплитудой $A = 1$ см. Равновесное положение нити маятника находится на расстоянии $a = 4$ см от тонкой отрицательной линзы с фокусным расстоянием $F = 2$ см (см. рисунок). Найти расстояние между изображениями маятника, лежащими на главной оптической оси линзы.



$$\text{но } \frac{z\delta}{8} = \frac{zv - z(v+f)}{zfvz} = \nabla$$