

## Условие

### Задание 2. «Неупругий удар»

При столкновениях пластичных тел (например, шариков из пластилина) происходит неупругий удар – удар, при котором часть кинетической энергии шариков переходит во внутреннюю энергию. В данной задаче предлагается исследовать столкновения именно в случае неупругого удара.

#### Приборы и оборудование:

1. Штатив. 2. Линейка 40 см. 3. Пластилин (на одного участника один целый брусок) 4. Нитки. 5. Две скрепки.

Соберите установку, показанную на фотографии и на схеме. Линейку удобно закрепить на краю стола. Чтобы уменьшить закручивание нитей каждый шарик удобно подвешивать на двух расходящихся нитях (бифилярный подвес). Длина повеса должна быть не менее 60 см. К нижней части подвеса привяжите скрепку, к которой удобно прикреплять пластилиновые шарики. Для измерения отношения масс шариков можете использовать линейку как рычажные весы.

*Рекомендация: удобно изготавливать шарики, массы которых относятся как целые числа: 1:2, 2:1, 3:4 и т.д.*

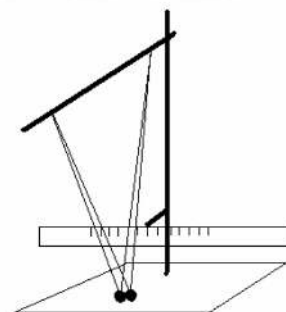
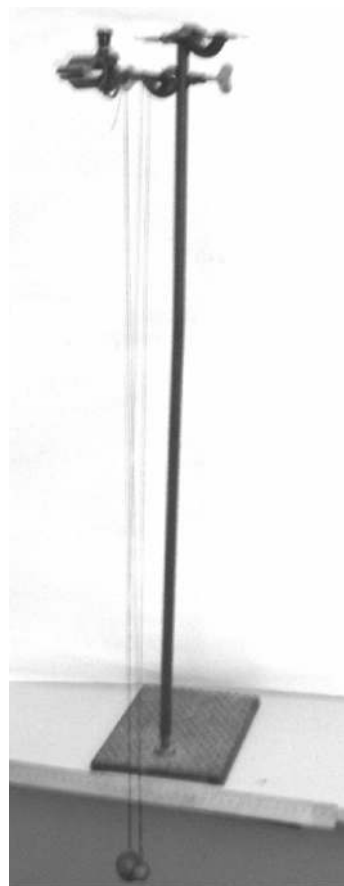
Вам предстоит исследовать столкновения шариков, один из которых изначально неподвижен – желательно, чтобы после столкновения шарики двигались вместе. Обозначим массу движущегося (ударяющего) шарика  $m_0$ , а массу неподвижного -  $m_1$ , а их отношение  $\frac{m_0}{m_1} = \eta$ . Начальное отклонение нити от вертикали, измеренное по линейке обозначим  $x_0$ , а максимальное отклонение после удара -  $x_1$ .

#### Часть 1 – Теоретическая.

**1.1** Рассмотрите неупругий удар при котором один шарик массой  $m_1$  покоится, а второй массой  $m_0$  налетает на него со скоростью  $v_0$ . Покажите, что скорость слипшихся шариков после удара определяется формулой

$$v_1 = \frac{m_0}{m_0 + m_1} v_0. \quad (1)$$

**1.2** Покажите, что отношение количества теплоты, выделившейся при неупругом ударе, к начальной кинетической энергии шарика определяется формулой



$$\frac{Q}{E_0} = \frac{m_1}{m_1 + m_0}. \quad (2)$$

**1.3** Проанализируйте движение шариков в вашей установке. Покажите, что при малых углах отклонения (а в данной задаче их можно считать малыми, если длина подвеса значительно превышает величины отклонений) потенциальная энергия шарика пропорциональна квадрату отклонения нити  $x$  и массе шарика  $m$

$$U = Amx^2, \quad (1)$$

где  $A$  - постоянный коэффициент, зависящий только от геометрических параметров установки; а скорость шарика в нижней точке пропорциональна максимальному отклонению

$$v_0 = Bx, \quad (2)$$

где  $B$  - постоянный коэффициент, зависящий только от геометрических параметров установки.

## Часть 2. Отношение скоростей.

**2.1** Измерьте зависимости отклонения слипшихся шариков после удара  $x_1$  от начального отклонения ударяющего шарика при отношении их масс равных  $\frac{m_0}{m_1} = 1$  и  $\frac{m_0}{m_1} = 2$ . Постройте графики полученных зависимостей.

**2.2** На основании полученных экспериментальных данных проверьте, можно ли считать, что отношение скорости шариков после удара к скорости ударяющего шарика является постоянной величиной. Проверьте выполнимость формулы (1) в вашем случае.

## Часть 3. Потери энергии.

**3.1** Измерьте зависимость отношения скорости шариков после удара к скорости шарика до удара при неизменном начальном отклонении  $x_0$ . Постройте график этой зависимости. **3.2** Постройте график зависимости относительных потерь механической энергии при неупругом ударе  $\delta = \frac{Q}{E_0}$  от отношения масс шариков.  $\frac{m_0}{m_1} = \eta$ . **3.3** Сравните полученные графики с теоретическими зависимостями. Объясните полученные результаты. *При необходимости внесите корректировки и поправки в ваши расчеты.*