

-1. Время удара Приборы и оборудование

Условие

Задача 11-1. Время удара

Приборы и оборудование: Два металлических шарика; два цилиндра; нить; штатив с двумя лапками; штангенциркуль; источник напряжения 1,5 В; мультиметр; конденсатор емкости $C = 1000$ мкФ; постоянный резистор; ключ электрический; соединительные провода.

В данной работе вам необходимо разработать методику измерения очень малых времен – времен удара металлического шарика о закрепленный металлический цилиндр.

Основная идея этого метода заключается в изменении напряжения на конденсаторе за время столкновения шарика с цилиндром. Старайтесь, чтобы скорости шариков в момент удара оставались примерно одинаковыми.

Вам предстоит самостоятельно (с помощью незначительных подсказок) разрабатывать схемы проведения измерений.

Оценивать погрешности в данной работе не требуется! Тем не менее, стремитесь к тому, чтобы эти погрешности были минимальны. Результаты измерений представьте в наглядной графической форме.

Задание 1.

1.1 Используя выданное оборудование, измерьте внутреннее сопротивление r и ЭДС источника напряжения (гальванического элемента) ε .

1.2 Используя выданное оборудование, измерьте внутреннее сопротивление вольтметра R_V в использованном вами диапазоне измерения напряжений.

Приведите схемы измерений, расчетные формулы, результаты измерений и расчетов.

Подсказка 1. При разрядке конденсатора через резистор сопротивления R , зависимость напряжения на конденсаторе от времени описывается функцией

$$U = U_0 \exp\left(-\frac{t}{RC}\right). \quad (1)$$

Впрочем, вы можете обойтись и без этой формулы, рассматривая изменение напряжения ΔU за малый промежуток времени Δt .

Задание 2.

Если конденсатор подключить к источнику напряжения, через цепь, которая замыкается

только в момент удара шарика, то напряжение на конденсаторе будет изменяться скачками при каждом ударе.

2.1 Приведите электрическую схему, позволяющую измерять напряжение на конденсаторе в зависимости от числа ударов шарика о цилиндр. Предусмотрите в этой схеме возможность быстрой разрядки конденсатора в произвольный момент времени.

2.2 Пусть ЭДС источника равна U_0 , а напряжение на конденсаторе после n ударов равно U_n . Считая, что время удара τ мало по сравнению с характерным временем разрядки конденсатора RC , найдите формулу для напряжения на конденсаторе после очередного удара U_{n+1} .

2.3 Считая, что изначально конденсатор не заряжен, получите зависимость напряжения на конденсаторе от числа ударов.

Для экспериментальных исследований в данной части используйте алюминиевый (белый) цилиндр.

2.4 Проведите измерения зависимости напряжения на конденсаторе от числа ударов шарика о цилиндр. Измерения проведите для двух шариков разных диаметров.

2.5 Представьте полученные зависимости в графической форме, так, чтобы ваша зависимость была близка к линейной и позволяла определить время соударения.

2.6 Рассчитайте времена столкновения шариков с цилиндром.

2.7 Рассчитайте отношение времен столкновения шариков разных диаметров. Сравните это отношение с отношением диаметров шариков.

2.8 Проведите оценку скорости упругих волн в металле.

Подсказка 2.

Конечно, для стабилизации параметров удара шарик надо подвесить на нитях. Для этого используйте бифилярный подвес: подвешивайте шарик на двух нитях, образующих небольшой угол между собой. Для получения надежных результатов начальный угол отклонения нитей подвеса должен быть постоянным (словить шарик после удара не сложно).

Задание 3.

3.1. Измерьте времена столкновения шариков с латунным (желтым) цилиндром.

3.2 Сравните полученные значения с результатами, полученными в предыдущей части, дайте качественное описание полученных значений.