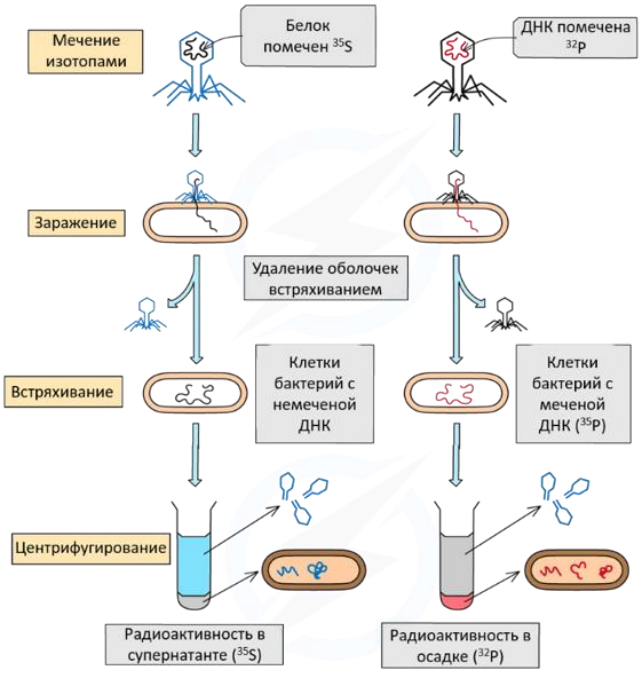
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. 2026–2027 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС
ЗАДАНИЯ

Часть 1

На каждый вопрос даны четыре варианта ответа. Выберите только один правильный. Максимальный балл за каждое задание – 5.

Задание 1.1

К 1950-м годам многие учёные ещё сомневались, что ДНК является носителем наследственности. Определяющая роль в этом вопросе принадлежит эксперименту Альфреда Херши и Марты Чейз. Они использовали бактериофаги (вирусы, заражающие бактерии), которые состоят только из ДНК и белковой оболочки. Учёные пометили эти компоненты разными радиоактивными изотопами: ДНК – радиоактивным фосфором (^{32}P), а белки – радиоактивной серой (^{35}S). После заражения бактерий мечеными фагами смесь встряхивали, чтобы отделить пустые фаговые оболочки от клеток, и центрифугировали. В результате радиоактивный фосфор (ДНК) обнаруживался внутри бактериальных клеток, а радиоактивная сера (белок) – снаружи. Схема[1] эксперимента приведена ниже. Какой вывод можно сделать из эксперимента?

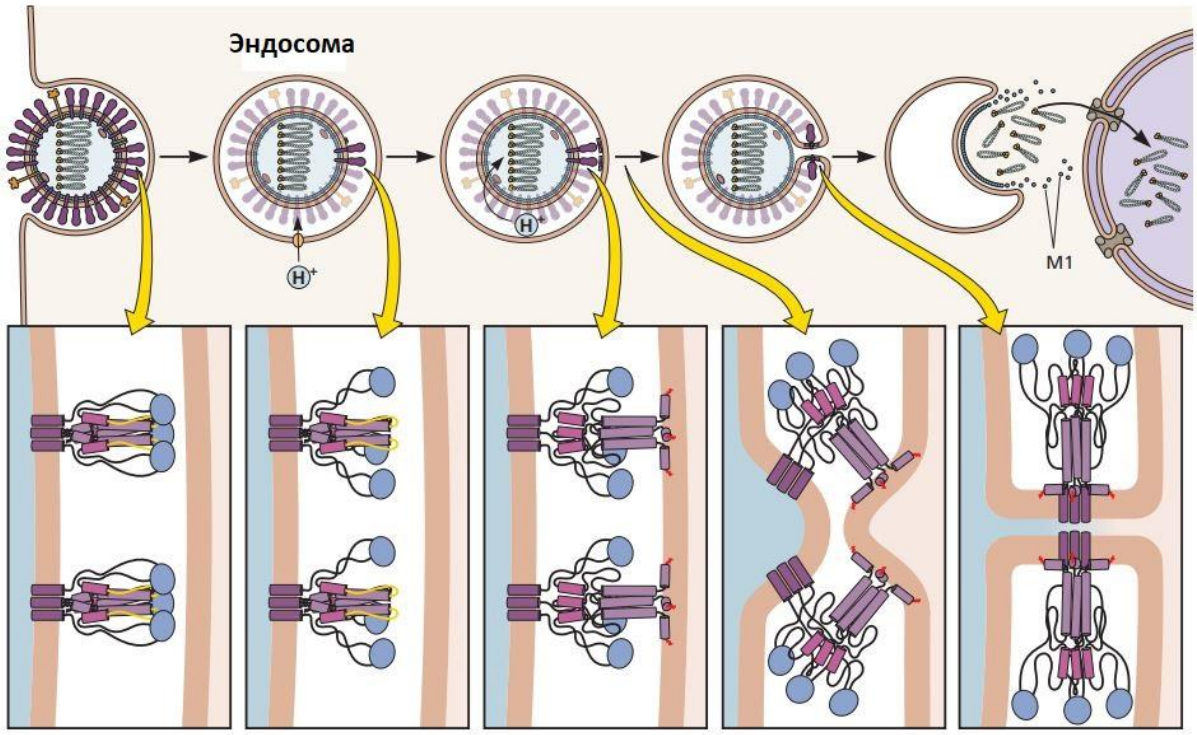


- ДНК, а не белок, проникает в клетку.
- В ДНК наследственную функцию несёт последовательность нуклеотидов.
- В ДНК есть фосфор, а в белках его нет, однако в белках, в отличие от ДНК, есть сера.
- Функция носителя наследственности у молекулы ДНК определяется её химической структурой, в которой обязательно есть фосфор и нет серы.

[1] https://drive.google.com/file/d/1Xhjue_87mmJAa04HyKZKvZYRBiarRx11/view?usp=sharing

Задание 1.2

Проникновение оболочечных вирусов в клетки может включать слияние вирусной оболочки с плазматической или внутриклеточной мембраной. У вируса гриппа слияние обычно происходит с мембраной эндосомы. Этой цели служит группа трансмембранных вирусных белков, называемых белками слияния. Наиболее широко изучены белки слияния класса I, одним из самых известных представителей которых является гемагглютинин вируса гриппа (схема[2] ниже иллюстрирует этапы проникновения вируса гриппа в клетку).

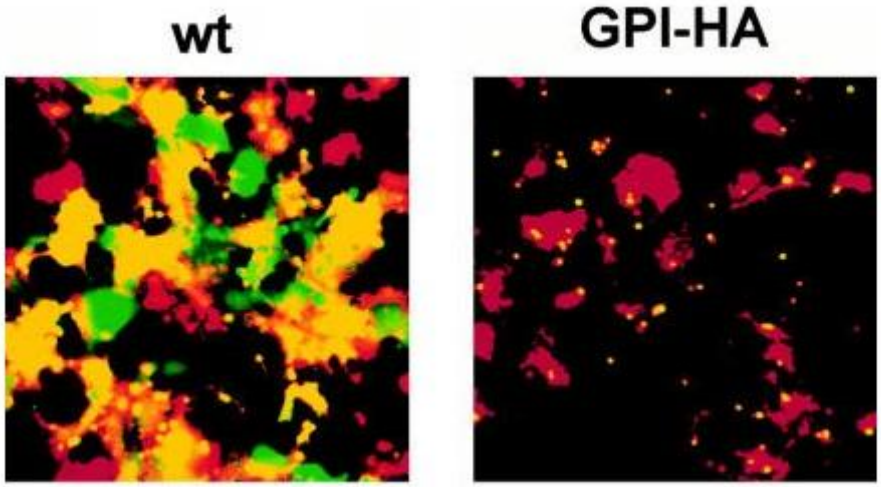


Для изучения процесса слияния мембран были созданы эритроциты, содержащие растворимый краситель карбоксифлуоресцеин (CF, зелёный) и липофильный краситель R18 (красный). Их подсаживали к клеткам CV-1, экспрессирующим нормальный гемагглютинин вируса гриппа (wt) или его модифицированный вариант (GPI-HA), где трансмембранный домен заменен гликозилфосфатидилинозитольным якорем (GPI-якорем, см. рисунок ниже).

[2] https://drive.google.com/file/d/1jQRBPUbiDr1g5I1YRsbj9ANdFsSYDzvs/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1mq9DmqmpkxXes-CPzN437VOaYMJrv9YZ/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/18AlR3rwR0wAKrT2nhmCmS2Qz5p5UHuKT/view?usp=drive_link



Далее изучалось взаимодействие этих эритроцитов с клетками линии CV-1. Фотографии клеток CV-1 (крупные, неправильной формы) и эритроцитов (небольшие, округлой формы) через 15–30 минут после начала эксперимента приведены ниже. Жёлтый цвет у клеток CV-1 дикого типа (wt) свидетельствует о слиянии мембран и переходе красного R18 и зелёного CF красителей в эти клетки. Обмен мембранным красителем без обмена растворимым CF будет свидетельствовать о полуслиянии.



Какой вывод можно сделать на основании полученного результата?

- Для корректного протекания процесса слияния мембран важна только внеклеточная часть гемагглютинина.
- Трансмембранный домен гемагглютинина необходим на всех этапах взаимодействия вируса и клетки.
- В процессе слияния мембран возможно промежуточное состояние полуслияния, при котором мембраны слились, но цитоплазматический канал не образован.
- Замена трансмембранного участка гемагглютинина на GPI-якорь повышает эффективность слияния мембран.

Задание 1.3

Какое вещество хемосинтетики не смогут использовать в качестве донора электронов?

- водород
- угарный газ
- нитрат
- сероводород

Задание 1.4

Aspergillus niger – плесневый гриб, который может создавать проблемы в быту, но одновременно является важным биотехнологическим объектом и продуцентом многих полезных для человека веществ. Какое из перечисленных веществ не является типичным продуктом промышленного культивирования *Aspergillus niger*?

- антибиотики
- ферменты
- лимонная кислота
- метан

Задание 1.5

На фото[3] плоды акебии (*Akebia*), плодоносящей лианы родом из Восточной Азии. Название происходит от японских слов akeru (開ける) – «открывать» и mi (実) – «плод»: при созревании плоды раскрываются. Рассмотрев плод, можно утверждать, что в цветке данного растения гинецей:



[3] https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https%3A%2F%2Fwanderlustnursery.com%2Fshop%2Fproducts%2Fp%2Fakebia-quinata%3Fsrsltid%3DAU7gw4WAuu6P-xH0TAfEpW85O2v_tALUjkmDxfXvbCYV9Y-So7dV3oTd&ved=0CBcQjRxqFwoTCIj_q6eHoJcDFQAAAAAdAAAAABBo&opi=89978449

- синкарпный
- паракарпный
- апокарпный
- лизикарпный

Задание 1.6

Нитчатая цианобактерия *Anabaena* растёт в среде без соединений азота. Через каждые 10–15 клеток в нити появляются более крупные клетки с толстой оболочкой – гетероцисты. В них нет фотосистемы II, поэтому они не выделяют кислород. Соседние клетки передают гетероцистам сахара, а гетероцисты отдают им аминокислоты. Почему отсутствие фотосистемы II в гетероцистах выгодно всей нити?[4]



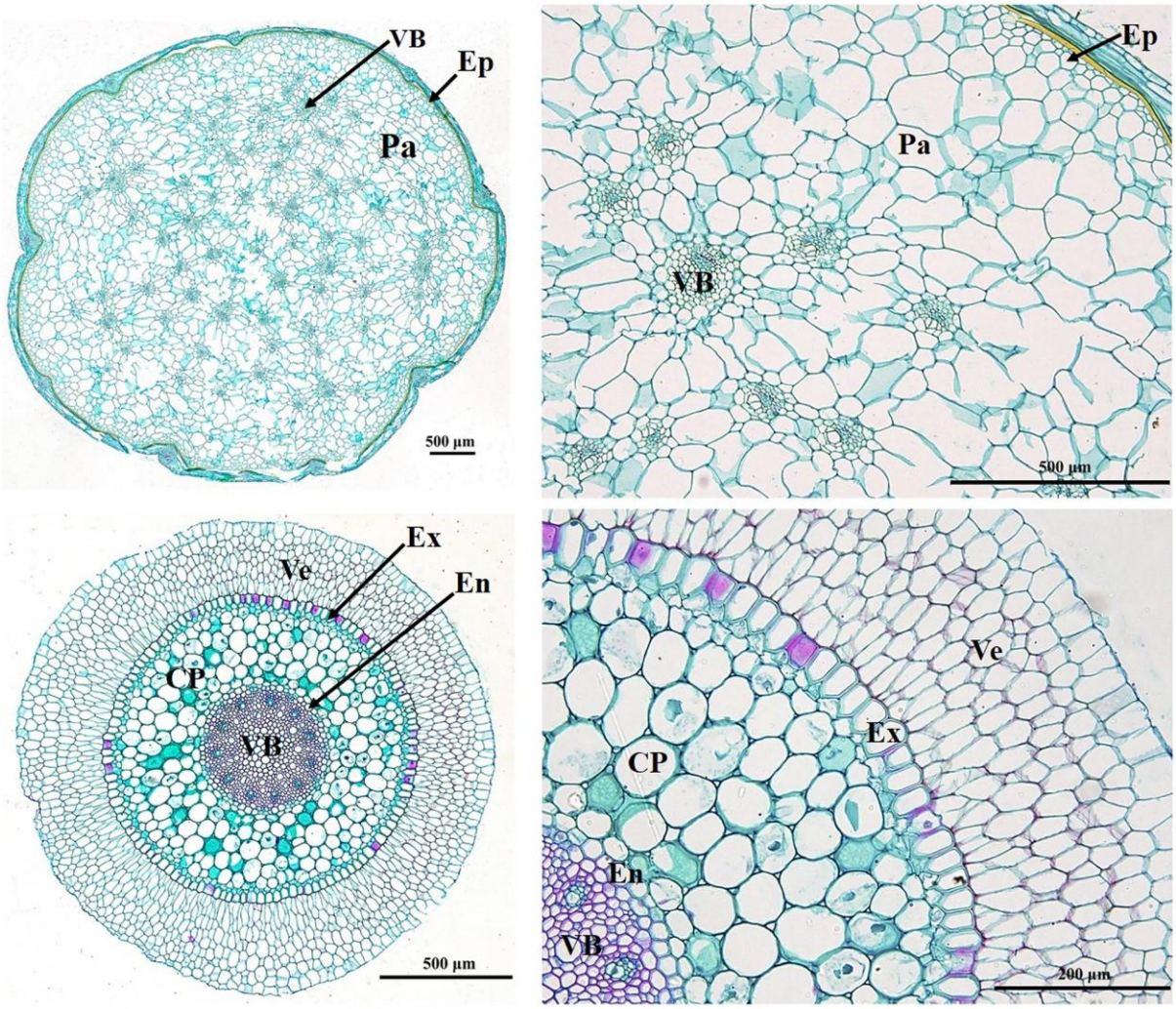
- Клетка не тратит энергию света на фотосинтез и потому быстрее делится, увеличивая число гетероцист.
- Фотосистема II выделяет углекислый газ, который подкисляет цитоплазму и останавливает дыхание клетки.
- Кислород, образующийся при работе фотосистемы II, блокирует фермент нитрогеназу, которая превращает азот воздуха в аммиак.
- Без фотосистемы II гетероциста не нуждается в свете и может находиться в глубине колонии, где азота больше.

[4] https://medbiol.ru/medbiol/microbiol/images/086.jpg картинка Б

Задание 1.7

Род орхидей *Dendrobium* включает в себя весьма разнообразные виды, приспособленные к обитанию в пологе леса. В процессе эволюции у этих растений сформировались два специализированных органа: разрастание стебля – псевдобульба (две верхние картинки) и видоизменённые корни (две нижние картинки) особого строения.

Подписи к картинкам[5]: Ep, эпидерма; Pa, паренхима; VB – проводящий пучок; Ve – веламен; Ex – экзодерма; CP – кортикальная паренхима; En – эндодерма.



Рассмотрите структуру этих органов и выберите верное утверждение.

- Срез корней дендробиума сделан в той части органа, которая не способна поглощать воду с минеральными веществами.
- Самые крупные клетки в ксилеме корня у дендробиума – членики сосудов вторичной ксилемы.
- У дендробиума закрытые коллатеральные проводящие пучки в стебле.
- Судя по признакам строения корня, дендробиум относится к экологической группе гигрофитов.

[5] https://drive.google.com/file/d/1ulNNrOeJ6zihY22Tj24bbvSygUC20164/view?usp=drive_link

Задание 1.8

Во время экспериментов над поведением пауков арахнологи закрыли паукам-крестовикам глаза специальными светонепроницаемыми масками, похожими на те, что люди надевают на ночь для лучшего сна. Однако после этого пауки продолжили поедать мух, которые попадали к ним в сети, так же успешно, как и до манипуляций с глазами. Почему так произошло?

- Пауки находят добычу с помощью эхолокации по ультразвуку, поэтому глаза им для этого не нужны.
- У пауков есть фасеточные глаза на брюшке. Они остались открытыми и с их помощью пауки и находили добычу.
- Пауки узнают о попавшей в сеть добыче по вибрации нитей, которую воспринимают с помощью механорецепторов на ногах.
- Паук чувствует добычу по запаху и зрение ему не нужно.

Задание 1.9

На изображении[6] показан *Stigmatogaster subterranea*, получивший своё видовое название за почвенный образ жизни. Какая из приведённых особенностей не имеет очевидного адаптивного значения для подземного образа жизни?

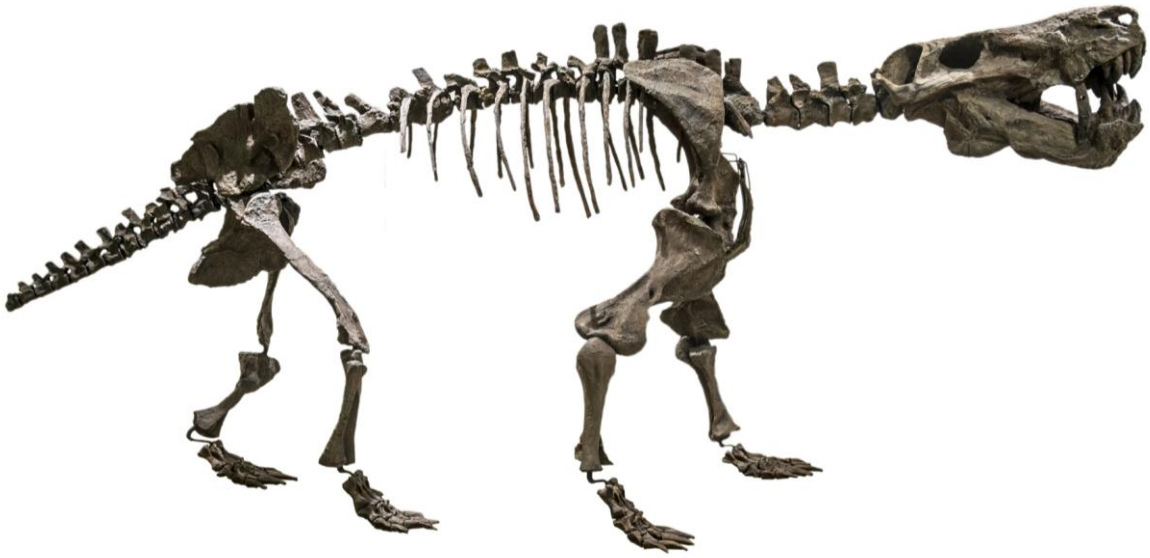


полное отсутствие глаз
подвижные усики с тактильной чувствительностью
движение за счёт цепляния ножек за стенку туннеля
вариабельное количество сегментов внутри вида

6 https://www.freenatureimages.eu/Animals/Chilopoda%2C%20Duizendpoten%2C%20Centipedes/Stigmatogaster%20subterranea/Stigmatogaster%20subterranea%201%2C%20Grote%20aardkruiper%2C%20Saxifraga-Tom%20Heijnen.JPG

Задание 1.10

Прогуливаясь по палеонтологическому музею, юный натуралист обнаружил в одной из витрин интересный экспонат – скелет иностранцевии. Из школьного курса биологии он знал, что иностранцевии были верховными хищниками, существовавшими вплоть до пермского вымирания. Однако он совершенно не мог вспомнить их систематическое положение. Рассмотрите фотографию[7] скелета иностранцевии и выберите верное утверждение.

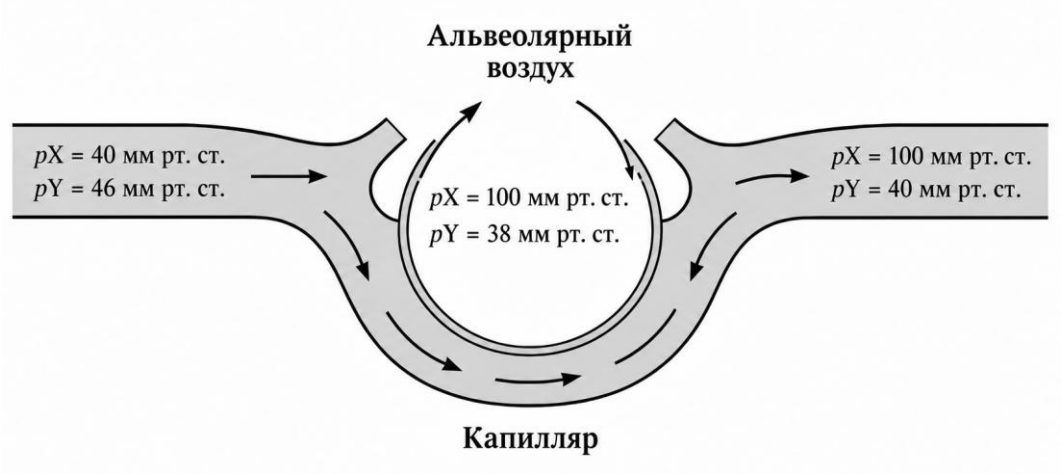


- Иностранцевии относятся к группе птицетазовых динозавров.
- Для иностранцевии был характерен полуводный образ жизни.
- В скелете отчётливо прослеживается уростиль, унаследованный от предков иностранцевий – бесхвостых амфибий.
- Череп иностранцевий относится к синапсидному типу, что сближает их с современными млекопитающими.

[7] https://ru.wikipedia.org/wiki/Иностранцевии#/media/Файл:Inostrancevia_alexandri_-_MUSE.jpg

Задание 1.11

На рисунке[8] показан газообмен между альвеолярным воздухом и кровью лёгочных капилляров. Для двух газов, обозначенных X и Y, приведены значения их парциального давления в венозной крови, альвеолярном воздухе и артериальной крови. Определите, какие вещества обозначены буквами X и Y.



- X – CO_2, Y – O_2
- X – O_2, Y – CO_2
- X – O_2, Y – N_2
- X – H_2, Y – CO_2

Задание 1.12

На рисунке[9] показано изменение взаимного положения элементов височно-нижнечелюстного сустава. Какое состояние наиболее вероятно изображено на картинке Б?

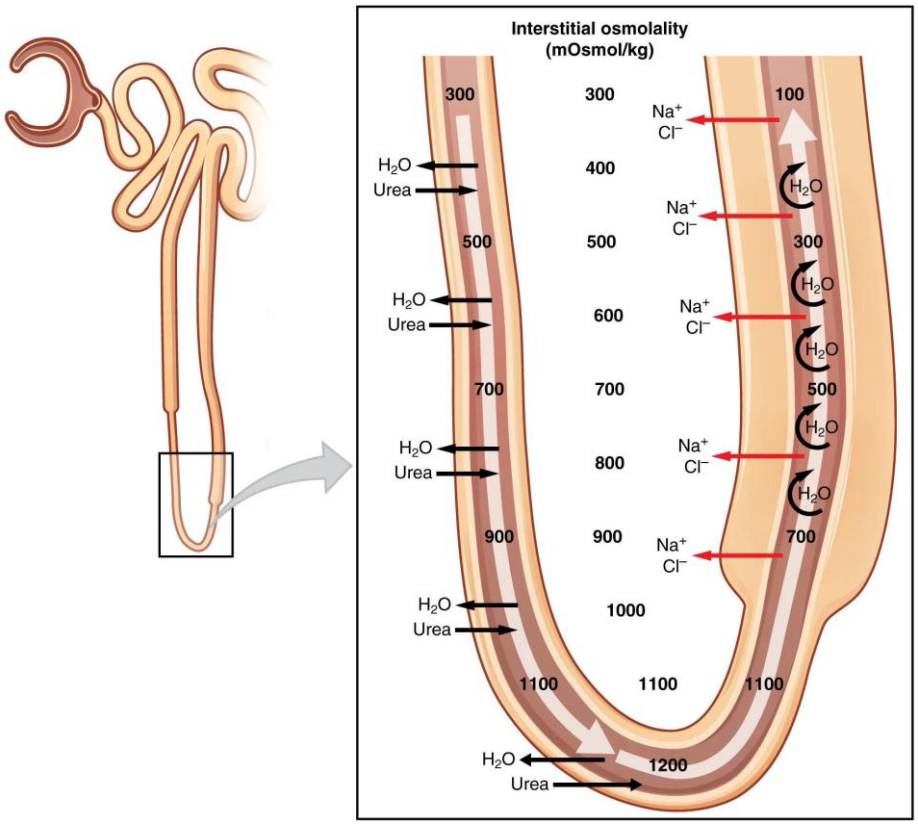


- перелом суставного отростка нижней челюсти
- передний вывих нижней челюсти
- растяжение связок сустава без смещения суставных поверхностей
- артроз сустава с сохранением нормального положения суставной головки

[8] https://drive.google.com/drive/folders/1ktfDA_vNvRLHxDu1SoI9wAoqFG7Pa-7Z?usp=sharing
[9] https://drive.google.com/drive/folders/1ktfDA_vNvRLHxDu1SoI9wAoqFG7Pa-7Z?usp=sharing

Задание 1.13

На рисунке[10] показана петля Генле нефрона. Нисходящая часть петли хорошо проницаема для воды, тогда как толстая восходящая часть практически непроницаема для неё.



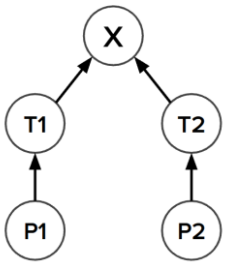
Какое утверждение наиболее точно объясняет это различие?

- Вода легче проходит через нисходящую часть, потому что образующие её клетки имеют меньшую толщину.
- Проницаемость участка нефрона для воды определяется прежде всего свойствами клеточных мембран, в том числе наличием в них каналов для воды.
- В толстом восходящем колене вода не проходит, поскольку активный транспорт Na^+ механически препятствует движению молекул воды.
- Через тонкие участки нефрона вода проходит между клетками, а через толстые – только сквозь клетки.

[10] https://images.openai.com/static-rsc-4/CSmxnEnd4PgH1rwqg_iR_gU_HjO4wwi8IR0GKDGVB-IgiplRqFyDUi5FEMQCa1xR2c8bks8y4wRjQEOEkmhszHP4X8_2qxF6sbNZ1-q9MbUnbRf1EGqfpfSahsJZHH608oC4h3JMGoB6cZPlq0AqWdXhWENVsQimsG5aHV8FjdE0gk8-NNh-WupOG4lVurJv?purpose=fullsize

Задание 1.14

На рисунке ниже представлена схема трофической (пищевой) цепи одного природного сообщества. В ней обозначен хищник (X), питающийся двумя травоядными животными (T1 и T2). Каждое травоядное, в свою очередь, питается своим типом растений (P1 и P2).



Увеличение численности вида P1 в ближайшей перспективе в этой пищевой цепи будет приводить к:

- увеличению численности T2
- увеличению численности P2
- уменьшению численности X
- увеличению численности T1

Задание 1.15

Распределение особей популяции по территории может многое говорить об экологических приспособлениях того или иного вида. Рассмотрите приведённую ниже фотографию[11] морских звёзд на литорали и выберите наиболее подходящее описание характера их распределения по субстрату.



[11] https://moya-planeta.ru/travel/view/samye_medlitelnye_zhivotnye

- Морские звёзды концентрируются вокруг пищевых субстратов.
- Для морских звёзд характерно ярко выраженное территориальное поведение.
- Распределение морских звёзд по дну является случайным и не зависящим от распределения жертв.
- Морские звёзды объединяются в группы для спаривания, так как для иглокожих характерно внутреннее оплодотворение.

Задание 1.16
Какое химическое соединение обеспечивает твёрдость ногтевой пластинки?

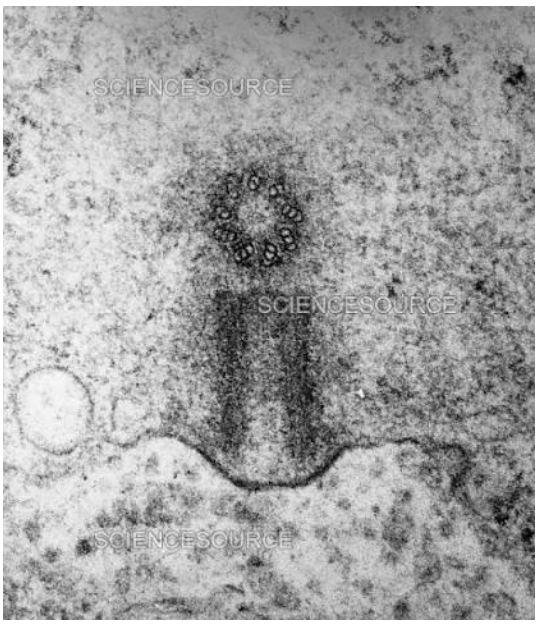
- коллаген
- эластин
- кератин
- меланин

Задание 1.17
Микротрубочки – компонент цитоскелета, состоящий из белка тубулина. В какой из перечисленных частей клетки нельзя обнаружить тубулин?

- центриоли
- жгутик хламидомонады (*Chlamydomonas nivalis*)
- жгутик кишечной палочки (*Escherichia coli*)
- аксон

Задание 1.18

В какую фазу клеточного цикла эукариотической клетки происходит удвоение показанного органоида[12]?



- G1
- S
- G2
- M

[12] https://www.sciencesource.com/pix/131/1311306-spermatid-flagellum-centrioles-tem.jpg

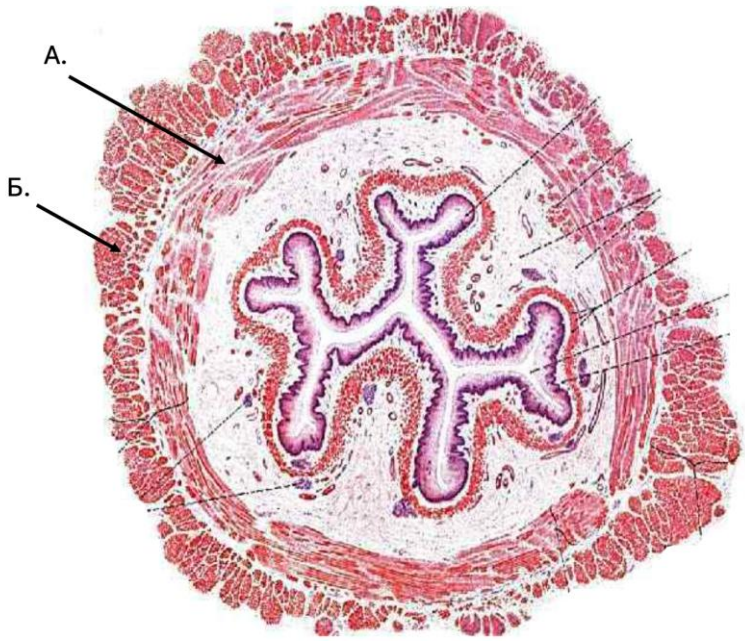
Задание 1.19

Гистология, помимо морфологической характеристики клеток и тканей организма, особое внимание уделяет их происхождению. Некоторые структуры взрослого животного, как показали эмбриологические исследования, несмотря на различное строение и отнесение к различным типам тканей, происходят от общего предшественника. Самым ярким примером такого предшественника является нервный гребень, клетки которого дают начало пигментированным клеткам кожи, периферическим нервам или некоторым костям черепа. Какая особенность клеток нервного гребня позволяет им давать начало структурам в удалённых от них частях тела?

- Клетки нервного гребня имеют ограниченную и заранее определённую судьбу по превращению в конкретный тип ткани.
- Клетки нервного гребня обладают высокой способностью к адгезии и остаются в заранее определённых зонах зародыша с момента своего появления.
- Клетки нервного гребня очень быстро дифференцируются в зрелый тип ткани, то есть не способны существовать в «неопределённом» состоянии долгое время.
- Клетки нервного гребня отличаются высокой подвижностью и способностью к миграции.

Задание 1.20

На рисунке[13] представлен поперечный гистологический срез стенки пищевода. Его мышечная оболочка образована двумя слоями мышечных волокон, различающихся направлением: во внутреннем слое волокна располагаются преимущественно по окружности органа, а в наружном – вдоль его продольной оси. Поэтому на поперечном срезе волокна этих слоёв имеют различный вид. Буквами А и Б обозначены мышечные слои пищевода. Установите соответствие между мышечным слоем и наиболее вероятным результатом его сокращения.

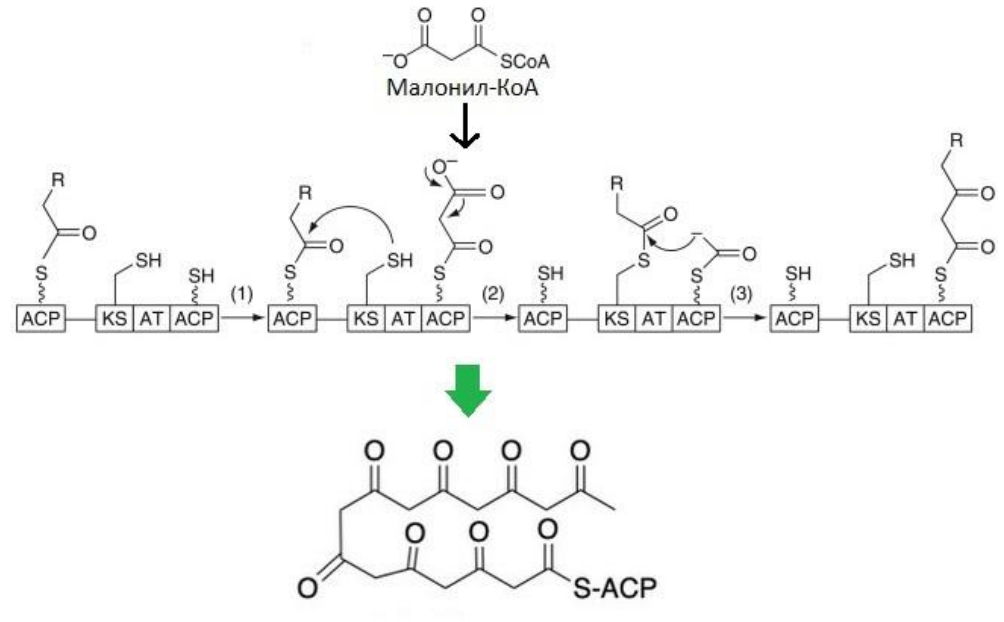


- слой А уменьшает длину участка пищевода, слой Б сужает его просвет
- слой А сужает просвет, слой Б расширяет его
- оба слоя преимущественно сужают просвет пищевода
- слой А сужает просвет, слой Б уменьшает длину участка пищевода

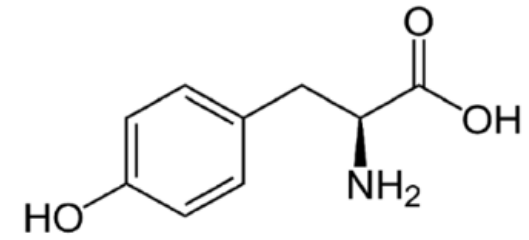
[13] https://drive.google.com/drive/folders/1ktfDA_vNvRLHxDu1SoI9wAoqFG7Pa-7Z?usp=sharing

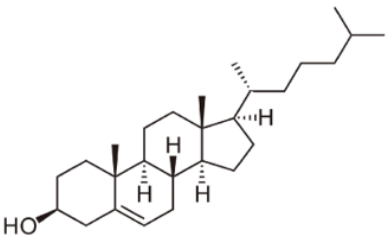
Задание 1.21

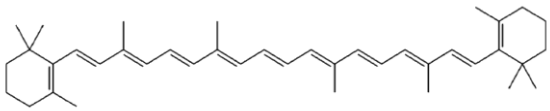
Одним из распространённых путей биосинтеза различных соединений является поликетидный путь, очень похожий на путь биосинтеза жирных кислот (на рисунке[14] ниже изображена одна из стадий синтеза промежуточных соединений в поликетидном пути).

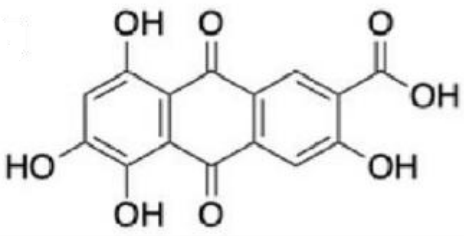


Предположите, какое из приведённых ниже соединений является продуктом этого метаболического пути?









Ответ:

[14] https://drive.google.com/file/d/14_pV_7T4PTuEkSwLp9rX4fEVBIilz36z/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1BWjwJvYaV2uHRwkuH9MUcdGDHV3j1AvG/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1d3so_IME52zxT6E_BxZ5Kg7JWjm65dY8/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1yNx8f3tx5dhnMO8X9Fa0Mu_rwl0OD3Wh/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1W7xgKyAFoKGgL48TiN2iO5mjGNJJCzzM/view?usp=drive_link

Задание 1.22

В кулинарных книгах часто не советуют готовить желе из свежих ананасов из-за проблем с его застыванием. Вместо этого авторы рецептов советуют использовать либо консервированные ананасы, либо заменить желатин на агар-агар. С чем связаны сложности с застыванием ананасового желе?

- Протеазы, содержащиеся в свежем ананасе, разлагают желатин, но не агар.
- Свежий ананас содержит избыточное количество сахарозы, препятствующей процессу застывания.
- Витамин С, содержащийся в ананасе, выпадает в осадок с желатином, препятствуя его застыванию.
- Полисахариды ананаса препятствуют обводнению желатина, что не даёт ему сформировать плотный гель.

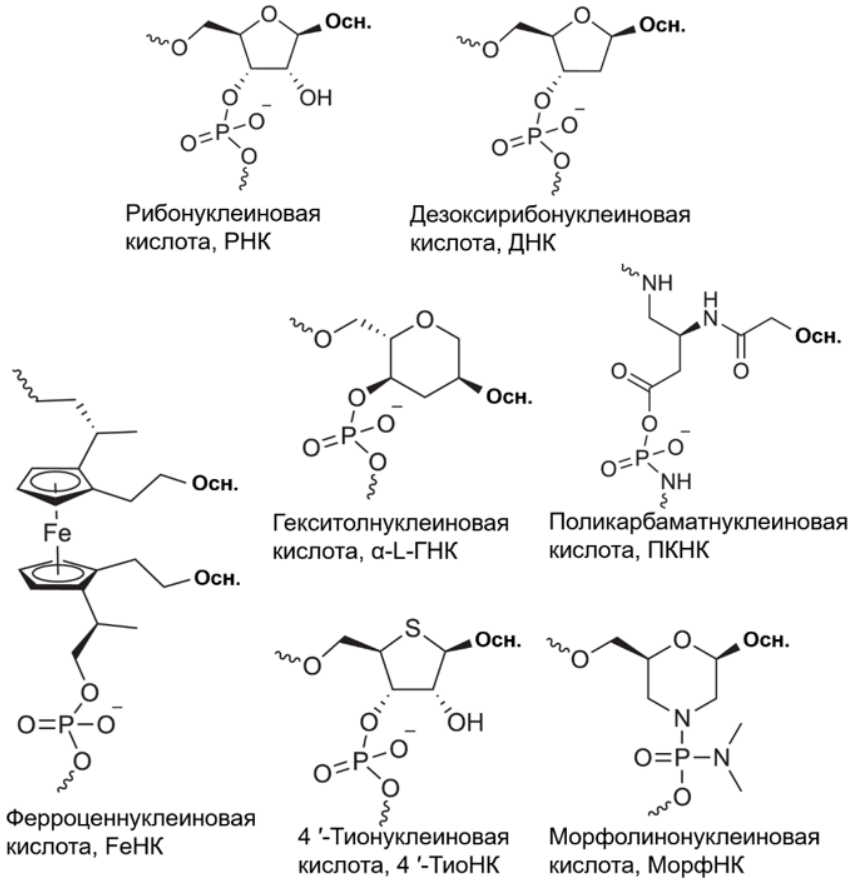
Задание 1.23

Какой из описанных процессов не является примером механизмов горизонтального переноса генов?

- Захват плазмиды из внешней среды клеткой бактерий.
- Захват части бактериального генома бактериофагом при сборке вирусных частиц и перенос его в другую бактериальную клетку.
- Конъюгация бактериальных клеток.
- Передача части плазмид при бинарном делении бактерий.

Задание 1.24

Ксенонуклеиновые кислоты – это синтетические полимеры, построенные по аналогии с природными молекулами ДНК и РНК. На рисунке[15] ниже представлены схемы строения мономерных звеньев цепей ДНК и РНК, а также нескольких видов ксенонуклеиновых кислот. «Осн.» обозначает азотистое основание. Выберите верное утверждение из списка ниже.



- Аналог углеводного фрагмента нуклеотидов РНК и ДНК в ксенонуклеиновых кислотах должен содержать атом азота и быть циклическим.
- Все представленные структуры ксенонуклеиновых кислот отличаются друг от друга только аналогами углеводных фрагментов нуклеотидов.
- Ферменты клетки способны считывать и копировать информацию с приведённых ксенонуклеиновых кислот.
- Цепи некоторых из изображённых ксенонуклеиновых кислот могут соединяться с природными ДНК и РНК и образовывать смешанные двойные спирали (гетеродуплексы).

[15] https://drive.google.com/file/d/15aMtK4r4nrf5bVUigUn2JJtd5iL_GSQY/view?usp=sharing

Задание 1.25

В 1960-х годах при исследовании генетики *E. coli* были обнаружены 3 гена (UvrA, UvrB, UvrC). Мутации в этих генах приводили к повышенной чувствительности бактерий к ультрафиолету. Большинство таких мутантных бактерий погибали при делении после воздействия ультрафиолета. В отсутствие УФ-облучения мутантные бактерии росли и делились нормально. Предположите, участниками какого важного процесса являются белки Uvr?

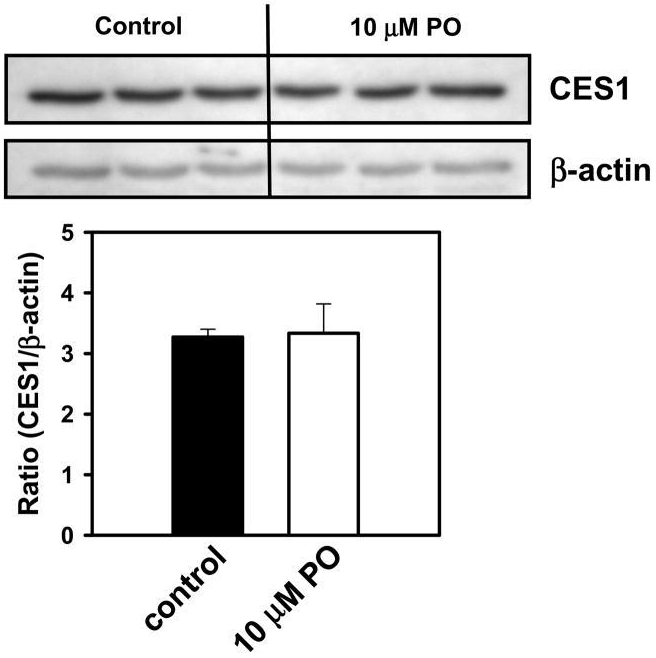
- репликация
- транскрипция
- трансляция
- репарация

Часть 2

Вам предлагаются задания со множественными вариантами ответа (от 1 до 5). Максимальный балл за задание – 10. За каждое ошибочное решение относительно пяти вариантов ответа (неверный выбор или неверный невыбор) из 10 баллов вычитается штраф – 2 балла.

Задание 2.1

Вестерн-блот – метод выявления определённого белка с помощью специфических антител после разделения белков по размеру. На рисунке[16] представлены результаты вестерн-блота. Сравнивали контрольные клетки (control) и клетки после обработки исследуемым веществом PO.
CES1 – карбоксилэстераза 1, исследуемый белок.
β-actin (β-актин) – белок, использованный как контроль загрузки образцов.
Выберите верные утверждения.



- В пределах чувствительности представленного анализа заметного изменения относительного содержания CES1 после обработки PO не обнаружено.
- Сходная интенсивность полос β-актина позволяет предположить, что в дорожки было внесено примерно одинаковое количество общего белка.
- По результатам вестерн-блота можно сделать вывод об изменении количества мРНК CES1.
- Более тёмная полоса на вестерн-блоте обычно соответствует большему количеству исследуемого белка.
- Отсутствие заметного изменения CES1 означает, что PO вообще не влияет на клетки.

[16] https://cdn.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/blobs/0d02/2574903/b31db23d13b4/nihms72061f8.jpg

Задание 2.2

В цикле азота, осуществляемом живыми организмами нашей планеты, есть как реакции восстановления, так и реакции окисления. Выберите организмы, которые осуществляют окисление соединений азота.

- азотфиксаторы/диазотрофы (клубеньковые бактерии, цианобактерии)
- нитратредукторы (организмы, дышащие нитратом)
- аммонификаторы (бактерии гниения, грибы)
- нитрификаторы I стадии (хемосинтетики)
- нитрификаторы II стадии (хемосинтетики)

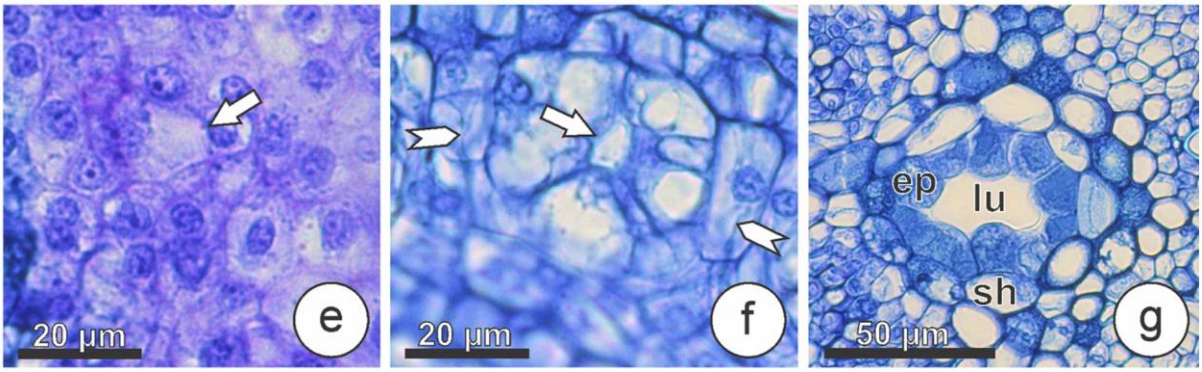
Задание 2.3

На изображениях[17] показаны внутренние секреторные вместилища и каналы *Myrsine guianensis* (*Primulaceae*) на разных стадиях развития побега. На изображениях e, f, g показаны последовательные стадии развития вместилища фенольных соединений на поперечных срезах зачатков листьев. На изображении o показан продольный срез вместилища в стебле.

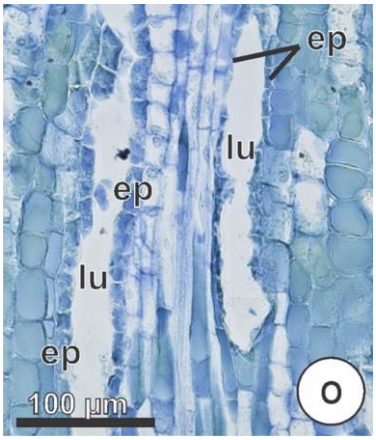
Можно выделить два механизма формирования вместилищ у растений. Схизогения – расхождение соседних клеток вследствие нарушения связей между их клеточными стенками. Этот процесс способствует возникновению и расширению межклеточного пространства. Лизогения – разрушение отдельных клеток, сопровождающееся поступлением их содержимого в образующуюся полость. Также выделяют промежуточный вариант развития, сочетающий механизмы обоих предыдущих вариантов.

Изучите изображения и выберите верные утверждения.

Подписи на картинках: *lu* – просвет вместилища, *sh* – клетки-обкладки, *ep* – эпителий.



[17] https://drive.google.com/file/d/1ug3u7QUKn26XHqKebYWx33OWJ6tlysFD/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1AQJpLJS4AFW0ITYGVY1mxHgdroI291HC/view?usp=drive_link



- Развитие показанного вместилища происходит строго по лизигенному механизму.
- Клетки эпителия специализированы на секреции фенольных соединений в полость вместилища.
- Можно предположить, что в клетках эпителия будут хорошо развиты эндоплазматическая сеть и пластиды, которые занимаются синтезом фенольных соединений и липидов.
- Образуемый и накапливаемый во вместилище секрет может выделяться растением на поверхность листа.
- Клетки эпителия и обкладки вместилища дифференцируются из прокамбия.

Задание 2.4

Выберите верные утверждения.

- Митохондрии и хлоропласты содержат собственную ДНК и рибосомы бактериального типа.
- Зрелые эритроциты млекопитающих содержат митохондрии и получают большую часть АТФ за счёт окислительного фосфорилирования.
- Большинство лизосомных гидролаз наиболее активно в кислой среде, поэтому при нейтральном pH их активность обычно ниже.
- Все белки матрикса пероксисом синтезируются внутри ЭПС и доставляются в пероксисомы в составе пузырьков.
- Любой инертный белок массой 90 кДа быстро выравнивает концентрацию между ядром и цитоплазмой путём свободной диффузии.

Задание 2.5

Гавайский короткохвостый кальмар[18] *Euprymna scolopes* ведёт преимущественно ночной образ жизни. Днём он прячется в песке, а ночью выходит на охоту. В его теле расположен специальный световой орган, населённый грамотрицательными бактериями *Vibrio fischeri*.

В открытой морской воде эти бактерии практически не светятся, тогда как в световом органе кальмара излучают интенсивный свет.

Исследователи установили, что некоторые бактерии выделяют в окружающую среду небольшие сигнальные молекулы – аутоиндукторы. Их концентрация может зависеть от плотности бактериальной популяции. При достижении определённой концентрации аутоиндуктор связывается с регуляторным белком, изменяя экспрессию генов бактерий. Этот механизм называется кворум-сенсингом.

Известны следующие примеры бактериальных сигнальных систем:

Бактерия	**Окраска по Граму**	**Сигнальная молекула**
Vibrio fischeri	Грамотрицательная	Ацилгомосеринлактон
Pseudomonas aeruginosa	Грамотрицательная	Ацилгомосеринлактоны (среди прочих сигналов)
Staphylococcus aureus	Грамположительная	Короткий сигнальный пептид
Bacillus subtilis	Грамположительная	Сигнальные пептиды (в ряде регуляторных систем)

Для изучения симбиоза учёные также провели следующие наблюдения:

1. При высокой плотности бактерий в световом органе интенсивность свечения увеличивается.
2. Световой орган расположен на брюшной стороне кальмара и направляет свет вниз.
3. На рассвете численность бактерий в световом органе резко сокращается примерно на 90–95 %.

На основании приведённых данных и ваших знаний выберите верные утверждения.

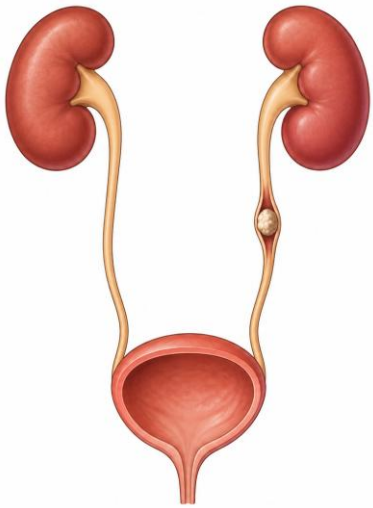
[18] https://images.squarespace-cdn.com/content/519fc518e4b046d94a9788ad/1378945020261-9LO4XW7DCDZQ05QCRUSD/Euprymna+scolopes+%28Mattias+Ormestad+-+kahikai.org%29.jpg?content-type=image%2Fjpeg



- Для многих грамотрицательных бактерий типичны ацилгомосеринлактоны, а для многих грамположительных – сигнальные олигопептиды.
- Свечение включается при накоплении сигнальных молекул до пороговой концентрации, то есть при высокой плотности популяции.
- Свет бактерий скрывает силуэт кальмара при взгляде снизу на фоне лунного и звёздного света.
- Кворум-сенсинг свойствен только грамотрицательным бактериям, у грамположительных такого способа регуляции нет.
- Каждое утро кальмар выбрасывает большую часть бактерий в воду, а оставшиеся к ночи снова размножаются.

Задание 2.6

На рисунке[19] представлено патологическое состояние мочевыделительной системы человека. Выберите все верные утверждения о возможных последствиях этого состояния.

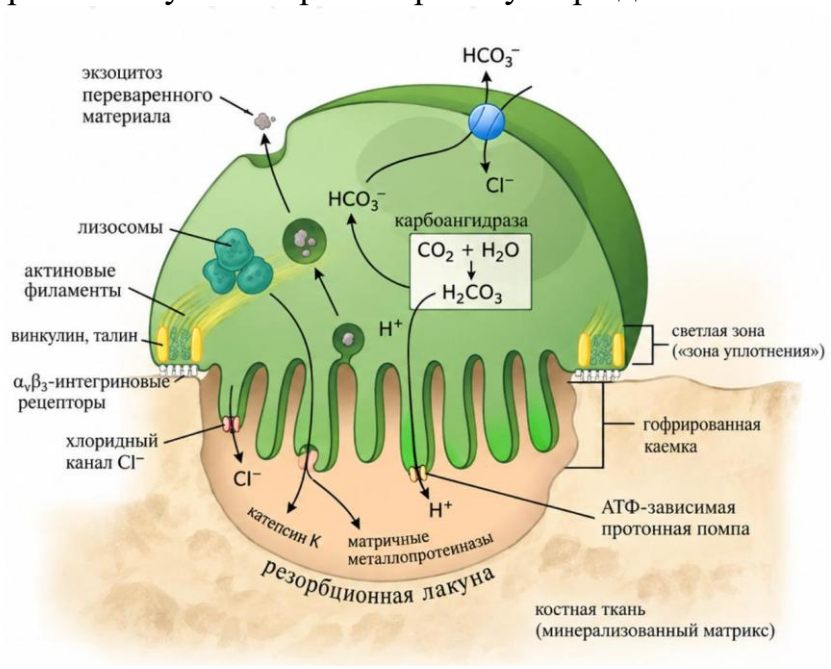


- Давление в мочеточнике выше препятствия может увеличиться.
- Может произойти расширение почечной лоханки соответствующей почки.
- Отток мочи из второй почки также прекратится.
- Мочевой пузырь может продолжить наполняться мочой.
- При длительном сохранении препятствия функция соответствующей почки может ухудшиться.

[19] https://drive.google.com/drive/folders/1ktfDA_vNvRLHxDu1SoI9wAoqFG7Pa-7Z?usp=sharing

Задание 2.7

На рисунке[20] показан остеокласт – клетка, участвующая в разрушении костной ткани. Рассмотрите схему и выберите верные утверждения.



- Ингибирование карбоангидразы должно уменьшить поступление H^+ в резорбционную лакуну и снизить разрушение минерального компонента кости.
- Блокирование хлоридных каналов может затруднить подкисление резорбционной лакуны, несмотря на сохранение работы протонной помпы.
- Обмен HCO_3^- на Cl^- на противоположной стороне клетки помогает одновременно удалять избыток гидрокарбоната и снабжать клетку ионами хлора.
- Нарушение работы αvβ3-интегринов может ухудшить формирование зоны плотного контакта остеокласта с костью и снизить эффективность резорбции.
- Основным источником H^+ в резорбционной лакуне служит экзоцитоз содержимого лизосом.

[20] https://drive.google.com/file/d/1dXTWAOdgpU1Q9ST2l5I0c7slxEei_PCL/view?usp=sharing

Задание 2.8

В регуляции функционирования организма человека участвует большое количество гормонов разнообразной химической природы. На графике[21] ниже перечислены основные гормоны человека, разбитые на группы по их биохимическому происхождению и расположенные в соответствии с их молекулярной массой.



Внимательно изучите график и выберите верные утверждения.

- На данном графике группа A – производные аминокислот, B – гликопротеины, D – пептидные гормоны, E – стероидные гормоны.
- Большинство гормонов, связанных с функционированием ЖКТ, являются производными холестерина.
- Группа C и точка 3 на графике могут соответствовать гормонам– производным жирных кислот, таким как простагландины.
- Точка 1 может являться фолликулостимулирующим гормоном.
- Точка 2 – это, вероятно, катехоламины, такие как адреналин и норадреналин, тогда как точка 4 – гормоны щитовидной железы.

[21] https://drive.google.com/file/d/1dXTWAOdgpU1Q9ST2l5I0c7slxEei_PCL/view?usp=sharing

Задание 2.9

В какие из нижеперечисленных органелл белки способны попадать ко-трансляционно, то есть параллельно с процессом их синтеза рибосомой?

- шероховатый эндоплазматический ретикулум
- аппарат Гольджи
- митохондрия
- лизосома
- пероксисома

Задание 2.10

Клада *Prumnopityoid*, относящаяся к семейству подокарповых, голосеменные, характеризуется удивительным разнообразием сочных структур вокруг семени. Сочные структуры вокруг семян сформировались независимо в разных кладах подокарповых, они имеют разное происхождение – из сочных и ярких разрастаний семяножки (ариллус), из видоизменённой семенной чешуи (эпиматиум), из разросшейся кроющей чешуи, из слоя клеток семенной кожуры и из других структур.

Эпиматиум (*epimatium*) – это особая структура женской шишки многих подокарповых (*Podocarpaceae*), которая окружает семязачаток, а затем семя. По происхождению её обычно считают видоизменённой семенной чешуёй. У сосны семязачатки располагаются на поверхности семенной чешуи, а у многих подокарповых эта чешуя преобразована в покров, охватывающий семязачаток. Эпиматиум может быть мясистым, кожистым или плёнчатым; иногда он срастается с семенной кожурой.

Интересно, что при формировании эпиматиума микропиле семязачатка может занимать боковое положение из-за поворота семязачатка. Такое «боковое» положение микропиле называется инвертированным, а исходное «верхушечное» – прямым.

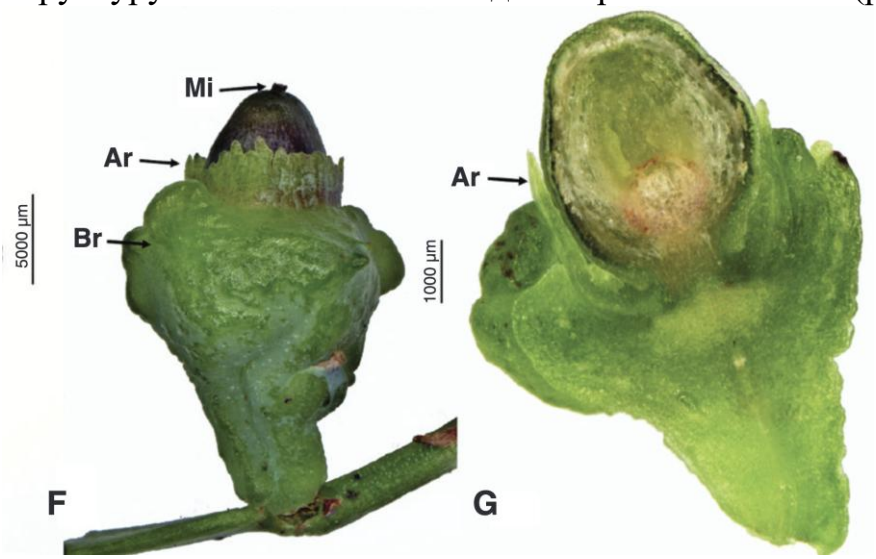
Вам предлагаются изображения структур древесного растения *Phyllocladus hypophyllus*, по которым можно сделать вывод о происхождении сочных частей вокруг семени. Ось женской шишки сильно укорочена. Шишки развиваются по краям или на верхушке филлокладиев. Кроющие чешуи располагаются на оси. В одной шишке может быть несколько фертильных чешуй, каждая с одним семязачатком. Семязачаток расположен в пазухе фертильной чешуи.



Подпись к рисунку. Phyllocladus hypophyllus.
Репродуктивные структуры располагаются по краям листовидных филлокладиев.

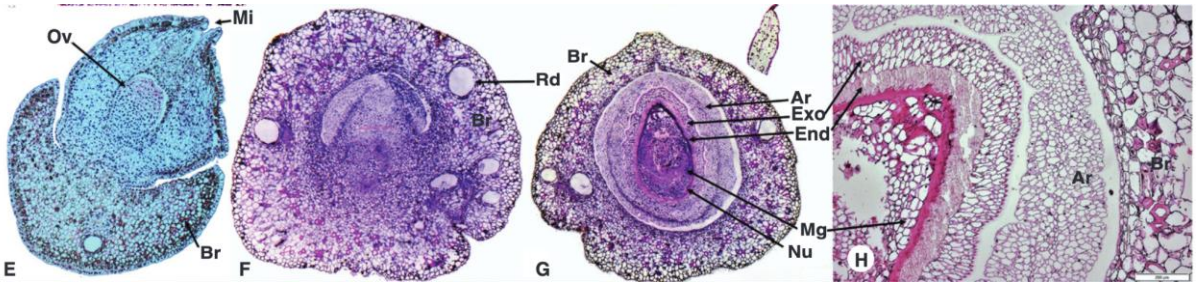
Обозначения на срезах и фотографиях[22]: Ov – семязачаток; Ar – ариллус; Mi – микропиле; Br – кроющая чешуя; Exo – экзотеста, внешний слой семенной кожуры; End – эндотеста, внутренний слой семенной кожуры; Rd – смоляные каналы; Nu – нуцеллус; Mg – мегагаметофит.

Рассмотрите структуру женской шишки с одним зрелым семенем (рис. F и G).



[22] https://drive.google.com/file/d/1EdODhM3ZjVEJHMUtiqgM_MEXjggU3fi-/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1XsrZzN7FNNO5BODNz2n6fqQCtfXc4PzD/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1ytwRRplX0QJ2SPkETzaQ1NLkyZ7Ug6m5/view?usp=drive_link

На продольных срезах оплодотворённых семязачатков E–G показаны последовательные стадии развития структур после опыления. Картинка H является увеличенным изображением зоны на рис. G.



Выберите утверждения, которые правильно описывают генеративные структуры у *Phyllocladus hypophyllus*.

- Зрелые семена филлокладуса обладают разросшимся сочным и ярким эпиматиумом, который может привлекать внимание птиц, распространяющих семена.
- Семяножка филлокладуса разрастается после оплодотворения семязачатка, формируя ариллус.
- Вся семенная кожура филлокладуса одревеснеет.
- Зрелое семя имеет как сочный ариллус, так и сочную кроющую чешую.
- Филлокладус обладает прямым микропиле.

Часть 3

Вам предлагаются задания на сопоставление. Балл за каждое верное соотнесение – 2.

Задание 3.1

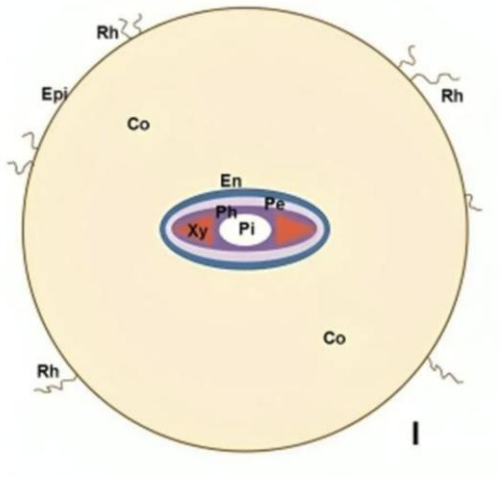
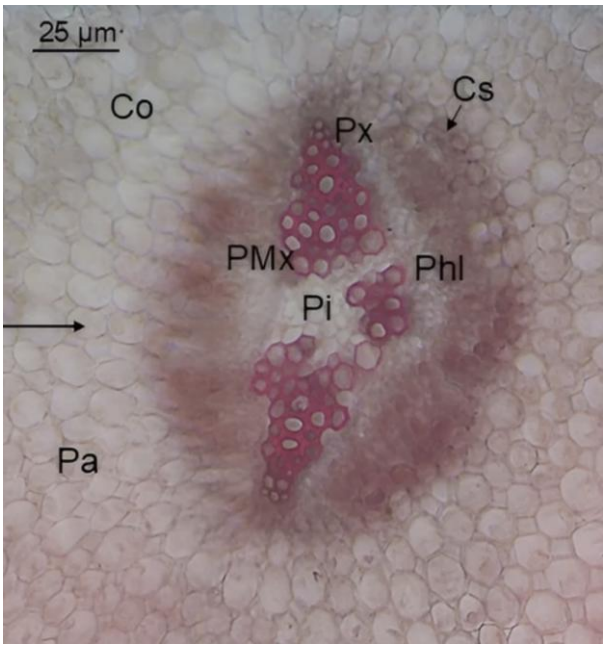
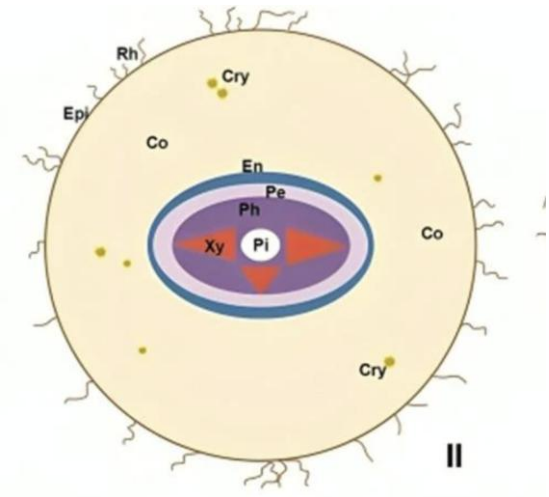
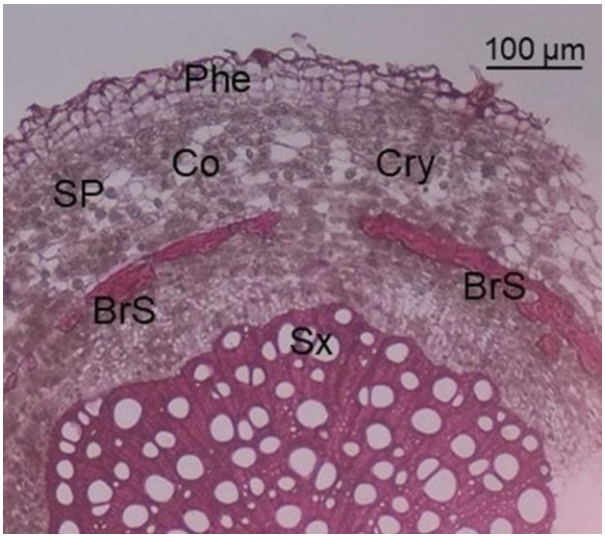
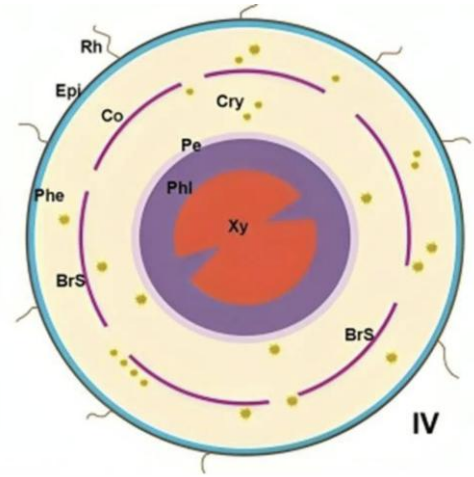
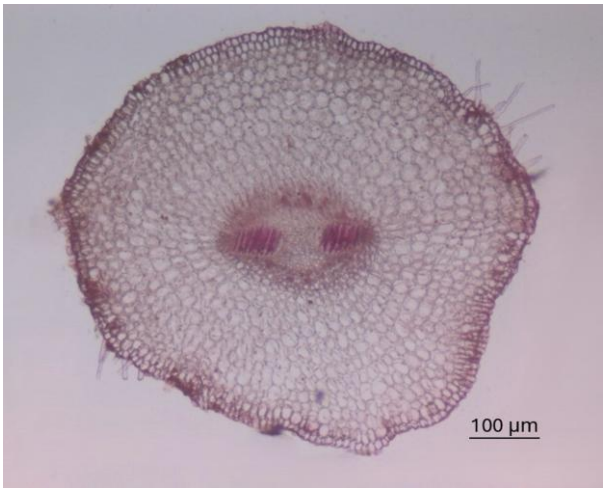
Ниже приведены описания гистологической структуры, схемы строения и фотографии микропрепаратов корней разных порядков ветвления корневой системы у *Vincetoxicum capparidifolium* (Wight & Arn.) Kuntze – эндемичной лианы, произрастающей в лесах Индии.

Описания гистологической структуры

А) В корнях этого порядка проводящий цилиндр имеет линзовидные или овальные очертания и характеризуется экзархным строением, при этом число полюсов ксилемы в нём больше двух. В нём можно различить элементы как протоксилемы, так и метаксилемы. Эндодерма и перицикл представлены однослойными структурами, состоящими из плотно прилегающих друг к другу паренхимных клеток, между которыми отсутствуют межклетники. Флоэма располагается между полюсами ксилемы внутри проводящего цилиндра. Центральная часть проводящего цилиндра занята тонкостенными паренхимными клетками, связанными с метаксилемой; межклетники в этой зоне также отсутствуют.

Б) В корнях этого порядка проводящий цилиндр имеет чечевицеобразные очертания и характеризуется диархным экзархным строением с двумя латеральными полюсами протоксилемы. Эндодерма однослойная и состоит из плотно прилегающих друг к другу клеток, которые на поперечном срезе имеют бочонковидную форму; межклетники отсутствуют. Эндодерма окружает однослойный перицикл, клетки которого имеют сходное строение. Тяжи флоэмы расположены между полюсами ксилемы. Центральная часть проводящего цилиндра занята тонкостенными паренхимными клетками; межклетники отсутствуют.

В) Под феллемой располагается зона паренхимных клеток кортекса с располагающимися кольцом тяжами брахисклереид. Под корой первичная и вторичная флоэма формируют кольцо вокруг ксилемы. Вторичная ксилема также образует кольцо, в котором могут присутствовать паренхимные древесинные лучи.

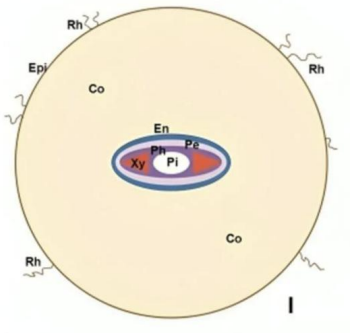
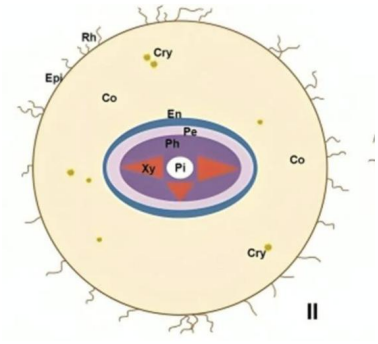
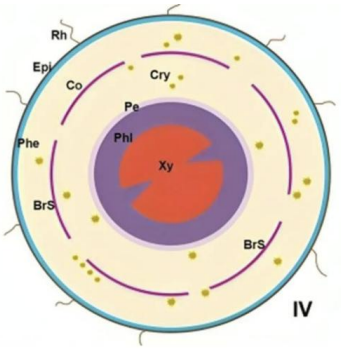
Схемы строения	Фотографии микропрепаратов
	1. 
	2. 
	3. 

Римские цифры на схемах строения обозначают порядок ветвления корневой системы[23].

Подписи на рисунках: *BrS* – брахисклереиды, *Co* – кортекс, *Cry* – кристаллы оксалата кальция, *Epi* – ризодерма, *En* – эндодерма, *Pe* – перицикл, *Phe* – феллема, *Ph* – флоэма, *Pi* – паренхима первичной ксилемы, *Rh* – корневые волоски, *SP* – запасающая паренхима, *Xy* – ксилема, *Px* – протоксилема, PMx – метаксилема, *Sx* – вторичная ксилема.

Установите соответствие между представленными описаниями, схемами и фотографиями.

Ответ:

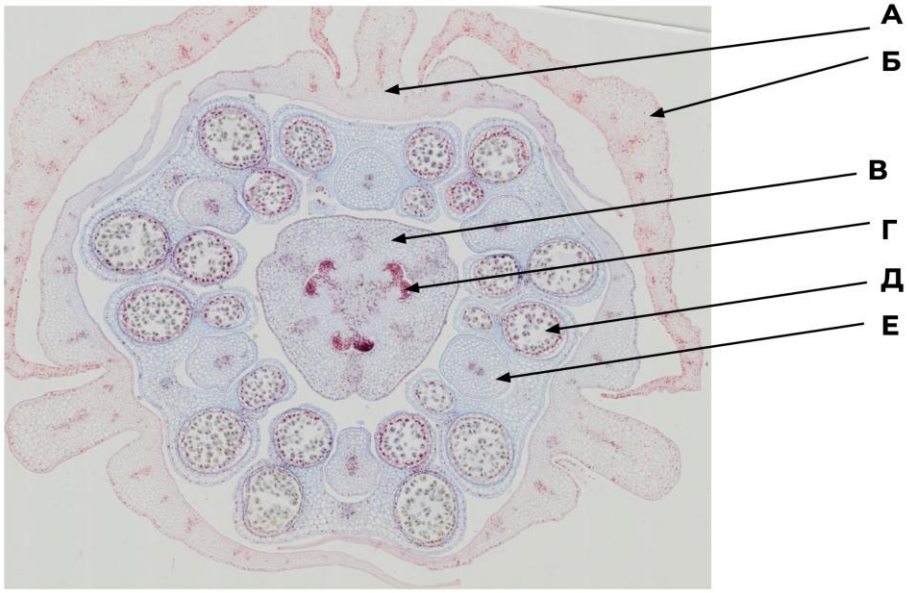
Схемы		
		
Фотографии микропрепаратов		
Описания		

[23] https://drive.google.com/file/d/1Z6_7xR4blHYrIrwLjO4Q33EbmkszsyJD/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1RKyAZo2DHb-MWYsu0z1-ErZ0yfgYsafy/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1Q3k3izEqXxan02UL9_NvHkKbw2yyJxQZ/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1AM2l7Y5aVqqWBkU1JMZztLSEJdWxK0z_/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1RGrA18DxwDoUVQqXId5o7hs1M3__ds8P/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1d_7rKXxDFxDpQ507XWkUNeqtz9v_gbO9/view?usp=drive_link

Задание 3.2

На рисунке[24] представлен поперечный срез цветка лилии. Буквами А–Е обозначены отдельные структуры цветка.

Установите соответствие между обозначением на рисунке и структурой.



Структуры

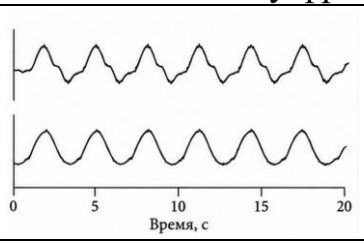
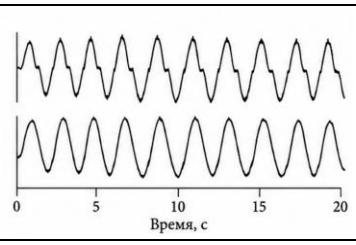
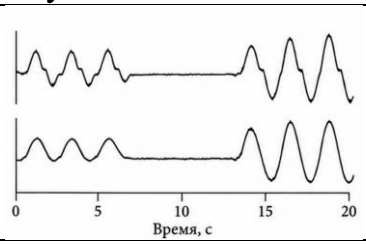
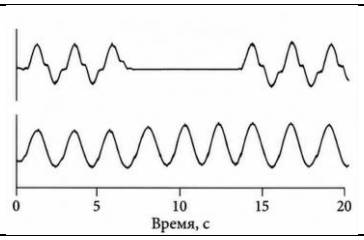
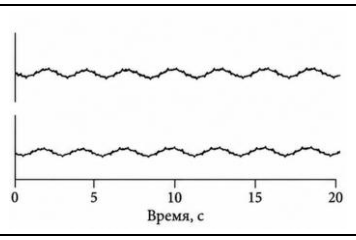
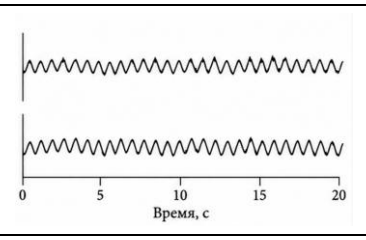
1) листочек наружного круга околоцветника
2) листочек внутреннего круга околоцветника
3) пыльник с пыльцевыми гнёздами
4) семязачаток
5) стенка завязи
6) тычиночная нить

Ответ:	А	Б	В	Г	Д	Е

[24] https://drive.google.com/file/d/1jpV0z9ZZc7MPgK0cLgBVJC2TZuHQzBIR/view?usp=sharing

Задание 3.3

На рисунках[25] представлены шесть фрагментов модельных записей динамики дыхания человека. В каждом случае верхняя кривая отражает поток воздуха через дыхательные пути, нижняя – движения грудной клетки. Установите соответствие между фрагментом записи и подходящим ему описанием.

		
А	Б	В
		
Г	Д	Е

Описания

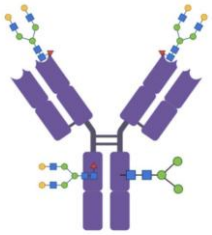
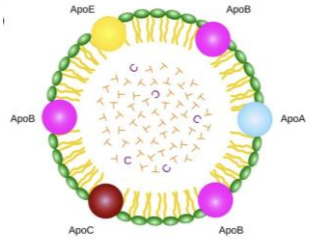
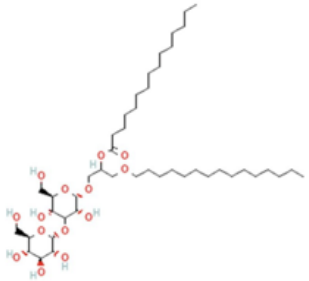
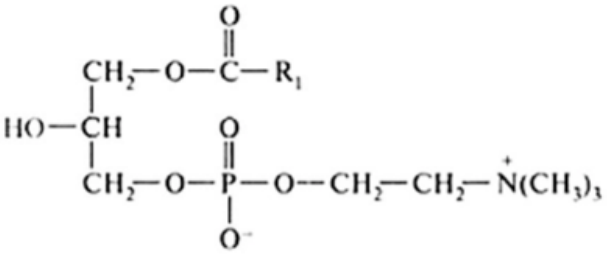
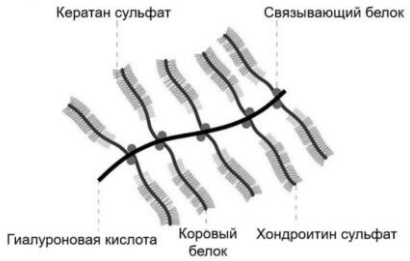
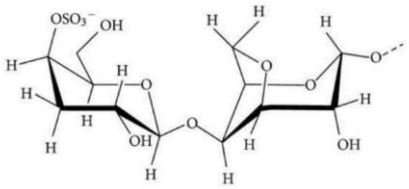
1) нарушение проводимости нервов, иннервирующих дыхательные мышцы
2) частое поверхностное дыхание
3) временное перекрытие верхних дыхательных путей
4) кратковременная произвольная задержка дыхания
5) спокойное дыхание
6) дыхание после интенсивной физической нагрузки

Ответ:	А	Б	В	Г	Д	Е

[25] https://drive.google.com/file/d/1QW9TMDzvdXk5hzF9jwvkPh7AKy8ezQMJ/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1Qy9LQo9nbIpFWMbE3czcAWUyVJnO_wRg/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1C8KTcBuaYq--MHQqz-UZ3O2QLqg11MV8/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1E3JGg0eKSpcD5nh4QxIMlAieTdEDY6fq/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1GGyupWMv3X9twPd6R_oxHboZpqv9b1Ix/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1CNWvOJG-GTW648bW0aGL0j0cwNxcagaH/view?usp=drive_link

Задание 3.4

Соотнесите каждое изображение[26] структуры с группой соединений, к которым относится изображённая частица или группа частиц.

	
А	Б
	
В	Г
	
Д	Е

Группы соединений

1) каррагинаны
2) гликопротеины
3) гликолипиды
4) липопротеины
5) протеогликаны
6) лизофосфолипиды

Ответ:	А	Б	В	Г	Д	Е

[26] https://drive.google.com/file/d/1pq1URGRihzj3p-dnBU_-OpQEVjYfcYwV/view?usp=sharing Molecules.jpg
https://drive.google.com/file/d/1L9PM2AyW3yEgP2ytNyEa68I6ot-gD0Mb/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1ImOjFYtKiqQG4A7R4HZC2UQTeT-Xk391/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/12ATBS1r6R7iXo_xyyeEa1DcCum8VXmyf/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1o4dZqzwWfSibE9Yo8nybcqpDci9nMf14/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1OLFrDbM8IJj-K4pLJz7re-68Y7CLbCeC/view?usp=drive_link
https://drive.google.com/file/d/1fWLUa_kPTDoNzd2MWO-elVTlGLhQCPE5/view?usp=drive_link