



Биология для школьников 7 – 11 класса (очный тур)
Простые задачи (вариант 1)

Задача 1.

Профессор Цобель в своей лаборатории сконструировал лекарство в виде наноконструкции для адресной доставки в клетки. Одним из элементов этой конструкции был транскрипционный фактор XYZ.

А) Как вы думаете, чтобы этот фактор заработал, в какую органеллу клетки он должен попасть?

- 1) ядро
- 2) рибосому
- 3) митохондрию
- 4) аппарат Гольджи
- 5) лизосому

Объясните свой выбор. **(3 балла)**

Б) На какой стадии клеточного цикла поступление наноконструкции с транскрипционным фактором эффективно?

- 1) G1-фаза
- 2) S-фаза
- 3) G2-фаза
- 4) Препрофаза
- 5) Профаза
- 6) Прометафаза
- 7) Метафаза
- 8) Анафаза
- 9) Телофаза

Объясните свой выбор. **(2 балла)**

В) Для того, чтобы наноконструкция попала в поражённую клетку организма, необходимо, чтобы присутствующий в ее составе белок соединился с рецепторным белком на поверхности

- 1) клеточной стенки
- 2) плазмалеммы
- 3) жгутика
- 4) пили

(1 балл)

Г) При пероральном приеме транскрипционный фактор XYZ должен быть защищен от действия:

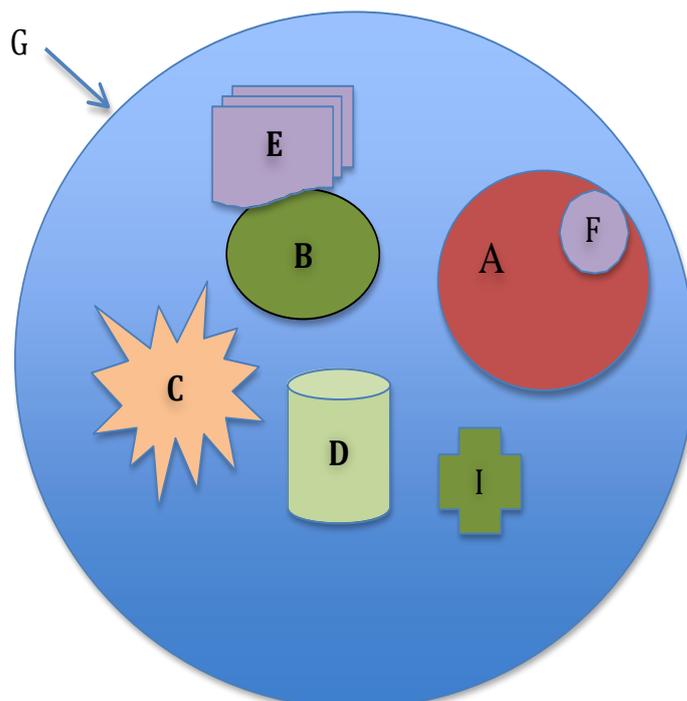
- 1) трипсина
- 2) липазы
- 3) амилазы
- 4) нуклеазы
- 5) пепсина

(2 балла)

Всего – 8 баллов

Задача 2.

Молодой студент Франкенштейн изобрел наноробота, прообразом которого служила соматическая клетка. На рисунке схематично изображен этот робот. Как вы думаете, какие органеллы клетки соответствуют структурным компонентам этого робота?



- A – процессор
- B – конвейер по производству белка
- C – энергостанция
- D – конвейер по переработке отходов
- E – транспортер
- F – микропроцессор
- G – оболочка
- I – аптечка

Всего – 8 баллов

Задача 3.

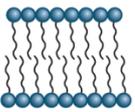
Благодаря методу Crispr-Cas9 появилась возможность отредактировать аномальные гены. Так была отредактирована мутация и появилась возможность синтеза в клетке нормального белка. Ген, отвечающий за синтез этого белка, был длиной в 861.9 нм. Длина одного нуклеотида 0.34 нм. Средняя молекулярная масса нуклеотида 345 Да. Средняя молекулярная масса аминокислотного остатка 120 Да. ДНК содержит 27% аденина.

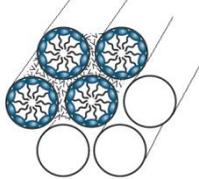
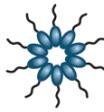
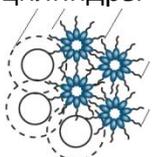
1. Какова масса этого гена? **(2 балла)**
2. Каков нуклеотидный состав этой ДНК? **(3 балла)**
3. Сколько весит белок, кодируемый этим геном? **(3 балла)**

Всего – 8 баллов

Задача 4.

В состав биологических мембран входят молекулы разных типов липидов, образуя липидный бислой. Однако не каждый липид в виде чистого вещества способен образовать

бислой , иногда, при смешивании с водой, они формируют мицеллы ,

цилиндры  или вывернутые мицеллы  и вывернутые цилиндры .

1. Какие параметры липидной молекулы позволят сказать, какую фазу образует тот или иной липид при смешивании с водой? (возможно больше одного варианта ответа, ответ поясните) **(3 балла)**
 - а) молекулярная масса
 - б) площадь полярной головки
 - в) длина жирнокислотных хвостов
 - г) наличие заряда у полярной головки
 - д) наличие двойных связей в жирнокислотных хвостах
2. Какую фазу при смешивании с водой образует фосфатидилэтаноламин, если его полярная головка слабо гидратирована и имеет относительно малую площадь? Ответ поясните. **(3 балла)**
 - а) бислой
 - б) мицеллы
 - в) вывернутые цилиндры

3. В ходе каких биологических процессов клеточные мембраны способны образовывать небислойные структуры? (возможно больше одного варианта ответа, ответ поясните)
(2 балла)

- а) транскрипция
- б) фагоцитоз
- в) транспорт ионов через мембрану
- г) деление клетки
- д) трансляция

Всего – 8 баллов

Задача 5.

Известно, что существуют аллели ряда генов, ассоциированные с сахарным диабетом 1 типа, причем наличие некоторых предрасполагает вероятность заболевания диабетом I типа (т.н. предрасполагающие гены), а другие, наоборот, связаны с низким риском развития сахарного диабета 1 типа (т.н. протекторные гены).*

Рассмотрим упрощенную задачу. В достаточно большой «идеальной» популяции присутствует аллель А предрасполагающего аутосомного гена А (имеющего две разных аллели А и а). Также в этой популяции присутствует аллель р протекторного аутосомного гена Р (имеющего две разных аллели Р и р). Данные гены не сцеплены между собой. Наличие в генотипе протекторного гена отменяет действие предрасполагающего, а вероятность заболеть при этом снижается.

Частота аллели А в популяции составляет 0.6, а частота аллели р – 0.2.

1. Рассчитайте процент индивидов в популяции, имеющих повышенную и пониженную вероятность заболеть диабетом первого типа. **(7 баллов)**
2. Какой процент индивидов в этой популяции через два поколения не будет нести А и р аллелей. **(1 балл)** Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

** Наличие в генотипе предрасполагающих генов не означает, что их носитель непременно заболеет, но вероятность этого события несколько повышена.*

Всего – 8 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (очный тур)
Простые задачи (вариант 2)

Задача 1.

Профессор Цобель в своей лаборатории сконструировал лекарство в виде наноконструкции для адресной доставки в клетки. Одним из элементов этой конструкции был транскрипционный фактор XYZ.

(А) Как вы думаете, чтобы этот фактор заработал, в какую органеллу клетки он должен попасть?

- 1) рибосому
- 2) митохондрию
- 3) лизосому
- 4) аппарат Гольджи
- 5) ядро

Объясните свой выбор. **(3 балла)**

(Б) На какой стадии интерфазы поступление наноконструкции с транскрипционным фактором эффективно?

- 1) G1-фаза
- 2) S-фаза
- 3) G2-фаза

Объясните свой выбор. **(2 балла)**

(В) Для того, чтобы наноконструкция попала в поражённую клетку организма, необходимо, чтобы присутствующий в ее составе белок соединился с рецепторным белком на поверхности

- 1) плазмалеммы
- 2) жгутика
- 3) клеточной стенки
- 4) пили
- 5) кристы

(1 балл)

(Г) При пероральном приеме транскрипционный фактор XYZ должен быть защищен от действия:

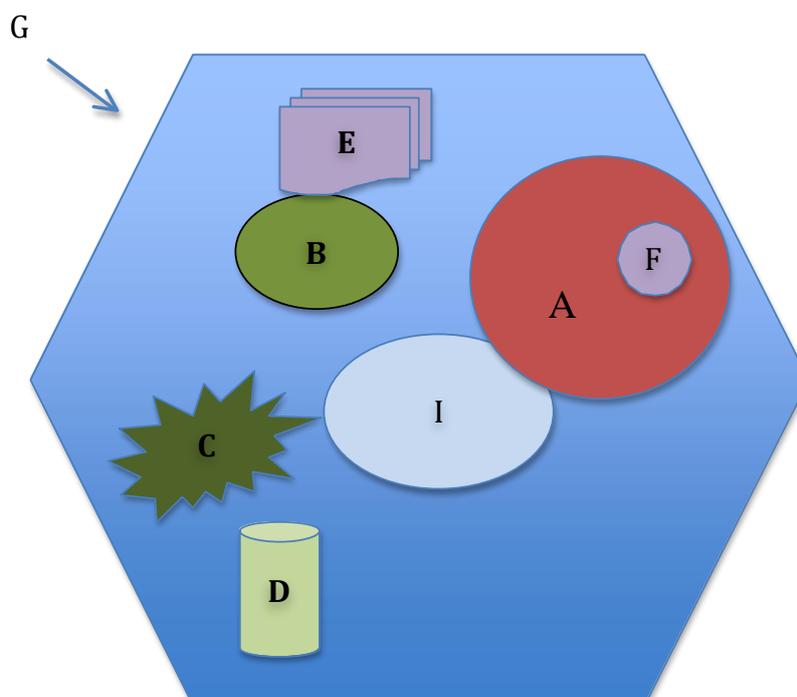
- 1) трипсина
- 2) липазы
- 3) амилазы
- 4) нуклеазы

(2 балла)

Всего – 8 баллов

Задача 2.

Студент Франкенштейн сконструировал наноробота, прообразом которого послужила растительная клетка. На рисунке схематично изображен этот робот. Как вы думаете, какие органеллы клетки соответствуют структурным компонентам этого робота?



- A – процессор
- B – конвейер по производству белка
- C – солнечная батарея
- D – конвейер по переработке отходов
- E – транспортер
- F – микропроцессор
- G – оболочка
- I – водохранилище

Всего – 8 баллов

Задача 3.

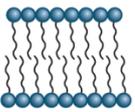
Благодаря методу Crispr-Cas9 появилась возможность отредактировать аномальные гены. Так была отредактирована мутация и появилась возможность синтеза в клетке нормального белка. Ген, отвечающий за синтез этого белка, был длиной в 572.22 нм. Длина одного нуклеотида 0.34 нм. Средняя молекулярная масса нуклеотида 345 Да. Средняя молекулярная масса аминокислотного остатка 120 Да. ДНК содержит 16% аденина.

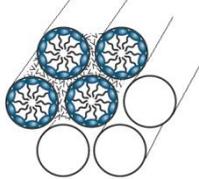
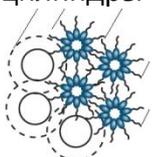
1. Какова масса этого гена? **(2 балла)**
2. Каков нуклеотидный состав этой ДНК? **(3 балла)**
3. Сколько весит белок, кодируемый этим геном? **(3 балла)**

Всего – 8 баллов

Задача 4.

В состав биологических мембран входят молекулы разных типов липидов, образуя липидный бислой. Однако не каждый липид в виде чистого вещества способен образовать

бислой , иногда, при смешивании с водой, они формируют мицеллы ,

цилиндры  или вывернутые мицеллы  и вывернутые цилиндры .

1. Какие параметры липидной молекулы позволят сказать, какую фазу образует тот или иной липид при смешивании с водой? (возможно больше одного варианта ответа, ответ поясните) **(3 балла)**
 - а) наличие двойных связей в жирнокислотных хвостах
 - б) площадь полярной головки
 - в) наличие заряда у полярной головки
 - г) длина жирнокислотных хвостов
 - д) молекулярная масса
2. Какую фазу при смешивании с водой образует лизофосфатидилхолин, если у него вместо двух жирнокислотных хвостов, как в большинстве молекул фосфолипидов, имеется только один, и гидрофобная часть молекулы имеет, соответственно, меньший объем? Ответ поясните. **(3 балла)**
 - г) бислой
 - д) мицеллы
 - е) вывернутые цилиндры

3. В ходе каких биологических процессов клеточные мембраны способны образовывать небислойные структуры? (возможно больше одного варианта ответа, ответ поясните)
(2 балла)

- а) гликолиз
- б) клеточное дыхание
- в) апоптоз
- г) фотосинтез
- д) экзоцитоз

Всего – 8 баллов

Задача 5.

Известно, что существуют аллели ряда генов, ассоциированные с сахарным диабетом 1 типа, причем наличие некоторых предрасполагает вероятность заболевания диабетом I типа (т.н. предрасполагающие гены), а другие, наоборот, связаны с низким риском развития сахарного диабета 1 типа (т.н. протекторные гены).*

Рассмотрим упрощенную задачу. В достаточно большой «идеальной» популяции присутствует аллель А предрасполагающего аутосомного гена А (имеющего две разных аллели А и а). Также в этой популяции присутствует аллель р протекторного аутосомного гена Р (имеющего две разных аллели Р и р). Данные гены не сцеплены между собой. Наличие в генотипе протекторного гена отменяет действие предрасполагающего, а вероятность заболеть при этом снижается.

Частота аллели А в популяции составляет 0.3, а частота аллели р – 0.3.

1. Рассчитайте процент индивидов в популяции, имеющих повышенную и пониженную вероятность заболеть диабетом первого типа. **(7 баллов)**
2. Какой процент индивидов в этой популяции через два поколения не будет нести А и р аллелей? **(1 балл)** Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

** Наличие в генотипе предрасполагающих генов не означает, что их носитель непременно заболеет, но вероятность этого события несколько повышена.*

Всего – 8 баллов



Биология для школьников 7 – 11 класса (очный тур) Более сложные задачи

Задача 6.

В степи была обнаружена популяция грызунов, устойчивых к действию радиации. Когда их перевезли в институт, то выяснилось, что генетически они не отличаются от своих городских сородичей. Через три дня после того, как их привезли в город, в опытах с облучением было обнаружено, что их резистентность к радиации исчезла.

1. Как вы думаете, что могло быть причиной исчезновения радиорезистентности? Как это можно проверить? **(5 баллов)**

В радиобиологии был открыт так называемый кислородный эффект – свойство молекулярного кислорода, присутствующего в клетках и тканях, усиливать биологическое действие ионизирующих излучений. Таким образом, снижая в тканях содержание кислорода, можно повысить радиорезистентность. Студент Деев решил повторить эксперименты по увеличению радиорезистентности, для чего содержал грызунов в гипоксических условиях. Затем животных забирали из камеры и облучали на разных рентгеновских установках. В одной установке мощность дозы облучения составляла 6 Гр/мин, животных облучали в течение 1 минуты. На другой установке мощность дозы облучения была 0.2 Гр/мин, животных облучали 30 минут.

2. В обоих случаях поглощенная доза облучения составляла 6 Гр. Однако защитный эффект гипоксии наблюдался только у животных облученных на одной из установок. Как вы думаете, на какой и с чем это может быть связано? **(5 баллов)**

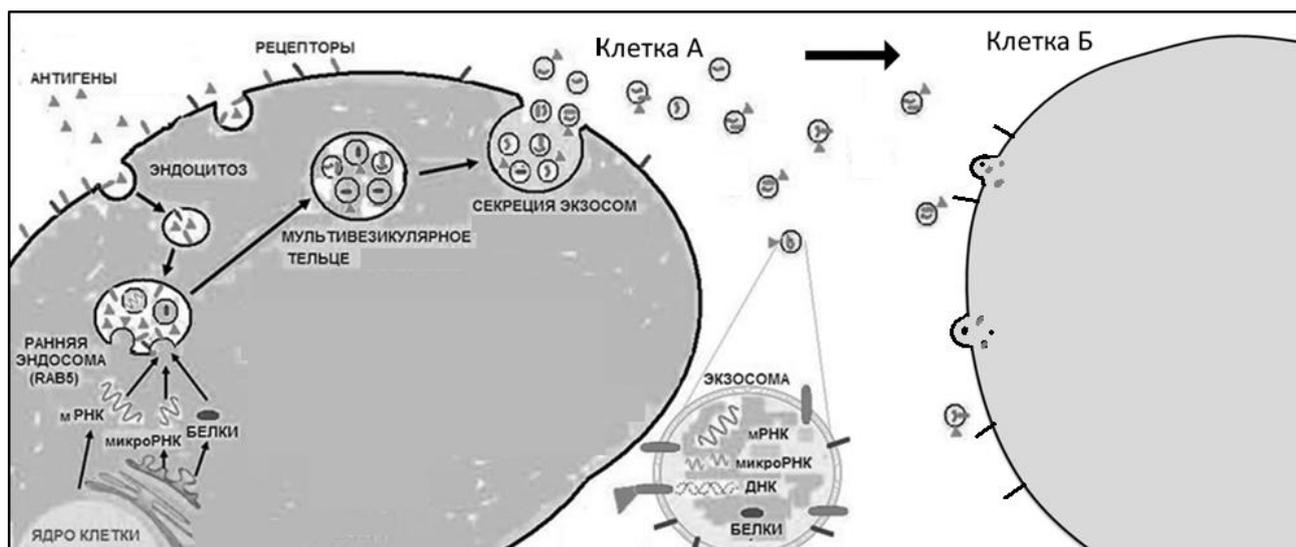
Радиобиологи обнаружили, что в группе грызунов, которым предварительно перед облучением ввели наночастицы диоксида церия CeO_2 , и облучили в дозе 7 Гр, выжило 60%, тогда как в контрольной группе после облучения погибли все животные.

3. Как вы считаете, что лежит в основе радиопротекторных свойств наночастиц диоксида церия, если известно, что при уменьшении размеров диоксида церия эффективная степень окисления его снижается и в при поверхностном слое появляется Ce^{3+} ? **(10 баллов)**

Всего – 20 баллов

Задача 7.

В многоклеточном организме очень важно межклеточное взаимодействие, обеспечивающее правильное функционирование тканей и органов. Сигналы могут передаваться с помощью гормонов, цитокинов, факторов роста, метаболитов, ионов и т.д. Недавно выяснилось, что существует способ передачи информации между клетками с помощью маленьких внеклеточных пузырьков, выделяемых клетками в окружающую среду. Эти пузырьки могут разноситься с током крови в разные участки организма или путешествовать в межклеточном пространстве. Один из видов таких пузырьков – экзосомы. Экзосомы имеют размеры от 40 до 100 нм.



Образуются они внутри клетки – отпочковываются от плазматической мембраны или мембраны комплекса Гольджи и попадают в полость, называемую эндосомой. В экзосомы могут попадать и внутриклеточные молекулы: ДНК, РНК, белки (точный механизм этого процесса пока изучен слабо). Когда в эндосоме накапливается достаточно много экзосом, то она становится мультивезикулярным тельцем и сливается с плазматической мембраной клетки, при этом множество экзосом выталкивается наружу, во внеклеточную среду. Таким образом, из клетки выводятся сигнальные молекулы, упакованные в мембранные пузырьки.

1. Чтобы эндосома превратилась в мультивезикулярное тельце и секретировала экзосомы, на ней должны быть специфические рецепторы. Как Вы думаете, что с ней произойдет, если этих рецепторов не будет? **(2 балла)**
2. Какие два типа регуляции обычно выделяют в организме животных? **(1 балл)** К какому из них относятся экзосомы? **(2 балла)**
3. Приведите примеры двух любых гормонов. Каковы их функции? **(3 балла)**

Допустим, у нас есть клеточная культура А и клеточная культура Б. При культивировании по отдельности ничего не происходит. Однако при сокультивировании клеток вместе (причем клетки не соприкасаются физически) клетки А оказывают на клетки Б некоторый биологический эффект. Перед Вами стоит задача разобраться в механизме влияния клетки А на клетку Б – исследовать межклеточное взаимодействие. У Вас в наличии:

- 1) все для работы с клетками в стерильных условиях;
- 2) флуоресцентный микроскоп высокого разрешения;
- 3) ингибитор транскрипции;
- 4) ингибитор трансляции;
- 5) ингибитор формирования и секреции экзосом;
- 6) фильтр с порами 40 нм, с помощью которого можно ограничить клетки А от клеток Б;
- 7) два флуоресцентных красителя разного цвета, которыми можно прижизненно окрашивать все липиды в одной клетке.

Вам необходимо:

Доказать как минимум двумя способами, что межклеточное взаимодействие между клеткой А и Б осуществляется с помощью экзосом, а не низкомолекулярных соединений; **(по 4 балла за способ, максимум 8)**

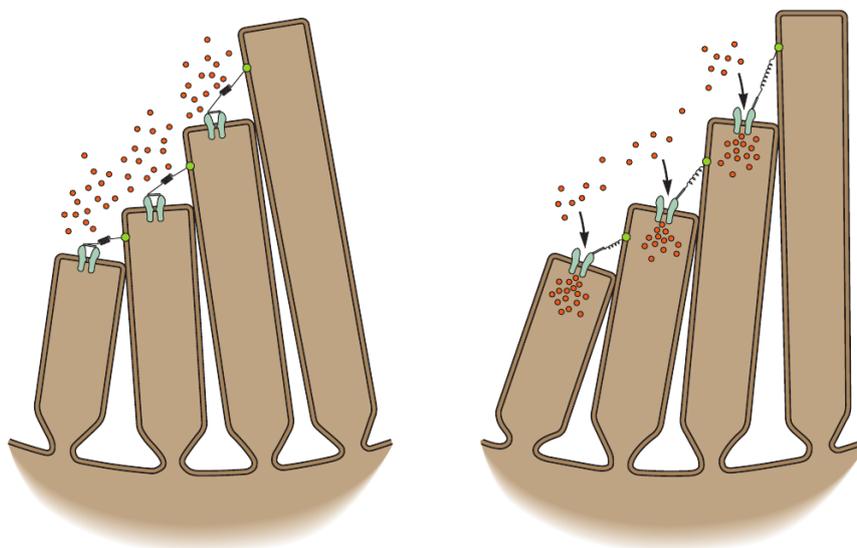
4.1. Выявить, какие молекулы клетки А внутри экзосомы будут (или не будут) являться действующим веществом, определяющим физиологический ответ клетки Б. **(4 балла)**

В ответе напишите, какие вещества и материалы из имеющихся в наличии Вы будете использовать на каждом этапе исследования, как поставите эксперимент. Опишите все возможные способы доказать то или иное положение. Если Вы считаете, что у Вас недостаточно материалов для доказательства какого-либо из положений, опишите, почему. При желании можете предложить свои методы.

Всего – 20 баллов

Задача 8.

Мы воспринимаем звук благодаря движению жидкости в улитке уха, которое заставляет смещаться волоски (стереоцилии) на специализированных волосковых клетках внутреннего уха. Каждая стереоцилия имеет диаметр около 0.4 мкм, причем на поверхности волосковой клетки они расположены ориентированными группами, в которых каждая следующая стереоцилия выше предыдущей. Соседние стереоцилии соединены между собой “воротными пружинками” — белковыми нитями около 3 нм в толщину, одним концом они прикреплены к механочувствительным каналам на вершине стереоцилий, другим концом — к верхней части соседней стереоцилии. (см. рисунок)



Превращение механического движения стереоцилий в электрические сигналы волосковой клетки происходит следующим образом. Вероятность открывания механочувствительных каналов на вершине стереоцилий определяется натяжением “пружинки”. Смещение стереоцилий на схеме вправо (стрелка) приведет к натяжению “пружинок” и увеличению вероятности открывания механочувствительных каналов. Эти каналы проницаемы для катионов, и при их открывании внутрь стереоцилии входят, прежде всего, ионы K^+ и Ca^{2+} .

1. Как изменится мембранный потенциал волосковой клетки при смещении стереоцилий на схеме вправо? **(1 балл)** При смещении влево? **(1 балл)**

Длительное смещение пучка волосков в одном и том же направлении приводит к адаптации: вероятность открывания механочувствительных каналов возвращается к базовому уровню, в то время как чувствительность к небольшим *отклонениям* в положении стереоцилий от нового положения сохраняется. Один из общепринятых механизмов адаптации заключается в следующем: место закоривания верхнего конца “пружинки” связано с миозином С, который, скользя по актиновым филаментам внутри стереоцилии может перемещать место закрепления вверх или вниз. Способность этой формы миозина к взаимодействию с актином регулируется белком кальмодулином.

2. Зачем вообще нужна адаптация для нормальной работы волосковых клеток? **(3 балла)**
3. Опишите последовательность событий из приведенного ниже списка, если волоски надолго сместили вправо. [Натяжение “пружинки”, изменение вероятности открывания/закрывания каналов, вход ионов Ca^{2+} , связывание Ca^{2+} с кальмодулином, взаимодействие кальмодулина с миозином, движение миозина вверх/вниз относительно стереоцилии.] **(5 баллов)**
4. Опишите последовательность событий из приведенного выше списка, если волоски надолго сместили влево. **(5 баллов)**
5. Предложите эксперименты, которые бы помогли Вам проверить данный гипотетический механизм адаптации. **(5 баллов)**

Всего – 20 баллов