



Экспериментальный тур

8 декабря 2022

Имя.....

Код

ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

1. Вам НЕ разрешается приносить с собой какие-либо личные вещи, за исключением бутылки воды, персональных медикаментов или разрешенного медицинского оборудования.
2. Вы должны сидеть за предназначенным вам столом.
3. Убедитесь, что организаторы предоставили вам все необходимое оборудование (ручка, калькулятор, бумага для черновиков).
4. НЕ начинайте работу до сигнала «СТАРТ».
5. Вам НЕ разрешается покидать аудиторию до окончания экзамена, за исключением чрезвычайных ситуаций. В последнем случае вы покинете аудиторию в сопровождении наблюдателя/ассистента.
6. Если вам нужно в туалет, пожалуйста, поднимите руку.
7. НЕ беспокойте других участников тура. Если вам нужна помощь, поднимите руку и подождите, пока к вам подойдет ассистент.
8. НЕ обсуждайте задания тура. Вы должны оставаться за столом до окончания времени тура, даже если вы закончили работу раньше срока.
9. В конце тура вы услышите сигнал «СТОП». НЕ пишите ничего в листах ответов после этого сигнала. Положите оборудование (ручка, калькулятор, черновики) и листы с заданиями и ответами аккуратно на столе. Не покидайте аудиторию, пока ваши ответы не будут собраны.

Имя.....

Код

ИНСТРУЦИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ТУРА

1. После сигнала «СТАРТ» у вас будет 4 часа на выполнение и оформление заданий. Используйте для работы ТОЛЬКО ручку и карандаш, предоставленные организаторами.
3. Поставьте свое имя, код и название страны на листах ответов.
4. Вам должны выдать 54 листа заданий, включая титульный лист. Поднимите руку, если каких-то листов не хватает.
5. Внимательно прочитайте условия заданий и запишите свои ответы в соответствующих местах после каждого вопроса.
6. Эти листы будут оцениваться. Чтобы избежать ошибок, используйте листы для черновика, предоставленные организаторами.
7. Число баллов, которое даётся за ответ указано для каждого задания.
9. Полезная информация напечатана на листе 4.
10. Всегда записывайте свои расчеты. Если расчеты отсутствуют, вы можете потерять баллы.
11. Вы должны записывать свои ответы с необходимым количеством значащих цифр.

Имя.....

Код

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Постоянные	
Ускорение свободного падения	$g = 9,81 \text{ м/с}^2$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
	$R = 0,08206 \text{ л} \cdot \text{атм/моль} \cdot \text{К}$
Показатель преломления воздуха	$n = 1$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Скорость света	$c = 2,998 \times 10^8 \text{ м/с}$
Постоянная Планка	$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Удельная теплоемкость воды	$c_w = 4,18 \text{ кДж/кг} \cdot \text{°C}$

Periodic Table of the Elements

1 H Hydrogen 1.01																	2 He Helium 4.00
3 Li Lithium 6.94	4 Be Beryllium 9.01											5 B Boron 10.81	6 C Carbon 12.01	7 N Nitrogen 14.01	8 O Oxygen 16.00	9 F Fluorine 19.00	10 Ne Neon 20.18
11 Na Sodium 22.99	12 Mg Magnesium 24.31											13 Al Aluminum 26.98	14 Si Silicon 28.09	15 P Phosphorus 30.97	16 S Sulfur 32.07	17 Cl Chlorine 35.45	18 Ar Argon 39.95
19 K Potassium 39.10	20 Ca Calcium 40.08	21 Sc Scandium 44.96	22 Ti Titanium 47.87	23 V Vanadium 50.94	24 Cr Chromium 51.99	25 Mn Manganese 54.94	26 Fe Iron 55.85	27 Co Cobalt 58.93	28 Ni Nickel 58.69	29 Cu Copper 63.55	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.72	32 Ge Germanium 72.63	33 As Arsenic 74.92	34 Se Selenium 78.97	35 Br Bromine 79.90	36 Kr Krypton 84.80
37 Rb Rubidium 84.47	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.91	40 Zr Zirconium 91.22	41 Nb Niobium 92.91	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.91	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.91	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.87	48 Cd Cadmium 112.41	49 In Indium 114.82	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.76	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.90	54 Xe Xenon 131.25
55 Cs Cesium 132.91	56 Ba Barium 137.33	57-71 Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.95	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.21	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.09	79 Au Gold 196.97	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.38	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium [208.98]	85 At Astatine 209.99	86 Rn Radon 222.02
87 Fr Francium 223.02	88 Ra Radium 226.03	89-103 Actinides	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Uut Ununtrium unknown	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium unknown	116 Lv Livermorium [293]	117 Uus Ununseptium unknown	118 Uuo Ununoctium unknown
57 La Lanthanum 138.91	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.91	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.91	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.96	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.93	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93	70 Yb Ytterbium 173.06	71 Lu Lutetium 174.97			
89 Ac Actinium 227.03	90 Th Thorium 232.04	91 Pa Protactinium 231.04	92 U Uranium 238.03	93 Np Neptunium 237.05	94 Pu Plutonium 244.06	95 Am Americium 243.06	96 Cm Curium 247.07	97 Bk Berkelium 247.07	98 Cf Californium 251.08	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.10	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.10	103 Lr Lawrencium [262]			

Имя.....

Код

**НЕ переворачивайте эту страницу до
“СТАРТОВОГО СИГНАЛА”**

ЭКСПЕРИМЕНТ 1: ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБОНЯТЕЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ

Обоняние – это способность чувствовать запахи. Рецепторной частью обонятельного анализатора у многих животных является специализированная ткань, находящаяся в верхней части полости носа, которая называется обонятельным эпителием (рис. 1.1).

Основные клетки этого эпителия, чувствительные обонятельные нейроны (OSN, окрашены в зеленый цвет на рис.1.2), представляют собой клетки с двумя отростками. Отросток, выходящий в полость носа, имеет на конце утолщение с многочисленными ресничками, погруженными в слизь на поверхности эпителия.

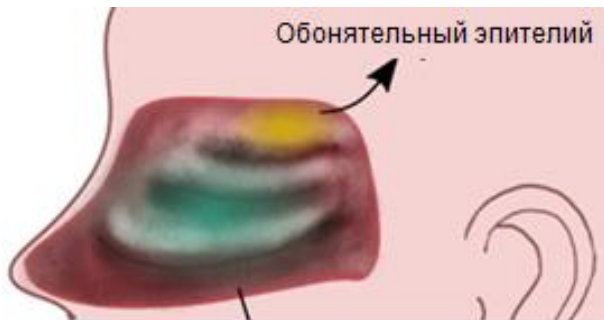


Рис. 1.1. Полость носа

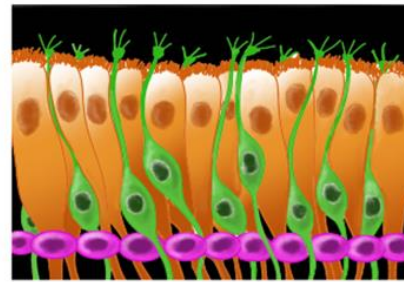


Рис. 1.2. Обонятельный эпителий

Каждая клетка имеет разность потенциалов относительно мембраны.

Здесь и далее будем считать, что внешняя сторона мембраны имеет нулевой потенциал. При отсутствии внешнего воздействия на ресничку, т.е. когда нет пахучих веществ в полости носа, потенциал внутренней стороны мембраны отрицателен и постоянен.

Молекула пахучего вещества связывается с рецептором (R) на поверхности мембраны реснички обонятельного нейрона (рис. 1.3). Соединение вещества с рецептором запускает каскад биохимических реакций в цитоплазме чувствительной клетки, что приводит к изменению разности потенциалов на мембране реснички, а затем и на других частях клетки. Это изменение происходит за счет открытия ионных каналов в мембране (белков, пропускающих ионы через мембрану). Эти каналы принадлежат к двум различным типам:

- Каналы, обеспечивающие транспорт катионов, открываются при соединении с циклическим нуклеотидом (CNG);
- Каналы, обеспечивающие движение аниона хлора, открываются при соединении с ионом кальция (CaCC).

Имя.....

Код

Оба типа каналов делают разность потенциалов на мембране менее отрицательной, чем в состоянии покоя. Это изменение потенциала распространяется по дендриту (III) в сторону тела нейрона (см. рис. 1.4).

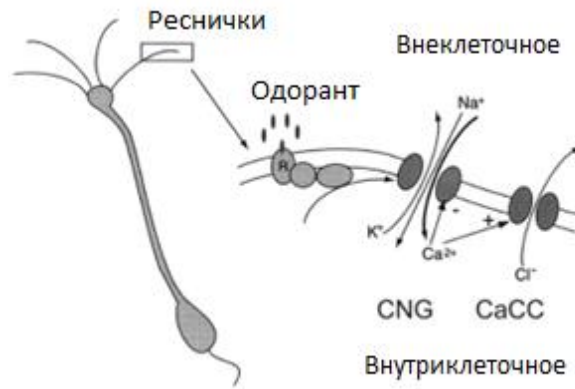


Рис. 1.3. Механизм реакции на пахучее вещество

В предлагаемом эксперименте у вас будет возможность построить модель обонятельного нейрона, проверить изменение его потенциала на уровне реснички (II) и тела нейрона (IV). На рис. 1.4 изображена электрическая цепь моделирующая нейрон OSN в **СОСТОЯНИИ ПОКОЯ**.

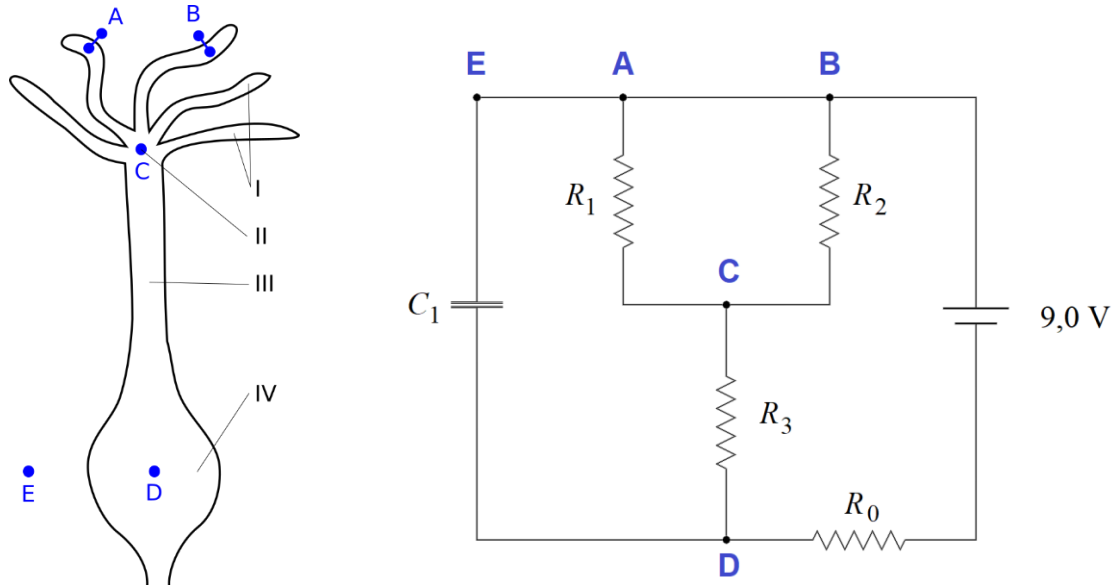


Рис. 1.4 Слева: I – реснички, II – утолщение отростка, III – дендрит, а IV – тело нейрона. Справа: электрическая схема, моделирующая нейрон OSN в состоянии ПОКОЯ. Точки A, B, C, D и E на обоих рисунках эквивалентны.

Имя.....

Код

Данная RC цепь является типичной моделью, которая используется для моделирования таких характеристик клетки нейрона как его емкость и сопротивление. Резисторы R_1 и R_2 моделируют каналы CNG и $CaCCs$ соответственно, резистор R_3 моделирует сопротивление дендрита, а емкость C_1 соответствует способности клеточной мембраны дендрита (III) накапливать электрический заряд,

Резистор $R_0 = 5,6$ МОм и батарея $9,0$ В являются вспомогательными элементами для моделирования других физиологических величин.

Оборудование

- 21 резистор и 1 конденсатор в упаковке
- 1 батарейка $9,0$ В
- Мультиметр и кабели
- Макетная плата

ЗАДАНИЕ 1

Инструкции

Чтобы добавить элемент электрической цепи в модель нейрона вставьте его в соответствующие отверстия, обозначенные так же, как и в электрической цепи, моделирующей нейрон с потенциалом ПОКОЯ на рис. 1.4.

1. Подключите батарею $9,0$ В к соответствующему разъему.
2. Проверьте и выберите подходящие резисторы для эквивалентной схемы нейрона с потенциалом ПОКОЯ.
3. Подключите конденсатор с неизвестным значением. Точки подключения конденсатора остаются одними и теми же во время проведения всего эксперимента.
4. Если мультиметр показывает что его батарейка разряжена, то поднимите руку и позовите ассистента. Убедитесь, что центральная кнопка на крутилке отжата.

Имя.....

Код



Вопросы

1. Измерьте разность потенциалов между внутренней и внешней поверхностью тела нейрона в состоянии покоя.

$U_{\text{тело}}$ _____ мВ (0,2 балла)

2. Измерьте разность потенциалов между утолщением отростка клетки и внешней точкой тела нейрона.

$U_{\text{утолщение}}$ _____ мВ (0,2 балла)

3. Если нам надо будет упростить электрическую модель нейрона до схемы, где резисторы R_1 , R_2 и R_3 будут заменены на один резистор R_5 , то чему будет равно значение этого резистора в Омах?

Имя.....

Код

_____ Ω

4. Нарисуйте упрощенную схему из предыдущего вопроса.

5. Вычислите постоянный ток через R_0 .

_____ пА

Задание 2

В этом задании вы будете изменять некоторые компоненты электрической цепи, чтобы смоделировать влияние различных концентраций пахучего вещества (ODOR). В таблице 1 каждая строка соответствует состоянию нейрона при стимуляции различными концентрациями ODOR 1.

Таблица 1. Разные концентрации ODOR 1 и номиналы резисторов для ее моделирования.

Строка	Концентрация ODOR 1 (M)	R_1 (кОм)	R_2 (кОм)	R_3 (кОм)
1	1×10^{-7}	5,1	5,1	4,7
2	1×10^{-6}	4,3	4,7	4,7
3	1×10^{-5}	3,9	3,9	4,7

Имя.....

Код

4	1×10^{-4}	1,00	2,00	4,7
5	1×10^{-3}	0,38	0,54	3,8
6	1×10^{-2}	0,38	0,38	3,6
7	1×10^{-1}	0,30	0,38	2,0
8	1	0,24	0,36	2,0
9	10	0,20	0,36	2,0

Запишите измеренные и номинальные значения сопротивлений в таблицу

Nominal Resistance (Ω)	Measured Resistance (Ω)
5.6 M	
47 k	
38 k	
5.1 k	
4.7 k	
4.3 k	
3.9 k	
3.8 k	
3.6 k	
2.0 k	
1.0 k	
0.54 k	
0.38 k	
0.36 k	
0.30 k	
0.24 k	

Имя.....

Код

Вопросы

1. Повторите измерения разности потенциалов $U_{\text{тело}}$ и $U_{\text{утолщение}}$, как это было в задании 1, для каждой строки из таблицы ниже. Измерьте сопротивление новых резисторов, прежде чем их использовать. Заполните таблицу измеренными напряжениями для обоих клеточных компартментов.

LINE	$U_{\text{тело}}$ (В)	$U_{\text{утолщение}}$ (В)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Имя.....

Код

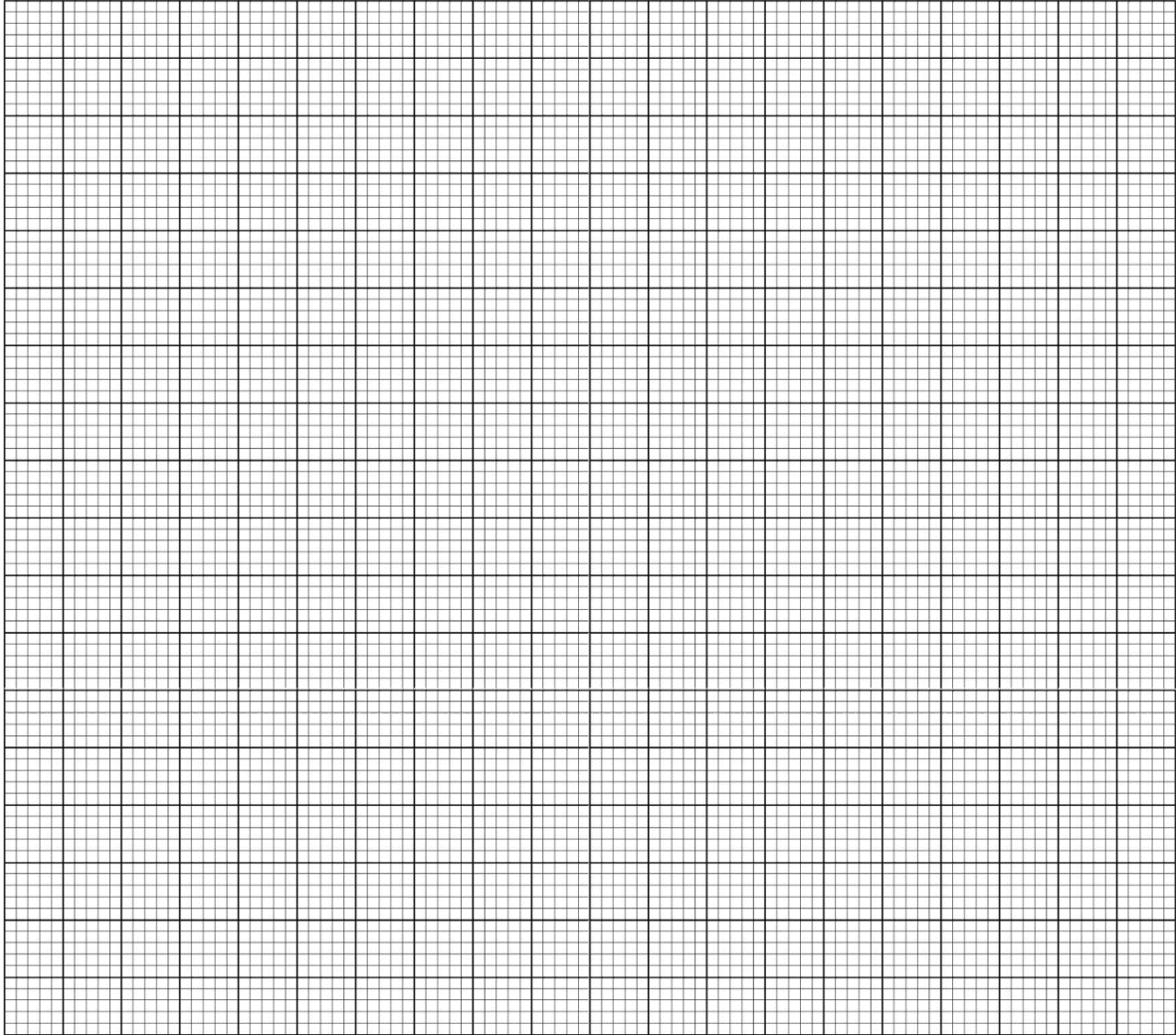
2. Постройте график зависимости $U_{\text{тело}}$ от логарифма концентрации пахучих веществ: ODOR 1, ODOR 2 и ODOR 3. Значения $U_{\text{тело}}$ для веществ ODOR 2 и ODOR 3 представлены в Таблице 3.

Таблица 3. $U_{\text{тело}}$ для ODOR 2 и ODOR 3.

Концентрация ODOR (M)	ODOR 2 (B)	ODOR 3 (B)
1.0×10^{-7}	-0,0835	-0,08793
1.0×10^{-6}	-0,0829	-0,08764
1.0×10^{-5}	-0,0820	-0,0774
1.0×10^{-4}	-0,0823	-0,07178
1.0×10^{-3}	-0,0802	-0,06362
1.0×10^{-2}	-0,0671	-0,05867
1.0×10^{-1}	-0,0545	-0,0558
1.0	-0,0411	-0,0536
10	-0,0413	-0,0533

Имя.....

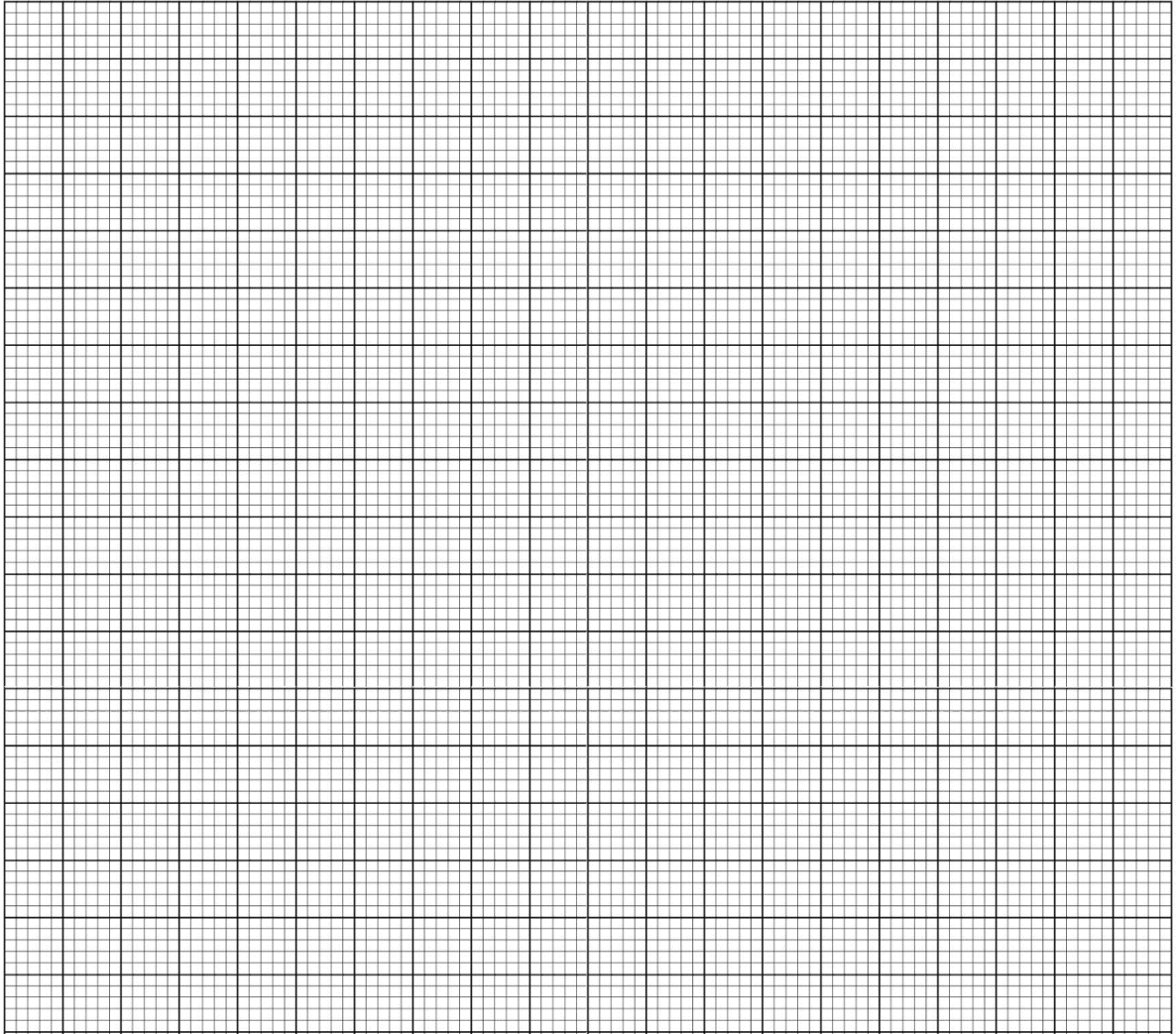
Код



Имя.....

Код

3. Изобразите на одном графике зависимость $U_{\text{утолщение}}$ и $U_{\text{тело}}$ для ODOR 1 от логарифма его концентрации.



Имя.....

Код

Аффинность (a) определяется как более сильный ответ на ту же концентрацию раздражителя.

4. Расположите в таблице все 3 пахучих вещества по величине их аффинности (a_{ODOR1} , a_{ODOR2} и a_{ODOR3}) от наибольшего к наименьшему.

	>		>	
--	---	--	---	--

5. Какое пахучее вещество дает наибольший ответ в модели нейрона, если концентрация раздражителя равна 10 мкМ?

6. Заряд конденсатора определяется

$$Q = C \cdot |U|$$

В таблице 3 представлены значения заряда, когда наша модель клетки была раздражена различными концентрациями ODOR 1

Таблица 3. Заряд возбужденной клетки

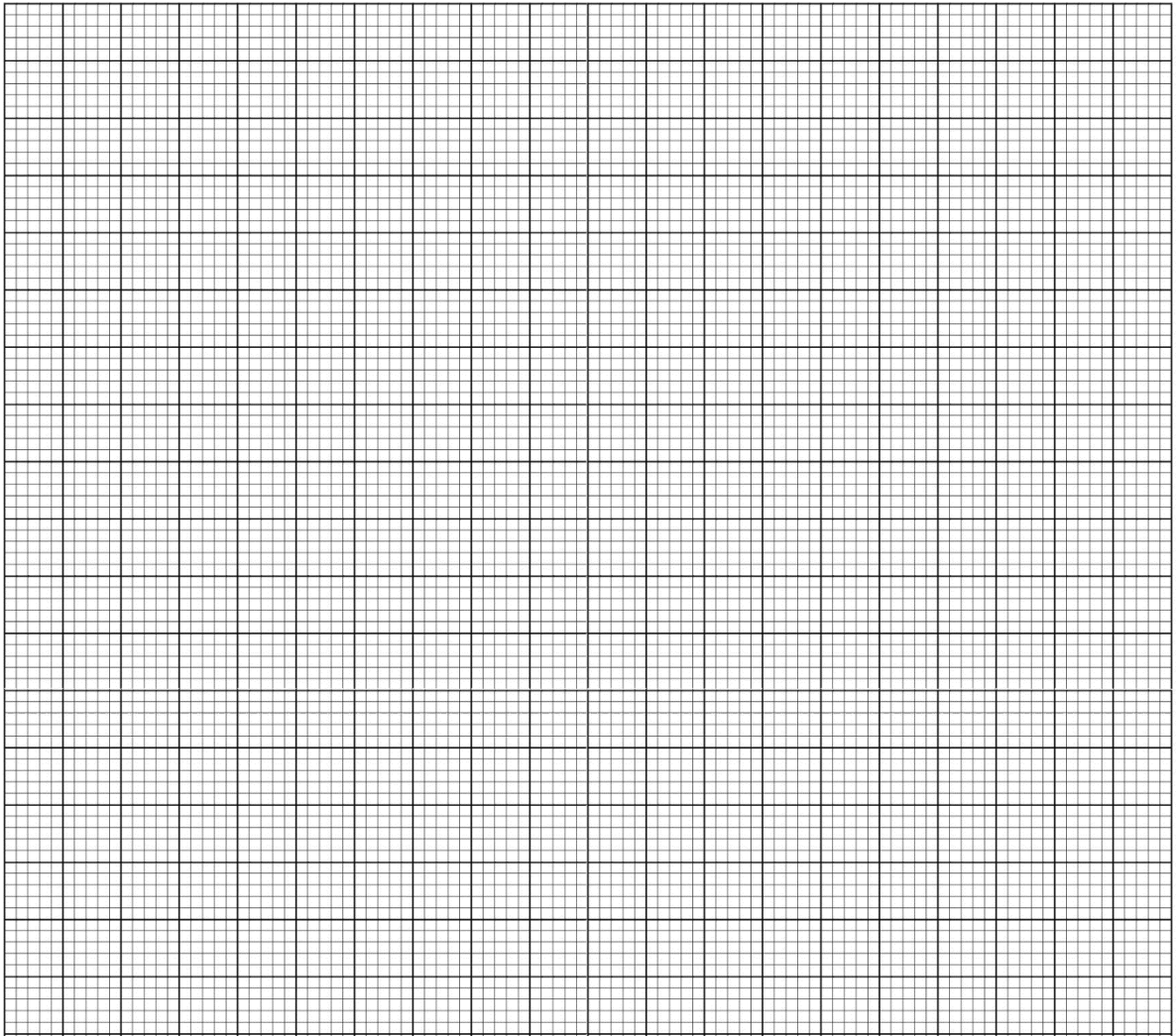
Концентрация пахучего вещества (М)	Заряда (10^{-11} К)
1.0×10^{-7}	8,35
1.0×10^{-6}	8,29
1.0×10^{-5}	8,23
1.0×10^{-4}	8,02
1.0×10^{-3}	6,74
1.0×10^{-2}	5,47
1.0×10^{-1}	4,15
1.0	4,16
10	4,13

Имя.....

Код

Изобразите на графике значения заряда, как функцию напряжения $U_{\text{тело}}$, которые вы нашли в вопросе 1 задания 2 и сделайте аппроксимацию линейной зависимостью для этого набора данных.

Определите по этим данным значение емкости нашей клетки.



Емкость _____ Ф

Имя.....

Код

Задание 2 – измерение удельного сопротивления проволоки

В этом задании вам нужно будет измерить удельное сопротивление выданной вам проволоки двумя методами и сравнить результаты.

Часть 1 – прямое измерение

В этом задании вам надо измерить сопротивление проволоки различной длины, используя мультиметр в режиме омметра.

1. Для разных значений длины проволоки измерьте ее сопротивление и запишите ваши результаты в таблицу. Добавьте в нее так же единицы измерения.

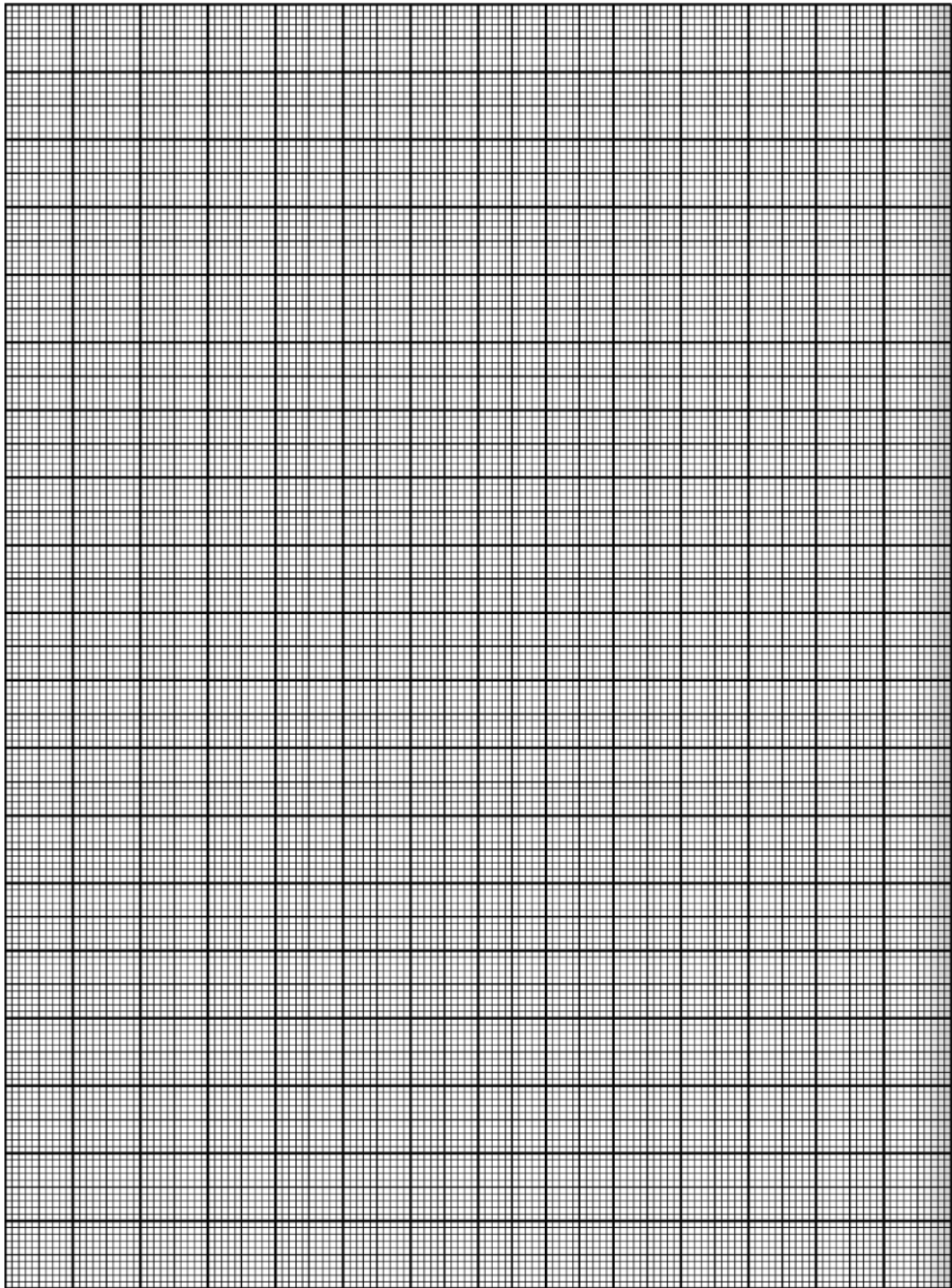
Таблица 2.1

$L[\dots]$	$R[\dots]$

2. Постройте график зависимости сопротивления проволоки от ее длины

Имя.....

Код



Имя.....

Код

3. Каким физическим величинам соответствуют угловой коэффициент α и точка β пересечения графиком оси Y ? Напишите « α » и « β » в нужном строке таблицы

удельное сопротивление проволоки	
внутреннее сопротивление мультиметра	
сопротивление контактов и подводящих проводов	
напряжение батареи	
Сопротивление единицы длины проволоки	
Длина проволоки	
Диаметр проволоки	

4. Найдите из графика сопротивление единицы длины проволоки λ

$\lambda =$ _____

Часть 2 – мост Уинстона

Мост Уинстона (см. рис. 2.1) используется для измерения сопротивлений.

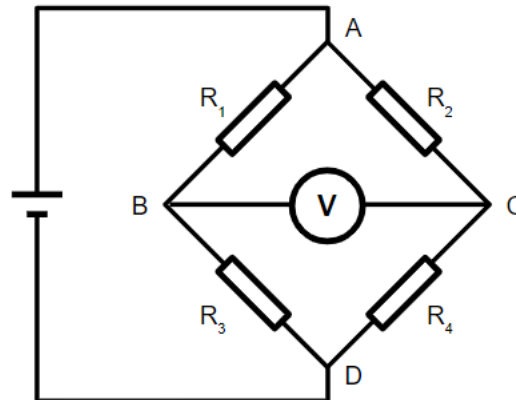


Рис. 2.1 – Мост Уинстона

1. Покажите, что если сопротивления резисторов удовлетворяет соотношению:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

то показания вольтметра, подключенного к контактам *B* и *C* равны нулю. При доказательстве используйте только рисунки и уравнения

Имя.....

Код

2. В этом эксперименте мы будем использовать два резистора маркированные как $5,0\text{k}\Omega$ и резистор $5,8\text{M}\Omega$. Используйте мультиметр для того, чтобы измерить точные сопротивления этих резисторов и запишите ваши результаты.

$$R_{5,0\text{k}\Omega,1} = \dots\dots\dots$$

$$R_{5,0\text{k}\Omega,2} = \dots\dots\dots$$

$$R_{5,8\text{M}\Omega} = \dots\dots\dots$$

3. Измерьте напряжение батареи, используя мультиметр и запишите ваш результат

$$U_{\text{батареи}} = \dots\dots\dots$$

В этом эксперименте мы будем использовать макетную плату для того, чтобы собрать электрическую цепь. Группы из пяти отверстий макетной платы, отмеченные на рисунке 2.2 синей линией, соединены накоротко. Так, например, резисторы R_1 и R_2 на рисунке соединены параллельно, тогда как резисторы R_3 и R_4 соединены последовательно. НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ крайние колонки макетной платы.

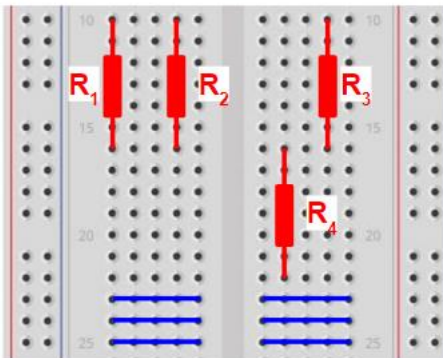


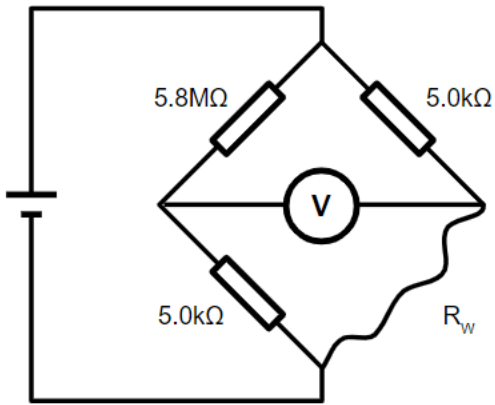
Рис. 2.2 – Пример макетной платы

4. Соберите на плате схему моста, представленную на рисунке ниже. Используйте проволоку длиной 80 см в качестве сопротивления R_W . Используйте крокодилы для того, чтобы подключить батарейку. **ВНИМАНИЕ** – НЕ подключайте батарейку каким угодно способом, за исключением того, который указан на рисунке! Неправильно подключенная батарейка (например, замкнутая накоротко) может **УНИЧТОЖИТЬ**

Имя.....

Код

оборудование! Также избегайте **ЛЮБОГО** контакта между проводами, относящимися к разным частям схемы!



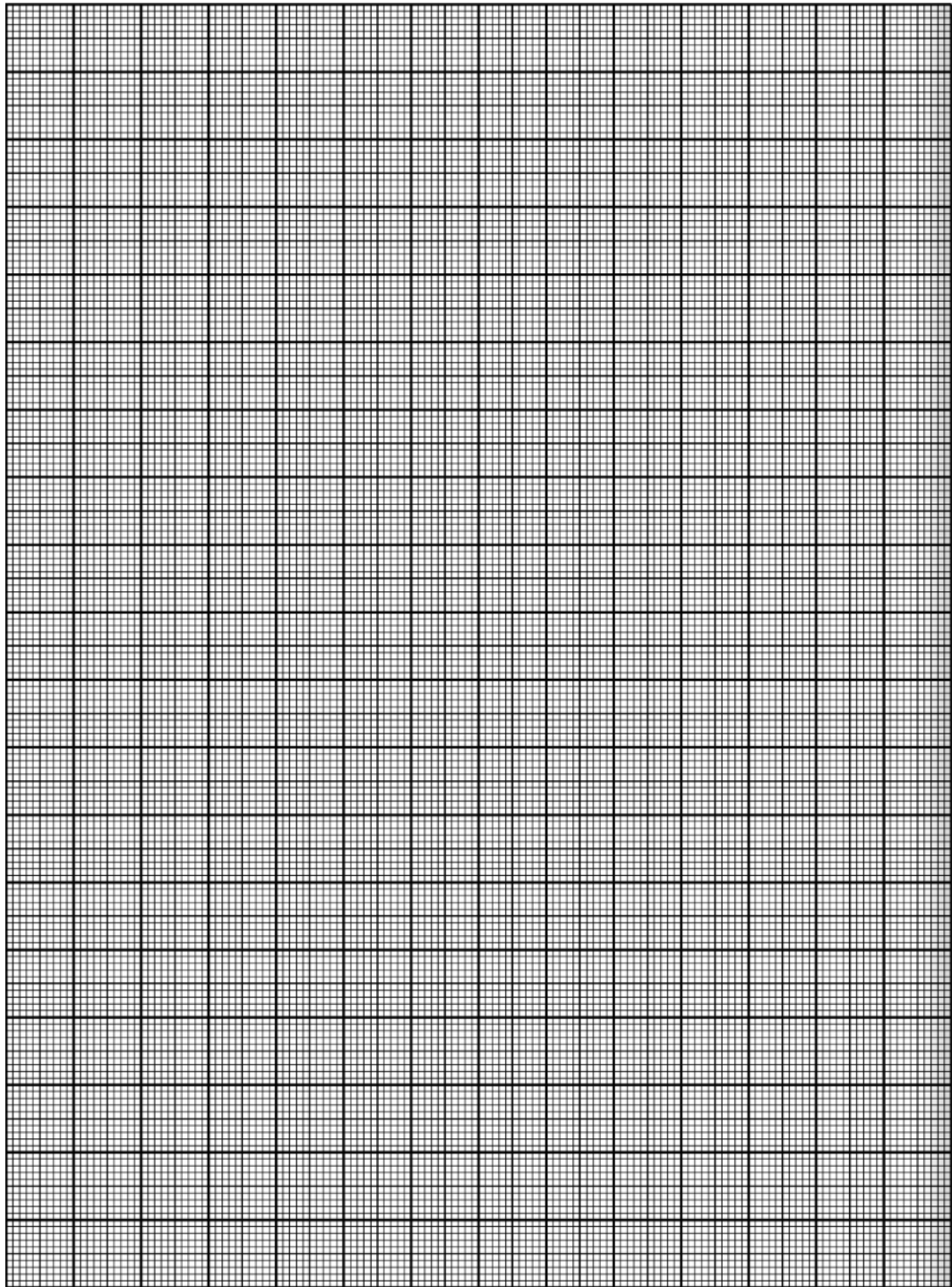
5. Проведите измерения напряжения для различных значений длины L и запишите их в таблицу.

$L[cm]$	$V_{measured}[\quad]$
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	

6. Постройте график зависимости напряжения от длины проволоки.

Имя.....

Код



Имя.....

Код

7. Какой из параметров графика соответствует сопротивлению единицы длины проволоки? Отметьте крестом "X" правильный ответ в таблице:

Угловой коэффициент	Пересечение с осью X	Пересечение с осью Y

8. Используя график найдите сопротивление единицы длины λ проволоки. В качестве обоснования используйте только уравнения и рисунки.

$$\lambda = \underline{\hspace{2cm}}$$

Имя.....

Код

Часть 3 – удельное сопротивление проволоки

1. Придумайте способ измерения диаметра проволоки D настолько точный, насколько это возможно. Изобразите метод схематичным рисунком и запишите ответ с соответствующим количеством значащих чисел. Если вы не можете придумать подходящий метод, то для ответа на следующие вопросы вы можете использовать значение диаметра равное 0.3 мм.

 $D = \dots\dots\dots$

2. Запишите уравнение, которое позволяет найти удельное сопротивление проволоки ρ через ее сопротивление единицы длины λ и диаметр D .

Финальное уравнение:

3. Вычислите удельное сопротивление проволоки, используя предыдущие результаты задачи:

 $\rho = \dots\dots\dots$

Имя.....

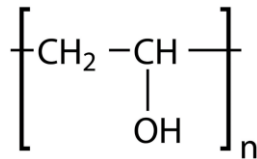
Код

ХИМИЯ (13 баллов)**ЧАСТЬ 1: Определение относительной вязкости растворов полимера**

Вязкость — это свойство раствора, которое можно определить как сопротивление течению. Вязкость жидкостей, таких как кровь или спинномозговая жидкость, оказывает значительное влияние на скорость и давление этих жидкостей в организме человека и, таким образом, имеет важное физиологическое значение.

Целью данного эксперимента является моделирование гидродинамических свойств жидкостей организма с использованием раствора полимера. Вам предстоит изучить, как концентрация молекул полимера в водном растворе поливинилового спирта (ПВС) влияет на его вязкость.

Полимеры представляют собой очень большие молекулы, состоящие из множества одинаковых субъединиц (мономеров), соединенных регулярным образом. Строение молекулы ПВС можно представить в виде:



На рисунке представлена структура повторяющегося звена полимера; n - число повторяющихся звеньев в одной молекуле полимера. Поливиниловый спирт не диссоциирует в воде.

Модель предполагает, что растворы ведут себя ньютоновским образом, что означает, что они подчиняются закону Пуазейля

$$\text{расход} = \frac{\Delta P \pi R^4}{8 \eta L}$$

где η – вязкость в мПа·с, R – радиус капилляра, ΔP – разница давлений на двух концах капилляра, L – длина капилляра.

При сравнении двух жидкостей, протекающих через один и тот же узкий капилляр, отношение их вязкостей (относительная вязкость жидкости 1 к жидкости 2) имеет более простой вид:

$$\eta = \frac{\text{время истечения жидкости 1}}{\text{время истечения жидкости 2}}$$

Имя.....

Код

В этом эксперименте вам предстоит использовать вискозиметр для измерения времени истечения чистой воды и растворов ПВС различных концентраций. Вы рассчитаете вязкость растворов ПВС относительно вязкости воды и тем самым определите зависимость между относительной вязкостью и концентрацией полимера. И наконец, вы используете эту информацию для оценки средней молекулярной массы полимера.

Методика 1. Приготовление растворов ПВС

Список оборудования (некоторое оборудование может использоваться в других экспериментах):

Стаканы
Держатель для вискозиметра (большой стакан с выемкой на дне)
Мерный цилиндр
Пластиковые пипетки Пастера
Поднос
Вискозиметр (маленькая пластиковая бутылка с прикрепленным капилляром)
Линейка
Маркер
Дистиллированная вода
Раствор ПВС (2 г ПВС/100 мл воды)
Раствор хлорида натрия (10 г / 100 мл воды)
Секундомер
Слив
Деревянная ложка

1. Промаркируйте шесть стаканов в соответствии с Таблицей 1 ниже.

2. В маркированных стаканах при помощи мерного цилиндра и пластиковой пипетки приготовьте пять растворов ПВС разбавлением исходного раствора 2,0 г/100 мл. Каждый раствор должен иметь конечный объем 100 мл, концентрации растворов приведены в Таблице 1. Заполните таблицу.

Имя.....

Код

Таблица 1: Состав растворов ПВС

Обозначение образца	Объем раствора ПВС (мл)	Объем дист. воды (мл)	Концентрация полимера (г/100 мл воды)
Water	0	100	0
1			0,20
2			0,40
3			0,60
4			0,80
5			1,0

(1,0 балл)

Методика 2. Измерение вязкости.

1. Выполняйте эксперимент на подносе. Если вискозиметр течет, уведомьте ассистента.
2. Промойте вискозиметр небольшим объемом дистиллированной воды.
3. Сделайте две отметки на бутылки вискозиметра. Отметки должны находиться на высоте 5 см (нижняя отметка) и 7 см (верхняя отметка) выше дна бутылки.
4. Поднимите вискозиметр, поместив его на перевернутый стакан с выемкой. Убедитесь, что капилляр попал в выемку. Заткните выход капилляра пальцем, и налейте в вискозиметр 100 мл воды. Уровень жидкости должен находиться выше верхней отметки.

Имя.....

Код



5. Переместите стакан с водой под выход капилляра для сбора вытекающей жидкости. Уберите палец и дайте раствору свободно течь по капилляру, пока уровень жидкости не достигнет верхней отметки, на этом этапе включите секундомер. Остановите отсчет времени, когда уровень жидкости достигнет нижней отметки.
6. Повторите измерение времени истечения до получения трех воспроизводимых результатов. Запишите результаты измерений для воды в Таблицу 2 ниже.
7. Промойте вискозиметр небольшим объемом следующего раствора, который вы хотите использовать, и дайте ему стечь через трубку. Если раствор для промывки не сливается через капилляр, заткните большим пальцем выход бутылки и осторожно ее сожмите.
8. Повторите шаги 4-7 для всех растворов.
9. Запишите результаты измерений в Таблицу 2 ниже.

Имя.....

Код

Таблица 2: Измерение времени истечения

Обозначение образца	Время истечения (с)			Среднее время истечения (с)
	Измерение #1	Измерение #2	Измерение #3	

(3,0 балла)

Анализ результатов**Определение относительной вязкости растворов ПВС**

1. Рассчитайте относительную вязкость растворов ПВС:

$\eta = \frac{t_s}{t_w}$, где t_s – среднее время истечения соответствующего раствора ПВС, t_w – среднее значение времени истечения воды.

Имя.....

Код

Таблица 3: Относительная вязкость

Концентрация ПВС (г/100 мл)	Среднее время истечения, с	Относительная вязкость η

(1,0 балл)

2. Рассчитайте значение приведенной вязкости для каждого раствора:

$$\eta_r = \frac{\eta - 1}{c}$$

где c – концентрация ПВС, г/100 мл воды.

Имя.....

Код

Таблица 4. Приведенная вязкость.

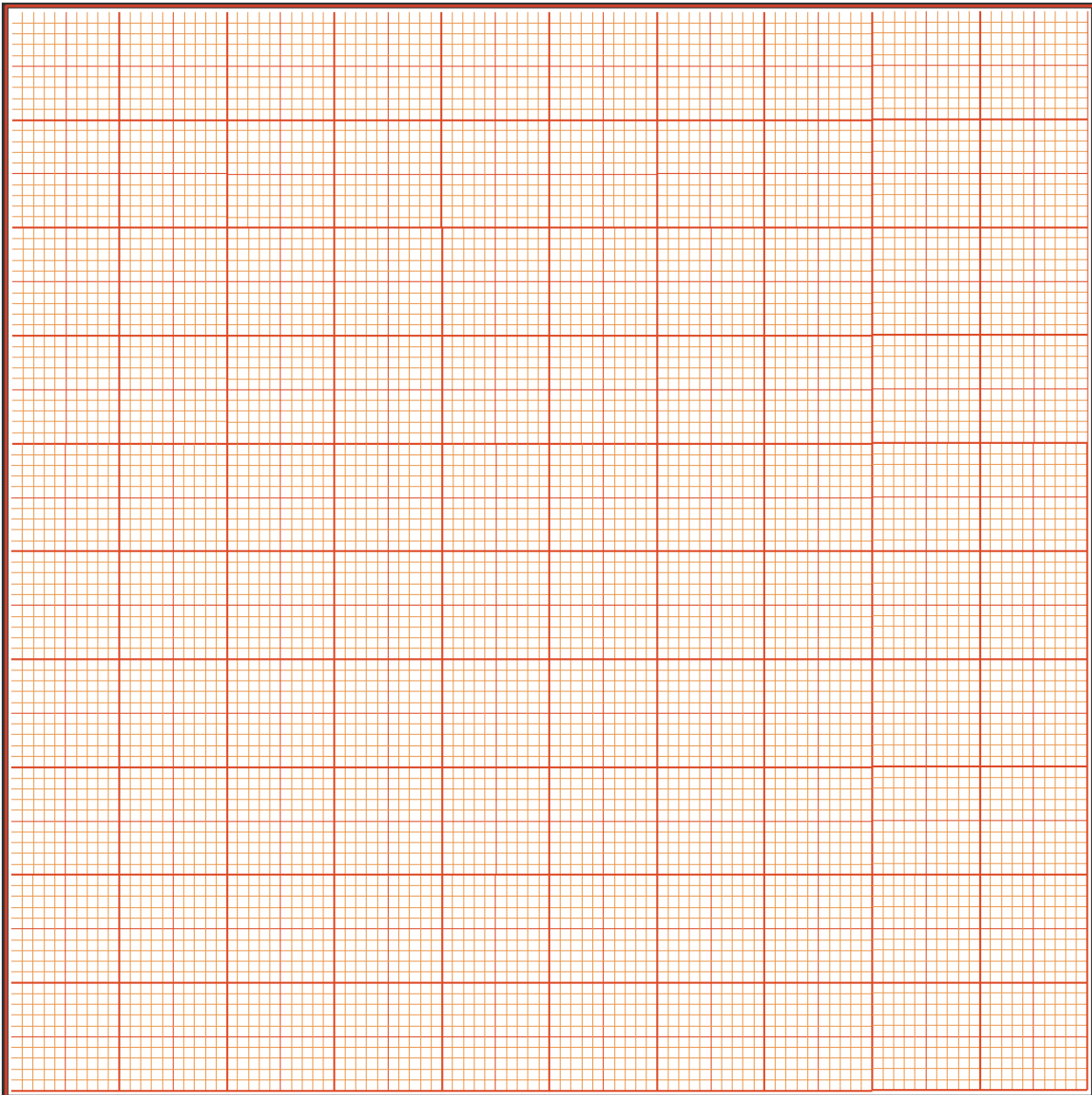
Концентрация ПВС (г/100 мл воды)	Приведенная вязкость (100 мл/г)

(1,0 балл)

3. Используя миллиметровку на следующей странице, постройте график зависимости характеристической вязкости от концентрации ПВС и установите вид кривой, которая описывает результаты наилучшим образом. (2,5 балла)

Имя.....

Код



Имя.....

Код

4. Характеристическая вязкость полимера является мерой вклада растворенного вещества в общую вязкость раствора. Определите характеристическую вязкость ПВС (в 100 мл/г), экстраполировав график до $c = 0$.

Характеристическая вязкость ПВС $\eta_i =$ _____ 100 мл/г (1,0 балла)

5. Характеристическую вязкость полимера можно использовать для определения средней относительной молекулярной массы (M_r) полимера при помощи уравнения Марка-Куна-Хаувинка:

$$\eta_i = KM_r^a$$

Для исследуемой системы значения констант равны:

$$K = 5,43 \times 10^{-4} \text{ 100 мл/г}$$

$$a = 0,64$$

Оцените среднюю молярную массу молекул ПВС с 1 значащей цифрой:

_____ (1,5 балл)

Имя.....

Код

ЧАСТЬ 2: Изучение влияния небольших молекул на вязкость растворов полимера

Проведите дополнительный эксперимент, чтобы проверить, влияет ли присутствие малых молекул или ионов, таких как глюкоза, мочевины или хлорид натрия, на относительную вязкость раствора полимера.

Используя предоставленный раствор хлорида натрия с концентрацией 10 г/100 мл, приготовьте раствор, содержащий на 100 мл 1,0 г ПВС и 5,0 г NaCl.

В соответствии с методикой 2 измерьте среднее время истечения приготовленного раствора. Сравните полученное значение с той же величиной для раствора 1,0 г ПВС/100 мл воды. Как соотносятся эти две величины?

1. Запишите результаты измерений в Таблицу 6.

Таблица 5. Время истечения для раствора ПВС/NaCl

Образец	Время истечения (с)			Среднее время истечения (с)
	Измерение #1	Измерение #2	Измерение #3	
ПВС/NaCl				

(1,0 балл)

2. В соответствии с полученными результатами, какое из приведенных ниже объяснений наилучшим образом объясняет полученные вами результаты? Отметьте символом X.

Добавление хлорида натрия к раствору ПВС значительно <u>увеличивает</u> вязкость раствора вследствие протекания реакции между хлоридом натрия и ОН-группами ПВС, которая приводит к разрушению молекул ПВС на более мелкие фрагменты	
Добавление хлорида натрия к раствору ПВС значительно <u>уменьшает</u> вязкость раствора вследствие увеличения кинетической энергии молекул	
Добавление хлорида натрия к раствору ПВС значительно <u>увеличивает</u> вязкость раствора вследствие уменьшения кинетической энергии молекул.	
Добавление хлорида натрия к раствору ПВС <u>не оказывает существенного влияния</u> на вязкость раствора поскольку полимер не является ионным.	

Имя.....

Код

Добавление хлорида натрия к раствору ПВС значительно <u>увеличивает</u> вязкость раствора вследствие того, что процесс растворения хлорида натрия является экзотермическим.	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

(1,0 балл)

Имя.....

Код

Экспериментальное задание 4: Исследование pH с помощью антоцианов

Введение:

Антоцианы и флавоноиды - растительные пигменты, окрашивающие лепестки многих садовых растений. Они часто используются в пищевой промышленности в качестве альтернативы синтетическим красителям, поскольку являются антиоксидантами. Антоцианы могут менять свой цвет в зависимости от pH среды. Предположим, вы – молодой ученый, который хочет выяснить pH популярного в Колумбии напитка Спамонетака нетривиальным способом. Чтобы сделать это, вам придется создать цветовую шкалу, используя экстракты пигментов из лепестков садовых цветов. Пожалуйста, следуйте следующим инструкциям при выполнении работы.

Оборудование:

- Цветки растений трех видов (*Hibiscus sinensis*, *Bougainvillea sp.*, *Zantedeschia aethiopica*)
- Маркер (fineliner)
- 7 стеклянных пробирок
- 1 штатив для пробирок
- 1 стеклянная палочка
- 3 пластиковые Пастеровские пипетки (Используйте их несколько раз, промывая между использованиями. Для промывки трижды наберите в пипетку дистиллированную воду)
- 2 индикаторные бумажки (дополнительных предоставлено не будет!)
- Цветовая индикаторная шкала
- Лист бумаги с нанесенной на него сеткой для определения pH (с надписью «Биологический колориметрический анализ»)
- Пластиковая пищевая пленка
- 0,5М раствор NaOH
- 0,2М раствор HNO₃
- Раствор с pH 5
- Раствор с pH 7
- 80% этанол
- Дистиллированная вода
- Раствор Спамонетака®
- Ополаскиватель (с водой)
- стакан для слива

Имя.....

Код

- Бумажные полотенца
- Перчатки

**БУДЬТЕ АККУРАТНЫ, РАБОТАЯ С
HNO₃ и NaOH!! НЕ ПРОЛЕЙТЕ ИХ НА
СЕБЯ Пожалуйста, работайте с этими
реагентами в перчатках**

Ход работы и задания:

1. Приготовьте экстракт пигментов из лепестков
 - a) Подпишите 3 стеклянные пробирки.
 - b) Возьмите приблизительно одинаковое по объему количество листьев каждого из трех растений разных видов и поместите их в помеченные пробирки. Убедитесь, что листья заняли примерно 2 см от высоты пробирки.
 - c) Используйте стеклянную палочку для измельчения листьев в пробирке. Промывайте палочку после каждого использования.
 - d) Налейте в каждую пробирку 2 мл этанола и тщательно перемешайте с измельченными лепестками.
 - e) Закройте горлышки пробирок пищевой пленкой.
 - f) Подождите приблизительно **30 минут** для более полного прохождения процесса экстракции пигментов.
2. Приготовление растворов с разными значениями pH
 - a) Растворы с pH 5 и pH 7 вам предоставлены.
 - b) Подпишите 2 пробирки как pH 5 и pH 7.
 - c) С помощью Пастеровской пипетки перенесите 5 мл каждого из этих двух растворов в соответствующие им пробирки. Используйте каждый раз чистую пипетку.
 - d) Подпишите 2 пробирки как «pH A» и «pH B».
 - e) Используя пластиковые пипетки и мерный цилиндр приготовьте два раствора в соответствии с таблицей:

Пробирка pH A		Пробирка pH B	
Шаг 1	Шаг 2	Шаг 1	Шаг 2
2,5 мл воды	2,5 мл 0,2 М HNO ₃	4 мл воды	2,5 мл 0,5 М NaOH

Имя.....

Код

- f) Используя предоставленные вам индикаторные бумажки, определите значения pH для растворов в пробирках «pH A» и «pH B». Для этого с помощью пипетки поместите по капле каждого из двух неизвестных растворов на две индикаторные бумажки.
- g) [1,00 балл] Установите значения pH этих растворов по предоставленной вам цветовой индикаторной шкале и запишите их в таблицу.

pH A	pH B

3. Колориметрический анализ

- a) Используйте лист бумаги с нанесенной на него сеткой («Биологический колориметрический анализ») и аккуратно покройте его пластиковой пищевой пленкой. Убедитесь, что лист бумаги полностью покрыт пленкой и под ним не осталось пузырей воздуха. Тщательно разгладьте пленку до получения ровной поверхности.
- b) С помощью Пастеровской пипетки поместите по 1 капле раствора «pH A» в каждую клетку колонки «pH A», на ровную поверхность пленки.
- c) Повторите ту же процедуру для растворов pH 5, pH 7 и «pH B», помещая их в соответствующие колонки. Для каждого раствора используйте чистую пипетку.
- d) Поместите по 1 капле экстракта антоциана из лепестков *Hibiscus sinensis* в каждый из растворов с различными pH в ряду «*Hibiscus sinensis*» на ровной поверхности пленки.
- e) Повторите процедуру для *Bougainvillea sp.* и *Zantedeschia aethiopica*. Каждый раз используйте чистую пипетку.
- f) Подождите 1 минуту и позовите ассистента, чтобы он сделал **фотографию** ваших результатов.
- g) [1,20 балла]

	Подпись ассистента
Фотография	

Имя.....

Код

- h) [0,50 балла] Как можно объяснить изменение цвета антоциана? Поставьте крест **X** напротив правильного ответа.

	Отметка X
Необратимое разрушение вещества	
Протонирование или депротонирование	
Гидролиз	
Нитрирование	

4. Определение pH Спамонетаки®

- a) [1,00 балла] Выберите для дальнейшей работы тот антоциан, который имеет наиболее явное изменение цвета как в кислой, так и в щелочной среде.

	Запишите название вида, чей антоциан вы взяли
Выбранный вид	

- b) С помощью пластиковой Пастеровской пипетки поместите по капле Спамонетаки® в ячейки S1 и S2 на лист «Биологический колориметрический анализ» на ровную поверхность пленки.
- c) Добавьте каплю выбранного антоциана в ячейку S1.
- d) Добавьте каплю воды в ячейку S2.
- e) Подождите 1 минуту и позовите ассистента, чтобы он сделал **фотографию** ваших результатов.
- f) [0,50 балла]

	Подпись ассистента
Фотография	

Имя.....

Код

- g) [1,00 marks] Определите, зачем проводится процедура на S1 и S2. Поставьте крест **X** в ячейки, соответствующие правильным ответам. В остальные ячейки поставьте кружки **O**.

Роль	S1	S2
Как контраст		
Как эксперимент		
Как плацебо		
Как отрицательный контроль		
Как положительный контроль		

- h) [0,50 балла] Основываясь на ваших результатах приблизительно оцените pH Спамонетаки®. Поставьте крест **X** напротив вашего ответа.

Приблизительная кислотность	Ваш X
Сильно кислая	
Слабокислая	
Нейтральная	
Сильно щелочная	

Имя.....

Код

5. Биологические приложения

- а) [0,50 балла] Какая или какие из этих структур отвечает(ют) за регуляцию цвета антоцианов в клетках растений. Используйте крест **X** для обозначения правильного(ных) ответа(ов).

Молекулярная структура	Ваш(и) X
АТФ-синтаза хлоропластов	
АТФ-синтаза митохондрий	
АТФ-синтаза вакуолей	
Протонная помпа плазматической мембраны	
Протонная помпа в мембране вакуолей	

- б) [0,80 балла] Предположите, какие последствия для здоровья может иметь прием большого количества (2 литра в день) Спамонетаки®? Поставьте X напротив правильных ответов в таблице.

Последствия для здоровья	Ваши X
Обострение язвы желудка	
Повреждение эмали зубов	
Нарушение переваривания белков	
Учащение простудных заболеваний	

Имя.....

Код

Экспериментальное задание 5: Определение кофе. Распознавание кофе Арабика**Определение Кофе арабика**

Coffea arabica, изначально произраставшее только в юго-западной Эфиопии, стало первым растением из этого рода, которое человек стал целенаправленно культивировать. Первые упоминания о напитке из его зерен, который варили на территории современного Йемена, встречаются в документах XII века. В настоящее время 60% всего выращиваемого кофе относится к виду *Coffea arabica*. Производство кофе играет важную роль в экономике Колумбии. Колумбийский кофе известен во всем мире мягким и изысканным ароматом.

В этом задании вам предстоит составить описание растения кофе и определить, к какому семейству оно относится, используя предоставленный вам определитель.

Имя.....

Код



Coffea arabica L.

186

Имя.....

Код

1. [1,00 балл] Нарисуйте предоставленный вам фрагмент растения. На рисунке должно присутствовать, как минимум, два листа и должны быть правильно показаны форма листовой пластинки, форма ее края и листорасположение.



Внимательно рассмотрите приведенный ниже рисунок и предоставленный вам фрагмент кофейного дерева. Выберите те термины из предложенных списков, которые правильно описывают данное растение.

Вы можете использовать эту картинку для ответов на вопросы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ЛИСТА

2. [0,25 баллов] Отметьте крестом X термин, правильно описывающий форму листа.

<input type="checkbox"/>	Эллиптический
<input type="checkbox"/>	Линейный
<input type="checkbox"/>	Ромбовидный
<input type="checkbox"/>	Сердцевидный
<input type="checkbox"/>	Иной формы

3. [0,25 баллов] Отметьте крестом X термин, правильно описывающий тип листа.

<input type="checkbox"/>	Простой
<input type="checkbox"/>	Сложный
<input type="checkbox"/>	Иного строения

Имя.....

Код

4. [0,25 баллов] Отметьте крестом X термин, правильно описывающий листорасположение у этого растения.

<input type="checkbox"/>	Очередное
<input type="checkbox"/>	Супротивное
<input type="checkbox"/>	Спиральное
<input type="checkbox"/>	Иное листорасположение

5. [0,25 баллов] Отметьте крестом X термин, правильно описывающий характер поверхности листа.

<input type="checkbox"/>	Морщинистая, характерная для губоцветных
<input type="checkbox"/>	Гладкая, без опушения
<input type="checkbox"/>	Опушенная, покрытая волосками
<input type="checkbox"/>	Чешуйчатая, покрытая мелкими пластинками
<input type="checkbox"/>	Слизистая, покрытая вязким секретом

6. [0,25 баллов] Отметьте крестом X термин, правильно описывающий жилкование листа.

<input type="checkbox"/>	Перистое
<input type="checkbox"/>	Сетчатое
<input type="checkbox"/>	Пальчатое
<input type="checkbox"/>	Параллельное



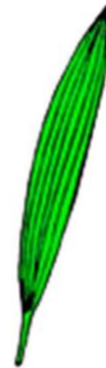
перистое



сетчатое



пальчатое



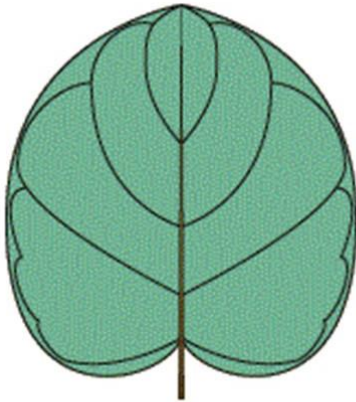
параллельное

Имя.....

Код

7. [0,25 баллов] Отметьте крестом X термин, правильно описывающий тип соответствующего жилкования листа

<input type="checkbox"/>	Дуговое
<input type="checkbox"/>	Краевое
<input type="checkbox"/>	Параллельное



дуговое



краевое



параллельное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ЦВЕТКА

8. [0,50 балла] Отметьте крестом X термин, правильно описывающий тип цветка и класс растения.

<input type="checkbox"/>	Обоеполый цветок
<input type="checkbox"/>	Однополый цветок
<input type="checkbox"/>	Однодольное
<input type="checkbox"/>	Двудольное
<input type="checkbox"/>	Иное строение

9. [0,25 балла] Отметьте крестом X термин, правильно описывающий тип симметрии цветка.

<input type="checkbox"/>	Актиноморфный (имеющий несколько плоскостей симметрии)
<input type="checkbox"/>	Зигоморфный (имеющий одну ось симметрии)
<input type="checkbox"/>	Иной тип симметрии

Имя.....

Код

10. [0,50 балла] Запишите в таблицу число соответствующих частей цветка. Используйте для ответа предоставленные рисунки и фотографии.

Чашелистики	
Лепестки	
Тычинки	
Столбики	
Рыльца	
Плодолистики	



11. [0,25 баллов] Отметьте крестом X термин, правильно описывающий тип завязи цветка. Если правильного ответа нет, оставьте

<input type="checkbox"/>	Нижняя – тычинки и лепестки отходят от ее верхней части
<input type="checkbox"/>	Верхняя – тычинки и лепестки отходят от цветоложа ниже завязи
<input type="checkbox"/>	Полунижняя – тычинки и лепестки отходят от ее боковых поверхностей



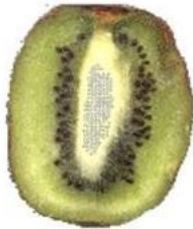
Имя.....

Код

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПЛОДА

12. [0,25 балла] Обведите кружком на рисунке А плод того же типа, что и плод кофе.
Используйте для ответа рисунок В из следующего вопроса. Если на рисунке нет плода соответствующего типа, не обводите ничего.

СОЧНЫЕ ПЛОДЫ



Ягода



Костянка



Многокостянка



Яблоко



Гесперидий



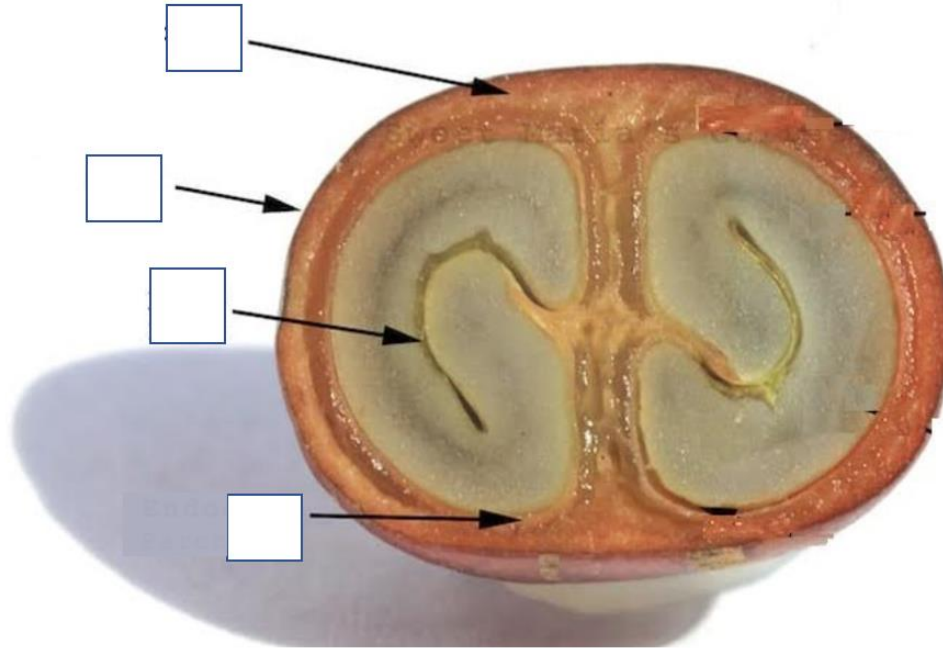
Ложный плод

Картинка А

Имя.....

Код

13. [0,75 балла] Определите части плода и поставьте соответствующие им буквы в квадраты на картинке В.



Картинка В

- А – эндокарпий
 В – складка эндосперма
 С – мезокарпий
 D – экзокарпий

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕМЕЙСТВА

14. Используйте предлагаемый ниже ключ для определения семейства растений, к которому принадлежит кофе. Используйте в определении данные из предыдущих вопросов. Заполните таблицу определения. Запишите выбранные вами буквы (а или b) напротив номеров тез.

15. **1a.** Растение 5–30 мм высотой, паразитирующее на ели, сосне или лиственнице, *Picea*, *Larix*, and *Pinus* **Viscaceae** (Омеловые)

- | | |
|------------------------------------------------------|-----------|
| 1b. Растения более крупные, не паразитические | 2 |
| 2a. Листья сложные | 3 |
| 2b. Листья простые | 10 |

Имя.....

Код

3а. Пестик с 3 рыльцами	Staphyleaceae (Клекачковые)	
3b. Пестик с 1 рыльцем		4
4а. Околоцветник зигоморфный		5
4b. Околоцветник актиноморфный или отсутствует		6
5а. Деревья. Листья пальчатосложные	Sapindaceae (Сапиндовые)	
5b. Лианы. Листья перистосложные	Bignoneaceae (Бигнониевые)	
6а. Лианы. Цветки с большим числом тычинок. Плод – семянка, заканчивающаяся вытянутым носиком	Ranunculaceae (Лютиковые)	
6b. Прямостоящие деревья или кустарники; цветки с 2-12 тычинками; плод иного строения.		7
7а. Листья с желёзками	Rutaceae (Рутовые)	
7b. Листья без желёзок		8
8а. Плод схизокарпный, похожий на крылатку; тычинок 4-12, обычно 8	Sapindaceae (Сапиндовые)	
8b. Плод крылатка или костянка; тычинок 2-5		9
9а. Околоцветник отсутствует; тычинок 2; плод - крылатка; цветки обычно однополые; деревья	Oleaceae (Оливые)	
9b. Околоцветник спайнолепестный; тычинок 5; плод - костянка; цветки обоеполые; кустарники	Adoxaceae (Адоксовые)	
10а. Верхняя часть стебля суккулентная; листья маленькие, похожие на щупальца, 1–3 мм в длину; тычиночные нити сросшиеся	Amaranthaceae (Амарантовые)	
10b. Верхняя часть стебля не суккулентная; листья большие, тычинки не сросшиеся		11
11а. Соцветие головка или корзинка	Asteraceae (Сложноцветные)	
11b. Соцветие не головка или корзинка		12
12а. Околоцветник зигоморфный	Bignoneaceae (Бигнониевые)	
12b. Околоцветник актиноморфный		13
13а. Соцветие - завиток; тычинок 8 или 10; лепестки розово-лиловые, длиной 10–15 мм	Lythraceae (Дербенниковые)	
13b. Соцветие плотное, сферическое; тычинок 4-5; лепестки белые, 5–8 мм длиной	Rubiaceae (Мареновые)	

Имя.....

Код

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

(1,3 балла)

Имя.....

Код
