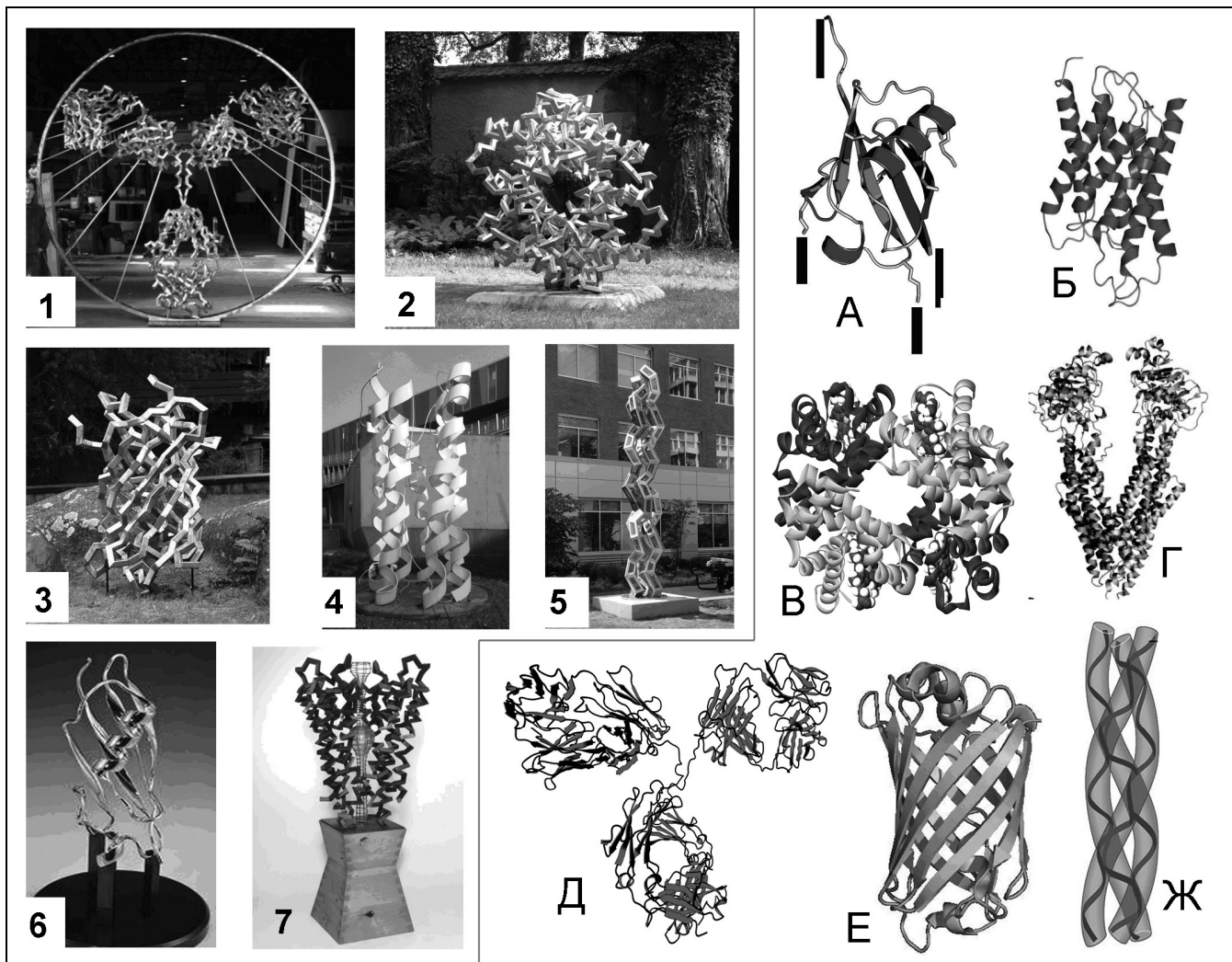


1. Арт-белки (34 балла).

Современные открытия в молекулярной биологии вдохновляют не только исследователей, но и деятелей искусства. Немецкий художник и скульптор Джулиан Фосс-Андрэ создает скульптуры белковых молекул, таких как **гемоглобин, коллаген, зеленый флуоресцентный белок (GFP), антитело IgG, убиквитин, калиевый канал, аквапорин.**

Задание 1. Соотнесите каждый белок со скульптурой (1-7) и пространственной моделью (А-Ж). Укажите функции и особенности вторичной и третичной структуры этих белков.



Задание 2. Определите, какие скульптуры носят название “Ангел Смерти” и “Стальная медуза”. Поясните свой выбор.

2. Проблемный белок (34 балла).

Для определения последовательности аминокислотных остатков в белке проводят ряд реакций и определяют состав полученных фрагментов.

1. Кислотный гидролиз с помощью HCl разрывает цепочку случайным образом.
2. Метод Сэнгера отщепляет первую аминокислоту с N-конца.
3. Карбоксипептидаза отщепляет одну аминокислоту с C-конца.
4. Трипсин разрушает связь после лизина (**лиз**) или аргинина (**арг**), но не может разрушить связь между этими аминокислотами с пролином (**про**)
5. Бромциан (BrCN) позволяет разрушить связь после метионина (**мет**).
6. Химотрипсин разрушает связь после ароматических аминокислот: фенилаланина (**фен**), тирозина (**тир**), триптофана (**трп**)

Белок А состоит из 10 аминокислот: **аргинина (арг), валина (вал), глицина (гли), гистидина (гис), лизина (лиз), метионина (мет), пролина (про), серина (сер), тирозина (тир) и триптофана (трп).**

Ниже приведены результаты его расщепления в различных реакциях, образующиеся цепи обозначены латинскими буквами, чтобы вам легче было сослаться на них в ответе. Обратите внимание, что для всех

полученных цепей приведен только состав, но не порядок аминокислот.

1. Белок подвергли частичному кислотному гидролизу. Получили три цепи следующего состава: цепь **A** (гли, тир), цепь **B** (арг, лиз, про, сер), цепь **D** (вал, гис, мет, трп)
2. Метод Сэнгера отщепил гли.
3. Карбоксипептидаза отщепила вал.
4. Трипсин расщепил белок на две цепи: цепь **E** (арг, гли, лиз, про, тир) и цепь **F** (вал, гис, мет, сер, трп)
5. Обработка изначального белка бромцианом дала две цепи: **G** (арг, гли, лиз, мет, про, сер, тир) и **H** (вал, гис, трп)
6. Под воздействием хемотрипсина на изначальный белок получили еще две цепи: цепь **J** (гли, тир), цепь **K** (арг, гис, лиз, мет, про, сер, трп) и свободную аминокислоту вал.

Задание 1. Из приведенных данных определите последовательность аминокислот в изначальном белке. Внесите результаты в таблицу и перенесите их в бланк ответов. В бланке ответов для каждой позиции (1-10) нужно дать краткое пояснение, на основании каких реакций (1-6) и цепей (A-K) вы определили аминокислоту в этой позиции.

N-конец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	C-конец
Аминок-та											

Задание 2.

В гене, кодирующем исходный белок, произошла мутация. Была выделена мРНК мутантного гена. Но, к сожалению, в пробирку с ней случайно попала РНКаза. В итоге получили несколько неперекрывающихся фрагментов гена:

- (1) ГАУУГГГА, (2) ГГГАЦ, (3) УАААУГ, (4) ААГЦЦАГГУ.

Известно, что с данной мРНК образуется нефункциональный белок.

Определите последовательность мутантной мРНК. Запишите ее в таблицу. Используйте данные, полученные вами в задании 1, и таблицу генетического кода. Под таблицей в бланке ответов поясните ход решения (что вы делали и в какой последовательности).

Запишите также последовательность мРНК **нормального** гена. Покажите место мутации стрелкой в таблице, запишите словами, что произошло. Объясните, почему мутантный белок потерял свою функцию. Объясните, могут ли данные, полученные по мутантной РНК, помочь в установлении структуры нормального белка.

Генетический код (обратная таблица)			
Звездочка означает любой из четырех нуклеотидов.			
Ала	ГЦ*	Лей	УУА, УУГ, ЦУ*
Арг	ЦГ*, АГА, АГГ	Лиз	ААА, ААГ
Асп	ААУ, ААЦ	Фен	УУУ, УУЦ
Асп	ГАУ, ГУЦ	Про	ЦЦ*
Цис	УГУ, УГЦ	Сер	УЦ*, АГУ, АГЦ
Гли	ЦАА, ЦАГ	Тре	АЦ*
Глу	ГАА, ГАГ	Трп	УГГ
Гли	ГГ*	Тир	УАУ, УАЦ
Гис	ЦАУ, ЦУЦ	Вал	ГУ*
Иле	АУУ, АУЦ, АУА		
Мет	АУГ	СТОП	УАА, УАГ, УГА

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Аминок-та (из задания 1)										
Нормальная мРНК										
Мутантная мРНК										
Мутантный белок										

3. Красные приливы (25 баллов)

Отдыхая на побережье Охотского моря, молодой ученый Стас Леонтьев заметил необычное явление: в один из дней морская вода вместо привычного синего цвета стала ярко-красной. У берегов водоема наблюдалось странное поведение птиц, гибель рыб и морских млекопитающих. Спустя время эпидемия распространилась среди людей, проявляясь у заболевших в виде ухудшения кратковременной памяти, дезориентации в пространстве, периодических судорог.

Стас решил понять, как взаимосвязаны эти события. Для этого он отобрал несколько проб воды и привез их в лабораторию для дальнейшего анализа. Стас предположил, что токсин находится в одном из видов водорослей, населяющих водоем.

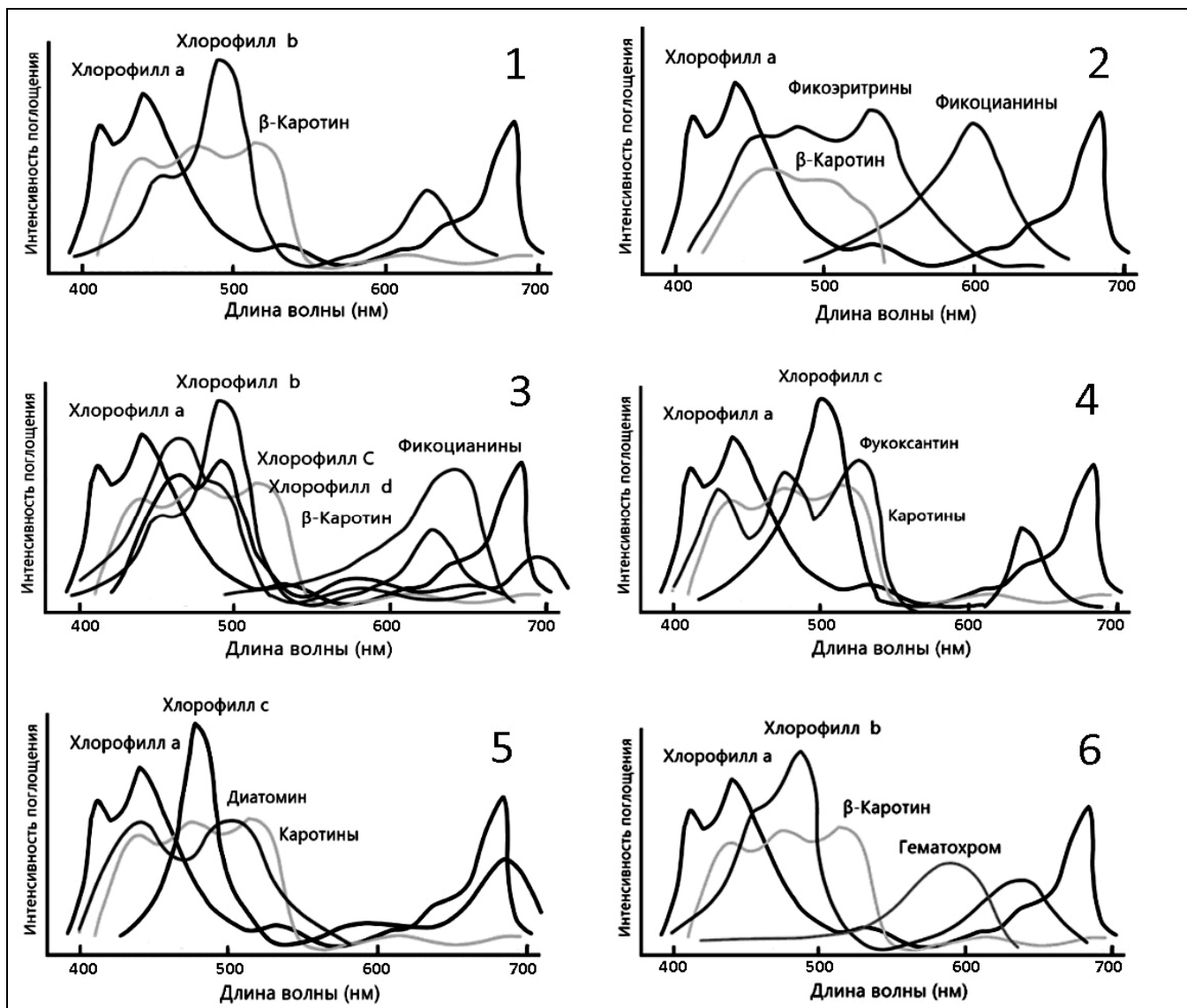
После серии экспериментов ученый получил графики, отражающие интенсивность поглощения света от длины волны, по которым можно определить состав пигментов в хлоропластах организмов и их окраску.

Вопрос 1. Для каждой группы водорослей найдите на рисунке характерный для нее набор пигментов.

Группы водорослей:

Зеленые (Chlorophyta)	Цианобактерии (Cyanobacteria)	Красные (Rhodophyta)
Эвгленовые (Euglenophyta)	Диатомовые (Bacillariophyceae)	Бурые (Fuciales)

Наборы пигментов:



Вопрос 2.

Из графиков видно, что пики поглощения света для хлорофилла находятся в синей (450 нм) и красной (700 нм) областях спектра.

Так как свет из зеленой части спектра не поглощается, а отражается, то хлорофилл имеет зеленый цвет.

Какой цвет будет иметь фикоцианин? Фукоксантин? Для ответа на вопрос используйте таблицу с длинами волн видимого света.

Цвет	Диапазон длин волн	Цвет	Диапазон длин волн
Красный	760-620 нм	Голубой	500-480 нм
Оранжевый	620-590 нм	Синий	480-450 нм
Желтый	590-560 нм	Фиолетовый	450-400 нм
Зеленый	560-500 нм		

Вопрос 3.

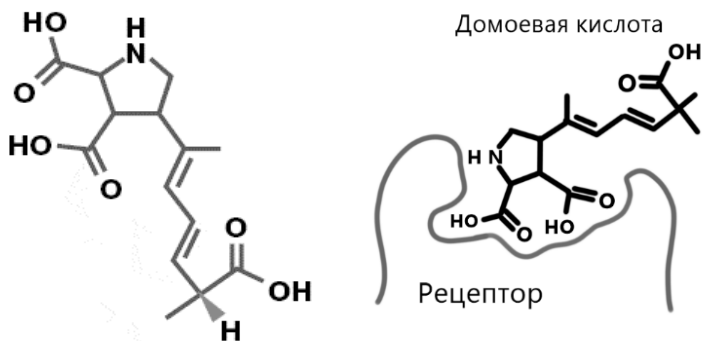
Стасу требуется определить, какой именно вид водорослей выделяет токсин. Изначально им было взято три пробы. В первой пробе содержится вид 1, 2, 3, 4. Во второй пробе вид 1, 2, 3, 4, 5. В третьей пробе 2, 3, 4, 6. Вода из каждой пробы оказалась токсичной для лабораторных рыб.

Ученый подобрал яды, способные убивать определенные виды водорослей. Действие яда можно определить только по изменению окраски пробы.

Известно, что виды 1, 2, 3 в живом состоянии окрашивают воду в зеленый цвет, а виды 4, 5, 6 в красно-бурый. При этом красно-бурый маскирует зеленый (то есть, если в пробе присутствуют живые виды 2,3,4, то она будет окрашена в красно-бурый). Если водоросли погибли, считать их бесцветными.

При действии яда А первая и вторая проба меняют цвет на зеленый, третья остается красно-бурой. При действии яда В вместе с ядом А третья проба обесцвечивается. Добавление только яда В не вызывает изменения окраски ни одной из проб, и каждая проба остается токсичной для рыб.

Какие виды гибнут от действия яда А, яда В? Какой вид выделяет токсин? Объясните свое решение.



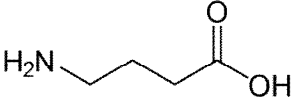
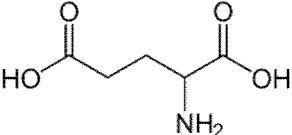
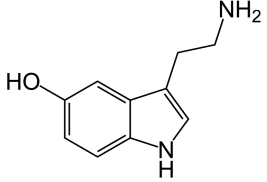
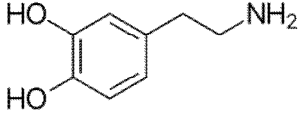
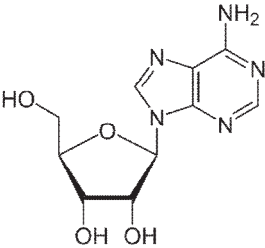
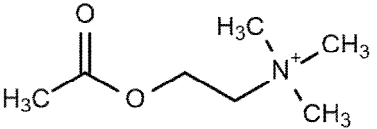
Вопрос 4.

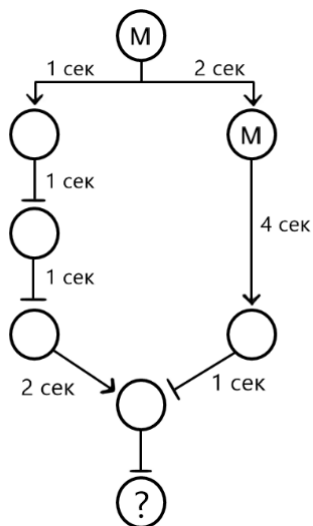
Ученому удалось выделить токсическое вещество. Им оказалась домоевая кислота – сильный нейротоксин. Рецепторы нейронов ошибочно принимают ее за молекулу одного из нейромедиаторов, открывают ионные каналы и запускают потенциал действия.

Даны структурные формулы некоторых нейромедиаторов и подписан процесс, который они вызывают в нейроне.

Определите нейромедиатор, агонистом которого является домоевая кислота (агонист означает, что молекула маскируется под нейромедиатор и вызывает тот же эффект). Какие особенности в строении молекулы позволяют это определить?

Нейромедиаторы:

<p>I – ГАМК (гамма-аминомасляная кислота) – тормозной медиатор</p> 	<p>II – глутамат – возбуждающий медиатор</p> 	<p>III – серотонин – тормозной медиатор</p> 
<p>IV – дофамин – возбуждающий медиатор</p> 	<p>V – аденозин – тормозной медиатор</p> 	<p>VI – ацетилхолин – возбуждающий медиатор</p> 



Вопрос 5.

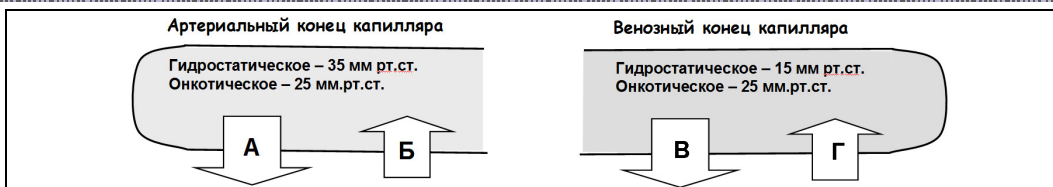
На рисунке приведена схема передачи сигналов между нервными клетками. Острой стрелкой обозначается возбуждение следующей клетки, плоской чертой – торможение. Рядом со стрелками подписано время, которое требуется для передачи сигнала от одного нейрона к другому. Буква «м» внутри тел некоторых нейронов означает, что эта клетка синтезирует медиатор, агонистом которого является домоевая кислота. При действии домоевой кислоты на такие клетки они передают сигнал в два раза быстрее. Определите, каким будет эффект (возбуждение / торможение) конечного нейрона в норме и при добавлении домоевой кислоты. Считать, что клетка реагирует на первый приходящий сигнал. Приведите ход рассуждений в бланке ответов.

4. Откуда жидкость в тканях? (20 баллов)

Обмен жидкостью через капиллярную стенку происходит путем фильтрации и абсорбции.

Фильтрация — процесс выхода жидкости из капилляра в межклеточное пространство, а **абсорбция** — обратное поступление жидкости из межклеточного пространства в капилляр. Эти два процесса регулируются с помощью **гидростатического** и **онкотического** давления плазмы крови и тканевой жидкости.

Постоянство **онкотического** давления обеспечивается белками плазмы крови. В норме количество белков постоянно и поддерживает онкотическое давление на уровне 25 мм.рт.ст. **Гидростатическое давление** при движении крови постоянно снижается от артериального конца капилляра (примерно 35 мм.рт.ст.) к венозному концу (15 мм.рт.ст.). Эта разница давлений и обеспечивает движение воды из капилляра в ткань или, наоборот, из ткани в капилляры.



Вопрос 1. Определите на схеме в бланке, какими стрелками обозначено действие гидростатического и онкотического давлений. Нарисуйте сами стрелку, показывающую направление движения воды.

Вопрос 2. Давайте примем для расчетов, что разница давлений в 43 мм.рт.ст. обеспечивает фильтрацию воды через стенки всех капилляров со скоростью 1 мл в секунду и зависимость линейна. Также будем считать, что капилляр состоит только из артериального и венозного концов в равных соотношениях. Рассчитайте, сколько литров воды в сутки фильтруется в артериальном и венозном концах.

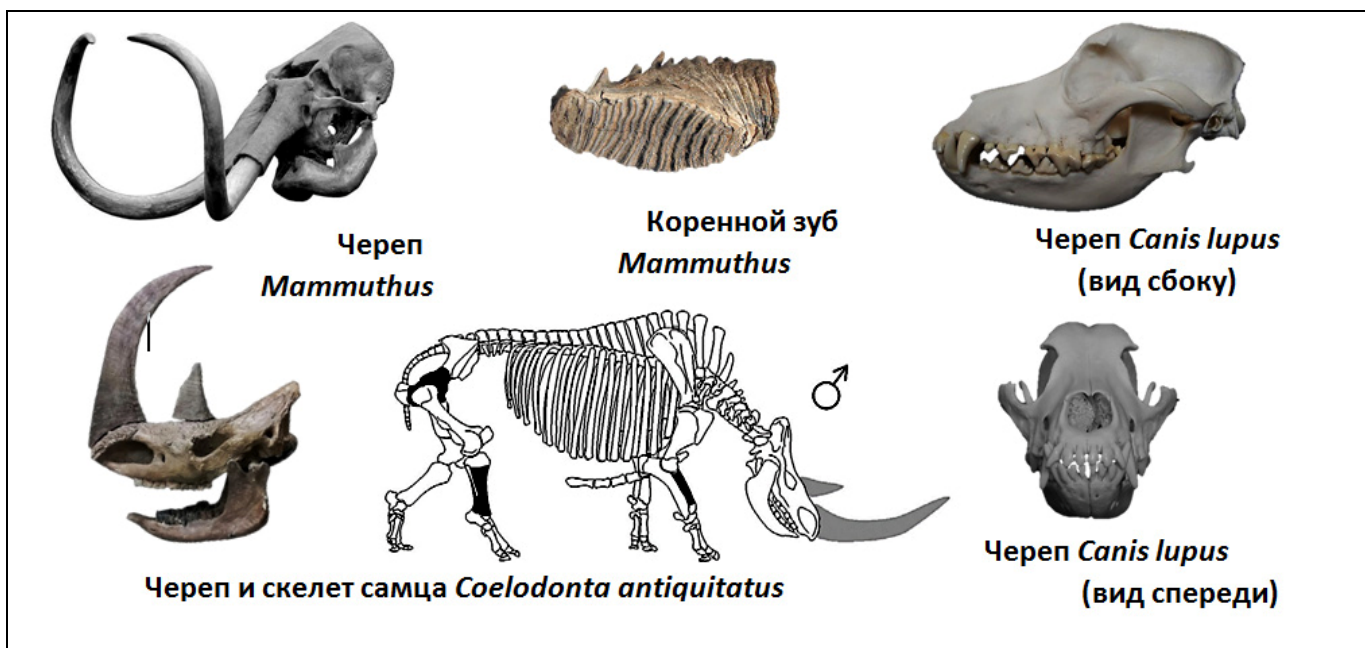
Вопрос 3. При длительном голодании человек испытывает недостаточное поступление белка в кровь. Онкотическое давление снизилось до 15 мм.рт.ст. Опишите, что будет происходить на артериальном и венозном конце капилляра. К каким последствиям для организма это приведет?

Вопрос 4. При значительной потере воды (диарея, неукротимая рвота) онкотическое давление повысилось до значений 35 мм.рт.ст. Опишите, что будет происходить на артериальном и венозном конце капилляра. К каким последствиям для организма это приведет?

5. Мамонтовая фауна (30 баллов)

Млекопитающие, жившие на территории Северной Евразии в позднем плейстоцене (100 – 10 тыс. лет назад), получили название “Мамонтовой фауны”. Среди них были как плотоядные, так и растительноядные животные, приспособленные к суровым условиям жизни в холодной тундростепи. Яркими представителями мамонтовой фауны Сибири были мамонт (*Mammuthus*), шерстистый носорог (*Coelodonta antiquitatus*) и обыкновенный волк (*Canis lupus*).

Задание 1. Назовите еще трех животных, относящихся к мамонтовой фауне.



Задание 2. Рассмотрите изображения черепов и элементов скелета трех млекопитающих, определите отряд и семейство, к которым они принадлежат. Запишите их зубные формулы. Заполните таблицу в бланке ответов.

Задание 3. Ответьте на вопросы.

- А) Какой можно сделать вывод о питании мамонта (*Mammuthus*) по его характерной жевательной поверхности коренных зубов?
- Б) Видоизменениями чего являются бивни и хобот мамонта (*Mammuthus*)?
- В) Для чего, вероятно, служили рога у шерстистого носорога (*Coelodonta antiquitatus*)? Почему у обнаруженных в обычном грунте ископаемых черепов этих животных их характерные два рога практически всегда отсутствуют?

6. Срезы (16 баллов)

Внимательно рассмотрите поперечные срезы стеблей взрослых растений (А-З). Соотнесите их со схематическими изображениями типов центрального проводящего цилиндра (стели), и определите отделы, к которым принадлежат растения. Заполните таблицу в бланке ответов.

Схемы типов стели:



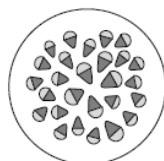
плектостель



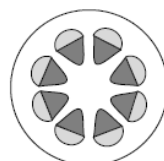
диктиостель



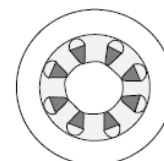
актиностель



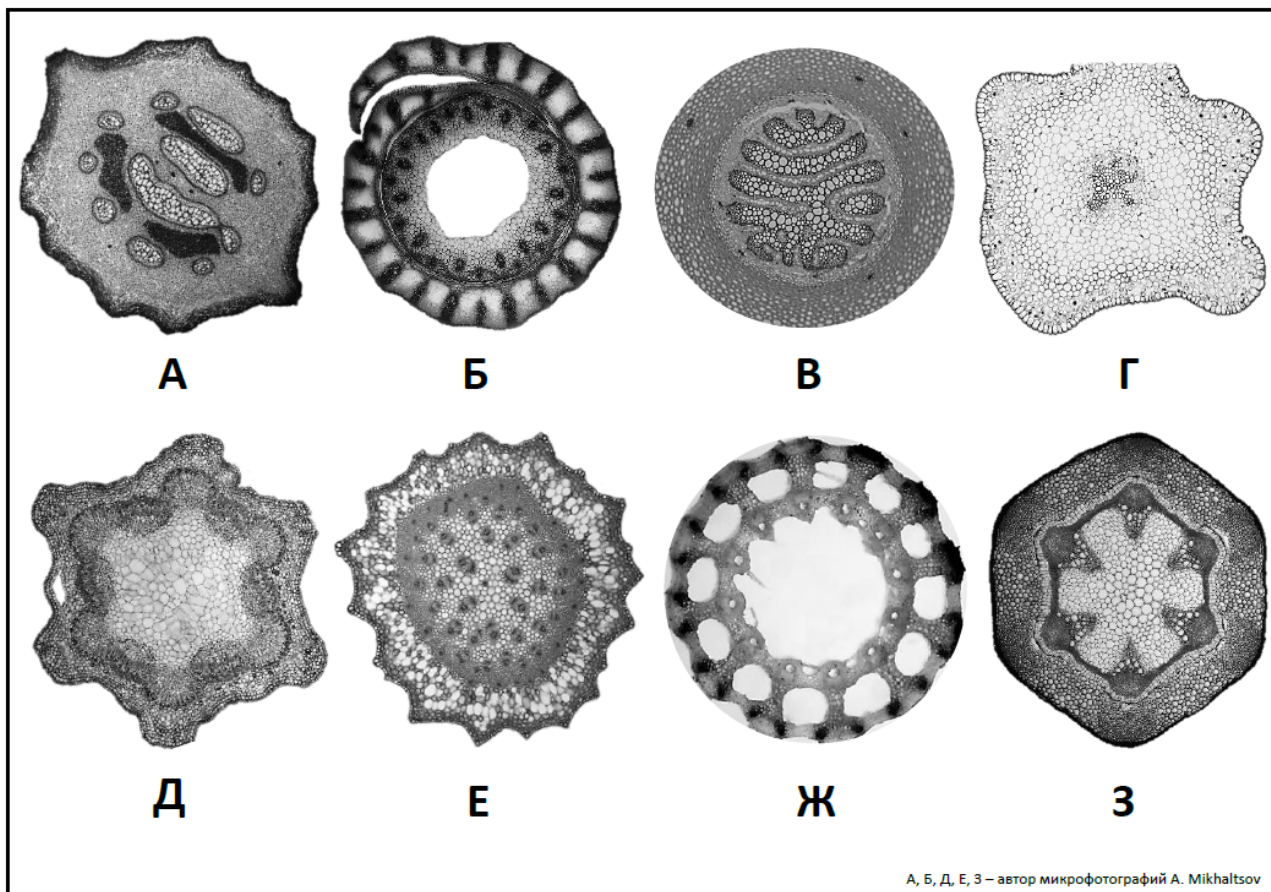
атактостель



эустель



артростель



А, Б, Д, Е, З – автор микрофотографий А. Mikhailsov

Отделы (даны избыточно):

Мховидные Папоротниковидные Псилотовые	Плауновидные Хвощевидные	Покрытосеменные (двудольные) Покрытосеменные (однодольные)
--	-----------------------------	---

Желаем успехов в выполнении заданий!