

Омский государственный технический университет  
Кафедра физики

**Отчёт**  
по лабораторной работе №1-5

**СОУДАРЕНИЕ ШАРОВ**

Выполнил(а):

студент(ка) группы УВТ-244

Шимит Аман Вильямсович

Проверил(а): \_\_\_\_\_

Дата сдачи отчета: 04.12.24

загено  
Аллыс

## Лабораторная работа № 1-5 СОУДАРЕНИЕ ШАРОВ

**Цель работы:** определение коэффициента восстановления скорости при ударе.

**Приборы и принадлежности:** лабораторная установка «Соударение шаров», электронный блок.

### Краткая теория

Ударом называется *кратковременное взаимодействие тел, при котором за малый промежуток времени ( $10^{-4} \div 10^{-5}$ ) происходит значительное изменение скорости тел.*

При абсолютно упругом ударе выполняются *законы сохранения импульса и механической энергии.*

При абсолютно неупругом ударе выполняется *закон сохранения импульса,*

Степень упругости удара характеризует *величина  $K$ , называемая коэффициентом восстановления скорости.*

который определяется по формуле

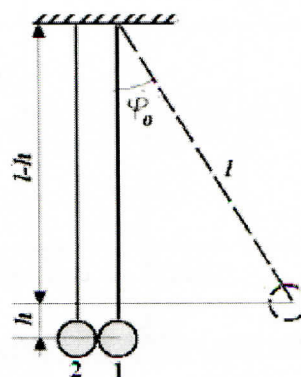
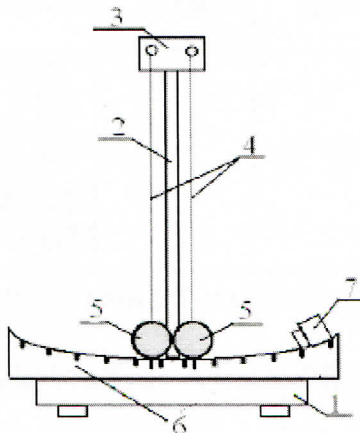
$$K = \left| \frac{U_1 - U_2}{V_1 - V_2} \right| \quad (5.1)$$

В этой формуле

$V_1$  и  $V_2$  - *скорости сталкивающихся тел до соударения*

$U_1$  и  $U_2$  - *скорости сталкивающихся тел после соударения*

Рис. 5.1



Коэффициент восстановления скорости принимает значения от 0 до 1.....

в зависимости то степени упругости удара.

В лабораторной работе  $k$  определяется на установке «Соударение шаров» (Рис. 5.1). Измеряются углы отклонения шаров от вертикали до и после удара. С помощью закона сохранения механической энергии.....

..... эти углы можно связать со скоростями движения шаров. Тогда расчетная формула для коэффициента восстановления скорости принимает вид:

$$k = \frac{|v_1 - v_2|}{v_0} \quad (5.7)$$

В этой формуле  $\varphi_0$  - отклонение  $\varphi_0$  шара от начального положения.....

$\varphi_1$  - угл отклонения первого шара после удара.....

$\varphi_2$  - угл отклонения второго шара после удара.....

### Экспериментальная часть

Таблица 5.1

№ п/п	$\varphi_0$ , град	$\varphi_1$ , град	$\varphi_2$ , град	$\langle \varphi_1 \rangle$ , град	$\langle \varphi_2 \rangle$ , град	$\Delta \varphi_1$ , град	$\Delta \varphi_2$ , град	$k$	$\Delta k$	$\epsilon$ , %
1	12,00	1,25	9,45	1,45	9,40	0,24	0,24	0,688	0,029	4,2
2		1,50	9,50							
3		1,50	9,45							
4		1,45	10,00							
5		1,25	9,50							

Цена наименьшего деления измерительной шкалы..... 0,25.....град.

Студент(ка) гр. ИВТ-244 Ильин Александр Владиславович (указать ФИО)

Дата выполнения 20.11.24 Подпись преподавателя Александр

Зачет 20.11.24  
Александр



В процессе работы, отклоняя шар №1 на заданный угол  $\varphi_0$ , измеряют углы  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  отклонений шаров №1 и №2 непосредственно после удара. Измерения углов проводятся пять раз.

### Обработка результатов измерений

1. Найти среднее значение угла  $\varphi_1$

$$\langle \varphi_1 \rangle = \frac{1,25 + 1,50 + 1,50 + 1,45 + 1,25}{5} = 1,45 \text{ град}$$

2. Найти отклонения результатов каждого измерения от среднего

$$\Delta\varphi_{11} = |1,45 - 1,25| = 0,2 \text{ град}$$

$$\Delta\varphi_{12} = |1,45 - 1,50| = 0,05 \text{ град}$$

$$\Delta\varphi_{13} = |1,45 - 1,50| = 0,05 \text{ град}$$

$$\Delta\varphi_{14} = |1,45 - 1,45| = 0,3 \text{ град}$$

$$\Delta\varphi_{15} = |1,45 - 1,25| = 0,2 \text{ град}$$

3. Найти среднюю квадратичную погрешность

$$S_{\varphi_1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta\varphi_{1i})^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0,2^2 + 0,05^2 + 0,05^2 + 0,3^2 + 0,2^2}{5 \cdot (5-1)}} = 0,0935414 \text{ град.}$$

4. Задать надежность  $\alpha$  (0,9 или 0,95) и в таблице найти коэффициент Стьюдента

$$t_{\alpha} = \text{при } \alpha = 0,9$$

2,13

5. Найти случайную погрешность измерения угла  $\varphi_1$

$$\Delta\varphi_{\text{сл}} = t_{\alpha} \cdot S_{\varphi_1} = 2,13 \cdot 0,0935414 = 0,199243182 \text{ град.}$$

6. Найти приборную погрешность  $\Delta\varphi_{пр} = 0,125 \text{ град.}$

7. Найти абсолютную погрешность  $\Delta\varphi_1 = \sqrt{(\Delta\varphi_{1сл})^2 + (\Delta\varphi_{пр})^2} =$

$$= \sqrt{0,199243182^2 + 0,125^2} = 0,235208 \approx 0,24 \text{ град.}$$

8. Найти среднее значение угла  $\varphi_2$

$$\langle\varphi_2\rangle = \frac{9,45 + 9,50 + 9,45 + 10,00 + 9,50}{5} = 9,40 \text{ град}$$

9. Найти отклонения результатов каждого измерения от среднего

$$\Delta\varphi_{21} = |9,40 - 9,45| = 0,05 \text{ град}$$

$$\Delta\varphi_{22} = |9,40 - 9,50| = 0,2 \text{ град}$$

$$\Delta\varphi_{23} = |9,40 - 9,45| = 0,05 \text{ град}$$

$$\Delta\varphi_{24} = |9,40 - 10,00| = 0,3 \text{ град}$$

$$\Delta\varphi_{25} = |9,40 - 9,50| = 0,2 \text{ град}$$

10. Найти среднюю квадратичную погрешность

$$S_{\varphi_2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta\varphi_{2i})^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0,05^2 + 0,2^2 + 0,05^2 + 0,3^2 + 0,2^2}{5 \cdot (5-1)}} = 0,0935414 \text{ град.}$$

11. Задать надежность  $\alpha$  (0,9 или 0,95) и в таблице найти коэффициент Стьюдента

$$t_\alpha = 2,13 \text{ при } \alpha = 0,9$$

12. Найти случайную погрешность измерения угла  $\varphi_2$

$$\Delta\varphi_{2сл} = t_\alpha \cdot S_{\varphi_2} = 2,13 \cdot 0,0935414 = 0,199243182 \text{ град.}$$

13. Найти приборную погрешность  $\Delta\varphi_{пр} = 0,125 \text{ град.}$

14. Найти абсолютную погрешность  $\Delta\varphi_2 = \sqrt{(\Delta\varphi_{2сл})^2 + (\Delta\varphi_{пр})^2} =$

$$= \sqrt{0,199243182^2 + 0,125^2} = 0,235208 \approx 0,24 \text{ град.}$$

15. Рассчитать коэффициент восстановления скорости  $k$  по формуле (5.7), используя средние значения углов отклонения шаров.

$$k = \frac{|\varphi_1 - \varphi_2|}{\varphi_0} = \frac{|1,45 - 9,40|}{12,00} = 0,6845 \approx 0,688$$

16. Рассчитать абсолютную погрешность определения коэффициента восстановления скорости  $\Delta k$  по методике косвенных воспроизводимых измерений ( $\Delta\varphi_0 = \Delta\varphi_{пр}$ ).

$$\Delta k = \sqrt{\left(\frac{\Delta\varphi_1}{\varphi_0}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\varphi_2}{\varphi_0}\right)^2 + \left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\varphi_0^2} \Delta\varphi_0\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,235208}{12,00}\right)^2 + \left(\frac{0,235208}{12,00}\right)^2 + \left(\frac{1,45 - 9,40}{12,00^2} \cdot 0,125\right)^2} = 0,0286294 \approx 0,029$$

17. Рассчитать относительную погрешность

$$\varepsilon = \frac{\Delta k}{k} 100 = \frac{0,0286294}{0,6845} \cdot 100 = 4,16482\% \approx 4,2\%$$

### Выводы

1. В лабораторной работе определен коэффициент восстановления скорости при ударе.
2. Измерены отклонение шара от начального положения  $\varphi_0$ , отклонение первого и второго шаров после удара  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  соответственно.

3. По результатам измерений рассчитан... коэффициент восстановления скорости  $k$  из усредненных значений сечения шаров

$$\left\{ \begin{array}{l} k = (0,688 \pm 0,029) \\ \varepsilon = 4,2 \% \\ \alpha = 0,9 \end{array} \right.$$

4. По величине коэффициента восстановления можно сделать вывод, что исследуемый удар является своей ударной волной.....