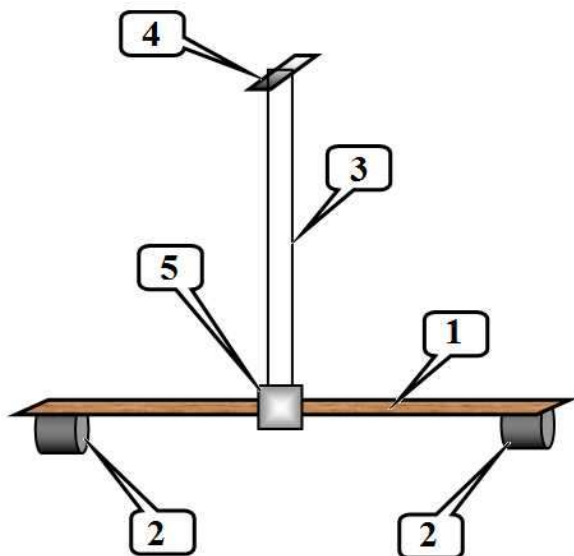


Условие

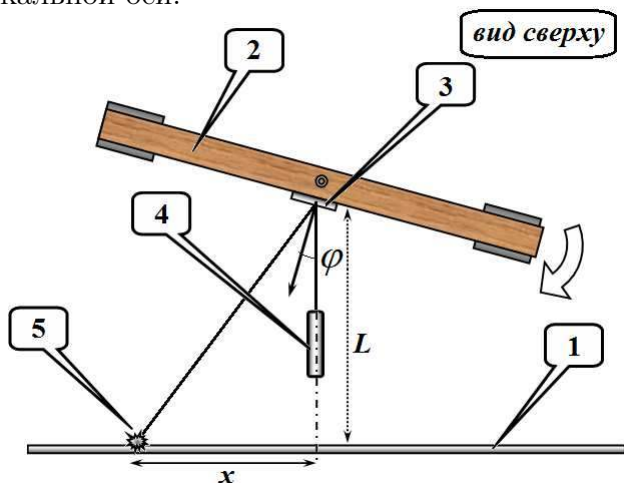
Задача 9-1. Бегающий зайчик

Приборы и оборудование: крутильный маятник, секундомер, лазер, плоское зеркало, угломерная шкала, линейка 40 см.



Крутильный маятник состоит из деревянной линейки (1), к концам которой с помощью скотча прикреплены два одинаковых груза (2). Линейка с помощью двух нитей (3) подвязана к лапке штатива (4). Длина нитей должна быть не менее 50 см, расстояние между нитями не более 1 см, нити должны быть параллельны. С помощью кусочка пластилина к середине линейки прикреплено плоское стеклышко, играющее роль зеркала.

В работе вам предстоит исследовать крутильные колебания этого маятника вокруг вертикальной оси.



Для этого соберите следующую установку. К торцу стола прикреплена полоска картона (1), играющая роль экрана со шкалой (разметить ее необходимо самостоятельно). Расположите штатив с маятником так, чтобы в положении равновесия линейка (2) располагалась параллельно экрану. Расстояние от зеркальца маятника до экрана должно быть равно $L = 20$ см. Поместите лазер (4) между экраном и зеркальцем, так чтобы его луч падал на зеркальце нормально (т.е. перпендикулярно), когда маятник находится в положении равновесия. При повороте маятника отраженный от зеркальца луч («зайчик» 5) должен двигаться вдоль шкалы. При необходимости отрегулируйте ориентацию зеркальца так, чтобы отраженный луч не пе-

рекрывался лазером и был хорошо виден на экране. Координату «зайчика» на экране будем обозначать x . Начало отчета совмещено с положением «зайчика» в положении равновесия. Угол поворота линейки обозначим φ и так же будем его отсчитывать от положения равновесия. Таким образом, при колебаниях маятника, как координата «зайчика» x (в сантиметрах), так и угол поворота φ (в градусах) должны изменяться в симметричных пределах $\pm x_0, \pm \varphi_0$, где x_0, φ_0 - максимальные отклонения координаты и угла поворота, соответственно.

Помните! При оптических измерениях самой важное – точная настройка установки!

Часть 1. Градуировка шкалы.

Данный крутильный маятник очень чувствителен, поэтому градуировать шкалу с его помощью очень сложно. Для облегчения выполнения этой важной части работы вам предложено плоское зеркало. Вместо маятника расположите зеркало в том же месте, где будет находиться зеркальце маятника. Поставьте зеркало на лист бумаги с угломерной шкалой, для измерения угла поворота зеркала. Радиальные линии проведены через 5° .

1.1 Проградуируйте шкалу экрана для измерения координаты зайчика x в сантиметрах. 1.2 Измерьте зависимость координаты зайчика x от угла поворота зеркала φ (в градусах). Постройте график полученной зависимости. 1.3 Получите теоретическую формулу для зависимости $x(\varphi)$, постройте ее график. Сравните экспериментальную и теоретическую зависимости. Укажите возможные причины их расхождения. 1.4 Постройте на экране вторую шкалу, для измерения угла поворота зеркала (эта шкала будет неравномерной). **Построение шкал оценивается!**

Часть 2. Средняя скорость.

Поворот маятника и движения зайчика не являются равномерными, поэтому изменения этих величин можно характеризовать средней скоростью движения «зайчика» $v_{\text{ср.}}$ и средней угловой скоростью $\omega_{\text{ср.}}$.

Линейную скорость следует измерять в $\frac{\text{см}}{\text{с}}$, а угловую в $\frac{\text{град}}{\text{с}}$.

2.1 Измерьте зависимость средней угловой скорости вращения маятника $\omega_{\text{ср.}}$ от максимального угла поворота φ_0 за половину периода колебаний при изменении угла поворота от $-\varphi_0$ до $+\varphi_0$. Постройте график полученной зависимости. 2.2 Покажите, что измеренная средняя угловая скорость $\omega_{\text{ср.}}$ пропорциональна максимальному углу поворота φ_0

$$\omega_{\text{ср.}} = C\varphi_0, \quad (1)$$

Определите коэффициент C , укажите его физический смысл.

Приведите все, использованные вами расчетные формулы, а также укажите все величины, которые вам необходимо измерять.

Часть 3. Закон движения.

В этой части вам необходимо экспериментально исследовать закон изменения угла поворота маятника от времени.

3.1 Измерьте зависимость угла поворота маятника от времени $\varphi(t)$ за половину периода колебаний, т.е. при изменении угла поворота от $-\varphi_0$ до $+\varphi_0$. Постройте график полученной зависимости. 3.2 Используя полученный график, определите максимальную мгновенную угловую скорость вращения маятника. Найдите ее отношение к средней скорости на всем интервале от $-\varphi_0$ до $+\varphi_0$. 3.3 Используя результаты проведенных измерений, постройте на одном бланке графики зависимостей $\frac{\varphi}{\varphi_0}$ и $\frac{x}{x_0}$ от времени. Объясните различие между полученными зависимостями.

Измерения проведите при максимальном угле поворота $\varphi_0 = 30^\circ$. Используйте память этапов секундомера – прочитайте инструкцию по его использованию. Кратко опишите, как вы проводили измерения.