

10 класс

Задача 1. Затухающие колебания

В этой задаче исследуются колебания теннисного шарика на нитке.

Часть 1. В данной части работы следует проводить измерения при постоянном начальном отклонении шарика 40° .

1.1. Нить рекомендуется взять такой длины, чтобы расстояние от точки подвеса до центра шарика было 60–70 см. Снимите зависимость времени τ , за которое амплитуда колебаний уменьшается вдвое, от массы m шарика (не менее 7 точек).

1.2. Известно, что $\tau(m) = km^\alpha$, где k , α — постоянные коэффициенты. Найдите k , α .

Часть 2. В данной части работы следует проводить измерения при максимальной массе шарика. Амплитуда колебаний A — длина дуги окружности между равновесным положением шарика и максимальным отклонением шарика от положения равновесия.

2.1. Снимите зависимость амплитуды колебаний от времени t при угловом значении амплитуд в диапазоне от 60° до 20° (не менее 7 точек).

Рассмотрим результаты двух теорий, описывающие зависимость $A(t)$:

2.2.1. Ламинарное обтекание шарика воздухом. $A(t) = A_0 e^{-\delta t}$, где A_0 — начальная амплитуда колебаний, $\delta = 3\pi r \eta / m$, r — радиус шарика, m — масса шарика, η — вязкость воздуха. Известно, что $\eta \in [0,5; 5] \cdot 10^{-5}$ Па·с. Проверьте применимость теории к вашим результатам.

2.2.2. Турбулентное обтекание шарика воздухом. $A(t) = A_0 / (1 + \beta A_0 t)$, где $\beta = \pi \rho d^2 C_d / (3mT)$, $\rho = 1,17$ кг/м³ — плотность воздуха, d — диаметр шарика, T — период колебаний, C_d — некоторый коэффициент. Из теоретических соображений известно, что $C_d \in [0,4; 4]$. Проверьте применимость теории к вашим результатам.

Сделайте оценки погрешности ваших результатов.

Указание. Период малых колебаний шарика на длинной нити примерно равен $2\pi\sqrt{l/g}$, где l — расстояние от точки подвеса до центра масс груза, $g = 9,8$ м/с² — ускорение свободного падения на Земле. **Во всех частях работы зависимостью периода колебаний от их амплитуды и массы шарика можно пренебречь.**

Оборудование. Штатив, измерительная лента, нитка, бумажный транспортир, теннисный шарик известной массы 2,4 г, шприц, стакан с водой, миллиметровая бумага (для построения графиков).

Задача 2. Диод Зенера

- 1. Определите ёмкость конденсатора C_2 . 2 балла
 - 2. Определите сопротивление мультиметра в режиме вольтметра постоянного тока (на всех пределах измерения) 1 балл
 - 3. Определите сопротивления резисторов R_1 и R_2 . 3 балла
 - 4. Снимите вольтамперную характеристику диода Зенера. 9 баллов
- Погрешности оценивать не требуется.

Примечание. При подключении электролитических конденсаторов подключайте длинный вывод к «+», короткий — к «-».

Оборудование.

Электролитический конденсатор $C_1 = 1000$ мкФ, электролитический конденсатор C_2 , два резистора R_1 и R_2 , два мультиметра (режим амперметра отключён), диод Зенера, батарейки, макетная плата, миллиметровая бумага.

Примечание. Каждые пять выводов макетной платы, расположенные в одном столбце по одну сторону от середины платы, соединены внутри платы друг с другом. Например, выводы, отмеченные серым (рис. 3), замкнуты между собой.

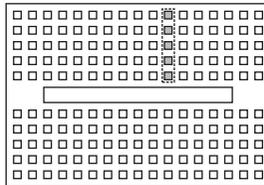


Рис. 3