ЗАДАНИЯ ОНЛАЙН-ЭТАПА ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ «ФИЗТЕХ» ПО БИОЛОГИИ 2020/21 УЧ. ГОД

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВСЕХ КЛАССОВ

Задания олимпиады разделены на три части:

Часть А: Задания с несколькими верными ответами (всего 22 задания) **Часть В:** Задания на сопоставления (всего 11 заданий) **Часть C:** Задачи со свободным ответом (всего11 заданий)

Часть А

Тип 2. Тестовые задания с множественным выбором (верно/неверно)

Правильные ответы подчеркнуты. Имеется по 3 варианта ответов к каждому заданию.

Рядом с номером вопроса проставлено количество баллов, которые участник получает за правильный ответ:

К каждому вопросу по 6 вариантов ответа – каждый нужно пометить «верно» или «неверно» - за каждую правильную отметку участник получает 0,5 балла – итого по 3 балла за вопрос максимум.

Часть В

Тип 3. Задания на сопоставление элементов

Правильные ответы даны в таблице в конце вопроса. Имеется по 2 варианта для каждого задания.

Рядом с номером вопроса проставлено количество баллов, которые участник получает за правильный ответ:

К каждому вопросу по 5 соответствий цифр буквам и по 5 соответствий цифр римским цифрам – за каждое правильное соответствие участник получает 0,5 балла – итого по 5 баллов за вопрос максимум.

Часть С

Тип 4. Задания со свободным (текстовым) ответом

Распределение заданий по классам:

В вариант для 9 класса войдут задания с ID 1-12, 23-28, 34-39.

В вариант для 10 класса войдут задания с ID 2, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 19, 21, 23-26, 28-30, 32, 35-36, 38, 41-43.

В вариант для 11 класса войдут задания с ID 2, 4, 6, 8, 10, 12, 13 – 22, 23-26, 28-33, 39-44.

Часть А. Задания с несколькими верными ответами

Во всех заданиях данной части в начале идет условие, а затем пять вариантов ответа (под буквами от A до F). Участникам необходимо определить, является ли каждый из вариантов ответа верным (подходит под формулировку задания) или неверным (не подходит под формулировку задания). В каждом задании может быть от 0 до 6 верных вариантов ответа.

В матрице ответов для каждого варианта ответа необходимо отметить, является он верным или неверным. Для ввода ответа в матрицу щелкните по нужной ячейке и выберите значение из выпадающего списка:

Задание А1 (ID 1)	Ответ	A	В	С	D	E
			•			
	BEPHO					
Задание A2 (ID 2)	Ответ	PHO A	В	С	D	E

Система оценки:

За каждое правильно отмеченное утверждение можно получить 0,5 балла За каждое неправильно отмеченное утверждение – 0 баллов

Задание A (ID 1) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Эпидерма (epidermis) – покровная ткань, защищающая побеги травянистых, а также древесных растений на начальных этапах развития. Ее главные функции: уменьшение потерь воды при транспирации, механическая защита и газообмен. Однако эпидерма может выполнять и другие "необычные" для нее функции.

Укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- А) клетки эпидермы могут выполнять роль линз и фокусировать свет на нижележащей ниже хлоренхиме;
- В) у некоторых растений эпидерма может быть многослойной и ее внутренние слои выполняют функцию запаса воды;
- C) <u>клетки эпидермы могут формировать выросты трихомы (trichomes), которые создают слой неподвижного воздуха вокруг растения и тем самым защищают растения от излишнего испарения;</u>
- D) количество устьиц (stomata, ед. число: stoma) в эпидерме листа определено генетически и не зависит от условий окружающей среды;
- E) при созревании семян некоторых растений (например, Бобовых (Fabaceae)) происходит отвердевание семенной кожуры, в результате этого процесса клетки эпидермы формируют толстую клеточную стенку и становятся склереидами (sclereids);
- F) <u>у некоторых растений часть устьиц постоянно открыты и служат для выделения</u> жидкой воды;

Вариант 2:

- А) у растений, обитающих в местообитаниях с оптимальной влажностью, эпидерма может редуцироваться;
- B) <u>у растений, обитающих в плохо освещаемых местах, в эпидерме имеются хлоропласты (chloroplast), которые осуществляют процесс фотосинтеза;</u>
- С) у некоторых растений эпидерма может быть многослойной и ее внутренние слои выполняют функцию запаса воды;
- D) <u>эпидерма, покрывающая побеги стебли и листья способна поглощать воду и</u> растворенные в ней вещества, что используется в сельском хозяйстве для проведения внекорневых подкормок растений;
- E) трихомы, делают растение менее уязвимым для насекомых, так как могут прокалывать насекомых и их личинки или мешают насекомым отложить на растение яйца;
- F) клетки эпидермы тесно прилегают друг к другу, ткань покрыта прочной кутикулой (cuticle) и на начальных этапах развития растения эпидерма может выполнять опорную функцию.

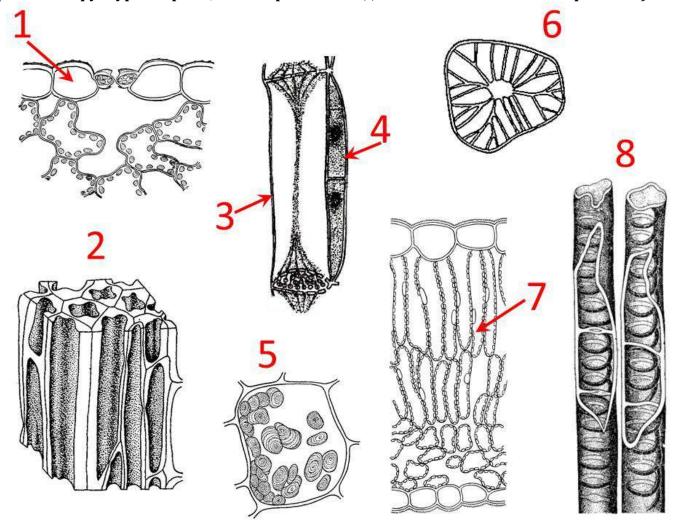
- A) <u>у растений, обитающих в плохо освещаемых местах, в эпидерме имеются хлоропласты (chloroplast), которые осуществляют процесс фотосинтеза;</u>
- В) у некоторых водных растений с полностью погруженными побегами клетки эпидермы могут формировать выросты трихомы для увеличения испарения;
- С) <u>эпидерма, покрывающая побеги стебли и листья способна поглощать воду и растворенные в ней вещества, что используется в сельском хозяйстве для проведения внекорневых подкормок растений;</u>
- D) количество устьиц (stomata, ед. число: stoma) в эпидерме листа определено генетически и не зависит от условий окружающей среды;

- E) при созревании семян некоторых растений (например, Бобовых (Fabaceae)) происходит отвердевание семенной кожуры, в результате этого процесса клетки эпидермы формируют толстую клеточную стенку и становятся склереидами (sclereids);
- F) <u>у некоторых растений часть устьиц постоянно открыты и служат для выделения</u> <u>жидкой воды</u>;

Задание A (ID 2) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

На приведенной ниже картинке изображены клетки различных растительных тканей (а также структуры и срезы, на которых необходимые клетки показаны стрелками).



Рассмотрите картинку и укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- A) к механическим тканям (sclerenchyma tissue, collenchyma tissue) относятся клетки 2, 6;
- В) в зрелом состоянии протопласт (protoplast) отмирает у клеток 3, 6, 8;
- С) в состав проводящих тканей входят клетки 2, 3, 4, 8;
- D) <u>элементы, показанные на рисунке 3 встречаются только у цветковых растений (Angiospermae)</u>;
- Е) основная функция клеток, обозначенных цифрой 7 фотосинтез;
- F) покрыты кутикулой (cuticle) клетки 1;

- A) к паренхимным тканям (parenchyma tissue) относятся клетки 4, 5, 7;
- В) имеют изодиаметрическую форму клетки 2, 5, 7;
- C) <u>элементы, показанные на рисунке 3 встречаются только у цветковых растений (Angiospermae)</u>;
- D) <u>основная функция клеток, обозначенных цифрой 7 фотосинтез</u>;
- E) покрыты кутикулой (cuticle) клетки 1;

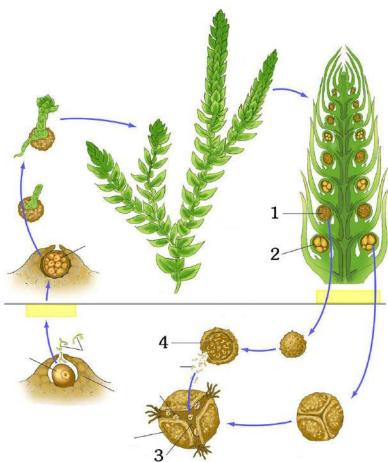
F) могут быть производными камбия (cambium) клетки 1, 3, 4, 8;

- A) к механическим тканям (sclerenchyma tissue, collenchyma tissue) относятся клетки 2, 6;
- B) в зрелом состоянии протопласт (protoplast) отмирает у клеток 3, 6, 8;
- С) имеют изодиаметрическую форму клетки 2, 5, 7;
- D) <u>элементы, показанные на рисунке 3 встречаются только у цветковых растений</u> (*Angiospermae*):
- E) покрыты кутикулой (cuticle) клетки 1;
- F) <u>выполняют запасающую функцию клетки обозначенные цифрой 5</u>:

Задание A (ID 3) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

На приведенной ниже картинке изображена схема жизненного цикла некоего растения.



Рассмотрите картинку и укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- A) в верхней части рисунка (над серой чертой) приведены гаплоидные стадии гаметофита, а в нижней части диплоидные стадии спорофита;
- В) это разноспоровые растения: под цифрой 1 обозначен микроспорангий, а под цифрой 2 мегаспорангий;
- С) это равноспоровые растения: спорангии под цифрами 1 и 2 производят споры из которых развивается обоеполый гаметофит;
- D) цифрой 3 обозначен мужской гаметофит, а цифрой 4 женский гаметофит;
- E) приведенное растение по совокупности признаков относится к отделу Моховидные (*Bryophyta*);
- F) приведенное растение по совокупности признаков относится к отделу Плауновидные (Lycopodiophyta):

- А) <u>в верхней части рисунка (над серой чертой) приведены диплоидные стадии спорофита, а в нижней части гаплоидные стадии гаметофита;</u>
- В) это разноспоровые растения: под цифрой 1 обозначен мегаспорангий, а под цифрой 2 микроспорангий;
- С) это равноспоровые растения: спорангии под цифрами 1 и 2 производят споры из которых развивается обоеполый гаметофит;

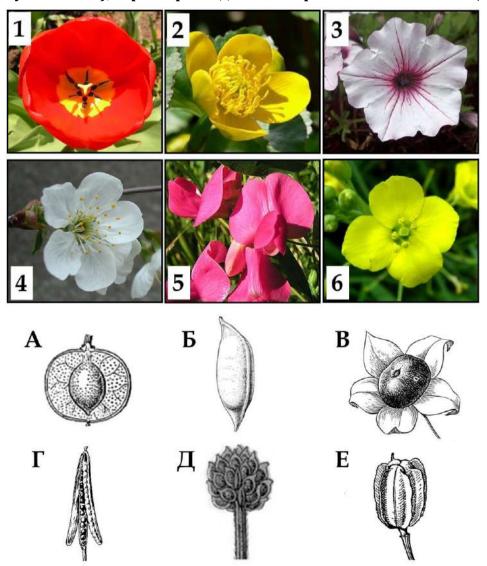
- D) цифрой 3 обозначен мужской гаметофит, а цифрой 4 женский гаметофит;
- Е) цифрой 3 обозначен женский гаметофит, а цифрой 4 мужской гаметофит:
- F) <u>приведенное растение по совокупности признаков относится к отделу Плауновидные</u> (*Lycopodiophyta*):

- А) <u>в верхней части рисунка (над серой чертой) приведены диплоидные стадии спорофита, а в нижней части гаплоидные стадии гаметофита;</u>
- B) <u>это разноспоровые растения: под цифрой 1 обозначен микроспорангий, а под цифрой 2 мегаспорангий;</u>
- С) это равноспоровые растения: спорангии под цифрами 1 и 2 производят споры из которых развивается обоеполый гаметофит;
- D) цифрой 3 обозначен женский гаметофит, а цифрой 4 мужской гаметофит;
- E) приведенное растение по совокупности признаков относится к отделу Плауновидные (*Lycopodiophyta*):
- F) приведенное растение по совокупности признаков относится к отделу Цветковые растения (Magnoliophyta);

Задание A (ID 4) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Ниже представлены изображения типичных цветков (под цифрами 1-6) и плодов (под буквами A-E), характерных для шести различных семейств Цветковых растений.



Для каждого из следующих утверждений укажите является ли оно верным или неверным:

Вариант 1:

- A) для семейства Розоцветные (Rosaceae) характерен цветок 4 и плод А;
- В) для семейства Лютиковые (Ranunculaceae) характерен цветок 6 и плод многоорешек E;
- С) для семейства Бобовые (*Leguminosae*) характерен цветок 3 и плод боб Г;
- D) для семейства Крестоцветные (Brassicaceae) характерен цветок 6 и плод стручок Г:
- E) для семейства Пасленовые (Solanaceae) характерен цветок 3 и плод ягода В:
- F) для семейства Лилейные (Liliaceae) характерен цветок 4 и плод Д;

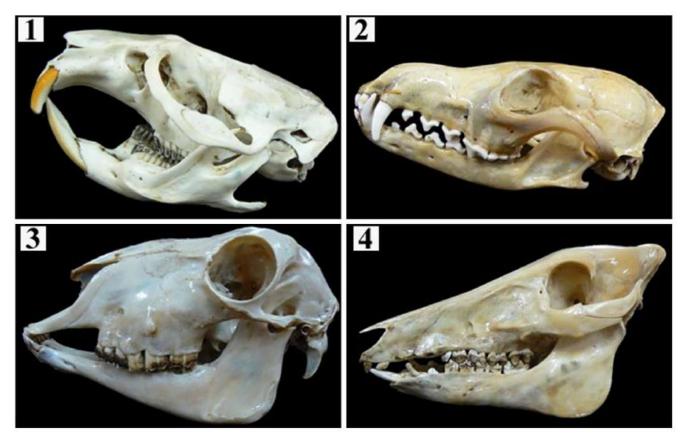
- А) для семейства Розоцветные (*Rosaceae*) характерен цветок 2 и плод многоорешек Д;
- В) для семейства Лютиковые (Ranunculaceae) характерен цветок 2 и плод многоорешек Д:
- С) для семейства Бобовые (Leguminosae) характерен цветок 5 и плод боб Б;
- D) для семейства Крестоцветные (Brassicaceae) характерен цветок 2 и плод стручок Б;
- E) для семейства Пасленовые (Solanaceae) характерен цветок 1 и плод ягода E;
- F) для семейства Лилейные (Liliaceae) характерен цветок 4 и плод Д;

- A) для семейства Розоцветные (Rosaceae) характерен цветок 4 и плод А:
- В) для семейства Лютиковые (*Ranunculaceae*) характерен цветок 2 и плод многоорешек Д:
- С) для семейства Бобовые (*Leguminosae*) характерен цветок 5 и плод боб Б;
- D) для семейства Крестоцветные (Brassicaceae) характерен цветок 6 и плод стручок Г:
- E) для семейства Пасленовые (Solanaceae) характерен цветок 3 и плод ягода В;
- F) для семейства Лилейные (*Liliaceae*) характерен цветок 1 и плод коробочка Е:

Задание A (ID 7) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

На приведённом ниже рисунке изображены черепа 4-х отрядов млекопитающих (масштаб не сохранён).



Использую картинку и Ваши теоретические знания укажите для каждого из следующих суждений является оно верным или нет:

Вариант 1:

- А) хорошо выраженные клыки есть у черепов 1, 2, 4;
- В) замкнутую глазницу имеет только череп 3:
- С) явно выраженная диастема имеет место у черепов 1 и 3;
- D) бугорчато-режущая поверхность премоляров и моляров характерна для черепов 1 и 2;
- Е) рост резцов в течении всей жизни свойственен млекопитающим с черепами 1 и 3;
- F) черепа 3 и 4 принадлежат представителям отряда Парнокопытные (Artiodactyla).

Вариант 2:

- А) хорошо выражены хищнические зубы есть у черепов 1, 2, 4;
- В) незамкнутую глазницу имеет только череп 3;
- С) явно выраженная диастема есть у черепов 2 и 4;
- D) <u>щёчные зубы черепа 3 имеют лунчатую жевательную поверхность;</u>
- Е) моляры на черепе 2 растут в течении всей жизни;
- F) череп 2 принадлежит представителям отряда Хищные (Carnivora).

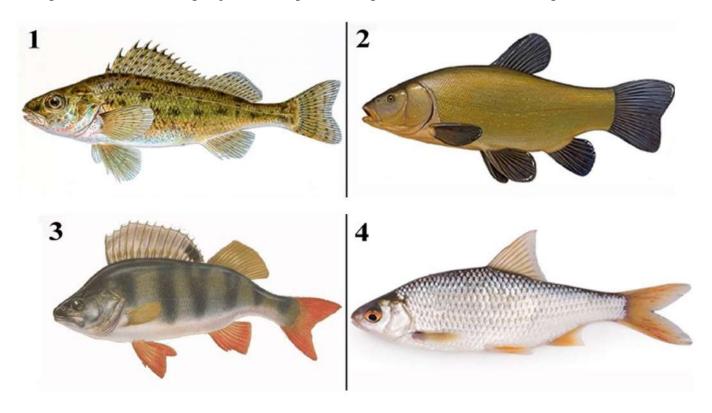
- А) наличие только 1 пары резцов в верхней челюсти характерно для черепов 3 и 4;
- В) для всех животных, черепа которых здесь представлены, общее количество зубов не превышает 44;
- C) череп 1 принадлежит представителям отряда Насекомоядные (Insectivora);
- D) у всех изображённых черепов отсутствует заглазничный костный мостик;

- Е) у животного с черепом 3 в нижней челюсти есть 2 клыка;
- F) хищнический зуб на черепе 2 всегда это первый премоляр на верхней и нижней челюсти.

Задание A (ID 8) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

На приведённом ниже рисунке изображены представители костных рыб.



Использую картинку и Ваши теоретические знания укажите для каждого из следующих суждений является оно верным или нет:

Вариант 1:

- А) у всех приведённых рыб по одному спинному плавнику;
- В) все имеют жаберную крышку;
- С) особи с номерами 1 и 3 относятся к отряду Окунеобразные (*Perciformes*):
- D) у всех изображенных рыб промысловая длина тела больше его высоты;
- Е) у особи 2 хвостовой плавник выпуклый;
- F) особь 4 имеет ктенойдную чешую.

Вариант 2:

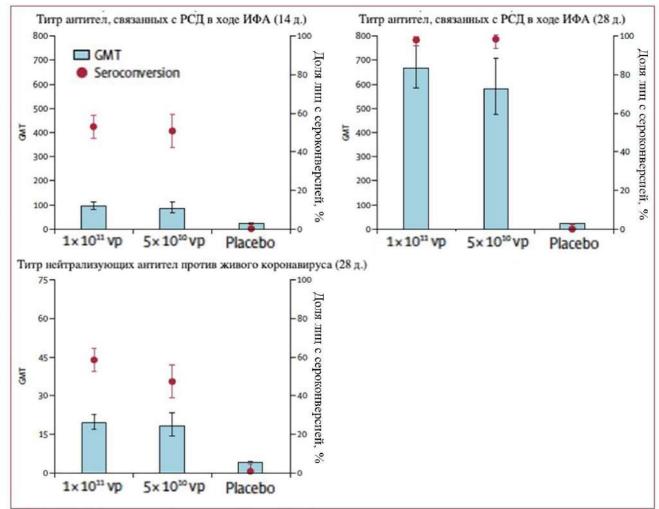
- А) у всех рыб имеются брюшные плавники;
- В) все приведённые представители имеют плавательный пузырь;
- C) особь 2 относится к отряду Лососеобразные (Salmoniformes);
- D) у особи 1 брюшные плавники находятся далеко позади грудных;
- Е) особь 4 имеет циклойдную чешую;
- F) у особи 1 и 4 анальное отверстие находится позади последнего луча анального плавника.

- А) у всех изображенных рыб имеется парный анальный плавник;
- В) у особи 3 имеется клоака;
- С) особи 2 и 4 относятся к отряду Карпообразные (Cypriniformes);
- D) у особи 4 брюшные плавники находятся значительно позади грудных;
- Е) у особи 3 желудок выражен более сильно, чем у особи 4;
- F) из приведенных на изображениях видов хищными считаются особи 2 и 3.

Задание A (ID 9) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Перед Вами результаты применения одной из экспериментальных вакцин против новой коронавирусной инфекции в трех популяциях испытуемых. Первой группе проводилась внутримышечная инъекция в дозе 1×10^{11} вирусных частиц (vp) на мл раствора, второй группе — 5×10^{10} вирусных частиц на мл, а третья группа получила плацебо (раствор - «пустышка», не содержащий вирусных частиц). Иммуногенность введённого препарата оценивалась через 14 и 28 дней путем подсчета титра антител (GMT), полученного в ходе реакций иммуноферментного анализа (ИФА) при их взаимодействии с рецептор-связывающим доменом (РСД — Receptor binding domain, RBD) вирусного гликопротеина и в ходе реакции нейтрализации вирусов в культуре клеток.



Рассмотрите картинку и укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- А) <u>Доля вакцинированных лиц, у которых была зарегистрирована сероконверсия (здесь: рост титра антител в 4 и более раз по сравнению с исходными значениями), выросла примерно в 2 раза с 14-го по 28-ой дни;</u>
- В) Титры нейтрализующих антител против живого коронавируса на 28-й день оказались в среднем выше, чем титры антител, полученные в ходе ИФА на 14-й день;
- С) Иммуногенность внутримышечно введенного раствора не различалась среди участников всех трех групп;
- D) <u>Титры антител в двух вакцинированных против вируса группах выросли значительно</u> <u>сильнее, чем в группе плацебо;</u>
- E) Титры IgG в ответ на инфекцию в организме начинают расти раньше, чем титры IgM;

F) <u>Следует ожидать, что в группах лиц, которым была введена вакцина с вирусными частицами, будет чаще регистрироваться такое нежелательное явление вследствие введения вакцины, как лихорадочный синдром, чем в группе плацебо;</u>

Вариант 2:

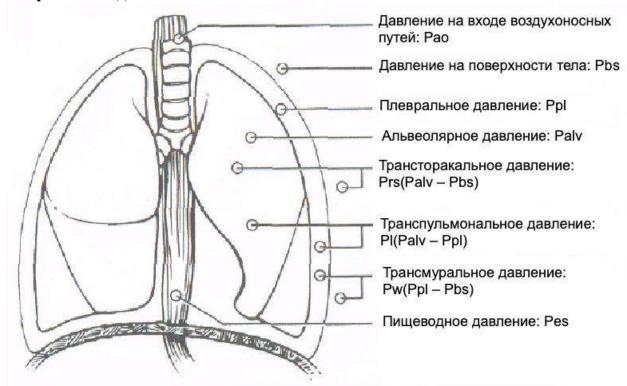
- А) Доля вакцинированных лиц, у которых была зарегистрирована сероконверсия (здесь: рост титра антител в 4 и более раз по сравнению с исходными значениями), за 2 недели не изменилась:
- В) Иммуногенность вакцины оказалась выше в группе лиц, которые получили инъекцию препарата, содержащего 5×10^{10} вирусных частиц на мл;
- С) Титры антител в двух вакцинированных против вируса группах выросли значительно сильнее, чем в группе плацебо;
- D) Титры IgM в ответ на инфекцию в организме начинают расти раньше, чем титры IgG;
- E) <u>Следует ожидать, что в группах лиц, которым была введена вакцина с вирусными частицами, будет чаще регистрироваться такое нежелательное явление вследствие введения вакцины, как лихорадочный синдром, чем в группе плацебо:</u>
- F) Следует ожидать, что больше всего нежелательных явлений вследствие инъекции препарата будет зарегистрировано в группе плацебо.

- А) Доля вакцинированных лиц, у которых была зарегистрирована сероконверсия (здесь: рост титра антител в 4 и более раз по сравнению с исходными значениями), за 2 недели не изменилась;
- В) Титры нейтрализующих антител против живого коронавируса на 28-й день оказались в среднем выше, чем титры антител, полученные в ходе ИФА на 14-й день;
- C) Иммуногенность вакцины оказалась выше в группе лиц, которые получили инъекцию препарата, содержащего 5×10^{10} вирусных частиц на мл;
- D) <u>Титры антител в двух вакцинированных против вируса группах выросли значительно</u> сильнее, чем в группе плацебо;
- E) Титры IgM в ответ на инфекцию в организме начинают расти раньше, чем титры IgG;
- F) Следует ожидать, что больше всего нежелательных явлений вследствие инъекции препарата будет зарегистрировано в группе плацебо.

Задание A (ID 10) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Схематически можно выделить несколько видов давлений, создающих поток воздуха во время акта дыхания:



Рассмотрите картинку и укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- А) <u>Альвеолярное давление отрицательное (по отношению к атмосферному) во время вдоха и положительное</u> во время выдоха.
- В) <u>Главной движущей силой, позволяющей сделать вдох, является разность давлений на входе в дыхательные пути (Pao) и в альвеолах (Palv)</u>.
- C) Давление, свойственное дыхательной системе в целом, равняется сумме альвеолярного (Palv) и внешнего (атмосферного, Pbs) давлений.
- D) <u>Помимо давления в плевральной полости (Ppl), альвеолярное давление (Palv) зависит от</u> эластической тяги легких.
- E) Изменения пищеводного давления (Pes) во время дыхания при условии отсутствия перистальтики отражают изменения альвеолярного давления.
- F) <u>У здорового человека в положении стоя имеется градиент плеврального давления (Ppl) между верхушкой и основанием легкого.</u>

- А) При отсутствии воздушного потока (в конце вдоха или выдоха) Рао равно нулю.
- В) Альвеолярное давление отрицательное (по отношению к атмосферному) во время выдоха и положительное во время выдоха.
- С) Главной движущей силой, позволяющей сделать вдох, является сумма плеврального (Ppl) и пищеводного (Pes) давлений.
- D) <u>Помимо давления в плевральной полости (Ppl), альвеолярное давление (Palv) зависит от</u> эластической тяги легких.
- E) С увеличением давления в плевральной полости (Ppl) альвеолярное давление (Palv) падает.

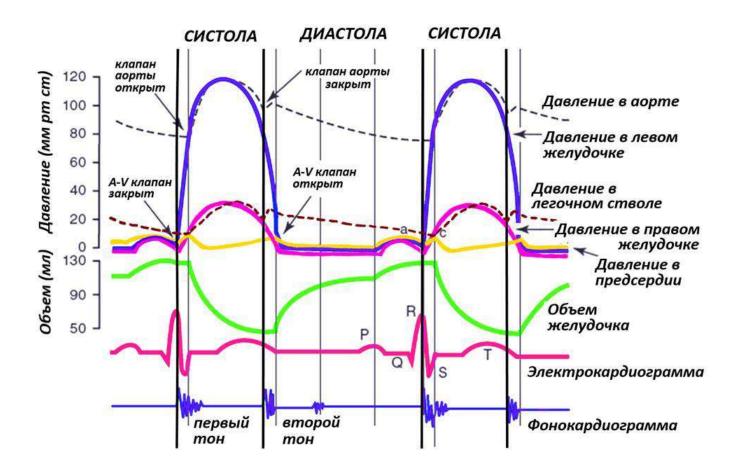
F) Изменения пищеводного давления (Pes) во время дыхания при условии отсутствия перистальтики отражают изменения альвеолярного давления.

- А) <u>Альвеолярное давление отрицательное (по отношению к атмосферному) во время вдоха и положительное</u> во время выдоха.
- В) При отсутствии воздушного потока (в конце вдоха или выдоха) Рао равно нулю.
- С) Главной движущей силой, позволяющей сделать вдох, является сумма плеврального (Ppl) и пищеводного (Pes) давлений.
- D) <u>Помимо давления в плевральной полости (Ppl), альвеолярное давление (Palv) зависит от эластической тяги легких.</u>
- E) С увеличением давления в плевральной полости (Ppl) альвеолярное давление (Palv) падает.
- F) <u>У здорового человека в положении стоя имеется градиент плеврального давления (Ppl) между верхушкой и основанием легкого.</u>

Задание A (ID 11) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Внизу представлена диаграмма Уиггерса, наглядно отображающая работу правых и левых камер сердца в систолу и диастолу:



Изучите диаграмму и укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- А) миокард правого желудочка страдает от ишемии чаще, чем миокард левого желудочка;
- В) неэффективное сокращение предсердий при их фибрилляции незначительно влияет на конечный диастолический объем крови в желудочках;
- С) фракция выброса на приведенной диаграмме составляет около 60%;
- D) при недостаточном смыкании створок митрального клапана шум на фонокардиограмме отмечается во время диастолы;
- E) во время внутриутробного развития давление в правых отделах сердца плода выше, чем в левых отделах;
- F) <u>основная доля конечного диастолического объема желудочков поступает из предсердий пассивно;</u>

- А) фракция выброса на приведенной диаграмме составляет около 60%;
- В) минутный объем крови правого желудочка меньше, чем левого;
- С) увеличение частоты сердечных сокращений происходит за счет укорочения диастолы;
- D) <u>систолическое давление в легочном стволе на приведенной диаграмме составляет около 30 мм рт ст;</u>

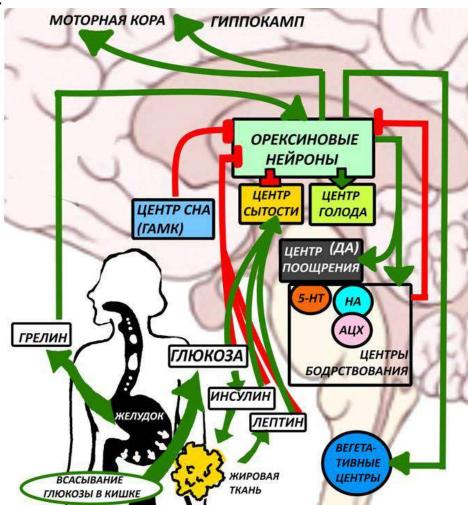
- E) <u>основная доля конечного диастолического объема желудочков поступает из предсердий пассивно;</u>
- F) при развитии инфаркта миокарда желудочков значимые изменения на электрокардиограмме возникнут в P зубце.

- А) неэффективное сокращение предсердий при их фибрилляции незначительно влияет на конечный диастолический объем крови в желудочках;
- В) увеличение частоты сердечных сокращений происходит за счет укорочения диастолы;
- С) фракция выброса на данном графике составляет около 40%;
- D) <u>систолическое давление в легочном стволе на приведенной диаграмме составляет около</u> 30 мм рт ст;
- E) во время внутриутробного развития давление в правых отделах сердца плода выше, чем в левых отделах;
- F) у людей с повышенным артериальным давлением 2 тон звучит слабее, чем у здоровых людей;

Задание A (ID 12) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Известно, что у людей, страдающих нарколепсией, т.е. патологической дневной сонливостью, снижена активность орексиновых нейронов. На рисунке внизу схематично представлена роль орексиновых нейронов латерального гипоталамуса в регуляции аппетита, бодрствования, эмоционального фона и спонтанной физической активности.



Изучите схему и укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- А) инъекция орексина в желудочки мозга повышает аппетит;
- В) активирующее действие на центр насыщения у инсулина более длительное, чем у лептина;
- С) антагонисты рецепторов орексина используют в качестве снотворного;
- D) орексин угнетает пространственную память;
- Е) орексин способствует понижению артериального давления и частоты сердечных сокращений;
- F) <u>аденозин как продукт энергетического метаболизма АТФ угнетает орексиновые нейроны.</u>

- А) если у пациента удалить часть желудка, он будет чаще испытывать голод;
- В) активирующее действие на центр насыщения у инсулина более длительное, чем у лептина;
- С) антагонисты рецепторов орексина используют в качестве снотворного;

- D) <u>орексин повышает эффективный расход потребляемых калорий за счет повышения</u> спонтанной физической активности;
- Е) у людей с нарколепсией чаще развивается зависимость от наркотических препаратов;
- F) <u>у людей с сахарным диабетом второго типа уровень орексина в плазме крови повышен;</u>

- А) если у пациента удалить часть желудка, он будет чаще испытывать голод;
- В) у людей с ожирением гипоталамические центры голода и насыщения более чувствительны к лептину, чем у здоровых людей;
- С) орексин повышает эффективный расход потребляемых калорий за счет повышения спонтанной физической активности;
- D) <u>в чрезмерно высоких концентрациях активирующий эффект орексина на серотониновые ядра снижается, что может стать причиной депрессии;</u>
- Е) орексин угнетает пространственную память;
- F) <u>аденозин как продукт энергетического метаболизма АТФ угнетает орексиновые нейроны.</u>

Задание A (ID 13) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Зачастую в метаболических путях возникает необходимость в осуществлении перестройки углеродного скелета соединения. В ряде случаев данный процесс катализируют ферменты, называемые транскетолазами (ТК), трансальдолазами (ТА) и альдолазами (А). В верхней части рисунка вы можете видеть упрощенные механизмы функционирования данных белков. Изогнутыми стрелками обозначена миграция пары электронов. Обратите внимание на то, что транскетолазы стабилизируют отрицательный заряд на α -углероде карбонильной группы, а трансальдолазы и альдолазы – на β -углероде.

Также на рисунке представлен некоторый метаболический путь, протекающий в дрожжах (Saccharomyces cerevisiae). Пунктирные стрелки обозначают серии реакций изомеризации. Рh соответствует фосфатной группе. Для реакций 3 и 4 мы умышленно не указали названия ферментов, которые их катализируют. X, Y, Z, W, F и G представляют собой зашифрованные соединения, некоторые из которых могут быть представлены в правой части рисунка. Известно, что количество атомов углерода в соединениях Z и G идентично. Внимательно рассмотрите все схемы и выберите верные утверждения:

Вариант 1:

- A) Соединение Z это соединение-кандидат I;
- В) Соединение У это соединение-кандидат IV;
- С) Соединение F это соединение-кандидат III;
- D) <u>Соединение G это метаболит гликолиза</u>;
- Е) Реакцию 4 катализирует трансальдолаза;
- F) <u>Представленный метаболический путь частично дублирует функции пентозофосфатного пути, а именно поставляет субстраты для синтеза нуклеотидов.</u>

Вариант 2:

A) Соединение Z – это соединение-кандидат II;

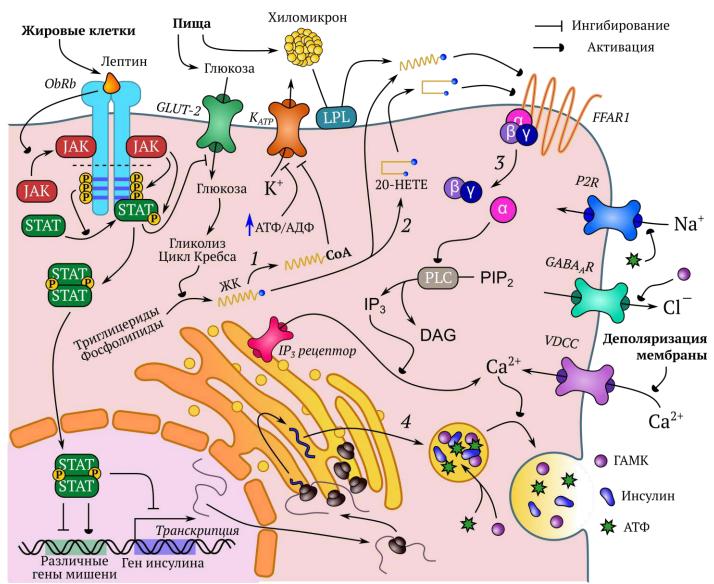
- В) Соединение У это соединение-кандидат IV;
- С) Соединение F это соединение-кандидат VI;
- D) <u>Соединение G это метаболит гликолиза</u>;
- Е) Реакцию 4 катализирует трансальдолаза;
- F) <u>Представленный метаболический путь частично дублирует функции пентозофосфатного пути, а именно поставляет субстраты для синтеза нуклеотидов</u>.

- А) Соединение G это соединение-кандидат I;
- В) Соединение Y это соединение-кандидат V;
- С) <u>Соединение F это соединение-кандидат III;</u>
- D) <u>Соединение Z это метаболит гликолиза</u>;
- Е) Реакцию 4 катализирует трансальдолаза;
- F) <u>Представленный метаболический путь частично дублирует функции пентозофосфатного пути, а именно поставляет субстраты для синтеза нуклеотидов</u>.

Задание A (ID 14) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

На рисунке изображена крайне упрощенная схема некоторых процессов, протекающих в β-клетках поджелудочной железы мыши (*Mus musculus*). Сокращения: P – фосфатная группа; ЖК – жирная кислота; CoA – кофермент A; 20-HETE – гидроксилированное производное арахидоновой кислоты; PIP₂ – фосфатидилинозитол бисфосфат; IP₃ – инозитолтрифосфат; DAG – диацилглицерол; ГАМК – γ-аминомасляная кислота. Названия белков мы умышленно не расшифровываем.



Внимательно рассмотрите рисунок, после чего выберите верные утверждения:

Вариант 1:

- А) Слияние везикул, несущих инсулин, с клеточной мембраной ингибирует выброс инсулина с целью обеспечения отрицательной обратной связи;
- В) При длительном голодании у животного усиливается липолиз в жировой ткани, что приводит к росту концентрации свободных жирных кислот в крови и, соответственно, к активации FFAR1 и последующему выбросу инсулина;
- С) Реакция 1 требует затрат энергии АТФ;
- D) <u>В процессе 2 участвуют оксидоредуктазы:</u>
- Е) Белок Катр осуществляет активный перенос К+ через мембрану;
- F) Увеличение жировой массы требует повышения концентрации инсулина в крови с целью обеспечить базовый метаболизм адипоцитов, именно поэтому лептин усиливает выброс инсулина;

Вариант 2:

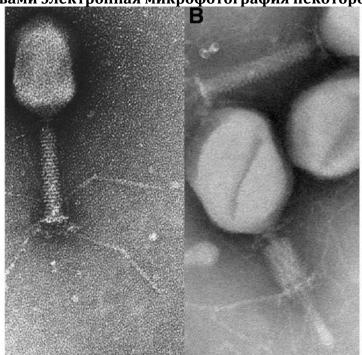
- А) Употребление концентрированного раствора глюкозы приведет к деполяризации клеточной мембраны;
- B) <u>При добавлении апо-формы бычьего сывороточного альбумина к первичной культуре</u> <u>β-клеток секреция инсулина снижается</u>;
- С) В процессе 2 участвуют оксидоредуктазы;
- D) В некоторых клетках человека присутствуют варианты белка ObR, у которых внутриклеточный домен укорочен по пунктирной линии, в отличие от ObRb они не обладают киназной активностью;
- Е) Эффект ГАМК на выброс инсулина проявляется быстрее, нежели эффект лептина;
- F) <u>Процесс 4 сопровождается частичным протеолизом.</u>

- А) Слияние везикул, несущих инсулин, с клеточной мембраной ингибирует выброс инсулина с целью обеспечения отрицательной обратной связи;
- В) При добавлении апо-формы бычьего сывороточного альбумина к первичной культуре β -клеток секреция инсулина снижается;
- С) В процессе 3 участвует ГТФ;
- D) В некоторых клетках человека присутствуют варианты белка ObR, у которых внутриклеточный домен укорочен по пунктирной линии, в отличие от ObRb они не обладают киназной активностью;
- Е) Белок К_{АТР} осуществляет активный перенос К⁺ через мембрану;
- F) <u>Эффект ГАМК на выброс инсулина проявляется быстрее, нежели эффект лептина;</u>

Задание A (ID 15)

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Перед вами электронная микрофотография некоторого организма.



Рассмотрите картинку и укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- А) На рисунке показан прокариотический организм;
- В) Для своего развития этот организм нуждается в клетке бактерии:
- С) Для своего развития этот организм нуждается в эукариотической клетке;
- D) Этот организм не содержит ДНК;
- Е) В геноме этого организма закодированы ферменты цикла Кребса;
- F) <u>Оболочка этого организма образована белками</u>;

Вариант 2:

- А) На рисунке показан прокариотический организм;
- В) Этот организм имеет рибосомы;
- С) Для своего развития этот организм нуждается в клетке бактерии;
- D) Этот организм способен самостоятельно синтезировать белки;
- Е) В геноме этого организма закодированы ферменты гликолиза;
- F) Оболочка этого организма образована липидами;

- А) Этот организм имеет рибосомы;
- В) Для своего развития этот организм нуждается в клетке бактерии;
- С) Для своего развития этот организм нуждается в эукариотической клетке;
- D) Этот организм не содержит ДНК;
- Е) В геноме этого организма закодированы ферменты гликолиза;
- F) <u>Оболочка этого организма образована белками</u>;

Задание А (ID 16)

Общая для всех вариантов часть вопроса:

ТАL-белки – это факторы транскрипции фитопатогенных бактерий, с помощью которых эти бактерии регулируют экспрессию генов растения-хозяина. ДНК-связывающие домены ТАL-белков построены из повторяющихся блоков по 34 аминокислоты. Существует несколько типов таких повторов, которые различаются аминокислотными остатками в 12ом и 13ом положениях каждого повтора. Основные повторы называются HD, NG, NS, NI, NN и IG. Ваше задание – расшифровать код ТАL-белков – понять, к каким нуклеотидам (или последовательностям из нескольких нуклеотидов) специфичен каждый тип повторов.

Для расшифровки был поставлен следующий эксперимент. В клетки листа табака вводили генетические конструкции, содержащие ген бета-глюкуронидазы (uidA) под контролем слабого (минимального) промотора pBs4, транскрипция с которого в отсутствии TAL-белков идет на низком (базовом) уровне. Фермент бета-глюкуронидаза превращает бесцветный субстрат в продукт синего цвета. Кроме минимального промотора в генетические конструкции добавляли предполагаемые сайты связывания TAL-белков Hax2, Hax3 и Hax4 (по одному сайту на каждую конструкцию). Кроме генетических конструкций с геном бета-глюкуронидазы в листья табака вводили гены этих TAL-белков. Затем к листьям добавляли субстрат бета-глюкуронидаы и следили за изменением окраски листьев.

Ниже показаны последовательности сайтов связывания TAL-белков (Нах box A-C), а также последовательности повторов в каждом из TAL-белков. Каждый из сайтов связывания начинается с нуклеотида Т.

ТАL-белки Повторы

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 Hax2 NN IG NG NI NG NG HD NG HD NI HD NI HD NG HD NG HD NG NI NG

Hax3 NI HD NI HD HD HD NS NS NS HD NI NG

Hax4 NIHD HD NG NS NS NIHD NG NINS NING NI NG

Сайты связывания TAL-белков

Hax box A TACACCCAAACAT

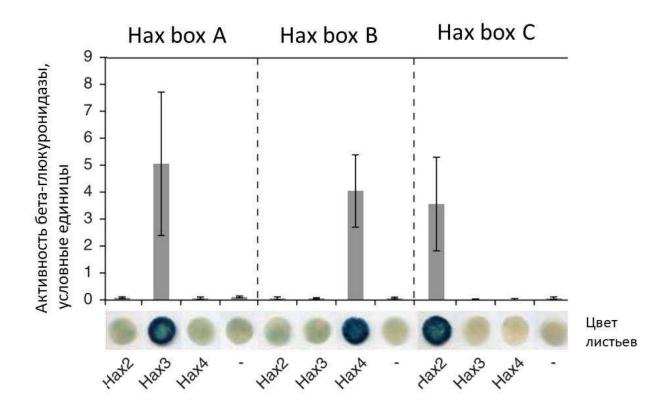
Hax box B TACCTAAACTAAATAT

Hax box C TGTTATTCTCACACTCTCCTTAT

Промотор pBs4 uidA

Схема экспериментальной генетической конструкции

На графике ниже показаны результаты описанного опыта. Над графиком подписаны использованные сайты связывания, а под графиком – использованные TAL-белки. «-» – отрицательный контроль – в листья вводилась только конструкция с геном *uidA*.



Проанализируйте эксперимент и укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- A) ТАL-белок Hax2 специфичен к последовательности Hax box A;
- В) ТАС-белок Нах4 специфичен к последовательности Нах box В:
- С) Каждый ТАL-повтор узнает один нуклеотид;
- D) <u>Повтор типа NG специфичен к тимину:</u>
- E) Повтор типа NI специфичен к цитозину;
- F) <u>TAL-белки это активаторы транскрипции;</u>

Вариант 2:

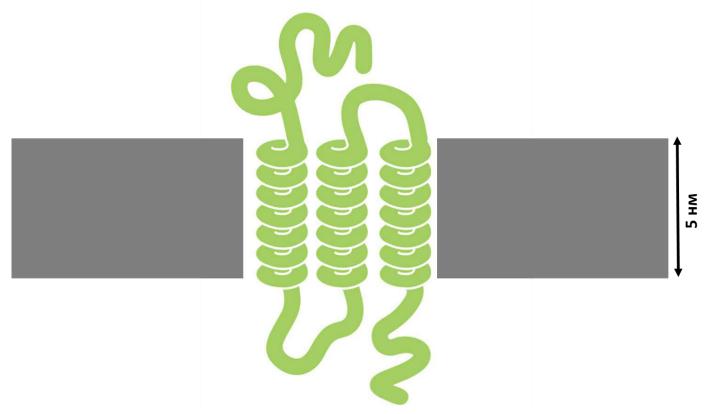
- A) <u>ТАL-белок Нах4 специфичен к последовательности Нах box B</u>;
- В) Каждый ТАС-повтор узнает один нуклеотид;
- С) Повтор типа NI специфичен к цитозину;
- D) Повтор типа HD специфичен к цитозину;
- Е) Каждый ТАL-повтор узнает последовательности из трех нуклеотидов;
- F) ТАL-белки это репрессоры транскрипции;

- A) <u>ТАL-белок Нах4 специфичен к последовательности Нах box B</u>;
- В) <u>Повтор типа NG специфичен к тимину</u>;
- С) Повтор типа NI специфичен к цитозину;
- D) Повтор типа NS может узнавать как аденин, так и цитозин;
- Е) Каждый ТАL-повтор узнает последовательности из трех нуклеотидов;
- F) <u>ТАL-белки это активаторы транскрипции;</u>

Задание A (ID 17) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

На приведенной ниже схеме изображен трансмембранный белок.



Рассмотрите картинку и укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

- А) каждый трансмембранный участок белка состоит из 200 аминокислотных остатков;
- В) в состав трансмембранных участков белка входят преимущественно положительно заряженные аминокислотные остатки лизина и аргинина;
- С) изображенный на схеме белок может выполнять функцию рецептора;
- D) <u>в состав трансмембранный участков белка входят преимущественно гидрофобные аминокислотные остатки;</u>
- Е) данный белок относится к группе белков-гистонов, связывающих ДНК в ядре;
- F) данный белок мог быть синтезирован рибосомой шероховатого ЭПР;

Вариант 2:

- А) каждый трансмембранный участок белка состоит из 200 аминокислотных остатков;
- В) изображенный на схеме белок может выполнять функцию рецептора;
- С) в состав трансмембранный участков белка входят преимущественно гидрофобные аминокислотные остатки;
- D) данная мембрана окружает липосому и сложена из гидрофильных молекул жирных кислот;
- Е) данный белок относится к группе белков-гистонов, связывающих ДНК в ядре;
- F) <u>в изображенном белке присутствуют участки, вовлеченные в образование вторичной структуры;</u>

- А) каждый трансмембранный участок белка состоит из 2 аминокислотных остатков;
- В) в состав трансмембранных участков белка входят преимущественно положительно заряженные аминокислотные остатки лизина и аргинина;

- С) трансмембранный домен белка сложен в структуру типа «β-бочонок»;
- D) данная мембрана окружает липосому и сложена из гидрофильных молекул жирных кислот;
- Е) данный белок мог быть синтезирован рибосомой шероховатого ЭПР:
- F) в изображенном белке присутствуют участки, вовлеченные в образование вторичной структуры;

Задание A (ID 18) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Для определения взаимодействий белков в клетках используют различные методы. Один из них основан на явлении FRET (Фёрстеровский резонансный перенос энергии, Förster resonance energy transfer), которое заключается в безызлучательном переносе энергии с возбужденного флуорофора-донора на расположенный в непосредственной близости флуорофор-акцептор. Таким образом, если уровень флуоресценции донора ниже ожидаемого, а уровень флуоресценции акцептора выше ожидаемого, то говорят о регистрации «сигнала FRET». Если эту пару флуорофоров связать с двумя белками, то по наличию сигнала FRET можно судить о взаимодействии этих белков. С помощью этого метода ученые решили установить, как глюкагон влияет на контакты между несколькими белками гепатоцита. В таблице ниже знак «+» обозначает наличие сигнала FRET в случае, когда флуорофоры находились на указанной паре белков.

Белок	α	β	γ	Н3	H4
α		+	+	15=	-
β			+	s=	-
γ				-	_
НЗ					+
50000000					

Белок	α	β	γ	Н3	H4
α		-	(44)	-	-
β			+	-	3=2
γ				2	
НЗ					+
H4					

Изучите результаты эксперимента и укажите для каждого из следующих утверждений, является оно верным или неверным:

Вариант 1:

H4

- А) в присутствии глюкагона нарушаются контакты белков α и β:
- В) белки НЗ и Н4 взаимодействуют друг с другом вне зависимости от наличия глюкагона;
- С) при добавлении глюкагона белок γ теряет контакты с белком β , но они оба остаются связаны с белком α ;
- D) из эксперимента следует, что белок H4 существует в виде димера;
- E) дизайн этого эксперимента не позволяет определить, димеризуется ли белок у в ответ на добавление глюкагона:
- F) <u>дизайн этого эксперимента не позволяет определить, димеризуется ли белок НЗ</u>;

Вариант 2:

- А) α взаимодействует с Н4 независимо от присутствия глюкагона;
- В) α связывается с γ в присутствии глюкагона;
- С) белки НЗ и Н4 взаимодействуют друг с другом вне зависимости от наличия глюкагона;
- D) глюкагон стимулирует связывание γ с H4;
- E) дизайн этого эксперимента не позволяет определить, димеризуется ли белок у в ответ на добавление глюкагона;
- F) дизайн этого эксперимента не позволяет определить, димеризуется ли белок H3;

- А) α связывается с γ в присутствии глюкагона;
- В) в присутствии глюкагона нарушаются контакты белков α и β;
- С) НЗ связывается с Н4 только в отсутствие глюкагона;
- D) при добавлении глюкагона белок γ теряет контакты с белком β , но они оба остаются связаны с белком α ;
- Е) из эксперимента следует, что белок Н4 существует в виде димера;
- F) дизайн этого эксперимента не позволяет определить, димеризуется ли белок у в ответ на добавление глюкагона;

Задание A (ID 19) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

В ходе экспериментов по одомашниванию Американской норки ($Mustela\ vison$) с вероятностью $1*10^{-3}$ рождались детеныши, имеющие крупные белые пятна на животе и белые лапы. Животных такого окраса назвали пегие.

При скрещивании пегих особей между собой за 39 скрещиваний было получено 159 норчат, из которых 38 имели стандартную коричневую окраску (окрас дикого типа), 77 были пегими и 44 помимо белого живота и лап имели отдельные седые волоски на спине и боках. Такой окрас назвали серебристым.

При скрещивании пегих особей с особями дикого типа за 15 скрещиваний было получено 62 потомка, из которых 29 имели окрас дикого типа и 33 были пегими. Проанализируйте результаты скрещиваний и укажите верные утверждения.

Вариант 1:

- А) В ходе эксперимента по одомашниванию ученые обнаружили новый аллель окраски меха у норок;
- В) По результатам скрещиваний можно предположить, что аллель пегости доминирует над аллелем дикого типа;
- С) От скрещивания серебристых особей с пегими можно ожидать рождение серебристых и пегих потомков в соотношении 1 : 1;
- D) <u>От скрещивания серебристых особей между собой невозможно получить потомков</u> дикого типа;
- Е) При скрещивании серебристых особей с особями дикого типа будет выполняться Закон единообразия гибридов первого поколения;
- F) <u>Получить чистую породу пегих норок нельзя.</u>

Вариант 2:

- А) В ходе эксперимента по одомашниванию ученые обнаружили новый ген окраски меха у норок;
- В) <u>По результатам скрещиваний можно предположить, что аллель серебристой окраски меха неполно доминирует над аллелем дикого типа;</u>
- С) От скрещивания серебристых особей с пегими можно ожидать рождение серебристых и пегих потомков в соотношении 1 : 1;
- D) <u>От скрещивания серебристых особей между собой невозможно получить потомков</u> дикого типа;
- E) <u>При скрещивании серебристых особей с особями дикого типа будет выполняться Закон единообразия гибридов первого поколения;</u>
- F) Путем дальнейших скрещиваний можно получить две новые породы пегих и серебристых норок;

- А) В ходе эксперимента по одомашниванию ученые обнаружили новый аллель окраски меха у норок;
- В) По результатам скрещиваний можно предположить, что появление серебристых детенышей является результатом эпистатического действия генов;
- С) От скрещивания серебристых особей между собой невозможно получить потомков дикого типа;
- D) <u>При скрещивании серебристых особей с особями дикого типа будет выполняться Закон</u> единообразия гибридов первого поколения;
- Е) Путем дальнейших скрещиваний можно получить две новые породы пегих и серебристых норок;
- F) <u>Получить чистую породу пегих норок нельзя.</u>

Задание A (ID 20) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Американские норки (*Mustela vison*) линии серебристо-голубая (Platinum) при скрещивании с норками линии кобальтовая (Cobalt) в F1 всегда дают потомков стандартной коричневой окраски (окрас дикого типа). Во втором поколении гибридов (F2) получаются потомки дикого типа, серебристо-голубые, кобальтовые, а также рождаются норчата нового окраса американский топаз (american topaz). Причем, при скрещивании животных окраса американский топаз между собой потомство всегда единообразно и имеет окрас американский топаз.

Проанализируйте результат скрещиваний и укажите верные утверждения.

Вариант 1:

- А) Окрасы линий серебристо-голубая и кобальтовая обусловлены действием разных аллелей одного гена;
- B) <u>От возвратного скрещивания гибридов F1 с родителем породы кобальтовая можно ожидать норчат дикого типа и кобальтовых в соотношении 1 : 1;</u>
- C) <u>В F2 детеныши серебристо-голубого и кобальтового окраса могут родиться с равной вероятностью;</u>
- D) При скрещивании норок окраса американский топаз с чистопородными кобальтовыми все потомки будут иметь окрас американский топаз;
- E) <u>Потомки дикого типа из F2 могут быть как гомо- так и гетерозиготами по генам, определяющим окрас;</u>
- F) Потомки от скрещивания гибридов F1 с норками американский топаз никогда не буду иметь окрас американский топаз.

Вариант 2:

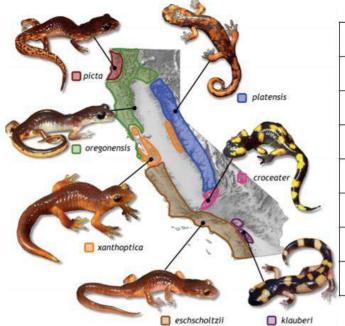
- А) Окрасы линий серебристо-голубая и кобальтовая обусловлены действием разных генов;
- В) <u>От возвратного скрещивания гибридов F1 с родителем серебристо-голубого окраса можно ожидать норчат дикого типа и серебристо-голубых в соотношении 1 : 1;</u>
- C) <u>В F2 детеныши серебристо-голубого и кобальтового окраса могут родиться с равной вероятностью;</u>
- D) При скрещивании норок окраса американский топаз с чистопородными серебристоголубыми все потомки будут иметь окрас американский топаз;
- E) При скрещивании норок окраса американский топаз с чистопородными кобальтовыми все потомки будут иметь окрас американский топаз;
- F) <u>Потомки дикого типа из F2 могут быть как гомо- так и гетерозиготами по генам, определяющим окрас;</u>

- А) Окрасы линий серебристо-голубая и кобальтовая обусловлены действием разных аллелей одного гена;
- В) <u>От возвратного скрещивания гибридов F1 с родителем серебристо-голубого окраса можно ожидать норчат дикого типа и серебристо-голубых в соотношении 1 : 1;</u>
- С) <u>В F2 детеныши с окрасом дикого типа рождаются чаще детенышей других окрасов:</u>
- D) При скрещивании норок окраса американский топаз с чистопородными серебристоголубыми все потомки будут иметь окрас американский топаз;
- E) <u>Потомки дикого типа из F2 могут быть как гомо- так и гетерозиготами по генам, определяющим окрас;</u>
- F) Потомки от скрещивания гибридов F1 с норками американский топаз никогда не буду иметь окрас американский топаз.

Задание A (ID 21) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Тихоокеанская саламандра (Ensatina eschscholtzii) имеет сложную структуру популяций. Предполагается, что предковая форма (подвид E. e. oregonensis) при расширении своего ареала на юг огибала Центральную долину, в результате чего разделилась на 2 параллельных направления: прибрежное и материковое. За этой долиной популяции с разных направлений снова встретились. На рисунке показаны ареалы обитания подвидов, а в таблице – попарное сравнение представителей подвидов по различным параметрам. Генетическое различие выражено в условных единицах, где 0 – различий нет, а 1 – различия максимальны.



подв	1	II	III	IV	
platensis	croceater	89%	0,11	52%	83%
oregonensis	picta	57%	0,39	93%	48%
oregonensis	xanthoptica	100%	0,31	80%	29%
хапthoptica побережье	хапthoptica материк	75%	0,12	100%	14%
xanthoptica	platensis	36%	0,40	86%	5%
eschscholtzii	klauberi	11%	0,60	95%	60%
croceater	klauberi	76%	0,34	100%	76%

I – эффективность скрещивания

II - генетическое различие

III - различие в климате

IV – различие в растительности

Исходя из представленных данных, можно заключить:

Вариант 1:

- A) E.e. klauberi эволюционно более близки к E.e. eschscholtzii, чем к E.e. croceater;
- B) популяции подвида *E.e. xanthoptica* по разные стороны долины скорее всего имеют различное происхождение от *E.e. oregonensis* с одной стороны и от *E.e. platensis* с другой;
- C) ген из генофонда *E.e. croceater* из-за генетических барьеров никоим образом не может попасть в генофонд *E.e. eschscholtzii;*
- D) ген из генофонда популяции *E.e. хапthoptica* из ареала на побережье из-за географических барьеров никоим образом не может попасть в генофонд популяции того же подвида на материковом направлении;
- E) <u>генетически близкие представители вида могут иметь сильно отличающиеся</u> <u>экологические предпочтения</u>;
- F) E.e. xanthoptica и E.e. platensis скорее симпатрические подвиды, чем аллопатрические;

- A) *E.e. klauberi* эволюционно более близки к *E.e. croceater*, чем к *E.e. eschscholtzii*;
- B) популяции подвида *E.e. xanthoptica* по разные стороны долины скорее всего имеют различное происхождение от *E.e. oregonensis* с одной стороны и от *E.e. platensis* с другой;
- C) ген из генофонда *E.e. croceater* из-за генетических барьеров никоим образом не может попасть в генофонд *E.e. eschscholtzii*;

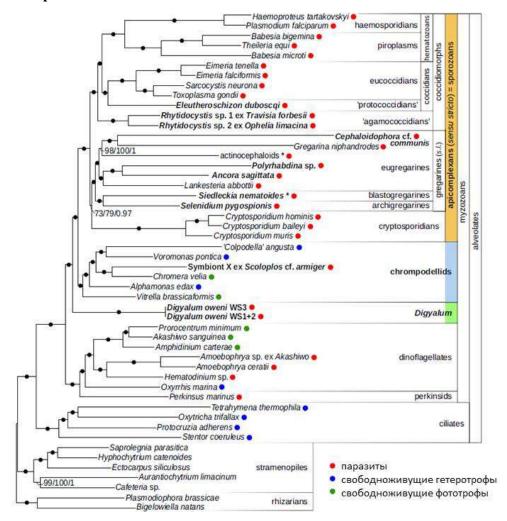
- D) степень различия в экологии подвидов хорошо коррелирует со степенью генетического различия;
- E) <u>генетически близкие представители вида могут иметь сильно отличающиеся</u> <u>экологические предпочтения</u>;
- F) *E.e. oregonensis* и *E.e. picta* скорее симпатрические подвиды, чем аллопатрические;

- A) E.e. klauberi эволюционно более близки к E.e. eschscholtzii, чем к E.e. croceater;
- B) <u>подвид *E.e. хапthoptica* первоначально возник на побережье и лишь потом его ареалы появились на материковом направлении;</u>
- C) ген из генофонда популяции *E.e. xanthoptica* из ареала на побережье из-за географических барьеров никоим образом не может попасть в генофонд популяции того же подвида на материковом направлении;
- D) степень различия в экологии подвидов хорошо коррелирует со степенью генетического различия;
- E) <u>генетически близкие представители вида могут иметь сильно отличающиеся</u> <u>экологические предпочтения;</u>
- F) E.e. xanthoptica и E.e. platensis скорее симпатрические подвиды, чем аллопатрические;

Задание A (ID 22) - 3 балла

Общая для всех вариантов часть вопроса:

Вам представлено филогенетическое древо апикомплексов (паразитических протистов) в окружении родственных групп. Справа указаны организмы, от них отходят ветви. Схождение ветвей показывает родство. В современной систематике для классификации предпочитают использовать лишь группы организмов, которые включают в себя всех потомков выбранного предка. Такие группы называют монофилетическими.



Вам нужно проанализировать древо и выбрать соответствующие ему гипотезы, которые ранее были предложены учеными.

Вариант 1:

- A) паразитические альвеоляты (alveolates) образуют монофилетическую группу;
- B) древо поддерживает гипотезу о монофилии грегарин (gregarines s.l.);
- C) паразиты человека из родов *Plasmodium, Toxoplasma, Babesia, Cryptosporidium* более родственны друг к другу, чем к грегаринам (gregarines)
- D) фототрофные альвеоляты из родов *Prorocentrum, Akashiwo, Amphidinium* более родственны некоторым паразитическим альвеолятам, чем фототрофным *Chromera* и *Vitrella*;
- E) группы dinoflagellates и perkinsids вместе формируют монофилетическую группу;
- F) инфузории (ciliates) более родственны представителем из группы alveolates, а не группы stramenopiles.

Вариант 2:

A) паразитические альвеоляты (alveolates) образуют монофилетическую группу;

- B) древо поддерживает гипотезу о монофилии свободно живущих фототрофов среди альвеолят (alveoltaes)
- C) паразиты человека из родов *Plasmodium, Toxoplasma, Babesia, Cryptosporidium* более родственны друг к другу, чем к грегаринам (gregarines)
- D) группы eugregarines и archigregarines вместе формируют монофилетическую группу;
- E) группы dinoflagellates и perkinsids вместе формируют монофилетическую группу:
- F) инфузории (ciliates) более родственны представителем из группы alveolates, а не группы stramenopiles.

Вариант 3:

- A) паразитические альвеоляты (alveolates) не образуют монофилетическую группу;
- B) древо поддерживает гипотезу о монофилии грегарин (gregarines s.l.):
- C) паразиты человека из родов *Plasmodium, Toxoplasma, Babesia, Cryptosporidium* более родственны друг к другу, чем к грегаринам (gregarines)
- D) фототрофные альвеоляты из родов *Prorocentrum, Akashiwo, Amphidinium* более родственны некоторым паразитическим альвеолятам, чем фототрофным *Chromera u Vitrella*;
- E) группы eugregarines и archigregarines вместе формируют монофилетическую группу;
- F) инфузории (ciliates) более родственны представителем из группы stramenopiles, а не группы alveolates;

Часть В. Задания на сопоставления

В заданиях данной части участникам необходимо проанализировать различные схемы, рисунки, таблицы и сопоставить их элементы между собой. В качестве ответа в каждом задании участники должны заполнить ячейки в таблице соответствий.

В матрице ответов для каждого задания приведена своя индивидуальная таблица соответствий – ее и нужно заполнить. Для ввода ответа в матрицу щелкните по нужной ячейке и выберите значение из выпадающего списка:

Задание **ВЗ (ID 33)**

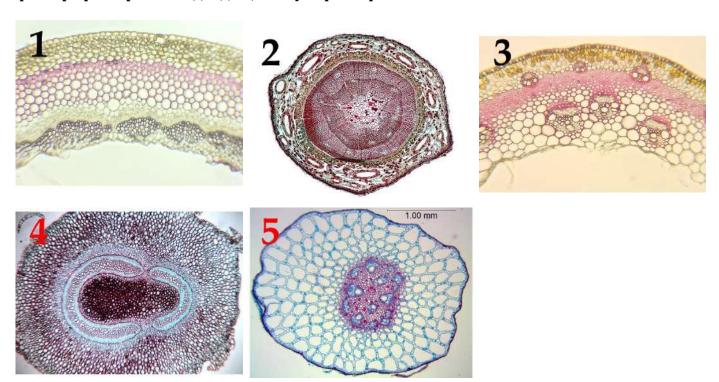
Отряд	Отряд Имаго		Личинка (нимфа)		Образ жизни (В/Н/А)
Стрекозы			¥		
Подёнки	пусто		^		
Блохи	A				
Пухоеды и вши	С				
Клопы	D				
Жесткокрылые	E				
Двукрылые	F G		~		
Перепончатокрылые			П		

Задание B (ID 23) - 5 баллов

Вариант 1

Органы растений, обладают анатомическими особенностями, которые позволяют определить систематическое положение растения. Большое значение имеет организация проводящих тканей (vascular tissue) их строение и взаимное расположение.

В данном задании приведены фотографии поперечных срезов (или фрагментов срезов) растений различных таксонов. В этом задании необходимо соотнести фотографию среза с подходящей ему характеристикой и таксоном.



Список таксонов (список избыточен – в нем есть лишние таксоны, также один таксон может встретиться несколько раз):

- A) Однодольные (Angiospermae, Monocotyledones);
- В) Двудольные (Angiospermae, Dicotyledones);
- C) Папоротниковидные (Pteridophytina);
- D) Хвощевидные (Equisetophytina);
- E) Cосновые (*Pinopsida*);
- F) Плауновидные (Lycopodiophyta).

- I) в первичной коре хорошо развита воздухоносная паренхима аэренхима (aerenchyma); ксилема (xylem)выражена очень слабо;
- II) проводящие пучки (vascular bundle) открытые, располагаются кольцом; межпучковый камбий (interfascicular cambium) откладывает мелкие добавочные пучки;
- III) для растения характерна плектостела (plectostele): ксилема (xylem) расчленена на отдельные иногда соединяющиеся тяжи, между которыми и вокруг них расположена флоэма (phloem); сердцевина (pith) не выражена;
- IV) для растения характерна сифоностела (siphonostele); в области узлов образуются крупные листовые прорывы (leaf gap), заполненные паренхимой (parenchyma);
- V) под первичной корой (cortex) расположен мощный слой механической ткани склеренхимы (sclerenchyma), развит камбий (cambium);
- VI) хорошо развиты смоляные ходы (resin duct); основные водопроволящие элементы ксилемы трахеиды (tracheids), располагающиеся радиальными рядами;

- VII) проводящие пучки закрытые, расположены на поперечном срезе хаотично: некоторые непосредственно под эпидермой (epidermis), другие глубже в стебле;
- VIII) строение пучковое; межпучковый камбий (interfascicular cambium) не закладывается, пучковый (fascicular cambium) малоактивен.

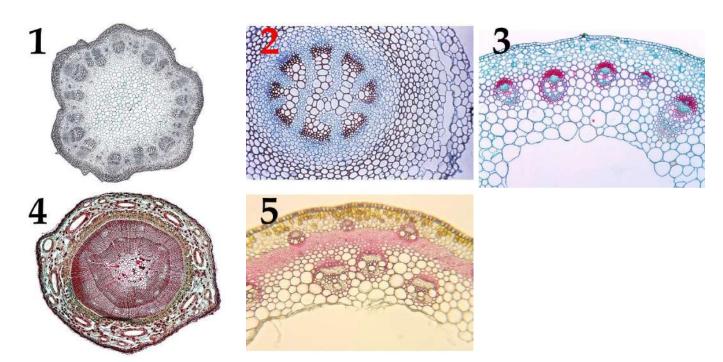
Картинка	1	2	3	4	5
Таксон	В	Е	A	С	A
Характеристика	V	VI	VII	IV	I

Задание B (ID 23) - 5 баллов

Вариант 2

Органы растений, обладают анатомическими особенностями, которые позволяют определить систематическое положение растения. Большое значение имеет организация проводящих тканей (vascular tissue) их строение и взаимное расположение.

В данном задании приведены фотографии поперечных срезов (или фрагментов срезов) растений различных таксонов. В этом задании необходимо соотнести фотографию среза с подходящей ему характеристикой и таксоном.



Список таксонов (список избыточен – в нем есть лишние таксоны, также один таксон может встретиться несколько раз):

- A) Однодольные (Angiospermae, Monocotyledones);
- В) Двудольные (Angiospermae, Dicotyledones);
- C) Папоротниковидные (Pteridophytina);
- D) Хвощевидные (Equisetophytina);
- E) Cосновые (Pinopsida);
- F) Плауновидные (Lycopodiophyta).

- в первичной коре хорошо развита воздухоносная паренхима аэренхима (аегепсhyma); ксилема (хуlem)выражена очень слабо;
- II) проводящие пучки (vascular bundle) открытые, располагаются кольцом; межпучковый камбий (interfascicular cambium) откладывает мелкие добавочные пучки;
- III) для растения характерна плектостела (plectostele): ксилема (xylem) расчленена на отдельные иногда соединяющиеся тяжи, между которыми и вокруг них расположена флоэма (phloem); сердцевина (pith) не выражена;
- IV) для растения характерна сифоностела (siphonostele); в области узлов образуются крупные листовые прорывы (leaf gap), заполненные паренхимой (parenchyma);
- V) под первичной корой (cortex) расположен мощный слой механической ткани склеренхимы (sclerenchyma), развит камбий (cambium);
- VI) хорошо развиты смоляные ходы (resin duct); основные водопроволящие элементы ксилемы трахеиды (tracheids), располагающиеся радиальными рядами;

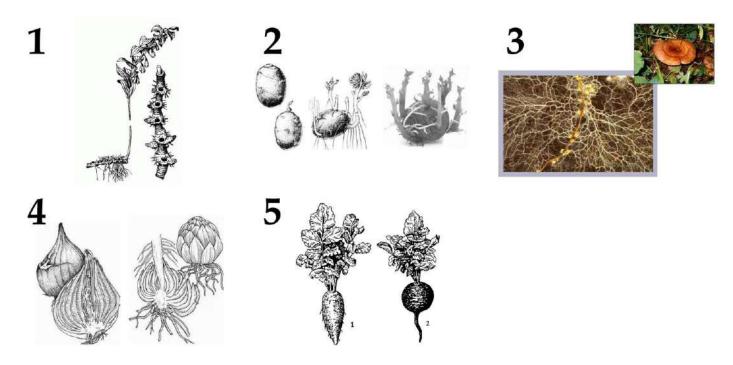
- VII) проводящие пучки закрытые, расположены на поперечном срезе хаотично: некоторые непосредственно под эпидермой (epidermis), другие глубже в стебле;
- VIII) строение пучковое; межпучковый камбий (interfascicular cambium) не закладывается, пучковый (fascicular cambium) малоактивен.

Картинка	1	2	3	4	5
Таксон	В	F	В	E	A
Характеристика	II	III	VIII	VI	VII

Задание B (ID 24) - 5 баллов

Вариант 1

В задании приведены пять рисунков на которых изображены различные видоизменения основных органов растений. Установите, что изображено на каждом рисунке. Сопоставьте каждый рисунок с соответствующим названием видоизменения органа и укажите происхождение данного видоизменения:



Названия видоизменений органов растений (список избыточен - в нем есть лишние):

- А) Луковица;
- В) Воздушные корни эпифитов;
- С) Корневище;
- D) Бактериальные клубеньки (бактероиды);
- Е) Колючки;
- F) Усики, зацепки;
- G) Корнеплод;
- Н) Клубень;
- I) Филлокладии;
- J) Микориза.

Происхождение видоизменений органов:

- I) Видоизменение корня;
- II) Видоизменение побега;

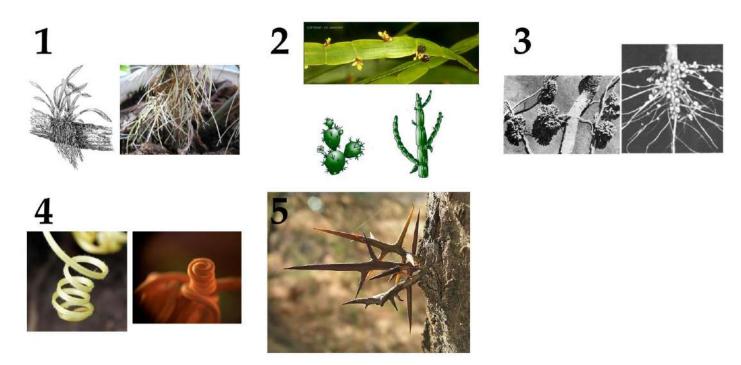
Ответ:

Рисунок	1	2	3	4	5
Название	С	Н	J	A	G
Происхождение	II	II	Ι	II	I

Задание B (ID 24) - 5 баллов

Вариант 2

В задании приведены пять рисунков на которых изображены различные видоизменения основных органов растений. Установите, что изображено на каждом рисунке. Сопоставьте каждый рисунок с соответствующим названием видоизменения органа и укажите происхождение данного видоизменения:



Названия видоизменений органов растений (список избыточен - в нем есть лишние):

- А) Луковица;
- В) Воздушные корни эпифитов;
- С) Корневище;
- D) Бактериальные клубеньки (бактероиды);
- Е) Колючки;
- F) Усики, зацепки;
- G) Корнеплод;
- Н) Клубень;
- I) Филлокладии;
- J) Микориза.

Происхождение видоизменений органов:

- I) Видоизменение корня;
- II) Видоизменение побега;

Ответ:

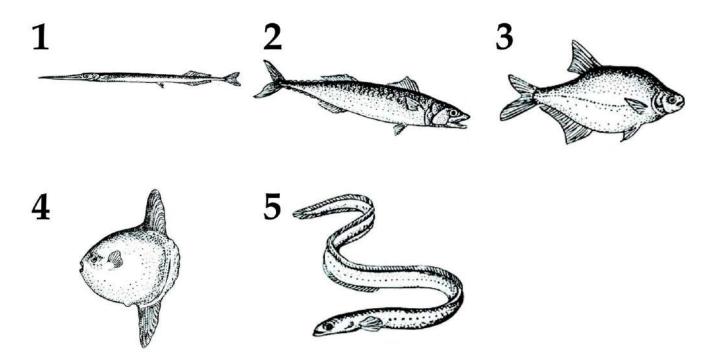
Рисунок	1	2	3	4	5
Название	В	I	D	F	Е
Происхождение	I	II	I	II	II

Задание В (ID 26) - 5 баллов

Вариант 1

Известно, что приспособления к определённым условиям и образу жизни ярко проявляются во внешней морфологии живых организмов.

На рисунках приведены пять видов рыб. Вам необходимо по рисунку определить название вида (рода, подотряда) и соотнести данный вид с подходящими к нему характеристиками из списка.



Названия видов (родов) рыб (список избыточен - в нем есть лишние названия):

- А) сарган;
- В) скумбриевые (пеламида);
- С) камбала:
- D) луна-рыба;
- Е) лещ;
- F) угорь;
- G) змея;
- Н) акула;
- сельдяной король;
- кит;
- К) скат.

- I) принадлежат к отряду Карпообразные;
- II) взрослые особи живут в реках Северной Европы, а икру откладывают в Саргассовом море;
- III) имеет хрящевой скелет в течение всей жизни;
- IV) плавает на одном из боков;
- V) брюшные плавники отсутствуют, хвостовой плавник расположен в горизонтальной плоскости;
- VI) имеется «якобсонов орган»;
- VII) длина тела практически равна его высоте, хвостовой плавник в процессе эволюции исчезает;
- VIII) первые несколько лучей спинного плавника сильно удлинены, брюшные плавники представлены одним удлинённым лучом;

- IX) брюшные плавники расположены очень далеко позади грудных, хвостовой стебель хорошо выражен;
- Х) имеется два крупных спинных плавника, хвостовой плавник сильно вырезанный;
- XI) челюсти удлинены, тело стреловидное.

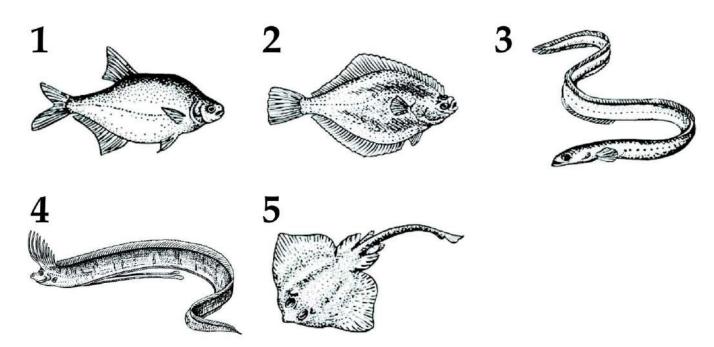
Рисунок	1	2	3	4	5
Название рыбы	A	В	Е	D	F
Характеристика	XI	X	Ι	VII	II

Задание B (ID 26) - 5 баллов

Вариант 2

Известно, что приспособления к определённым условиям и образу жизни ярко проявляются во внешней морфологии живых организмов.

На рисунках приведены пять видов рыб. Вам необходимо по рисунку определить название вида (рода, подотряда) и соотнести данный вид с подходящими к нему характеристиками из списка.



Названия видов (родов) рыб (список избыточен - в нем есть лишние названия):

- А) сарган;
- В) скумбриевые (пеламида);
- С) камбала:
- D) луна-рыба;
- Е) лещ;
- F) угорь;
- G) змея;
- Н) акула;
- сельдяной король;
- кит;
- К) скат.

- I) принадлежат к отряду Карпообразные;
- II) взрослые особи живут в реках Северной Европы, а икру откладывают в Саргассовом море;
- III) имеет хрящевой скелет в течение всей жизни;
- IV) плавает на одном из боков;
- V) брюшные плавники отсутствуют, хвостовой плавник расположен в горизонтальной плоскости;
- VI) имеется «якобсонов орган»;
- VII) длина тела практически равна его высоте, хвостовой плавник в процессе эволюции исчезает;
- VIII) первые несколько лучей спинного плавника сильно удлинены, брюшные плавники представлены одним удлинённым лучом;

- IX) брюшные плавники расположены очень далеко позади грудных, хвостовой стебель хорошо выражен;
- Х) имеется два крупных спинных плавника, хвостовой плавник сильно вырезанный;
- XI) челюсти удлинены, тело стреловидное.

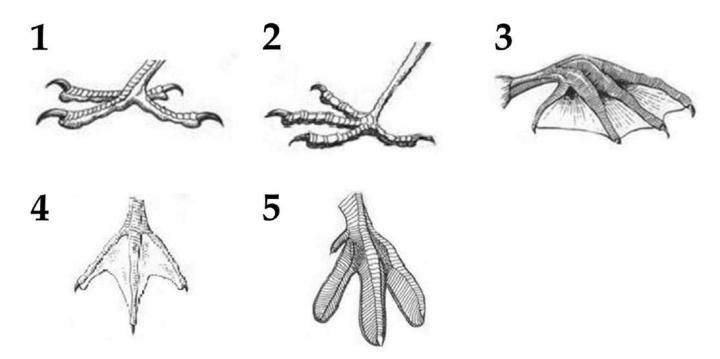
Рисунок	1	2	3	4	5
Название рыбы	Е	С	F	Ι	K
Характеристика	I	IV	II	VIII	III

Задание B (ID 27) - 5 баллов

Вариант 1

Известно, что приспособления к определённому образу жизни ярко проявляются во внешней морфологии живых организмов.

На рисунках приведены пять основных типов строения задней конечности птиц. Вам необходимо определить название вида, которому принадлежит данная конечность и соотнести данный вид с подходящими к нему характеристиками из списка.



Названия видов птиц (список избыточен - в нем есть лишние названия):

- А) африканский страус;
- В) белоспинный дятел;
- С) дрозд-рябинник;
- D) кудрявый пеликан;
- Е) чёрный стриж;
- F) речная крачка;
- G) обыкновенный тетерев;
- Н) лебедь-шипун;
- I) большая поганка (чомга);
- скопа обыкновенная;
- К) волнистый попугай.

- I) три пальца на задней лапе соединены перепонкой, надклювье уплощено, хорошо развита копчиковая железа;
- II) птицы экологически связаны с древесной растительностью, размеры мелкие и средние, подавляющее большинство дуплогнездники;
- III) птицы оседлые, большинство имеют ярко выраженный половой диморфизм, в зимний период ночуют в лунках в снегу;
- IV) нелетающие птицы открытых пространств Африки, Австралии и Южной Америки;
- V) птица отряда Соколообразных (Falconiformes), основу питания составляет рыба
- VI) все четыре пальца объединены плавательной перепонкой, между ветвями нижней челюсти имеется «мешок»
- VII) тропические, фруктоядные птицы с яркой окраской
- VIII) небольшая насекомоядная птица с длинными узкими крыльями

- IX) птицы средних размеров, некоторые строят плавающие гнезда, рулевые перья неразвиты, каждый палец на лапе имеет собственную кожистую оторочку
- X) самый многочисленный отряд класса *Aves* к нему относятся птицы мелких и средних размеров
- XI) главным образом рыбоядные птицы, клюв заострён, у некоторых надклювье заканчивается крючком.

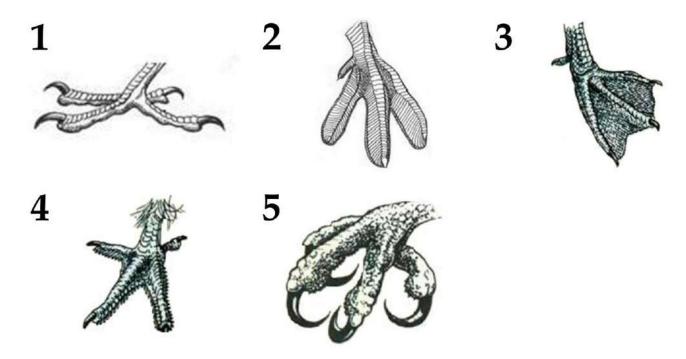
Рисунок	1	2	3	4	5
Названия птиц	В	С	D	F	I
Характеристика	II	X	VI	XI	IX

Задание B (ID 27) - 5 баллов

Вариант 2

Известно, что приспособления к определённому образу жизни ярко проявляются во внешней морфологии живых организмов.

На рисунках приведены пять основных типов строения задней конечности птиц. Вам необходимо определить название вида, которому принадлежит данная конечность и соотнести данный вид с подходящими к нему характеристиками из списка.



Названия видов птиц (список избыточен - в нем есть лишние названия):

- А) африканский страус;
- В) белоспинный дятел;
- С) дрозд-рябинник;
- D) кудрявый пеликан;
- Е) чёрный стриж;
- F) речная крачка;
- G) обыкновенный тетерев;
- Н) лебедь-шипун;
- I) большая поганка (чомга);
- скопа обыкновенная;
- К) волнистый попугай.

- I) три пальца на задней лапе соединены перепонкой, надклювье уплощено, хорошо развита копчиковая железа;
- II) птицы экологически связаны с древесной растительностью, размеры мелкие и средние, подавляющее большинство дуплогнездники;
- III) птицы оседлые, большинство имеют ярко выраженный половой диморфизм, в зимний период ночуют в лунках в снегу;
- IV) нелетающие птицы открытых пространств Африки, Австралии и Южной Америки;
- V) птица отряда Соколообразных (Falconiformes), основу питания составляет рыба
- VI) все четыре пальца объединены плавательной перепонкой, между ветвями нижней челюсти имеется «мешок»
- VII) тропические, фруктоядные птицы с яркой окраской
- VIII) небольшая насекомоядная птица с длинными узкими крыльями

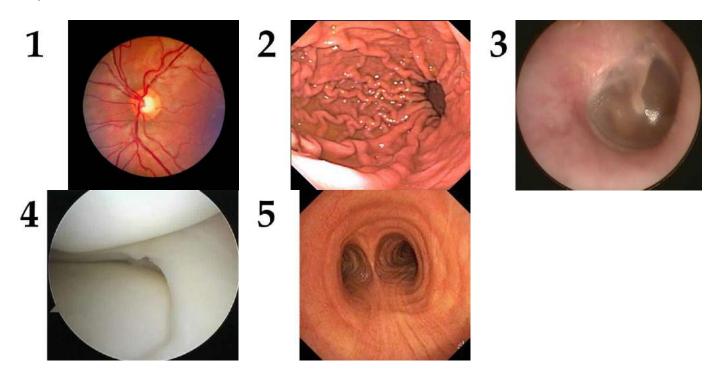
- IX) птицы средних размеров, некоторые строят плавающие гнезда, рулевые перья неразвиты, каждый палец на лапе имеет собственную кожистую оторочку
- X) самый многочисленный отряд класса *Aves* к нему относятся птицы мелких и средних размеров
- XI) главным образом рыбоядные птицы, клюв заострён, у некоторых надклювье заканчивается крючком.

Рисунок	1	2	3	4	5
Названия птиц	В	I	Н	G	J
Характеристика	II	IX	Ι	III	V

Задание B (ID 28) - 5 баллов

Вариант 1

Благодаря созданию оптических волокон было разработано эндоскопическое видеооборудование диаметром менее 1 мм! Теперь врач может получать видеоизображения самых труднодоступных и темных уголков нашего организма. Вам предлагается по-новому взглянуть на анатомию человека – в этом задании необходимо определить название органа по эндоскопическому изображению его внутренней поверхности и соотнести каждый орган с подходящей ему структурнофункциональной характеристикой из списка. Все изображения получены у здоровых пациентов.



Список органов (список избыточен - в нем есть лишние термины):

- А) пищевод;
- B) yxo;
- С) трахея;
- D) нос;
- Е) гортань;
- F) сустав;
- G) толстая кишка;
- H) глаз;
- I) желудок;
- J) матка.

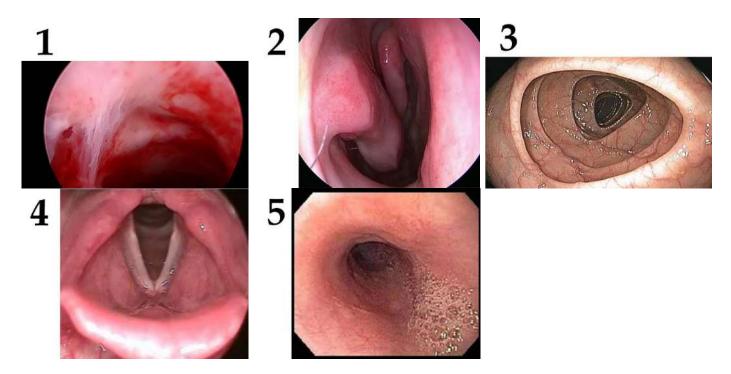
- I) в состав этого органа входит эластический хрящ;
- II) в этом органе присутствует и поперечно-полосатая, и гладкая мышечная ткань;
- III) этом органе происходит синтез фермента для всасывания витамина В12;
- IV) эпителий этого органа претерпевает циклические гормон-зависимые изменения;
- V) для полноценной работы этого органа требуется витамин A;
- VI) в состав этого органа входит гиалиновый и волокнистый хрящ;
- VII) в этом органе происходит синтез витамина К;
- VIII) в этом органе нервные клетки активно делятся и обновляются каждый месяц;
 - IX) эпителий этого органа снабжен ресничками, которые однонаправленно перемещают поверхностную текучую слизь.

Картинка	1	2	3	4	5
Орган	Н	I	В	F	С
Характеристика	V	III	Ι	VI	IX

Задание B (ID 28) - 5 баллов

Вариант 2

Благодаря созданию оптических волокон было разработано эндоскопическое видеооборудование диаметром менее 1 мм! Теперь врач может получать видеоизображения самых труднодоступных и темных уголков нашего организма. Вам предлагается по-новому взглянуть на анатомию человека – в этом задании необходимо определить название органа по эндоскопическому изображению его внутренней поверхности и соотнести каждый орган с подходящей ему структурнофункциональной характеристикой из списка. Все изображения получены у здоровых пациентов.



Список органов (список избыточен - в нем есть лишние термины):

- А) пищевод;
- B) yxo;
- С) трахея;
- D) нос;
- Е) гортань;
- F) сустав;
- G) толстая кишка;
- Н) глаз;
- I) желудок;
- матка.

- I) в состав этого органа входит эластический хрящ;
- II) в этом органе присутствует и поперечно-полосатая, и гладкая мышечная ткань;
- III) этом органе происходит синтез фермента для всасывания витамина В12;
- IV) эпителий этого органа претерпевает циклические гормон-зависимые изменения;
- V) для полноценной работы этого органа требуется витамин A;
- VI) в состав этого органа входит гиалиновый и волокнистый хрящ;
- VII) в этом органе происходит синтез витамина К;
- VIII) в этом органе нервные клетки активно делятся и обновляются каждый месяц;
 - IX) эпителий этого органа снабжен ресничками, которые однонаправленно перемещают поверхностную текучую слизь.

Картинка	1	2	3	4	5
Орган	J	D	G	Е	A
Характеристика	IV	VIII	VII	Ι	II

Задание B (ID 29) - 5 баллов

Вариант 1

Современной науке хорошо известно, что различные виды живых организмов могут быть опознаны по наличию уникальных белков и фрагментов ДНК в исследуемых образцах. Однако даже некоторые низкомолекулярные соединения являются достаточно специфичными для относительно узких систематических категорий. Рассмотрите представленные соединения (или фрагменты более крупных молекул), после чего сопоставьте их с организмами, в которых они могут быть синтезированы, а также с некоторыми химическими и физиологическими характеристиками.

Список организмов:

- A) Monodon monoceros (нарвал);
- B) Penicillium chrysogenum;
- C) Trypanosoma brucei;
- D) Salmonella enterica;
- E) Cucurbita maxima (тыква гигантская).

Список характеристик:

- I) Вызывает мощный иммунный ответ у человека за счет активации Toll-like рецепторов лейкоцитов;
- II) Содержит β-лактамное кольцо, которое участвует в ковалентном присоединении молекулы к DD-транспептидазе;
- III) Образуется из белка-предшественника в ходе сложного процессинга с участием фермента тиреопероксидазы;
- IV) Является субстратом фермента, который состоит из субъединиц двух типов: одни закодированы в ядре, а другие во внеядерной ДНК;
- V) Участвует в антиоксидантной защите клетки.

Ответ:

Задания олимпиады Физтех по биологии. Отборочный этап 2020/21 уч.год

ДЛЯ ВСЕХ КЛАССОВ

Структура	1	2	3	4	5
Организм	A	Е	В	D	С
Характеристика	III	IV	II	I	V

Задание B (ID 29) - 5 баллов

Вариант 2

Современной науке хорошо известно, что различные виды живых организмов могут быть опознаны по наличию уникальных белков и фрагментов ДНК в исследуемых образцах. Однако даже некоторые низкомолекулярные соединения являются достаточно специфичными для относительно узких систематических категорий. Рассмотрите представленные соединения (или фрагменты более крупных молекул), после чего сопоставьте их с организмами, в которых они могут быть синтезированы, а также с некоторыми химическими и физиологическими характеристиками.

Список организмов:

- A) Streptomyces fulvissimus;
- B) Panthera tigris (тигр);
- C) Suillus luteus (масленок обыкновенный);
- D) Toxicodendron radicans (ядовитый плющ);
- E) Porphyra purpurea.

Список характеристик:

- I) Эффективно окисляется атмосферным воздухом с образованием продукта, который способен присоединяться к белкам в ходе конденсации Михаэля;
- II) Входит в состав свето-собирающих комплексов;
- III) В присутствии NaOH и CuSO₄ дает фиолетовую окраску;
- IV) Синтезируется с участием UTP на одном из этапов;
- V) В физиологических условиях может быть фосфорилировано с образованием макроэргического соединения с целью накопления энергии в клетке.

Ответ:

Структура	1	2	3	4	5
Организм	В	A	D	Е	С

Задания олимпиады Физтех по биологии. Отборочный этап 2020/21 уч.год

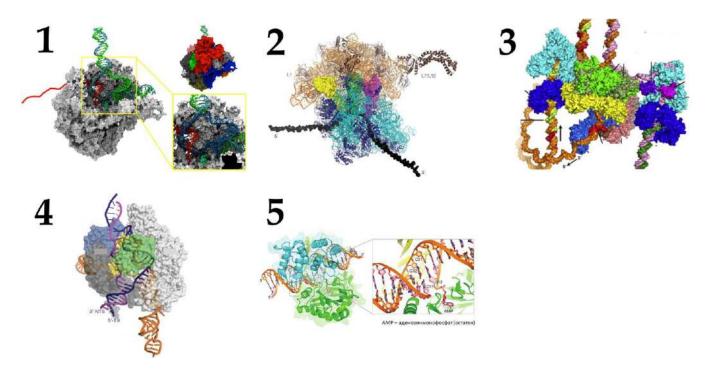
ДЛЯ ВСЕХ КЛАССОВ

|--|

Задание В (ID 30)

Вариант 1

На рисунках ниже (1-5) изображены структуры комплексов белков и нуклеиновых кислот. Сопоставьте эти структуры с названиями изображенных молекул (A-E) и с информацией об этих комплексах (I-V).



Названия комплексов:

- А) Реплисома (комплекс репликативной вилки);
- В) ДНК-лигаза;
- С) РНК-полимераза;
- D) Рибосома;
- E) Нуклеаза Cas9;

Информация о комплексах:

- I) В этом комплексе встречаются три основных типа РНК: мРНК, тРНК и рРНК;
- II) Этот комплекс осуществляет синтез ДНК;
- III) Этот белок является удобным инструментом для редактирования геномов;
- IV) Этот белок необходим для соединения фрагментов Оказаки;
- V) Субстратами для этого фермента служат рибонуклеозидтрифосфаты;

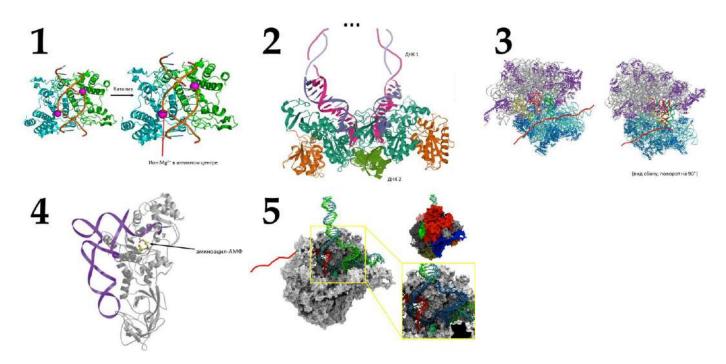
Ответ:

Изображение	1	2	3	4	5
Название комплекса	С	D	A	Е	В
Информация	V	I	II	III	IV

Задание В (ID 30)

Вариант 2

На рисунках ниже (1-5) изображены структуры комплексов белков и нуклеиновых кислот. Сопоставьте эти структуры с названиями изображенных молекул (A-E) и с информацией об этих комплексах (I-V).



Названия комплексов:

- А) РНК-полимераза;
- В) Аминоацил-тРНК-синтетаза;
- С) Эндонуклеаза рестрикции (рестриктаза);
- D) Интеграза ретровируса;
- Е) Рибосома;

Информация о комплексах:

- I) Этот комплекс осуществляет синтез белков;
- II) Ферменты этого типа широко используются в генной инженерии;
- III) Этот фермент присоединяет аминокислоту к тРНК;
- IV) Этот фермент добавляет нуклеотиды к 3'-концу молекулы РНК;
- V) Этот фермент осуществляет встраивание генома ретровируса в геном клеткихозяина;

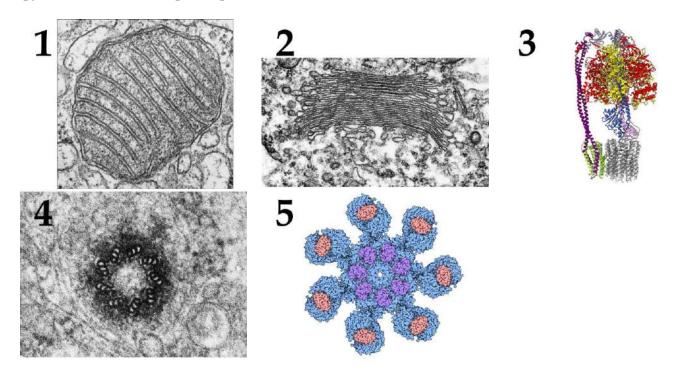
Ответ:

Изображение	1	2	3	4	5
Название комплекса	С	D	Е	В	A
Информация	II	V	Ι	III	IV

Задание B (ID 31) - 5 баллов

Вариант 1

В данном задании изображены различные субклеточные структуры. Вам необходимо определить названия этих структур и соотнести каждую с подходящей ей функциональной характеристикой из списка.



Список типов клеток (список избыточен - в нем есть лишние термины):

- А) Ядро;
- В) Митохондрия;
- С) Десмосома;
- D) Нуклеосома;
- Е) Жгутик;
- F) ATФ синтаза;
- G) Центриоль;
- Н) Комплекс Гольджи;
- Хромосомы;
- J) Апоптосома;

Список характеристик:

- I) Белковый комплекс, играющий ключевую роль в созревании эффекторных каспаз при апоптозе.
- II) Белковый комплекс, использующий энергию химического градиента ионов для синтеза ATФ.
- III) Находящаяся в центре клетки, состоящая из микротрубочек структура.
- IV) Система одномембранных цистерн и везикул, играющая важную роль во внутриклеточном транспорте.
- V) Двумембранная органелла, в которой протекают окислительные процессы.

Ответ:

Задания олимпиады Физтех по биологии. Отборочный этап 2020/21 уч.год

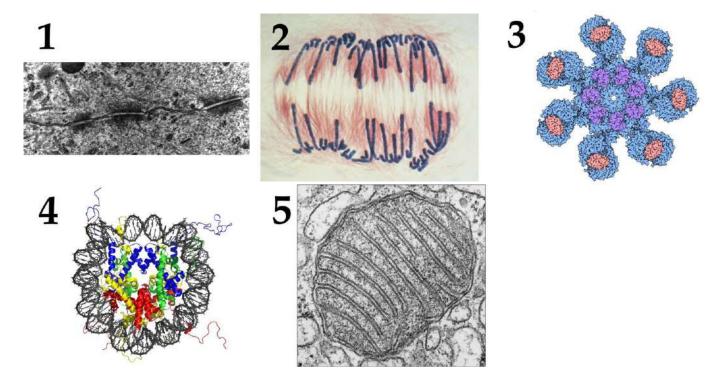
ДЛЯ ВСЕХ КЛАССОВ

Изображение	1	2	3	4	5
Структура	В	Н	F	G	J
Характеристика	V	IV	II	III	I

Задание B (ID 31) - 5 баллов

Вариант 2

В данном задании изображены различные субклеточные структуры. Вам необходимо определить названия этих структур и соотнести каждую с подходящей ей функциональной характеристикой из списка.



Список типов клеток (список избыточен - в нем есть лишние термины):

- А) Ядро;
- В) Митохондрия;
- С) Десмосома;
- D) Нуклеосома;
- Е) Жгутик;
- F) ATФ синтаза;
- G) Центриоль;
- Н) Комплекс Гольджи;
- I) Хромосомы;
- Апоптосома;

Список характеристик:

- I) Двумембранная органелла, в которой функционирует дыхательная электронтранспортная цепь.
- II) Прочный межклеточный контакт, заякоренный на промежуточные филаменты.
- III) Белковый комплекс, играющий ключевую роль в созревании эффекторных каспаз при апоптозе.
- IV) Компактизованные молекулы ДНК.
- V) ДНК-белковый комплекс участвующий в компактизации и регуляции экспрессии генома.

Ответ:

Задания олимпиады Физтех по биологии. Отборочный этап 2020/21 уч.год

ДЛЯ ВСЕХ КЛАССОВ

Изображение	1	2	3	4	5
Структура	С	I	J	D	В
Характеристика	II	V	III	IV	I

Задание B (ID 32) - 5 баллов

Вариант 1

При разведении Американских норок (*Mustela vison*) на зверофермах были обнаружены и переведены в гомозиготу рецессивные мутации <u>порядка 30 различных генов</u>, затрагивающих окрас меха. В настоящее время в питомниках поддерживаются чистые линии норок различных окрасов, путем скрещивания которых можно получить новые сочетания аллелей и новые варианты окраса меха. Ниже приведены расщепления полученные у гибридов второго поколения (F2). В первом списке перечислены возможные родительские пары, а во втором гибриды первого поколения (F1). Вам необходимо соотнести родителей, потомков F1 и F2. Обратите внимание, что список родительских пар избыточен, т.е. содержат лишние элементы.

<u>Расщепление в F2 №1</u>	Расщепление в F2 №2	Расщепление в F2 №3
3A_: 1 aa 3 дикий тип: 1 алеутская	9A_M_ : 3aaM_ : 3A_mm : 1aamm 9 дикий тип : 3 алеутская: 3 мойл : 1 лавандовая	1SRSR: 3SRs: 1ss 1 горностаевая: 2 черный хрусталь: 1 дикий тип
<u>Расщепление в F2 №4</u>	<u>Расщепление в F2 №5</u>	
1Ss : 1ss 1 крестовка : 1 дикий тип	3C_: 1cc 3дикий тип : 1 белые	

Список родительских пар (список избыточен - в нем есть лишние родительские пары):

- А) РР (дикий тип) × рр (серебристо-голубая);
- В) ааММ (алеутская) × ААтт (мойл);
- С) ММрр (серебристо-голубая) × mmPP (мойл);
- D) S^RS^R (горностаевая) × ss (дикий тип);
- E) Ss (крестовка) × ss (дикий тип);
- F) Nn (ждет) × nn (дикий тип)
- G) Rr(дикий тип) × rr (янтарь)
- H) S^RS^R (горностаевая) × S^R s (черный хрусталь)
- I) АА (дикий тип) × аа (алеутская);
- J) СС (альбино) × сс (дикий тип);

Список гибридов F1:

- I) Аа (дикий тип);
- II) 1Ss (крестовка): 1ss (дикий тип);
- III) Сс (дикий тип);
- IV) S^R s (черный хрусталь);
- V) АаМт (дикий тип);

Ответ:

Расщепление F2	1	2	3	4	5
Родительские пары	I	В	D	Е	J
Гибриды F1	I	V	IV	II	III

Задание B (ID 32) - 5 баллов

Вариант 2

При разведении Американских норок (*Mustela vison*) на зверофермах были обнаружены и переведены в гомозиготу рецессивные мутации <u>порядка 30 различных генов</u>, затрагивающих окрас меха. В настоящее время в питомниках поддерживаются чистые линии норок различных окрасов, путем скрещивания которых можно получить новые сочетания аллелей и новые варианты окраса меха. Ниже приведены расщепления полученные у гибридов второго поколения (F2). В первом списке перечислены возможные родительские пары, а во втором гибриды первого поколения (F1). Вам необходимо соотнести родителей, потомков F1 и F2. Обратите внимание, что список родительских пар избыточен, т.е. содержат лишние элементы.

Расщепление в F2 №2	<u>Расщепление в F2 №2</u>	Расщепление в F2 №3
3Р_: 1pp 3 дикий тип : 1 серебристо- голубая	9M_P_: 3M_pp: 3mmP_: 1mmpp 9 дикий тип: 3 серебристо- голубая: 3 мойл: 1 шалфейная	1Rr(дикий тип) : 1rr(янтарь)
Расщепление в F2 №4	<u>Расщепление в F2 №5</u>	
1SRSR: 3SRs: 1ss 1 горностаевая: 3 черный хрусталь: 1 дикий тип	1Nn : 1nn 1 джет : 1 дикий тип	

Список родительских пар (список избыточен - в нем есть лишние родительские пары):

- А) РР (дикий тип) × рр (серебристо-голубая);
- В) ааММ (алеутская) × ААтт (мойл);
- C) ММрр (серебристо-голубая) × mmPP (мойл);
- D) S^RS^R (горностаевая) × ss (дикий тип);
- E) Ss (крестовка) × ss (дикий тип);
- F) Nn (ждет) × nn (дикий тип)
- G) Rr(дикий тип) × rr (янтарь)
- H) S^RS^R (горностаевая) × S^R s (черный хрусталь)
- I) АА (дикий тип) × аа (алеутская);
- J) СС (альбино) × сс (дикий тип);

Список гибридов F1:

- I) Рр дикого типа;
- II) 1Rr (дикий тип) × 1rr (янтарь);
- III) МmРр (дикий тип);
- IV) S^R s (черный хрусталь);
- V) 1 Nn (джет): 1 nn (дикий тип)

Ответ:

Расщепление F2	1	2	3	4	5
Родительские пары	A	С	G	D	F
Гибриды F1	I	III	II	IV	V

Задание В (ID 33) - 5 баллов

Вариант 1

Сходство структур и свойств двух организмов может быть обусловлено как их общим происхождением, так и различным происхождением в результате параллельной эволюции. В первом случае такие структуры и свойства называются гомологичными, а во втором – аналогичными. Сопоставьте структуры и свойства, характерные для пары организмов (1-5), аналогичному или гомологичному характеру их происхождения (А-В), а также дополнительным фактам (I-VI):

- 1) спинной плавник дельфина-белобочки (Delphinus delphis) и тигровой акулы (Galeocerdo cuvier)
- 2) хождение на двух конечностях большого рыжего кенгуру (*Macropus rufus*) и человека разумного (*Homo sapiens*)
- 3) амнион у домового воробья (Passer domesticus) и человека разумного (Homo sapiens)
- 4) клеточная стенка у клеток кукурузы (Zea mays) и кишечной палочки (Escherichia coli)
- 5) органы полёта летучей мыши большой ночницы (Myotis myotis) и птерозавра сордеса (Sordes pilosus)

Характер сходства:

- А) аналогия;
- В) гомология.

Список дополнительных фактов (список избыточен):

- I) один из организмов является вымершим;
- II) оба организма млекопитающие;
- III) у одного из организмов ни одна клетка не содержит ядра;
- IV) признак описывает эмбриональную структуру, характерную лишь для рептилий, птиц и млекопитающих;
- V) у одного из организмов 3 пары конечностей;
- VI) у одного организма в отличие от другого отсутствует костный скелет, причём у обоих хотя бы на одном из этапов онтогенеза присутствует хорда.

Ответ:

Пара	1	2	3	4	5
Характер сходства	A	A	В	A	A
Дополнительный факт	VI	II	IV	III	I

Задание B (ID 33) - 5 баллов

Вариант 2

Сходство структур и свойств двух организмов может быть обусловлено как их общим происхождением, так и различным происхождением в результате параллельной эволюции. В первом случае такие структуры и свойства называются гомологичными, а во втором – аналогичными. Сопоставьте структуры и свойства, характерные для пары организмов (1-5), аналогичному или гомологичному характеру их происхождения (А-В), а также дополнительным фактам (I-VI):

- 1) алланотис у миссисипского аллигатора (Alligator mississippiensis) и человека разумного (Homo sapiens)
- 2) органы полёта летучей мыши большой ночницы (Myotis myotis) и птерозавра сордеса (Sordes pilosus)
- 3) наружное ухо кошки (Felis silvestris) и человека разумного (Homo sapiens)
- 4) органы для рецепции инфракрасного света у змеи полосатого гремучника (*Crotalus horridus*) и стрекозы *Anax junius*
- 5) клеточная стенка у клеток овёса (Avena fatua) и кишечной палочки (Escherichia coli)

Характер сходства:

- А) аналогия;
- В) гомология.

Список дополнительных фактов (список избыточен):

- I) один из организмов является вымершим;
- II) оба организма млекопитающие;
- III) у одного из организмов ни одна клетка не содержит ядра;
- IV) признак описывает эмбриональную структуру, характерную лишь для рептилий, птиц и млекопитающих;
- V) у одного из организмов 3 пары конечностей;
- VI) у одного организма в отличие от другого отсутствует костный скелет, причём у обоих хотя бы на одном из этапов онтогенеза присутствует хорда.

Ответ:

Пара	1	2	3	4	5
Характер сходства	В	A	В	A	A
Дополнительный факт	IV	I	II	V	III

Часть С. Задачи со свободным ответом

Во всех заданиях данной части в начале идет условие задачи, а затем к нему задается несколько вопросов. Ответы на вопросы должны быть записаны в виде текста. Обратите внимание, что ответы на вопросы должны быть максимально краткими и полными, следует избегать больших объемов текста не по сути заданного вопроса.

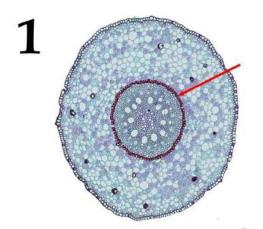
Ответы на вопросы должны быть внесены в матрицу в виде текста. Для каждого задаваемого вопроса есть свое поле для ответа – вверху этого поля указывается формулировка вопроса.

Задание C1 (ID 41)

1. Определите какие органы изображены на рисунках А, Б и В.
Это ответ на первый вопрос задания 1.
2. Опишите анатомические особенности, которые заметны на рисунке А (расположение хлоренхимы, тип проводящих пучков и их расположение).
Это ответ на второй вопрос задания 1.

Задание C (ID 34) - Максимум 10 баллов

На фотографиях показаны поперечные срезы подземных органов растений.



2



Внимательно рассмотрите их и ответьте на следующие вопросы.

- 1. Поперечные срезы каких органов показаны на фотографиях?
- 2. По каким признакам Вы определили, какие органы представлены на срезах?
- 3. Какая ткань показана стрелками на фотографиях? Какими особенностями строения и свойствами она обладает?
- 4. Почему у представленных на фотографиях органов она выражена?

Задание C (ID 35) - Максимум 8 баллов

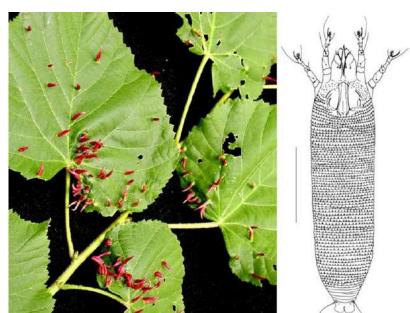
Перед вами рисунок и фотографии растения, проанализируйте их и попробуйте ответить на ниже следующие вопросы.



- 1. К какому отделу, классу и семейству принадлежит данное растение?
- 2. Определите тип околоцветника и симметричность цветка; тип завязи данного растения.
- 3. Определите формулу цветка данного растения по фотографии. (Укажите количество чашелистиков Са, лепестков Со, частей простого околоцветника Р, тычинок А и плодолистиков G).
- 4. Определите соцветие; плод данного растения по морфологической классификации; охарактеризуйте положение и форму нектарников.
- 5. Определите тип корневой системы; наличие видоизменений побега; жилкование листьев; жизненную форму по Раункиеру.

Задание C (ID 36) - Максимум 11 баллов

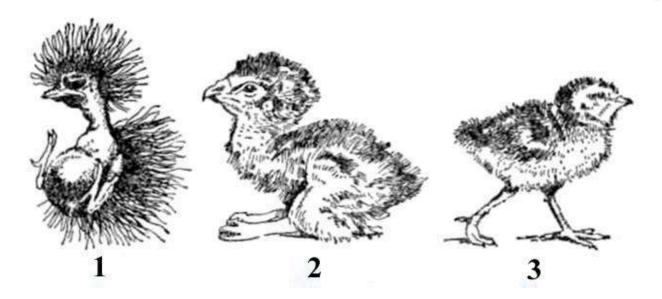
Галловые клещи (*Eriophyidae*) — семейство мельчайших членистоногих, размеры которых составляют от 100 до 300 микрометров. Все галловые клещи паразитируют на листьях травянистых или древесных растений, в том числе выращиваемых человеком в декоративных или пищевых целях. Представители этого семейства питаются, высасывая содержимое отдельных клеток эпидермиса или мезофилла и вызывая у растения различные аномалии развития: курчавость листьев, образование на них галлов и волосистых подушек (эринеумов), формирование «ведьминых мётел» и др.



- 1. Каким количеством парных конечностей обладает изображённый на иллюстрации липовый галловый клещ? Назовите эти пары конечностей.
- 2. Необычные размеры и строение галловых клещей традиционно трактуют как результат выхода зародыша из яйца на ранних стадиях развития и перехода к размножению без метаморфоза. Как называется это явление? Какие другие организмы характеризуются сходной особенностью (всегда или при обитании в определённых условиях)? Приведите названия не менее двух родов из разных типов многоклеточных животных.
- 3. Мелкие личинки галловых клещей, выходящие из яйца, не способны колонизировать лист, если не находятся непосредственно на его поверхности. В умеренных широтах перед холодным временем года большинство древесных растений сбрасывают листья, у двулетних и многолетних трав отмирают надземные органы, однолетние травы сохраняются только в виде спор или семян. Где и каким образом могут переносить неблагоприятные условия виды галловых клещей, паразитирующие на листьях древесных растений и однолетних травянистых растениях (дайте раздельные ответы)?
- 4. Среди галловых клещей есть вредители, снижающие урожай культурных растений. Предложите не менее трёх механизмов нанесения клещом прямого или косвенного ущерба растению-хозяину.
- 5. Среди многоклеточных животных паразитический образ жизни и питание растениями по отдельности не редкость. Гораздо реже зоологи говорят о животных-паразитах растений. Приведите не менее 2 примеров паразитов растений из разных типов многоклеточных животных и хотя бы один пример свободноживущих или паразитических многоклеточных животных, питающихся отдельными клетками растений.

Задание C (ID 37) - Максимум 10 баллов

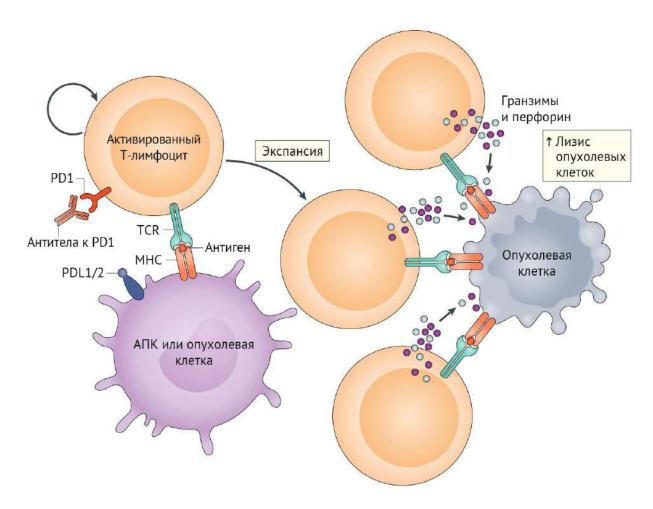
Перед вами изображения широко известных типов птенцов у птиц, проанализируйте их и попробуйте ответить на ниже следующие вопросы.



- 1. Перечислите внешние морфологические признаки птенца 1. Укажите его тип, укажите полигамами или моногамами являются, обычно, птицы с такими птенцами. Приведите 2 примера видов таких птиц из фауны России.
- 2. Перечислите внешние морфологические признаки птенца 2. Укажите его тип, укажите полигамами или моногамами являются, обычно, птицы с такими птенцами. Приведите 2 примера видов таких птиц из фауны России.
- 3. Перечислите внешние морфологические признаки птенца 3. Укажите его тип, укажите полигамами или моногамами являются, обычно, птицы с такими птенцами. Приведите 2 примера видов таких птиц из фауны России.
- 4. Птицы с птенцами 1, обычно, устраивают хорошо защищённые закрытые гнёзда. Укажите, какие типы таких гнёзд Вы знаете (2-3 примера). Приведите 2-3 логичных объяснения этому явлению.
- 5. Укажите то одному ярко выраженному безусловному рефлексу, который на Ваш взгляд является главным для выживания птенцов типа 1 и 3.

Задание C (ID 38) - Максимум 7 баллов

В последние годы линия фармакологических агентов против онкологических заболеваний всё больше расширяется в ряду иммунопрепаратов. Центральное место в иммунотерапии занимают препараты на основе антител, направленных на ингибирование контрольных точек иммунного ответа — молекул, отвечающих за тонкие механизмы настройки иммунитета и предотвращающие гиперактивацию Тлимфоцитов. Одним из наиболее ярких примеров этих молекул служит белок PD1 (ргодгативеd cell death 1). При выраженном инфекционном процессе активированные Тлимфоциты экспрессируют белок PD1, который взаимодействует со своим специфическим лигандом (PDL1/2) на поверхности антиген-презентирующей клетки (АПК) и, тем самым, препятствует нежелательной гиперактивации Т-клеток. В случае развития онкологического заболевания с Т-лимфоцитом вместо АПК может связаться опухолевая клетка, вызывая схожие реакции. Блокада рецептора PD1 препаратами антител против PD1 (или против PDL1/2) вызывает следующие процессы:



- 1. Опишите поэтапно явления, изображенные на рисунке.
- 2. Какую роль выполняют гранзимы?
- 3. Исходя из механизма действия PD(L)1-ингибиторов, как Вы считаете, какие нежелательные явления чаще всего возникают в организме при их применении? Почему?
- 4. К чему может привести одномоментный массированный лизис опухолевых клеток в организме?

Задание C (ID 39) - Максимум 12 баллов

В 1976 г. Карлтон Гайдушек получил Нобелевскую премию по медицине за изучение фатальной болезни «куру», поражающей мозг аборигенов Новой Гвинеи. После ритуального поедания мозгов умерших сородичей представители племени Форе страдали от бессонницы и головокружения, развивались прогрессирующее нарушение ходьбы, дрожь и судороги в конечностях, тотальное слабоумие с бессмысленной улыбкой и слепота. Наблюдения Гайдушека и его коллег привели к открытию патологических инфекционных белков – прионов.

Структура изоформы PrP^C приона, функционирующего в организме в норме, содержит 40% альфа-спиралей и 3% бета-складок, в то время как патологическая изоформа PrP^{SC} приона на 45% состоит из бета-складок, и на 30% - из альфа-спиралей. Эта патологическая изоформа крайне стабильна - ее невозможно обезвредить ни антисептиками, ни формалином, ни кипячением, ни заморозкой, ни ферментами, ни УФ-излучением, ни радиацией. PrP^{SC} образует плотные высокоупорядоченные депозиты в тканях. Инкубационный период после инфицирования прионами может длиться больше 30 лет, но после появления первых симптомов болезнь вызывает смерть в течение нескольких месяцев.

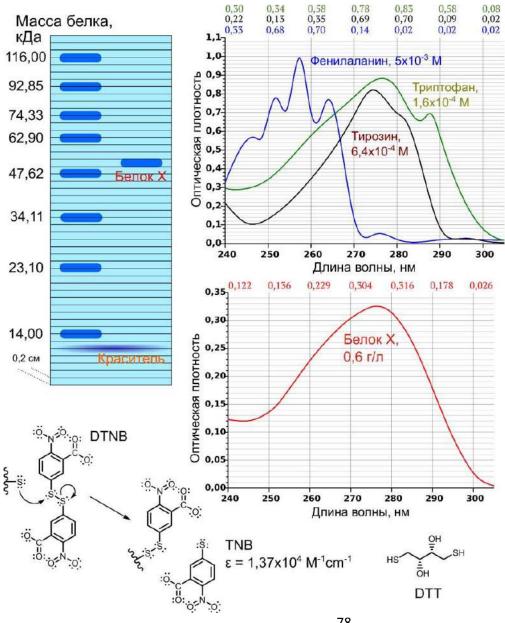
- 1. Прионные белки единственные инфекционные частицы, не требующие для размножения нуклеиновых кислот. Каким образом происходит размножение PrPSc в организме?
- 2. Ген прионного белка, расположенный у человека на 20 хромосоме, обладает высокой консервативностью среди млекопитающих какой вывод можно сделать о функциях приона?
- 3. К.Гайдушек отмечал, что при куру у пациентов не наблюдается температуры и других признаков воспаления. Почему прионный белок, будучи инфекционным возбудителем, накапливающимся в клетках в виде аномальных депозитов, не вызывает иммунной реакции организма?
- 4. Какой метод световой микроскопии позволяет обнаружить депозиты прионного белка в тканях и почему?
- 5. При прионных болезнях развивается губчатая энцефалопатия. На основе описанных выше клинических признаков определите наиболее частые зоны поражения ЦНС.
- 6. Белки со сверхстабильной третичной структурой редко используются в организме, однако, в ЦНС белки с «памятью формы» нашли свое применение. Предположите, каким образом в ЦНС используются такие белки.

Задание C (ID 40) - Максимум 12 баллов

Исследователи изучают некий чистый белок X из бактерий Salmonella enterica серовара Typhimurium. Первым делом препарат, инкубированный в присутствии 5 мМ (ммоль/литр) DTT, подвергли SDS-электрофорезу по Лэммли, результаты которого представлены в верхней левой части рисунка. Далее ученые прописали спектр поглощения белка X, также обработанного 5 мМ DTT, в присутствии 8 М мочевины в слабокислых условиях (рН = 6.5). На рисунке также представлены спектры трех индивидуальных ароматических аминокислот в той же системе. Известно, что белок Х не содержит гистидина, а поглощением цистеинов в данных условиях можно пренебречь. Наконец, к 2 мл белка Х с концентрацией 0,7 г/л в специальном деоксигенированном буфере, содержащем 6 М гуанидин хлорид, добавили 200 мкл 10 мМ DTNB. Препарат инкубировали 5 минут, после чего измерили поглощение при длине волны 412 нм против контроля, содержавшего все компоненты системы кроме белка. Полученная величина составила 0,67. Наконец, ученые провели аналогичный эксперимент за тем исключением, что белок Х предварительно инкубировали в присутствии 5 мМ DTT с последующей отмывкой при помощи диализа. В этом варианте опыта поглощение оказалось равным 1,01. Во всех случаях ширина кювет для спектрофотометрических измерений была равна 1 см. є соответствует коэффициенту молярного поглощения.

0.78

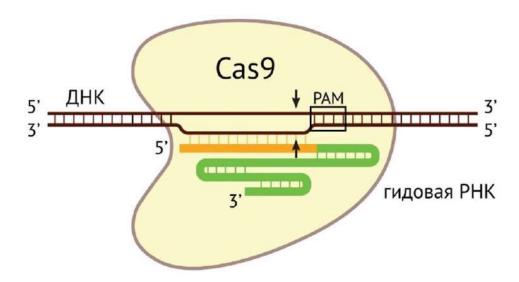
0.58



- 1. Постройте зависимость десятичного логарифма молярной массы lg(M, г/моль) белковмаркеров (кДа соответствует 1000 г/моль) от относительной электрофоретической подвижности Rf. Данная величина равняется расстоянию, которое преодолел белок в геле, деленному на расстояние, которое преодолел краситель. При анализе картинки ориентируйтесь на центры пятен. Запишите полученное уравнение регрессии lg(M) = a*Rf + b. Укажите значения коэффициентов а и b с точностью до двух знаков после запятой.
- 2. Какова молярная масса белка Х? Ответ укажите с точностью до тысяч Да.
- 3. Зачем буфер для измерения поглощения белка Х содержал мочевину?
- 4. Рассчитайте количество остатков фенилаланина, тирозина и триптофана в белке X. При анализе спектров поглощения используйте только те длины волн, для которых на графики нанесены опорные линии.
- 5. Рассчитайте количество остатков фенилаланина, тирозина и триптофана в белке Х. При анализе спектров поглощения используйте только те длины волн, для которых на графики нанесены опорные линии и, соответственно, значения оптической плотности.
- 6. Каков формальный заряд молекулы TNB, изображенной на рисунке?

Задание C (ID 41) - Максимум 10 баллов

Для изучения роли белка X ученый решил получить культуру фибробластов человека с инактивированным геном белка X (генный нокаут). Ген X расположен на аутосоме. Для получения нокаута ученый решил использовать популярный инструмент редактирования генома – систему CRISPR/Cas. Принцип работы этой системы состоит в следующем. Белок Cas9 формирует комплекс с так называемой гидовой РНК (гРНК), которая комплементарно взаимодействует с ДНК мишенью (см. рис. ниже). Cas9 разрезает двойную спираль ДНК. Чтобы Cas9 смогла внести разрыв, в ДНК-мишени должна присутствовать последовательность РАМ (Protospacer adjacent motive). РАМ должна примыкать к 3'-концу участка, комплементарного распознаваемой последовательности (см. рис. ниже). Cas9 вносит двуцепочечный разрыв, отступив 3 нуклеотида от РАМ в направлении 5'-конца цепи ДНК. Для нуклеазы Cas9 из бактерии Streptococcus pyogenes, которая используется чаще всего, последовательность РАМ – это NGG, где N – любой нуклеотид.



Клетка пытается соединить концы разрыва ДНК в ходе процесса репарации двуцепочечного разрыва. Однако иногда при соединении концов разрыва вставляются или удаляются несколько нуклеотидов.

Исследователь ввел в клетку нуклеазу Cas9 и две гидовые РНК к концам кодирующей части гена X. После успешного внесения двух разрывов в гене X из него выпадает фрагмент, расположенный между сайтами узнавания гидовых РНК.

Ниже показана кодирующая последовательность гена X. Места, узнаваемые гидовыми РНК, выделены жирным (учтите, что сайт узнавания может находиться на комплементарной цепи). Старт-кодон рамки считывания белка X подчеркнут.

Ниже последовательность гена Х показана в виде картинки:

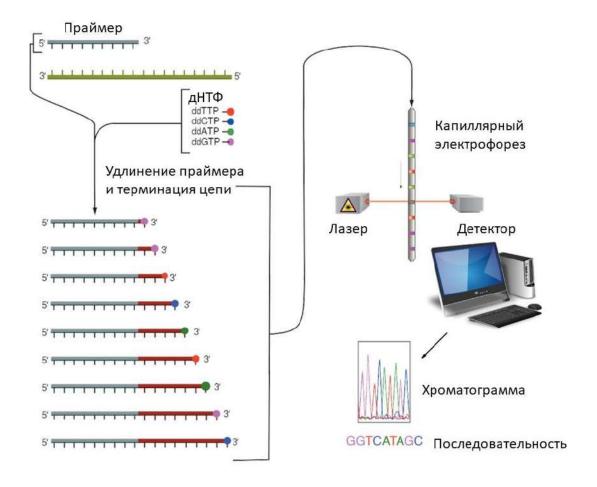
AGAAGACACTCTGGACACCACTATGGACAGCCTCTTGATGAACCGGAGGAAGTTTCTTTACCAATTCAAA
AATGTCCGCTGGGCTAAGGGTCGGCGTGAGACCTACCTGTGCTACGTAGTGAAGAGGCGTGACAGTGCTAC
ATCCTTTTCACTGGACTTTGGTTATCTTCGCAATAAGAACGGCTGCCACGTGGAATTGCTCTTCCTCCGCT
ACATCTCGGACTGGGACCTAGACCCTGGCCGCTGCTACCGCGTCACCTGGTTCACCTCCTGGAGCCCCTGCT
ACGACTGTGCCCGACATGTGGCCGACTTTCTGCGAGGGAACCCCAACCTCAGTCTGAGGATCTTCACCGCG
CGCCTCTACTTCTGTGAGGACCGCAAGGCTGAGCCCGAGGGGCTGCACCGCGCCGGGGTGCA
AATAGCCATCATGACCTTCAAAGAAAACCACGAAAGAACTTTCAAAGCCTGGGAAGGGCTGCATGAAAAT
TCAGTTCGTCTCTCCAGACAGCTTCGGCGCATCCTTTTTGCCCCTTGTATGAGGTTGATGACTTACGAGACG
CATTTCGTACTTTGGGACTTTGATAG

Ниже последовательность гена X приведена в виде текста, чтобы было удобно копировать необходимые для ответа фрагменты последовательности:

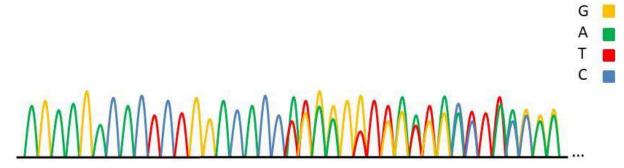
AGAAGACACTCTGGACACCACTATGGACAGCCTCTTGATGAACCGGAGGAAGTTTCTTTACCAATTCAAA AATGTCCGCTGGGCTAAGGGTCGGCGTGAGACCTTCTTGCTACCTGTGCTACGTAGTGAAGAGGCGTGACAGTGCTAC ATCCTTTTCACTGGACTTTGGTTATCTTCGCAATAAGAACCGCTGCCACGTGGAATTGCTCTTCCTCCGCT ACATCTCGGACCTGGGACCTTGGCCGCCGCTGCTACCGCGTCACCTGGTTCACCTCCTGGAGCCCCTGCT ACGACTGTGCCCGACATGTGGCCGACTTTCTGCGAGGGAACCCCAACCTCAGTCTGAGGATCTTCACCGCG CGCCTCTACTTCTGTGAGGACCGCAAGGCTGAGCCCGAGGGGCTGCGCGGCGGCTGCACCGCGCCGGGGTGCA AATAGCCATCATGACCTTCAAAGAAAACCACGAAAGAACTTTCAAAGCCTGGGAAGGGCTGCATGAAAAT TCAGTTCGTCTCCCAGACAGCTTCGGCGCATCCTTTTGCCCCTGTATGAGGTTGATGACTTACGAGACG CATTTCGTACTTTGGGACTTTTGATAG

После проведения нокаута ученый получил линию клеток (популяцию клеток, произошедших из одной клетки). Для подтверждения нокаута ученый определил последовательность гена X с помощью секвенирования по Сэнгеру.

Принцип секвенирования по Сэнгеру состоит в следующем. В пробирку вносится образец ДНК, праймер, комплементарный этому образцу, смесь из четырех дезоксирибонуклеозидтрифосфатов (дНТФ) и фермент – ДНК-полимераза. Кроме того, в реакцию добавляется небольшое количество модифицированных нуклеотидов – дидезоксирибонуклеозидтрифосфатов (ддНТФ). ддНТФ блокируют синтез ДНК после присоединения к 3'-концу растущей цепочки. Каждый из четырех ддНТФ ковалентно соединен с флуоресцентной молекулой (своей для каждого ддНТФ). После проведения реакции в пробирке оказывается смесь цепочек ДНК разной длины, комплементарных определяемой последовательности. Далее эти молекулы ДНК разделяются по длине с помощью капиллярного электрофореза. На конце капилляра находится детектор флуоресценции. Результат секвенирования представляет собой хроматограмму, по которой определяется последовательность нуклеотидов в изучаемой молекуле ДНК.



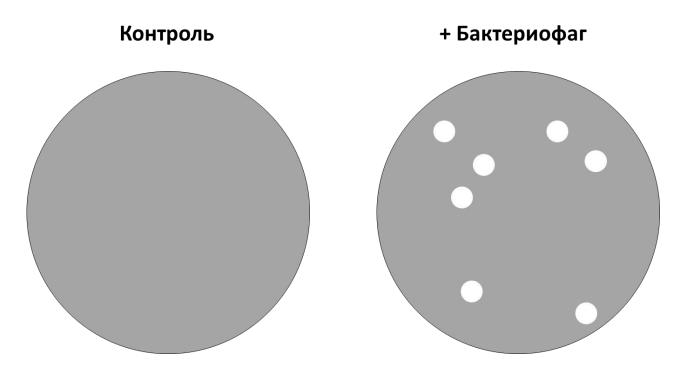
На рисунке ниже показана хроматограмма, полученная после секвенирования гена X в линии клеток после проведения геномного редактирования. Праймер расположен в той же цепи ДНК, что и кодирующая последовательность гена X, слева от нее.



- 1. Как называется мутация, которая возникает в гене X при успешном редактировании генома в описанном эксперименте?
- 2. Выпишите последовательность гена X после успешного нокаута при соединении концов разрывов стык в стык (без выпадения или добавления нуклеотидов).
- 3. Почему некоторые пики на хроматограмме «двоят»?
- 4. Выпишите последовательность (последовательности) гена X в полученной линии клеток.
- 5. Будет ли в такой клеточной линии синтезироваться белок Х?

Задание C (ID 42) - Максимум 8 баллов

Бактериофаги – широко распространенная в природе форма существования. Бактериофаги специфически заражают клетки определенных штаммов бактерий, захватывают их системы синтеза нуклеиновых кислот и белков для своего воспроизведения, затем чаще всего убивают бактерию-хозяина и выходят во внешнюю среду в поисках новых жертв. Бактериофагов несложно обнаружить во внешней среде, например, в ручье. Для этого достаточно смешать пробу воды из ручья с культурой интересующего вас бактериального штамма. Если рост культуры после этого прекратится и бактериальные клетки разрушатся – значит, Вы скорее всего обнаружили бактериофага, заражающего данный штамм. Следующий шаг – понять, какая концентрация способных к заражению фаговых частиц в вашей пробе. Для этого Вы смешиваете 100 мкл разведенной в 100 раз пробы из ручья с бактериальной культурой и высеваете на питательную среду в чашке Петри. Результаты изображены ниже. В контрольном эксперименте бактерии полностью покрыли чашку, а в присутствии бактериофага Вы заметили некоторое количество зон, свободных от бактерий («фаговых бляшек», plaques).



- 1. Объясните принцип формирования фаговых бляшек.
- 2. Посчитайте «титр фага» (количество способных к инфекции фаговых частиц в 1 мл пробы, PFU plaque forming units) в воде из ручья.
- 3. Можно ли посчитать титр фага в этой пробе, использовав в эксперименте не 100-кратное разведение, а 10000-кратное?
- 4. Можно ли посчитать титр фага в этой пробе, использовав в эксперименте не 100-кратное разведение, а исходную пробу?

Задание C (ID 43) - Максимум 10 баллов

- У Американской норки (*Mustela vison*) описана мутация окраса меха шедоу (S^H) (североамериканское название Heggedal). Такие животные имеют темную с вкраплениями светлых волосков спину и белый живот. Уже на ранних этапах изучения новой мутации стало понятно, что она обладает плейотропным (множественным) эффектом: носители мутации помимо окраса шедоу имеют пониженную плодовитость. В дальнейшем, выяснилось, что вывести чистую линию норок шедоу невозможно. При скрещивании животных окраса шедоу между собой в первом поколении гибридов (F1) 2/3 потомков имеют окрас шедоу, а 1/3 стандартный коричневый окрас (окрас дикого типа). Во втором поколении гибридов коричневые норки при скрещивании между собой никогда не дают расщепления по окрасу.
- 1. Какой генотип имеют норки окраса шедоу;
- 2. Какой генотип имеют коричневые норки;
- 3. Какое расщепление по окрасу можно ожидать от скрещивания коричневой норки с норкой окраса шедоу;
- 4. Почему у норок шедоу снижена плодовитость;
- 5. С самцом какого окраса следует скрещивать самку окраса шедоу, чтобы получить от нее как можно больше детенышей, поясните свой ответ;
- 6. Что наиболее вероятно произойдет с носителями мутации шедоу, если она возникнет в дикой природе, почему;

Задание C (ID 44) - Максимум 10 баллов

Митохондриальная ДНК людей в подавляющем большинстве случаев не рекомбинирует, изменения происходят в ней лишь за счет мутаций. Более того, скорость мутаций в геноме митохондрий на порядок больше, чем в ядерном геноме. Ученые во главе с Аланом Уилсоном (Allan Wilson) построили генеалогическое древо генотипов митохондрий и реконструировали исходный генотип митохондрий, от которого произошли все встречающиеся ныне у людей генотипы (mtDNA most recent common ancestor (MRCA)). Обладающая таким генотипом женщина называется Митохондриальной Евой (Mitochondrial Eve).

- 1. Какую роль играют генотипы митохондрий мужчин в общей генеалогии митохондрий человечества?
- 2. Корректно ли отожествлять Митохондриальную Еву с первой женщиной, потомками которой являются все люди?
- 3. Обязательно ли у 2 случайно взятых ныне живущих людей ближайшим общим предком их генотипов митохондрий будет генотип Митохондриальной Евы?
- 4. Аналогично Митохондриальной Еве можно выявить Y-хромосомного Адама (Y-chromosomal Adam). Обязательно ли они жили в одно время? Ответ поясните.