

Очень Важная Инструкция

Первые 15 минут должны быть использованы ТОЛЬКО для чтения листов с заданием и планирования хода эксперимента.

Вам ЗАПРЕЩЕНО писать что-либо в это время, даже на листах с заданием.

Спустя 15 минут вам выдадут листы ответов и дадут сигнал к началу работы.

После этого у вас будет 3 часа для выполнения задания.

Правила тура:

1. Не приносите с собой на тур любое оборудование, кроме личных медикаментов или другого личного медицинского оборудования.
2. Сядьте за предназначенный для вас стол.
3. Перед началом тура убедитесь в наличии на вашем столе ручки, линейки и калькулятора, которыми вас обеспечили организаторы.
4. Убедитесь в наличии листов с вопросами и листов ответов. Если вы не обнаружили какой-то лист, поднимите руку. Вы можете приступить к работе только после сигнала, данного организаторами.
5. В ходе испытания вы не должны покидать помещение за исключением чрезвычайной ситуации, и при этом вас будут сопровождать организаторы соревнования.
6. Не беспокойте других участников тура и не нарушайте ход эксперимента. В случае, если вам потребуется помощь, поднимите руку и ближайший дежурный придет к вам на помощь.
7. Не допускается никаких вопросов или дискуссий по заданиям тура с кем-либо, кроме членов вашей команды. Вы должны оставаться за своим столом до окончания тура, даже если закончите работу раньше отведенного времени или не захотите продолжать выполнять задание.
8. По окончании времени, отведенного на экспериментальный тур, прозвучит сигнал. Вам не разрешается писать что-либо на листах ответов после окончания тура. Тихо покиньте комнату после того, как все листы ответов будут собраны.

Экспериментальные задания



Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

Внимательно прочитайте следующую инструкцию:

1. Вы должны носить защитные очки все время, пока находитесь в зале для экспериментов. В процессе выполнения работы вы также должны носить свой лабораторный халат и перчатки.
2. Обращайтесь со всеми приборами и веществами с осторожностью.
3. Не пытайтесь пробовать или нюхать любые химические реактивы.
4. Химические реактивы безопасны, если обращаться с ними правильно.
5. Убедитесь, что ваши листы ответов и листы с условием находятся вдали от любых жидкостей.
6. Поместите всю использованную бумагу и использованные материалы в предоставленную корзину для отходов.
7. Немедленно сообщайте дежурному в аудитории о любых несчастных случаях или травмах, независимо от того, насколько незначительными они вам кажутся.
8. Употребление любой пищи в лаборатории в процессе тура категорически запрещено.
9. Вы не должны нарушать правила техники безопасности, мешать другим участникам и загрязнять оборудование и рабочее место. Разговаривайте со своими товарищами тихим голосом.
10. Не покидайте рабочее место до тех пор, пока вам не разрешат это сделать. Если вам необходимо воспользоваться туалетом, обратитесь к дежурному.
11. Вы можете приступить к работе только по сигналу.
12. У вас есть 3 часа на выполнение экспериментального задания и заполнение желтых листов ответов. После команды об окончании тура вы должны немедленно прекратить работу.
13. Убедитесь, что у вашей команды есть полный набор листов с условиями (3 копии) и 2 типа листов ответов (1 белый комплект для черновика и 1 желтый комплект для проверки). **БУДУТ ПРОВЕРЯТЬСЯ ТОЛЬКО ЖЕЛТЫЕ ЛИСТЫ ОТВЕТОВ.**
14. Используйте только выданные вам письменные принадлежности и калькулятор.

15. Ваши коды (ID) должны быть записаны на каждой странице окончательных (желтых) листов ответов. Каждый член команды должен поставить подпись на первой странице окончательных (желтых) листов ответов.
16. Все результаты должны быть записаны в соответствующие графы **желтых листов ответов**. Данные, записанные где-либо еще, не оцениваются.
17. После выполнения задания сложите все оборудование на его первоначальное место. Убедитесь, что вы оставили свое рабочее место чистым.

После того, как будет дана команда прекратить работу, положите все бумаги в конверт на столе. Подождите, пока дежурный проверит и заберет их.

Задание А: Маятник (14 баллов)

Задание

A

:

Это задание состоит из трех частей:

A1: Определение центра тяжести треугольной пластины А.

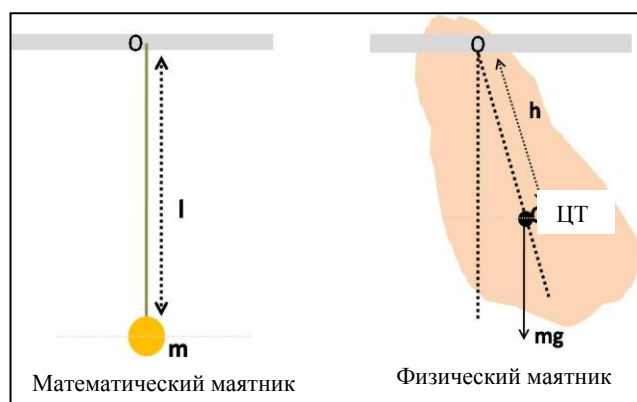
A2: Измерение периода колебаний треугольной пластины для различных точек подвеса.

A3: Анализ полученных результатов.

Математический маятник представляет собой материальную точку массы m , подвешенную на нерастяжимой легкой нити длины l , другой конец которой прикреплен к неподвижной точке O . При малых отклонениях от положения равновесия (см. рис.) материальная точка массы m совершает гармонические колебания с периодом T (временем одного колебания):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

где g – ускорение свободного падения.



Чаще встречаются ситуации, в которых малые колебания можно описать при помощи теории *физического маятника*. С его помощью можно рассчитать движение твердого тела массы m произвольных формы и размеров. Путь оно подвешено в точке O , называемой точкой подвеса (см. рис.). При малых отклонениях такой физический маятник совершает гармонические колебания с периодом

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_0}{mgh}}.$$

Здесь I_0 – *момент инерции* тела относительно оси, проходящей через точку подвеса, h – расстояние от точки подвеса до *центра тяжести* (ЦТ), а g – ускорение свободного падения.

Момент инерции (I_0) – это физическая величина, характеризующая инертность тела при вращательном движении. Он всегда определяется относительно заданной оси вращения и зависит от формы тела. Для материальной точки массы m момент инерции I_0 задается формулой $I_0 = mr^2$, где r – расстояние от точки до оси вращения.

В эксперименте рассматривается треугольная пластина массы m , которая колеблется в плоскости, совпадающей с плоскостью этой пластины. Для пластины момент инерции относительно оси, проходящей через точку подвеса O , задается формулой:

$$I = m(K^2 + h^2),$$

где параметр K называется радиусом инерции.

При этом период колебаний физического маятника рассчитывается по формуле

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{K^2 + h^2}{gh}}.$$

Период колебаний также может быть записан в виде $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, где $L = \frac{K^2}{h} + h$ – длина эквивалентного математического маятника.

Точка S , находящаяся на расстоянии $h' = \frac{K^2}{h}$ от ЦТ, лежащая на прямой, проходящей через точки O и ЦТ, и расположенная по сравнению с точкой O по другую



Экспериментальные задания

A + B + C

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

сторону от ЦТ, называется центром качания. Колебания относительно точки О при этом эквивалентны колебаниям тела, у которого вся масса сосредоточена в точке S.



Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

У вас есть следующее оборудование:

	Количество
Штатив	1
Треугольная пластина	1
Стержень с острой гранью	1
Отвес	1
Линейка	1
Секундомер Тот же секундомер используется для выполнения задания В	1

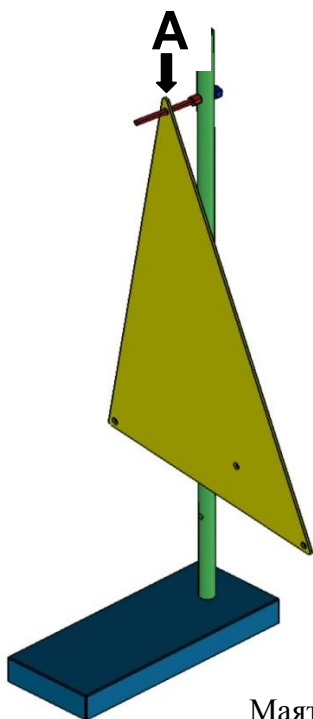
Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

A1 Определение центра тяжести (ЦТ) треугольной пластины А.

Порядок действий:

1. Подвесьте треугольную пластину **A** на стержне (закрепленном в стойке штатива) за одно из трех отверстий в её углах (см. рис.).



Маятник в сборе



2. Убедитесь, что пластина неподвижна. С помощью петли на конце нити отвеса повесьте его на стержень, как показано на рисунке. С помощью линейки и карандаша проведите прямую линию на пластине вдоль нити.
3. Повторите ту же процедуру, подвесив пластину за другое отверстие. Пересечение двух линий даст вам положение ЦТ. С помощью карандаша отметьте его знаком 'X' на пластине.

Перенесите обе линии и точку 'X' на большой лист бумаги (выданный вам) с изображением треугольной пластины на нем. Пометьте его как **Sheet 1 (Лист 1)**.

Запишите коды (ID) всех членов команды и Код Страны на **Листе 1**.

[A.Q1: 1.0 балл]

Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

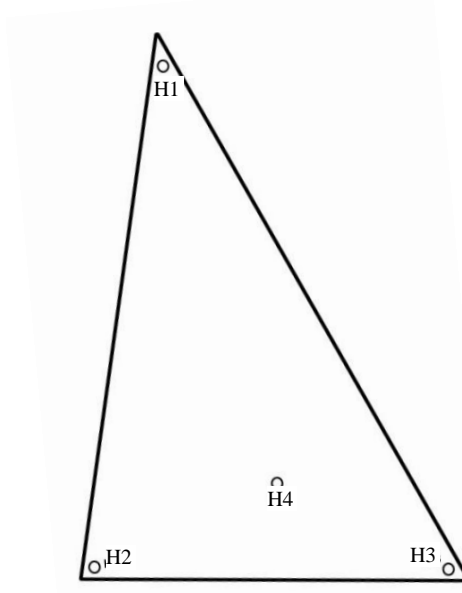
Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

4. Подвесьте пластину за еще одно отверстие и повторите шаги 1 и 2. Эта линия тоже должна проходить через **ЦТ**. Также перенесите эту линию на лист **Sheet 1**.
Замечание: Правильное определение ЦТ очень важно, поскольку любая ошибка здесь повлечет за собой соответствующую ошибку в измерении величины h , используемой далее.

A2 Измерение периода колебаний треугольной пластины относительно различных точек подвеса.

Порядок действий:

1. Повесьте пластину за отверстие **H1** на стержень. При этом пластина должна находиться практически посередине стержня и висеть на его острой грани (см. рис.). Это важно для уменьшения затухания колебаний и, следовательно, ошибки в определении периода колебаний.



Заметка: Все расстояния отсчитываются от верхних точек отверстий.

2. Измерьте расстояние h между отверстием **H1** и **ЦТ**, который вы отметили в предыдущей части эксперимента. (Расстояние отсчитывается от верхней точки отверстия **H1**). Занесите его в **Таблицу A.1** в **желтых листах ответов**.
3. Возбудите колебания пластины (с малой амплитудой), при этом эти колебания должны происходить в плоскости, совпадающей с плоскостью пластины.

Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

4. С помощью секундомера определите время 50 колебаний. Повторите эксперимент три раза и занесите все показания в **Таблицу А.1 в желтых листах ответов**.
5. Повторите предыдущие шаги для отверстий **Н2, Н3 и Н4**. [A.Q2: 4.0 балла]

A3 Анализ полученных результатов.

Определите:

- ускорение свободного падения;
- радиус инерции пластины относительно оси, проходящей через её ЦТ перпендикулярно плоскости пластины;
- положения соответствующих центров качания относительно ЦТ для двух точек подвеса;
- длины подвеса эквивалентных математических маятников для этих двух точек подвеса.

Порядок действий:

1. Исходя из данных в **Таблице А.1**, постройте график зависимости hT^2 (ось Y в м·с²) от h^2 (ось X в м²) на заготовке для графика в ваших желтых листах ответов (**Заготовка 1**). [A.Q3: 2.0 балла]

2. Проведите через полученные точки прямую (наилучшим образом) и определите её угловой коэффициент наклона s и расстояние c от начала координат до точки пересечения прямой с осью Y.

С помощью формулы для периода колебаний физического маятника и полученных значений для s и c определите g в м·с⁻² и K в м. Запишите значения s , c , g и K в **Таблицу А.2 в желтых листах ответов**. [A.Q4: 3.0 балла]

3. Для отверстий **Н1** и **Н4** вычислите расстояния h' между ЦТ и соответствующими центрами качания. Запишите их в **Таблицу А.3 в желтых листах ответов**. На большом листе бумаги (**Sheet 1**) отметьте положения центров качания **J1** и **J4**, соответствующих отверстиям **Н1** и **Н4** соответственно. [A.Q5: 3.0 балла]

4. Определите длины L эквивалентных математических маятников для случаев, когда пластина подвешена за отверстия **Н1** и **Н4**. Запишите свои результаты в **Таблицу А.4 в желтых листах ответов**. [A.Q6: 1.0 балл]

Место для черновика

Задание В: Молоко (20 баллов)

Задание В: В этой части эксперимента исследуются

- B1 Буферная емкость молока
- B2 Ферментативное расщепление молочного белка
- B3 Содержание кальция в молоке

B1 Буферная емкость молока

Индия – один из крупнейших производителей молока в мире. Значительная часть её бюджета идет на масштабную сельскохозяйственную программу Operation Flood, инициатором которой стал **Dr. Verghese Kurien**, известный как “Отец Белой Революции”.



Молоко – источник многих питательных веществ. Состав молока: 87% воды и 13% твердых частиц, находящихся в виде суспензии или растворенных в воде. Это белки (3,5%), углеводы (4,7%), жиры (4,0%), витамины и минеральные вещества (0,8%). Основной углевод молока - лактоза, растворимая в воде. Жир в молоке находится в виде эмульсии. Основной белок молока, казеин, присутствует в форме суспензии. Частицы, образующие суспензию, называют мицеллами казеина. Каждая мицелла состоит из тысяч молекул казеина; мицеллы, в свою очередь, связаны с ионами Ca^{2+} . Мицеллы казеина и частицы жира придают молоку белый цвет, рассеивая световое излучение, проходящее сквозь него. Молоко имеет слабокислую среду с рН 6,4 - 6,8. Свертывание молока наблюдается, когда рН достигает значения 5,0. При таком рН мицеллы казеина объединяются и образуют осадок. Молоко, как известно, обладает хорошей буферной емкостью.

Оборудование и реактивы:

	Маркировка	Количество
Молоко	Milk	100 мл в пластмассовом контейнере с красной крышкой
3% раствор уксусной кислоты	AA	10 мл в контейнере AA
3% раствор карбоната натрия	SC	10 мл в контейнере SC
Бутыль с водой	Water	1000 мл в бутылки
Стеклянные стаканы ёмкостью 100 мл	W, Exp	2
Шприц ёмкостью 20 мл с градуировкой	A	1
Шприц ёмкостью 1 мл с градуировкой	B, C	2
Индикаторные бумажки с интервалом измерения рН от 2 до 10,5		2 упаковки

Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

Промывалка		1
Стеклянная палочка		1
Рулон туалетной бумаги и ёмкость для отработанных материалов		1

Порядок действий

1. Наполните стакан **W** водой из бутылки.
2. Перелейте 40 мл воды в стакан **Exp**, используя шприц **A**.
3. Измерьте рН воды в стакане **Exp**. Для этого опустите индикаторную бумажную полоску в стакан с водой на несколько секунд. Выньте индикаторную бумажку и, сравнив её цвет со шкалой, определите значение рН. Запишите значение рН в **прямоугольник в желтых листах ответов**. **[B.Q1.A: 0,25 балла]**
4. Измерьте рН раствора карбоната натрия в контейнере **SC**. Запишите измеренное значение рН в **прямоугольник в желтых листах ответов**. **[B.Q1.B: 0,25 балла]**
5. Прибавьте 0,1 мл раствора карбоната натрия к воде в стакане **Exp**, используя шприц **B**. Хорошо перемешайте содержимое стакана стеклянной палочкой и измерьте рН. Запишите новое значение рН в **Таблицу В.1 в желтых листах ответов**.
6. Продолжайте прибавлять по 0,1 мл раствора карбоната натрия и записывать значения рН в **Таблицу В.1 в желтых листах ответов**, пока рН раствора не достигает 10. Запишите суммарный объем добавленного раствора карбоната натрия. **[B.Q2: 1,0 балл]**
7. Вымойте стакан **Exp** и стеклянную палочку, чтобы на них не осталось следов предыдущего раствора. Высушите их, используя туалетную бумагу.
8. Налейте 40 мл воды в вымытый стакан **Exp**, используя шприц **A**.
9. Измерьте значение рН уксусной кислоты в контейнере **AA**. Запишите значение рН в **прямоугольник в желтых листах ответов**. **[B.Q1.C: 0,25 балла]**

Экспериментальные задания



Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

10. Прибавьте 0,1 мл данного раствора уксусной кислоты к воде в стакане **Ехр**, используя шприц **С**. Хорошо перемешайте стеклянной палочкой содержимое стакана и измерьте рН. Запишите значение рН в **Таблицу В.1 в желтых листах ответов**.

11. Продолжайте прибавлять по 0,1 мл раствора уксусной кислоты и записывать значения рН в **Таблицу В.1 в желтых листах ответов**, пока рН раствора не достигает 4. Запишите суммарный объем добавленного раствора уксусной кислоты.

[В.Q2: 1 балл]

12. Вымойте стакан **Ехр** и стеклянную палочку, чтобы на них не осталось следов предыдущего раствора. Высушите их, используя туалетную бумагу.

13. Используя шприц **А**, налейте 40 мл молока в вымытый стакан **Ехр**.

14. Измерьте рН молока, используя индикаторную бумажку. Запишите значение рН в **прямоугольник в желтых листах ответов**. [В.Q1.D: 0,25 балла]

15. Используя шприц **В**, прибавьте 0,5 мл раствора карбоната натрия к молоку в стакане **Ехр**. Хорошо перемешайте содержимое стакана стеклянной палочкой и измерьте рН. Запишите значение рН в **Таблицу В.2 в желтых листах ответов**.

16. Продолжайте прибавлять по 0,5 мл раствора карбоната натрия, пока значение рН молока не достигнет 10.

17. Записывайте изменение рН при каждом добавлении в **Таблицу В.2 в желтых листах ответов**. Запишите суммарный объем добавленного раствора карбоната натрия.

[В.Q3: 1,0

балл]

18. Вымойте стакан **Ехр** и стеклянную палочку, чтобы на них не осталось следов предыдущего раствора. Высушите их, используя туалетную бумагу.

19. С помощью шприца **А** налейте 40 мл молока в вымытый стакан **Ехр**.

20. Используя шприц **С**, прибавьте 0,5 мл раствора уксусной кислоты к молоку в стакане **Ехр**. Хорошо перемешайте стеклянной палочкой содержимое стакана и измерьте рН. Продолжайте прибавлять по 0,5 мл раствора уксусной кислоты, пока значение рН молока не достигает 4.

Экспериментальные задания



Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

21. Записывайте значение рН при каждом добавлении в **Таблицу В.2** в **желтых листах ответов**. Запишите суммарный объем добавленного раствора уксусной кислоты.

[В.Q3: 1,0

балл]

22. Вымойте стакан **Ехр** и стеклянную палочку, высушите их. Сохраните их для следующей задачи.

Вопросы

Используя результаты ваших наблюдений, из **Таблиц В.1** и **В.2**, запишите в **желтых листах ответов**, верны (Т) или неверны (F) следующие два утверждения:

а) Вам потребовалось больше раствора уксусной кислоты для достижения рН = 4 в молоке, чем для достижения рН = 4 в воде.

б) Вам потребовалось меньше раствора карбоната натрия для достижения рН = 10 в молоке, чем для достижения рН = 10 в воде. [В.Q4: 1,0 балл]

В отличие от воды, молоко сохраняет значение рН при добавлении в него уксусной кислоты. Это происходит потому, что компоненты молока

- а) способствуют повышению концентрации ионов OH^- в растворе
- б) препятствуют повышению концентрации свободных ионов H^+ в растворе
- с) способствуют понижению концентрации ионов CH_3COO^- в растворе

Запишите букву правильного утверждения в соответствующей клетке в **желтых листах ответов**. [В.Q5: 1,0 балл]

Экспериментальные задания



Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

B2 Ферментативное расщепление молочного белка

Измерение оптической плотности молока и его изменения при расщеплении молочного белка под действием трипсина (протеазы)

Трипсин, добавленный к раствору молока, расщепляет казеин. Молоко становится прозрачным. Скорость реакции может быть определена путём измерения времени, необходимого для обесцвечивания молока. Для этих измерений используйте фотоэлемент. Фотоэлемент – устройство, преобразующее свет в электрический ток, который вы измеряете при помощи цифрового мультиметра. В качестве источника света используйте белый светодиод (LED).

Оборудование:

	Обозначение	Количество
Источник тока: 500 мА, 3 В		1
Прозрачный акриловый штатив с фотоэлементом (см. фото на стр. 7)		1
Белый светодиод (LED)		1
Цифровой мультиметр		1
Пробирка	ED	1
Молоко		Как для задания B1.
Трипсин	TE	5 мл в пробирке
Вода		Как для задания B1.
Градуированный шприц на 1 мл	TE	1
Градуированный шприц на 12 мл	W	1
Секундомер		1
Пипетка		1
Липкая лента		

Замечание: белый светодиод имеет белое основание, синий светодиод – окрашенное основание.

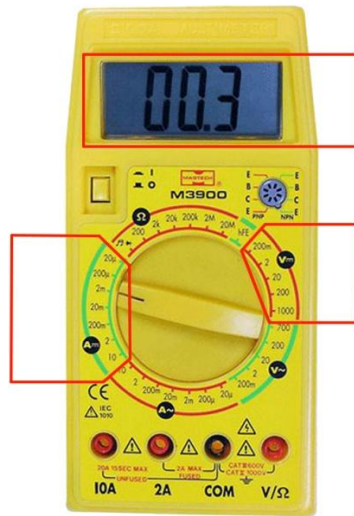
Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

Фотография мультиметра. Ваш мультиметр может быть желтым или черным.

Переключатель диапазонов должен быть расположен в этой области для измерения силы тока

20μA –
минимальный
предел измерения
силы тока.
10A –
максимальный
предел



Если на экране появляется «-1», это означает, что текущий предел измерений недостаточен, и необходимо переключение на больший предел. Работа с большим, чем требуется, пределом измерений приводит к потере точности результата

Для этого эксперимента НЕ ПЕРЕКЛЮЧАЙТЕСЬ в режимы «A~», «V~» и «Ω»

Переключатель диапазонов должен быть расположен в этой области для измерения напряжения



Для измерения
силы тока



Для измерения
напряжения



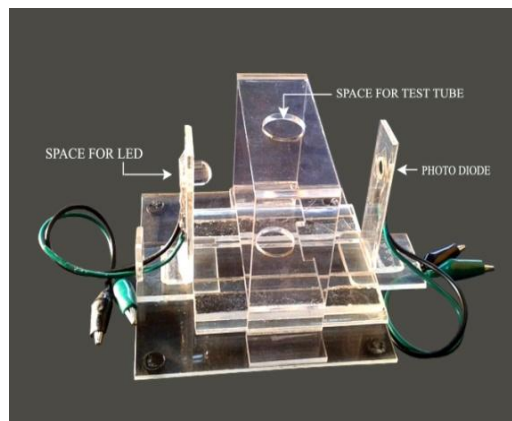
Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40



Секундомер

1. Нажмите кнопку MODE, если часы показывают время суток, чтобы перевести их в режим секундомера.
2. Нажмите кнопку SPLIT/RESET, чтобы обнулить показания секундомера.
3. Нажмите кнопку START/STOP для начала отсчета времени.
4. Нажмите кнопку START/STOP для окончания отсчета времени.
5. В режиме секундомера кнопка START/STOP может быть использована любое число раз.



Акриловый штатив

Space for LED - Отверстие для светодиода
Space for test tube – Отверстие для пробирки
Photo diode - Фотоэлемент

Порядок действий

1. Закрепите белый светодиод на неподвижной части акрилового штатива с фотоэлементом (далее «устройство»), как показано на фотографии выше. Для более плотного крепления можно обернуть его клейкой лентой.
2. Подключите белый светодиод к источнику тока так, чтобы более короткий вывод светодиода соединялся с чёрным проводом. Включите источник тока. При этом светодиод должен ярко загореться.
3. Установите переключатель диапазонов мультиметра на предел измерений 2 мА.
4. Подключите фотоэлемент, установленный на подвижной части устройства, к мультиметру.
5. Налейте 10 мл воды в пробирку **ED** при помощи шприца **W**. Вытрите туалетной бумагой наружную поверхность пробирки **ED** так, чтобы она стала абсолютно сухой. После этого поместите пробирку в специальное отверстие в центральной части устройства.
6. Убедитесь, что свет от светодиода проходит через воду в пробирке и падает на фотоэлемент. Установите пробирку так, чтобы надпись на ней не мешала прохождению света.

Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

7. Передвигая стойку фотоэлемента и/или держатель пробирки, отрегулируйте положение фотоэлемента и пробирки так, чтобы сила тока была максимальной. Запишите величину силы тока I_W в **желтые листы ответов**. [B.Q6.A: 0,5 балла]

Обратите внимание, что для всех последующих измерений найденное расположение фотоэлемента и пробирки должно сохраняться.

8. Извлеките пробирку из устройства и вылейте воду.

9. Шприцем **W** добавьте в пробирку **ED** 5 мл воды, а затем 5 мл молока. Аккуратно перемешайте содержимое, постукивая по пробирке. Вытрите наружные стенки пробирки туалетной бумагой. Осторожно поместите пробирку в устройство и запишите текущее значение силы тока I_0 в **желтые листы ответов**. [B.Q6.B: 0,5 балла]

10. Приготовьтесь включить секундомер.

11. Шприцем **TE** добавьте 1 мл трипсина к образцу молока, находящемуся в пробирке. Тщательно перемешайте с помощью пластмассовой пипетки. Убедитесь, что пробирка находится в том же положении, в каком она находилась при предыдущих измерениях.

12. Немедленно включите секундомер.

13. Через каждые **15** секунд считывайте показания мультиметра и записывайте значения в **Таблицу В.3 в жёлтых листах ответов**.

14. Продолжайте записывать значения в течение 7 минут. [B.Q7: 2,0 балла]

15. Вылейте раствор и вымойте пробирку.

Построение графика

Постройте график зависимости силы тока от времени в соответствующей сетке на листах ответов. [B.Q8: 3,5 балла]

Вопросы

Экспериментальные задания A + B + C

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

Отметьте на этом графике точку K, где концентрация казеина максимальна, точку L, где концентрация казеина минимальна, и точку M, в которой концентрация казеина находится точно посередине между максимальным и минимальным значениями. [B.Q9: 1,0 балл]

Пусть увеличение силы тока пропорционально количеству расщеплённого казеина, а максимальная сила тока соответствует полному расщеплению казеина. Определите из графика время, потраченное на расщепление 50% казеина. [B.Q10: 1,0 балл]

B3 Определение содержания кальция в молоке

Содержание кальция в молоке может быть определено посредством титрования с использованием реактива Na_2EDTA . Na_2EDTA реагирует с ионами данного металла в соотношении 1:1. Индикаторы, используемые при таком типе титрования, называют металл-индикаторами. Индикатором, используемым в данном эксперименте, является эриохром черный Т (ЕВТ).

Оборудование и реактивы:

	Обозначение	Количество
Молоко, обработанное трипсином	CM	100 мл в мерной колбе
Вода		Как для задания B1
Стеклянный стакан на 100 мл	HM	1
Шприц на 10 мл	CM	1
Коническая колба на 100 мл	HM	1
Буферные растворы с pH = 10	BF	Три пробирки по 5 мл с пластиковыми пробками
Пипетка		1
Индикатор эриохром черный Т	EBT	Капельница
Бюретка 25 мл (на штативе)		1
Na_2EDTA раствор (0,0027 M)	EDTA	80 мл в пластиковом контейнере
Воронка		1

Ход работы:

1. Налейте раствор Na_2EDTA в бюретку, используя воронку.

Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

2. Запишите начальное значение положения уровня раствора в бюретке в **Таблицу В.4 в желтых листах ответов.**
3. В мерной колбе **СМ** разбавьте водой данный вам образец молока, обработанного трипсином, доведя объем содержимого до метки. Закройте колбу пробкой и несколько раз встряхните содержимое до его полной гомогенизации.
4. Перелейте гомогенизированный раствор в стакан **НМ**.
5. Налейте в коническую колбу **НМ** 10 мл гомогенизированного раствора, используя шприц **СМ**.
6. Добавьте туда же 10 мл воды, используя шприц **W**.
7. Добавьте весь буферный раствор из *одной* из пробирок **ВФ**.
8. Прибавьте 5 капель индикатора **ЕВТ** из капельницы. Цвет раствора изменится на красный (розовато-красный).
9. Титруйте этот раствор в конической колбе **НМ** раствором Na_2EDTA из бюретки, пока цвет раствора не изменится сначала на пурпурный, а затем до первого появления синего цвета, что означает конец титрования.
10. Запишите конечное значение положения уровня раствора в бюретке в **Таблицу В.4 в желтых листах ответов.**
11. Повторите титрование еще два раза.
12. Запишите полученные значения положений уровня раствора в **Таблицу В.4 в желтых листах ответов.**
13. Рассчитайте объем раствора, использованный для титрований I, II и III. Запишите полученные результаты в **Таблицу В.4 в желтых листах ответов.**
14. Рассчитайте средний объем. **[В.Q11: 3,5 балла]**

Вопрос

Определите в миллиграммах содержание ионов Ca^{2+} в 10 мл разбавленного раствора (относительная атомная масса кальция равна 40). **[В.Q12: 1,0 балл]**

Место для черновика

Задание С: Помидор (6 баллов)

Задание С: В этом эксперименте мы будем выделять ликопен из помидора и изучать поглощение им света

Помидор – один из главных ингредиентов пиццы. Помидоры содержат два вещества - ликопен и β -каротин, которые являются антиоксидантами и полезны для здоровья. Они не растворяются в воде, но могут быть растворены в жирах, поэтому во многих странах мира помидоры готовят в масле. Один килограмм красных помидоров может содержать до 50 мг ликопена.

Чтобы оценить содержание ликопена в помидорах, растворим томатную пасту в экстракционной смеси, содержащей петролейный эфир и этанол, и дадим полученной смеси отстояться. Через некоторое время раствор, содержащий ликопен, отделится, и мы увидим два несмешиваемых слоя жидкости. Аккуратно отберем верхний слой и удалим из него воду, используя соли магния (гигроскопичные по природе).

Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

Вам даны следующие инструменты и материалы:

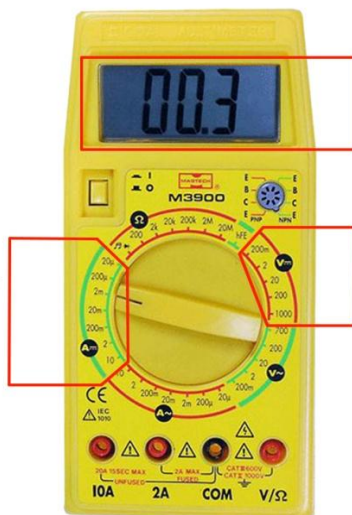
	Маркировка	Количество
Томатная паста	TP	Некоторое количество в стакане объемом 50 мл
Экстракционная смесь	ES	(20 мл) в пробирке объемом 50 мл
Безводный сульфат магния	MgSO₄	(1,5 г) в пластиковой баночке
Хлорид натрия	NaCl	Некоторое количество в пластиковой баночке
Пробирка с пробкой на шлифе	FL	1
Пробирки	Ab, UL	2
Воронка		1
Стеклянная палочка		1
Фильтровальная бумага		3 листа
Шприц объемом 12 мл	SS	1
Промывалка		1
Белый светодиод и фотоэлемент в прозрачном акриловом штативе		1
Стакан объемом 50 мл	SS	1
Штатив для пробирок		1
Синий светодиод		1
Пакет с акриловой муфтой для крепления пробирки	Collar	1
Пипетка		
Мультиметр		Тот же, что дан для задания B

Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

Фотография мультиметра. Ваш мультиметр может быть желтым или черным.

Переключатель диапазонов должен быть расположен в этой области для измерения силы тока 20μA – минимальный предел измерения силы тока. 10A – максимальный предел



Если на экране появляется «-1», это означает, что текущий предел измерений недостаточен, и необходимо переключение на больший предел. Работа с большим, чем требуется, пределом измерений приводит к потере точности результата

Для этого эксперимента НЕ ПЕРЕКЛЮЧАЙТЕСЬ в режимы «A~», «V~» и «Ω»

Переключатель диапазонов должен быть расположен в этой области для измерения напряжения

Для измерения силы тока



Для измерения напряжения



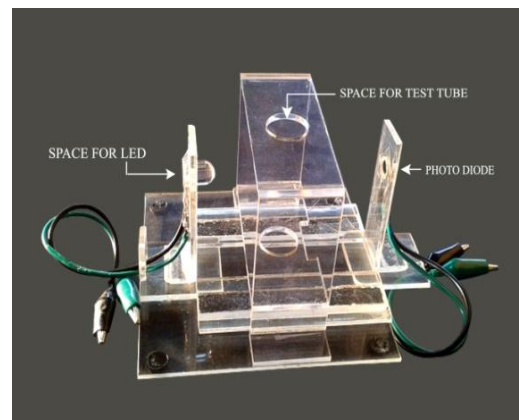
Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40



Секундомер

6. Нажмите кнопку **MODE**, если часы показывают время суток, чтобы перевести их в режим секундомера.
7. Нажмите кнопку **SPLIT/RESET**, чтобы обнулить показания секундомера.
8. Нажмите кнопку **START/STOP** для начала отсчета времени.
9. Нажмите кнопку **START/STOP** для окончания отсчета времени.
10. В режиме секундомера кнопка **START/STOP** может быть использована любое число раз.



Акриловый штатив

Space for LED - Отверстие для светодиода
Space for test tube – Отверстие для пробирки
Photo diode - Фотоэлемент

Порядок действий

1. **Используйте тот же прибор, который вы использовали для выполнения Задания B2.** Вставьте белый светодиод и фотоэлемент в соответствующие отверстия на акриловом штативе.
2. Используя пипетку, наполните пробирку **Ab** до половины смесью растворителей из пробирки **ES**.
3. С помощью муфты закрепите пробирку **Ab** в акриловом штативе так, чтобы она оказалась между светодиодом и фотоэлементом (как показано на фотографии).
4. Перемещая стойку фотоэлемента и держатель пробирки, найдите такое их положение друг относительно друга, при котором сила тока, протекающего через фотоэлемент, соединенный с мультиметром, станет максимальной, так же, как в Задании **B2**. Проверьте, чтобы надпись на пробирке не мешала прохождению света.
5. Измерьте максимальную силу тока I_s и запишите результат в **Таблицу С.1 в желтых листах ответов**.
6. Замените **БЕЛЫЙ** светодиод на **СИНИЙ**, **не изменяя положений держателя пробирки и фотоэлемента**. Измерьте максимальную силу тока и запишите результат в **Таблицу С.1 в желтых листах ответов**.
7. Вылейте смесь растворителей обратно в пробирку **ES**.

Экспериментальные задания **A** + **B** + **C**

Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

Внимание: Не изменяйте положений фотоэлемента и держателя пробирки. Это принципиально важно для последующих измерений.

Теперь выделите ликопен из томатной пасты. Для этого:

8. Перелейте смесь растворителей из пробирки **ES** в стакан, содержащий томатную пасту **TP**. Как следует перемешайте смесь стеклянной палочкой и дайте ей постоять 2-3 минуты. Вымойте стеклянную палочку. Она вам еще понадобится.
9. Аккуратно профильтруйте полученную смесь в пробирку **FL**, используя воронку и фильтровальную бумагу. Раствор красного цвета в пробирке **FL** - это экстракт, содержащий ликопен (с примесями).
10. Приготовление насыщенного раствора NaCl . Используя шприц **SS**, налейте приблизительно 20 мл воды в стакан **SS**. Затем пересыпьте в него весь NaCl из баночки **NaCl** и тщательно перемешайте стеклянной палочкой. Часть соли может остаться нерастворенной.
11. С помощью шприца **SS** добавьте 10 мл насыщенного раствора NaCl в пробирку **FL**, содержащую экстракт ликопена. Закройте пробирку пробкой и несколько раз аккуратно встряхните ее.
12. Поставьте пробирку в штатив. Дождитесь, когда жидкость в пробирке разделится на два четко отграниченных слоя. Это должно занять около минуты.
13. Используя пластиковую пипетку, аккуратно перенесите большую часть верхнего (окрашенного) слоя жидкости в пробирку **UL**.
14. Пересыпьте весь безводный MgSO_4 из баночки, обозначенной как **MgSO₄**, в пробирку **UL** и аккуратно взболтайте, чтобы дать возможность соли абсорбировать воду.
15. Желто-красный раствор в пробирке **UL** – это очищенный экстракт ликопена.

Сравним поглощение света раствором ликопена и чистым растворителем.

16. Вставьте пробирку **UL** в акриловый штатив с фотоэлементом.
17. Измерьте силу тока I на мультиметре при освещении образца синим светодиодом и запишите результат в **Таблицу С.1 в желтых листах ответов**.
18. Замените синий светодиод на белый.
19. Измерьте максимальную силу тока и запишите ваши результаты в **Таблицу С.1 в желтых листах ответов**.
20. Определите долю прошедшего света в каждом случае. **[C.Q1: 3,5 баллов]**

Вопросы

Экспериментальные задания



Длительность тура: 3 часа
Сумма баллов: 40

Если пробирку **Ab** (содержащую смесь растворителей) удалить из пространства между фотоэлементом и белым светодиодом,

- a) Измеренная сила тока станет меньше, чем I_s
- b) Измеренная сила тока станет больше, чем I_s
- c) Измеренная сила тока останется такой же, как I_s

Запишите букву правильного ответа в соответствующую клетку в желтых листах ответов.

[C.Q2: 1 балл]

Какие из следующих заключений о прохождении света *вы можете сделать, исходя из данных, полученных в эксперименте?* Ответьте на вопрос, поставив значки Да (Y) и Нет (N), в соответствующей таблице **в желтых листах ответов**.

- a) Ликопен поглощает синий свет сильнее, чем свет в другой части видимого спектра.
- b) Ликопен преимущественно поглощает свет в красной и желтой частях спектра.
- c) Ликопен является антиоксидантом.
- d) Свет в красной и желтой частях спектра поглощается в меньшей степени, чем свет в синей части спектра.
- e) Синий свет проходит через раствор лучше, чем красный.
- f) Ликопен одинаково поглощает свет во всех частях спектра.

[C.Q2: 1,5 балла]