



ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ
САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА



Общеобразовательный предмет: **биология**

10 – 11 класс
Демонстрационная версия
2023-2024 уч. г.

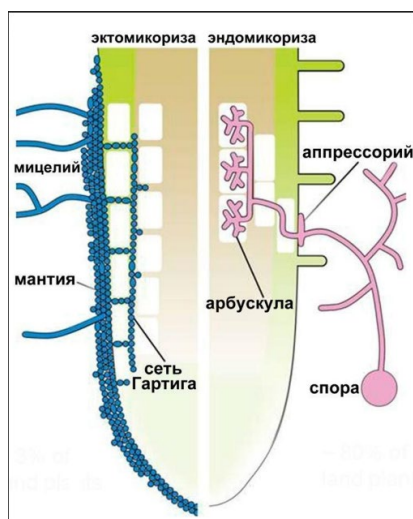
Раздел I. Биология растений, водорослей, грибов

Задания 1-2. Множественный выбор. **Максимальная оценка – 2 балла за одно задание.**

Внимательно прочитайте предложенный текст и рассмотрите рисунок, затем переходите к выполнению заданий.

Согласно современным представлениям, выделяют три основных типа микоризы: эктотрофная (эктомикориза), эндотрофная (эндомикориза) и эктоэндотрофная, сочетающая в себе черты двух первых типов. Эктотрофная микориза возникает, когда гифы гриба оплетают корень плотной сетью, образуя чехол, или мантию (см. рисунок 1, слева). При этом гифы гриба проникают сквозь ризодерму и, распространяясь по межклетникам, не проникают в клетки. Обычно корни, образующие такую микоризу, лишены корневых волосков и нормального корневого чехлика, толщина которого уменьшается вплоть до одного-двух слоёв клеток.

Эктотрофную микоризу чаще образуют древесные растения. Грибы-эктотрофы обычно относятся к базидиальным и сумчатым грибам или мукоромицетам. Некоторые из этих грибов, такие как подосиновик или маслёнок,



формируют симбиоз только с одним родом деревьев. Другие, как, например, мухомор, микоризуют большое число родов хозяев. Со стороны растений одно дерево может иметь до пятнадцати и более грибных партнёров. Эктотрофная микориза выгодна всем партнёрам: микобионты получают от растения органические соединения, а грибы снабжают фитобионта преимущественно фосфором, калием, кальцием и микроэлементами, а также соединениями азота, в том числе мочевиной – своим главным продуктом обмена. Кроме того, разветвлённый мицелий гриба поставляет растению воду, функционально заменяя корневые волоски.

Рисунок 1. Схематическое изображение корня и виды микоризы.

При формировании эндомикоризы (рисунок 1, справа) гифы микобионта проникают в клетки коры корня, при этом основная часть мицелия гриба находится внутри корня, на поверхности она выражена слабо. В клетках корня скопления гиф могут образовывать клубочки (везикулы) и разветвления гиф – арбускулы. Выделяют арбускулярный (везикулярно-арбускулярный), эрикоидный и орхидный типы эндомикоризы. Два последних характерны только для некоторых представителей семейств Вересковые и Орхидные соответственно. Арбускулярная микориза является наиболее распространенной разновидностью эндомикоризы. Она формируется большинством высших растений. Как и в случае с эктомикоризой, микоризованное растение снабжает гриб органикой, а эндомикоризные грибы обеспечивают своего хозяина в первую очередь фосфором, а также калием, медью и кальцием.

1. Выберите все правильные ответы, опираясь на информацию из текста и рисунка.

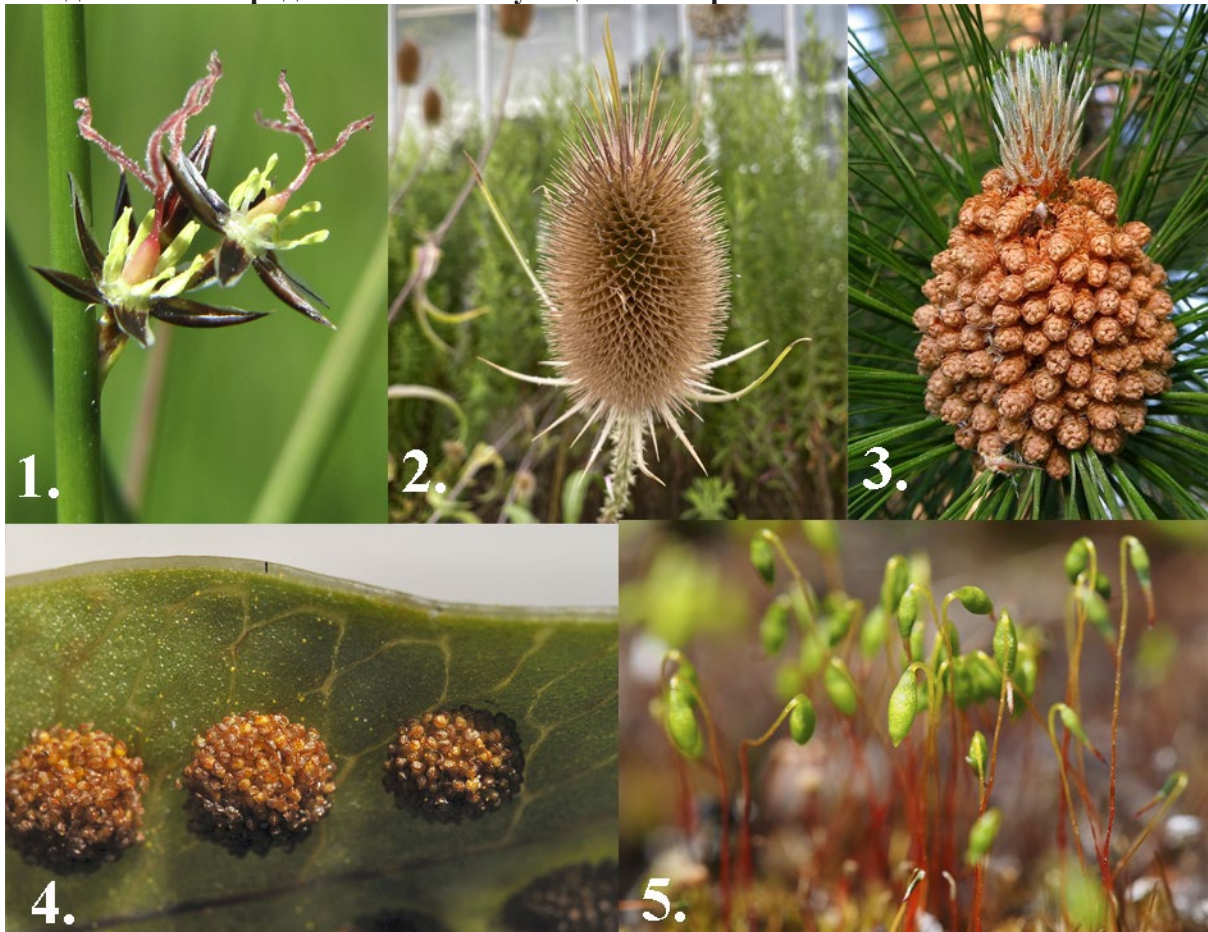
- a. Эрикоидная микориза характерна для всех растений семейства Вересковые
- b. Эктомикориза обеспечивает растение мочевиной
- c. При прорастании внутрь корня, гифа эндомикоризного гриба образует аппрессорий
- d. Эктомикориза характерна для всех растений
- e. Для всех эктомикоризных грибов характерен широкий спектр растений-хозяев

2. На основе информации, приведённой в тексте и на рисунке, а также ваших знаний, выберите верные утверждения.

- a. Арбускулярная микориза обеспечивает транспорт минеральных веществ от микосимбионта в растение
- b. Растения семейства Бобовые образуют симбиотические ассоциации с азотфиксирующими бактериями
- c. Все растения, потерявшие способность к фотосинтезу, являются облигатными микоризообразователями
- d. Некоторые высшие растения не имеют корней, но, тем не менее, вступают в симбиотические отношения с грибами
- e. Возникновение микоризы стало одной из важнейших предпосылок для освоения растениями наземной среды обитания

Задание 3. Подпишите рисунок. Максимальная оценка – 5 баллов.

На рисунке изображены структуры, участвующие в размножении представителей различных отделов высших растений. Внесите русские названия этих отделов в отведённые поля рядом с соответствующими номерами.



Ответ:

1. Цветковые (Покрытосеменные)
2. Цветковые (Покрытосеменные)
3. Голосеменные
4. Папоротникообразные (Папоротниковидные, Папоротники)
5. Мохообразные (Моховидные, Мхи)

Задание 4. Установите правильную последовательность объектов, явлений или стадий процесса. Максимальная оценка – 5 баллов.

Установите правильную последовательность жизненного цикла мха кукушкина льна, начиная с зиготы.

1. Распространение спор
2. Формирование архегониев и антеридиев
3. Формирование коробочки
4. Мейоз
5. Формирование протонемы (предростка)

Ответ: 34152

Задание 5. Установите соответствие. Максимальная оценка – 5 баллов.

Представленные фотографии иллюстрируют использование различных технологий и методик при изучении растений. Выполните задания, записав ответы в специально отведённое поле.



А.



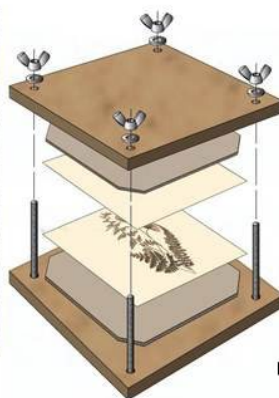
Б.



В.



Г.



Д.

Установите соответствие между изображениями и возможным применением изображённых приборов. Запишите в свободные ячейки таблицы соответствующие цифры. В каждую ячейку следует записать только одну цифру. **ВНИМАНИЕ! В списке один из вариантов применения – лишний!**

Возможное применение:

- I. Получение гистологических срезов толщиной 100-300 мкм
- II. Наблюдение за изменением формы клетки у эвглены в ходе её метаболизма
- III. Расправление и сушка образцов растений при описании флоры региона
- IV. Изготовление срезов объектов, заключённых в специальную среду
- V. Разделение смеси частиц при помощи центробежной силы
- VI. Оценка проективного покрытия растений одного вида при описании растительного сообщества

Ответ:

Буквенное обозначение изображения	А	Б	В	Г	Д
Возможное применение	IV	I	II	VI	III

Раздел II. Биология животных

Задания 1-2. Множественный выбор. **Максимальная оценка – 2 балла за одно задание.**

Внимательно прочитайте предложенный текст и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

Скребни (Acanthocephala) – тип многоклеточных животных, ведущих паразитический образ жизни. Взрослые черви (рис. А) раздельнополы, имеют тело длиной от 1 мм до 70 см и обитают в кишечнике окончательного хозяина – рыбы, птицы, млекопитающего. Как и у некоторых других кишечных паразитов, у них есть орган прикрепления – хобот, вооружённый крючьями, а покровы представлены синцитиальным эпителием, который обеспечивает поглощение пищи. Рта и функционирующей пищеварительной системы нет, однако внутри туловища проходит тонкий клеточный тяж – лигамент, представляющий собой рудимент кишечника. Между стенкой тела и внутренними органами находится обширная первичная полость тела. Кровеносной и дыхательной системы у них нет.

Яйца выводятся с фекалиями окончательного хозяина и попадают в воду, где их съедает промежуточный хозяин – ракообразное или насекомое. В его кишечнике из яйца выходит очень просто устроенная личинка акантор, которая внедряется в стенку кишечника, а затем проникает в полость тела. Там она превращается в следующую стадию – акантеллу, несущую хобот и уже имеющую многие органы взрослого червя (рис. Б). Затем акантелла покрывается оболочкой и становится цистакантом. Заражение окончательного хозяина происходит при поедании им членистоногого, заражённого цистакантами.

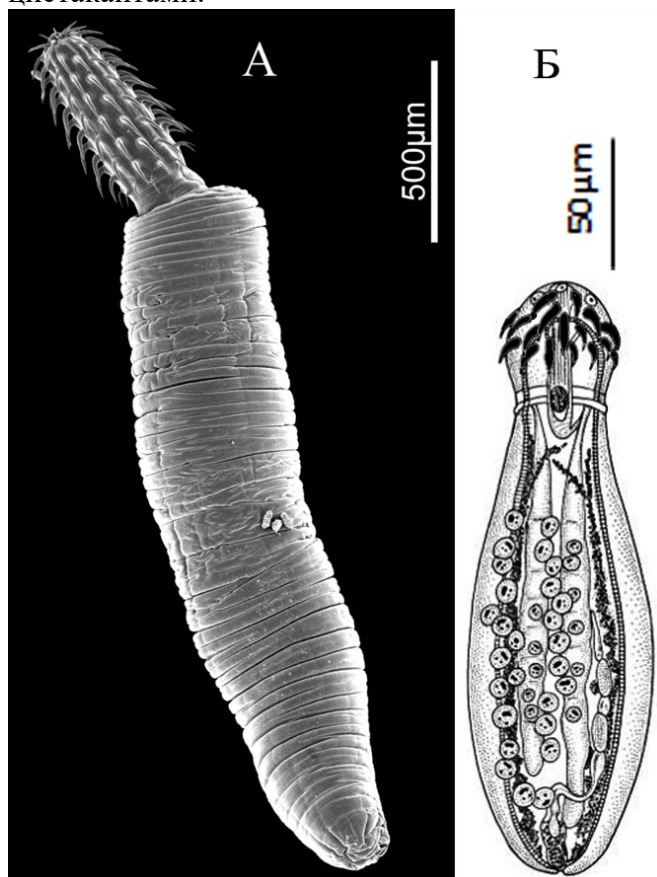


Рисунок. Взрослая стадия (А) и сформированная акантелла (Б) скребней.

1. Используя информацию, представленную в тексте и на рисунках, выберите все правильные утверждения.

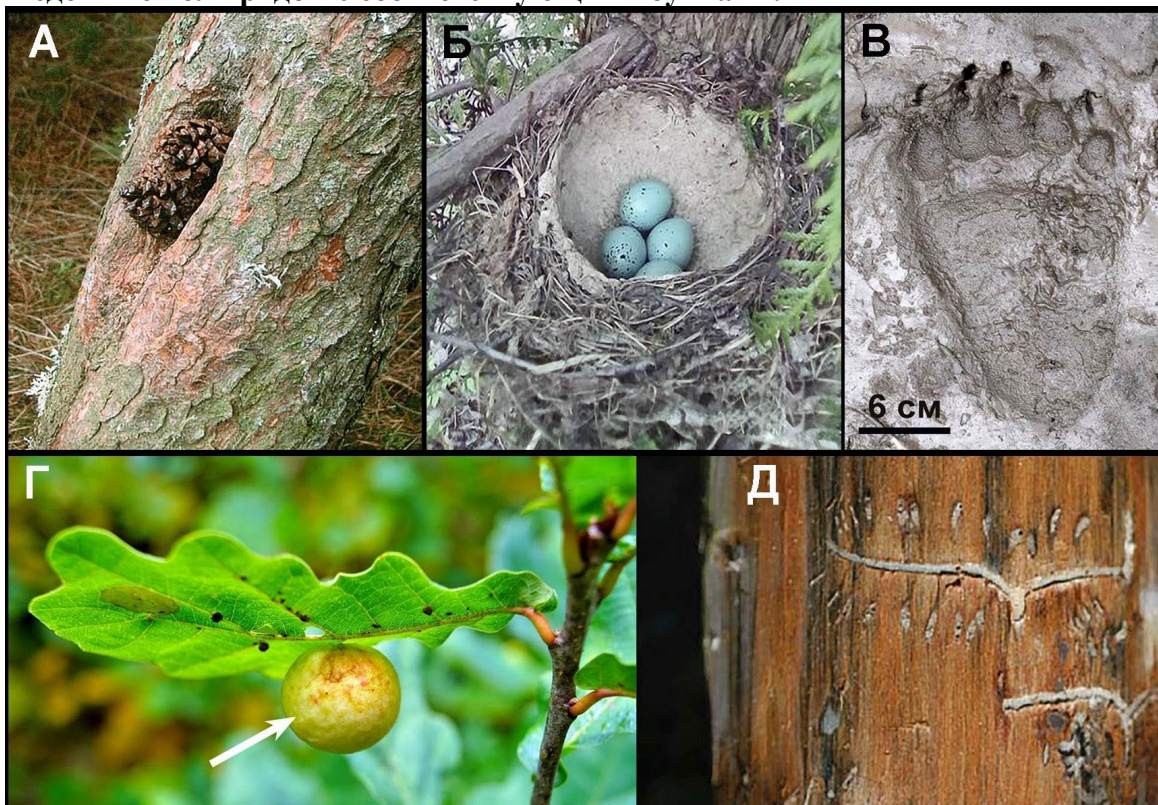
- a. В процессе эволюции скребни полностью утратили пищеварительную систему
- b. Половозрелых самцов и самок скребней можно обнаружить, вскрывая кишечник различных позвоночных животных
- c. Размер акантеллы (рис. Б) составляет более половины размера тела взрослой особи (рис. А)
- d. В жизненном цикле скребней есть стадия свободноживущей ресничной личинки
- e. Газообмен у скребней осуществляется через покровы тела

2. На основе информации, приведённой в тексте и на рисунках, а также ваших знаний, выберите верные утверждения.

- a. Цистаканты могут покинуть организм хозяина и какое-то время находиться во внешней среде
- b. Покровные ткани паразитических животных часто имеют синцитиальное строение
- c. Паразит может модифицировать поведение хозяина только в случае его локализации внутри мозга
- d. Наличие у скребней хобота с крючьями свидетельствует об их близком родстве с ленточными червями
- e. Первичная полость тела может выполнять опорную и распределительную функции

Задание 3. Подпишите рисунок. Максимальная оценка – 5 баллов.

Перед вами – следы и результаты жизнедеятельности различных животных (но не человека), которые можно встретить на Северо-Западе России. Определите отряды, к которым относят этих животных, и запишите их русские названия в отведенные поля рядом с соответствующими буквами.



Ответ:

А – Дятлообразные

Б – Воробьинообразные

В – Хищные

Г – Перепончатокрылые

Д – Жесткокрылые (жуки)

Задание 4. Установите правильную последовательность объектов, явлений или стадий процесса. Максимальная оценка – 5 баллов.

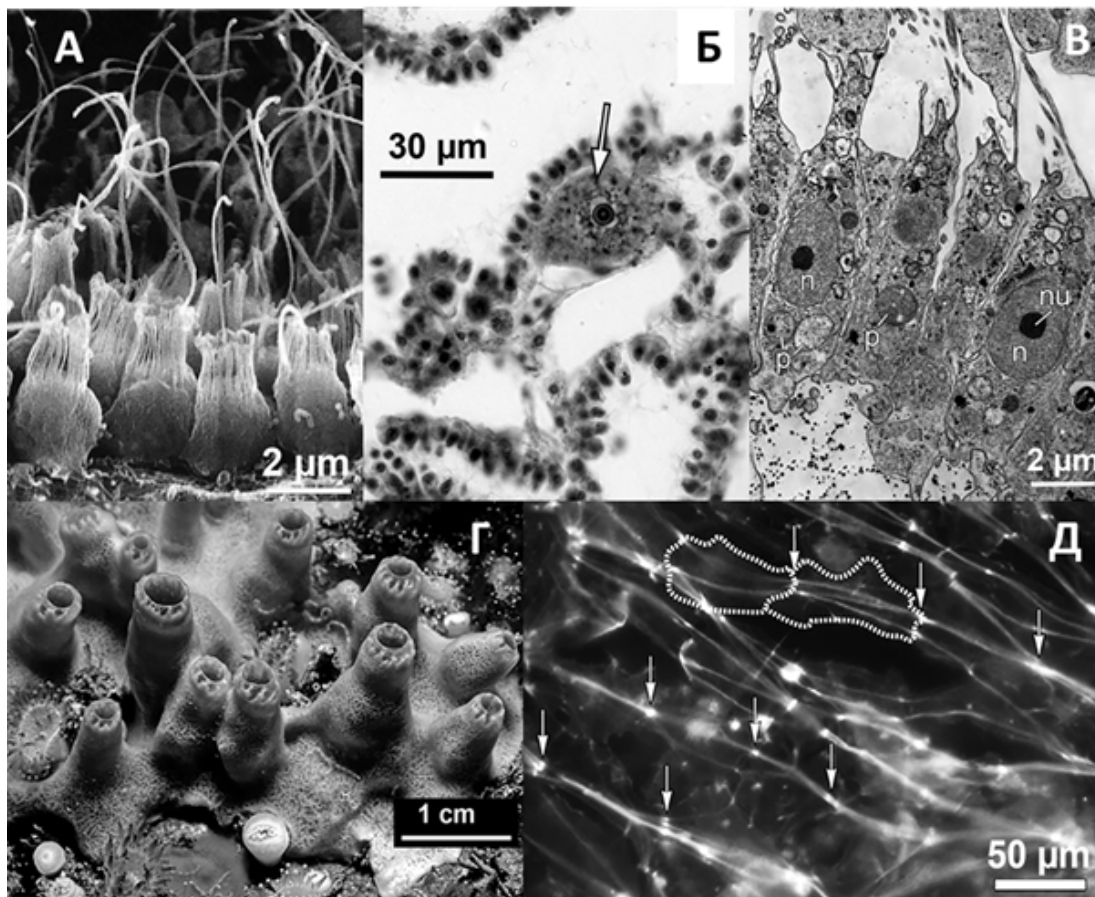
Установите правильную последовательность стадий жизненного цикла печёночного сосальщика начиная с образования зиготы:

1. Проникновение мирацидия в улитку
2. Выход ресничной личинки из яйца
3. Инцистирование личинки во внешней среде
4. Выход хвостатых личинок через родильную пору редии
5. Партеногенетическое размножение спороцисты

Ответ: 21543

Задание 5. Установите соответствие. Максимальная оценка – 5 баллов.

Представленные изображения иллюстрируют использование различных методов и технологий при исследовании губок – низших многоклеточных животных. Выполните задания, записав ответы в специально отведённое поле.



Установите соответствие между изображениями и элементами методик, которые использовались при получении данного изображения. **ВНИМАНИЕ!** Одна из методик – лишняя!

Элементы методик:

- I. Заключение объекта в парафин для получения среза
- II. Разделение смеси молекул
- III. Напыление на поверхность объекта тонкого покрытия из углерода или золота
- IV. Обработка объекта флуоресцентным красителем
- V. Использование фотокамеры с макрообъективом
- VI. Изготовление среза толщиной около 0,05 мкм

Ответ:

Буквенное обозначение изображения	А	Б	В	Г	Д
Методика	III	I	VI	V	IV

Раздел III. Биология клетки

Задания 1-2. Множественный выбор. Максимальная оценка – 2 балла за одно задание.

Внимательно прочитайте предложенный текст и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

Все живые организмы от бактерий до растений и животных выработали множество механизмов для внутри- и межклеточных коммуникаций. Между клетками растений, как и клетками животных, существуют межклеточные контакты, которые обеспечивают взаимодействие клеток друг с другом. У животных известно несколько типов таких контактов: плотные, щелевые и десмосомы. У растений взаимодействие между клетками может осуществляться при помощи апопласта и симпласта. Апопласт – система клеточных стенок и межклеточных пространств, обеспечивающая транспорт воды и растворенных в ней веществ. Симпластный транспорт обеспечивается специализированными структурами – плазмодесмами (ПД). По симпласту осуществляется транспорт низкомолекулярных веществ, таких как вода и ионы, а также некоторых белков и нуклеиновых кислот, в частности, РНК в комплексе с белками. Не все клетки в составе растения соединены ПД: между некоторыми клетками они отсутствуют. Таким образом, тело растения разделено на симпластные домены, каждый из которых представляет собой систему протопластов клеток, объединенных посредством ПД.

ПД – это цитоплазматические мостики, пронизывающие клеточную стенку и соединяющие соседние растительные клетки (рис. А, Б). При делении растительной клетки каналы эндоплазматической сети не прерываются, их окружает клеточная стенка (КС) и плазмалемма (ПМ). Так формируется первичная ПД. Проходящий внутри ПД участок эндоплазматического ретикулаума (ЭР) получил название десмотрубочка (Д). По десмотрубочке может происходить транспорт некоторых молекул. В отличие от первичных, вторичные ПД образуются вне клеточного деления. Они часто возникают в результате истончения клеточной стенки между соседними клетками. Вторичные ПД, как правило, устроены сложнее и разнообразнее, например, могут быть раздвоенными или разветвленными: Y-, H- и X-образной формы (Рис. Б).

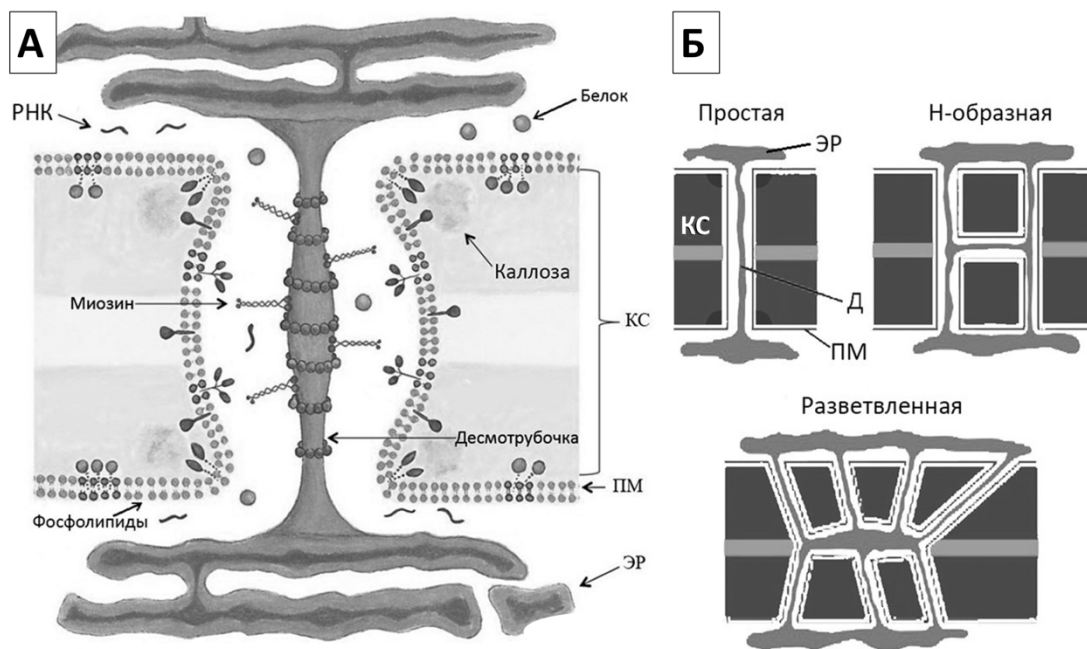


Рисунок. Строение плазмодесм. А – схема строения плазмодесмы. Б – форма вторичных плазмодесм.

1. Используя информацию, представленную в тексте и на рисунках, выберите все правильные утверждения.

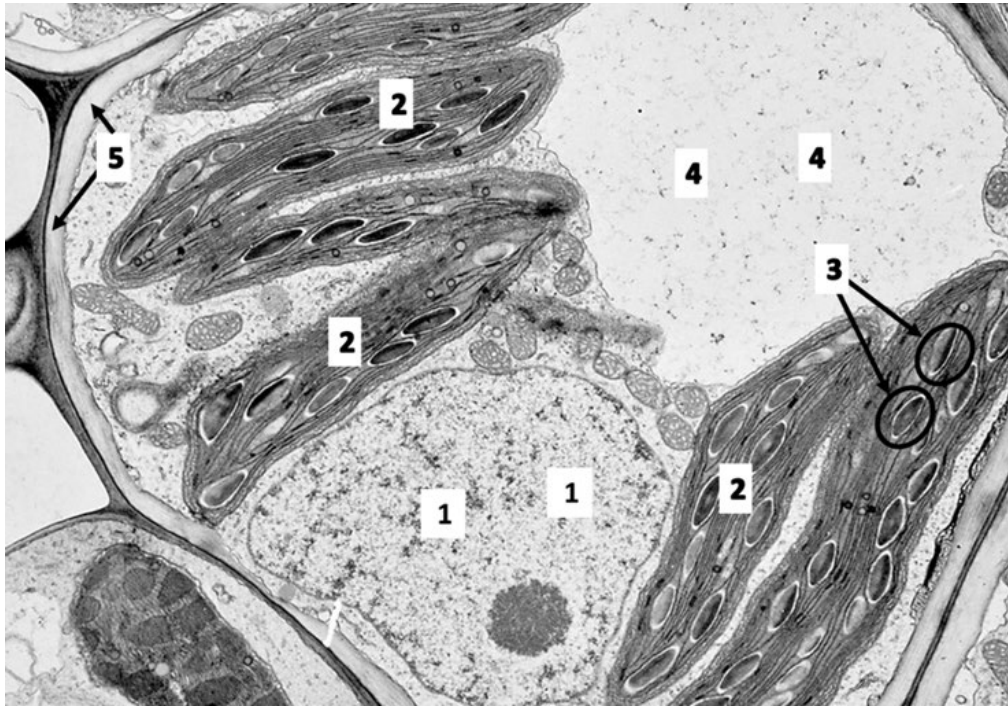
- a. Первичные ПД являются результатом клеточного деления
- b. Первичные ПД, в отличие от вторичных ПД, выстланы изнутри плазмалеммой
- c. Различную форму и, в некоторых случаях, разветвлённое строение обычно имеют вторичные плазмодесмы
- d. Белки растений транспортируются преимущественно по апопласту
- e. ПД осуществляют симпластный транспорт нуклеиновых кислот и белков

2. На основе информации, приведённой в тексте и на рисунках, а также ваших знаний, выберите верные утверждения.

- a. В состав десмотрубочки не входят фосфолипиды
- b. ПД – поры в клеточной стенке, по которым происходит нерегулируемый транспорт веществ
- c. Все клетки растений соединены между собой ПД
- d. ПД объединяют протопласты клеток, что позволяет называть высшие растения «надклеточными» организмами
- e. Появление межклеточных контактов было необходимым условием эволюционного возникновения настоящих многоклеточных животных и высших растений

Задание 3. Подпишите рисунок. Максимальная оценка – 5 баллов.

Перед вами электронограмма с изображением клетки и её элементов. Запишите названия элементов, обозначенных буквами, в отведённые поля.



Ответ:

1 – Ядро (кариоплазма)

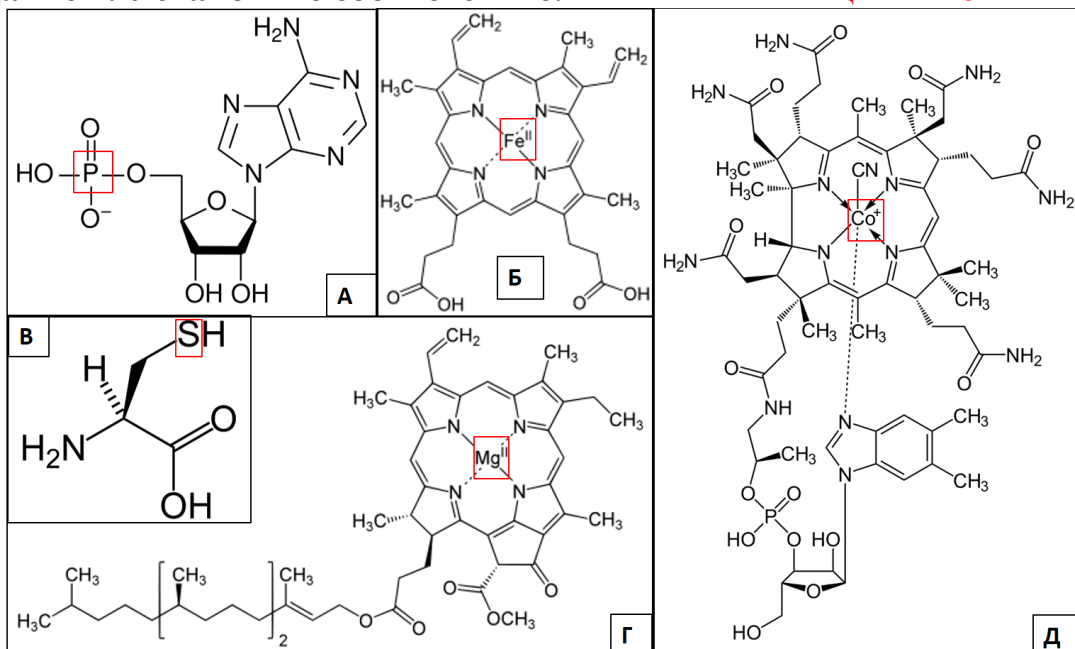
2 – Хлоропласты

3 – Гранулы крахмала

4 – Вакуоль (клеточный сок)

5 – Клеточная стенка

Задание 4. Установите соответствие. Максимальная оценка – 5 баллов.



Установите соответствие между изображениями структурных формул молекул и характеристиками этих молекул. ВНИМАНИЕ! Одна из характеристик – лишняя!

Характеристики:

- I. Не может синтезироваться клетками растений и животных
- II. Переносится при помощи тРНК
- III. Образуется в результате гидролиза АДФ
- IV. Обеспечивает поглощение света в ходе фотосинтеза
- V. Выступает в роли простетической группы в молекуле гемоглобина
- VI. Является продуктом фотолиза воды

Ответ:

Буквенное обозначение изображения	А	Б	В	Г	Д
Характеристика	III	V	II	IV	I

Здание 5. Дайте развернутый ответ. Максимальная оценка – 6 баллов.

У различных организмов можно встретить клетки, содержащие не одно, а два или даже много ядер. Какое значение имеет многоядерность для функционирования клетки? Укажите другие способы, при помощи которых клетка может достичь сходных результатов.

Ответ:

Многоядерная клетка содержит не один-два (т.е. $n-2n$), а несколько наборов наследственной информации. Соответственно, такие клетки имеют не по 1-2 копии каждого гена, а больше. Это значит, что в какой-то момент времени могут работать (экспрессироваться) не 1-2, а несколько наборов гомологичных генов, на которых идёт процесс транскрипции. Синтезированные и созревшие молекулы иРНК поступают в цитоплазму, где идёт трансляция. Таким образом, в многоядерных клетках интенсифицируется синтез белков (а также рРНК, тРНК), что создаёт предпосылки для интенсификации обменных процессов в целом. Именно поэтому многоядерность характерна для клеток, имеющих большие размеры, сложную структуру (дифференцированную цитоплазму, разнообразные органоиды) и нуждающихся в интенсивном синтезе белков и метаболизме.

Другое значение дву- или многоядерности состоит в обеспечении большей устойчивости работы белок-синтезирующего аппарата клетки.

Иные способы достичь сходного результата – полиплоидия, появление политенных хромосом, избирательное тиражирование участков генома.

Часто дву- или многоядерность оказывается кратковременным состоянием, необходимым этапом некоторого процесса, например деления клетки.

Возможны и другие правильные элементы ответа.

Раздел IV. Генетика и селекция

Задания 1-2. Множественный выбор. Максимальная оценка – 2 балла за одно задание.

Внимательно прочитайте предложенный текст и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

У млекопитающих обычно наблюдается хромосомная детерминация пола. Пол определяется X и Y хромосомами: XX – женский пол, а XY – мужской. У птиц пол определяют Z и W хромосомы: ZZ – мужской пол, а ZW – женский. Изначальное

предположение о том, что в эволюции оба типа хромосом развивались из одной пары аутосом, было опровергнуто, когда показали гомологию между куриной Z хромосомой и хромосомой 9 человека.

Молекулярный механизм первичного определения пола хорошо изучен на примере мышей. Развитие женских гонад у них происходит благодаря экспрессии генов *WNT4* и *RSPO1*, расположенных в X хромосоме. Продукты экспрессии этих генов – белки Wnt4 и R-спондин 1 – стимулируют синтез β-катенина в зачатках гонад, который направляет их развитие по женскому типу. У самцов мышей ситуация отличается наличием гена *SRY* в Y хромосоме. Продукт этого гена (белок Sry) является транскрипционным фактором, который запускает экспрессию аутосомного гена *SOX9*, присутствующего у всех млекопитающих. Белок Sox9 блокирует синтез β-катенина и стимулирует выработку факторов формирования мужских гонад, в том числе Fgf9 и АМГ. Белок Sry действует кратковременно, но нужный уровень Sox9 поддерживается связыванием Fgf9 и самого Sox9 с промотором гена *SOX9*. Таким образом, в эмбриогенезе мышей пол по умолчанию – женский, и если не произойдет своевременного переключения на Sox9-путь через Sry, то неуклонно будет нарабатываться β-катенин, блокирующий синтез Sox9.

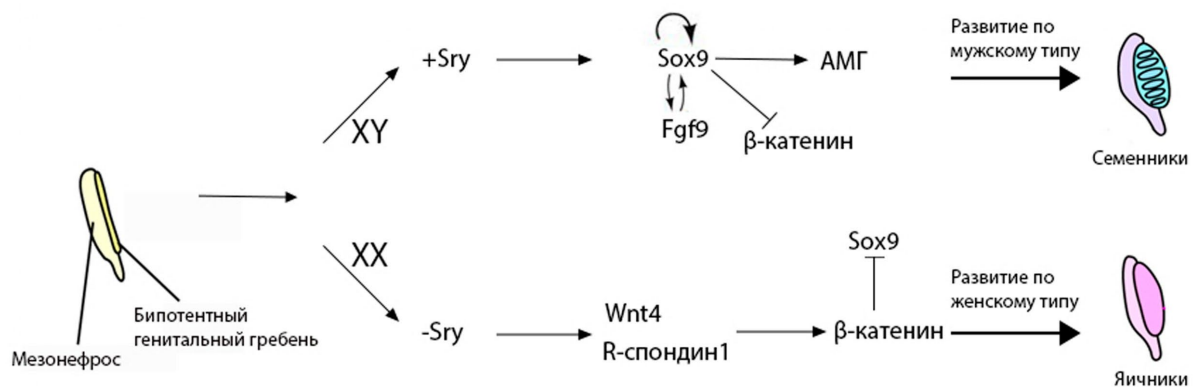


Рисунок. Регуляция формирования половой системы мыши. Пояснения в тексте. Условные обозначения: ↑ – активация элемента; «T» – ингибирование элемента.

1. Используя информацию, представленную в тексте и на рисунке, выберите все правильные утверждения.

- Белки Sox9 и β-катенин являются антагонистами при определении пола у мыши
- Гетерогаметный пол у животных может быть как мужским, так и женским
- Если ген *SRY* не будет экспрессироваться, то развитие пойдет по женскому типу
- Белок Sry действует кратковременно и нужен для своевременной активации гена *SOX9*
- X и Y, как и Z и W хромосомы, произошли от одной пары аутосом

2. На основе информации, приведённой в тексте и на рисунке, а также ваших знаний, выберите верные утверждения.

У домашней кошки ядро зиготы содержит 38 хромосом. Следовательно, у этого вида в норме:

- Сперматозоиды несут 18 аутосом и 1 X-хромосому
- Оогонии в интерфазе несут по 36 аутосом и 2 X-хромосомы
- Сперматиды содержат по 19 хромосом
- Ооциты 1-го порядка на стадии роста содержат по 19 хромосом
- Ооциты 2-го порядка содержат по 38 хромосом

Задание 3. Решите задачу. Максимальная оценка – 10 баллов.

Какое расщепление по фенотипу должно наблюдаться в анализирующем скрещивании дигетерозиготы,

$$\begin{array}{c} D \quad e \\ \hline d \quad E \end{array}$$

если рассматриваемые гены сцеплены, а частота кроссинговера между ними составляет 20%. Учтите, что эти два гена контролируют, соответственно, два последовательных этапа синтеза чёрного пигмента. И исходное, и промежуточное соединения бесцветны. Для решения задачи заполните свободные поля таблицы. Чёрные особи обозначьте буквой Ч, бесцветные (белые) – буквой Б. Генотипы гамет отделите друг от друга запятой и пробелом.

Элементы решения		Ответы
Фенотип дигетерозиготной родительской особи (буквенное обозначение):		Ч
Гаметы. Среди них:	генотипы нерекомбинантных гамет:	<i>De, dE</i>
	их суммарная доля (%):	80%
	генотипы рекомбинантных гамет:	<i>DE, de</i>
	их суммарная доля (%):	20%
	генотипы гамет, дающих начало чёрным потомкам:	<i>DE</i>
	их суммарная доля (%):	10%
	генотипы гамет, дающих начало белым потомкам:	<i>De, dE, de</i>
их суммарная доля (%):	90%	
Расщепление в потомстве по фенотипу (число с буквенным обозначением фенотипа : число с буквенным обозначением фенотипа):		1 Ч : 9 Б

Задание 4. Дайте развёрнутый ответ. Максимальная оценка – 6 баллов.

Люди издавна стремятся получать организмы с полезными для себя свойствами. Перечислите возможные методы получения таких организмов среди одноклеточных эукариотических организмов (например, пекарских дрожжей). Как человек может использовать полученные организмы?

Ответ:

1. Самым распространённым вариантом получения организмов с заданными свойствами является селекция. Для увеличения биологической вариабельности за счёт мутаций можно подвергнуть организм воздействию различных мутагенов (УФ-излучение, химические мутагены) и использовать далее методы селекции для отбора дрожжей с заданными свойствами. Можно производить направленные скрещивания различных дрожжевых штаммов (в том числе заимствованных из природы) для получения нужной комбинации признаков.

Полученные варианты обычно отбирают на селективных средах для закрепления признаков и получения чистых линий. Можно использовать серию сред с нехваткой

какого-либо вещества (аминокислоты, источники углерода и др.), чтобы отобрать организмы, способные самостоятельно их синтезировать.

2. Другой путь получения дрожжей с заданными свойствами – использование генной инженерии и биотехнологий. Клетки дрожжей способны к поглощению плазмидной ДНК из окружающей среды в ходе реакции трансформации. При помощи плазмид можно ввести в геном дрожжей, например, гены для продукции человеческих белков.

Для дрожжей можно использовать методики рекомбинации (CRISPR/CAS9 или CreLox), которые позволяют внедрить необходимую последовательность непосредственно в дрожжевую хромосому в заданный сайт с высокой специфичностью.

3. Применять полученные организмы можно в различных областях. Можно использовать модифицированные дрожжевые клетки для продукции различных белков или других веществ, необходимых человеку. Можно повысить устойчивость дрожжей к неблагоприятным воздействиям, например этиловому спирту, что позволит получать его в более высоких концентрациях. Модифицированные дрожжи активно используются в пищевой промышленности.

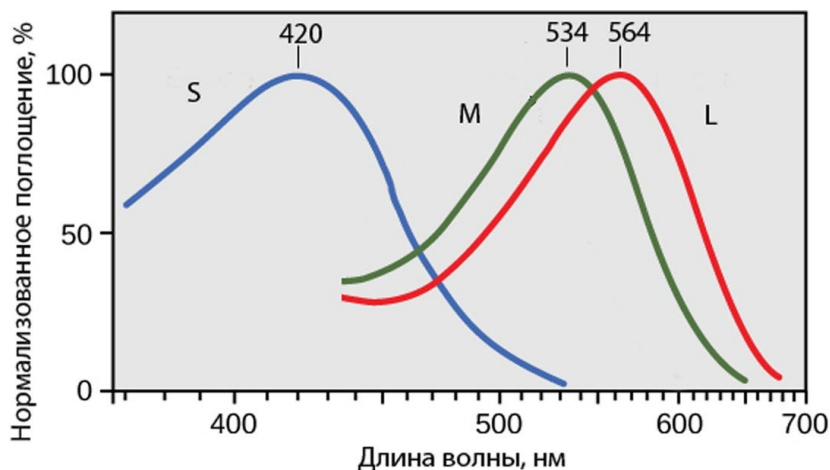
Раздел V. Биология человека

Задания 1-2. Множественный выбор. Максимальная оценка – 2 балла за одно задание.

Внимательно прочитайте предложенный текст и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

Цветное зрение у позвоночных, в том числе и у человека, требует наличия специализированных чувствительных клеток, колбочек, несущих фоторецепторные белки. Эти клетки содержат апофоторецепторы – опсины – трансмембранные белки, различные по чувствительности к волнам разной длины. Вместе со светособирающей протетической группой – ретиналем – они и образуют фоторецептор. При поглощении света молекула ретиналя изменяет свою пространственную структуру. Это приводит к изменению конформации опсина, который передаёт сигнал внутрь клетки. В зависимости от длины волны поглощаемого света опсины делят на три группы (рисунок): S-опсины (максимум чувствительности приходится на синий свет), M-опсины (жёлто-зелёный свет) и L-опсины (красный свет).

Известно, что цветное зрение присуще всем приматам, но оно по-разному реализуется у разных групп обезьян. Для всех узконосых обезьян, к которым относятся



макаки, гиббоны, гориллы, шимпанзе, а также человек, характерна трихроматия, связанная с наличием гена S-опсина в 7-ой хромосоме и генов M и L-опсина в X-хромосоме. Широконосые обезьяны (ревуны, капуцины, саковые) имеют такой же аутосомный ген S-опсина и единственный ген фоторецептора в X-хромосоме.

Рисунок. Поглощение света опсинами различных групп.

Внимательно прочитайте предложенный текст и рассмотрите рисунок, затем переходите к выполнению заданий. Выберите все правильные ответы.

1. Опираясь на информацию из текста и рисунка, выберите верные утверждения.

- a. S-опсины имеют наибольшую чувствительность при длине световой волны 420 нм
- b. Ретиналь при облучении светом меняет свою конформацию
- c. Именно ретиналь в фоторецепторе передаёт сигнал внутрь клетки
- d. У колбочек функционирующие молекулы опсина локализованы в цитоплазме
- e. Наследование способности приматов к цветному зрению сцеплено с полом

2. На основе информации, приведённой в тексте и на рисунке, а также ваших знаний, выберите верные утверждения.

- a. Человек принадлежит к широконосным обезьянам
- b. Самки широконосных обезьян с трёхцветным зрением получают преимущество и вытесняют остальные генотипы из популяции
- c. Ген S-опсина локализован в аутосоме
- d. У человека аккомодация осуществляется за счёт изменения кривизны хрусталика
- e. Некоторые членистоногие обладают цветным зрением

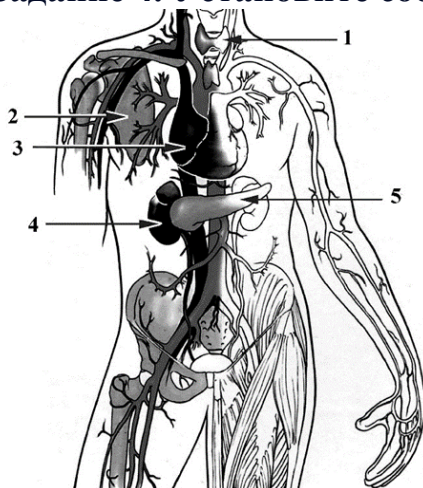
Задание 3. Установите правильную последовательность объектов, явлений или стадий процесса. Максимальная оценка – 5 баллов.

Установите правильную последовательность перемещения основного компонента клеточной стенки грибов по желудочно-кишечному тракту человека (после попадания в ротовую полость).

1. Тощая кишка
2. Двенадцатиперстная кишка
3. Пищевод
4. Желудок
5. Подвздошная кишка

Ответ: 34215

Задание 4. Установите соответствие. Максимальная оценка – 5 баллов.



Установите соответствие между характеристиками и органами человеческого организма, обозначенными на рисунке цифрами. **ВНИМАНИЕ!** Одна из характеристик – лишняя!

Характеристики:

- I. Вырабатывает пепсин
- II. Функциональная единица – нефрон
- III. Вырабатывает гормон глюкагон
- IV. Обладает способностью сокращаться под воздействием импульсов, возникающих в самом органе
- V. Является железой внутренней секреции
- VI. Относится к числу плоских костей

Ответ:

Цифровое обозначение структур	1	2	3	4	5
Характеристика	V	VI	IV	II	III

Задание 5. Решите задачу. Максимальная оценка – 8 баллов.

Концентрация ионов натрия в плазме крови человека составляет 140 ммоль/л. 90% ионов натрия отфильтровывается из плазмы крови в капсуле нефрона и оказывается в первичной моче. Из всего количества натрия, поступившего в нефрон в ходе ультрафильтрации, 24% реабсорбируется в петле Генле, 9% – в дистальном отделе канальца, а 7% ионов натрия уходит из организма в составе вторичной мочи. Рассчитайте количество ммоль натрия, которое всасывается в кровь за 5 минут: в 1) проксимальном канальце, 2) петле Генле, 3) дистальном канальце, если скорость клубочковой фильтрации равна 100 мл/мин. Напишите промежуточные результаты вычислений и ответ в отведённые поля.

Ответ:

1) Если скорость клубочковой фильтрации плазмы крови составляет 100 мл/мин, то за 5 мин в извитой каналец нефрона поступает:

$$100 \times 5 = 500 \text{ (мл)} = 0,5 \text{ (л)} - \text{ клубочкового фильтрата (первичной мочи)}$$

2) Определим концентрацию ионов натрия в первичной моче:

$$140 \times 90 / 100 = 126 \text{ (ммоль/л)}$$

2) Рассчитаем, какое количество натрия реабсорбируется в проксимальной части канальца. В процентах эта величина составит:

$$100\% - 24\% - 9\% - 7\% = 60\%$$

В единицах концентрации эта величина составит: $126 \times 60 / 100 = 75,6$ (ммоль/л).

3) Чтобы рассчитать число ммоль натрия, нужно концентрацию этих ионов умножить на объём первичной мочи:

$$75,6 \times 0,5 = 37,8 \text{ (ммоль)} - \text{натрия реабсорбируется в проксимальном извитом канальце.}$$

Аналогичным образом рассчитаем число ммоль ионов натрия, которое реабсорбируется в других отделах нефрона:

$$4) (126 \times 24 / 100) \times 0,5 = 15,12 \text{ (ммоль)} - \text{натрия реабсорбируется в петле Генле}$$

$$5) (126 \times 9 / 100) \times 0,5 = 5,67 \text{ (ммоль)} - \text{натрия реабсорбируется в дистальном извитом канальце}$$

Ответ: 1) 37,8 ммоль; 2) 15,12 ммоль; 3) 5,67 ммоль.