

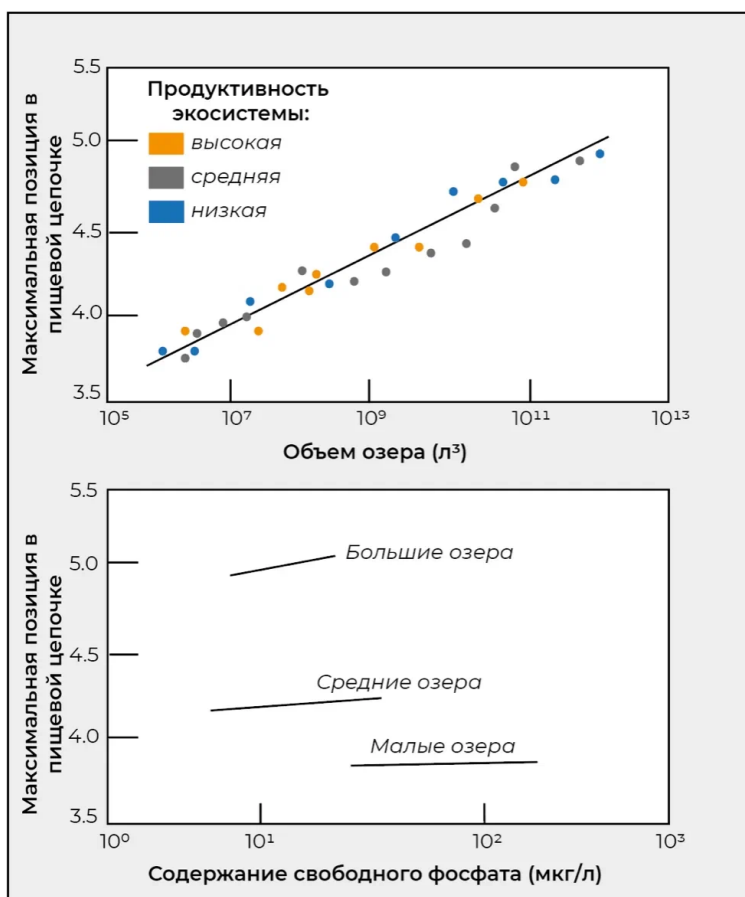
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
БИОЛОГИЯ. 2025–2026 уч. г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС
ЗАДАНИЯ, ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
Максимальный балл за работу – 447.

Часть 1

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

Задание 1.1

В северном регионе нашей страны изучались особенности экологических систем, в частности длины трофических цепочек в различных условиях. Объектами изучения стали карстовые озёра различной величины, находившиеся друг от друга на расстоянии 100 км в примерно одинаковых климатических условиях. В каждом озере было измерено количество свободного фосфора (его уровень прямо коррелирует с продуктивностью экосистемы), общий объём воды, проанализированы пищевые цепочки и вычислены средние значения по каждому параметру. Графики представлены на изображении ниже. Исходя из графиков выберите утверждение, верное для данной информации.



1

¹ Изображение: <https://disk.yandex.com/i/L3m3hsSceHvBZg>

- а) Длина пищевой цепочки увеличивается при повышении продуктивности экосистемы.
б) Длина пищевой цепочки увеличивается при увеличении размера экосистемы.
в) Длина пищевой цепочки увеличивается при увеличении размера экосистемы и повышении её продуктивности.
г) Нет верного ответа.

Ответ: б.

Задание 1.2

Общим для эвглены и хлореллы является наличие:

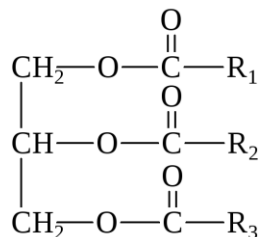
- а) двух жгутиков
б) целлюлозы в клеточной стенке
в) хлорофилла
г) бесполого размножения зооспорами.

Ответ: в.

Задание 1.3

В условиях дефицита соединений фосфора в почве в растениях отмечается накопление триацилглицеридов (ТАГ). При длительном голодании по почвенному фосфату содержание ТАГ в побеге растения может увеличиться в 20 раз, а в корне – в 13 раз!

На изображении показана структурная формула триацилглицерида, где на месте R₁, R₂ и R₃ располагаются остатки жирных кислот.



2

Выберите верное объяснение этому явлению.

- а) В клетке происходит деградация фосфолипидов для высвобождения фосфата, продукты деградации накапливаются в виде триацилглицеридов.
б) Увеличение содержания триацилглицеридов способствует сохранению свободного фосфата в клетке, так как неорганический фосфат запасается в липидных каплях.
в) Накопленные триацилглицериды являются источником энергии для работы транспортёров фосфата в корневой системе, их накопление стимулирует поглощение фосфата из почвы.
г) Из-за недостатка фосфора синтез фосфолипидов прекращается, и постепенно они заменяются в мембранах клеток на триацилглицериды.

Ответ: а.

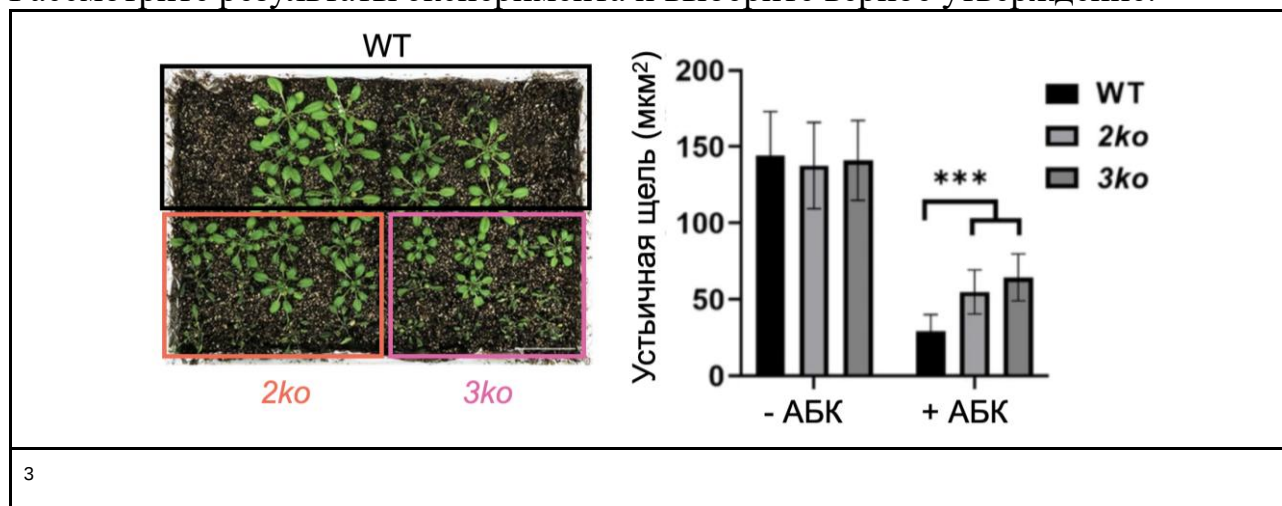
² Изображение: https://studfile.net/html/2706/116/html_bJZaTeKvKd.urTM/img-hQPezp.png

Задание 1.4

Миозин относится к моторным белкам, который, взаимодействуя с актином, обеспечивает перемещение клеточных органоидов в цитоплазме вдоль микрофиламентов. В геноме каждого вида растения имеются гены нескольких типов миозинов, которые обозначаются римскими цифрами.

Недавно для миозина XI, специфичного для высших растений, обнаружили неожиданную функцию – он регулирует устойчивость организма растения к засухе! Пример с миозином XI показывает, что моторные белки выполняют также регуляторные и сигнальные функции.

Растения резуховидки Таля дикого типа (со всеми нормально работающими генами, обозначен WT), двойного мутанта по генам миозина XI (обозначен *2ko*) и тройного мутанта (обозначен *3ko*) выращивали в условиях длительной засухи. Для этих растений измерили площадь устьичной щели при наличии и отсутствии внесённого извне гормона водного стресса – абсцизовой кислоты (АБК). Три звёздочки на столбчатой диаграмме показывают высокую вероятность неслучайного различия параметра между растениями дикого типа и мутантами. Рассмотрите результаты эксперимента и выберите верное утверждение.



- а) Результаты показывают, что миозин XI влияет на способность растения синтезировать АБК – у растений-мутантов количество этого гормона при засухе ниже, чем у растений дикого типа.
- б) По представленным результатам можно сделать вывод, что замыкающие клетки устьиц у мутантов по генам миозина XI не способны изменять своё тургорное давление в отличие от растений дикого типа.
- в) Скорость транспирации на единицу поверхности листа во время засухи оказывается выше у растений дикого типа в сравнении с мутантами по миозину XI.
- г) В присутствии гормона водного стресса – абсцизовой кислоты – устьица у растений дикого типа закрываются сильнее, чем устьица у мутантов по генам миозина XI.

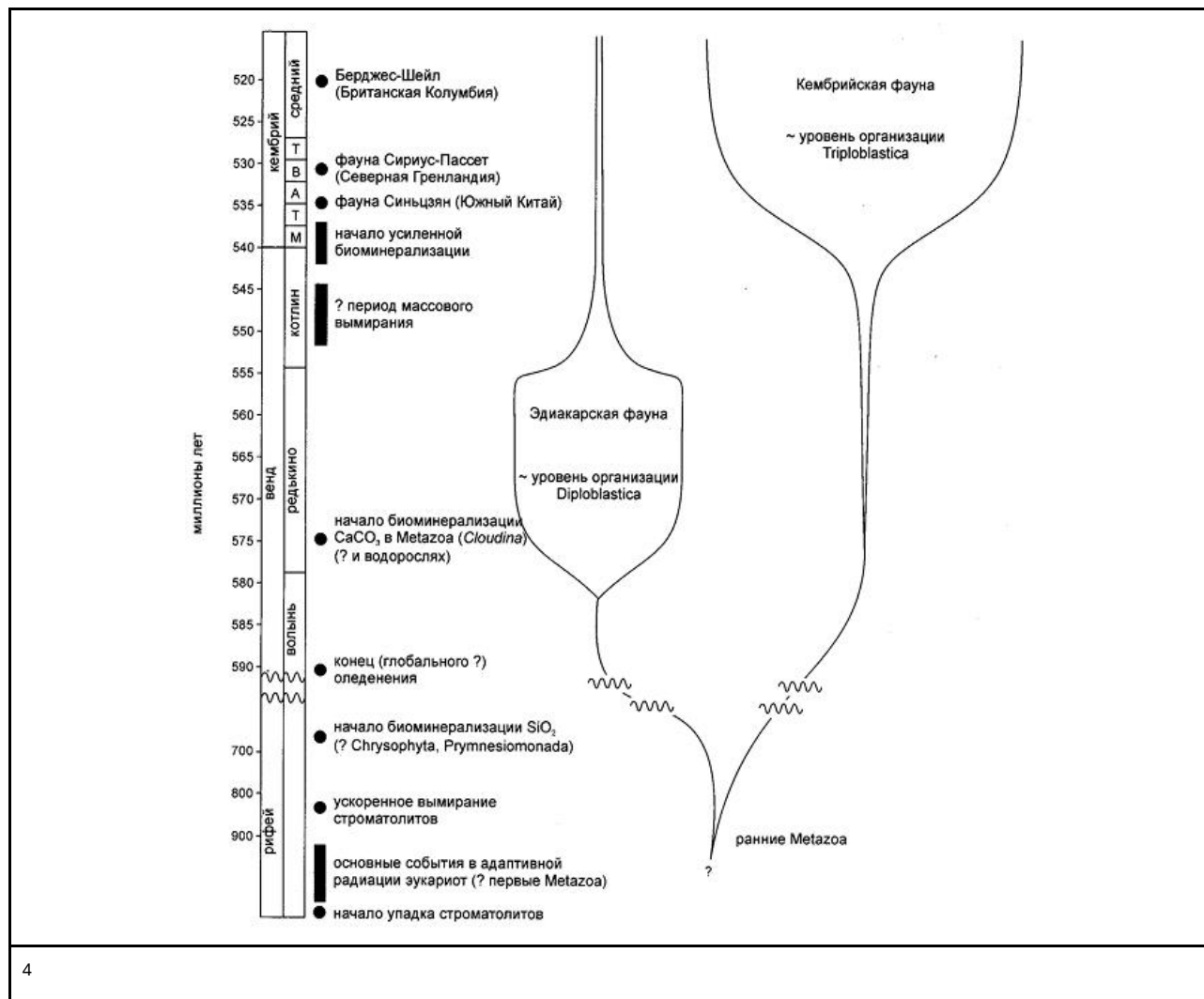
Ответ: г.

³ Изображение:

https://drive.google.com/file/d/1Vcxy8grT2nbMlwLE0fSXEnFMm9RtV1p/view?usp=drive_link

Задание 1.5

Картинка перед вами иллюстрирует начальный этап адаптивной радиации многоклеточных животных. На рисунке слева представлена геологическая шкала времени (в миллионах лет) с отмеченными важными событиями: начало биоминерализации, глобальное оледенение, периоды массовых вымираний, появление эдиакарской фауны и др. Справа показано схематическое «расширение» многообразия животных: от ранних Metazoa к эдиакарской фауне (двуслойный уровень организации) и к кембрийской фауне (трёхслойный уровень организации). Рассмотрите схему и выберите верное утверждение.



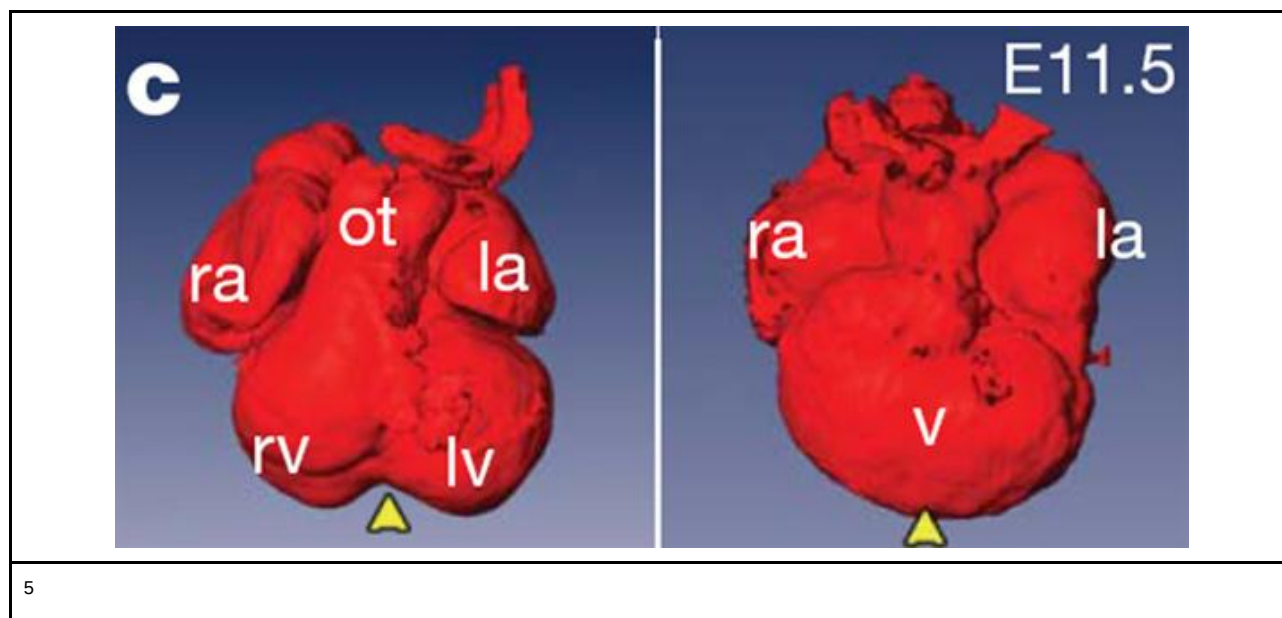
- а) Первые многоклеточные животные (Metazoa) появились примерно 580 миллионов лет назад.
- б) Некоторые группы двуслойных животных существуют и в наше время.
- в) Биоминерализация впервые возникла только в меловом периоде.
- г) Представители кембрийской фауны были прямыми потомками эдиакарской фауны.

Ответ: б.

⁴ Изображение: <https://drive.google.com/file/d/13SS98sEP-pRLYG8DuuikbLG7pr2kZ1Gh/view?usp=sharing>

Задание 1.6

Учёные исследовали роль регуляторного гена *Tbx5* в эволюции сердца позвоночных. В ходе экспериментов на эмбрионах мышей они манипулировали активностью этого гена. Слева – сердце нормального мышинового эмбриона на 12-й день развития. Справа – сердце генно-модифицированного эмбриона того же возраста, у которого был отключён ген *Tbx5*. Rv – правый желудочек, lv – левый желудочек, v – неразделённый желудочек трёхкамерного сердца. Какой главный вывод можно сделать о роли гена *Tbx5* в формировании сердца?



- а) Ген *Tbx5* кодирует белки сократительных волокон миокарда, и его отключение приводит к недоразвитию мышечной ткани желудочков.
- б) Ген *Tbx5* является ключевым регулятором, контролирующим разделение единого зачатка желудочка на правую и левую камеры.
- в) Ген *Tbx5* отвечает за миграцию клеток нервного гребня, которые формируют проводящую систему сердца и перегородку между предсердиями.
- г) Ген *Tbx5* регулирует синтез гормонов, стимулирующих рост сердечной трубки и её загибание в процессе морфогенеза.

Ответ: б.

Задание 1.7

Пищеварительный тракт человека очень интересен тем, что ключевые этапы переваривания разных групп веществ разнесены по разным областям пищеварительной трубки. Из перечисленных процессов выберите тот, который у взрослого человека в основном идёт в желудке под действием трипсина.

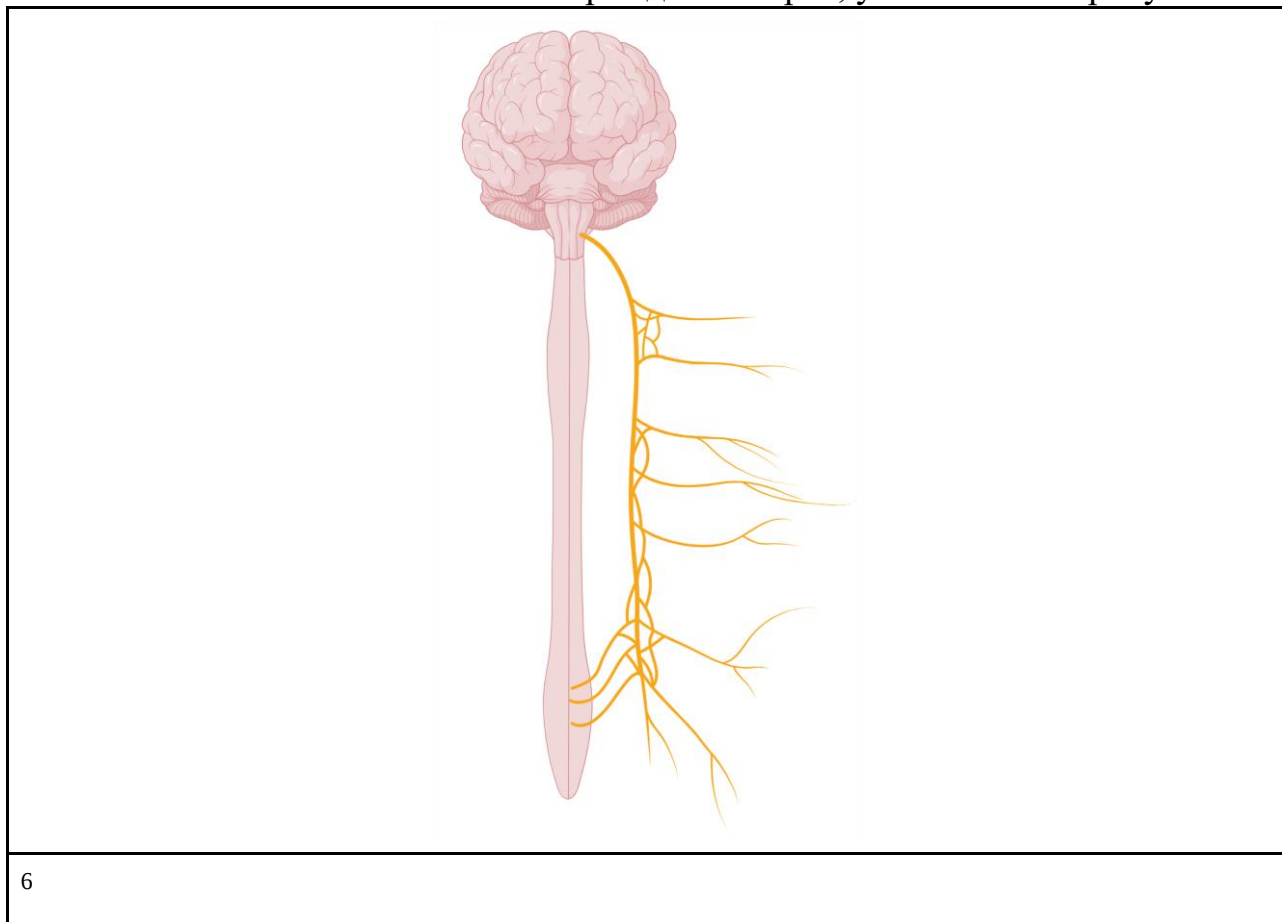
- а) переваривание углеводов
- б) переваривание липидов
- в) переваривание белков
- г) переваривание нуклеиновых кислот

Ответ: в.

⁵ Изображение: [cardiac-chamber_1_600.jpg](#)

Задание 1.8

Какие симптомы может вызвать повреждение нерва, указанного на рисунке?



- а) нарушение сокращения трапецевидной мышцы
- б) нарушение тактильной чувствительности кожи лба
- в) нарушение равновесия
- г) нарушение отделения желудочного сока

Ответ: г.

Задание 1.9

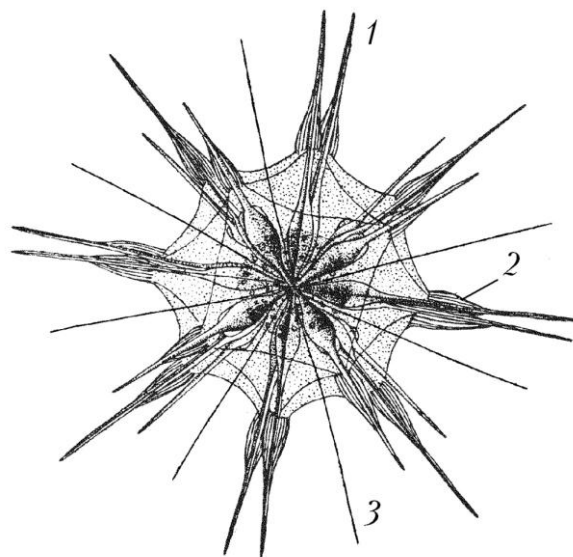
При сезонном изменении климатических условий животные могут использовать разные механизмы терморегуляции, направленные на сохранение тепла в холодный период. Примером физического механизма терморегуляции из перечисленных ниже является:

- а) переход на пищу, богатую жирами
- б) замена меха на более плотный
- в) проведение времени преимущественно в утеплённых укрытиях
- г) активация расщепления жиров в организме (липолиз)

Ответ: б.

Задание 1.10

Акантарии – морские планктонные протисты. Их тяжёлый скелет из целестина (SrSO_4) увеличивает плотность клетки, поэтому для парения в толще воды им необходим эффективный механизм регуляции плавучести. Этот механизм обеспечивается специализированными структурами – мионемами (2). Какой из приведённых процессов описывает работу мионем, позволяющую акантарии увеличить свою плавучесть и подниматься в толще воды?



7

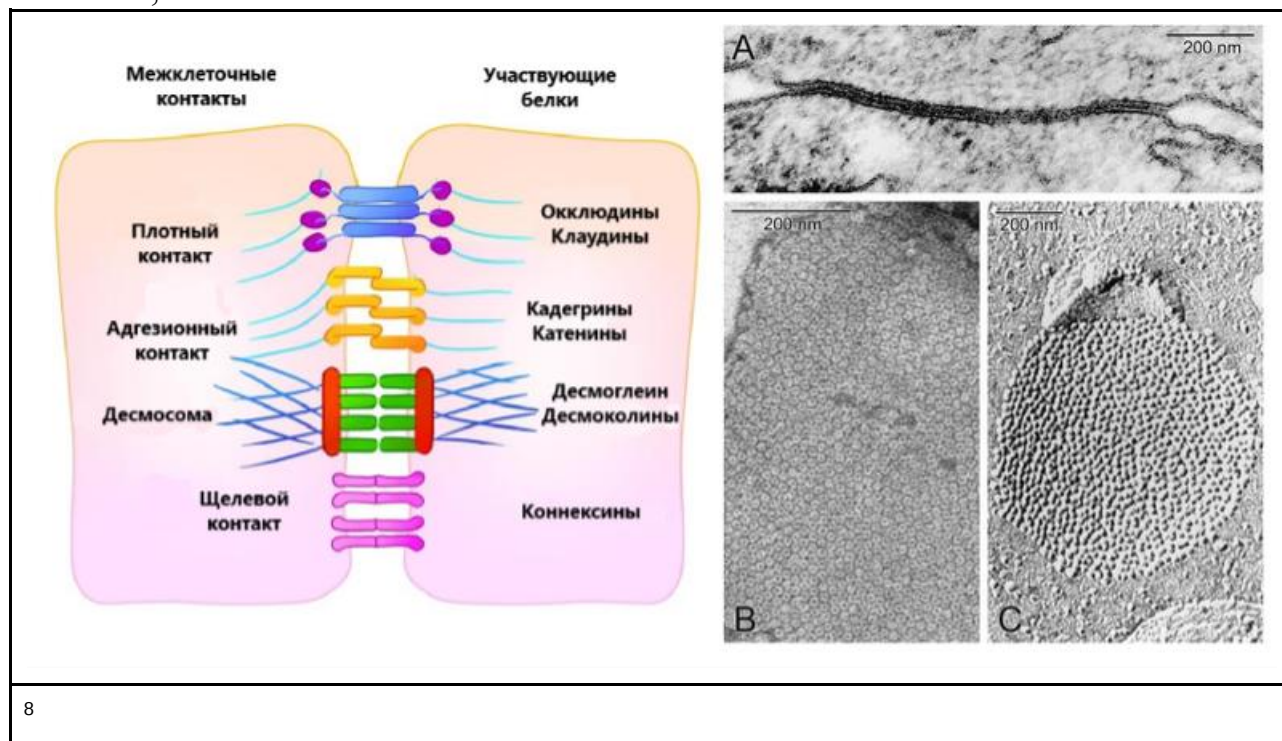
- а) Сокращение мионем, работающее на ионах кальция, натягивает кортекс, увеличивая площадь клетки и увеличивая её парусность.
- б) Расслабление мионем под действием АТФ приводит к провисанию кортекса и активному выталкиванию жидкости из вакуолей.
- в) Сокращение мионем с затратой АТФ сжимает цитоплазму, выталкивая тяжёлые ионы стронция из клетки.
- г) Расслабление мионем позволяет кортексу сжаться, что уменьшает объём клетки и облегчает её.

Ответ: а.

Задание 1.11

В многоклеточных организмах клетки могут быть соединены посредством разнообразных межклеточных контактов (на схеме ниже приведены основные типы контактов, для каждого контакта указаны основные белки, участвующие в его формировании). На фотографии, полученной при помощи электронного микроскопа, запечатлён один из типов клеточных контактов животных.

Основными белками, участвующими в формировании показанного клеточного контакта, являются:



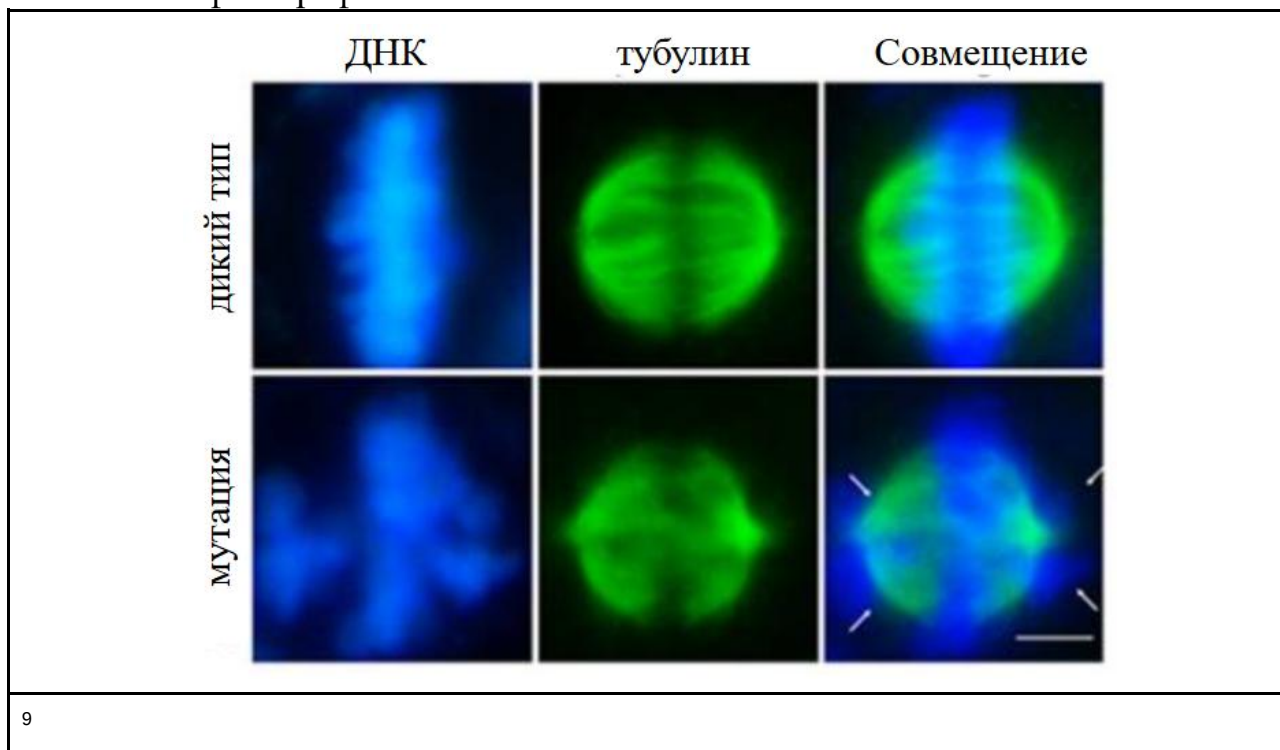
- а) кадгерины
 - б) коннексины
 - в) окклюдины
 - г) десмоколины
- Ответ: б.

⁸ Изображение:

https://drive.google.com/file/d/1i45CsLmuHNaYQ4201SDgl0Ku9K4lQ4pC/view?usp=drive_link

Задание 1.12

На рисунке ниже представлены микрофотографии клеток, окрашенных флуоресцентными красителями на молекулы ДНК (первый столбец) и тубулин (второй столбец). Верхний ряд фотографий показывает клетки дикого типа с нормальным ходом митоза, нижний ряд фотографий показывает клетки с мутацией и нарушением протекания митоза. Укажите, какая стадия митоза показана на фотографиях.

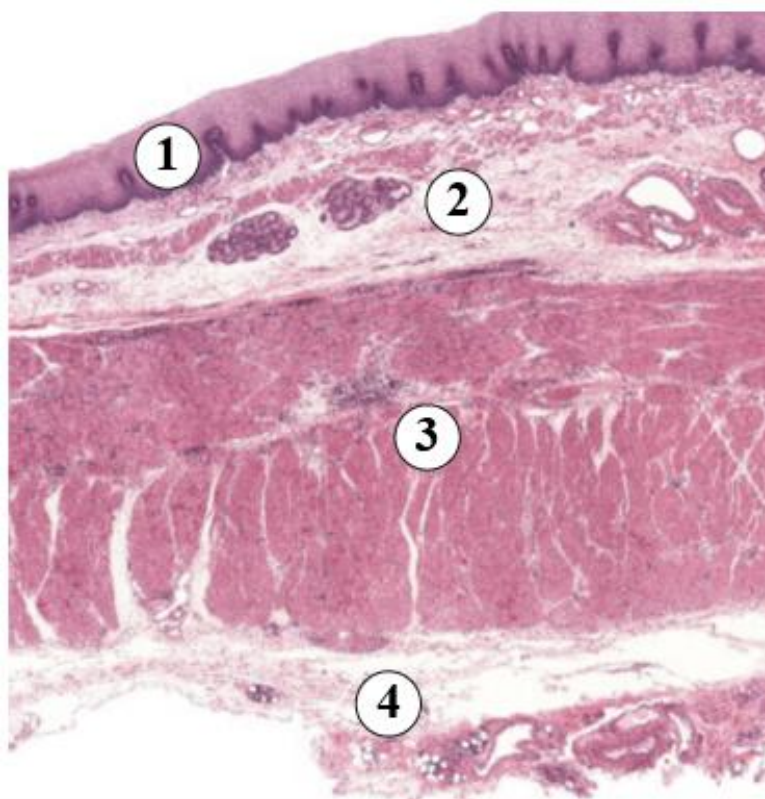


- а) профаза
 - б) анафаза
 - в) метафаза
 - г) телофаза
- Ответ: в.

⁹ Изображение: https://drive.google.com/file/d/1MIYc678d-8t9_4hTEtAxymGlzMYOl7KX/view?usp=drive_link

Задание 1.13

Многие ткани человека способны восстанавливаться. При этом регенерация ткани может быть истинной (когда образуются все те же клетки, что были до повреждения) и ложной (когда ткань меняет свой состав после регенерации). На представленной фотографии гистологического препарата выберите тот слой, который способен к проведению истинной регенерации, если повреждение происходит только в его толще.



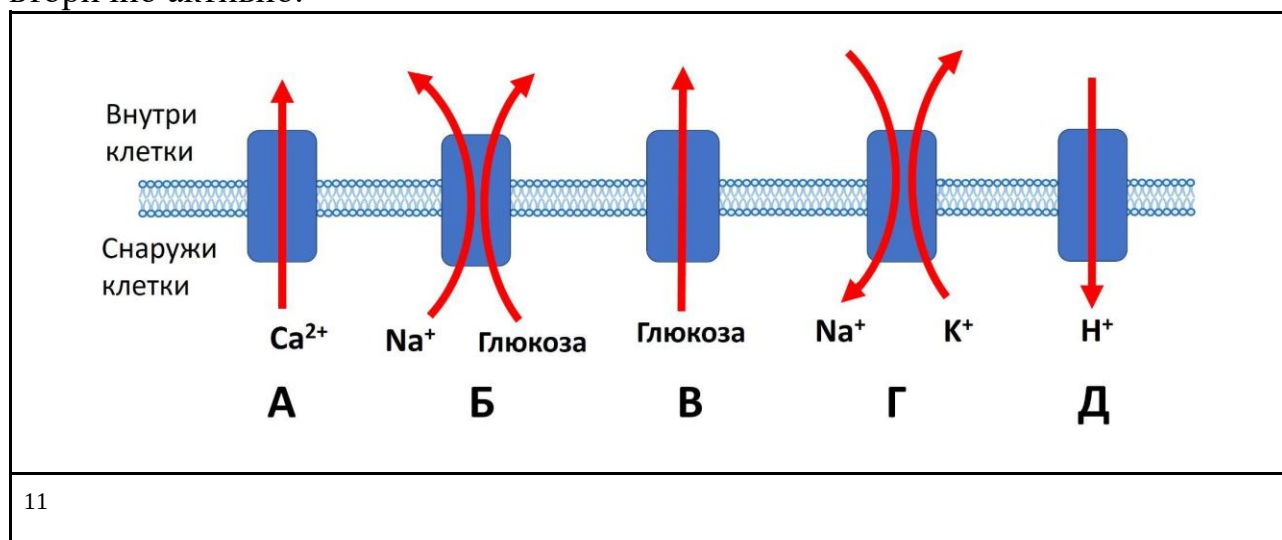
10

- а) 1
 - б) 2
 - в) 3
 - г) ни один
- Ответ: а.

¹⁰ Изображение: <https://disk.yandex.com/i/Lxg56AkCOgmxbQ>

Задание 1.14

Биологические мембраны непроницаемы для ионов и крупных молекул, для их перемещения нужны белки: каналы и транспортёры. Некоторые соединения могут транспортироваться пассивно, по градиенту концентрации или по градиенту заряда. Для перемещения через мембрану других соединений требуется затрата энергии АТФ (первичный активный транспорт) или затрата энергии сформированного заранее электрохимического градиента иона или соединения (вторичный активный транспорт). На рисунке приведены схемы транспорта некоторых ионов и молекул, обозначенные буквами А, Б, В, Г, Д. Укажите, какие из представленных процессов НЕ осуществляются первично или вторично активно.



- а) АБД
б) АВД
в) БГ
г) АВ.
Ответ: г.

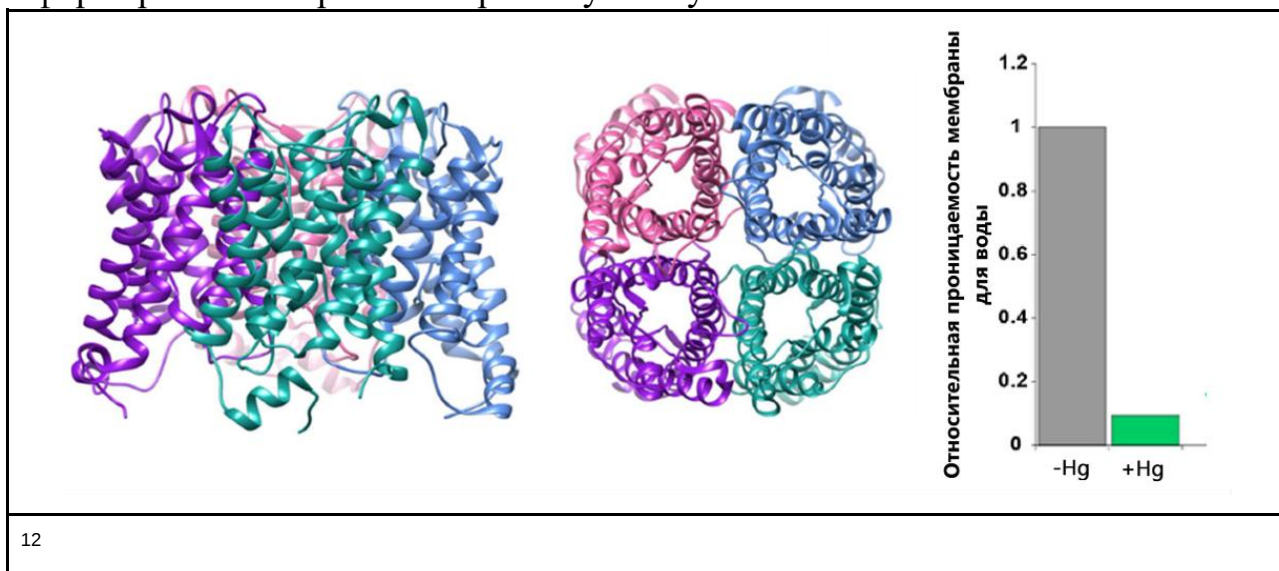
¹¹ Изображение:

https://drive.google.com/file/d/1Ext1nHFsy3Jh1dM74qLdfIfntTmU_gAv/view?usp=sharing

Задание 1.15

В мембранах подавляющего большинства животных клеток можно обнаружить белки аквапорины (структура приведена на рисунке), облегчающие транспорт воды через цитоплазматическую мембрану. Было проведено исследование влияния ионов ртути Hg^{2+} на проницаемость мембраны для воды, результаты которого приведены на рисунке.

На основании полученных результатов можно предположить, что в формировании поры аквапоринов участвуют аминокислотные остатки:



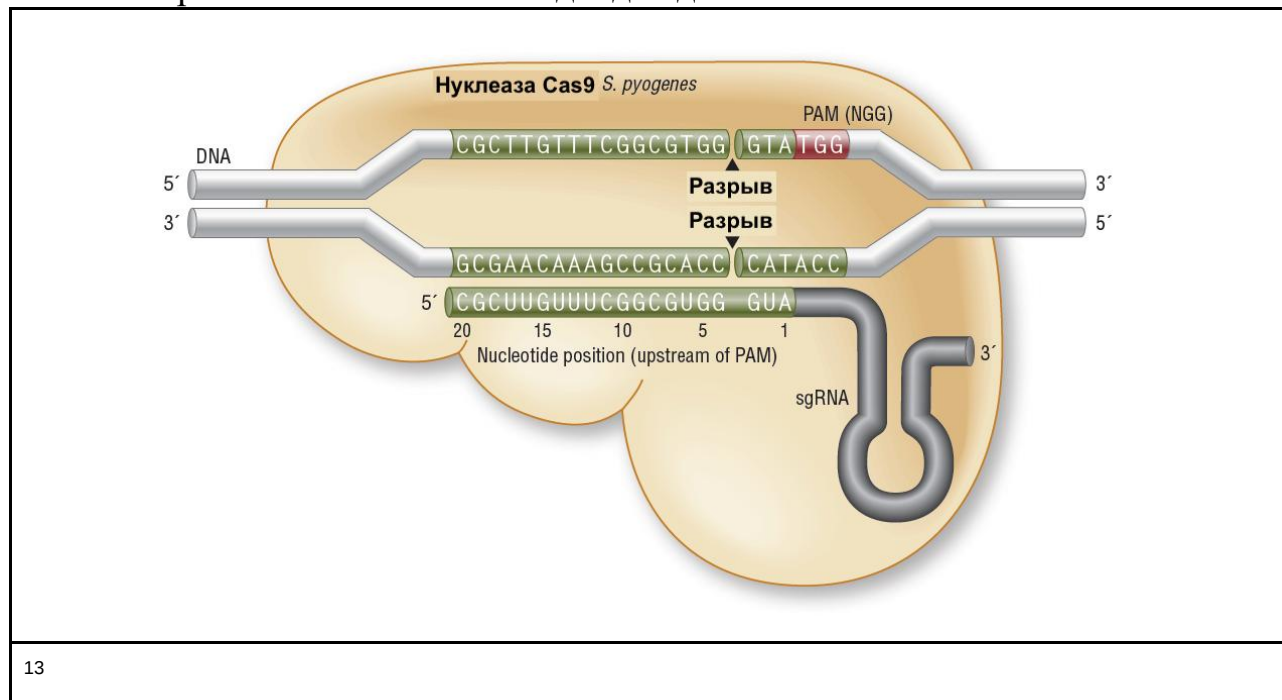
- а) аргинина
б) лейцина
в) фенилаланина
г) цистеина
Ответ: г.

¹² Изображение: https://drive.google.com/file/d/1vG8pr-UK5Ds3_IaZRwnx-TjYu_dy-U5y/view?usp=drive_link

Задание 1.16

Новая технология CRISPR-dCas9 использует каталитически неактивную форму белка Cas9, сшитую с доменом метилтрансферазы. На изображении показано, как классический фермент Cas9 вносит разрывы в молекулу ДНК.

Какое из применений наиболее подходит для этой системы?



- а) создание двунитевых разрывов ДНК
- б) эпигенетическая модификация хроматина
- в) репарация гомологичной рекомбинацией
- г) индукция случайных мутаций

Ответ: б.

Задание 1.17

В одном из своих экспериментов Грегор Мендель вырастил из семян гороха, полученных в результате некоторого скрещивания, взрослые растения. Среди них 372 растения в результате самоопыления производили как жёлтые, так и зелёные семена, а 193 растения производили только жёлтые семена. Какие семена использовались Менделем для проведения данного опыта?

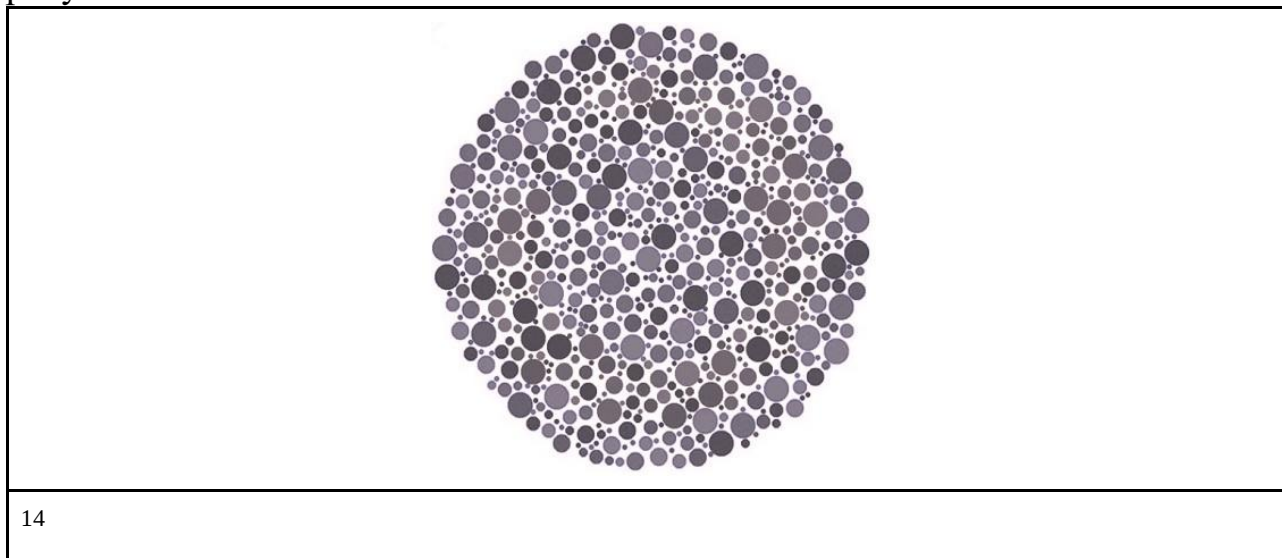
- а) жёлтые, полученные в результате скрещивания растений с жёлтыми и зелёными семенами
- б) зелёные, полученные в результате скрещивания растений с жёлтыми и зелёными семенами
- в) жёлтые, полученные в результате скрещивания растений с жёлтыми семенами
- г) зелёные, полученные в результате скрещивания растений с зелёными семенами

Ответ: в.

¹³ Изображение: https://drive.google.com/file/d/1qrY0nC8L7z5zNfztzLKMpOLb2dli5-Ob/view?usp=drive_link

Задание 1.18

Где локализуется ген, вызывающий нарушение, которое продемонстрировано на рисунке?



- а) X хромосома
- б) Y хромосома
- в) аутосома
- г) митохондрии

Ответ: а.

Задание 1.19

Для работы многих ферментов животного организма необходимы витамины. Они служат кофакторами, без которых фермент не может проводить привычные реакции. Угадать, для какого фермента нужен витамин, бывает довольно сложно, но вы решились это сделать. Известно, что витамин B12 применяют при беременности, анемии и при недостаточном делении клеток. Как вы думаете, для какого из перечисленных ферментов важно наличие витамина B12 в клетке?

- а) ДНК-полимераза
- б) пепсин
- в) каспаза
- г) ревертаза

Ответ: а.

Задание 1.20

В лаборатории вырастили чистую культуру бактерии на среде, содержащей глюкозу, гидрофосфат калия, сульфат магния и агар, поместив чашку Петри в темноту. Какое утверждение об этой бактерии верно?

- а) способна синтезировать нитрогеназу – фермент, фиксирующий молекулярный азот
- б) является облигатным хемосинтетиком
- в) живёт за счёт анаэробного фотосинтеза
- г) окисляет глюкозу только в анаэробной среде

Ответ: а.

Задание 1.21

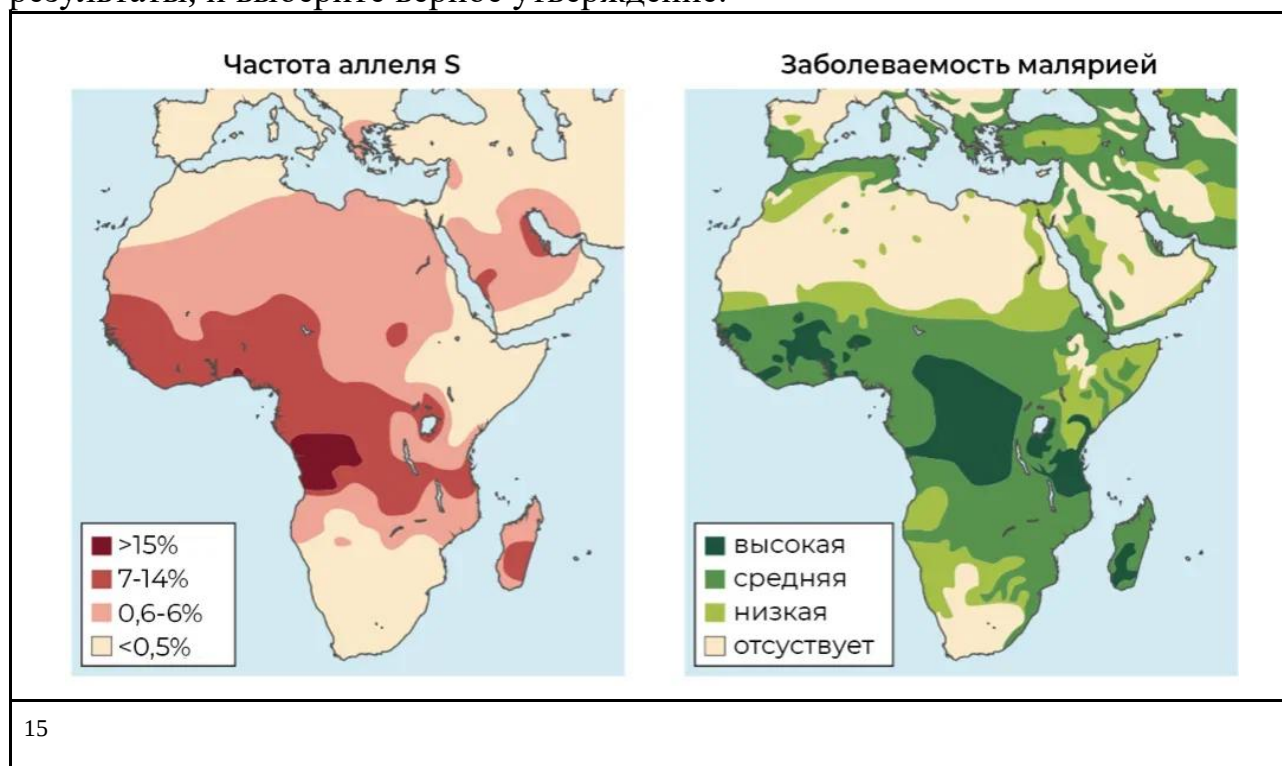
Среди анаэробных организмов есть те, которые живут за счёт брожения, и те, что способны к анаэробному дыханию. Выберите вариант ответа, который описывает лишь одну из этих двух групп организмов.

- а) способны синтезировать АТФ за счёт гликолиза или его аналогов
- б) используют НАДН как переносчик электронов
- в) им необходим внешний акцептор электронов
- г) обычно не обладают ферментами для защиты от активных форм кислорода, таких как перекись водорода

Ответ: в.

Задание 1.22

Эволюционные процессы в популяции почти всегда идут в соответствии с окружающими условиями, и это легко можно увидеть. В 2010 году на африканском континенте было проведено исследование населения на носительство дефектного гена гемоглобина, приводящего к такому состоянию, как серповидно-клеточная анемия. Рассмотрите картинку, иллюстрирующую результаты, и выберите верное утверждение.



- а) серповидно-клеточная анемия не встречается в других регионах планеты
- б) чем выше частота аллеля S, тем выше вероятность заболеть малярией
- в) в африканской популяции действует балансирующий отбор в сторону аллеля S на фоне малярии
- г) в африканской популяции малярия приводит к подавлению аллеля S в популяции

Ответ: в.

¹⁵ Изображение: <https://disk.yandex.com/i/GVAbC8a8tLrMFw>

Задание 1.23

Ниже приведена реконструкция внешнего облика макраухении – представителя группы американских копытных. Эта группа млекопитающих возникла на территории Южной Америки в кайнозое, когда этот материк не имел контактов с остальными материками. Американские копытные претерпели широкую адаптивную радиацию, заняв множество экологических ниш. Выберите верное утверждение.



16

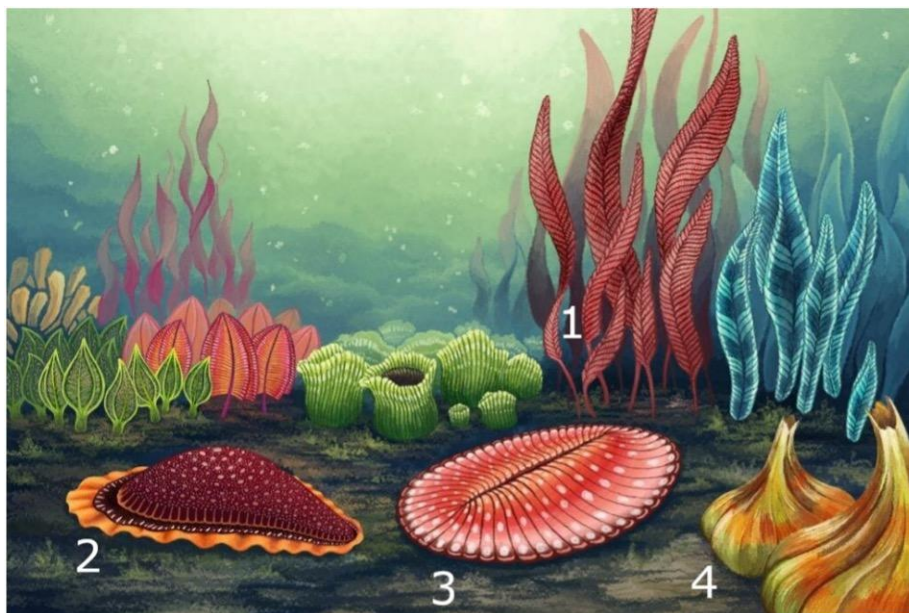
- а) Ближайшими современными родственниками этих организмов являются жвачные парнокопытные.
 - б) Макраухении занимали экологическую нишу, аналогичную современным ламам.
 - в) Заселение Южной Америки млекопитающими произошло после потери контактов этого материка с другими участками суши.
 - г) Снижение разнообразия и последующее вымирание южноамериканских копытных связано в первую очередь с заселением Южной Америки человеком.
- Ответ: б.

¹⁶ Изображение:

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Макраухении#/media/Файл:Macrauchenia_\(reconstruction\).jpg](https://ru.wikipedia.org/wiki/Макраухении#/media/Файл:Macrauchenia_(reconstruction).jpg)

Задание 1.24

На рисунке изображён пейзаж эдиакарского периода, в котором массово появились первые крупные многоклеточные организмы. Как только их открыли, у учёных возникли сложности и вопросы: к какой группе («царству») относятся эти организмы (растения? грибы? животные?). Со временем, благодаря современным методам («молекулярной палеонтологии»), удалось понять, что одна из групп этих организмов всё-таки точно относится к животным. Под каким номером изображено животное?



17

а) 1

б) 2

в) 3

г) 4

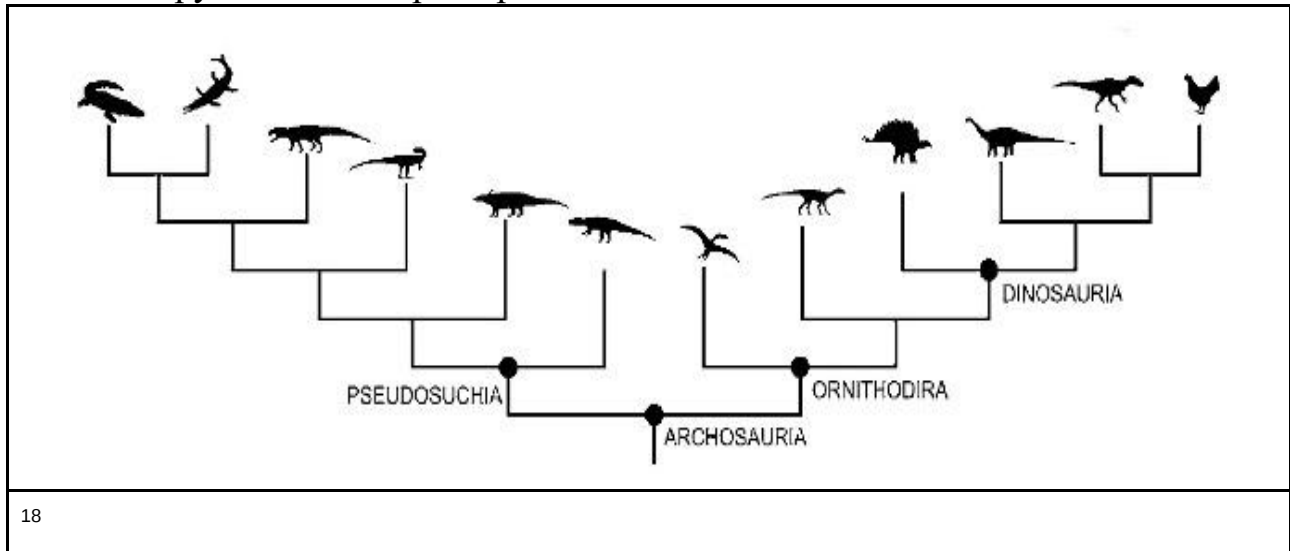
Ответ: в.

¹⁷ Изображение: https://cs14.pikabu.ru/post_img/2024/03/16/10/1710610272227687107.jpg

Задание 1.25

Представители группы архозавры были чрезвычайно разнообразны и многочисленны в мезозое. К современным представителям относятся птицы и крокодилы. В настоящее время принята точка зрения, согласно которой птицы являются группой организмов внутри клады рептилий.

От какой группы динозавров произошли птицы?



- а) Ящеротазовые
 - б) Крокодилообразные
 - в) Птерозавры
 - г) Птицетазовые
- Ответ: а.

¹⁸ Изображение:

https://drive.google.com/file/d/1smkRdzJW_WK2pNQ38iBYDXRTsejn6k3g/view?usp=drive_link

Задание 1.26

Ниже представлен фрагмент файла с расширением pdb. Это расширение используется для хранения в компьютере трёхмерных структур полимеров, таких как белки. Он содержит информацию о взаимном расположении атомов в этих структурах в виде их координат (x, y и z). Внимательно изучив этот файл, укажите, какому аминокислотному остатку принадлежит атом с координатами (15.546, 20.430, 49.235).

АТОМ	150	N	SER	L	22	12.517	21.130	52.926	1.00	26.85	A	N
АТОМ	151	CA	SER	L	22	12.980	21.736	51.685	1.00	26.85	A	C
АТОМ	152	C	SER	L	22	14.207	21.015	51.174	1.00	26.85	A	C
АТОМ	153	O	SER	L	22	14.947	20.411	51.946	1.00	26.85	A	O
АТОМ	154	CB	SER	L	22	13.295	23.218	51.888	1.00	20.68	A	C
АТОМ	155	OG	SER	L	22	12.098	23.978	51.975	1.00	20.68	A	O
АТОМ	156	N	CYS	L	23	14.410	21.072	49.866	1.00	11.97	A	N
АТОМ	157	CA	CYS	L	23	15.546	20.430	49.235	1.00	11.97	A	C
АТОМ	158	C	CYS	L	23	15.959	21.314	48.061	1.00	11.97	A	C
АТОМ	159	O	CYS	L	23	15.104	21.860	47.364	1.00	11.97	A	O
АТОМ	160	CB	CYS	L	23	15.134	19.037	48.771	1.00	27.97	A	C
АТОМ	161	SG	CYS	L	23	16.447	18.091	47.953	1.00	27.97	A	S
АТОМ	162	N	LYS	L	24	17.263	21.499	47.885	1.00	15.87	A	N
АТОМ	163	CA	LYS	L	24	17.792	22.348	46.819	1.00	15.87	A	C
АТОМ	164	C	LYS	L	24	18.954	21.678	46.103	1.00	15.87	A	C
АТОМ	165	O	LYS	L	24	19.934	21.277	46.741	1.00	15.87	A	O

19

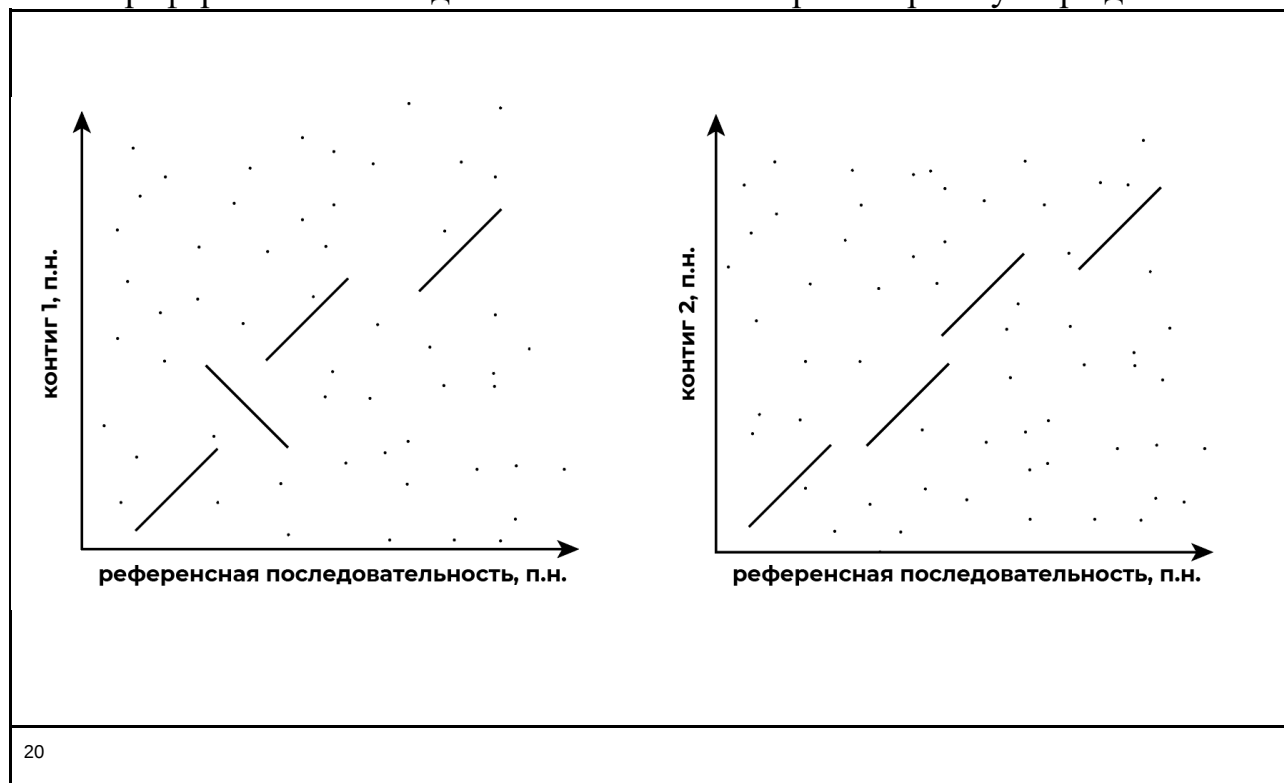
- а) серину
б) цистеину
в) валину
г) лизину
Ответ: б.

¹⁹ Изображение:

https://drive.google.com/file/d/1M--Wq0ZTIXnit8gEM_VEeqs7sKo9TiXg/view?usp=drive_link

Задание 1.27

Для оценки изменения последовательности ДНК в различных организмах в биоинформатике используется метод построения точечного графика выравнивания. Его суть заключается в том, что две последовательности: исследуемая (контиг) и референсная – сравниваются по каждому нуклеотиду по всей длине. Если нуклеотиды совпадают, на графике ставится точка, если не совпадают – не ставится. Перед вами два графика сравнения контигов с одной и той же референсной последовательностью. Выберите верное утверждение.



- а) последовательность контига 1 является более молодой, чем последовательность контига 2
б) выравнивание второго контига проведено с нарушениями и не может быть оценено
в) в последовательностях может находиться мобильный генетический элемент (транспозон)
г) в процессе эволюции последовательность контига 1 разорвалась на части
- Ответ: в

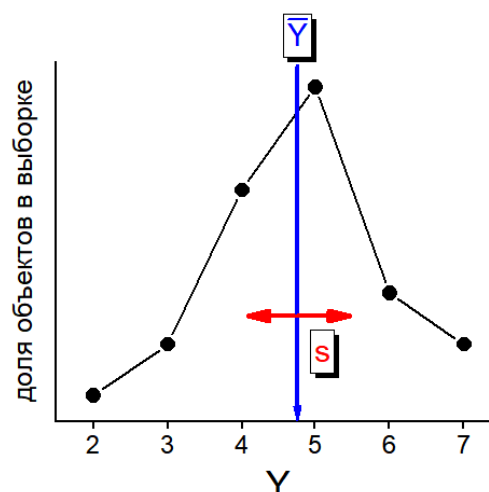
²⁰ Изображение:

https://drive.google.com/file/d/1bMgzQvAWjdkWX7xT1bValKF03bSVJxyO/view?usp=drive_link

Задание 1.28

Статистический критерий – одно из центральных понятий статистики. Он представляет собой некоторое правило, с помощью которого можно протестировать гипотезу, касающуюся результатов эксперимента. Для использования статистического критерия Граббса необходимо выполнить следующие шаги: по значениям Y некоторого параметра, характеризующего выборку размером N , рассчитать значение G (формула для расчёта приведена на рисунке слева; иллюстрация параметров, фигурирующих в формуле, приведена на рисунке справа: $\bar{Y}$ – среднее значение, s – выборочное стандартное отклонение, характеризующее разброс значений выборки, max – максимум); сравнить полученное значение G с табличным значением; принять или отвергнуть гипотезу. Что именно проверяют с помощью критерия Граббса?

$$G = \frac{\max_{i=1, \dots, N} |Y_i - \bar{Y}|}{s}$$



21

- а) подчинение выборочных значений некоторому распределению
- б) равенство математических ожиданий в двух выборках
- в) отсутствие выбросов
- г) независимое наследование двух признаков

Ответ: в.

²¹ Изображение: <https://drive.google.com/file/d/1nC-lZEMMIZRWDqiS9tkPf698Op-3LTM/view?usp=sharing>

Задание 1.29

На станции биологической очистки сточных вод в аэротенках (структуры с аэробной средой) применяют двухступенчатый процесс: сначала органические вещества разлагаются до неорганических, а затем аммонийный азот превращается в нитриты и нитраты. В аэротенке гетеротрофные бактерии, разлагающие органику, и нитрифицирующие автотрофные бактерии косвенно конкурируют друг с другом.

После изменений в технологическом режиме эффективность очистки по БПК (биохимическое потребление кислорода) осталась прежней, но нитрификация почти прекратилась. В результате в очищенной воде накапливался аммонийный азот.

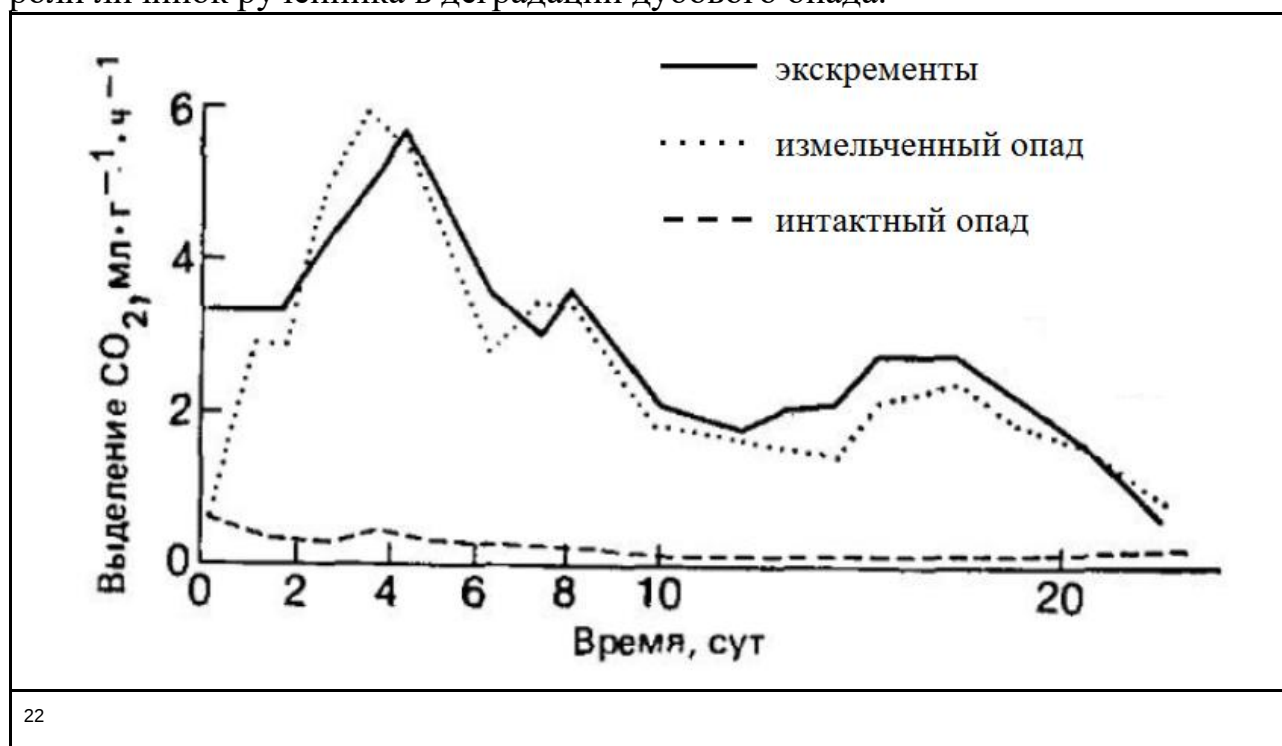
Какое изменение, скорее всего, привело к этому?

- а) Увеличена концентрация растворённого кислорода в аэротенках.
- б) Увеличена доза возвратного активного ила, включающая гетеротрофов и нитрификаторов из вторичных отстойников в аэротенки.
- в) Значительно увеличена нагрузка на сооружения по органическому веществу (повышена концентрация поступающих загрязнений).
- г) Введена ступень предварительной механической очистки для задержания крупных взвесей.

Ответ: в.

Задание 1.30

На схеме ниже представлены результаты эксперимента по изучению активности микроорганизмов, осуществляющих разложение дубового опада в лесу умеренной полосы. Для этого эксперимента учёные выращивали микроорганизмы на трёх субстратах: экскрементах личинки ручейника, питающейся дубовым опадом, измельчённом дубовом опаде и собранном опаде без измельчения. Внимательно изучив полученный график, ответьте на вопрос о роли личинок ручейника в деградации дубового опада.



- а) Личинки ручейника осуществляют первые этапы ферментативного разложения опада, без которых микроорганизмы не способны разрушать его до конца.
- б) Личинки ручейника разлагают органические вещества дубового опада, поставляя микроорганизмам неорганические соединения для фотосинтеза.
- в) Личинки ручейника при питании измельчают дубовый опад, увеличивая площадь его поверхности для микроорганизмов.
- г) Личинки ручейника частично выполняют функцию редуцентов, конкурируя с микроорганизмами за схожие органические вещества листового опада.

Ответ: в.

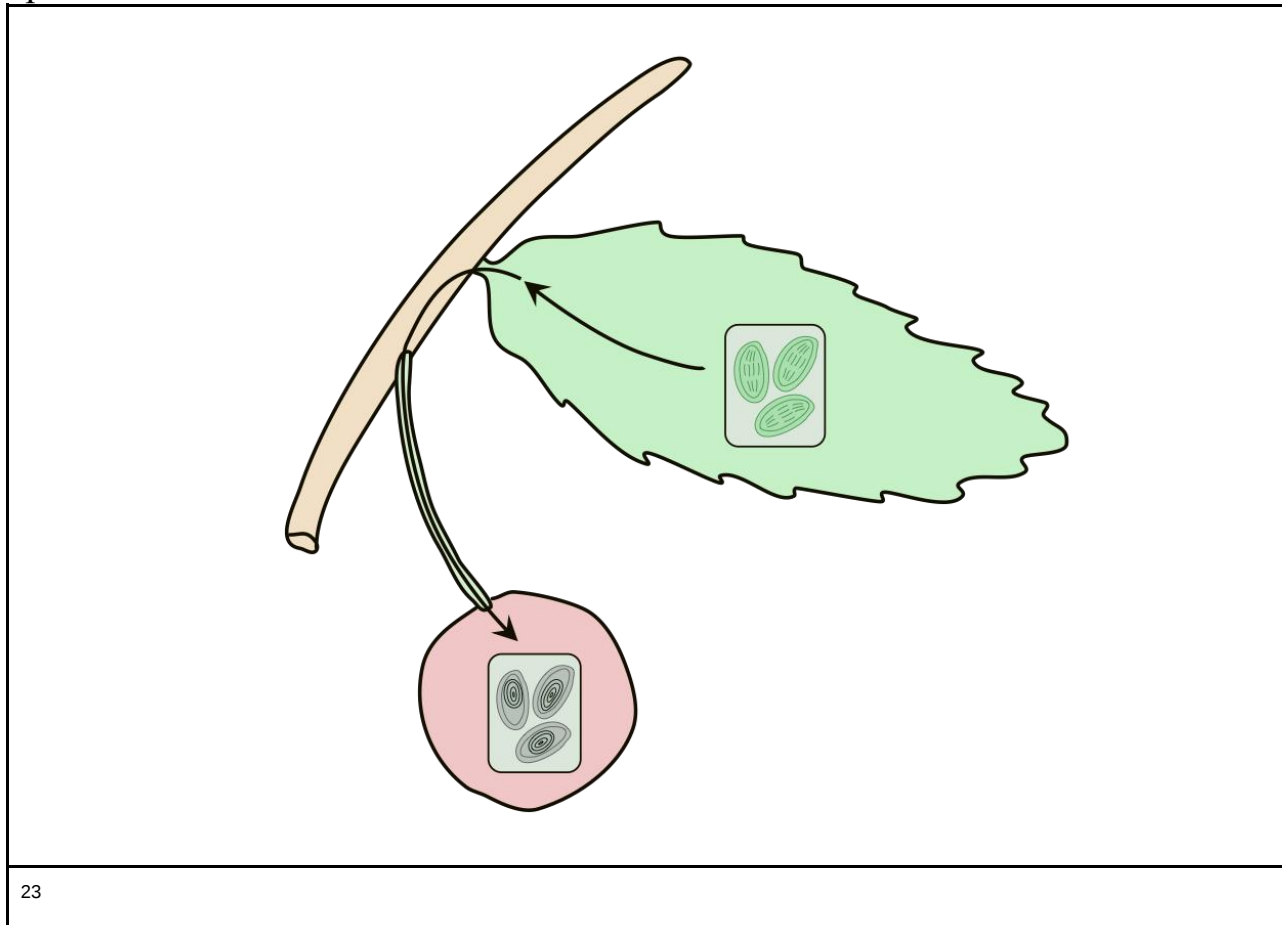
²² Изображение:

https://drive.google.com/file/d/1AScAsabpoiB0R-W_s_l1DLG4QobEVQa_/view?usp=drive_link

Задание 1.31

В ходе созревания сочных плодов у цветковых растений большое количество углеводов образуется в ходе фотосинтеза в мезофилле листьев генеративных побегов. Далее углеводы транспортируются по стеблю и накапливаются в клетках околоплодника.

Какой тип клеток не будет принимать участие в перемещении углеводов в этом процессе?



- а) клетки-спутницы в листе
б) трахеиды в стебле
в) членики ситовидных трубок в плоде
г) клетки-спутницы в околоплоднике
- Ответ: б.

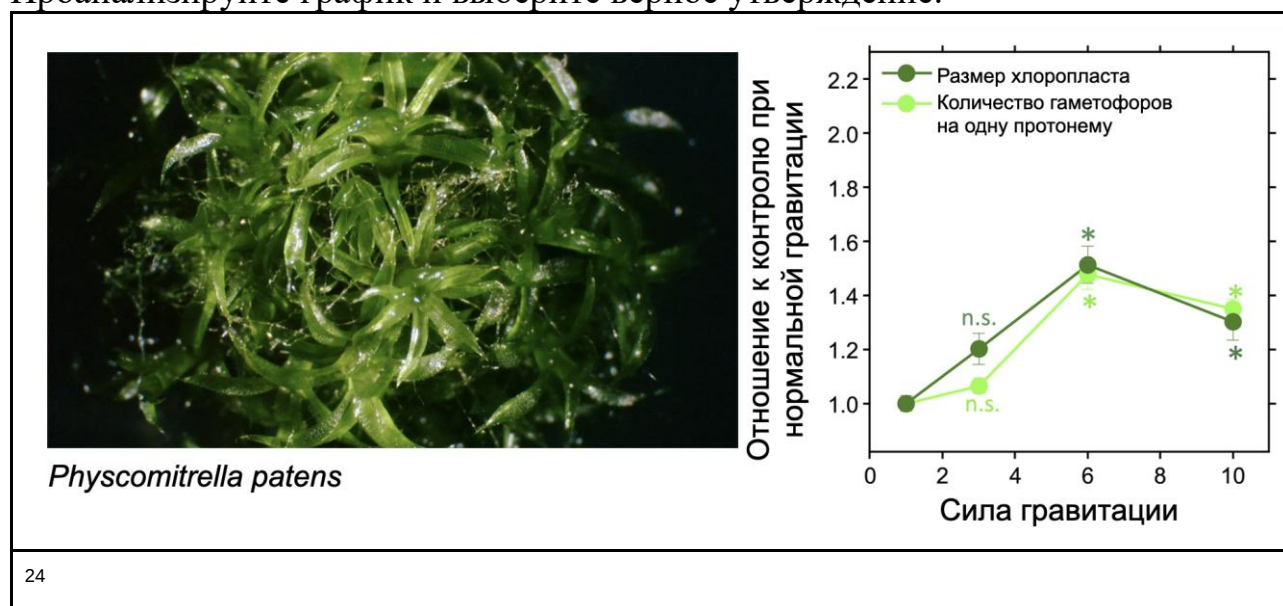
²³ Изображение: https://drive.google.com/file/d/1mFBQZ0c8UaPPGAjvcz-aAp1nYErJgDa/view?usp=drive_link

Задание 1.32

Совсем недавно выяснили, что мхи, выращенные при повышенном значении силы гравитации, растут быстрее тех растений, которые испытывали земные значения силы притяжения! Исследование провели на модельном мхе фискомитрелла. Одну группу растений (контроль) выращивали при нормальной гравитации в стационарной камере, вторую группу (опыт) выращивали во вращающейся камере, закреплённой на центрифуге. Благодаря вращению центрифуги возникала центробежная сила, которая имитировала повышенную силу гравитации.

У фискомитреллы измерили размеры хлоропластов и количество листостебельных побегов (называемых также гаметофорами) на каждой протонеме. Результаты измерений представлены в виде графика.

Проанализируйте график и выберите верное утверждение.



24

а) Суммарная площадь поверхности хлоропластов у одного растения фискомитреллы при разных значениях силы гравитации остаётся постоянной или меняющейся незначительно и ненаправленно.

б) Результат этого исследования показывает, что в процессе выхода предков высших растений на сушу, скорее всего, не происходило изменение площади поверхности хлоропластов на единицу площади поверхности тела.

в) При увеличении силы притяжения возрастающий размер хлоропластов повышает скорость поглощения углекислого газа в расчёте на одну клетку гаметофита.

г) Из результатов анализа следует, что скорость дыхания каждой клетки также должна увеличиваться с возрастанием силы гравитации.

Ответ: в.

²⁴ Изображение:

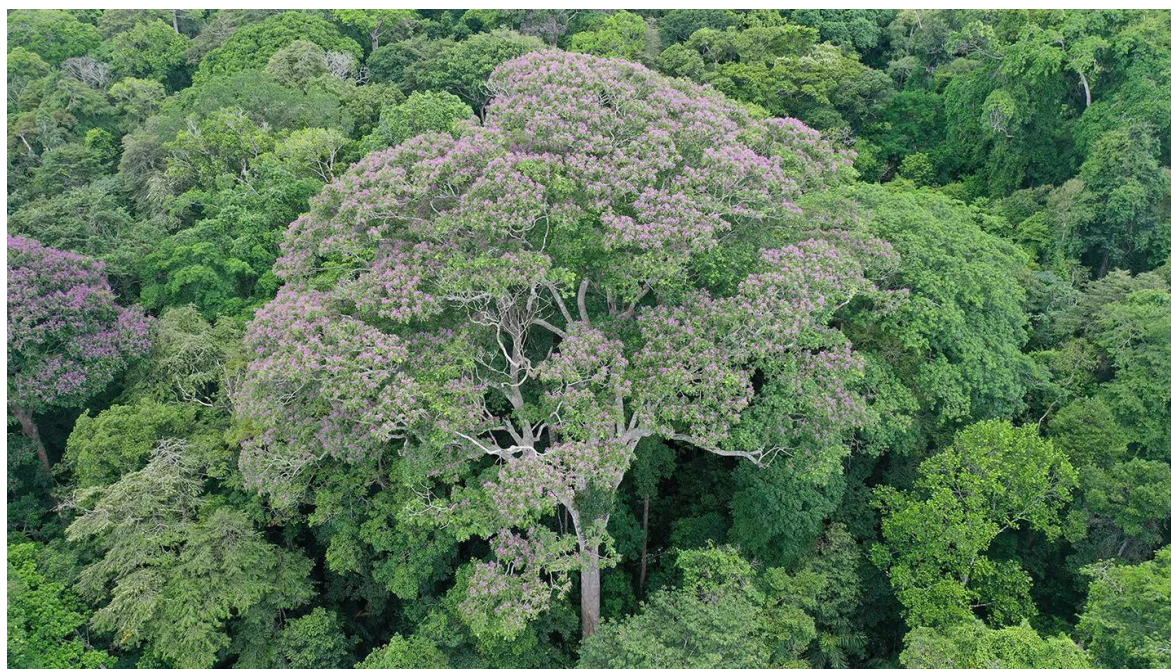
https://drive.google.com/file/d/1_yKJPxdUGykcXl_CDZ6jUAh4GxNSr12/view?usp=drive_link

Задание 1.33

Высокие бобовые растения диптериксы (*Dipterix oleifera*) из влажных тропических лесов Центральной и Южной Америки имеют раскидистую крону и могут достигать в высоту 55 м. Они дорастают до самого высокого яруса леса и часто подвергаются ударам молний.

Недавно проведённое исследование показывает, что среди других видов растений влажного тропического леса выживаемость диптериксов самая высокая – из пяти деревьев, повреждённых молнией, все пять выжили. Причём эти пять особей диптериксов очистились от паразитов и получили больше пространства в верхнем ярусе благодаря гибели конкурентов и паразитических лиан, растущих на них.

Какая адаптация в структуре и жизнедеятельности может помочь диптериксам переживать удары молний?



25

- а) Диптериксы откладывают в клеточные стенки оксид кремния, чтобы снизить вероятность возгорания тканей.
- б) Для восстановления кроны после удара молнии диптериксы должны обладать большим количеством спящих почек.
- в) Листья диптерикса должны быть покрыты толстым слоем кутикулы, чтобы снизить вероятность воспламенения листовой пластинки.
- г) Живые ткани кроны должны синтезировать и накапливать высокие концентрации эфирных масел, чтобы предотвратить воспламенение побеговой системы.

²⁵ Изображение: https://avatars.dzeninfra.ru/get-zen_doc/271828/pub_67f3eb44148ce5610bc79637_67f3fa785f093e32cc6776ea/scale_1200

Ответ: б.

Часть 2

Вам предлагаются тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 1 до 5). Ваше решение относительно каждого (выбор, верен данный вариант ответа или нет) оценивается в 2 балла. За ошибочное решение вычитается 2 балла. Минимальное количество баллов за каждое задание – 0. Максимальный балл – 10.

Задание 2.1

В теплицах формируется особый микроклимат благодаря тому, что ограничено движение воздуха и затруднено рассеивание тепла, приносимого солнечным излучением.

Выберите верные утверждения об особенностях жизнедеятельности тепличных растений по сравнению с теми же видами растений, выращиваемыми в открытом грунте.



26

- а) Скорость транспирации у растений закрытой теплицы при высокой относительной влажности воздуха ниже, чем у растений открытого грунта.
- б) Процент успешности опыления у ветроопыляемых растений, выращенных в теплице, будет ниже, чем у ветроопыляемых растений открытого грунта.
- в) Растения теплицы за вегетационный период реже активируют гены, ответственные за устойчивость к отрицательным температурам.
- г) В закрытой теплице благодаря нагреванию почвы скорость разложения органических веществ выше, чем в открытом грунте поэтому тепличные растения имеют дополнительный источник углекислого газа для прироста биомассы.
- д) Растения теплицы при нормальном увлажнении грунта реже испытывают необходимость закрывать устья в полдень.

Ответ: а, б, в, г, д.

²⁶ Изображение: https://img.pravda.ru/image/preview/article/2/3/9/2199239_amp.jpeg

Задание 2.2

При анализе белковых последовательностей биоинформатики используют выравнивания – сопоставления аминокислотных последовательностей разных белков. Для оценки качества выравнивания применяются специальные матрицы замен: каждой паре аминокислот сопоставляется числовое значение (*score*). Сумма этих значений даёт общий *score* выравнивания и показывает, насколько оно вероятно с точки зрения эволюции.

На рисунке представлены фрагмент матрицы замен и три варианта выравнивания.

	A	V	L	G
A	4	0	-1	0
V	0	4	2	-2
L	-1	2	4	-3
G	0	-2	-3	5

Выравнивание 1:

ALGA
VLGL

Выравнивание 2:

ALGA
LVAG

Выравнивание 3:

ALGA
AVLV

27

Подсчитайте для каждого выравнивания оценку и выберите верное утверждение.

- а) Score выравнивания 1 равен +13
- б) Score выравнивания 2 равен +1
- в) Score выравнивания 3 равен +3
- г) Наилучшее выравнивание по score – выравнивание 1
- д) Если замене сопоставлен положительный score, это значит, что такая замена в эволюции встречается сравнительно часто.

Ответ: б, в, г, д.

Задание 2.3

Хемосинтез – процесс синтеза органики из углекислого газа за счёт энергии окисления неорганических веществ, к которому способны только прокариоты. Какие вещества могут служить донорами электронов при хемосинтезе?

- а) молекулярный водород
- б) углекислый газ
- в) молекулярный кислород
- г) нитраты
- д) сероводород

Ответ: а, д.

²⁷ Изображение: https://drive.google.com/file/d/1nO1R1Yn1VtwYp_AFEe-2jjlUFTopRGZc/view?usp=sharing

Задание 2.4

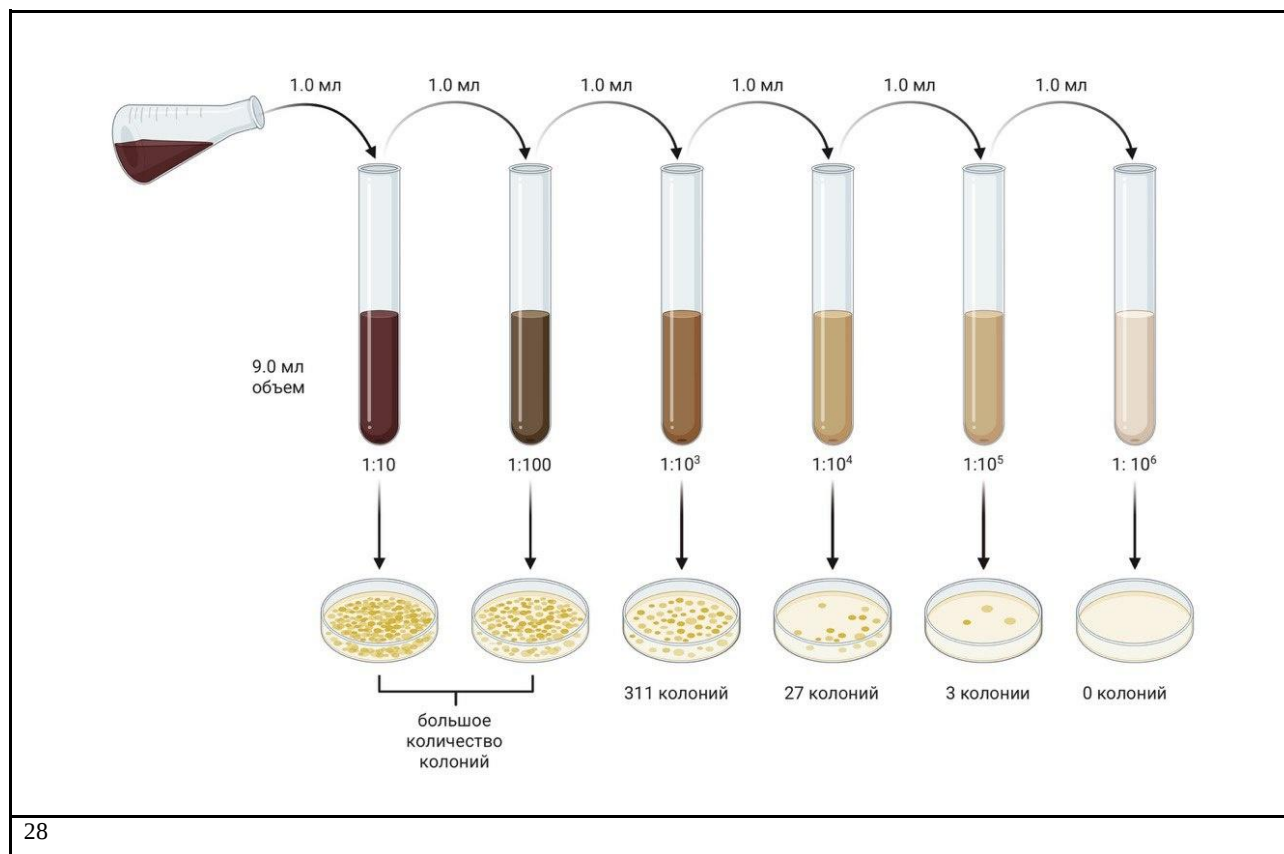
На рисунке изображён классический в микробиологии метод предельных разведений, который часто используют для мониторинга численности микроорганизмов. Если в образце (например, в почве) слишком много бактерий, на чашке Петри они сливаются в «ковёр» и посчитать колонии невозможно. Последовательные десятикратные разведения уменьшают число клеток в 10 раз на каждом шаге, чтобы получить отдельные колонии, которые можно посчитать. В ряду показаны пробирки с различными разведениями 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} и 10^{-6} (цвет всё бледнее при большем разведении). Под каждой пробиркой – чашка Петри с результатом посева 1 мл соответствующего разведения с приблизительным количеством колоний.

Для расчёта численности микроорганизмов часто используют чашки с 10–200 колониями. Оценивают по следующей формуле:

КОЕ/мл (исходной пробы) = $N \times 10^d / V$, где N – число колоний на чашке, d – степень разведения (например, $d=4$ для 10^{-4}), V – объём посева в мл (здесь $V=1$ мл, значит, просто $N \times 10^d$).

Для справки: КОЕ (колониеобразующая единица) – это одна жизнеспособная клетка, которая даёт видимую колонию. КОЕ/мл – оценка числа жизнеспособных клеток в 1 мл исходной пробы.

Выберите верные утверждения.



²⁸ Изображение <https://disk.yandex.ru/i/CgPKyX0olg8IYQ>

- а) Для расчёта КОЕ выбирают чашки с 10–200 колониями здесь подходит разведение 10^{-4} , а 10^{-3} , 10^{-5} и 10^{-6} – не подходят.
- б) Если высевали 1 мл, то оценка исходной концентрации по 10^{-5} составляет примерно 3×10^6 КОЕ/мл.
- в) Между соседними разведениями число колоний уменьшается примерно в 10 раз, что видно по количеству колоний при разведениях 10^{-4} и 10^{-5} .
- г) Для расчёта КОЕ можно сложить колонии с чашек разных разведений (например, 10^{-4} и 10^{-5}).
- д) Если на разведении 10^{-5} всего ~3 колонии, значит, исходная проба содержит примерно 3 КОЕ/мл учитывать коэффициент разведения не требуется.

Ответ: а, в.

Задание 2.5

Для того чтобы проводить эксперименты и выдвигать гипотезы, учёные статистически обрабатывают большое количество данных. Все эти данные численные, но при изучении человеческого организма нигде эти числа взять нельзя, если не прибегнуть к специальным методам исследования. Из приведённых ниже методов выберите те, которые позволяют посмотреть скорость изменения объёма изучаемых объектов.

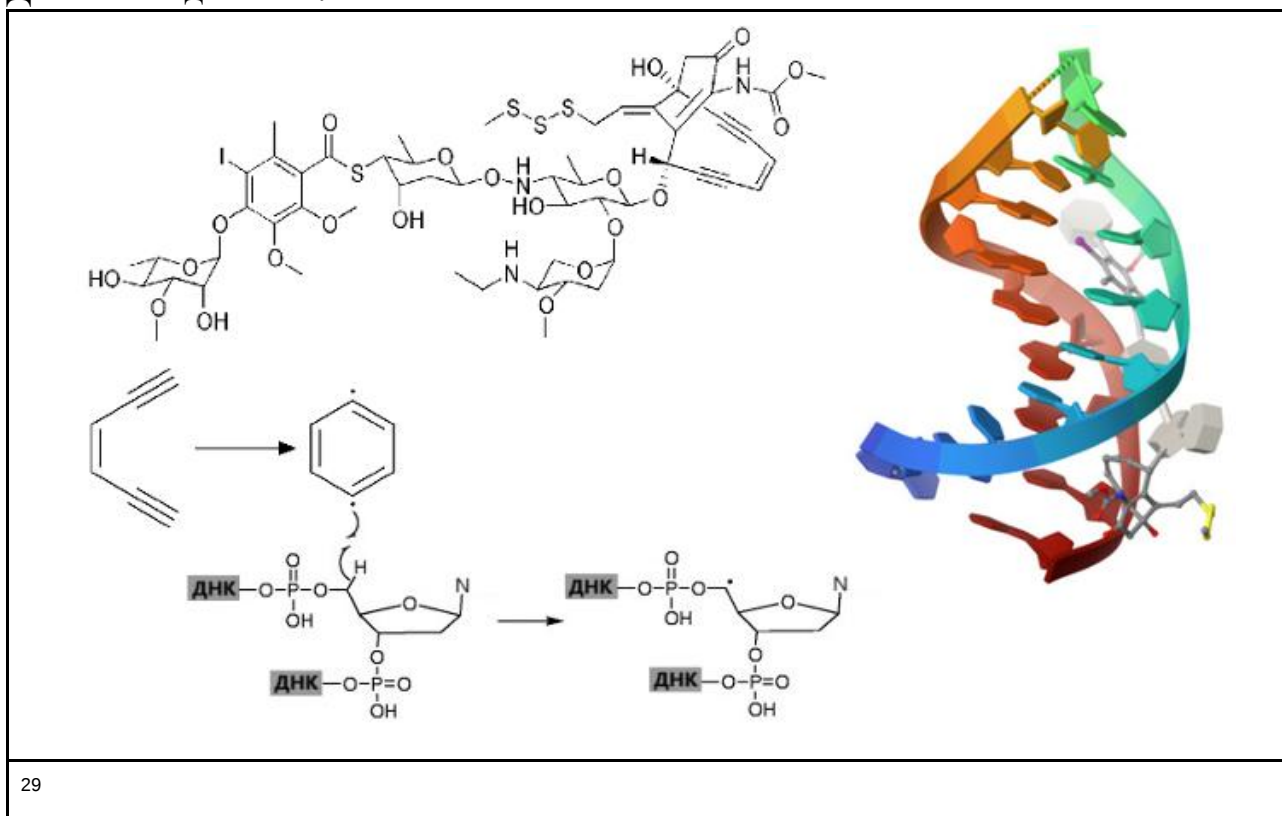
- А) спирометрия
Б) эхокардиография
В) пищеводная манометрия
Г) электрокардиография
Д) аускультация лёгких

Ответ: а, б

Задание 2.6

На рисунке ниже изображена структура одного антибиотика, схема его связывания с ДНК, а также реакция, протекающая с его фрагментом.

Данное соединение:



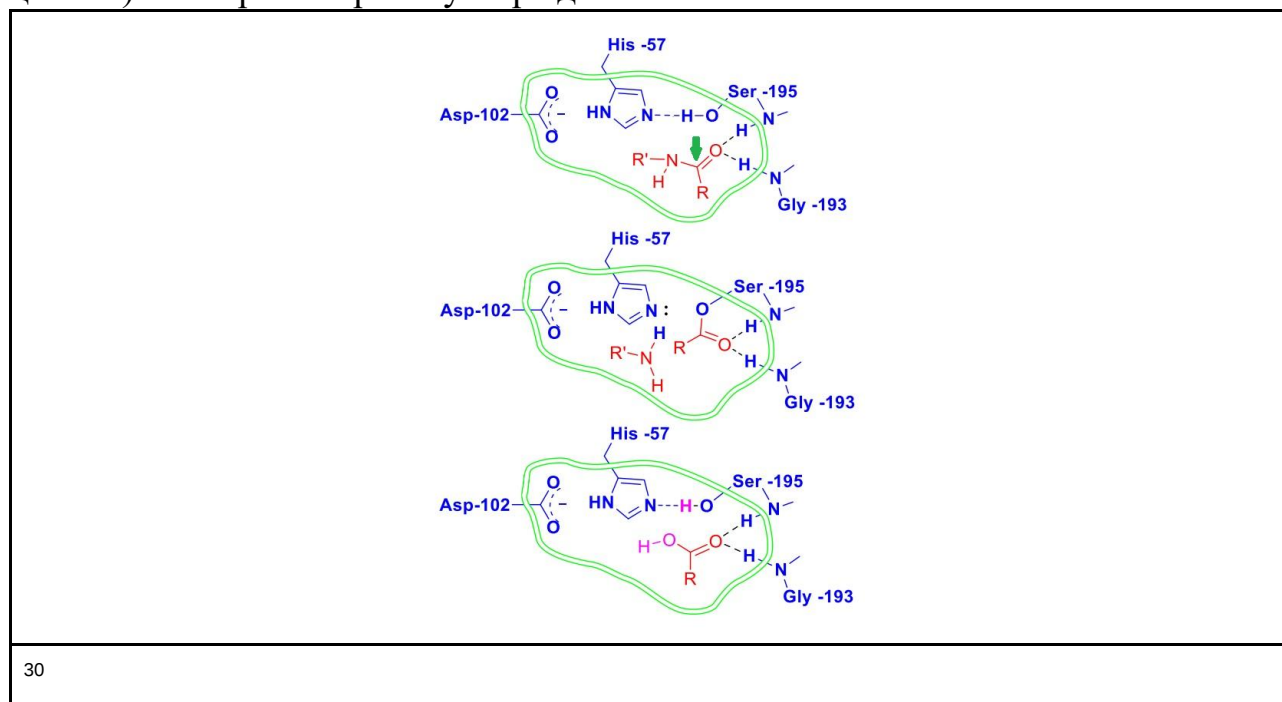
- а) связывается с малой бороздкой ДНК
 - б) вызывает образование разрывов сахарофосфатного остова ДНК
 - в) провоцирует дезаминирование азотистых оснований
 - г) вызывает окисление азотистых оснований
 - д) токсично для здоровых клеток человека
- Ответ: а, б, д.

²⁹ Изображение:

https://drive.google.com/file/d/1LWcVLHlHV5Z3SOV9GP_Gac0kmHnHOeFE/view?usp=drive_link

Задание 2.7

На рисунке приведены стадии реакции, катализируемой некоторым ферментом (его активный центр обозначен зелёными линиями, а субстрат – красным цветом). Выберите верные утверждения.



- а) Атом, обозначенный зелёной стрелкой, является электрофилом.
 - б) Данный фермент относится к классу оксидоредуктаз.
 - в) В ходе катализа данный фермент образует ковалентную связь с субстратом.
 - г) Замена остатка серина-195 на аланин, скорее всего, вызовет значительное увеличение скорости реакции.
 - д) Боковые группы данного фермента участвуют в распознавании групп R и R'.
- Ответ: а, в, д.

Задание 2.8

Чувство кворума – механизм регуляции экспрессии генов в зависимости от плотности популяции, широко распространённый у прокариот, но также известный для эукариот. Известно, что чувство кворума может быть основой для межвидового взаимодействия. Какие из перечисленных процессов наиболее вероятно будут регулироваться по пути чувства кворума?

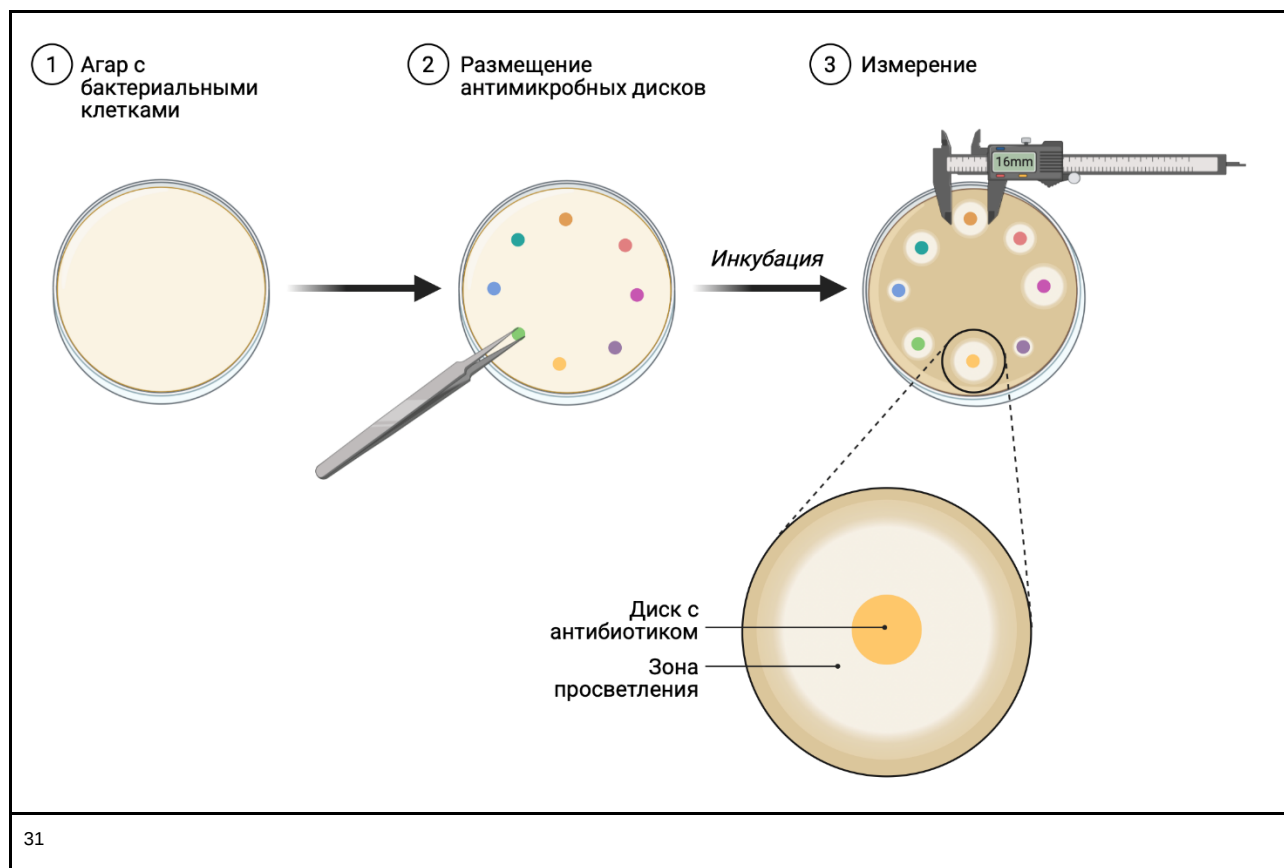
- а) синтез РуБисКо (ключевой фермент цикла Кальвина) у цианобактерий
- б) синтез факторов вирулентности условно-патогенных бактерий
- в) образование биопленок (общность клеток микроорганизмов, погружённых в единый матрикс и прикреплённых к какой-либо поверхности)
- г) синтез волютина (запасной полифосфат) лактобактериями
- д) синтез каротиноидов аноксигенными фотосинтетиками

Ответ: б, в.

³⁰ Изображение: https://drive.google.com/file/d/1fve8vMGhRjCymEYzkROELL-L-cgqsvcZ/view?usp=drive_link

Задание 2.9

На картинке изображён протокол стандартной микробиологической процедуры. В чашку Петри заливают тёплый раствор агар-агара с культурой бактерий и оставляют застывать. На твёрдый агар пинцетом помещают антимикробные диски, смоченные раствором антибиотика, и оставляют на два дня. В результате вокруг дисков можно наблюдать светлые зоны. Выберите верное(-ые) утверждение(-я).



- а) Диаметр светлой зоны (зоны задержки роста) показывает чувствительность тест-микроба к антибиотику: чем шире зона, тем менее эффективно лекарство.
- б) Метод направлен на полную стерилизацию чашки Петри, и наличие любой зоны задержки роста вокруг диска указывает на неудачу эксперимента.
- в) Размер зоны задержки роста не зависит от температуры и времени инкубации, так как диффузия антибиотика в агаре завершается в первые часы после установки дисков.
- г) Светлая зона формируется из-за диффузии антибиотика из диска в агар и подавления роста бактерий. Ширина зоны зависит от молекулярной массы препарата и его способности проникать в плотную среду.
- д) В светлой зоне концентрация антибиотика постоянна и равна минимальной подавляющей концентрации (МПК) для конкретного микроорганизма.

Ответ: г.

³¹ Изображение: <https://disk.yandex.ru/i/ССАКТiYqTkST3A>

Задание 2.10

Выберите все характеристики, которые применимы к эпигенетическому наследованию.

- а) передаётся через митотические деления
- б) всегда связано с изменениями в последовательности ДНК
- в) может быть связана с метилированием ДНК
- г) может быть обратимым под действием факторов среды
- д) наследуется согласно законам Менделя

Ответ: а, в, г.

Задание 2.11

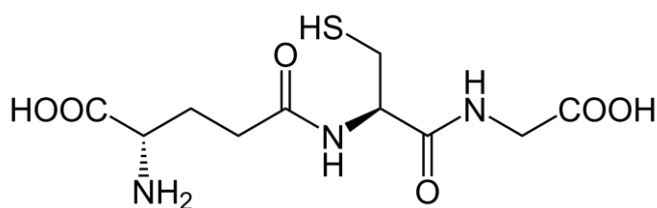
На сегодняшний день многие производители сладких напитков и изделий отказались от добавления в свои продукты сахара и перешли на использование искусственных подсластителей. Эти подсластители меньше влияют на уровень сахара в крови и обладают пониженной калорийностью. Из перечисленных ниже подсластителей выберите те, которые являются производными углеводов, то есть наиболее близки к углеводам по своему строению.

- а) аспартам
- б) сукралоза
- в) маннитол (многоатомный спирт аналог маннозы)
- г) ацесульфам калия
- д) стевииол-гликозиды

Ответ: б, в, д.

Задание 2.12

Приведённая формула описывает трипептид, играющий важную роль в поддержании редокс-статуса клетки. Выберите верные утверждения, описывающие его структуру и свойства.



32

- а) Это соединение состоит только из протеиногенных аминокислот.
- б) В условиях физиологических значений pH трипептид заряжен положительно.
- в) Эта молекула способна к обратимому окислению.
- г) Все пептидные связи в данном трипептиде образованы с участием аминогрупп и карбоксильных групп при α -атоме углерода.
- д) Человек нуждается в поступлении этого соединения с пищей и не может синтезировать его самостоятельно.

Ответ: а, в, д.

³² Изображение: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Глутатион#/media/Файл:Glutathion.svg>

Задание 2.13

Уникальная асимметрия камбал, у которых оба глаза находятся на одной стороне тела, долгое время считалась аргументом против теории постепенной эволюции путём естественного отбора. Оппоненты Ч. Дарвина утверждали, что такое строение не могло возникнуть постепенно, так как промежуточные стадии (например, рыба с частично смещённым глазом) были бы нежизнеспособны. Недавно были открыты и описаны ископаемые рода *Amphistium* и *Heteronectes*. Анализ их строения показал, что это – «недостающее звено», переходная форма между симметричными рыбами и современными камбалообразными. На рисунке представлена упрощённая кладограмма, иллюстрирующая родственные связи между таксонами:

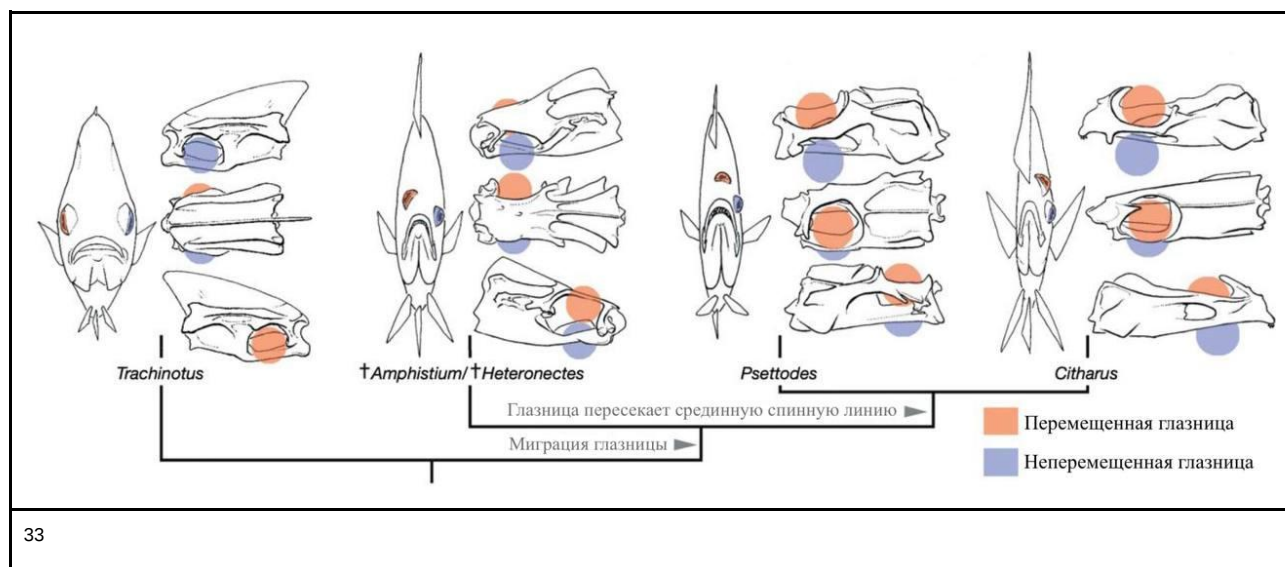
Trachinotus: симметричная рыба, исходное состояние.

Amphistium / *Heteronectes*: вымершая переходная ископаемая форма.

Psettodes: самая примитивная из ныне живущих камбал.

Citharus: более продвинутая современная камбала.

Что открытие ископаемых родов *Amphistium* и *Heteronectes* означает для эволюционной теории?



³³ Изображение: <https://drive.google.com/file/d/1fYR6Gjk7D-p5bikXKh6FgCOYcAcuGjhn/view?usp=sharing>

- а) Открытие подтверждает, что сложные признаки, такие как асимметрия черепа камбал, действительно могли сформироваться в результате последовательных мелких изменений, закрепляемых естественным отбором.
 - б) Обнаружение переходных форм с неполной миграцией глаза является веским палеонтологическим доказательством в пользу постепенного характера эволюции камбал.
 - в) Данное открытие подтверждает гипотезу о внезапном (сальтационном) возникновении асимметрии у камбал, например, в результате единичной макромутации.
 - г) *Amphistium* является прямым предком всех современных камбалообразных, что доказывает линейный характер эволюции.
 - д) Это открытие доказывает, что современные камбалы (*Psettodes*, *Citharus*) произошли непосредственно от рыб рода *Trachinotus*, миновав другие этапы.
- Ответ: а, б.

Задание 2.14

Увеличение каких показателей популяции будет приводить к увеличению численности этой популяции?

- а) рождаемости
- б) смертности
- в) эмиграции
- г) иммиграции
- д) эффективности уничтожения хищником

Ответ: а, г.

Задание 2.15

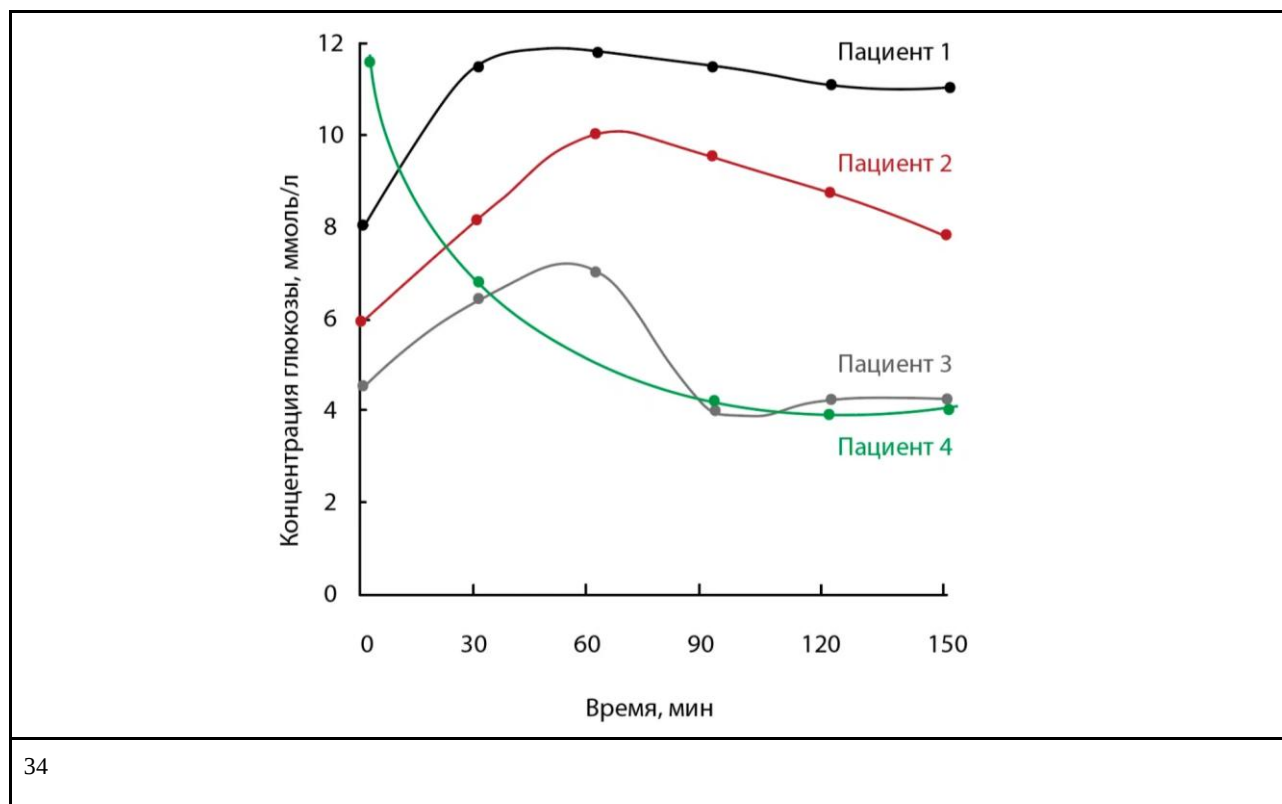
Выберите все процессы, в которых принимает участие РНК-полимераза II у эукариот.

- а) Синтез мРНК
- б) Синтез рРНК
- в) Синтез микроРНК
- г) Синтез длинных некодирующих РНК
- д) Синтез тРНК

Ответ: а, в, г.

Задание 2.16

Для определения толерантности к глюкозе может проводиться тест с построением кривой концентрации глюкозы в крови испытуемого. Для этого его просят выпить раствор глюкозы или вводят его внутривенно. После этого у испытуемого определяют концентрацию глюкозы в крови при помощи глюкометра. Ниже представлены графики концентрации глюкозы в крови 4 пациентов, прошедших данное исследование. Выберите верные утверждения.



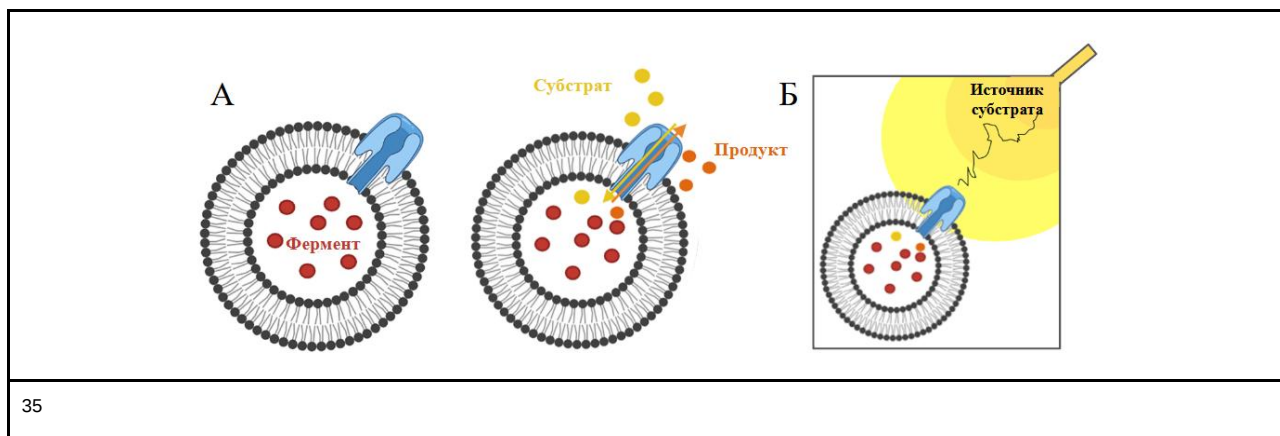
- а) Пациент 4 получал глюкозу внутривенно.
- б) Пациент 3 имеет низкую толерантность к глюкозе.
- в) Пациент 1 страдает от сахарного диабета.
- г) Пациент 2 страдает от несахарного диабета.
- д) Результат пациента 3 может расцениваться как близкий к норме.

Ответ: а, в, д.

Задание 2.17

В недавнем исследовании ранней эволюции клетки учёные создали искусственную липидную везикулу, заполненную ферментом и содержащую в мембране одну белковую пору, свободно пропускающую субстрат этого фермента и продукт реакции (рис. А). Далее исследователи помещали такую везикулу в камеру, заполненную буферным раствором и соединённую с трубкой, по которой поступает раствор субстрата (рис. Б). В такой системе было замечено направленное движение везикулы в сторону повышения концентрации субстрата. Внимательно изучив представленные результаты, выберите верные утверждения.

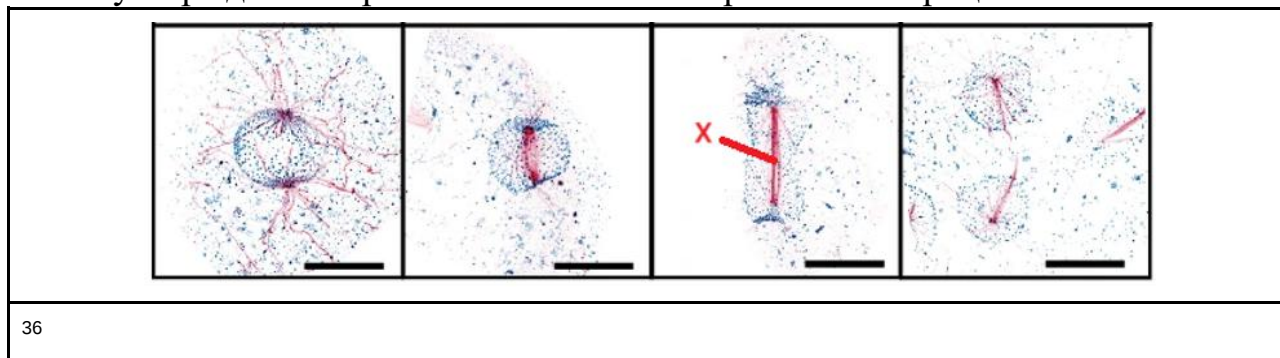
³⁴ Изображение: <https://disk.yandex.com/i/DFOdquRMEePyDw>



- а) Помещение фермента на внешнюю поверхность липидной везикулы не повлияет на движение в сторону повышения концентрации субстрата.
б) Если использовать свободно проходящие через липидный бислой без поры субстрат и продукт, то можно добиться аналогичного движения везикулы.
в) В таком эксперименте везикула будет двигаться в сторону, противоположную положению белковой поры в мембране.
г) Движение везикулы в эксперименте обеспечивалось осмотическими силами.
д) Движение везикулы в таком эксперименте может объяснить появление у организмов хемотаксиса.
- Ответ: г, д.

Задание 2.18

На фотографиях проиллюстрированы этапы митоза у некоторого организма. Какие утверждения верны в отношении изображённого процесса?



- а) для данного организма характерен закрытый митоз
б) буквой X обозначено цитоплазматическое веретено деления
в) в данном процессе не происходит фрагментация ядерной оболочки
г) центры организации микротрубочек связаны с ядерной оболочкой
д) в данном процессе происходит неравномерное распределение генетического материала
- Ответ: а, в, г.

³⁵ Изображение: [IIIЭ_11_2_17.PNG](https://drive.google.com/file/d/1AN8bB6Hec6lYToRF6M29IU11fzFJ5nV4/view?usp=drive_link)

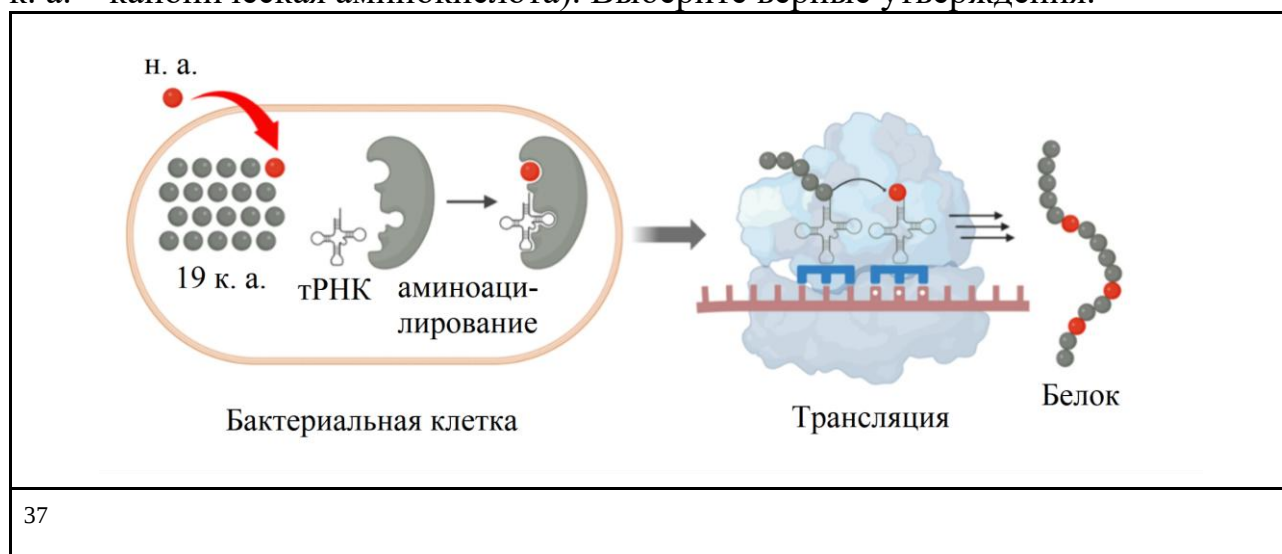
https://drive.google.com/file/d/1AN8bB6Hec6lYToRF6M29IU11fzFJ5nV4/view?usp=drive_link

³⁶ Изображение:

https://drive.google.com/file/d/1nE4wG0lQUjyorjX4G0kQBNz7Ht4h6w_F/view?usp=drive_link

Задание 2.19

Разнообразие аминокислотных остатков, встречающихся в белках, довольно велико, тем более если учесть всевозможные посттрансляционные модификации. Оказывается, существуют подходы, позволяющие получать белки с аминокислотами, не встречающимися в живой природе. Одним из подходов к получению таких белков является включение под селективным давлением (Selective Pressure Incorporation, SPI), заключающееся в следующем. Используется штамм бактерий, не способных синтезировать определённую аминокислоту (ауксотрофных по ней). В среду для роста добавляется неканоническая аминокислота, которая с некоторой эффективностью узнаётся ферментом аминоксил-тРНК-синтетазой, осуществляющим её присоединение к тРНК; полученная аминоксил-тРНК затем участвует в трансляции. Описанный подход схематично изображён на рисунке (н. а. – неканоническая аминокислота, к. а. – каноническая аминокислота). Выберите верные утверждения.



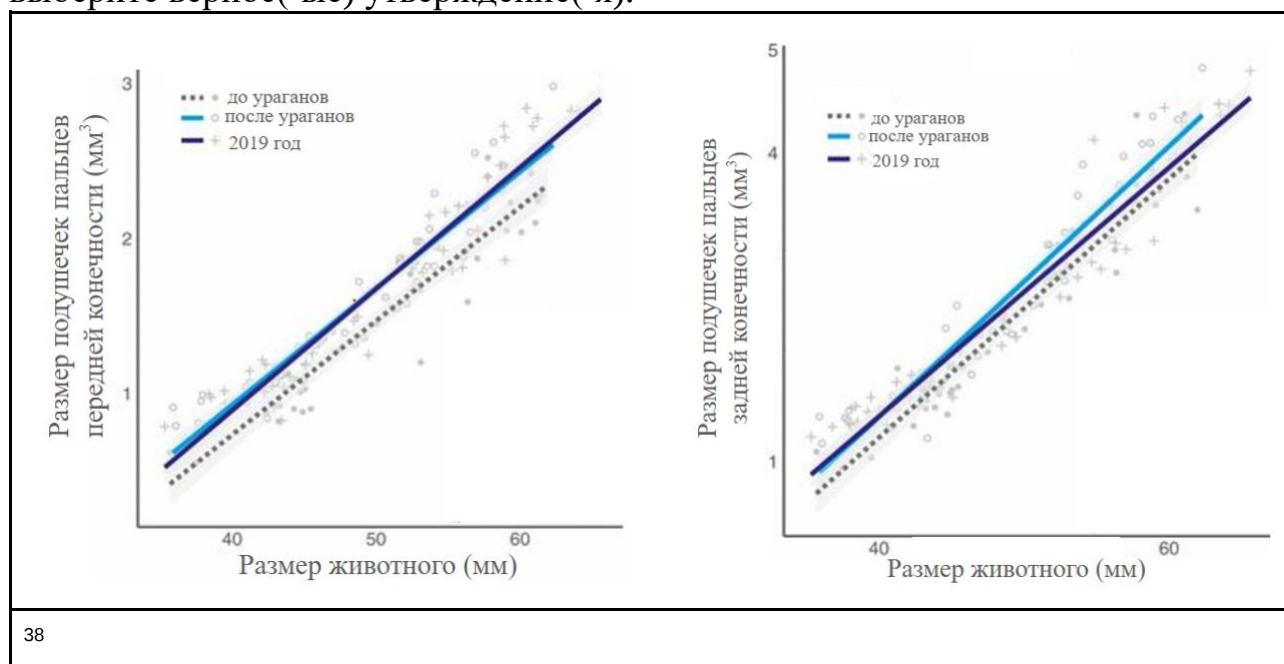
- а) Описанный подход позволяет заменить аминокислотный остаток в конкретной позиции целевого белка, оставив неизменными все остальные позиции, содержащие этот же остаток.
- б) Для получения достаточно большого количества целевого белка необходимо какое-то время растить бактерии на среде с канонической аминокислотой, по которой они ауксотрофны.
- в) Неканоническая аминокислота и аминокислота, по которой бактерии ауксотрофны, должны обладать структурным сходством.
- г) Неканоническая аминокислота при использовании этого подхода встраивается только в целевой белок.
- д) Если некоторую аминокислоту не удаётся ввести в белок с помощью этого подхода, для решения этой проблемы можно прибегнуть к введению мутаций в ген аминоксил-тРНК-синтетазы.

Ответ: б, в, д.

³⁷ Изображение: https://drive.google.com/file/d/1-vR3gBMDsHXAN_w0NTfxOeo2Vd6JPqpn/view?usp=sharing

Задание 2.20

В исследовании, опубликованном в 2020 году, авторы обратили своё внимание на изолированные популяции эндемичных ящериц анолисов (*Anolis scriptus*) островов Теркс и Кайкос в Атлантическом океане. Анолисы на этих островах подверглись сильному влиянию тропических ураганов Ирма и Мария в 2017 году, что привело к сильному и быстрому изменению их морфологии. В частности, было замечено, что популяции, испытавшие влияние ураганов, характеризовались большей площадью подушечек пальцев на передних и задних конечностях. Чтобы оценить устойчивость такого изменения во времени, учёные также произвели измерения для следующего за ураганами поколения ящериц-анюлисов в 2019 году. Внимательно изучив представленные результаты, выберите верное(-ые) утверждение(-я).



- а) Учитывая древесный образ жизни ящериц-анюлисов, можно предположить, что для удержания на деревьях они используют только передние конечности.
- б) Влияние ураганов на популяции анолисов (*Anolis scriptus*) может служить примером действия естественного отбора.
- в) Выживание более высоких деревьев в результате действия ураганов может объяснять увеличение среднего размера подушечек пальцев анолисов.
- г) Признак размера подушечек пальцев у анолисов не является наследуемым.
- д) Можно предположить, что материковые популяции анолисов будут характеризоваться большей относительной площадью подушечек пальцев.
- Ответ: б.

³⁸ Изображение: [ИЭ 11_2_20.PNG](#)

https://drive.google.com/file/d/1xgTsXlbv0ohY_W9ny34ZWm8GKjxvDbeQ/view?usp=drive_link

Часть 3

Выберите верные суждения. Ваше решение относительно каждого (выбор, верно данное суждение или нет) оценивается в 4 балла. За ошибочное решение вычитается 4 балла. Минимальное количество баллов за часть 3 – 0. Максимальный балл – 40.

Задание 3.1

Чем выше дерево, тем более отрицательное гидростатическое давление будет развиваться в проводящих клетках ксилемы на его верхушке.



39

Ответ: верно.

Задание 3.2

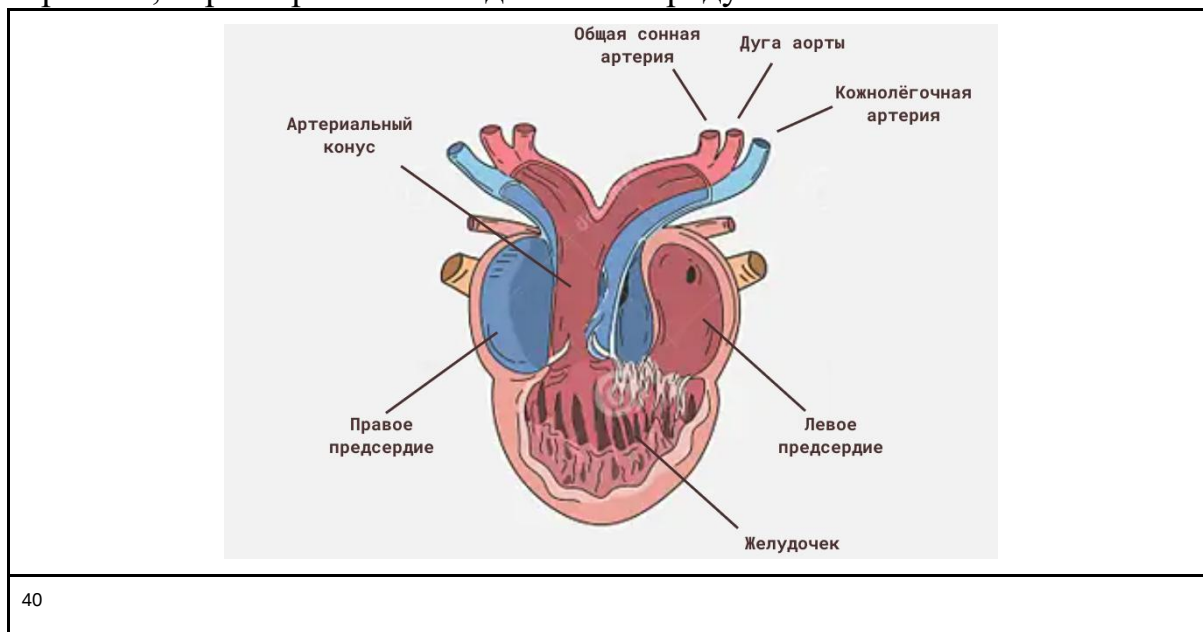
Молекулы хлорофилла способны окислять и восстанавливать соединения при наличии освещения вне белковой молекулы.

Ответ: верно.

³⁹ Изображение: https://i0.wp.com/www.sciencenews.org/wp-content/uploads/2025/04/040325_jb_lightning-loving-tree_feat.jpg?fit=1030%2C580&ssl=1

Задание 3.3

Для позвоночного животного, схема строения сердца которого показана на картинке, характерно кожное дыхание наряду с лёгочным.



Ответ: верно.

Задание 3.4

Речедвигательная зона Брока расположена в височной доле доминантного полушария.

Ответ: неверно.

Задание 3.5

В нормальном анализе мочи можно обнаружить небольшое количество эритроцитов и лейкоцитов.

Ответ: неверно.

Задание 3.6

Ядро клетки свободно располагается внутри цитоплазмы и может менять своё местоположение под действием гравитации.

Ответ: неверно.

⁴⁰ Изображение: <https://i.cdn01.ru/files/users/images/9b/fa/9bfaab2c8a7491870bc5edfa5205d028.jpg>

Задание 3.7

Показанные на картинке структуры, являющиеся отростками конечностей (эпиподитами) или выростами покровов тела, выполняют функцию газообмена.

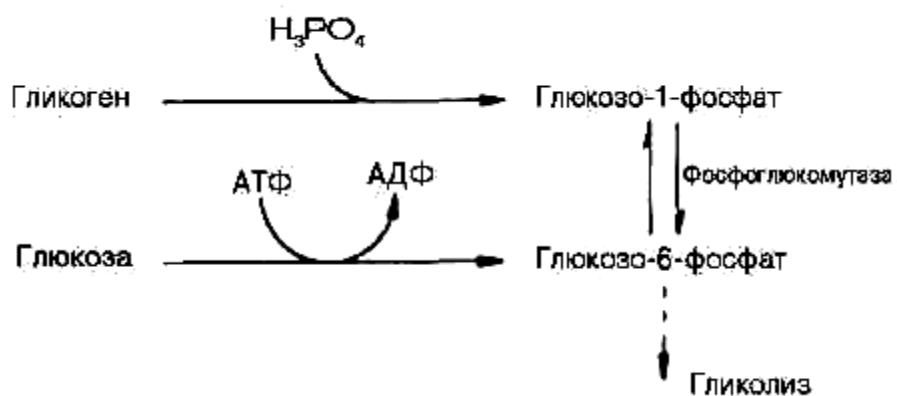


41

Ответ: верно.

Задание 3.8

Гликолитическое окисление одного остатка глюкозы в составе гликогена даёт на 1 молекулу АТФ больше по сравнению с окислением свободной глюкозы.



42

Ответ: верно.

⁴¹ Изображение:

<https://drive.google.com/file/d/1f2YdrUDTSnw4vJMT6NcYP0mp52bbrvi/view?usp=sharing>

⁴² Изображение: https://studfile.net/html/2706/812/html_IUoxiFNtXH.9i30/img-oYlO0N.png

Задание 3.9

Гены, подверженные геномному импринтингу, экспрессируются только с материнской хромосомы.

Ответ: неверно

Задание 3.10

Рибосомальные РНК являются единственными некодирующими РНК, участвующими в трансляции.

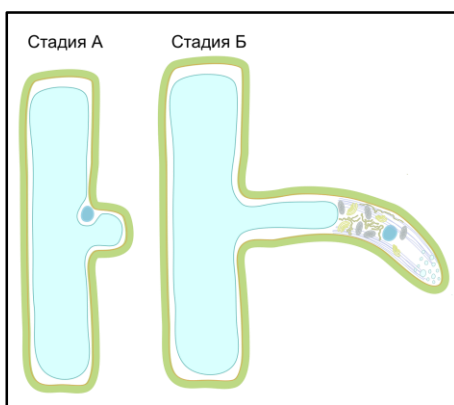
Ответ: неверно.

Часть 4

За каждое верное соотнесение начисляется 2 балла. За каждое неверное соотнесение вычитается 2 балла. Минимальное количество баллов за каждое задание – 0.

Задание 4.1

Развитие корневого волоска на клетке-трихобласте зоны всасывания корня сопровождается изменением объёма и формы клетки, изменением расположения органоидов в цитоплазме, изменением состава белков-транспортёров на плазмалемме. На иллюстрации показаны две стадии развития корневого волоска трихобласта корня. Стадия А – начало роста корневого волоска. В эту фазу жизни трихобласт ещё не поглощает почвенный раствор. Стадия Б – зрелый корневой волосок, который только что закончил свой рост и приступил к поглощению веществ из почвы. Соотнесите приведённые ниже описания процессов жизнедеятельности трихобласта со стадиями его развития.



43

- 1) В ядре процесс экспрессии генов целлюлозосинтазы наиболее активен по сравнению с другой фазой жизни клетки.
- 2) Активность транспортёров фосфатов, нитратов и сульфатов на плазмалемме максимальна.
- 3) Поступающая сахароза тратится в основном на построение клеточной стенки.
- 4) Основная часть АТФ, производимого митохондриями, расходуется на работу ионных транспортёров плазмолеммы.
- 5) Концентрация мономерного актина резко снижена в связи со сборкой микрофиламентов, контролирующих рост клетки.
- 6) Диктиосомы аппарата Гольджи создают множество везикул с пектинами для построения клеточной стенки.

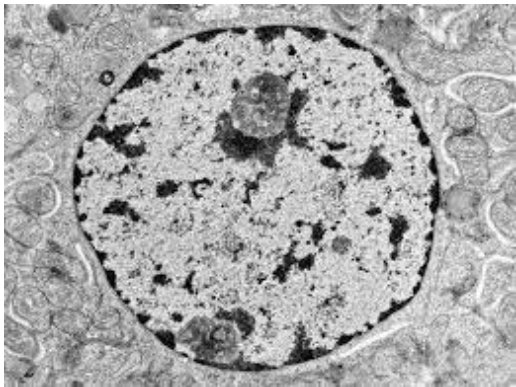
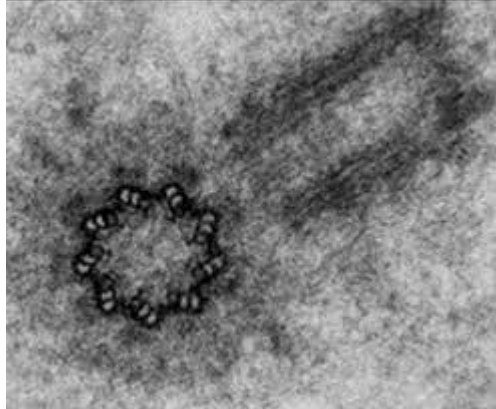
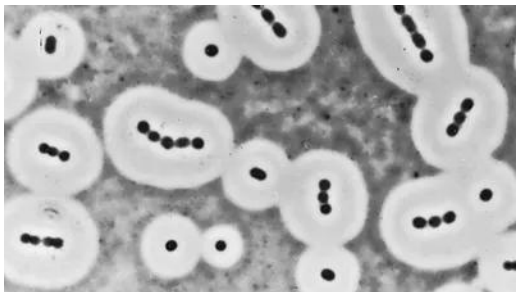
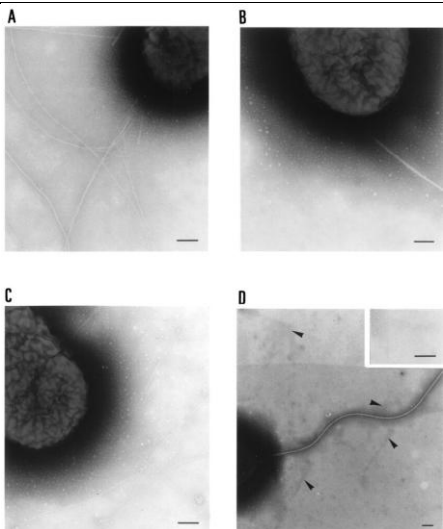
Ответ:	Процессы	1	2	3	4	5	6
	Стадии	А	Б	А	Б	А	А

⁴³ Изображение:

https://drive.google.com/file/d/18anv2c0_w61IOlIHsbWQ8ZrS3r39ckjt/view?usp=drive_link

Задание 4.2

Строение клеток всех живых организмов схоже, но есть и различия. Соотнесите фотографии клеточных структур с утверждениями о том, встречаются (А) они у прокариот или нет (Б).

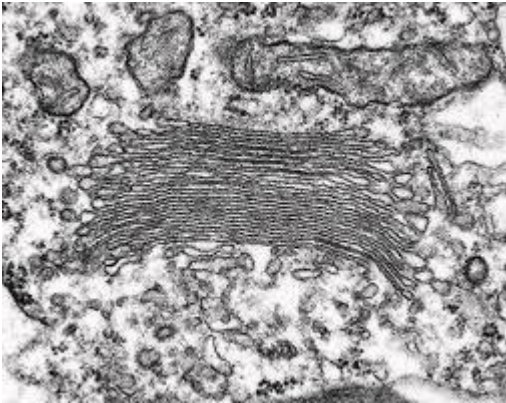
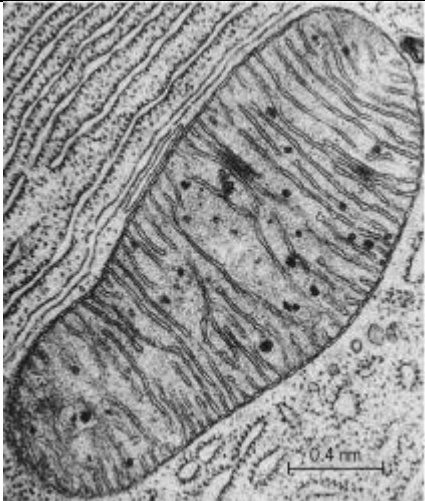
	
1⁴⁴	2⁴⁵
	
3⁴⁶	4⁴⁷

⁴⁴ Изображение: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT-AUwv6aAJn7sULqNh4co9PkHTyes4m1B3ew0ctsXuNc9PFJZrbt4wDJTYfZYVX78qSCo&usqp=CAU>

⁴⁵ Изображение: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRo5FftFIekg6qmMCFgE6KAuUfUE3kFP1DGWbKXQzSKjEx2HnnWedRW87fPb70jz9iSHEQ&usqp=CAU>

⁴⁶ Изображение: <https://cdn.britannica.com/03/58703-050-77C73F3C/material-bacteria-suspension-ink-India-light-microscope.jpg?w=400&h=225&c=crop>

⁴⁷ Изображение: <https://www.researchgate.net/publication/12681585/figure/fig3/AS:11431281221008529@1706695091044/Visualization-by-electron-microscopy-of-pili-produced-byP-aeruginosa-PAK-derivatives.jpeg>

	
5 ⁴⁸	6 ⁴⁹

А – встречается у прокариот

Б – не встречается у прокариот

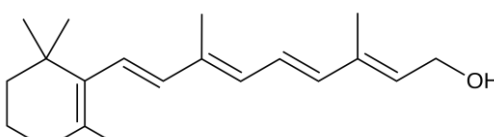
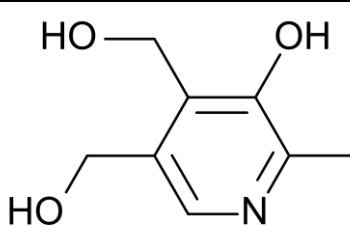
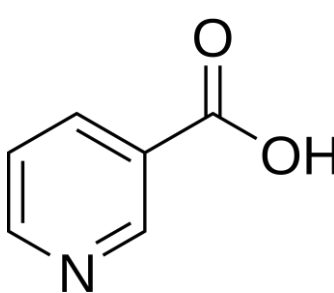
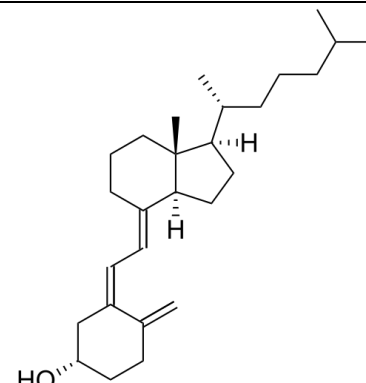
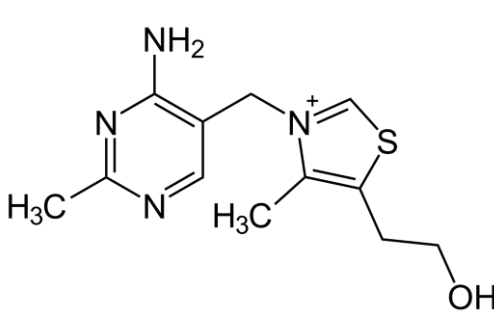
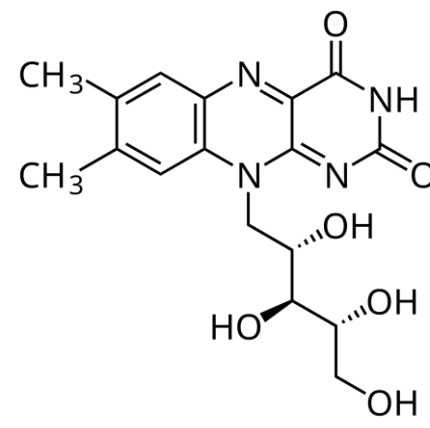
Ответ:	Структуры	1	2	3	4	5	6
		Б	Б	А	А	Б	Б

⁴⁸ Изображение: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRPgiKWQSkTaZNIqvTJqdQmnXfbrdLmX_PmyQ&s

⁴⁹ Изображение: <https://i.pinimg.com/736x/1e/88/c4/1e88c44ab4772b832dac18d8f8e2d709.jpg>

Задание 4.3

Витамины являются предшественниками кофакторов ферментов или биологически активных молекул. Сопоставьте приведённые химические структуры различных витаминов с их верной характеристикой.

 Витамин А 1⁵⁰	 Витамин В₆ 2⁵¹
 Витамин РР 3⁵²	 Витамин D 4⁵³
 Витамин В₁ 5⁵⁴	 Витамин В₂ 6⁵⁵

⁵⁰ Изображение: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ретинол#/media/Файл:Retinol.svg>

⁵¹ Изображение: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пиридоксин#/media/Файл:Pyridoxine_structure_ver2.svg

⁵² Изображение:

https://ru.wikipedia.org/wiki/Никотиновая_кислота#/media/Файл:Niacin_structure.svg

⁵³ Изображение:

<https://ru.wikipedia.org/wiki/Холекальциферол#/media/Файл:Cholecalciferol.svg>

⁵⁴ Изображение: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тиамин#/media/Файл:Thiamin.svg>

⁵⁵ Изображение: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Рибофлавин#/media/Файл:Riboflavin.svg>

- А) Активная форма необходима для всасывания кальция и фосфатов в тонком кишечнике.
- Б) Производные этого витамина являются важными компонентами флавопротеинов.
- В) Недостаток этого витамина провоцирует заболевание бери-бери.
- Г) Окисленная форма этого витамина способствует работе фоторецепторов глаза
- Д) Образующийся в результате окисления кофактор необходим для метаболизма аминокислот.
- Е) Производное является компонентом кофактора, служащего субстратом для I комплекса дыхательной цепи митохондрий.

Ответ:	Структуры	1	2	3	4	5	6
	Характеристики	Г	Д	Е	А	В	Б

Часть 5

За каждую верно решённую задачу начисляются 3 балла.

Задание 5.1

Цикл сокращения сердца человека занимает приблизительно 0,8 секунд, из которых на фазу систолы приходится 0,3 секунды. Считая, что измеренное артериальное давление у пациента составляет 110/75, рассчитайте его среднее артериальное давление. В ответ запишите только значение в мм рт. ст., округлённое до целого значения.

Ответ: 88.

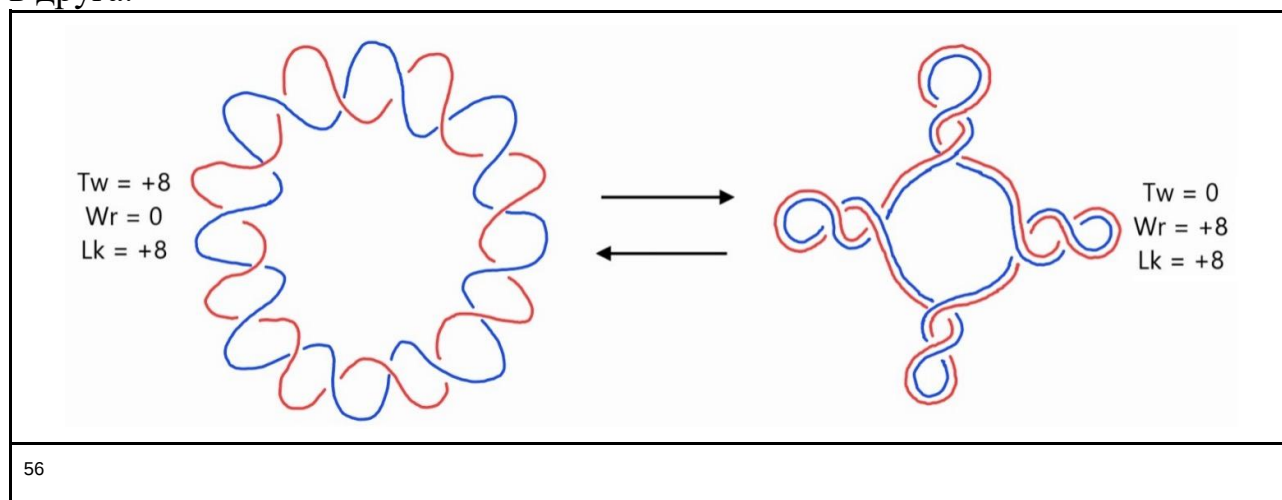
За верный ответ – 3 балла.

Решение.

Среднее артериальное давление рассчитывается как взвешенное по продолжительности фаз среднее между систолическим и диастолическим давлениями. Продолжительность систолы – 0,3 с, диастолы – 0,5 с. Тогда давление составляет: $0,3/0,8 \times 110 + 0,5/0,8 \times 75 = 88,125$ мм рт. ст.

Задание 5.2

Для описания структуры ДНК используют число зацепления (Lk), которое складывается из числа витков (Tw) и числа супервитков (Wr) двойной спирали: $Lk = Tw + Wr$. Числа витков и супервитков могут быть как положительными (правозакрученные витки и супервитки), так и отрицательными (левозакрученные). Для кольцевых молекул ДНК число зацепления не может быть изменено без внесения разрывов, однако Tw и Wr могут переходить друг в друга.

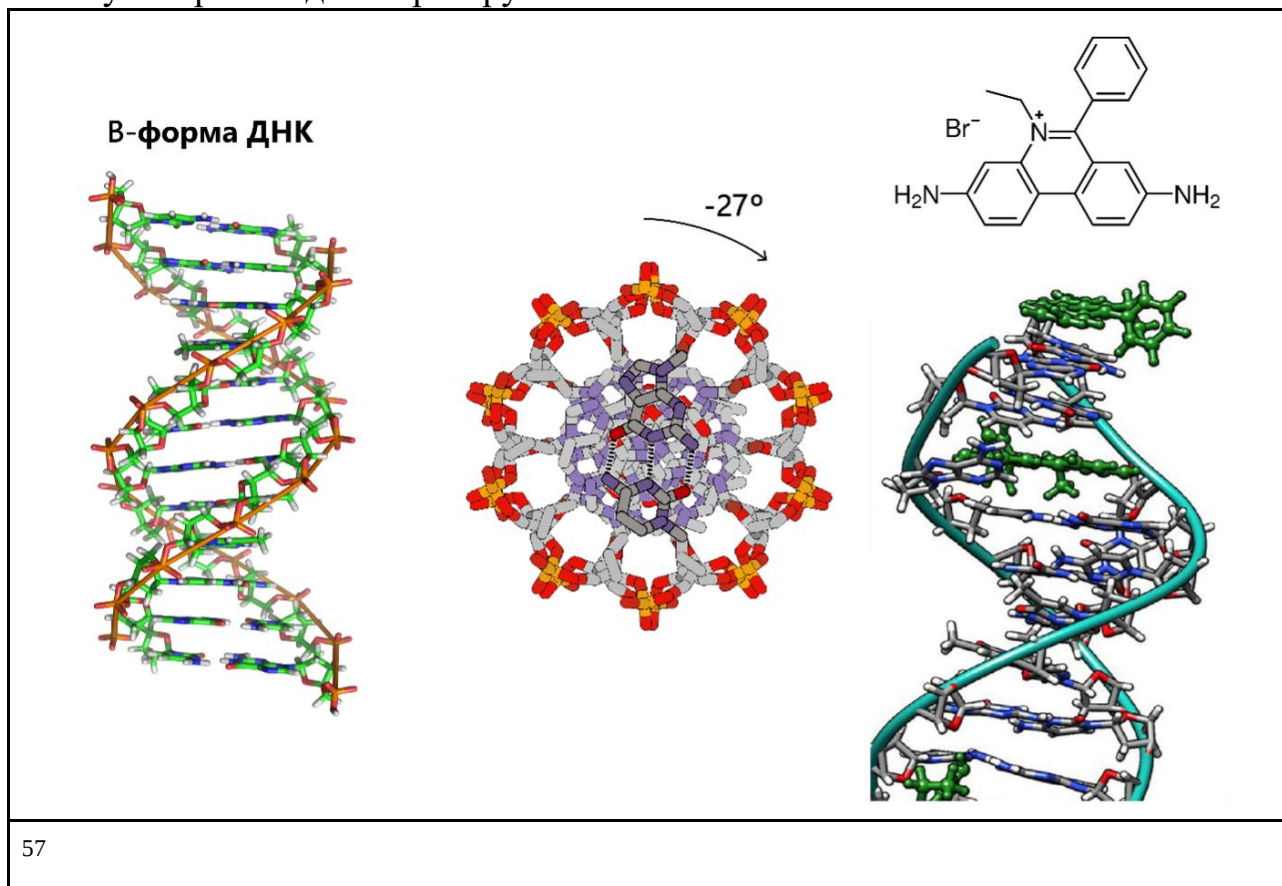


В норме ни с чем не связанная ДНК стремится перейти в наиболее стабильную В-форму, в которой на 1 виток приходится около 10 пар оснований. Однако некоторые соединения могут связываться с двойной спиралью ДНК и изменять её структуру, как, например, бромистый этидий, используемый для визуализации

⁵⁶ Изображение:

https://drive.google.com/file/d/1kb5JgOyqLbbhbUBX7rjq4Pp5viItBwWN/view?usp=drive_link

нуклеиновых кислот. При связывании с двойной спиралью ДНК одной его молекулы происходит её раскручивание на 27° .



Со сверхспирализованной плазмидой, ДНК которой образует 50 отрицательных супервитков, провели эксперимент: к плазмиде был добавлен бромистый этидий, в результате чего с плазмидой связалось 800 молекул последнего.

Рассчитайте значение Wr (число супервитков) для полученной плазмиды. Перед числом поставьте знак "+" или "-", если ответ отличается от 0.

Ответ: +10.

За верный ответ – 3 балла.

Решение.

Связывание бромистого этидия приводит к уменьшению числа витков двойной спирали ДНК (Tw), таким образом, число витков должно уменьшиться на $27^\circ \times 800 / 360^\circ = 60$. Поскольку в данном случае разрывы в ДНК не вносятся, число зацепления остаётся постоянным, поэтому число супервитков (Wr) должно увеличиться на 60. Таким образом, теперь ДНК плазмиды будет образовывать $-50 + 60 = 10$ положительных супервитков.

⁵⁷ Изображение: https://drive.google.com/file/d/1WyMhAli-Id67rl_WzzkFvTHTIRKf7jg6/view?usp=drive_link