



ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА



Общеобразовательный предмет: **биология**
2021-2022 учебный год
9 класс
Вариант 1

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

1. Какие из перечисленных признаков характерны для кукурузы сахарной (*Zea mays* L.)?
a. Плод – зерновка
b. Опыление с участием насекомых
c. Однодомное растение
d. Стержневая корневая система
e. Многочисленные придаточные корни
2. Для каких из перечисленных видов животных характерна забота о потомстве после его рождения?
a. Венценосный морской конек
b. Гребнистый крокодил
c. Обыкновенный катран
d. Обыкновенная луна-рыба
e. Суринамская пипа
3. Этот жирорастворимый витамин образуется в организме человека из соединений-предшественников, которые в большом количестве содержатся в оранжевых фруктах и овощах (например, в моркови, тыкве, персиках и абрикосах). К каким последствиям может привести недостаточное образование данного витамина в организме?
a. Нарушение сумеречного зрения
b. Болезнь бери-бери
c. Рахит
d. Цинга
e. Поражения кожи (дерматиты)
4. Основу каких из перечисленных структур составляет белок кератин?
a. Рога оленя
b. Рога носорога
c. Колючки кактуса
d. Иглы ежа обыкновенного
e. Бивень нарвала
5. Какие из перечисленных клеток способны к делению митозом?
a. Бластомеры зародыша лягушки
b. Эритроциты выхухоли
c. Клетки кишечной палочки

d. Клетки эпителия подвздошной кишки человека

e. Клетки эвглены

6. Какие адаптации к паразитическому образу жизни характерны для круглых червей?

a. Редукция пищеварительной системы

b. Наличие присосок на переднем и заднем концах тела

c. Наличие в жизненном цикле стадии личинки, передвигающейся с помощью ресничек

d. Наличие мощной кутикулы

e. Высокая плодовитость

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

Рассмотрите рисунок, на котором представлены различные животные (соотношение размеров не соблюдено). Определите, к каким отрядам они относятся, и запишите русские названия этих отрядов в специально отведённые поля рядом с соответствующими номерами.



| № | Название отряда |
|----|-----------------------------------|
| 1. | Приматы |
| 2. | Грызуны |
| 3. | Парнокопытные (Китопарнокопытные) |
| 4. | Хищные |
| 5. | Сирены (Морские коровы) |

Задание 8. Работа с изображениями объектов. Изобразите объект в соответствии с предложенным описанием и сделайте необходимые подписи к рисунку. Оформите ответ на отдельном листе и прикрепите в качестве ответа

его фотографию (размер файла не должен превышать 10 Мб). Максимальная оценка – 10 баллов.

Исследователи обнаружили неизвестное ранее высшее растение и выполнили описание строения его стебля. Основываясь на этом описании, изобразите схематически фрагмент поперечного среза стебля так, чтобы на рисунке были отображены все указанные ниже элементы. Отметьте на рисунке указанные структуры, используя их нумерацию из текста. Для изображения проводящих тканей используйте условные обозначения, представленные на рисунке 1.

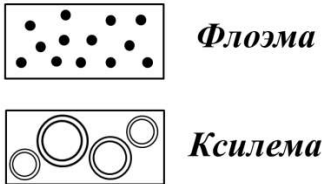
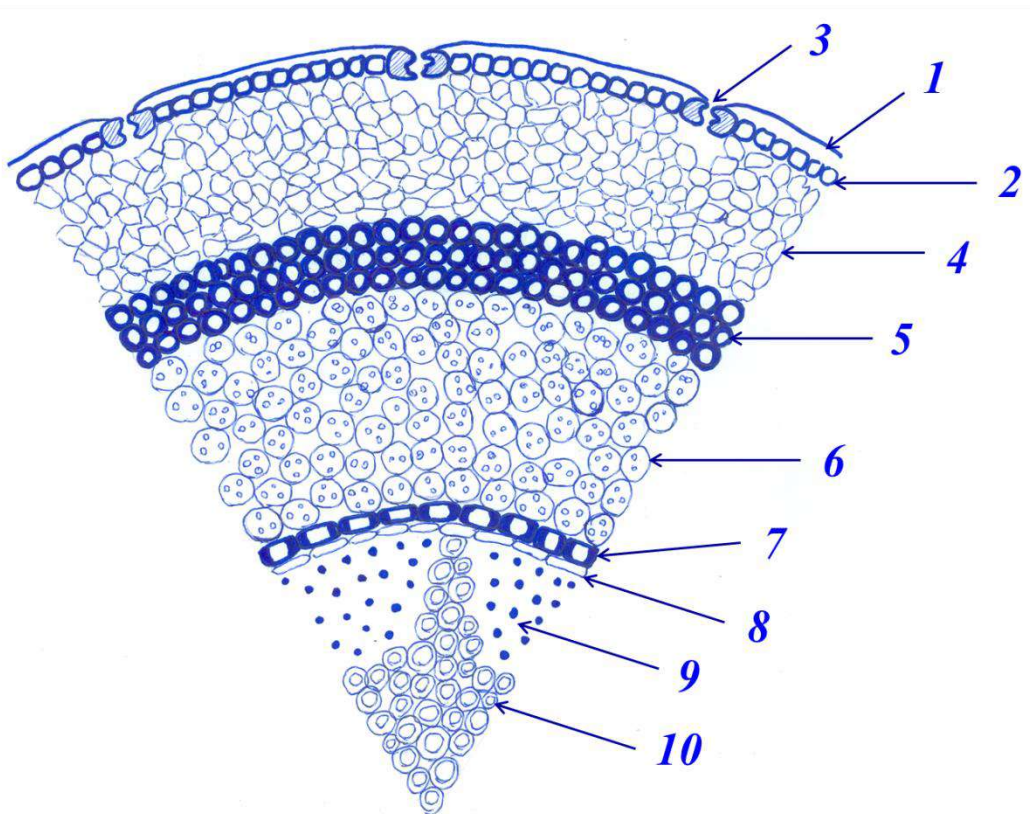


Рисунок 1.

«Стебель цилиндрической формы, снаружи покрыт кутикулой (1) и эпидермой (2). В эпидерме имеются устьица (3), крупные замыкающие клетки которых находятся на уровне эпидермы. Под эпидермой находится слой хлоренхимы (4), состоящий из мелких рыхло расположенных клеток неправильной формы. Глубже залегают элементы механической ткани – мёртвые клетки с сильно утолщенными клеточными стенками, расположенные плотно друг к другу (5). Между механической тканью и центральным цилиндром находится паренхима (6), которая имеет хорошо выраженные межклетники и состоит из крупных тонкостенных клеток, содержащих зёрна крахмала. Центральный цилиндр отделён от паренхимы двумя слоями клеток. Снаружи располагаются клетки эндодермы (7). Для клеток этого слоя характерно наличие утолщений на соседних клеточных стенках. Внутренний слой представлен тонкостенными уплощёнными клетками перицикла (8). Под перициклом располагаются проводящие ткани. В периферической части центрального цилиндра ксилема (9) и флоэма (10) чередуются, а в центральной части располагается только ксилема. Таким образом, ксилема на срезе имеет звёздчатую форму».

Ответ:



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

В середине прошлого века было установлено, что количество рибосом в клетке кишечной палочки зависит от скорости роста колонии. Чем быстрее происходит деление клеток в культуре, тем больше рибосом нужно каждой клетке, чтобы подготовиться к делению. Исследователи изучали рост колонии кишечной палочки, которая изначально содержала 10 клеток. Клетки делились каждые 24 мин. Через 72 мин исследователи высушили и взвесили клетки. Масса всей колонии оказалась равной 72×10^{-12} г, причём 36% от массы каждой клетки составляли рибосомы. Известно, что масса одной рибосомы составляет 45×10^{-19} г. Определите среднее количество рибосом, которое содержится в одной бактериальной клетке (независимо от фазы клеточного цикла): 1) в данной культуре кишечной палочки; 2) в культуре кишечной палочки, клетки которой делятся каждые 40 мин и содержат в 3 раза меньше рибосом. Ход решения поясните.

Решение:

1) За 72 мин клетки поделились $72/24 = 3$ раза. При этом их число росло в геометрической прогрессии. Следовательно, в конце эксперимента колония содержала: $10 \times 2^3 = 80$ (клеток). Определить число рибосом в 1 клетке в условиях данного эксперимента можно несколькими способами.

Способ 1

2) Масса одной клетки составляет: $72 \times 10^{-12} / 80 = 9 \times 10^{-13}$ (г).

3) Тогда массу рибосом в 1 клетке можно определить по пропорции:

$$9 \times 10^{-13} \text{ г} - 100\%$$

$$x \text{ г} - 36\%$$

$$x = 9 \times 10^{-13} \times 36 / 100 = 324 \times 10^{-15} \text{ (г)}.$$

4) Число рибосом в 1 бактериальной клетке составит: $(324 \times 10^{-15}) / (45 \times 10^{-19}) = 72000$

Способ 2

2) Определим общую массу рибосом в колонии, составив пропорцию:

$$72 \times 10^{-12} \text{ г} - 100\%$$

$$x \text{ г} - 36\%$$

$$x = 72 \times 10^{-12} \times 36 / 100 = 2592 \times 10^{-14} \text{ (г)}.$$

3) Общее число рибосом во всех клетках колонии составит: $(2592 \times 10^{-14}) / (45 \times 10^{-19}) = 576 \times 10^4$

4) Тогда число рибосом в 1 бактериальной клетке: $576 \times 10^4 / 80 = 72000$

5) В колонии, где клетки делятся каждые 40 мин, каждая клетка содержит:

$$72000 / 3 = 24000 \text{ (рибосом)}$$

Ответ: 1) 72000 рибосом; 2) 24000 рибосом.

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

Одним из гормонов человека является мелатонин, который часто называют «хронометром жизни». Концентрация мелатонина в крови непостоянна и ритмично изменяется в течение суток. Ученые измеряли концентрацию мелатонина в плазме крови у мужчин двух возрастных групп в разное время суток. Полученные значения усреднили и внесли в таблицу (см. таблицу 1), однако для группы молодых людей часть данных была утеряна. Тем не менее, в ходе эксперимента было отмечено, что средние значения концентрации мелатонина в двух начальных временных точках и в последней временной у молодых и пожилых людей были сходными, однако в промежутке времени от 12 часов ночи до 4 часов утра измерения различались между группами в два раза.

Таблица 1

| Время суток (ч) | Концентрация мелатонина, пг/мл (мужчины, 27 лет) | Концентрация мелатонина, пг/мл (мужчины, 82 года) |
|-----------------|--|---|
| 16 | ??? | 10 |
| 22 | ??? | 15 |
| 24 | ??? | 60 |
| 2 | ??? | 70 |
| 4 | ??? | 25 |
| 6 | ??? | 10 |

1. Восстановите утерянные значения и постройте график зависимости концентрации мелатонина в крови (пг/мл) от времени суток у молодых мужчин. Образец поля для построения представлен на рисунке 1. **Оформите график на отдельном листе и прикрепите в качестве ответа его фотографию (размер файла не должен превышать 10 Мб).**

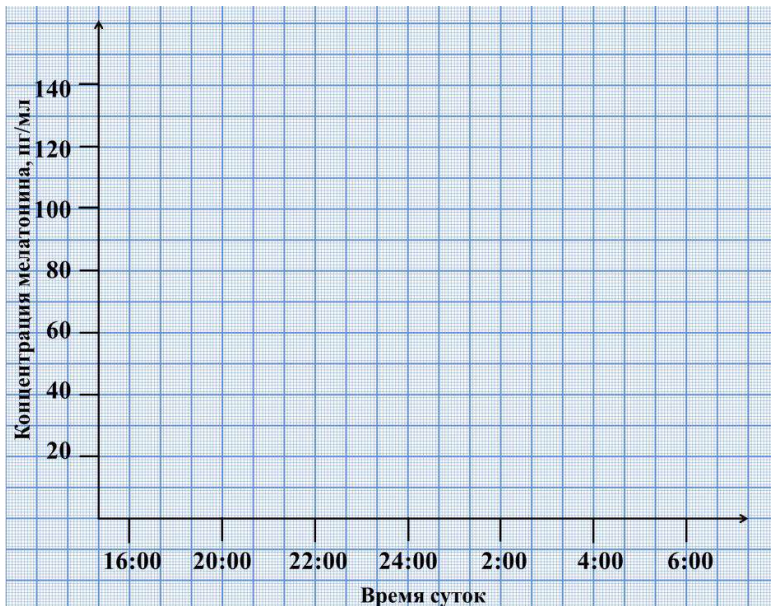
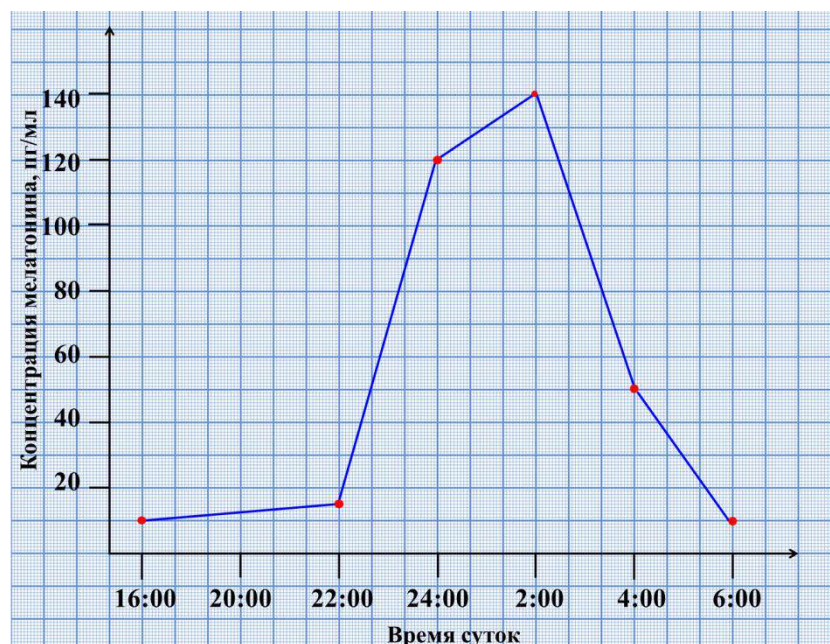


Рисунок 1.

Ответ:

Примечание. У молодых людей эпифиз работает более активно, чем у пожилых. Следовательно, значения концентрации мелатонина в крови у молодых мужчин должны быть в два раза выше. График зависимости концентрации мелатонина от времени суток у молодых мужчин должен выглядеть следующим образом:



2. Ответьте на вопросы, используя отведённое поле.

2.1. Укажите название органа, который отвечает за синтез мелатонина в организме человека.

Ответ:

Эпифиз (шишковидное тело, шишковидная железа, пинеальная железа).

2.2. Какой внешний фактор регулирует наблюдаемые изменения концентрации мелатонина в крови? Какие структуры организма человека отвечают за восприятие этого фактора?

Ответ:

Регулятором секреции мелатонина является уровень освещённости, который зависит от времени суток. За восприятие уровня освещённости отвечают фоторецепторы сетчатки глаза.

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

Фрагмент 1.

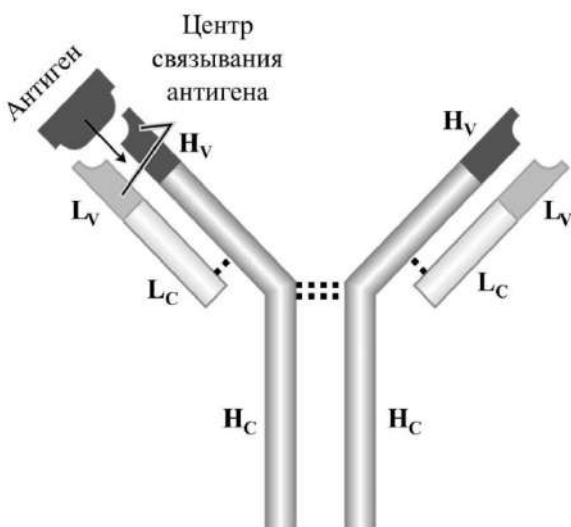
Антитела (АТ), или иммуноглобулины (Ig), – это белки плазмы крови, которые вырабатываются В-лимфоцитами и участвуют в реакциях приобретённого иммунитета. Каждое АТ, которое вырабатывается в том или ином организме, способно специфически распознавать и связывать определённый антиген (АГ) – компонент чужеродного объекта, против которого развивается иммунный ответ. Как правило, АГ имеют сложную структуру, и АТ распознают не весь АГ целиком, а его отдельные участки – **эпитопы**. Таким образом, в ответ на один и тот же АГ вырабатывается несколько типов АТ, специфичных к разным эпитопам.

Молекула АТ состоит из двух одинаковых лёгких (L) и двух одинаковых тяжёлых (H) полипептидных цепей, соединённых между собой дисульфидными связями (Рисунок 1). В организме млекопитающих имеется 5 вариантов H-цепей и 2 варианта L-цепей. В зависимости от структуры H-цепи, выделяют 5 классов АТ (IgA, IgD, IgE, IgG, IgM). Структура L-цепей определяет принадлежность АТ к одному из двух подклассов в пределах каждого класса. Каждая L- и H-цепь состоит из константного (L_C или H_C) и переменного (L_V или H_V) участка. Переменные участки каждой пары L- и H-цепей формируют **центр связывания АГ**. У АТ одного класса и подкласса константные участки одинаковы, в то время как переменные имеют уникальную структуру. Таким образом, каждая комбинация из переменных участков распознаёт определённый уникальный эпитоп, что позволяет разным АТ распознавать огромное число различных АГ и их эпитопов.

В настоящее время АТ применяются как удобный лабораторный инструмент для выявления различных молекул в биологических объектах – клетках, тканях и т. д. АТ, предназначенные для исследовательских целей, получают при помощи лабораторных животных, в организм которых вводят исследуемый АГ (проводят иммунизацию).

АТ вырабатываются разными популяциями (**клонами**) В-лимфоцитов. Клетки одного клона выделяют АТ, которые способны распознавать только один эпитоп данного АГ. Такие АТ называют **моноклональными**. Смесь АТ, которые распознают разные эпитопы одного и того же АГ (и, соответственно, вырабатываются разными клонами В-клеток), называют **поликлональными** АТ.

Рисунок 1. Строение молекулы антитела. Дисульфидные связи между полипептидными цепями, обозначены пунктирными линиями. Пояснения в тексте.



Фрагмент 2.

Иммуногистохимия (ИГХ) – это метод микроскопического исследования тканей, который позволяет выявлять определённые вещества (АГ) при помощи специфических АТ. Для проведения ИГХ анализа из биологического материала готовят гистологические препараты, которые затем обрабатывают поли- или моноклональными АТ, специфичными к исследуемому АГ (**первичными АТ, I АТ**). У разных видов животных структура одних и тех же АГ (особенно белковой природы) может сильно различаться, поэтому АТ всегда предварительно тестируют на способность распознавать один и тот же АГ у различных объектов.

Сами АТ невозможно увидеть с помощью светового микроскопа. Чтобы сделать их видимыми, к АТ химически «пришивают» специальные вещества-метки. В настоящее время широкое применение получили светящиеся (**флуоресцентные**) метки. Интенсивность флуоресценции метки в том или ином участке препарата позволяет сделать выводы о наличии, расположении и количестве исследуемого АГ в образце ткани.

Если в анализе используются меченые I АТ, то такой метод называют **прямым** анализом (Рисунок 2А). Однако, как правило, с тканью связывается лишь небольшое количество I АТ и выявить их непросто. Поэтому в настоящее время чаще используют **непрямой** ИГХ анализ (Рисунок 2Б), который включает два основных этапа: 1) обработку I АТ, не содержащими метку; 2) обработку мечеными **вторичными АТ (II АТ)**, антигенами для которых служат I АТ определённого класса. При этом с одной молекулой I АТ может связаться несколько молекул II АТ, что значительно повышает чувствительность метода. При подборе II АТ для решения той или иной задачи также необходимо учитывать видоспецифичность: например, если I АТ были выработаны В-лимфоцитами мыши, то необходимо использовать II АТ, специфичные к иммуноглобулинам мыши, а АТ к иммуноглобулинам кролика или козы не подойдут, и наоборот.

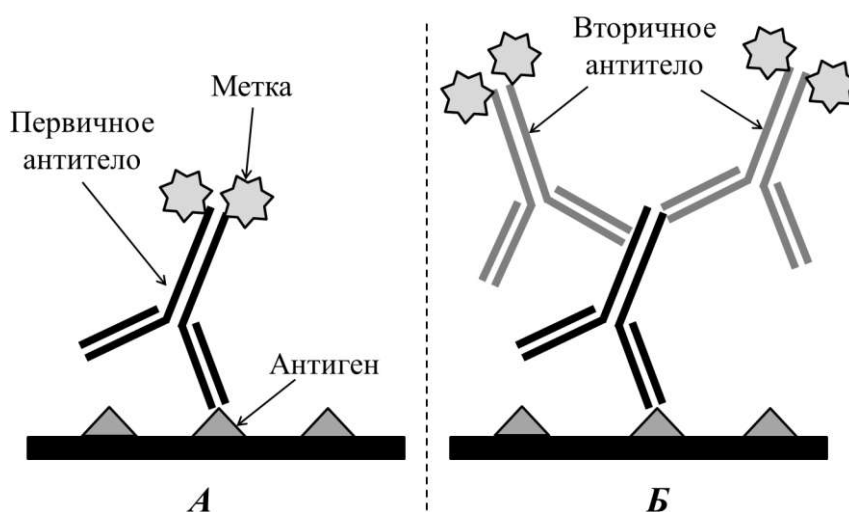


Рисунок 2. Взаимодействие антител и антигенов при прямом (А) и непрямом (Б) иммуногистохимическом анализе. Пояснения в тексте.

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. Изучите фрагмент 1 и рисунок 1 и выберите верные утверждения. Все антитела одного класса, которые вырабатываются в определённом организме:

- а) имеют сходную структуру константного участка Н-цепей;
- б) могут иметь разную структуру константного участка L-цепей;
- с) могут иметь сходную структуру переменного участка L-цепей;
- д) могут иметь различную структуру переменного участка Н-цепей.

Ответ: **abcd**

2. На основании фрагмента 1 и рисунка 1 выберите верные утверждения. Поликлональные антитела, специфичные к определённому антигену:

- a) продуцируются разными популяциями В-лимфоцитов;
- b) распознают разные эпитопы;
- c) специфичны к одному и тому же эпитопу;
- d) не содержат лёгких цепей.

Ответ: **ab**

3. На основании фрагмента 2 и рисунка 2 выберите верные утверждения. Вторичные антитела, в отличие от первичных:

- a) не используются в меченой форме;
- b) распознают антиген видоспецифично;
- c) специфичны только к иммуноглобулинам;
- d) имеют в каждой молекуле больше двух центров связывания антигенов.

Ответ: **c**

4. Используя информацию, приведённую в текстовом фрагменте 2 и на рисунке 2, и собственные знания, ответьте на вопрос. Какие процедуры могут быть необходимы для проведения непрямого иммуногистохимического анализа?

- a) Анализ препарата при помощи флуоресцентного микроскопа;
- b) Изготовление гистологических срезов с помощью микротомы;
- c) Обработка первичными антителами, содержащими метку;
- d) Обработка вторичными антителами, содержащими метку.

Ответ: **abd**

5. Исследователю необходимо выявить взаимное расположение в ткани двух различных антигенов (АГ1, АГ2). Для этого он обработал гистологический препарат смесью антител IgG мыши против АГ1 и IgG кролика против АГ2. В лаборатории имеются разные вторичные антитела, связанные с флуоресцентными метками, дающими зелёное или красное свечение. Какие сочетания вторичных антител помогут учёному успешно справиться с задачей?

- a) Антитела против IgA мыши, связанные с зелёной меткой, и антитела против IgG кролика, связанные с красной меткой;
- b) Антитела против IgG мыши и против IgG кролика, связанные с зелёной меткой;
- c) Антитела против IgG козы, связанные с красной меткой, и антитела против IgG мыши, связанные с зелёной меткой;
- d). Антитела против IgG мыши, связанные с красной меткой, и антитела против IgG кролика, связанные с зелёной меткой.

Ответ: **d**

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

Форма зубов у карликовых саблезунчиков контролируется геном *N*. Доминантная мутация *N-007* приводит к развитию бивней. Какое расщепление по фенотипу следует ожидать в потомстве из 100 особей, полученных при скрещивании гетерозиготных самок с гетерозиготными самцами, если все родительские особи несут мутацию *N-007*, а влияние данной мутации на форму зубов характеризуется 20-процентной пенетрантностью (бивни формируются только у 20% особей, несущих эту мутацию)? Заполните таблицу.

| | |
|---|----------------|
| | Ответ: |
| Запишите генотип самки (без пробелов) | <i>N-007 n</i> |
| Запишите генотип самца (без пробелов) | <i>N-007 n</i> |
| Укажите ожидаемое количество особей, несущих мутацию <i>N-007</i> , среди 100 полученных потомков | 75 |
| Укажите ожидаемое количество особей, имеющих бивни, среди 100 полученных потомков | 15 |
| Укажите ожидаемое количество особей, не имеющих бивней, среди 100 полученных потомков | 85 |

Решение:

1. По условию задачи и самка, и самец имеют одинаковый генотип: *N-007 n*.
2. При скрещивании двух гетерозигот *N-007 n* ожидается потомство с расщеплением по генотипу $1 N-007 N-007 : 2 N-007 n : 1 nn$.
3. Ожидаемое количество особей, несущих мутацию *N-007* среди 100 потомков, составляет 75 (три четверти).
4. Среди них, с учетом 20-процентной пенетрантности мутации *N-007*, ожидаемое количество особей с бивнями составляет 15.
5. Тогда ожидаемое число потомков без бивней составит $100 - 15 = 85$.

Задача решена.

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 инфекционные заболевания человека, и прочитайте приведённые ниже характеристики. Установите однозначное соответствие между названиями болезней и их описаниями. Каждый ответ запишите в виде соответствующей буквы (без пробелов и знаков препинания) в специально отведённое поле рядом с каждым описанием (регистр не важен).

| | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Инфекционные заболевания человека | А) Вирусные инфекции | Г) Полиомиелит |
| | | Д) Ветряная оспа |
| | Б) Протозойные инфекции | Е) Сонная болезнь |
| | | Ж) Амёбная дизентерия |
| | В) Бактериальные инфекции | З) Чума |
| | | И) Туберкулёз |
| К) Столбняк | | |

Характеристики:

1. Возбудителями этих заболеваний являются одноклеточные организмы, клетки которых не имеют оформленного ядра.

Ответ: **В**

2. Острое инфекционное заболевание. Возбудитель размножается в слизистой оболочке органов пищеварительного тракта и лимфатических узлах и проникает в кровяное русло, а в некоторых (особо тяжёлых) случаях поражает моторные нейроны спинного мозга, что приводит к параличам и атрофии скелетных мышц. Перенесённое заболевание формирует стойкий иммунитет, поэтому основным способом профилактики является вакцинация детей до 5 лет.

Ответ: Г

3. Возбудителями этих заболеваний являются инфекционные агенты, которые не имеют клеточного строения и представляют собой молекулы нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК), заключённые в белковую оболочку. Их способность к воспроизведению проявляется только после проникновения в живые клетки.

Ответ: А

4. Возбудитель этого заболевания проявляет патогенные свойства только при попадании на повреждённые ткани живого организма, лишённые доступа кислорода (например, при колотых ранах). Вырабатываемый патогеном токсин действует на нервную систему, вызывая тонические сокращения поперечнополосатой мускулатуры (судороги).

Ответ: К

5. Острое инфекционное заболевание, передающееся воздушно-капельным путём. Наиболее характерными симптомами являются лихорадка и сыпь. У детей, как правило, проходит в лёгкой форме, в то время как для людей старше 18 лет более характерно тяжёлое течение заболевания с последующими осложнениями.

Ответ: Д

6. Данное заболевание передаётся воздушно-капельным путём и обычно поражает лёгкие. Одним из распространённых способов диагностики является проведение реакции Манту: антигены возбудителя вводят человеку подкожно и оценивают вызванный таким образом иммунный ответ. Наличие выраженной кожной реакции свидетельствует о присутствии возбудителя в организме.

Ответ: И

7. Переносчиками возбудителя этого заболевания являются бескрылые кровососущие насекомые, а природным резервуаром инфекции – различные виды грызунов и зайцеобразных. Одна из наиболее распространённых форм характеризуется болезненным воспалением и увеличением лимфатических узлов (образованием бубонов).

Ответ: З

8. По классификации Всемирной организации здравоохранения это заболевание относится к группе забытых болезней, однако вспышки инфекции до сих пор регистрируются в ряде африканских регионов. Переносчиками являются некоторые представители двукрылых насекомых. Клетки возбудителя характеризуются наличием ундулирующей мембраны и одиночного жгутика.

Ответ: Е

9. Возбудителями этих заболеваний являются одноклеточные организмы, в клетках которых имеется оформленное ядро.

Ответ: Б

10. В большинстве случаев заражение происходит при употреблении загрязнённых продуктов питания или воды, содержащей цисты возбудителя. Попав в пищеварительный тракт, возбудитель проникает в слизистую оболочку толстого кишечника и вызывает воспаление и образование язв, а иногда – и омертвление тканей (некроз).

Ответ: Ж

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

В ходе эволюции животные освоили разнообразные способы локомоции в разных средах обитания. Охарактеризуйте основные механизмы, которые используются многоклеточными беспозвоночными животными для активного перемещения в толще воды. Подкрепите ответ примерами из разных систематических групп.

Ответ:

А). Перемещение при помощи специализированных гребных органов (органов)

1. Реснички. Данный способ локомоции характерен для таких животных, как гребневики. На теле животного имеются гребные пластики (ктены), каждая из которых включает несколько тысяч ресничек. Пластики образуют ряды, которые тянутся от аборального полюса к оральному. Реснички совершают гребные движения, при которых эффективный удар направлен в сторону аборального полюса, позволяя животному плыть ротовым отверстием вперёд. Кроме того, при помощи ресничек передвигаются свободноплавающие личинки многих беспозвоночных, например:

- мирацидий – ресничная личинка дигенетических сосальщиков (трематод);
- трохофора – ресничная личинка многощетинковых червей (полихет) и некоторых моллюсков;
- велигер – ресничная личинка некоторых моллюсков.

2. Конечности и гомологичные им структуры. Некоторые ракообразные, такие как креветки, плавают с помощью ритмичных движений особых брюшных конечностей – плеопод, похожих на небольшие вёсла. Каждая нога с силой толкает воду назад, а затем подгибается для снижения сопротивления и перемещается на исходную позицию. Частота таких движений может достигать десяти толчков в секунду. Ветвистоусые ракообразные (например, дафнии) перемещаются при помощи сильно развитых двуветвистых антенн второй пары. Отталкиваясь антеннами, животное скачкообразно движется вверх, а затем медленно опускается в толще воды.

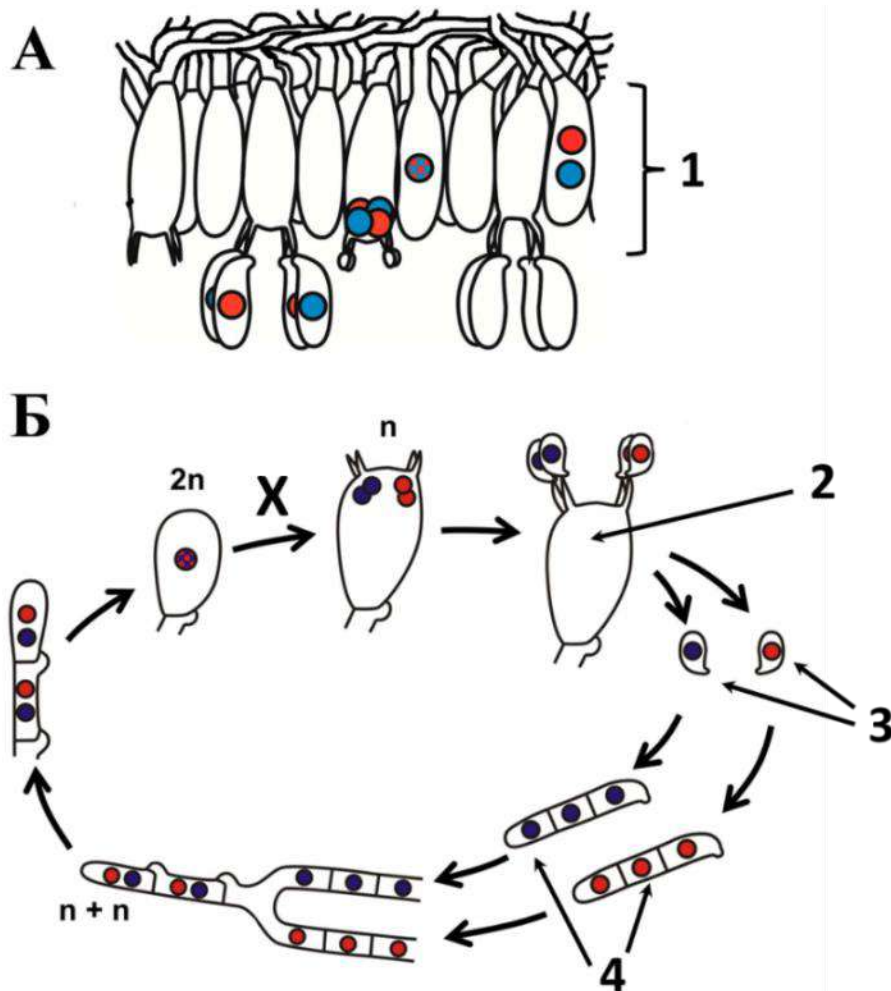
3. Мускулистые выросты тела. Характерным примером являются параподии многощетинковых кольчатых червей – парные выросты, которые располагаются по бокам каждого сегмента тела. У большинства полихет каждая параподия имеет две ветви (спинную и брюшную), пронизанные длинными щетинками. Щетинки служат опорой для мышц, приводящих параподию в движение. Движения многочисленных параподий хорошо скоординированы. Параподии, расположенные на противоположных сторонах одного сегмента, движутся в противофазе, в то время как параподии, расположенные на одной стороне тела, включаются в движение последовательно. Кроме того, у целого ряда представителей головоногих моллюсков (в том числе у каракатицы) имеются мускулистые боковые плавники, ритмичные волнообразные движения которых обеспечивают перемещение животного в толще воды передним концом вперёд.

Б). Перемещение при помощи волнообразного изгибания тела (ундулирующее движение). Такой способ локомоции характерен для различных червей. Например, сокращения продольной и кольцевой мускулатуры кожно-мускульного мешка позволяют пиявкам плавать в толще воды, изгибая тело в спинно-брюшной плоскости.

В). Реактивное движение. Такой способ локомоции основан на выталкивании воды из какой-либо полости при помощи мускулатуры тела, в результате чего животное движется поступательно в обратном направлении. Например, у головоногих моллюсков в реактивном движении задействованы мышцы стенки мантийной полости, сокращение которых приводит к резкому выталкиванию воды из мантийной полости через воронку. Кроме того, такой способ передвижения характерен для медуз, сальп и личинок некоторых насекомых.

Возможны и другие правильные элементы ответа.

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



1. На рисунке схематично изображены часть гетеротрофного организма (А) и его жизненный цикл (Б). Укажите название царства, к которому относится данный организм.

Ответ: Грибы

2. Назовите клетки и структуры, отмеченные на рисунке цифрами 1 - 4.

Ответ: 1 – гимениальный слой; 2 – базидия; 3 – споры (базидиоспоры); 4 - гифы гриба / мицелий / одноядерный мицелий.

3. Укажите название процесса, который зашифрован на рисунке Б буквой «X».

Ответ: мейоз

4. В какие взаимоотношения данный организм может вступать с представителями других царств живой природы? Приведите примеры таких взаимоотношений.

Ответ:

1) Симбиоз / мутуализм / мутуалистический симбиоз. Пример: образование микоризы при участии ели и белого гриба.

2. Паразитизм. Пример: трутовик или опенок на березе.

Возможны и другие правильные элементы ответа.



**ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**



Общеобразовательный предмет: **биология**
2021-2022 учебный год
9 класс
Вариант 2

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

1. Какие признаки могут быть характерны для ветроопыляемых растений?
 - a. Крупные пыльники на длинных тычиночных нитях
 - b. Пестики с большими перистыми рыльцами
 - c. Крупный венчик с яркой окраской
 - d. Цветение до распускания листьев
 - e. Лёгкая и сухая пыльца
2. Какие особенности строения и поведения характерны как для речной миноги, так и для горбуши?
 - a. Сезонные миграции
 - b. Наличие непарных плавников
 - c. Наличие жаберных крышек
 - d. Тело покрыто чешуёй
 - e. Наличие челюстей
3. Этот водорастворимый витамин не образуется в организме человека. Его основным источником служит растительная пища (например, цитрусовые, шиповник, чёрная смородина). К каким последствиям может привести недостаточное поступление этого витамина в организм?
 - a. Нарушение сумеречного зрения
 - b. Нарушение всасывания кальция в кишечнике
 - c. Цинга
 - d. Болезнь бери-бери
 - e. Снижение иммунитета
4. Основу каких из перечисленных структур составляют минеральные вещества?
 - a. Клюв утканоса
 - b. Кутикула жужелицы
 - c. Иглы морского ежа
 - d. Колючка кактуса
 - e. Эмаль зубов человека
5. Какие из перечисленных клеток неспособны к делению?
 - a. Клетки нервной трубки эмбриона морской свинки
 - b. Спермии традесканции
 - c. Членики ситовидных трубок берёзы

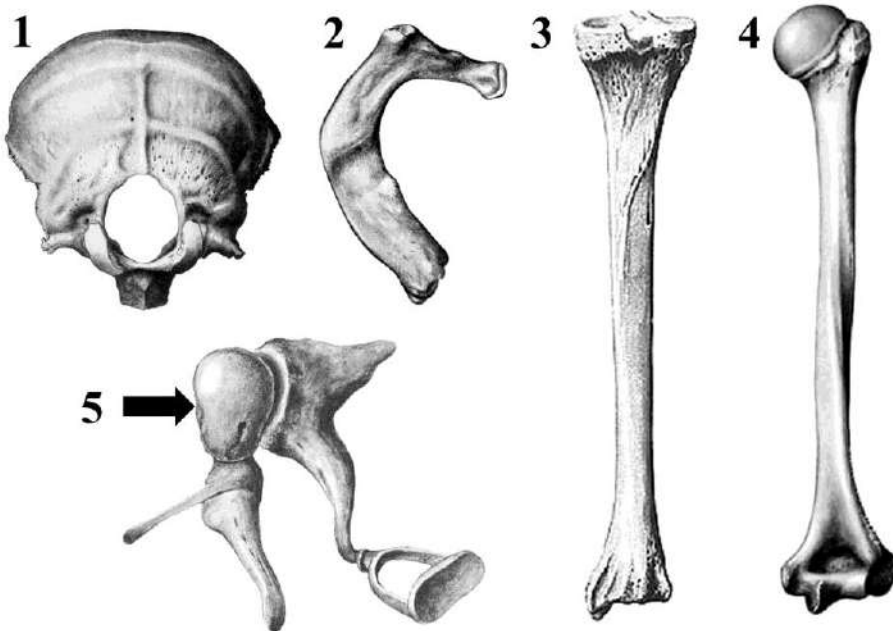
- d. Эритроциты гамадрила
- e. Споры возбудителя сибирской язвы

6. Какие адаптации к обитанию в водной среде характерны для всех вторичноводных млекопитающих?

- a. Утрата шёрстного покрова
- b. Утрата связи тазового пояса с позвоночником
- c. Обтекаемая форма тела
- d. Полная редукция ушной раковины
- e. Повышенное содержание миоглобина в мышцах

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

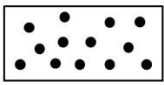
Перед вами рисунок, на котором отмечены цифрами пять элементов скелета человека (соотношение размеров не соблюдено). Внесите точные анатомические названия этих костей в таблицу рядом с соответствующими номерами.



| № | Название кости |
|----|---|
| 1. | Затылочная кость |
| 2. | Ребро |
| 3. | Большая берцовая (большеберцовая) кость |
| 4. | Плечевая кость |
| 5. | Молоточек (молоток) |

Задание 8. Работа с изображениями объектов. Изобразите объект в соответствии с предложенным описанием и сделайте необходимые подписи к рисунку. Оформите ответ на отдельном листе и прикрепите в качестве ответа его фотографию (размер файла не должен превышать 10 Мб). Максимальная оценка – 10 баллов.

Исследователи обнаружили неизвестное ранее высшее растение и выполнили описание строения его листа. Основываясь на этом описании, изобразите схематически фрагмент поперечного среза листа так, чтобы на рисунке были отображены все указанные ниже элементы. Отметьте на рисунке указанные структуры, используя их нумерацию из текста. Для изображения проводящих тканей используйте условные обозначения, представленные на рисунке 1.



Флоэма

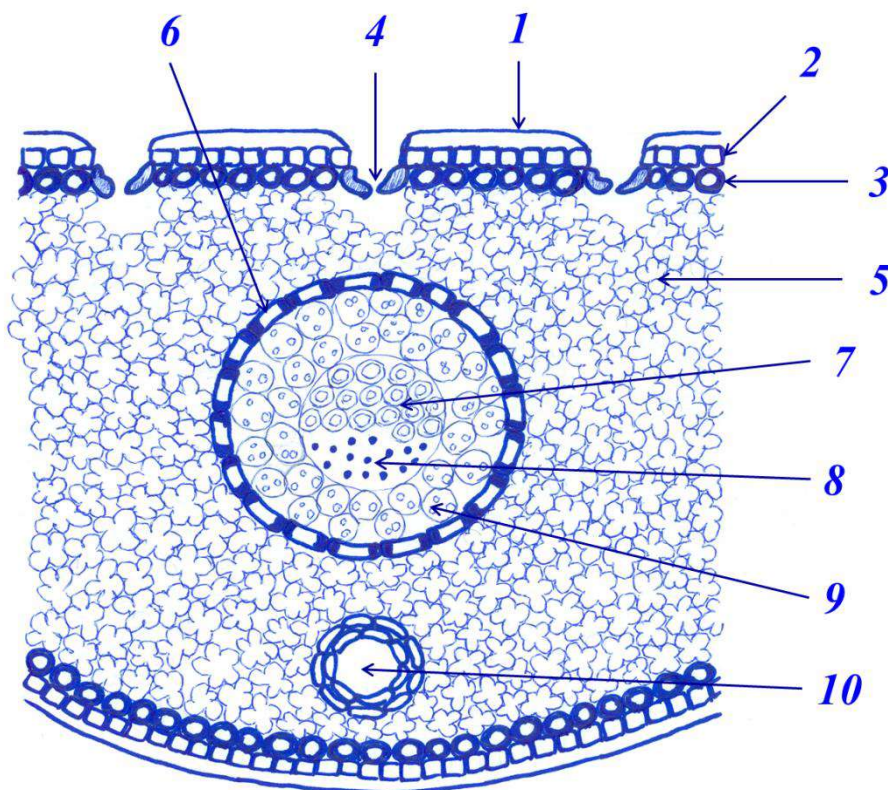


Ксилема

Рисунок 1.

«Лист имеет сильно вытянутую игловидную форму. Верхняя сторона плоская, нижняя – выпуклая. Снаружи лист покрыт мощной кутикулой (1) и эпидермой (2), состоящей из клеток кубической формы. Под эпидермой находится гиподерма (3), которая представлена одним слоем клеток, расположенных плотно друг к другу и имеющих равномерно утолщенные клеточные стенки. Устьица (4) погружённые (их замыкающие клетки смещены внутрь, в сторону гиподермы), располагаются только на верхней стороне листа. Мезофилл (5) однородный, с небольшими межклетниками. Клетки мезофилла крупные, их клеточные стенки имеют многочисленные инвагинации (впячивания), что придаёт клеткам четырёх- или пятилопастную форму. В центральной части листа проходит жилка цилиндрической формы, отделённая от мезофилла одним слоем уплощённых клеток эндодермы (6). Для клеток этого слоя характерно наличие утолщений на соседних клеточных стенках. Жилка содержит один закрытый проводящий пучок. Ксилема (7) обращена к верхней стороне листа, флоэма (8) - к нижней. Пространство между эндодермой и проводящими тканями заполнено крупными клетками паренхимы (9), которые располагаются рыхло и содержат зёрна крахмала. Под жилкой в продольном направлении проходит смоляной ход, стенки которого представлены двумя слоями клеток (10)».

Ответ:



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

В некоторой диплоидной клетке имеется белок Р, который располагается в ядре. Каждая молекула белка Р запускает транскрипцию гена Х. Размер гена Х составляет 3000 пар нуклеотидов (п. н.), причём 2100 п. н. приходится на нетранслируемые области. Скорость транскрипции составляет 25 нуклеотидов в секунду, а время, необходимое для вырезания нетранслируемых участков и транспорта мРНК в цитоплазму, – 10 секунд. Скорость трансляции составляет 3 аминокислоты в секунду. Через 10 секунд после синтеза аминокислотной цепи белковый продукт гена Х перемещается в ядро и инактивирует белок Р. Определите, через какое время после запуска транскрипции гена Х белок Р инактивируется, если для выключения его активности достаточно одной молекулы белка, кодируемого геном Х. Ход решения поясните.

Решение:

1) В транскрипции принимает участие лишь одна из цепей ДНК, длина которой – 3000 нуклеотидов. Тогда время, необходимое для транскрипции гена Х, составит:

$$3000 : 25 = 120 \text{ (с)}.$$

2) $3000 - 2100 = 900$ (нуклеотидов) – длина транслируемой области мРНК гена Х.

3) Поскольку каждая аминокислота кодируется тремя нуклеотидами, в белковом продукте гена Х содержится $900 : 3 = 300$ (аминокислот).

4) $300 : 3 = 100$ (с) – время трансляции мРНК гена Х.

5) Тогда инактивация белка Р произойдёт через $120 + 10 + 100 + 10 = 240$ (с).

Ответ: через 240 секунд (4 минуты).

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

Для определения содержания гормона кортикостерона (КС) в сыворотке крови лабораторных крыс биолог использовал иммуноферментный анализ. Для этого он взял специальный планшет с лунками, на дне которых находились антитела, специфичные к КС крысы. Каждая лунка содержала равное количество антител. В первые пять лунок экспериментатор вносил одинаковые объёмы стандартных растворов КС с известными концентрациями (см. таблицу 1). В остальные лунки он внес такие же объёмы образцов сыворотки и инкубировал весь планшет в термостате. В результате КС связался с частью антител на дне каждой лунки. Отмыв планшет от остатков сыворотки и стандартных растворов, биолог внёс во все лунки одинаковые объёмы готового препарата КС, химически связанного с меткой (красителем). Меченый КС связался с остальными антителами на дне каждой лунки. После этого биолог измерил интенсивность окраски (а точнее – оптическую плотность, ОП) для каждой лунки. Чтобы определить концентрацию КС в образцах, ему необходимо было построить калибровочную кривую – зависимость концентрации КС в стандартных растворах (К) от ОП. Однако во время работы значения ОП были перепутаны и записаны в порядке возрастания: 1,2; 1,4; 1,8, 2,2; 2,6.

Таблица 1

| № | ОП, усл.ед. (условные единицы) | К стандартных растворов, нмоль/л |
|---|--------------------------------|----------------------------------|
| 1 | ??? | 0 |
| 2 | ??? | 10 |
| 3 | ??? | 30 |
| 4 | ??? | 100 |
| 5 | ??? | 300 |

1. Подумайте, какое значение ОП должно соответствовать каждому калибровочному раствору, и постройте калибровочную кривую. Образец поля для построения графика представлен на рисунке 1. **Оформите график на отдельном листе и прикрепите в качестве ответа его фотографию (размер файла не должен превышать 10 Мб).**

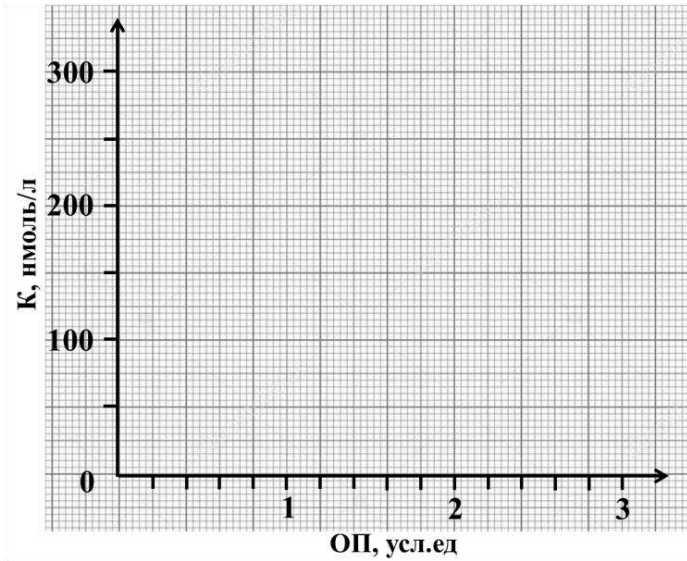
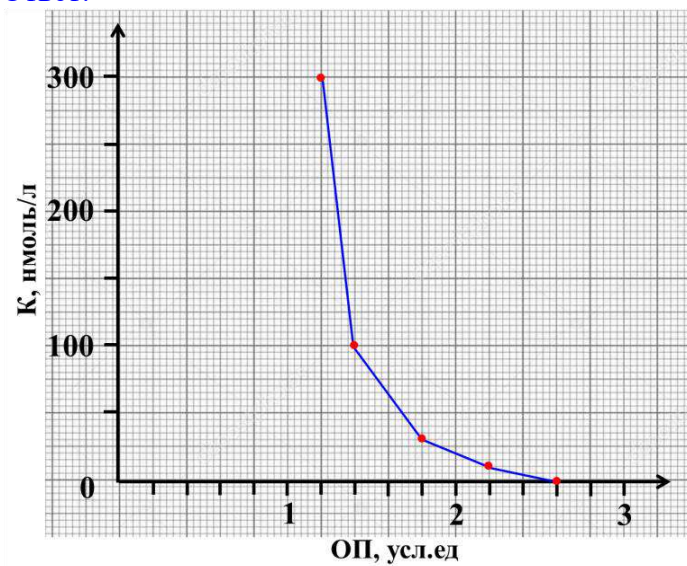


Рисунок 1.

Ответ:



2. Ответьте на вопросы, используя отведённое поле.

2.1. Значение ОП для образца сыворотки составило 1,6. Используя калибровочную кривую, укажите (приблизительно) значение концентрации КС в этом образце.

Ответ:

60 нмоль/л.

2.2. Кортикостерон – это гормон надпочечников, относящийся к глюкокортикоидам. Какие ещё гормоны вырабатываются этими железами? Приведите не менее двух примеров и укажите для каждого одну из основных функций.

Ответ:

1) Адреналин – оказывает стимулирующее действие на организм в условиях стресса, в том числе повышает частоту сердечных сокращений и дыхательных движений, расширяет сосуды, снабжающие кровью головной мозг и скелетную мускулатуру, тормозит перистальтику желудочно-кишечного тракта.

2) Альдостерон – гормон из группы минералокортикоидов. Стимулирует реабсорбцию натрия и секрецию калия в почечных канальцах.

Возможны и другие правильные элементы ответа.

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

Фрагмент 1.

Одна из стандартных задач практической биохимии – это разделение смеси различных веществ с целью выяснить ее точный состав и определить содержание определенных компонентов в этой смеси. Например, при выделении пигментов из хлоропластов растительных клеток мы получаем смесь, состоящую примерно из 8–12 соединений, а при выделении из клеток белков или углеводов – смесь из сотен соединений. Одним из эффективных методов разделения таких смесей является **хроматография**. Этот метод обычно используется для разделения некрупных молекул (моно- и дисахариды, аминокислоты, пигменты высших растений и т.п.). В основе хроматографии лежит распределение молекул смеси в системе, состоящей из двух компонентов: **подвижной и неподвижной фазы**. В простейших вариантах хроматографии в качестве неподвижной фазы используется твердый химически инертный носитель – это может быть плотная фильтровальная бумага (**бумажная хроматография**, Рисунок 1А) или тонкий слой силикагеля или оксида алюминия, нанесенный на стеклянную или металлическую пластинку (**тонкослойная хроматография**). В качестве подвижной фазы в этом случае используют какой-либо полярный или неполярный растворитель (воду, этанол, бензин, петролейный эфир, гексан и т.д.) или смесь нескольких растворителей. Обязательным условием является различная растворимость компонентов разделяемой смеси в подвижной фазе. При прохождении подвижной фазы через неподвижную, компоненты смеси, растворяясь в подвижной фазе, будут «захватываться» ею и переноситься на некоторое расстояние по листу бумаги или хроматографической пластинке. Чем выше растворимость вещества в подвижной фазе, тем дальше оно будет унесено от того места, на которое была изначально нанесена разделяемая смесь (от стартовой линии). В результате будет получена **хроматограмма** – серия пятен или полос (**концентрационных зон**) на бумаге или пластинке, причём каждая полоса будет содержать одно определенное вещество. Если разделяются пигменты, то результат хроматографии будет сразу же виден, поскольку каждая молекула пигмента сформирует цветную полосу. Если разделяются бесцветные молекулы, готовую хроматограмму обрабатывают специальными реактивами, которые специфически взаимодействуют с разными компонентами смеси, например, окрашивая их в определенный цвет.

Еще одной разновидностью хроматографии является **ионообменная хроматография** (Рисунок 1Б). В этом случае разделение проводится в специальной трубке (**хроматографической колонке**), которая заполнена гранулами ионообменной смолы, несущими определенный заряд. Эти гранулы служат неподвижной фазой. Разделяемая смесь вместе с подвижной фазой проходит через колонку, и молекулы смеси взаимодействуют с заряженными гранулами смолы. Если гранулы смолы заряжены положительно (как на Рисунке 1Б), то отрицательно заряженные молекулы смеси будут задерживаться в колонке, а незаряженные молекулы и молекулы, имеющие положительный заряд, «обгонят» их и выйдут из колонки раньше.

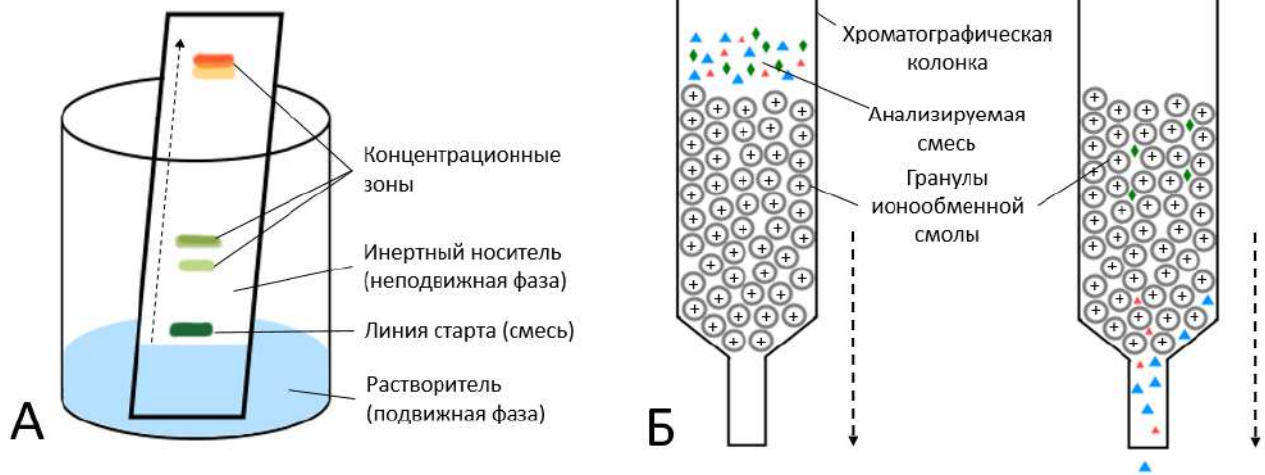


Рисунок 1. А – схема проведения бумажной хроматографии. Б – разделение смеси с помощью ионообменной хроматографии. Пунктирной стрелкой указано направление движения подвижной фазы.

Фрагмент 2.

Для экспресс-оценки пигментного состава растительных клеток удобно использовать метод бумажной хроматографии (Рисунок 2). Фотосинтетические пигменты легко экстрагируются из измельченных листьев при помощи ацетона или этилового спирта. Затем получившийся раствор, содержащий смесь пигментов, наносят на хроматографическую бумагу в область стартовой линии и разделяют, используя в качестве подвижной фазы слабополярные органические растворители (например, смесь бензина и этанола в соотношении 100:1). В такой смеси будут лучше всего растворяться неполярные молекулы, а чем выше будет степень полярности вещества, тем хуже оно будет растворяться в подвижной фазе. Зная свойства молекул различных пигментов, можно легко определить, в какой последовательности их концентрационные зоны будут располагаться на хроматограмме по окончании анализа.

Листья высших растений содержат фотосинтетические пигменты двух классов – хлорофиллы и каротиноиды. Хлорофиллы представлены двумя типами молекул (хлорофилл *a* и хлорофилл *b*), различающимися по окраске и по растворимости в смеси бензин-этанол (хлорофилл *b* растворяется немного лучше). Каротиноиды подразделяются на каротины, имеющие неполярные молекулы, и ксантофиллы, молекулы которых являются слабополярными. Преобладающими ксантофиллами многих высших растений являются лютеин, виолаксантин и зеаксантин, а преобладающим каротином – β -каротин.

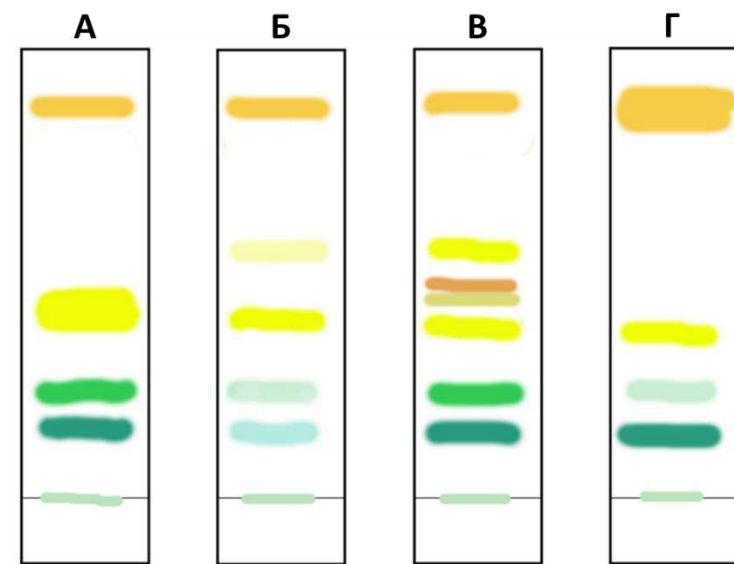


Рисунок 2. Хроматограммы листьев высших растений (растворитель – смесь бензина и этанола в соотношении 100:1). Разные объекты обозначены буквами А – Г. Стрелкой показана стартовая линия.

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. Прочитайте текстовый фрагмент 1. Какие материалы могут использоваться в качестве неподвижной фазы в разных вариантах хроматографии?

- a) Бумага.
- b) Нерастворимые оксиды некоторых металлов.
- c) Стеклянная пластинка.
- d) Ионообменная смола.

Ответ: **abd**

2. Прочитайте текстовый фрагмент 2. Выберите правильные утверждения, основываясь на информации, изложенной в этом фрагменте.

- a) Разные растения могут содержать разное количество ксантофиллов.
- b) Все известные фотосинтетические пигменты по своей структуре подразделяются на два класса.
- c) Молекулы виолаксантина более полярные, чем молекулы β -каротина.
- d) β -каротин хорошо растворяется в ацетоне.

Ответ: **acd**

3. Основываясь на информации из текстового фрагмента 2 и данных, приведенных на Рисунке 2, выберите правильные утверждения.

- a) Клетки растения Г содержат наибольшее количество ксантофиллов.
- b) Все использованные в данном опыте растения содержат одинаковое количество хлорофилла *a*.
- c) Клетки растения А содержат больше хлорофилла *b*, чем клетки растения Г.
- d) Растения А и Г не различаются по набору фотосинтетических пигментов.

Ответ: **cd**

4. На основании информации из текстовых фрагментов и рисунков выберите правильные утверждения.

- a) Метод тонкослойной хроматографии не подходит для разделения фотосинтетических пигментов.
- b) Методом бумажной хроматографии нельзя разделять смеси веществ, молекулы которых имеют одинаковую окраску.
- c) Последовательность расположения полос (концентрационных зон) пигментов на хроматограмме зависит от состава растворителя, использованного в качестве подвижной фазы.
- d) Ионообменная хроматография неэффективна для разделения электронейтральных молекул.

Ответ: **cd**

5. На основании имеющихся у вас знаний и информации из текстовых фрагментов и рисунков выберите правильные утверждения.

- a) Известно, что одно из растений, использованных в качестве объектов на Рисунке 2, — это береза, а листья с нее собирали в начале октября. Скорее всего, это растение В.
- b) По сравнению с каротиноидами, хлорофиллы – более полярные соединения.
- c) При проведении бумажной хроматографии растворитель движется по неподвижной фазе за счет капиллярного эффекта.
- d) Каротиноиды могут иметь желтый, оранжевый или красный цвет.

Ответ: **bcd**

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

Биосинтез алкалоидов у обманчивой надоедки контролируется геном *R*. Доминантная мутация *R-tox* приводит к резкому усилению этого биосинтеза и, как следствие, – к ядовитости всего растения. Какое расщепление по фенотипу следует ожидать среди 400 гибридов F_2 , полученных в результате скрещивания ♀ *rr* × ♂ *R-tox R-tox*, если для этой мутации характерна 60-процентная пенетрантность (ядовиты только 60% особей, несущих мутацию *R-tox*)? Заполните таблицу.

| | Ответ |
|--|------------|
| Укажите фенотип материнского растения | Не ядовито |
| Какова вероятность того, что отцовское растение ядовито? | 60% |
| Укажите ожидаемое количество растений, несущих мутацию <i>R-tox</i> , среди 400 гибридов F_2 | 300 |
| Укажите ожидаемое количество ядовитых растений среди 400 гибридов F_2 | 180 |
| Укажите ожидаемое количество неядовитых растений среди 400 гибридов F_2 | 220 |

Решение:

- Исходя из условий задачи, материнское растение не ядовито (не несёт мутацию *R-tox*), а отцовское ядовито с вероятностью 60%.
- В F_2 соответствующего моногибридного скрещивания ожидается расщепление по генотипу 1 *R-tox R-tox* : 2 *R-tox r* : 1 *rr*.
- Ожидаемое количество особей, несущих мутацию *R-tox* среди 400 гибридов F_2 , составляет 300 (три четверти).
- Среди них, с учетом 60-процентной пенетрантности мутации *R-tox*, ожидаемое количество ядовитых растений составляет 180.
- Тогда ожидаемое в F_2 число потомков, которые не являются ядовитыми, составит $400 - 180 = 220$.

Задача решена.

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 группы животных, и прочитайте приведённые ниже характеристики. Установите однозначное соответствие между названиями групп и их описаниями. Каждый ответ запишите в виде соответствующей буквы (без пробелов и знаков препинания) в специально отведённое поле рядом с каждым описанием (регистр не важен).

| | | |
|-------------------------------|----------------------------------|---|
| (А) Моллюски (Mollusca) | (Б) Брюхоногие (Gastropoda) | (Д) Стебельчатоглазые (Stylommatophora) |
| | | (Е) Голожаберные (Nudibranchia) |
| | (В) Двустворчатые (Bivalvia) | |
| | (Г) Головоногие (Cephalopoda) | (Ж) Наутилиды (Nautilida) |
| | | (З) осьминоги (Octopoda) |
| | | (И) Каракатицы (Sepiida) |
| (К) Кальмары (Teuthida) | | |

Характеристики:

1. Морские или пресноводные малоподвижные животные. Голова полностью редуцирована; тело состоит из туловища и ноги, заключено в минерализованную раковину. Характерной чертой является наличие развитых жабр, которые у большинства видов служат не только органами дыхания, но и фильтрами, позволяющими улавливать из воды частицы пищи.

Ответ: В

2. Морские хищные животные, способные к реактивному движению. Туловище мягкое, округлое или вытянутое, способно сильно изменять свою форму, что позволяет животному проползать даже через очень узкие отверстия. Голова несёт четыре пары щупалец, имеющих присоски и соединённых у основания плавательной перепонкой. Раковина редуцирована.

Ответ: З

3. В основном, обитатели наземно-воздушной среды. Органом дыхания служит лёгкое – видоизменённая мантийная полость, стенки которой имеют развитую сеть кровеносных сосудов. Голова несёт две пары щупалец, причём на концах щупалец второй пары, как на стебельках, располагаются глаза.

Ответ: Д

4. Морские хищные животные, способные к реактивному движению. Туловище удлинённое, по бокам окаймлено плавниками. Голова несёт пять пар щупалец вооружённых присосками. Раковина внутренняя, представляет собой широкую известковую пластинку.

Ответ: И

5. Первичноротые несегментированные животные, которые освоили водную, почвенную, наземно-воздушную и даже организменную среду обитания. Органом движения является мускулистая нога, у некоторых видов преобразованная в щупальца и воронку. Характерной чертой многих представителей является наличие минерализованной раковины (целостной или состоящей из створок), хотя у некоторых она значительно редуцирована.

Ответ: А

6. Морские двусторонне-симметричные животные. Одни ведут придонный образ жизни, другие активно плавают в толще воды. Большинство современных представителей группы не имеет наружной раковины. Голова несёт щупальца, число которых может быть различным (у одних – 8 или 10, у других – несколько десятков). Кроме того, имеются хорошо развитые глаза, по строению напоминающие глаза позвоночных.

Ответ: Г

7. Морские хищные животные, способные к реактивному движению. Туловище имеет обтекаемую цилиндрическую форму и несёт два боковых плавника. Голова несёт пять пар щупалец, вооружённых присосками и крючьями. Раковина внутренняя, значительно редуцирована и представляет собой длинную узкую пластинку (гладиус). Некоторые представители группы достигают в длину более 10 метров и являются одними из самых крупных беспозвоночных животных на Земле.

Ответ: К

8. Морские двусторонне-симметричные животные, большинство из которых населяет тёплые моря и океаны. Раковина отсутствует. Органами дыхания служат кожные жабры – мягкие незащищённые выросты покровов, которые располагаются по бокам тела или на его спинной стороне. Некоторые представители ядовиты.

Ответ: Е

9. Морские двусторонне-симметричные животные. Тело заключено в спиральную раковину, которая разделена на несколько камер. Голова несёт многочисленные щупальца без присосок. Наиболее известный представитель этой группы носит то же название, что и подводный корабль, принадлежавший герою фантастических романов Жюль Верна.

Ответ: Ж

10. Разнообразная группа, которая включает в себя как водных, так и наземных животных. Двусторонне-симметричные организмы, однако в ходе эволюции у них сформировалось асимметричное расположение внутренних органов. Для целого ряда представителей характерно наличие турбоспиральной раковины.

Ответ: Б

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

Основная функция дыхательной системы – это обеспечение газообмена с окружающей средой. Как данная функция реализуется у наземных позвоночных животных? Охарактеризуйте основные механизмы работы дыхательной системы у представителей разных классов.

Ответ:

К наземным позвоночным относятся представители надкласса Тетраподы: земноводные (амфибии), пресмыкающиеся (рептилии), птицы и млекопитающие. У всех этих организмов дыхательная система включает в себя дыхательные пути и парные лёгкие. Рассмотрим основные механизмы работы дыхательной системы у наземных позвоночных.

1. Земноводные. Лёгкие, которые есть у большинства видов земноводных, имеют небольшой объём и представлены мешками со слабоячеистыми стенками, содержащими густую сеть кровеносных сосудов. Дыхательные пути развиты слабо: например, у хвостатых амфибий они представлены трахеей, а у бесхвостых – короткой гортанно-трахейной камерой. Грудная клетка у земноводных отсутствует, и лёгочная вентиляция осуществляется за счёт изменения объёма ротоглоточной полости (примитивный нагнетательный тип). Воздух нагнетается в ротоглоточную полость при опускании её дна (ноздри при этом открываются). Когда дно ротоглоточной полости поднимается, воздух проталкивается в лёгкие (ноздри при этом закрываются специальными клапанами). Выдох осуществляется также при поднятии дна, но ноздри при этом открываются. Поскольку эффективность газообмена через лёгкие у земноводных невысока, большинство представителей, наряду с лёгочным, используют также кожное дыхание, при котором газообмен осуществляется через покровы тела. У личинок земноводных, которые обитают в воде, дыхательную функцию вначале выполняет оплетённый кровеносными сосудами желточный мешок, затем – наружные жабры и (в некоторых случаях) кровеносные сосуды в хвостовом плавнике. У взрослых форм большинства видов земноводных жабры отсутствуют.

У остальных наземных позвоночных лёгочная вентиляция осуществляется путём расширения и сужения грудной клетки при помощи межрёберной и брюшной мускулатуры. Так, во время вдоха объём грудной клетки увеличивается, а давление воздуха в ней падает, что приводит к нагнетанию воздуха в лёгкие. Во время выдоха, объём грудной клетки падает, а давление воздуха возрастает, за счёт чего воздух изгоняется в окружающую среду. Дыхательные пути развиты сильнее и включают в себя ротовую и носовую полость, гортань, трахею и бронхи.

2. Пресмыкающиеся: из-за более длинной шеи удлиняются дыхательные пути. От гортани отходит трахея, которая на конце делится на бронхи, ведущие в лёгкие. Стенки лёгочных мешков имеют ячеистое строение, что значительно увеличивает дыхательную поверхность.

Особой группой среди рептилий являются **черепахи**, у которых рёберное дыхание отсутствует. Вдох происходит за счёт движения мощных пучков мышц, идущих от плечевого и тазового пояса к пластрону (брюшному щиту панциря), и дорсовентральных мышц, расположенных вдоль края панциря. Движение мышц вызывает уменьшение или увеличение объёма полости тела и, как следствие, лёгких. У сухопутных черепах в дыхательных движениях важное участие принимают движения передних лап и шеи, а также сокращение собственной гладкой мускулатуры лёгких. У видов, обитающих в водной среде, дополнительный газообмен осуществляется в глотке, задней части ротовой полости, а также в мешкообразных выростах клоаки (при зимовке подо льдом).

3. Птицы. У птиц гортань переходит в длинную трахею, которая делится в грудной полости на два бронха. Бронхи заходят в лёгкие и многократно ветвятся. Конечными веточками каждого бронхиального дерева являются воздушные капилляры (диаметром 3—10 мкм), оплетённые кровеносными капиллярами, где происходит газообмен между воздухом и кровью. Лёгкие птиц имеют небольшой объём и невысокую эластичность и прирастают к ребрам и позвоночному столбу. С лёгкими связана система из парных воздушных мешков —

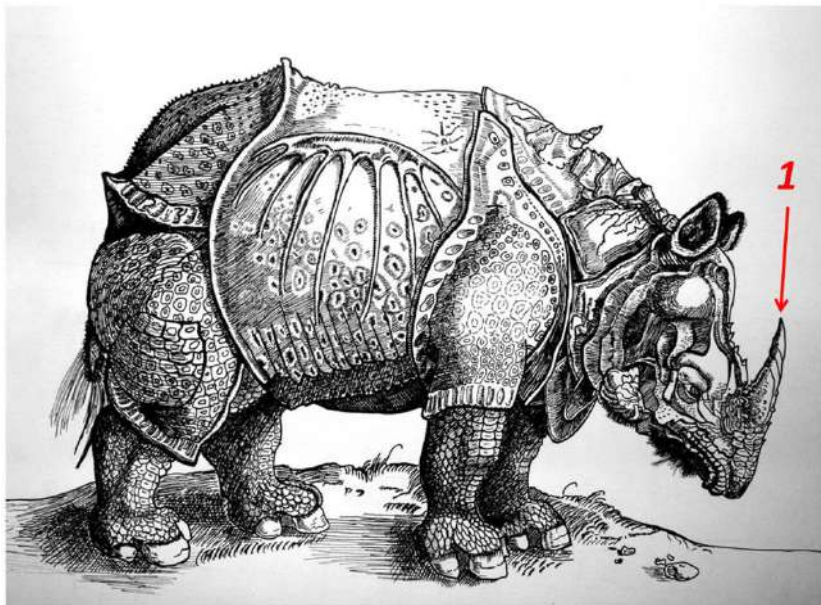
тонкостенных, легко растяжимых выростов бронхов, которые находятся среди внутренних органов, между мышцами и даже в полостях трубчатых костей.

Благодаря наличию воздушных мешков у птиц реализуется двойное дыхание. При вдохе только 25 % наружного воздуха остаётся непосредственно в лёгких, а остальные 75 % проходят через них и попадают в воздушные мешки. При выдохе воздух из воздушных мешков опять проходит через лёгкие. Таким образом, кровь в капиллярах лёгких насыщается кислородом как во время вдоха, так и выдоха.

4. Млекопитающие. Дыхательные пути включают в себя носовую и ротовую полость, глотку, гортань и трахею, которая в грудной полости разделяется на два главных бронха. Главные бронхи заходят в лёгкие и многократно ветвятся с образованием бронхиальных деревьев. Каждое бронхиальное дерево образует каркас для лёгкого, а его концевые веточки несут лёгочные пузырьки (альвеолы), густо оплетённые кровеносными капиллярами. Многочисленные альвеолы создают обширную дыхательную поверхность. В отличие от остальных позвоночных у млекопитающих имеется диафрагма (грудобрюшная преграда) – мышечная перегородка между грудной и брюшной полостью, которая вместе с межрёберными мышцами задействована в дыхательных движениях грудной клетки.

Возможны и другие правильные элементы ответа.

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



1. Перед вами гравюра, выполненная художником эпохи Возрождения Альбрехтом Дюрером, на которой представлено современное животное. Опишите систематическое положение этого организма по следующему плану:

Тип: Хордовые

Подтип: Позвоночные

Класс: Млекопитающие

Отряд: Непарнокопытные

2. Альбрехт Дюрер никогда не видел это животное вживую и при написании картины руководствовался рисунками и описаниями очевидцев. Охарактеризуйте основные биологические ошибки, которые допустил художник.

Ответ:

1) У носорога, который представлен на гравюре, тело заковано в пластины, напоминающие листы брони (доспехи), соединённые заклёпками. В реальности тело носорога покрыто грубой кожей, которая в некоторых местах образует складки.

2) На спине имеется рог, который у реального носорога отсутствует.

3) Ноги животного покрыты чешуёй, хотя на самом деле они также покрыты грубой, почти безволосой кожей.

3. Чем образован орган, обозначенный на рисунке цифрой 1? Каковы его функции?

Ответ:

Рог носорога состоит не из костной ткани, а из плотно упакованных волокон белка кератина и по структуре напоминает пучок склеенных волос. Тем не менее, он является очень твёрдым и служит грозным оружием для защиты потомства или территории или в битве за самку в ходе брачных игр.

Помимо изображённого на гравюре животного, подобные органы имеются и у других современных представителей данного класса. Приведите названия семейств, к которым относятся эти животные (не менее двух примеров).

Возможные правильные элементы ответа:

Полорогие, Олени, Жирафовые, Вилороговые.