

Измерения без приборов

Условие

Задача 11-2. «Измерения без приборов»

Многие важные и интересные результаты можно получать, проводя физические эксперименты практически без измерительных приборов, что вам и предстоит сделать в данной работе!

Несмотря на простоту предлагаемых экспериментов, будьте точны, аккуратны и терпеливы.

Оборудование: штатив с лапкой, гвоздь 100 мм, 1 м нитки, линейка, кусок пластилина.

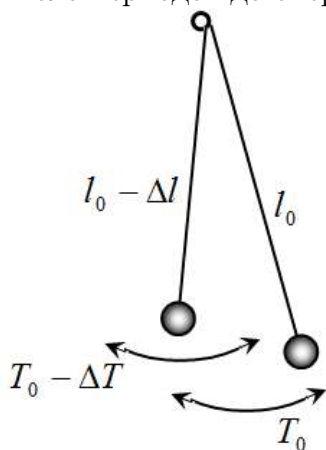
Из двух одинаковых кусочков пластилина скатайте шарики и прикрепите их к нитке, тем самым вы получите два маятника, которые можно считать математическими.

Часть 1. Зависимость периода колебаний от длины маятника (метод совпадений).

Подвесьте два маятника на горизонтальном гвозде, так, чтобы они могли колебаться в параллельных плоскостях, не касаясь друг друга. Длина каждого маятника должна равняться 32 оборотам нитки вокруг гвоздя. Постарайтесь сделать длины маятников как можно точнее.

Длину одного маятника оставляйте неизменной $l_0 = 32s$ (где s длина одного оборота вокруг гвоздя). Неизменный период колебаний этого маятника обозначим T_0 . Длину второго маятника постепенно уменьшайте, наматывая нить на гвоздь: $l = l_0 - ns$ (n - число оборотов, которые вы сделали, укорачивая маятник. При этом период колебания маятника будет уменьшаться $T = T_0 - \Delta T$.

Если маятники отклонить в одну сторону на один и тот же угол и отпустить, то они будут колебаться так что углы отклонения будут постоянно изменяться. Через N периодов колебаний неизменного маятника T_0 углы отклонения снова станут одинаковыми, маятники отклонятся на максимальную величину одновременно, в одну сторону, нити станут параллельными. Это число периодов до очередного совпадения отклонений легко и точно измеряется.



1.1 Получите формулу, позволяющую выразить относительную разность периодов $\frac{\Delta T}{T_0}$ через число колебаний до совпадения отклонений N .

1.2 Измерьте зависимость величины N от числа оборотов n . Укорачивающих длину маятника. Постройте график полученной зависимости.

1.3 Получите теоретическую зависимость величины $\frac{\Delta T}{T_0}$ от числа оборотов n и длины неизменного маятника (измеренной в единицах s) n_0 . Постройте на том же бланке теоретическую зависимость. Сравните их. Укажите возможные причины их расхождений.

1.4 Упростите полученную формулу полагая, что $\Delta l \ll l_0$. Укажите возможный диапазон использования такого приближения.

1.5 Оцените погрешность, с которой можно измерить относительное изменение периода $\frac{\Delta T}{T_0}$.

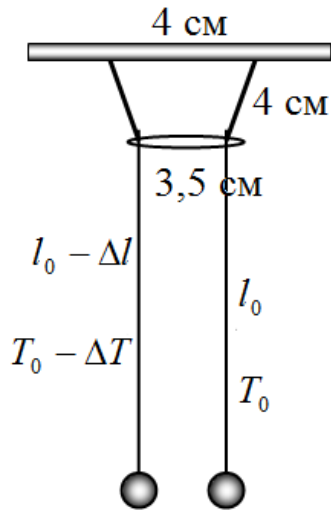
Часть 2 Биения.

Соберите систему из двух связанных маятников. На гвоздь прикрепите нити маятников на расстоянии примерно 4 см, на высоте примерно равной 4-5 см свяжите нити маятников ниткой, так, чтобы расстояние между нитями составляло примерно 3- 3,5 см. Маятники должны совершать колебания в плоскости перпендикулярной плоскости рисунка. Длину одного маятника оставляйте (и равной 32 см), длину второго маятника изменяйте с шагом 1 см. В данном эксперименте для измерения длин можете использовать линейку. Длину маятника можно изменять, передвигая пластилин по нитке.

Если сначала отклонить только один маятник (длина которого неизменна), то второй маятник начнет медленно раскачиваться, увеличивая амплитуду, а затем эта амплитуда снова уменьшится до нуля. Такое движение называется биения. Периодом биений T_B называется время между двумя последовательными остановками. В данном эксперименте вам необходимо исследовать зависимость периода биений от разности длин маятников Δl .

Период биений следует измерять в периодах колебаний маятника постоянной длины $\frac{T_B}{T_0}$.

Удобно исследовать эту величину в зависимости от относительной разности длин $\frac{\Delta l}{l_0}$.



2.1 Получите теоретическую формулу, описывающую зависимость $\frac{T_B}{T_0}$ от $\frac{\Delta l}{l_0}$.

2.2 Проведите соответствующие измерения, сравните полученные результаты с теоретическими, сделайте вывод о применимости построенной вами модели.

Подсказка: колебания каждого маятника можно рассматривать как сумму колебаний с двумя периодами T_0 и $T_0 - \Delta T$ (собственными периодами каждого маятника)