



**ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ
САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**



Общеобразовательный предмет: **биология**

2020-2021 учебный год

9 класс

Вариант 2

Задания 1-6. Выберите ВСЕ правильные ответы. Максимальная оценка за каждое задание – 5 баллов.

В поддержании тургора растительной клетки принимают участие:

- a. Вода*
- b. Центральная вакуоль*
- c. Ионные каналы*
- d. Системы активного мембранного транспорта*
- e. Цитоплазматическая мембрана*

2. Для каких из перечисленных животных характерна моногамия в течение нескольких репродуктивных сезонов?

- a. Ушастый тюлень*
- b. Тундровый волк*
- c. Лебедь-шипун*
- d. Краснолицый неразлучник*
- e. Бонобо*

3. Какие соединения образуются в организме человека в ходе метаболических превращений белков?

- a. Аминокислоты*
- b. Аммиак*
- c. Мочевина*
- d. Вода*
- e. Полипептиды*

4. В каких пищевых продуктах содержатся углеводы?

- a. Коровье молоко*
- b. Копченая колбаса*
- c. Листья салата*
- d. Соевый соус*
- e. Горчица*

5. Какие процессы характерны для симбиотических азотфиксирующих бактерий, находящихся в клубеньке бобового растения?

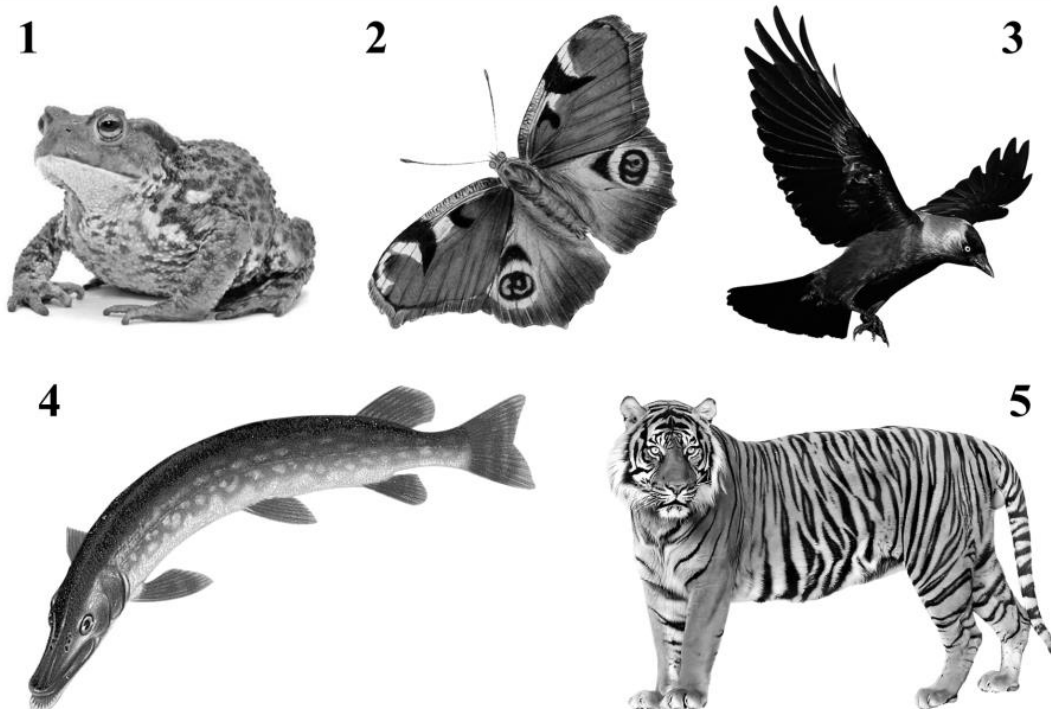
- a. Выделение экзотоксинов*
- b. Фотосинтез*
- c. Направленное движение по флоэме с помощью жгутиков*
- d. Репликация ДНК*
- e. Выделение сигнальных молекул*

6. Период, датируемый 541 - 485 млн лет назад, характеризовался возникновением у живых организмов минерального скелета. Выберите группы, представителей которых можно обнаружить среди окаменелостей данного периода:

- a. Хордовые
- b. Голосеменные
- c. Членистоногие
- d. Красные водоросли
- e. Риниофиты

Задание 7. Работа с изображениями объектов. Рассмотрите рисунки и выполните задания. Максимальная оценка – 5 баллов.

Перед Вами пять представителей царства Животные (соотношение размеров не соблюдено). Укажите для каждого из них основной конечный продукт азотистого обмена, записав названия соединений в специально отведённые поля рядом с соответствующими номерами.



Ответы:

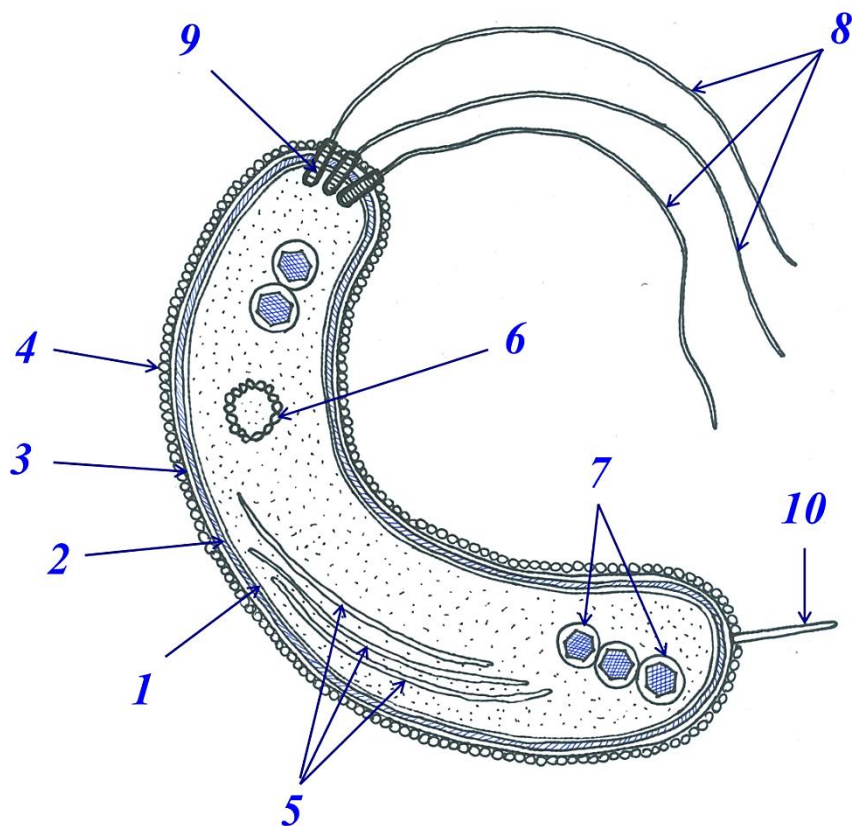
- 1. Мочевина (карбамид)
- 2. Мочевая кислота
- 3. Мочевая кислота
- 4. Аммиак (аммоний, ион аммония)
- 5. Мочевина (карбамид)

Задание 8. Работа с изображениями объектов. Изобразите объект в соответствии с предложенным описанием и сделайте необходимые подписи к рисунку. Максимальная оценка – 10 баллов.

Исследователи обнаружили неизвестный ранее вид прокариот и выполнили его морфологическое описание. Основываясь на этом описании, изобразите схематически продольный срез этого организма так, чтобы на рисунке были отображены все указанные ниже элементы. Отметьте на рисунке данные структуры, используя их нумерацию из текста.

«Одиночный одноклеточный свободноживущий организм. Клетка имеет вид изогнутой палочки с закругленными концами. Клеточная оболочка имеет сложное строение и состоит из нескольких слоев. Цитоплазматическая мембрана (1) окружена ригидной клеточной стенкой из муреина (2). Кнаружи от клеточной стенки имеется липополисахаридная наружная мембрана (3), покрытая S-слоем (4), состоящим из самособирающихся белковых субъединиц. В цитоплазме расположены 3 копии крупной линейной хромосомы (5), а также более мелкий внехромосомный генетический элемент – кольцевая плазмида (6). Кроме того, в цитоплазме имеются пять магнитосом (7) – мембранных органелл, каждая из которых содержит крупный кристалл магнетита призматической формы. Магнитосомы собраны в цепочки. Один из полюсов клетки несет пучок из трех жгутиков (8), каждый из которых закорен в клетке при помощи базального тельца (9), пронизывающего все слои клеточной оболочки. На противоположном полюсе клетка несет одиночную фимбрию (10) – прямую нитевидную белковую структуру, прикрепленную непосредственно к наружной мембране клетки. Основная функция фимбрии – прикрепление клетки к субстрату.»

Ответ:



Задание 9. Расчётная задача. Решите задачу, используя отведённое поле. Максимальная оценка – 5 баллов.

Плод одуванчика – это семянка с хохолком, который часто называют «парашютиком». «Парашютики» удерживают плоды в воздухе, способствуя их распространению. Удивительно, но изучение физики полёта семян одуванчика позволило учёным открыть новые аэродинамические законы. Известно, что общая длина семянки с хохолком составляет 10 мм, а хохолок состоит из 100 нитей. Каждая нить имеет диаметр 21 мкм и длину 7 мм. Определите, какой процент будет составлять площадь пустого пространства между нитями хохолка, если спроецировать хохолок на плоскость, перпендикулярную длинной оси семянки. (Дробные величины для простоты вычислений округлять до целых.)

Решение:

$$1) 7 \cdot 10^{-3} \cdot 21 \cdot 10^{-6} = 147 \cdot 10^{-9} \text{ (м}^2\text{)} - \text{площадь проекции одной нити хохолка}$$

2) $147 \cdot 10^{-9} \cdot 100 = 147 \cdot 10^{-7} \text{ (м}^2\text{)}$ – суммарная площадь, занимаемая проекциями нитей хохолка

3) Округлим число π до 3 и определим площадь диска хохолка:

$$3 \cdot (7 \cdot 10^{-3})^2 = 147 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^2\text{)}$$

4) $(147 \cdot 10^{-7}) : (147 \cdot 10^{-6}) \cdot 100\% = 10\%$ - площади проекции диска занимает суммарная площадь нитей хохолка.

5) $100\% - 10\% = 90\%$ - площади проекции диска занимает пустое пространство.

Ответ: 90%.

Задание 10. Работа с графиком. Проанализируйте предложенную информацию и выполните задания, используя отведённое поле. Максимальная оценка – 5 баллов.

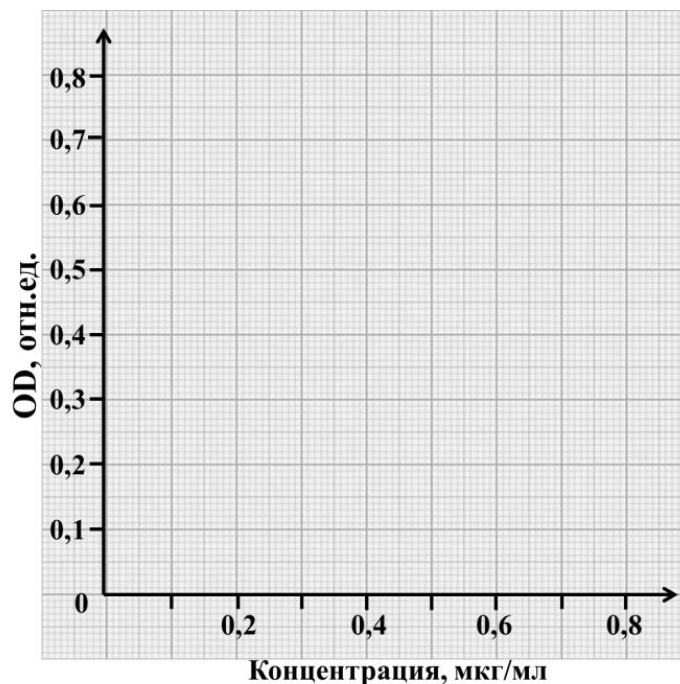
Для определения концентрации белка в растворе используют метод Лоури. К образцу добавляют химические вещества, которые в реакции с белками дают синюю окраску, и измеряют интенсивность окраски (а точнее - оптическую плотность) раствора при помощи спектрофотометра. Содержание белка определяют по калибровочному графику. Чтобы его получить, берут несколько стандартных растворов белка с известной концентрацией, проводят реакцию, измеряют для каждого из них оптическую плотность и строят график зависимости оптической плотности (OD) от концентрации (C). Для построения калибровочного графика лаборант приготовил несколько стандартных растворов и измерил значения OD, но перепутал их и записал в произвольном порядке (см. таблицу 1). Помогите восстановить правильную последовательность значений OD и выполните задания.

Таблица 1

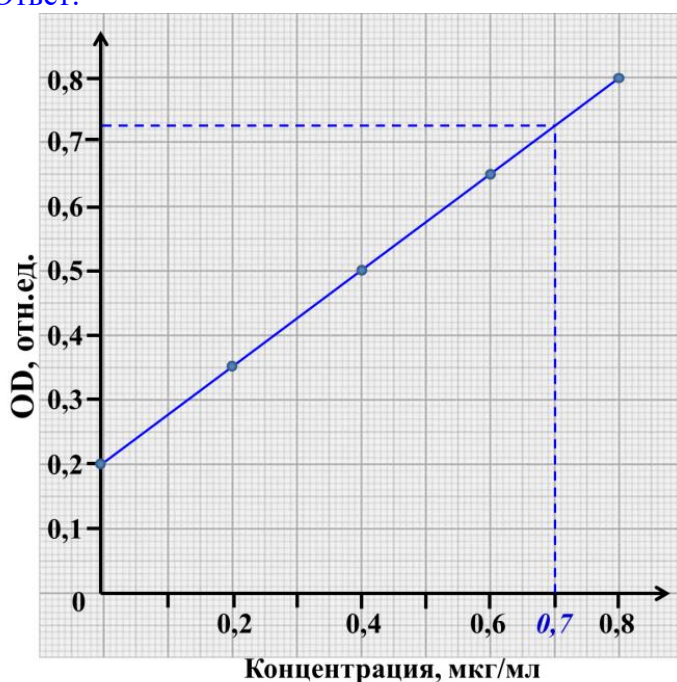
Концентрация белка (C) в стандартных растворах, мкг/мл	Оптическая плотность (OD), усл.ед. (условные единицы)
0	0,200
0,2	0,800
0,4	0,650
0,6	0,500
0,8	0,350

1. На основе предложенных данных постройте калибровочный график. Образец поля для построения графика представлен на рисунке.

Рисунок 1



Ответ:



2. Значение OD образца составило 0,725. При помощи калибровочного графика определите концентрацию белка и запишите её значение.

Ответ:

0,7 мкг/мл (значение подписано на графике синим цветом).

3. Для приготовления стандартных растворов часто используют белки альбумины. Укажите не менее двух функций этих белков в организме человека и животных.

Возможные элементы ответа:

- 1) Питательные вещества для зародыша (яичный альбумин) или детёныша (лактальбумин молока).
- 2) Транспорт веществ. Например, альбумины, содержащиеся в плазме крови, (сывороточные альбумины) связывают и транспортируют такие вещества, как билирубин, жирные кислоты, стероидные гормоны.
- 3) Создание и поддержание осмотического (онкотического) давления крови (сывороточные альбумины).

Задание 11. Работа с информацией. Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий. Максимальная оценка – 10 баллов.

Фрагмент 1.

Аллергия (реакция гиперчувствительности немедленного типа, ГНТ) – патологический процесс, связанный с избыточно сильной реакцией иммунной системы на повторное попадание некоторого вещества (аллергена) в организм. Аллерген – это разновидность антигена, то есть чужеродное вещество, проникновение которого в организм вызывает иммунный ответ и выработку специфических антител (иммуноглобулинов). Как и все антигены, аллергены чаще всего представляют собой белки и гликопротеины, но могут иметь практически любую химическую природу. В случае ГНТ происходит синтез и секреция избыточного количества иммуноглобулина E (IgE).

Рассмотрим реакцию иммунной системы на аллерген белковой природы. Первый контакт иммунной системы с аллергеном включает несколько этапов (рис.1). Вначале аллерген проникает под эпителий слизистой оболочки рта, носа, бронхов или желудочно-кишечного тракта и фагоцитируется антигенпрезентирующей клеткой (АПК), например, макрофагом или дендритной клеткой. Внутри АПК белки аллергена разрезаются на короткие пептиды, которые выставляются на поверхность клетки в комплексе со специальными

белками. Таким образом, АПК «демонстрирует» аллерген другим иммунным клеткам, то есть происходит презентация антигена. С выставленным на поверхности АПК антигенным пептидом взаимодействует особый Т-лимфоцит, который называют хелпером, или помощником. Т-хелпер активируется и начинает вырабатывать цитокины – сигнальные пептиды, способные регулировать работу различных иммунных клеток. В частности, Т-хелперы вырабатывают интерлейкины (IL) 4, 10 и 13, которые активируют В-лимфоциты. Активированные В-лимфоциты начинают синтезировать IgE, специфически распознающие данный аллерген.

Молекулы IgE связываются с рецепторами на мембране тучных клеток, постоянно присутствующих в соединительных тканях, а также базофилов – лейкоцитов, которые обычно циркулируют в крови, но могут мигрировать в очаг воспаления или аллергической реакции.

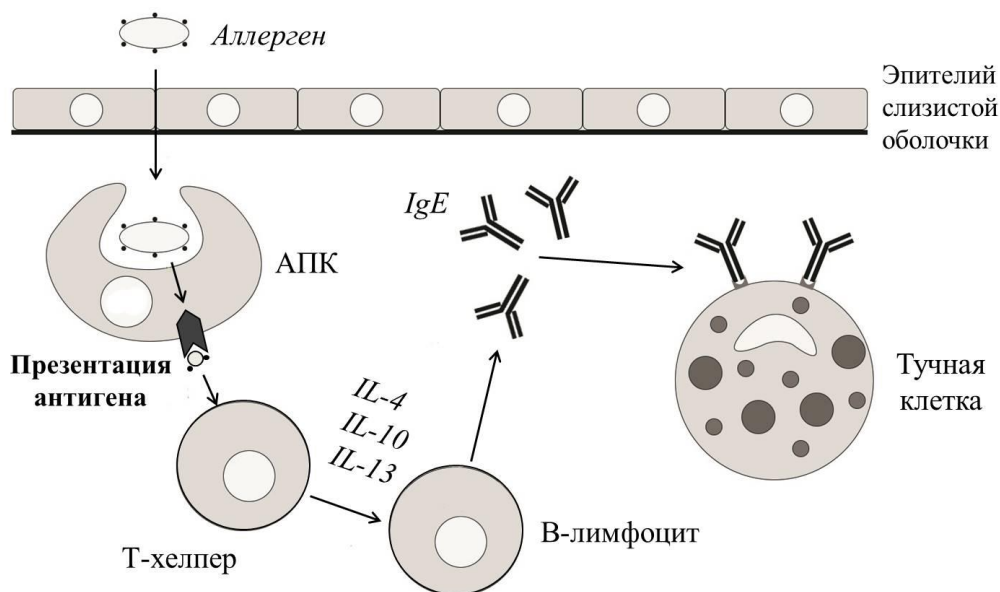


Рис. 1. Первичный контакт аллергена с иммунной системой. Пояснения в тексте. АПК – антигенпрезентирующая клетка; IgE – immunoglobulin E (иммуноглобулин класса E); IL – interleukin (интерлейкин).

Фрагмент 2.

Повторное попадание аллергена в организм вызывает резкий и мощный иммунный ответ (рис.2). Молекулы IgE на мембране тучных клеток и базофилов распознают и связывают аллерген. При этом между соседними IgE образуются перекрёстные сшивки. В цитоплазме тучных клеток и базофилов находятся секреторные гранулы, содержащие вещества-медиаторы воспалительных и аллергических реакций (например, гистамин, гепарин, серотонин). Образование перекрёстных сшивок запускает секреторную дегрануляцию - выброс медиаторов воспаления из гранул в наружную среду. Эти соединения вызывают местное расширение кровеносных сосудов и повышение проницаемости их стенок (формируется отёк), раздражают нервные окончания (возникают зуд и боль), а также повышают образование слизи в дыхательных путях. Поэтому симптомами аллергической реакции могут являться также чихание и насморк.

Тучные клетки также продуцируют IL-4 и -5. IL-5 с током крови попадает в красный костный мозг и стимулирует образование эозинофилов, а IL-4 активирует эозинофилы, попавшие в очаг аллергической реакции. Активация эозинофилов запускает их секреторную дегрануляцию, в ходе которой выделяются вещества, направленные на уничтожение патогенов (бактерий, простейших, гельминтов), но вместе с тем разрушающие ткани самого организма, что приводит к усугублению неприятных симптомов аллергии. В случае некоторых заболеваний, например, бронхиальной астмы, активные эозинофилы остаются в тканях долгое время. В результате аллергическая реакция переходит в хроническую форму и может длиться в течение многих месяцев и даже лет.

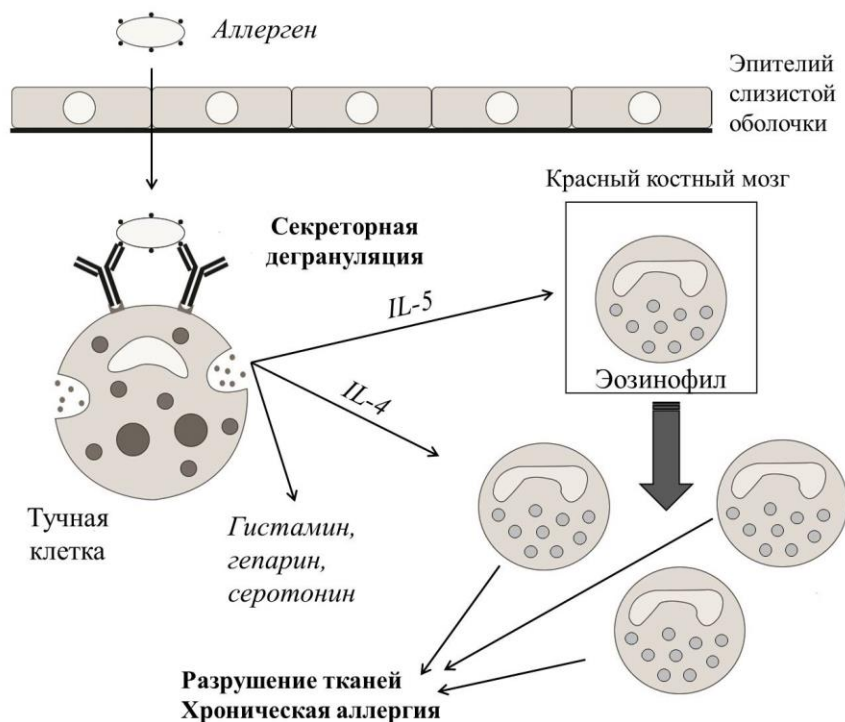


Рис. 2. Вторичный контакт аллергена с иммунной системой. Пояснения в тексте. IL – interleukin (интерлейкин).

В каждом из приведённых ниже заданий выберите ВСЕ правильные варианты ответа. Каждый ответ запишите в специально отведенное поле в виде последовательности букв в алфавитном порядке без знаков препинания и пробелов (регистр не важен).

1. Проанализируйте фрагмент 1 и рисунок 1 и выберите верные утверждения.

- a. Аллерген проникает внутрь антигенпрезентирующей клетки путём эндоцитоза.
- b. Процесс презентации антигена всегда происходит в кровяном русле.
- c. Контакт с антигенпрезентирующей клеткой активирует Т-хелперы, которые начинают вырабатывать антитела.
- d. На мембране тучных клеток и некоторых лейкоцитов крови имеются рецепторы, которые связывают иммуноглобулины класса E.

Ответ: ad

2. Проанализируйте фрагмент 1 и рисунок 1. На основании предложенной информации и собственных знаний выберите верные утверждения, характеризующие антитела.

- a. Антитела специфично связываются с тем антигеном, который вызвал их образование.
- b. Сигналом для выработки антител могут служить интерлейкины.
- c. Синтез антител начинается с транскрипции соответствующих генов.
- d. Все антитела класса IgE по структуре полностью идентичны друг другу.

Ответ: abc

3. На основании информации, изложенной во фрагменте 1, и собственных знаний выберите объекты, компоненты которых могут быть аллергенами.

- a. Козье молоко.
- b. Пчелиный мёд.
- c. Пыльца сосны.
- d. Змеиный яд.

Ответ: abcd

4. Проанализируйте фрагмент 2 и рисунок 2 и выберите верные утверждения.

- a. Секреторная дегрануляция тучных клеток запускается, когда аллерген связывается одновременно с двумя соседними молекулами IgE.
- b. Компоненты секреторных гранул базофилов вызывают отёки, зуд и покраснение.
- c. Интерлейкины 4 и 5, выделяемые тучными клетками, стимулируют образование эритроцитов в красном костном мозге.
- d. Все вещества, выделяемые при секреторной дегрануляции эозинофилов, токсичны только для патогенных организмов.

Ответ: ab

5. На основании предложенной информации и собственных знаний выберите процессы и признаки, которые характерны как для воспаления, так и для аллергической реакции.

- a. Миграция иммунных клеток из кровяного русла в ткани.
- b. Передача сигналов при помощи цитокинов.
- c. Продукция иммуноглобулинов.
- d. Большая быстрота и интенсивность вторичного иммунного ответа по сравнению с первичным.

Ответ: abcd

Задание 12. Задача по генетике. Решите задачу и запишите ответы в отведенные поля. Максимальная оценка – 5 баллов.

К наиболее распространенным хромосомным аномалиям у человека относятся синдром Шерешевского (наличие лишь одной X-хромосомы в женском организме; XO) и синдром двойной Y-хромосомы (наличие лишней Y-хромосомы у мужчины; XYY). Люди соответствующих генотипов имеют определенные фенотипические особенности, но при этом психически полноценны и вполне плодовиты. Какой была бы вероятность рождения сына с нормальным хромосомным набором у супружеской пары XO × XYY, если бы обе Y-хромосомы всегда расходились в мейозе к одному и тому же полюсу? Для решения задачи заполните таблицу:

Ответы:

Генотип нежизнеспособных зигот, которые могли бы возникнуть у данной супружеской пары	OYY
Генотипы жизнеспособных зигот, которые могли бы возникнуть у данной супружеской пары (с учетом их соотношения)	1 XX : 1 XO : 1 XYY
Доля нормальных мужских зигот среди жизнеспособных (в %)	0%

Задание 13. Соответствие данных. Установите однозначное соответствие между биологическими объектами, представленными в таблице, и их характеристиками. Максимальная оценка – 10 баллов.

Рассмотрите таблицу, в которой представлены различные ткани человеческого организма, и прочитайте приведённые ниже характеристики. Установите однозначное соответствие между названиями элементов в таблице и их характеристиками (каждой ячейке таблицы должно соответствовать только одно описание).

Нервы	Чувствительные	Обонятельный
		Преддверно-улитковый
		Зрительный
	Двигательные	Подъязычный
		Отводящий
	Смешанные	Спинномозговые
		Блуждающий

Ответы:

- Каждый из нервов этой пары берёт начало от сетчатки глаза и включает в себя около 1 млн. аксонов ганглиозных клеток. По пути эти нервы образуют частичный перекрёст (хиазму), а после хиазмы продолжают в виде трактов, которые передают сигналы в отдел промежуточного мозга - таламус.
- Содержат только один тип нервных волокон, по которым сигналы передаются от центральной нервной системы к исполнительным

1. Зрительный нерв

2. Двигательные нервы

органам: например, к скелетным мышцам или гладкой мускулатуре внутренних органов.

3. Парный двигательный нерв. Является важным звеном рефлекторных дуг, которые обеспечивают глотание, жевание и сосание.

3. Подъязычный нерв

4. Название этого парного нерва говорит само за себя: он является самым длинным среди черепно-мозговых нервов, а его ветви проходят почти через всё тело. Обеспечивает парасимпатическую (как чувствительную, так и двигательную) иннервацию гладкой мускулатуры бронхов, желудочно-кишечного тракта, а также сердечной мышцы.

4. Блуждающий нерв

5. Эти нервы состоят из двух типов нервных волокон, которые проводят импульсы в противоположных направлениях (центробежный и центростремительный пути).

5. Смешанные нервы

6. Нервы этой пары образованы аксонами особых чувствительных нейронов. Данные клетки располагаются в слизистой оболочке, несут реснички, и адекватным раздражителем для них являются молекулы веществ, растворённые в пристеночном слое слизи.

6. Обонятельный нерв

7. Парный двигательный нерв. Отвечает за отведение глазного яблока, то есть его поворот в сторону наружного угла глаза.

7. Отводящий нерв

8. В организме человека насчитывается 31 пара этих нервов, а их расположение сегментарно. Корешки некоторых из них образуют крестцовое сплетение, от которого отходит крупнейший нерв человеческого тела – седалищный.

8. Спинномозговые нервы

9. По этим нервам сигналы распространяются только в одном направлении: от чувствительных структур организма, воспринимающих различные раздражители, в центральную нервную систему.

9. Чувствительные нервы

10. Каждый из нервов этой пары состоит из двух корешков: один передаёт в головной мозг сигналы от механорецепторов (волосковых клеток) вестибулярного аппарата, а второй – от механорецепторов (волосковых клеток) улитки.

10. Преддверно-улитковый нерв

Задание 14. Вопрос с развёрнутым ответом. Дайте развернутый ответ, запишите его в отведенное поле. Максимальная оценка – 10 баллов.

Вода, как среда обитания, имеет ряд особенностей, к которым в ходе эволюции приспособились все водные организмы. Например, у рыб сформировался уникальный комплекс органов чувств, который позволяет им получать полноценную информацию об окружающей среде и, при необходимости, реагировать на изменения ее параметров. Какие органы чувств рыб Вам известны? Охарактеризуйте особенности этих органов, связанные с водной средой обитания.

Ответ:

У рыб есть органы зрения, слуха, обоняния/вкуса (химического чувства), осязания, а также вестибулярный аппарат.

Поскольку в воде, как правило, ограничена освещенность, у большинства рыб относительно слабое зрение (вплоть до полной редукции глаз).

Некоторые рыбы, обитающие у самой поверхности воды (Сем. Четырёхглазковые, Anablepidae), имеют глаза, разделенные горизонтальной перегородкой на две функционально различные зоны (одну – для зрения в воздушной среде, вторую – для зрения в водной среде).

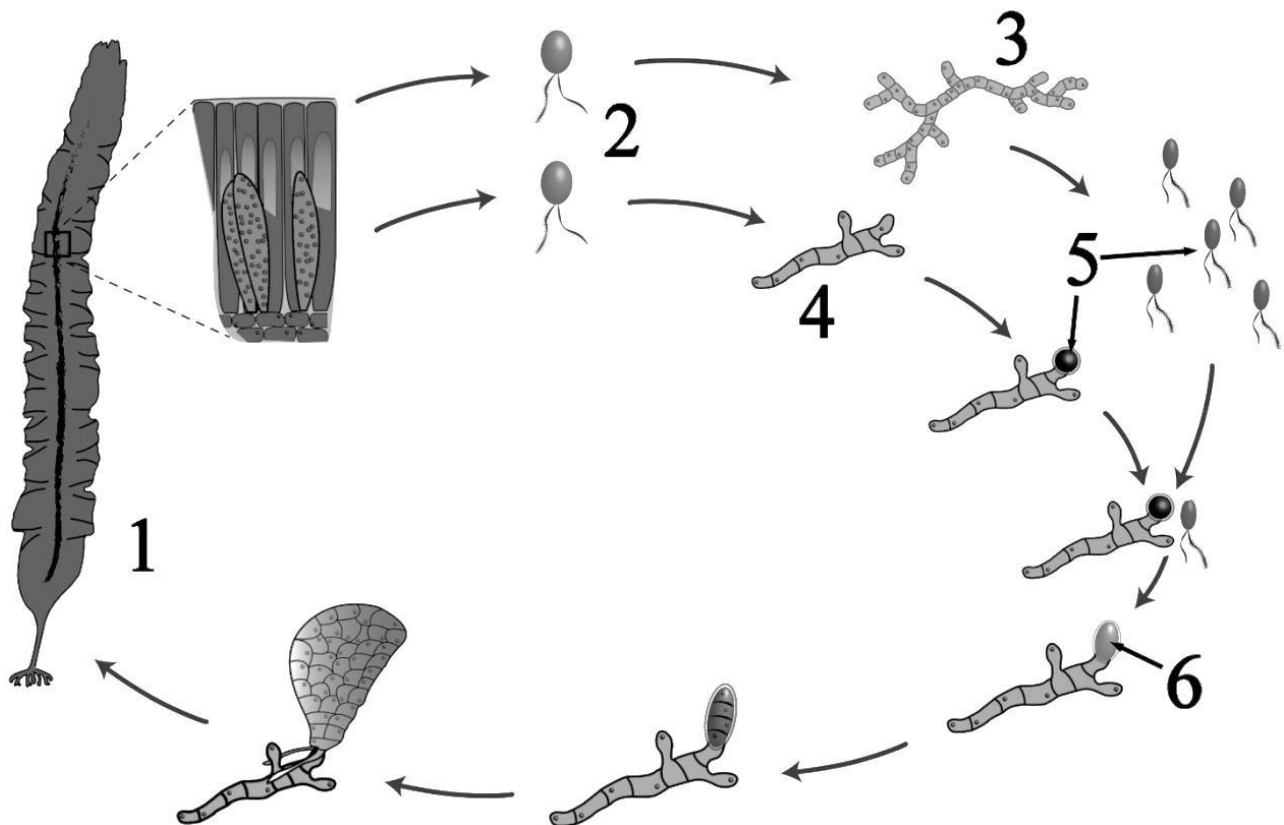
Орган слуха у рыб включает в себя только внутреннее ухо. Однако, чувствительность относительно высокая, поскольку звуковые волны в воде распространяются гораздо быстрее, чем в воздухе. У некоторых рыб в восприятии звуков принимает участие плавательный

пузырь – он выполняет роль резонатора и преобразователя звуковых волн и может быть соединён с внутренним ухом (слепыми выростами или посредством косточек Вебера аппарата). Такие рыбы воспринимают высокочастотные звуки (до 13 кГц).

У некоторых рыб (преимущественно, у хрящевых) есть органы электрорецепции (восприятия колебаний электрического поля). Они представлены специфическими структурами (ампулами Лоренцини), которые расположены, в основном, на голове рыбы, вокруг глаз и ноздрей. На поверхности головы таких рыб видны многочисленные поры ампул Лоренцини, от которых внутрь идут каналы, заполненные желеобразным веществом, имеющим полупроводниковые свойства. Каналы оканчиваются ампулообразными расширениями. Способность воспринимать колебания электрического поля помогает рыбам охотиться «вслепую» в мутной воде.

У рыб, в отличие от большинства наземных позвоночных, есть орган боковой линии. Это орган чувств, воспринимающий движение и вибрацию окружающей воды. Боковая линия помогает рыбам ориентироваться в воде, узнавать направление и скорость течений, обнаруживать добычу или врагов. Помимо рыб, боковая линия встречается также у обитающих в воде личинок земноводных. Орган состоит из расположенных на боковых поверхностях тела рыбы продольных каналов, содержащих механорецепторы и соединенных с внешней средой порами.

Задание 15. Работа с изображениями объектов. Проанализируйте предложенные изображения и выполните задания, используя отведённое поле. Максимальная оценка – 10 баллов.



1. На рисунке изображена схема жизненного цикла некоего фотосинтезирующего организма. Как называется этот организм? К какому классу он относится?

Ответ:

На рисунке представлена ламинария (морская капуста), которая относится к классу Бурые водоросли.

2. Назовите клетки и стадии жизненного цикла, отмеченные на рисунке цифрами 1 - 6.

Ответ:

1 – спорофит (бесполое поколение)

- 2 – споры (зооспоры)
- 3 – мужской гаметофит (половое поколение)
- 4 – женский гаметофит (половое поколение)
- 5 – гаметы
- 6 – зигота

3. Данный организм известен как богатый источник микроэлемента, необходимого для жизнедеятельности человека. Сырье, полученное из этих организмов, используется для изготовления лекарственных препаратов и биологически активных добавок. Укажите название этого микроэлемента и опишите его роль в организме человека.

Ответ:

Ламинария – богатый источник йода. В организме человека этот микроэлемент необходим для синтеза тиреоидных гормонов (гормонов щитовидной железы): тироксина, трийодтиронина. Тиреоидные гормоны обеспечивают общую активацию метаболических процессов, в том числе синтеза белка и окислительно-восстановительных реакций, а также регулируют процессы роста и развития.