



Всесибирская олимпиада по биологии 2022–2023.

Заключительный этап. 5 марта 2023.

9 класс

Время выполнения заданий – 4 часа.

1. Нуклеотиды (22 балла)

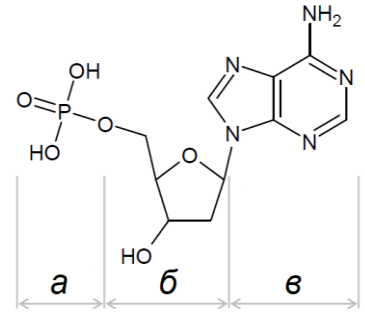
Перед вами изображён мономер нуклеиновой кислоты (НК).

Вопрос 1. К какому типу нуклеиновых кислот (ДНК или РНК) относится данный нуклеотид?

Вопрос 2. Как это определили?

Вопрос 3. Подпишите названия составных частей молекулы, изображённой на рисунке (по два названия: для общего случая и для изображённого).

Для изучения процесса репликации учёные использовали систему *in vitro* (присутствовали все необходимые белковые компоненты для репликации и смесь нуклеотидов) с добавлением флуоресцентно меченных компонентов. В пробирку добавляли одноцепочечную ДНК-матрицу и затравку. Через определённые промежутки времени часть реакции останавливалась, невключившиеся нуклеотиды отмывались. Затем измеряли уровень флуоресценции, который зависит прямо пропорционально от количества включившегося нуклеотида. Результаты приведены в таблице.



Номер эксперимента	Меченый компонент	Уровень флуоресценции			
		старт	2 часа	4 часа	6 часов
1	дезоксиаденозинмонофосфат	0	20	0	20
2	дезоксиаденозинтрифосфат	0	200	400	400
3	аденозинтрифосфат	20	0	20	0
4	дезоксигуанозинтрифосфат	0	250	500	500

Ответьте на вопросы в бланке ответов:

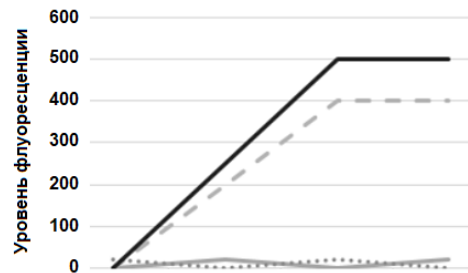
Вопрос 4.1. Почему в эксперименте 1 и 3 не происходило включение нуклеотидов?

Вопрос 4.2. Почему через 4 часа накопление флуоресценции в экспериментах 2 и 4 остановилось?

Вопрос 4.3. Почему в эксперименте 4 идёт более интенсивное включение метки, чем в эксперименте 2?

Вопрос 4.4. Можно ли сделать вывод о количестве гуанина и аденина в матричной цепи? Почему?

Вопрос 4.5. Если бы подобный эксперимент проводили в клеточной системе (содержались бы все белки, которые есть в клетке), то изменились бы результаты экспериментов 1 и 3? Почему?



2. Свет из глубин (24 балла)

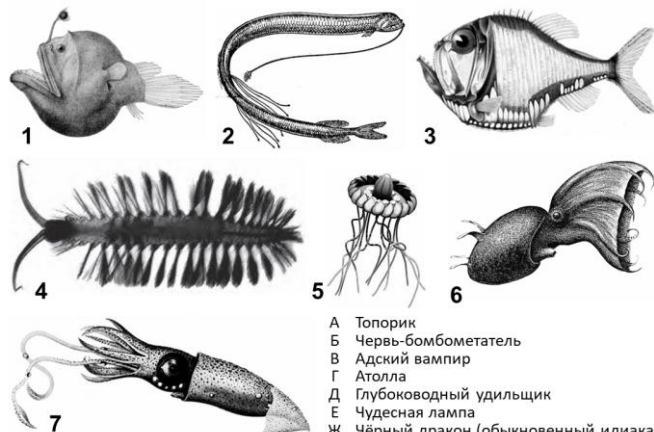
Способность излучать свет (биолюминесценция) в видимом диапазоне обладают эволюционно разнородные группы организмов.

Вопрос 1. Предположите, какими могут быть функции биолюминесценции у плотоядных и растительноядных животных?

Вопрос 2. Пищевые цепи какого типа преобладают в афотических (лишённых солнечного света) зонах водоёмов?

Вопрос 3. В каких случаях там могут возникнуть пищевые цепи иного типа (и какого)?

Вопрос 4. На рисунке справа представлены изображения некоторых представителей глубоководной фауны. Заполните таблицу в бланке ответов, сопоставив изображения животных с их названиями, а также назвав тип и класс, к которым принадлежат данные организмы.



- А Топорик
- Б Червь-бомбометатель
- В Адский вампир
- Г Атолла
- Д Глубоководный удильщик
- Е Чудесная лампа
- Ж Чёрный дракон (обыкновенный идиакант)

3. Вместе навсегда (28 баллов)

Вопрос 1. Что представляет собой процесс опыления у покрытосеменных растений?

Вопрос 2. Привлечение опылителей растениями называется аттракция. Аттракция бывает истинная, когда растение может предложить опылителю питание или другие выгоды и ложная, когда растение манипулирует поведением опылителя, ничего не предлагая взамен. Какие преимущества и недостатки имеет каждый вид аттракции?

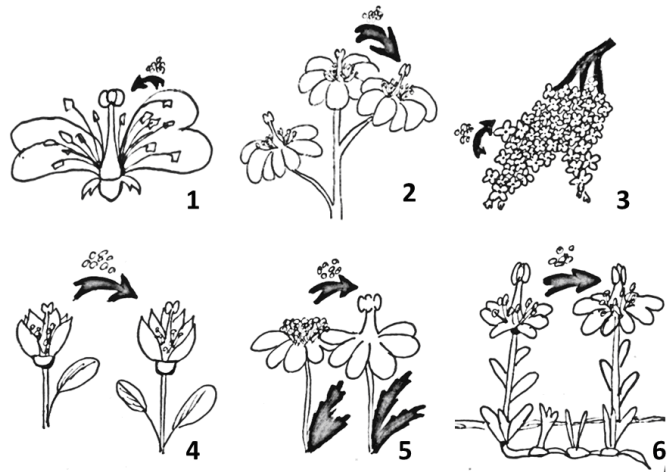
Вопрос 3. Приведите по одному примеру истинной и ложной аттракции.

Вопрос 4. Заполните пропуски в тексте про опыление.

Опыление может происходить как в пределах одного растения, так и между разными растениями. Опыление в пределах одного растения называется А) _____. В этом случае наследственная информация у спермия и яйцеклетки Б) _____ и генетическое разнообразие потомства В) _____. Этот тип опыления показан на рисунках № Г) _____.

Опыление, происходящее между разными растениями, называется Д) _____. При таком способе опыления наследственная информация у спермия и яйцеклетки Е) _____ и генетическое разнообразие потомства Ж) _____. Такое опыление представлено на рисунках № З) _____.

И первый, и второй тип опыления могут происходить следующими способами И) _____.



Вопрос 5. Как растения минимизируют или делают невозможным перенос пыльцы в пределах одного растения?

Вопрос 6. Расположите приведенные ниже примеры размножения по возрастанию генетического разнообразия потомства (от самого низкого к самому высокому генетическому разнообразию):

- вегетативное размножение,
- опыление между растениями из разных популяций,
- опыление в пределах одного растения,
- опыление между разными растениями из одной популяции,
- опыление между растениями разных видов (при условии фертильности гибридов).

Вопрос 7. У однолетних растений перенос пыльцы в пределах одного растения встречается чаще, чем у многолетних. Какие преимущества дает однолетним растениям такой способ опыления?

4. Генетика водорослей (12 баллов)

На рисунке представлена схема жизненного цикла некоторой одноклеточной водоросли.

Известно, что ген **F** отвечает за наличие у этой водоросли полового фактора «+», аллельный ген **f** – за его отсутствие «-». При оплодотворении сливаются друг с другом гаметы «+» и «-», образовавшиеся в результате мейоза из разных клеток.

Доминантный ген **D** определяет движение водоросли к источнику света (положительный фототаксис), его рецессивный аллель **d** – от источника света (отрицательный фототаксис).

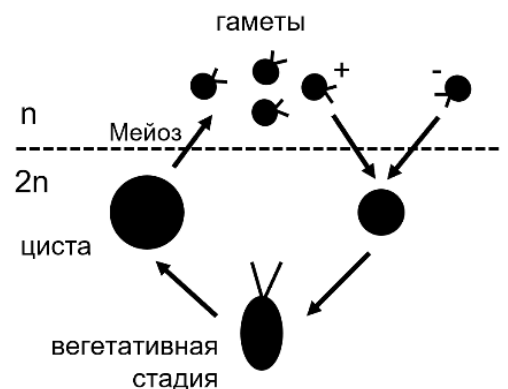
Две клетки водорослей с генотипами **FFDD** и **ffdd** поместили в общий аквариум. Через некоторое время клетки каждой водоросли многократно поделились митозом и образовали цисты. После чего образовались гаметы и произошло оплодотворение.

Потомка F1 поместили в аквариум с водорослью, генотип которой был неизвестен. Среди потомков F2 водорослей с положительным фототаксисом было в три раза больше, чем с отрицательным.

Вопрос 1. Определите генотипы родителей во втором скрещивании.

Вопрос 2. Определите генотипы и их соотношения у потомков F2.

Вопрос 3. Какова вероятность образования генотипа **FFDD** в потомстве F2? Ответ поясните.

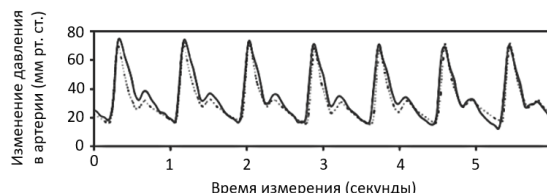


5. Диагностикум (50 баллов)

В медицинский центр обратились родители мальчика, у которого наблюдалась высокая температура, головная боль, слабость и боли в пояснице. Мальчик родился в октябре 2012 года и, несмотря на хорошие условия проживания, немного отставал в росте от своих сверстников – его рост отличался от среднего значения нормы на 10 см, а индекс массы (вес в кг/рост² в метрах) составлял 16. Врач заподозрил системную красную волчанку, однако назначил дополнительные анализы. Вам необходимо посчитать требуемые параметры и внести их в медицинскую карту. Запишите значение в столбик «Результаты анализа», а в графе «Состояние параметра» укажите увеличен (↑), уменьшен (↓), в пределах нормы (0). Обращайте внимание на единицы измерения.

Вопрос 1. Измерение артериального давления и минутного объема крови.

В настоящее время для измерения артериального давления пользуются автоматическими тонометрами. Принцип их работы основан на регистрации колебаний давления внутри манжеты. В начале измерения в манжете создают такое давление, при котором начинают проследиваться слабые пульсовые волны. Давление в манжете на момент начала измерения составляло 60 мм рт. ст., что соответствовало нулевой точке регистрации.



Нормальное артериальное давление рассчитывается по формуле (с любым значением нормального значения веса):

$$\text{Систолическое давление} = 109 + (0,5 \times \text{возраст}) + (0,1 \times \text{вес}) \pm 5 \text{ мм рт. ст.}$$

$$\text{Диастолическое давление} = 63 + (0,1 \times \text{возраст}) + (0,15 \times \text{вес}) \pm 5 \text{ мм рт. ст.}$$

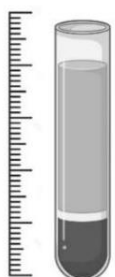
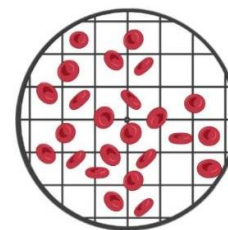
Другой важный параметр – минутный объем крови (МОК), который показывает, какое количество крови поступает от одного желудочка в артериальную систему в течение минуты.

После систолы предсердий большая часть крови уходит в желудочки, однако некоторый ее объем остается в предсердиях и после сокращения. Остаточный объем крови в левом предсердии в 2 раза больше остаточного объема левого желудочка. После систолы предсердий в желудочке находится 90% всей крови левой половины сердца. С помощью эхокардиографии было установлено, что максимальный объем предсердия составляет 57 мл.

Исходя из приведенных данных, определите величину артериального давления во время систолы и диастолы сердца (в мм рт. ст.) и МОК (мл/мин) у пациента.

Вопрос 2. Количество эритроцитов в литре крови. Подсчет эритроцитов происходит под микроскопом на разлинованном стекле с углублением. Каждая клеточка имеет сторону 0,005 мм и глубину 0,01 мм.

Вычисляют среднее число эритроцитов в одной клетке. Для подсчета используют клеточки, которые входят в поле зрения целиком. Когда эритроцит лежит на границе, то он принадлежит клетке, если пересекается ее верхняя или левая стороны. Зная среднее число эритроцитов в одной клетке и ее объем, пересчитайте число эритроцитов на литр крови.

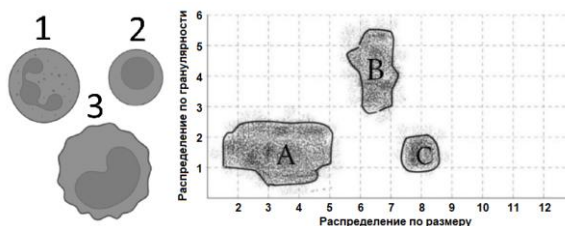


Вопрос 3. Гематокрит. Гематокрит показывает отношение объема эритроцитов к общему объему крови в %. Используя шкалу с делениями, определите гематокрит пациентки.

Вопрос 4. Средний объем эритроцита. Зная число эритроцитов в литре крови и гематокрит, определите средний объем одного эритроцита (измеряется в фл – фемтолитры, 1 фл = 10⁻¹⁵ л).

Вопрос 5. Скорость клубочковой фильтрации. Для измерения скорости клубочковой фильтрации (объем крови, прошедший через клубочек за единицу времени) пользуются соотношением концентраций креатинина в моче и плазме крови (креатинин не реабсорбируется канальцами почек). Известно, что за 20 минут в мочевом пузыре накопилось 20 мл мочи с концентрацией креатинина 2000 мкмоль/л. Концентрация креатинина в плазме крови составляет 40 мкмоль/л. Определите скорость клубочковой фильтрации (мл/мин).

Вопрос 6. Лейкоцитарная формула. Разделяя клетки крови, можно определить лейкоцитарную формулу – соотношение типов лейкоцитов в %. Подсчет происходит по площади, которую занимают группы лейкоцитов. На рисунке изображены лимфоциты, моноциты и нейтрофилы. Сопоставьте название клеток с номером рисунка и местом их скопления на графике, а также впишите лейкоцитарную формулу в медицинскую карту.



Вопрос 7. Уровень гормонов в крови. В карте указаны названия гормонов и их концентрация в крови. Напротив каждого гормона напишите орган, в котором он выделяется, и сравните показатели с нормой.

Вопрос 8. Постановка диагноза. Выберите заболевания, которые можно диагностировать исходя из медицинской карты. Впишите ответ в графу «Диагноз».

- **Системная красная волчанка:** уменьшение числа и объема эритроцитов, уменьшение доли лимфоцитов, появление белка в моче, сухость слизистой глаз, головная боль
- **Талассемия:** уменьшение величины эритроцитов, низкий гематокрит, склонность к инфекционным заболеваниям, снижение экскреции гормонов почками
- **Ранняя стадия ВИЧ-инфекции:** сниженное число лимфоцитов при нормальном числе моноцитов, предрасположенность к инфекционным заболеваниям, обезвоживание
- **Сахарный диабет 1 типа:** низкий уровень инсулина в крови, обезвоживание, увеличение диуреза, сниженное артериальное давление
- **Сахарный диабет 2 типа:** нечувствительность к инсулину, обезвоживание, увеличение диуреза, сниженное артериальное давление.
- **Пиелонефрит:** почечная недостаточность, увеличение объема плазмы крови, повышение числа лимфоцитов.