

Тема урока: «Решение задач по динамике на применение законов Ньютона».

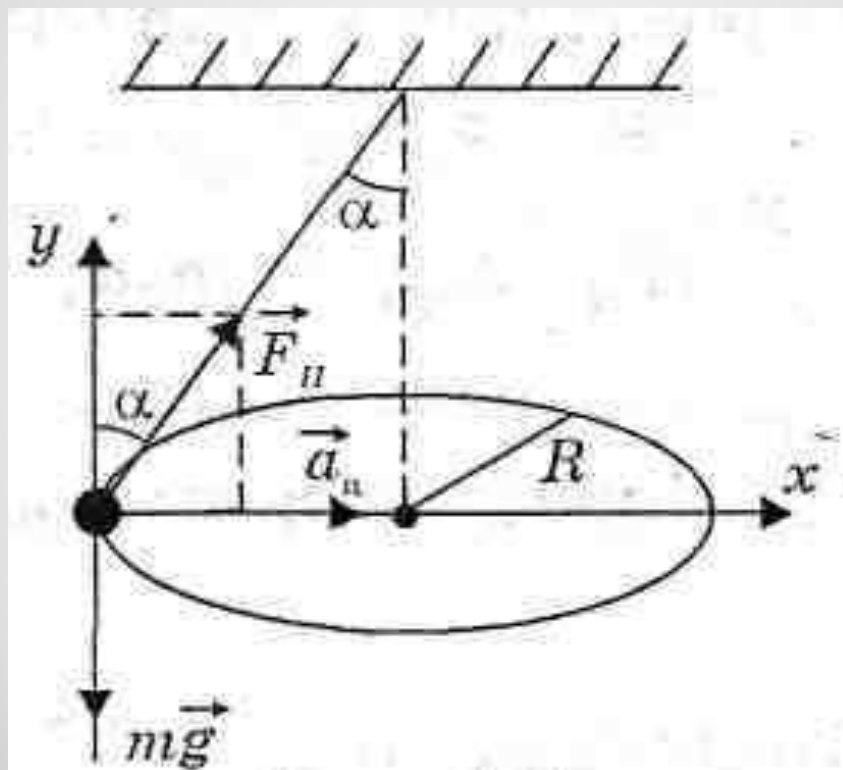
9 класс

Учитель физики:
Гафаров Аблятив Абнасирович

Задача. Конический маятник

Груз, подвешенный на нити, движется по окружности в горизонтальной плоскости (такая система называется коническим маятником).
Чему равен период обращения T , если длина нити l и нить отклонена от вертикали на угол α ?

На тело, которое вращается в горизонтальной плоскости, действуют сила тяжести и сила натяжения подвес:



Согласно второму закону Ньютона, $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}}$. Центростремительное ускорение связано со скоростью соотношением $a = \frac{v^2}{R}$. Поскольку нас интересует период обращения T , выразим центростремительное ускорение через период, воспользовавшись соотношением $v = \frac{2\pi R}{T}$ (за время, равное одному периоду, груз совершает один полный оборот). Мы получим $a = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R$.

Запишем уравнение второго закона Ньютона в проекциях на оси координат.

Совместим начало координат с положением груза в данный момент,

ось y направим вертикально вверх, а ось x — горизонтально вдоль радиуса к

центру окружности. Из уравнения $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}}$ мы получим систему двух

уравнений:

$$\boxed{x} \quad m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 l \sin \alpha = F_{\text{упр}} \sin \alpha,$$

$$\boxed{y} \quad 0 = -mg + F_{\text{упр}} \cos \alpha.$$

Из второго уравнения $F_{\text{упр}} = \frac{mg}{\cos \alpha}$. Подставляя это выражение в первое уравнение системы, получаем $m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 l \sin \alpha = mg \operatorname{tg} \alpha$. Отсюда $T = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}}$.

Заметим, что если угол α достаточно мал, можно принять $\cos \alpha \approx 1$, и тогда получим $T \approx 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. В дальнейшем мы увидим, что таков же и период малых колебаний груза, подвешенного на нити.