

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет «ЛЭТИ»  
им. В.И. Ульянова (Ленина)»

кафедра физики

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе № 2н**  
**«НЕУПРУГОЕ СОУДАРЕНИЕ ШАРОВ»**

Выполнил : Борисов Владислав Станиславович

Группа № 2311

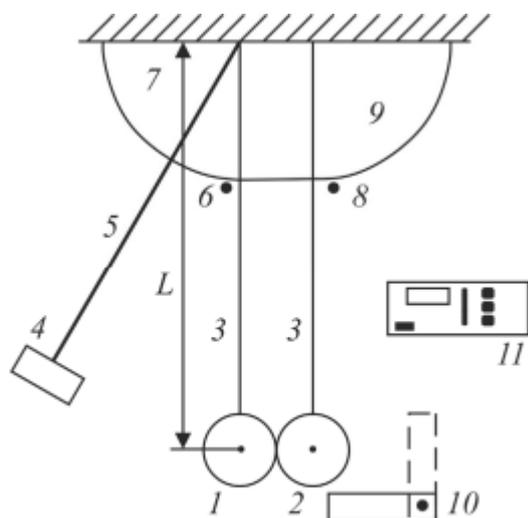
Преподаватель: \_ Титов Леонид Алексеевич, Чурганова Серафима Сергеевна

Вопросы		Задачи ИДЗ					Даты коллоквиума	Итог

Санкт-Петербург, 2022

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** экспериментальная проверка законов сохранения импульса и энергии при абсолютно неупругом столкновении шаров, подвешенных на бифилярных подвесах, по углу их совместного отклонения после столкновения.

**ЭСКИЗ ИЛИ СХЕМА УСТАНОВКИ :**



*Рис. 2.1*

Лабораторная установка для изучения неупругого удара (рис. 2.1) представляет собой два стальных шара с массами  $m_1$  и  $m_2$  (на боковой поверхности шара  $m_2$  в точке столкновения нанесен пластилин), закрепленных на бифилярных подвесах 3. Длины бифилярных подвесов от оси их подвеса до центров масс шаров одинаковы и равны  $L$ . Шар  $m_1$  может удерживаться в отклоненном положении электромагнитом 4. Положение электромагнита может изменяться за счет поворота штанги 5. Начальный угол отклонения подвеса шара  $m_1$  от вертикального положения определяется с помощью поворотного индикатора 6 и шкалы 7. Поворотный индикатор 8 со шкалой 9 позволяет определить угол совместного отклонения бифилярных подвесов слипшихся шаров после удара. Устройство 10 позволяет предотвратить отклонение шаров после соударения, если это необходимо. Управление электромагнитом осуществляется с помощью блока 11. Установка имеет два режима работы, регулируемых тумблером «плоскость»/«удар», находящимся в ее нижней части слева.

## ИССЛЕДУЕМЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ:

Абсолютно неупругим называют удар, при котором после столкновения тела движутся с одинаковыми скоростями в одном направлении (слипаются). В процессе неупругого удара механическая энергия не сохраняется, превращаясь частично во внутреннюю энергию столкнувшихся тел (тела нагреваются). При любом типе столкновения тел должен выполняться закон сохранения энергии, а при их быстром столкновении – еще и закон сохранения импульса в системе сталкивающихся тел.

Если шар  $m_2$  до столкновения был в состоянии покоя, то скорость шаров будет после столкновения и тепло, которое выделяется после удара, будут равны

$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}, Q = \frac{m_1 m_2 v_1^2}{2(m_1 + m_2)}.$$

Если шар  $m_1$  до столкновения был отклонен от положения равновесия на угол  $\alpha_0$ , то он относительно своего начального положения поднимется на высоту  $h_0 = L(1 - \cos \alpha_0)$ , где  $L$  – расстояние от оси вращения подвесов до центра масс шара.

Согласно закону сохранения энергии  $m_1 g h_0 = \frac{m_1 v_1^2}{2}$  шар  $m_1$  перед столкновением с покоящимся шаром  $m_2$  будет иметь скорость

$$v_1 = \sqrt{2gh_0} = \sqrt{2gL(1 - \cos \alpha_0)}$$

После столкновения шаров их подвесы отклонятся на угол  $\alpha$  и шары поднимутся на высоту  $h = L(1 - \cos \alpha)$ . А их скорость после столкновения согласно закону сохранения энергии будет равна

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gL(1 - \cos \alpha)}$$

Подставляя полученные выражения для скоростей  $v_1$  и  $v$  в первую формулу, получим формулу для косинуса угла отклонения подвесов после неупругого удара:

$$\cos \alpha = 1 - \left( \frac{m_1}{m_1 + m_2} \right)^2 (1 - \cos \alpha_0)$$

Таблица 1 - Определение угла отклонения  $\alpha$  шаров, подвешенных на бифилярных подвесах, после их абсолютно неупругого столкновения при  $N = 3, P = 95 \%, \beta_{P,N} = 1.3, \theta_\alpha = 2.5^\circ$

$\alpha_0$	№	$x_0 = \cos \alpha_0$	$\theta_x = \sin \alpha \theta_\alpha$	$y = 1 - \left( \frac{m_1}{m_1 + m_2} \right)^2 (1 - x_0)$	$\theta_y = \left( \frac{m_1}{m_1 + m_2} \right)^2 \theta_{x_0}$	$\alpha$	$x = \cos \alpha$	$\theta_x = \sin \alpha \theta_\alpha$
20°	1							
	2							
	3							
30°	1							
	2							
	3							
40°	1							
	2							
	3							
50°	1							
	2							
	3							
60°	1							
	2							
	3							

## Ответы на вопросы к лабораторной работе №1

### 1. Что такое присоединенная масса?

Присоединенной массой называется фиктивная масса жидкости, кинетическая энергия которой при ее движении со скоростью тела равна кинетической энергии окружающей тело жидкости.

### 2. Объясните суть явления вязкого трения.

Суть явления в том, что разные слои взаимодействуют друг с другом, создавая силы внутреннего трения. Быстрые слои газа или жидкости увлекают другие, а более медленные тормозят слои, которые быстрее медленных слоев

Таблица 2.2 – Константы эксперимента

$m_1, \text{Г}$	$m_2, \text{Г}$	$L, \text{см}$
$45 \pm 1$	$131 \pm 1$	$23.9 \pm 0.1$