



Theoretical Test

December 6th, 2022

ПРАВИЛА ТЕСТИРОВАНИЯ

1. Вам НЕ разрешается проносить в экзаменационную аудиторию какие-либо личные вещи, за исключением лекарств или разрешенной индивидуальных медицинских принадлежностей.
2. Вы должны сидеть за отведённым для Вас столом.
3. Проверьте наличие ручки, калькулятора и черновика, предоставленных вам организаторами.
4. НЕ начинайте отвечать на вопросы до сигнала «СТАРТ».
5. Вам НЕ разрешено покидать экзаменационную аудиторию во время тестирования, за исключением случаев возникновения опасности, при которых Вы сможете выйти из помещения в присутствии сопровождающего лица.
6. НЕ отвлекайте других участников. Если Вам потребуется помощь, поднимите руку.
7. НЕЛЬЗЯ общаться с другими участниками. Если вам нужна какая-либо помощь, поднимите руку и дождитесь, когда к вам подойдет ассистент.
8. НЕ допускается задавать вопросы по содержанию заданий теста. Вы должны оставаться на своём месте до окончания тура, даже если Вы закончили отвечать на все вопросы.
9. В конце отведённого на тур времени Вы услышите сигнал «СТОП». НЕ пишите ничего в Листах ответов после этого сигнала. Аккуратно разложите на столе задания, Листы ответов, письменные принадлежности. НЕ покидайте комнату, пока все Листы ответов не будут собраны.

ИНСТРУКЦИЯ ЭКЗАМЕНУЮЩЕГОСЯ

1. После сигнала «СТАРТ» у вас будет 4 часа на то, чтобы выполнить задания.
2. Используйте ТОЛЬКО выданные Вам организаторами ручку и карандаш.
3. Проверьте, что Ваше имя, код и страна указаны в Ваших Листах ответов, и подпишите каждую страницу Ваших Листов ответов. Поднимите руку, если Вам не были выданы Листы ответов.
4. Вам выданы 36 страниц условий и листов ответов – включая титульный Лист. Поднимите руку, если часть страниц отсутствует.
5. Внимательно прочитайте задания и впишите правильные ответы в соответствующие месте после каждого вопроса в этом документе.
6. Оцениваются только записи на листах ответов. Прежде чем заполнять их, воспользуйтесь черновиком.
7. Правила оценивания: перед каждым вопросом указана стоимость ответа в баллах.
8. Общее число вопросов - 3. Проверьте, что наличие всех вопросов (36 страниц, страницы 7 – 36). Поднимите руку, если часть страниц отсутствует.
9. Полезная информация (атомные массы, физические постоянные и некоторые формулы) представлена на страницах 4-5.
10. Всегда приводите ваши вычисления. Если вы не продемонстрировали ваши вычисления, то баллы за ответы на вопросы не будут начислены.
11. Приводите конечные ответы с необходимым числом значащих цифр.

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

The periodic table includes the following elements and their atomic numbers:

- Row 1: H (1), He (2)
- Row 2: Li (3), Be (4), B (5), C (6), N (7), O (8), F (9), Ne (10)
- Row 3: Na (11), Mg (12), Al (13), Si (14), P (15), S (16), Cl (17), Ar (18)
- Row 4: K (19), Ca (20), Sc (21), Ti (22), V (23), Cr (24), Mn (25), Fe (26), Co (27), Ni (28), Cu (29), Zn (30), Ga (31), Ge (32), As (33), Se (34), Br (35), Kr (36)
- Row 5: Rb (37), Sr (38), Y (39), Zr (40), Nb (41), Mo (42), Tc (43), Ru (44), Rh (45), Pd (46), Ag (47), Cd (48), In (49), Sn (50), Sb (51), Te (52), I (53), Xe (54)
- Row 6: Cs (55), Ba (56), La (57-71), Hf (72), Ta (73), W (74), Re (75), Os (76), Ir (77), Pt (78), Au (79), Hg (80), Tl (81), Pb (82), Bi (83), Po (84), At (85), Rn (86)
- Row 7: Fr (87), Ra (88), Ac (89-103), Rf (104), Db (105), Sg (106), Bh (107), Hs (108), Mt (109), Ds (110), Rg (111), Cn (112), Uut (113), Fl (114), Uup (115), Lv (116), Uus (117), Uuo (118)
- Row 8: La (57), Ce (58), Pr (59), Nd (60), Pm (61), Sm (62), Eu (63), Gd (64), Tb (65), Dy (66), Ho (67), Er (68), Tm (69), Yb (70), Lu (71)
- Row 9: Ac (89), Th (90), Pa (91), U (92), Np (93), Pu (94), Am (95), Cm (96), Bk (97), Cf (98), Es (99), Fm (100), Md (101), No (102), Lr (103)

©2014 Todd Helmenstein
 schencostore.org

**НЕ переворачивайте эту страницу до
“Стартового сигнала”**

ВОПРОС 1

ЧАСТЬ 1

Среди разновидностей кукурузы существует форма с короткими стеблями. Длина стебля определяется одной парой аллелей гена В, где короткий стебель – рецессивный признак. Фермер засеял поле семенами, из которых 30% были получены в результате скрещивания дикого варианта (мужские особи) с короткими стеблями, а остальные – в результате скрещивания коммерческого гетерозиготного варианта (мужские особи) с длинными стеблями. Все использованные для скрещивания женские особи были гетерозиготными по гену длины стебля.

1. [0,25 балла] Заполните решетку Пеннета для каждого из двух упомянутых скрещиваний.

	МУЖСКАЯ ОСОБЬ		
ЖЕНСКАЯ ОСОБЬ			

	МУЖСКАЯ ОСОБЬ		
ЖЕНСКАЯ ОСОБЬ			

-
2. [0,25 балла] Посчитайте, сколько процентов растений кукурузы на поле у фермера, будут иметь короткие стебли.

3. [0,25 балла] Высокоурожайные сорта кукурузы обычно триплоидны. Поставьте крестик(и) в ячейку(и), соответствующие процессу(ам), которые могут привести появлению триплоидных потомков у диплоидных родителей.

Процесс	Ваш выбор
Митоз	
Деление мейоза 1	
Деление мейоза 2	
Интерфаза	

4. [0,75 балла]. Существует восемь близкородственных видов и подвидов кукурузы. В таблице приведены особенности, общие для некоторых из этих видов или подвидов. Используя эту таблицу, постройте филогенетическое древо растений рода маис.

- I. *Zea mays - ssp mays*
- II. *Zea mays - ssp mexicana*
- III. *Zea mays - ssp parvigluans*
- IV. *Zea dipliperenis*
- V. *Zea luxurans*
- VI. *Zea nicaraguensis*
- VII. *Zea huehuetengensis*
- VIII. *Zea perensis*

Виды и подвиды	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Устойчив к кукурузной огневке		X		X		X		X
Устойчив к кукурузной плесени				X		X		
Переносит затопление					X			
Способен долго не прорасти	X	X		X		X	X	X
Устойчив к высоким температурам		X		X		X		X
Имеет более 100 зерен в початке				X				
Не требует долгого светового дня для роста	X							
Имеет густые метелки	X	X		X	X	X	X	X

5. [0.50 балла] Грибок *Aspergillus flavus* может поражать зерна кукурузы. Образец ткани растения, зараженной грибом, был изучен с помощью светового микроскопа. Отметьте в таблице, какие особенности строения, обнаруженные на препарате, относятся к клеткам растения, а какие к клеткам грибка, поставив в соответствующие ячейки буквы Р (наблюдается только у растения), F (наблюдается только у грибка), В (наблюдается и у растения, и у грибка).

Клеточные структуры	Наблюдаются у
Споры	
Хлоропласты	
Клеточная стенка из целлюлозы	
Митохондрии	
Гифы	
Многослойная клеточная стенка, содержащая хитин	
Окрашивается йодом в синий цвет	

6. [0,50 балла] Грибок *Aspergillus flavus* производит ядовитое вещество, которое вызывает иммунодефицит у детей и повышает риск рака печени у взрослых, съевших зараженные грибом зерна кукурузы. Какие из перечисленных в таблице признаков связаны с иммунодефицитом, какие с раком печени, а какие не имеют отношения к этим заболеваниям? Поставьте в соответствующие ячейки таблицы буквы I (иммунодефицит), C (рак) или N (ни одно из них).

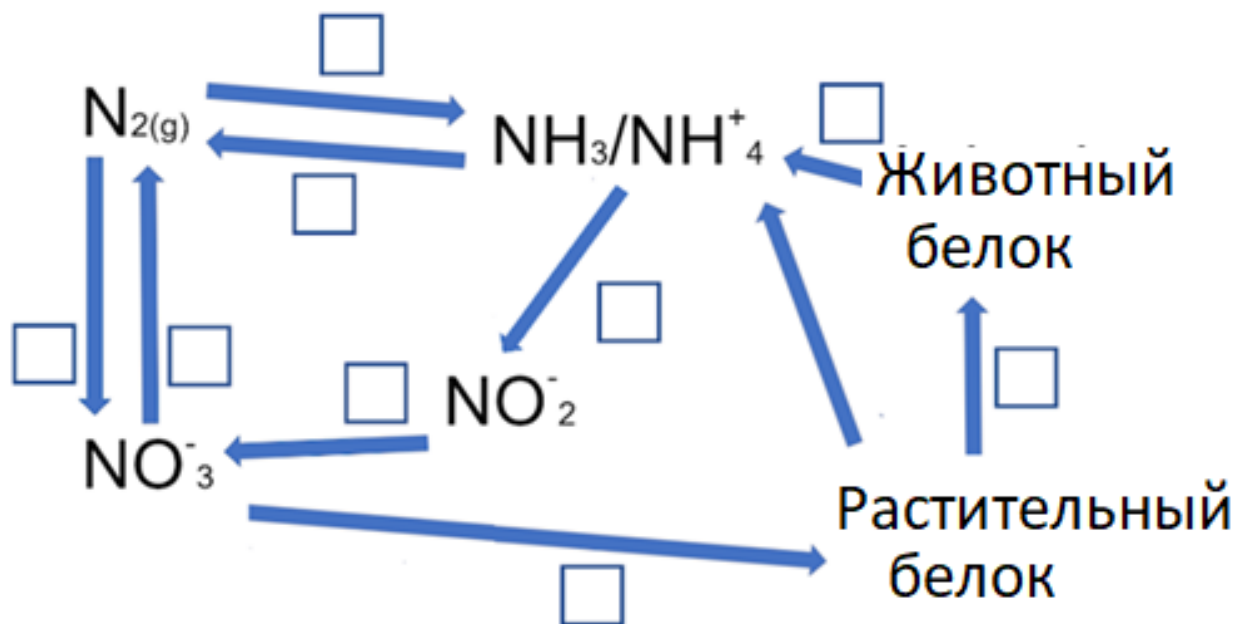
Признаки	Наблюдаются при
Частые деления клеток без дифференцировки	
Более частые инфекционные заболевания	
Уменьшение числа клеток иммунной памяти	
Увеличение числа лимфоцитов	
Отключение механизмов клеточной гибели	
Понижение частоты клеточных делений	
Повышение числа эритроцитов в крови	

ЧАСТЬ 2

Микробиом почвы принципиально важен для роста растений

[1 балл] На предложенной схеме заполните ячейки, соответствующие разным этапам цикла азота, записав в них буквы, обозначающие виды микроорганизмов или процессы, способствующие протеканию этих процессов. Одна буква может быть использована несколько раз, и не все ячейки обязательно должны быть заполнены.

- s: молния,
- t: сапрофитные грибы,
- u: нитрифицирующие бактерии *Nitrobacter* и *Nitrosomonas*,
- x: денитрифицирующие бактерии,
- y: азотфиксирующие бактерии,



ЧАСТЬ 3

Чешуекрылые насекомые, особенно огневка (*Diatraea grandiosella*), являются главными вредителями плантаций кукурузы. Желтый дятел (*Colaptes auratus*) питается личинками огневки и тем самым уменьшает число больных растений кукурузы.

1. [0,25 балла] Найдите на картинке взрослое чешуекрылое наиболее похожее на огневку и обведите его кружком.



2. [0,25 балла] Поставьте X в ячейке, соответствующей хищному животному, которое скорее всего будет поедать личинки огневки:

Летучая мышь	Паук	Бабочка	Улитка

3. [0,25 балла] В эксперименте личинки огневки развивались в условиях повышенного парциального давления кислорода в атмосфере. Учитывая, что насекомые получают кислород с помощью трахей, предскажите, какие изменения по сравнению с особями, выросшими в обычных условиях, можно будет наблюдать у этих огневок. Поставьте крестики в соответствующих ячейках таблицы.

Особенность	Ваш выбор
Большой размер груди	
Меньший размер антенн	
Более длинные ноги	
Меньший размер крыльев	

4. [0,50 балла] Самцов огневки привлекает запах полового феромона 9-гексадеценаля. Как фермеры могут использовать это его свойство для борьбы с вредителем? Поставьте крестик(и) X в ячейку(ки) соответствующую(ие) возможным вариантам использования

Ответ	Возможные варианты
	Можно разместить приманки с 9-гексадеценалем за пределами поля кукурузы, чтобы самцы летели с поля прочь.
	Можно разместить приманки с 9-гексадеценалем на поле кукурузы, чтобы отвлечь тем самым самцов огневки от самок
	Можно установить приманки с 9-гексадеценалем и мощным контактным инсектицидом, чтобы привлечь и убить самцов огневки
	Можно разместить приманки с 9-гексадеценалем в поле, чтобы они отвлекали самок огневки и отгоняли их от поля

5. [0,5 балла] Определите стадии развития огневки и поставьте соответствующие им буквы под картинками с их изображением:

- a: личинка
- b: куколка
- c: взрослая женская особь
- d: яйцо
- e: взрослая мужская особь



Часть 4

В эксперименте исследовалось влияние pH на активацию глутаминергических синапсов (рис. 4.1) в мозге насекомых (грибовидных телах).

Электрическая активность синапса при pH 9 изображена в виде красной линии на рис. 4.2. Она представляет собой серию постсинаптических потенциалов (PEPS) на мембранах нейронов грибовидных тел огневки, полученную в результате раздражения ее глаз короткими (30 мс) вспышками света (черная линия на рис. 4.2)

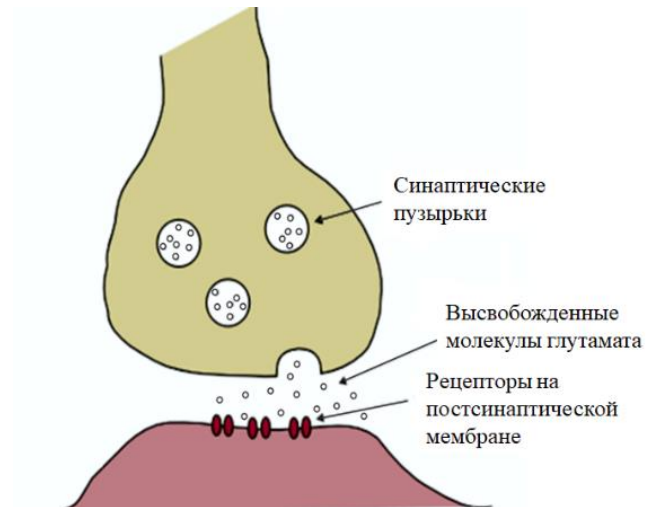


Рис. 4.1

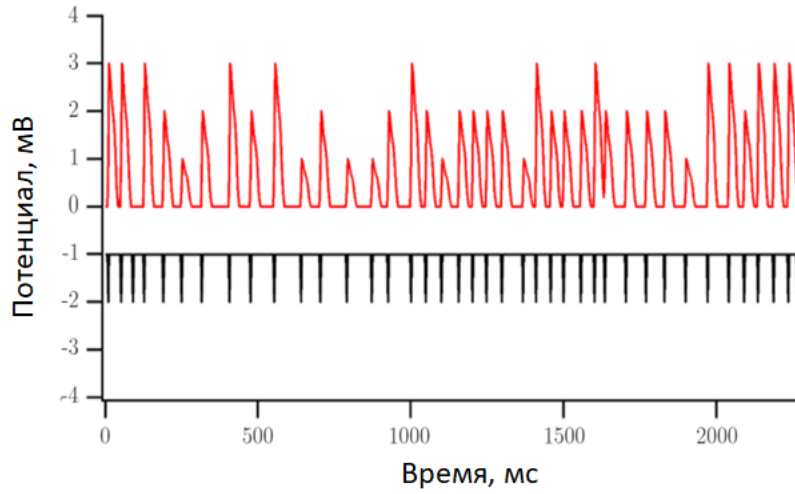


Рисунок 4.2

Тот же эксперимент был повторен с использованием буфера с рН 5 (синяя линия на рис. 4.3).

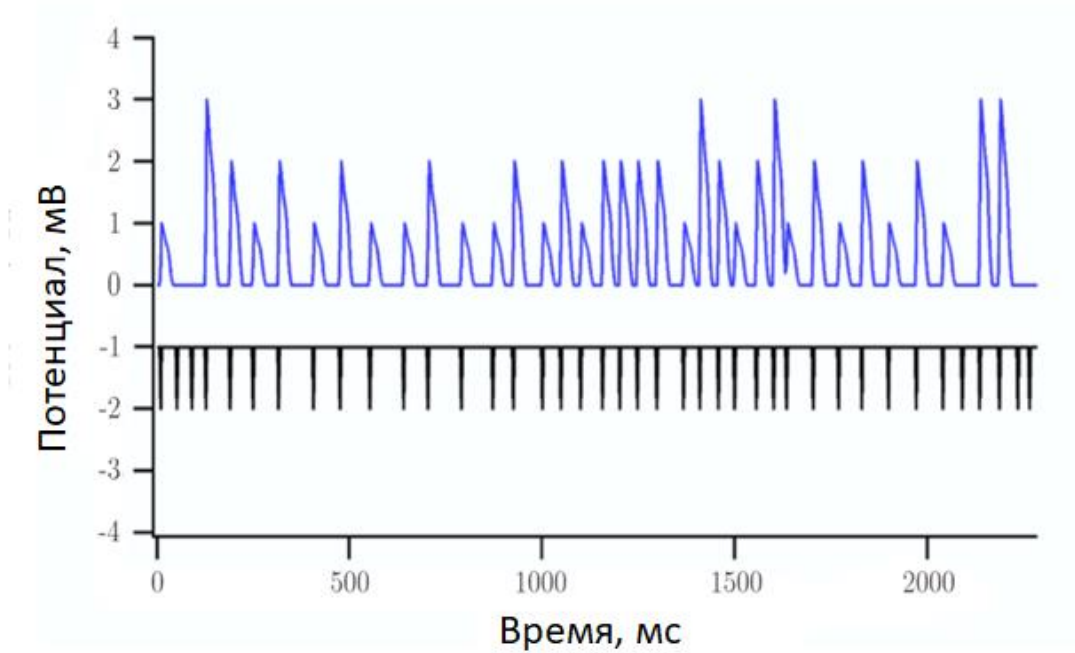
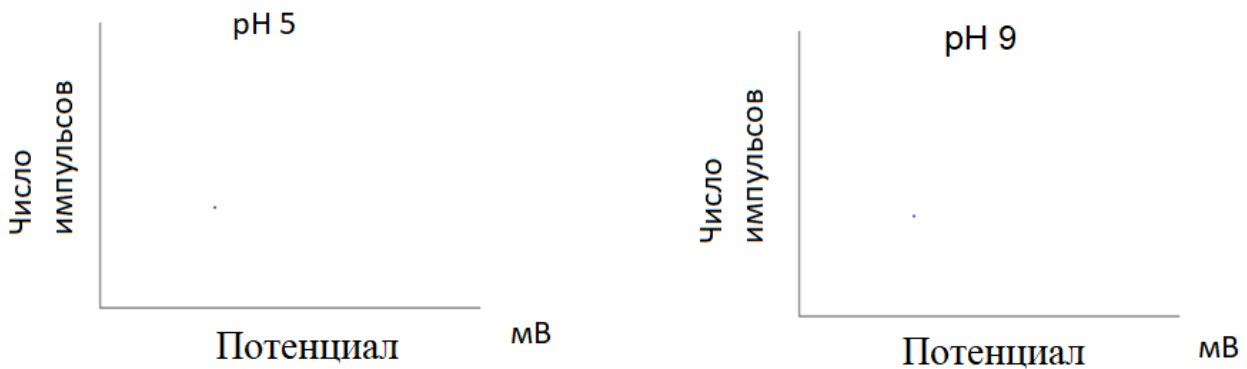


Рисунок 4.3

Предыдущее исследование показало, что:

- Каждая стимуляция может привести к выбросу содержимого максимум 3 синаптических пузырьков.
- Вероятность выброса содержимого одного пузырька не зависит от опустошения остальных
- PEPS имеют дискретные значения.

1. [0,50 балла] Постройте гистограмму потенциалов PEPS.



2. [1,00 балл] Определите частоту каждого типа PEPS:

Частота 1 мВ PEPS при pH 9 : _____ и 1 мВ PEPS при pH 5: _____

Частота 2 мВ PEPS при pH 9: _____ и 2 мВ PEPS при pH 5: _____

Частота 3 мВ PEPS при pH 9: _____ и 3 мВ PEPS при pH 5: _____

3. [0,50 балла] Определите вероятность возникновения PEPS.

Определите вероятность возникновения PEPS при pH5 : _____ и pH9 _____

При каком значении pH вероятность больше? pH: _____

4. [0,25 балла] Какова вероятность выброса содержимого более, чем двух синаптических пузырьков в ответ на одну стимуляцию вспышкой?

Вероятность выброса содержимого более, чем двух синаптических пузырьков pH 9:

Вероятность выброса содержимого более, чем двух синаптических пузырьков pH 5:

5. [0,25 балла] Правда ли, что каждый пузырек содержит одно и то же количество молекул медиатора? Отметьте крестиком X правильный(е) с вашей точки зрения ответ(ы).

	Да, молекулы глутамата, выброшенные из одного пузырька всегда открывают одинаковое число каналов, что создает один и тот же ток. Поэтому изменения потенциала носят дискретный характер.
	Нет, потому что отсутствие ответа на некоторые воздействия показывает различную чувствительность мембран пузырьков к ионам кальция, которые запускают механизм секреции глутамата.
	Да, каждая молекула глутамата открывает канал, создающий всякий раз одинаковый ток. Дискретные изменения потенциала связаны с выходом двух молекул глутамата из двух разных пузырьков.

ЧАСТЬ 5

Рецепторы на поверхности клеточной мембраны играют важную роль в активации внутриклеточных процессов. На мембранах клеток кукурузы обнаружены рецепторы (RLK) участвующие в защите растений от бактерий и грибов, таких как кукурузная плесень (*Exserohilum tureerilum*). Фрагменты клеточной стенки грибка действуют как сигнальные молекулы (FF) на эти рецепторы. Кроме того, эти рецепторы способны связываться с таким растительным гормоном, как абсцизовая кислота (AA).

Сродство сигнальной молекулы к рецептору определяется по формуле:

$$Ka = \frac{[\text{Комплекс рецептор-сигнальная молекула}]}{[\text{Рецептор}] \times [\text{Сигнальная молекула}]}$$

Используйте приведенный ниже график (Рис 5.1) для ответа на вопрос.

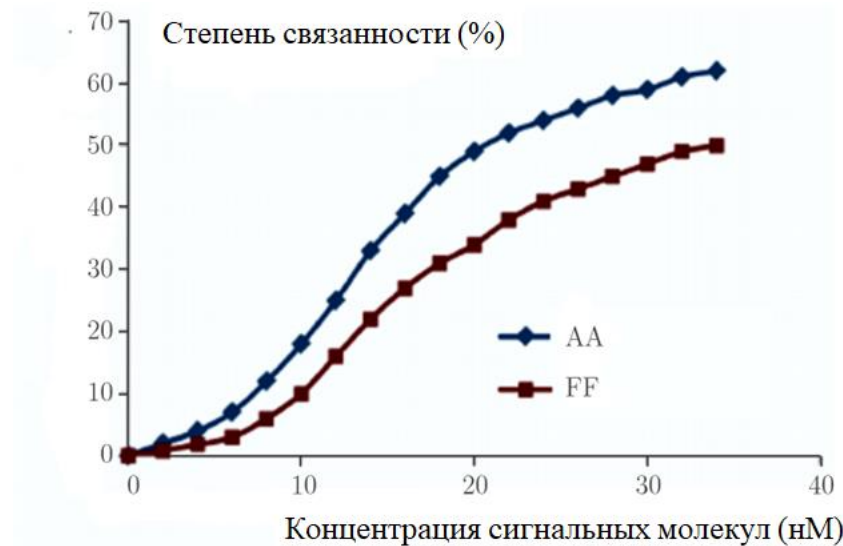


Рис. 5.1

1. [0,25 балла] Какая из сигнальных молекул показывает большее сродство к рецептору? Поставьте крест X в соответствующую ячейку.

Фрагмент клеточной стенки грибка FF		Абсцизовая кислота AA	
-------------------------------------	--	-----------------------	--

Связывание сигнальной молекулы с рецептором вызывает ответную реакцию клетки. На рис. 5.2 показано движение молекул через мембрану, возникающее в ответ на связывание сигнальной молекулы с рецептором.

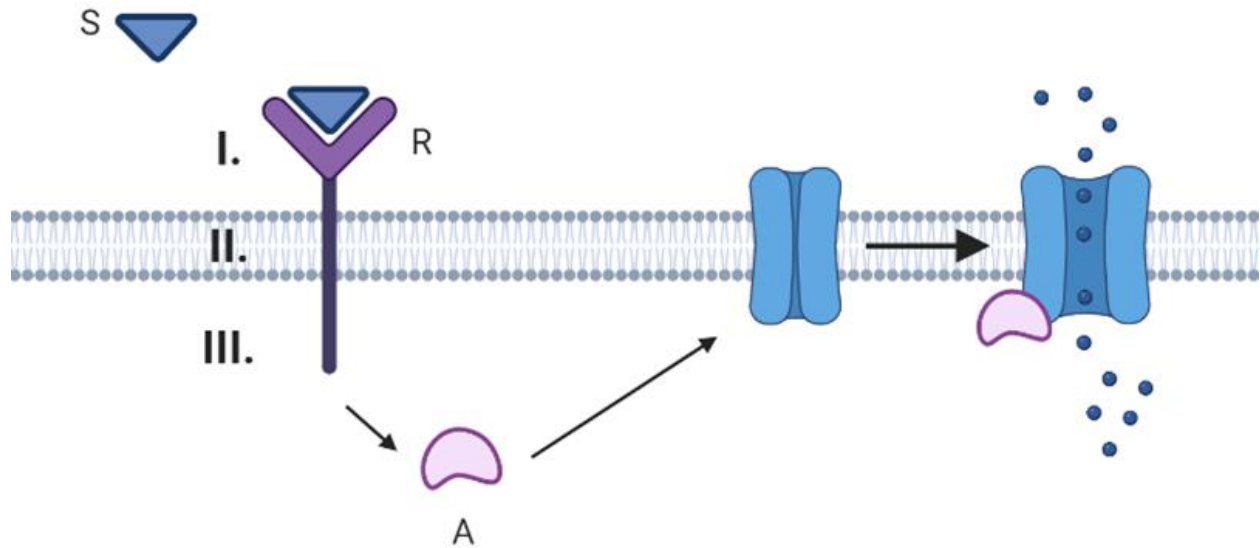


Рис. 5.2, S = сигнальная молекула, R = рецептор, A = активатор

2. [0,75 балла] Рецептор (R) имеет три части (обозначены как I, II и III на рис. 5.2). Отметьте крестом X, какая из этих частей гидрофобна, а какая гидрофильна.

Часть рецептора	Гидрофобная	Гидрофильная
I		
II		
III		

3. [1,00 балл] Отметьте крестом X термин, который описывает процесс, изображенный на рис. 5.2

Активный транспорт	
Облегченная диффузия	
Эндоцитоз опосредованный рецептором	
Фагоцитоз	
Простая диффузия	
Совместный транспорт	

4. [0,50 балла] Ген HTN1 содержит информацию о противомикробном белке Histatin1, который состоит из 297 аминокислот. Ген HTN1 содержит 9546 пар оснований. Какой процент этих пар оснований использован для кодирования аминокислот белка Histatin 1?

Вопрос 2

Часть 1

В колумбийской провинции Ориноко у фермеров есть возможность выбора, каким образом обеспечить стандартную потребность в 150 кг/га NPK 14,0-23,0-14,0 (числа соответствуют массовым процентам каждого из указанных элементов). Agrigrow продает нитрат аммония с чистотой 80,0% за \$1,40/кг. Happy plants продает нитрат калия с чистотой 95,0% по цене \$0,720/кг.

1. [0,50 балла] Определите стоимость каждого из удобрений в расчете на 1 кг азота (в \$/кг)

Agrigrow Happy Plants

2. [0,50 балла] Какую массу удобрения от Agrigrow необходимо внести на гектар кукурузы, чтобы достичь минимальных требований по азоту? Выразите ответ в кг.

Масса удобрения от Agrigrow на гектар

3. [0,50 балла] Приведите уравнение окисления аммиака кислородом в щелочной среде с образованием нитрит-иона в ионной форме

Уравнение

4. [0,50 балла] Если фермер вносит 0,85 г нитрата аммония на каждый кг почвы, содержащей в одном килограмме также 150 г воды, каковы будут концентрация ионов аммония и pH водного раствора из этой почвы? K_a иона аммония примите равным $5,60 \times 10^{-10}$, считайте, что ион аммония является единственным источником ионов H^+ .

Концентрация ионов аммония моль/л [0,25 балла]

pH раствора из почвы (2 цифры после запятой). [0,25 балла]

5. [0,50 балла] Большинство фермеров, выращивающих кукурузу, используют гидрофосфаты для обеспечения потребности растений в фосфоре. Коммерческое фосфатное удобрение содержит по 40 масс.% гидро- и дигидрофосфатов натрия. Сколько этого удобрения (в кг на га) должен внести фермер?

Масса (кг) на гектар

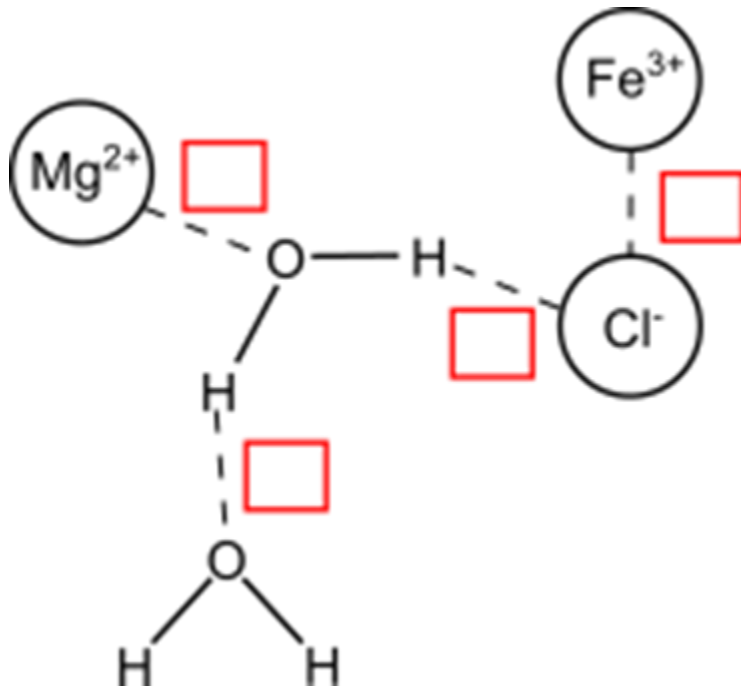
6. [0,75 балла] Эта смесь фосфатов образует в грунтовых водах буферный раствор. Если K_a дигидрофосфат-иона составляет $6,30 \times 10^{-8}$, рассчитайте pH буферного раствора, образующегося в воде.

pH буфера (2 цифры после запятой)

Часть 2

Почвы провинции Ориноко содержат необходимые для растений микроэлементы, такие как ионы кальция и магния, связанные с органическим веществом почвы электростатически.

1. [1,0 балл] Определите тип взаимодействия между ионами и молекулами в почве. Укажите соответствующую букву в окне рядом с изображением связи на рисунке.



A = водородная связь,
B = ион-дипольное взаимодействие,
C = ион-ионное взаимодействие

2. [0,50 балла] Катионообменная емкость почвы является мерой способности почвы удерживать катионы, доступные в качестве нутриентов для растений. Какое из следующих ион-дипольных взаимодействий, как вы ожидаете, является наиболее сильным? Поставьте символ X в соответствующей ячейке таблицы ниже.

Ион	Fe ³⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	Ca ²⁺	Fe ²⁺	NO ₃ ⁻
Сильнейшее взаимодействие						

3. [1,00 балл] pH почвы определяет растворимость фосфатов. Произведение растворимости фосфатов кальция и железа (III) составляет $2,07 \times 10^{-33}$ и $9,84 \times 10^{-16}$, соответственно. Почва из области А преимущественно содержит фосфат кальция, а почва из области В – фосфат железа (III). Определите, какая из почв при pH 7,0 будет иметь большую концентрацию фосфат-ионов в равновесном растворе и во сколько раз? Гидролизом пренебрегите.

Почва с большей концентрацией фосфат-ионов
Во сколько раз больше

4. [0,75 балла] Некоторые фермеры борются с личинками огневки при помощи инсектицида Малатиона, для этого им требуется правильно разбавить исходный раствор препарата, чтобы получить верную рабочую концентрацию. Рекомендуемый расход Малатиона составляет 0,050 г вещества на м². Исходный раствор Малатиона содержит 57 г вещества в 100 мл раствора. Площадь участка фермера равна 7500 м². Кроме того, фермер добавляет смачивающий агент, который должен составлять 5,0% от объема исходного раствора Малатиона. Определите объемы всех веществ и воды, которые фермер должен смешать для наполнения бака опрыскивателя (40 л).

Объем Малатиона, мл [0,25 балла]
Объем смачивающего агента, мл [0,25 балла]
Объем воды, л [0,25 балла]

5. [0,75 балла] Бак опрыскивателя фермера изготовлен из железа и после ремонта включает пару болтов, один из которых сделан из алюминия, а второй - из меди. После нескольких использований, фермер заметил, что некоторые из металлов стали корродировать. Укажите, где фермер будет наблюдать коррозию?

Стандартные электродные потенциалы для этих металлов:

Реакция	$E_0(V)$
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$	+0.34
$Fe^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Fe_{(s)}$	-0.04
$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Fe_{(s)}$	-0.44
$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Al_{(s)}$	-1.66

Отметьте символом X все места коррозии:

Выбор	Место коррозии
	На смачиваемых частях алюминиевого болта
	На смачиваемых частях медного болта
	На алюминиевом болте, который регулярно смачивается и царапается
	На смачиваемой части железа вокруг алюминиевого болта
	На несмачиваемой части железа возле обоих болтов
	На смачиваемой части железа вокруг медного болта

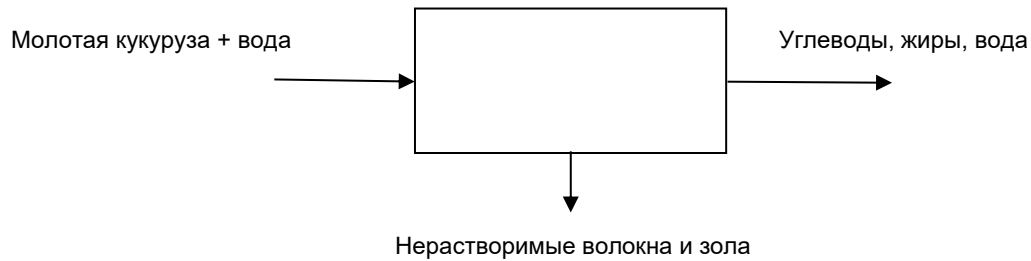
Часть 3

Ферментация и дистилляция.

Кукуруза может употребляться непосредственно людьми и животными, но также она используется для производства этанола, используемого в качестве топливной присадки, или перерабатывается в кукурузные сиропы. Процесс получения этанола из кукурузы включает следующие этапы производства: измельчение и замачивание, кипячение, охлаждение и ферментативный гидролиз, ферментацию с дрожжами, центрифугирование и, наконец, дистилляцию с последующей молекулярной фильтрацией. Молотые зерна кукурузы имеют следующий состав:

Компонент	%, масс.
Влажность (H ₂ O)	9,6
Зола (оксиды металлов и кремния)	1,7
Белки	10,7
Нерастворимые волокна	2,2
Углеводы	70,4
Жиры	5,4

1. [0,5 балла] Завод по производству этанола перерабатывает 5000 тонн измельченной кукурузы в день, к каждому кг измельченной кукурузы при производстве добавляется 2,50 л воды. Определите скорости массовых потоков (кг/с) на входе и на выходе процесса ферментативного расщепления и покажите их на диаграмме ниже.



Скорость ввода кукурузы и воды

Скорость отвода волокон и золы

Скорость отвода углеводов, жиров, воды

2. [0,50 балла] Смесь углеводов, жиров и воды помещают в ферментер (4000 л) с дрожжами (*Saccharomyces cerevisiae*) при 35,0 °С. Дрожжи в этом реакторе быстро растут и потребляют глюкозу (C₆H₁₂O₆) со скоростью 2000 моль в секунду. Процесс, происходящий с гидролизованными углеводами в ходе анаэробного дыхания дрожжей, можно описать уравнением:



Определите скорость потока охлаждающей воды (в кг/с), который необходим для поддержания температуры ферментера 35,0 °С. Считайте, что другие источники теплотеря отсутствуют. Удельная теплоемкость воды в охлаждающем контуре – 4,18 Дж/г К, температура воды на входе составляет 5,0 °С, на выходе – 30 °С.

Скорость потока охлаждающей воды кг/с

3. [0,50 балла] В ходе процесса один из ферментеров оказался зараженным бактериями, которые могут быть уничтожены понижением рН с 6,00 ниже 1,95. Добавляемая кислота не реагирует ни с углеводами, ни с жирами, ни с дрожжами. Какой объем 2,50 М серной кислоты требуется для снижения рН в этом ферментере до 1,95? Считайте, что серная кислота диссоциирует нацело и ее добавление практически не меняет общий объем раствора.

Требуемый объем 2,50 М серной кислоты л

4. [0.75 балла] При эффективном брожении 86,0% растворимых углеводов (C₆H₁₂O₆), получаемых из кукурузы, превращаются дрожжами в этанол (C₂H₅OH) и углекислый газ. Какой объем углекислого газа выделится при брожении в стандартном ферментере 4000 л, в котором находится 1400 кг измельченной кукурузы при температуре 32,0 °С и давлении 101 кПа. (R = 8,314 Дж/моль.К)

Объем выделившегося углекислого газа м³

5. [0,50 балла] Этанол, полученный в результате перегонки, фильтруют через молекулярные сита для удаления воды и используют в качестве присадки к бензину. Рассчитайте максимальное количество энергии, которое может выделиться при сжигании 1,00 л смеси октан(C_8H_{18})/этанол(C_2H_5OH) состава 80/20% (по объему). Энтальпии сгорания: октан -5470 кДж/моль, этанол -1371 кДж/моль, плотности жидкостей: октан 703 кг/м³, этанол 789 кг/м³.

Энергия, выделяющаяся при сжигании 1,00 л смесикДж.

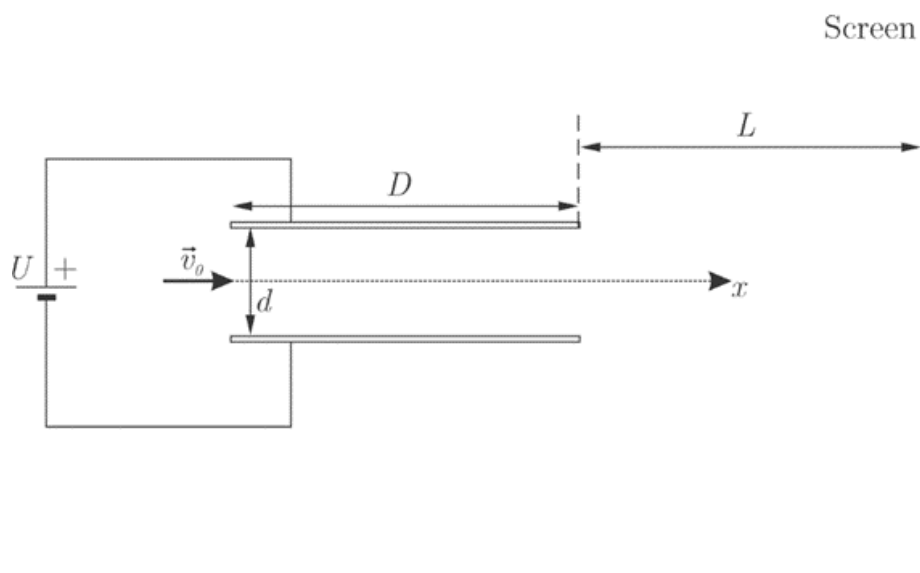
ВОПРОС 3

ЧАСТЬ 1

Когда ион попадает в пространство между двумя электрически заряженными пластинами, он отклоняется от своего первоначального направления движения. Отклонение зависит от массы и заряда иона. Это используется в одном из видов масс-спектрометров. Для того, чтобы продемонстрировать принципы его работы рассмотрим ионизованные изотопы Cl и Mg. (1 а.е.м. = $1,66 \times 10^{-27}$ кг)

Изотоп	Массы (а.е.м)	Заряд
^{35}Cl	34,97	$-e$
^{37}Cl	36,97	$-e$
^{24}Mg	23,98	$+2e$
^{26}Mg	25,98	$+2e$

Рассмотрим ион какого-либо вещества, который движется с начальным вектором скорости v_0 вдоль оси X (см. рисунок). Для простоты будем считать, что электрическое поле действует на заряд только в области, ограниченной пластинами. В этих условиях, напряженность электрического поля между пластинами равна $E = U/d$. Отклоненные ионы попадают на экран и оставляют на нем след.



Данные:

Элементарный заряд e :	$1,60 \times 10^{-19}$ Кл
Напряжение на конденсаторе U :	75 В
Длина пластин конденсатора D :	5,0 см

Расстояние между пластинами d :	1,0 см
Расстояние от края конденсатора до экрана L :	10 см
Начальная скорость ионов v_0 :	$1,0 \times 10^5$ м/с

1. [0,2 балла] Рассмотрим ион ^{37}Cl с зарядом $-e$. Найдите отношение силы тяжести к силе со стороны электростатического поля пластин, действующей на ион.

Отношение сил _____ -

2. [0,2 балла] На основании полученного выше результата укажите, можно ли пренебречь силой тяжести в данной задаче? Отметьте верный ответ крестом X.

ДА	НЕТ
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. [0,5 балла] Вычислите, расстояние от оси X до иона ^{35}Cl с зарядом $-e$ в тот момент, когда он вылетает из конденсатора.

Расстояние: _____

-
4. [0,50 балла] Вычислите угол между вектором скорости иона ^{35}Cl с зарядом $-e$ и осью X после вылета иона из конденсатора.

Угол: _____

5. [1,60 баллов]. Два иона с одинаковыми зарядами и массами m_1 и m_2 исследуются с помощью масс-спектрометра. Выразите отношение расстояний h_1/h_2 от следов, оставленных ионами на экране до оси X через их массы.

5. [1,60 балла] Выразите отношение h_1/h_2 , где h - расстояние от оси X до следа соответствующего иона на экране, через их массы. Ионы имеют одинаковый заряд и массы m_1 и m_2 соответственно.

$h_1/h_2 =$ _____

6. [1,00 балл] Найдите расстояние между следами, которые оставили ионы ^{24}Mg и ^{26}Mg с зарядами $+2e$ на экране, если их начальные скорости были одинаковыми и равны v_0 . Ответ дайте в мм.

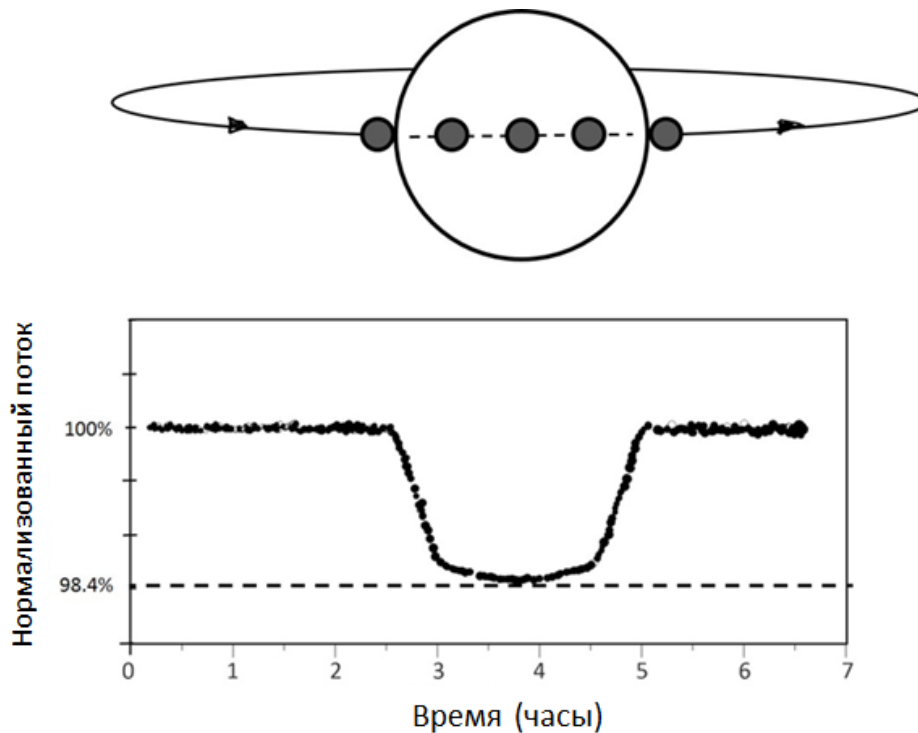
Расстояние между следами в мм: _____

7. [1,00 балл] Каким будет ответ на предыдущий вопрос, если ионы ^{24}Mg и ^{26}Mg с зарядами $+2e$, будут разгоняться вдоль оси X из состояния покоя одинаковой разностью потенциалов в 1000 В **до того**, как они попадут в пространство между пластинами? Ответ дайте в мм.

Расстояние между следами в мм: _____

ЧАСТЬ 2

Космический телескоп Джеймса Уэбба обнаружил планету WASP-96b вращающуюся по орбите вокруг звезды WASP-96, что является одним из важных шагов в вопросе поиска и изучения потенциально обитаемых экзопланет. 21го июня 2022 с помощью тепловизора ближнего инфракрасного диапазона и щелевого спектрографа (NIRISS) был измерен световой сигнал от системы, образованной звездой WASP-96 и ее планетой WASP-96b. На рисунке ниже изображены: планета (последовательные положения которой, обозначены маленькими серыми кружками) проходит напротив звезды (большой белый круг). Ученые измерили кривую светимости звезды (рисунок ниже), показывающую уменьшение ее светового потока во время прохождения планетой ее диска. Звезда и планета нарисованы не в масштабе.



Данные

Масса звезды WASP-96: $M_{star} = 1.06 M_{Sun}$

Радиус звезды WASP-96: $R_{star} = 1.05 R_{Sun}$

Температура звезды WASP-96: $T_{star} = 0,9588 T_{Sun}$

Масса планеты WASP-96b: $M_{planet} = 155.5 M_{Earth}$

Расстояние от звезды WASP-96 до планеты WASP-96b: $a = 0.0453 \text{ а.е. (1 а.е. = 1,496} \times 10^{11} \text{ м)}$

Масса Земли: $M_{Earth} = 5,974 \times 10^{24} \text{ кг}$

Масса Солнца: $M_{Sun} = 1,989 \times 10^{30} \text{ кг}$

Универсальная гравитационная постоянная: $G = 6,674 \times 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-2}$

1. [0,50 балла] Определите из графика полное время, за которое планета пересекает диск звезды (ответ дайте в часах).

Полное время (в часах) _____

2. [1,00 балл] Изменение потока света от звезды равно отношению площадей планеты WASP-96b и звезды WASP-96. Оцените радиус планеты WASP-96b в радиусах Солнца.

Радиус планеты WASP-96b в радиусах Солнца _____

3. [1,00 балл] Определите период обращения τ планеты WASP-96b вокруг WASP-96. Ответ дайте в сутках. Считайте, что орбита экзопланеты круговая.

Орбитальный период обращения планеты WASP-96b в сутках _____

4. [1,00 балл] Определите скорость планеты WASP-96b. Ответ дайте в км/с.

Скорость планеты WASP-96b в км/с _____

5. [1,50 балла] Светимость звезды L это мощность ее электромагнитного излучения, исходящего с ее поверхности. Согласно закону Стефана-Больцмана:

$$L = \sigma T^4 A,$$

Где A – площадь источника, T – его температура, σ – постоянная Стефана-Больцмана. Вычислите светимость звезды WASP-96 через светимость Солнца.

Светимость звезды WASP-96 через светимость Солнца _____