



научно-методический журнал

ISSN 0130-5522

5 2016

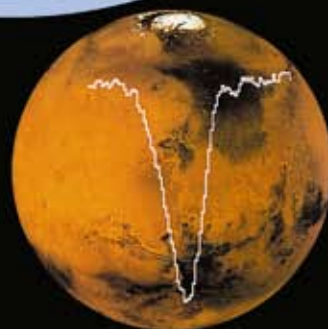
ФИЗИКА

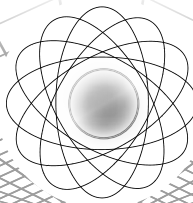
В ШКОЛЕ

Эстетика научного познания

Учебное проектирование

Планирование работы по формированию универсальных умений





ЭКСПЕРИМЕНТ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАБОТА «СРАВНЕНИЕ МАСС ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ТЕЛ»

С.М. Андрюшечкин , к.п.н., доцент Омского государственного аграрного университета, г. Омск; asm57@mail.ru	S.M. Andryushechkin , PhD (Pedagogy), Associate Professor, Omsk State Agrarian University; asm57@mail.ru
Ключевые слова: определение массы тела по результату его взаимодействия с другими телами	Keywords: definition of body mass index on the result of its interaction with other bodies
В статье рассматривается экспериментальная работа, служащая закреплению знаний учащихся о способах измерения массы тел	The article describes experimental work which consolidate students' knowledge about how to measure the mass of bodies

Уже на первой ступени изучения курса физики (VII класс) учащихся знакомят с двумя способами измерения массы тела — путем взвешивания и при взаимодействии с другими телами [1, 2]. При этом ученикам сообщается, что массы взаимодействующих тел m_1 и m_2 можно сравнить, определив их отношение $\frac{m_1}{m_2}$, равное обратному отношению скоростей v_1 и v_2 , которые тела приобретают при взаимодействии друг с другом (если первоначально они находились в покое)

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}.$$

Ниже предлагается описание экспериментальной работы (с использованием простейшего оборудования), целью которой является более подробное ознакомление учеников с методом определения массы тела путем анализа результатов его взаимодействия. Выполнение работы может быть предложено учащимся в качестве работы физического практикума, на факультативных занятиях или как домашняя экспериментальная работа [3].

Задание 1. Сравнение масс тел по даль-

ности их полета в горизонтальном направлении¹.

Оборудование: монеты разной массы, упругое кольцо, вырезанное из пластиковой бутылки, штатив для лабораторных работ, картонная или фанерная пластинка, отвес, лента измерительная, нитки, ножницы, бумага копировальная, листы белой бумаги.

Указания к выполнению задания.

Сравнение масс взаимодействующих тел можно осуществить с помощью установки, изображенной на рисунке 1. Если перерезать нить, стягивающую упругое кольцо, монеты приобретают скорость и разлетаются в противоположных направлениях с некоторыми скоростями v_1 и v_2 . При дальнейшем движении на тела действует сила тяжести. Она направлена вертикально, и ее действие приводит к изменению (увеличению) скорости тел в вертикальном направлении. В горизонтальном направлении на тела (если не учитывать силу сопротивления воздуха) силы не действуют. Следовательно, в горизонтальном направлении те-

¹ Смотрите также [4, с. 25–26. Работа 5–VIII. Проверка постоянства отношений ускорений двух тел при их взаимодействии].

ла движутся равномерно и «приземляются» с той же горизонтальной скоростью. Время падения тел одинаково.

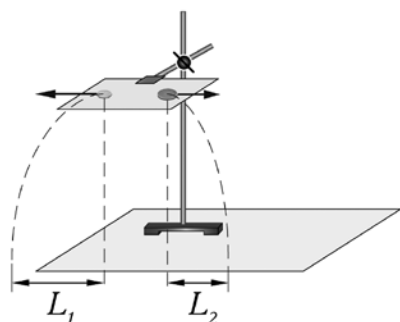


Рис. 1

Скорости v_1 и v_2 тел определяют, измерив дальности L_1 и L_2 их полета в горизонтальном направлении. В месте падения монет кладут листы белой бумаги, а сверху — копировальную бумагу. Прделав опыт несколько раз, находят среднее значения L_1 и L_2 .

$$v_1 = \frac{L_1}{t_1}, \quad v_2 = \frac{L_2}{t_2}.$$

Так как

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1},$$

то окончательно имеем:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{L_2}{L_1}.$$

Погрешность полученного результата при необходимости можно оценить следующим образом. Относительная погрешность отношения масс равна:

$$\varepsilon\left(\frac{m_1}{m_2}\right) = \varepsilon_{L_1} + \varepsilon_{L_2},$$

$$\varepsilon_{L_1} = \frac{\Delta L_1}{L_1}, \quad \varepsilon_{L_2} = \frac{\Delta L_2}{L_2},$$

где $\Delta L_1, \Delta L_2$ — абсолютная погрешность измерения дальности полета, которую можно принять равной цене деления измерительной ленты. Абсолютная погрешность измерения отношения масс будет равна:

$$\Delta\left(\frac{m_1}{m_2}\right) = \varepsilon\left(\frac{m_1}{m_2}\right) \cdot \left(\frac{m_1}{m_2}\right).$$

Расчет абсолютной погрешности позволит определить интервал, в котором находится значение отношения масс $\frac{m_1}{m_2}$.

Задание 2. Сравнение масс тел по величине их «тормозного» пути.

Оборудование: монеты разной массы, упругое кольцо, вырезанное из пластиковой бутылки, лента измерительная или измерительная линейка, нитки, ножницы.

Указания к выполнению задания.

Положите упругое кольцо, стянутое ниткой, на горизонтальную поверхность стола, а по обе стороны от кольца — монеты. Если перерезать (или пережечь) нить, то монеты начинают скользить по поверхности стола и проходят некоторый путь до остановки. Измерив «тормозной» путь монет, можно сравнить скорости, приобретенные ими при взаимодействии, а значит, и их массы.

Пусть после взаимодействия одна из монет массой m_1 прошла «тормозной» путь S_1 , а другая, массой m_2 — «тормозной» путь S_2 (рис. 2). Работа силы трения, действовавшей при движении на монету, равна изменению ее кинетической энергии.

$$F_{mp_1} S = \frac{m_1 v_1^2}{2}, \tag{1}$$

$$F_{mp_2} S = \frac{m_2 v_2^2}{2}, \tag{2}$$

где F_{mp_1} и F_{mp_2} — силы трения скольжения, действовавшие соответственно на первую и вторую монеты, v_1 и v_2 — скорости, которые приобрели монеты.

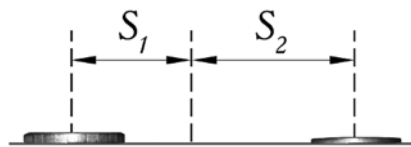


Рис. 2

Монеты скользят по одной и той же поверхности; сила трения, действующая на

монету, тем больше, чем больше ее масса. По этой причине

$$\frac{F_{mp2}}{F_{mp1}} = \frac{m_2}{m_1}. \quad (3)$$

Разделим выражения (2) на выражение (1) и учтем выражение (3):

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{S_2}{S_1}.$$

Значит

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{S_2}{S_1}}.$$

Так как

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1},$$

то окончательно

$$\frac{m_1}{m_2} = \sqrt{\frac{S_2}{S_1}}.$$

Погрешность полученного результата можно оценить следующим образом. Относительная погрешность отношения масс равна:

$$\varepsilon\left(\frac{m_1}{m_2}\right) = \frac{1}{2}\varepsilon_{S_1} + \frac{1}{2}\varepsilon_{S_2}, \quad \varepsilon_{S_1} = \frac{\Delta S_1}{S_1}, \quad \varepsilon_{S_2} = \frac{\Delta S_2}{S_2},$$

где ΔS_1 , ΔS_2 — абсолютная погрешность измерения тормозного пути, которую можно принять равной цене деления измерительной ленты. Абсолютная погрешность измерения отношения масс будет равна:

$$\Delta\left(\frac{m_1}{m_2}\right) = \varepsilon\left(\frac{m_1}{m_2}\right) \cdot \left(\frac{m_1}{m_2}\right).$$

Задание 3. С помощью весов определите массы тел взвешиванием и сравните полученные результаты.

Примечание для учителя

Упругое кольцо предварительно следует вырезать немного большей высоты. Это позволит вам оставить в нижней части кольца две небольшие площадки — «ушка», которые следует отогнуть под прямым углом к стенке кольца (рис. 3). На этих площадках и следует располагать монеты.

В верхней и нижней части кольца необходимо сделать вертикальные надрезы. Надрезы на кольце должны быть диаметрально противоположны (рис. 3). Введя в надрезы нить, можно удобным образом деформировать кольцо, стянув его нитью.

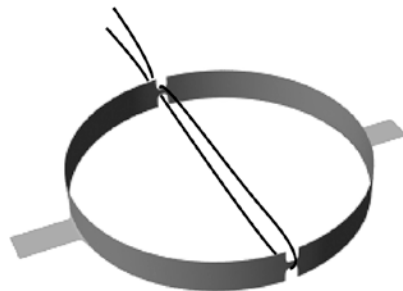


Рис. 3

Литература

1. Перышкин А.В. Физика. 7 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин. — М.: Дрофа, 2009. — 192 с.
2. Андрюшечкин С.М. Физика. 7 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений / С.М. Андрюшечкин. — М.: Баласс, 2012. — 240 с. (Образовательная система «Школа 2100».)
3. Андрюшечкин С.М. Физика в опытах и задачах: факультативный курс к учебнику «Физика. 7 кл.» / С.М. Андрюшечкин. — М.: Баласс, 2014. — 96 с. (Образовательная система «Школа 2100».)
4. Практикум по физике в средней школе: дидактический материал / В.А. Буров, Ю.И. Дик, Б.С. Зворыкин и др. — М.: Просвещение, 1982.

