

Всесибирская олимпиада по биологии 2021–2022.

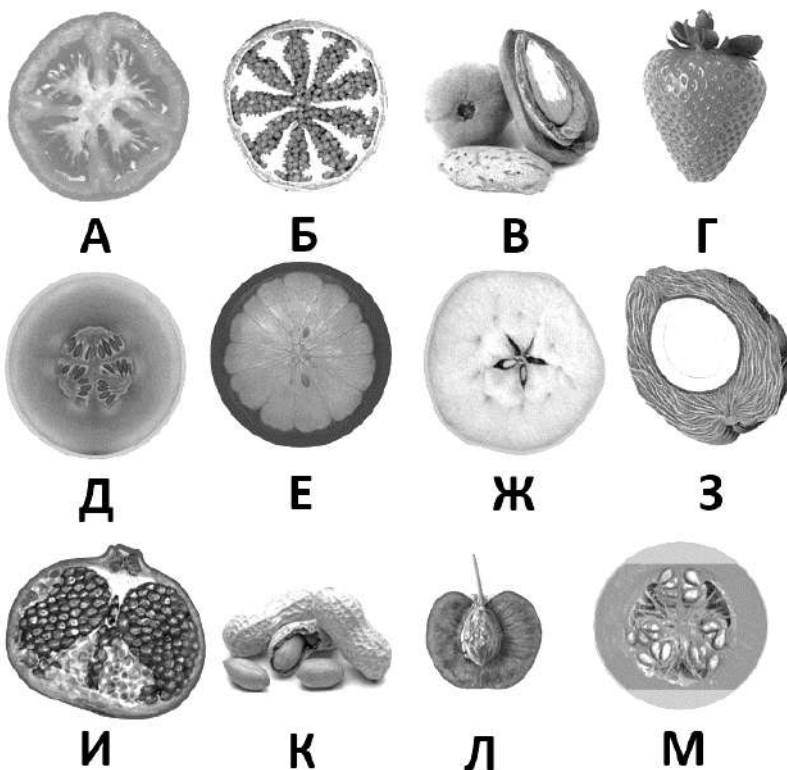
Третий этап. 6 марта 2022.

9 класс

Время выполнения задания – 4 часа.

1. В карпологии рыб не изучают (34 балла)

Карпология – «вкусная» наука, изучающая строение, многообразие и распространение плодов. Ниже представлены плоды известных растений.



Соотнесите плод (**А-М**) с соответствующим видовым/родовым названием растения (**1–12**). Для каждого плода напишите его правильное ботаническое название, а также укажите расположение завязи (**В** – верхняя, **Н** – нижняя), из которой впоследствии и разовьется плод. Ответьте на вопросы ниже.

Названия растений:

- 1) дыня (*Cucumis melo*);
- 2) гранат (*Punica*);
- 3) апельсин (*Citrus × sinensis*);
- 4) мак (*Papaver*);
- 5) арахис подземный (*Arachis hypogaea*);
- 6) яблоня (*Malus*);
- 7) тыква (*Cucurbita*);
- 8) миндаль обыкновенный (*Prunus dulcis*);
- 9) вишня (*Prunus subg. Cerasus*);
- 10) кокосовая пальма (*Cocos nucifera*);
- 11) земляника (*Fragaria*);
- 12) помидор (*Solanum lycopersicum*).

Вопрос 1. Какими способами распространяются плоды у кокосовой пальмы? Что такое кокосовое молоко с ботанической точки зрения?

Вопрос 2. Родиной арахиса считается Южная Америка. Цветки этого растения расположены

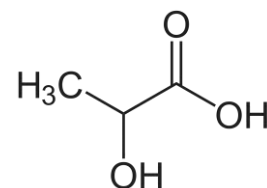
над землей, но после оплодотворения начинается рост ножки завязи – *гинофора*, который сильно удлиняется и врастает в почву (примерно на 8 см). Только после того, как *гинофор* оказался в почве, из оплодотворенного цветка формируется плод. В чем заключается возможный биологический смысл созревания плодов арахиса под землей?

Вопрос 3. Дуэйн Джонсон разрезал яблоко на две половинки, на одну половинку он накапал свежим апельсиновым соком, после чего обе половинки оставил на столе. Спустя некоторое время он заметил, что одна половинка яблока потемнела, а другая осталась почти такой же светлой. Дуэйн Джонсон знал, что яблоко темнеет из-за работы фермента полифенолоксидазы. Исходя из названия данного фермента, объясните наблюдаемое им явление.

2. «Беги, Форрест! Беги» (27 баллов)

«С этого дня я больше не мог ходить. Я мог только бежать»
Форрест Гамп

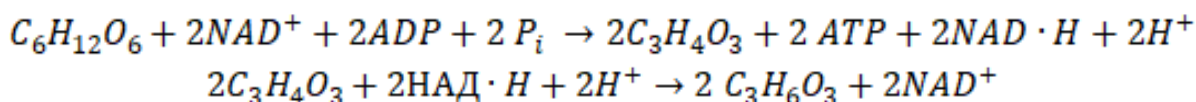
Форрест решил поучаствовать в ежегодном марафоне города Гринбу, штата Алабама. Он пробежал всю дистанцию и был очень доволен результатом. Придя домой, он почувствовал неприятное жжение в мышцах. Форрест был очень любопытным, поэтому обратился к учебной литературе по биологии в желании найти ответ на свой вопрос. Он выяснил, что дискомфорт вызван накоплением соединения А в его мышцах. Формула соединения А показана справа.



Задание 1. Назовите **соединение А**, которое доставило неудобства нашему герою.

Известно, что **соединение А** образуется в организме в результате **процессов Б₁ и Б₂**.

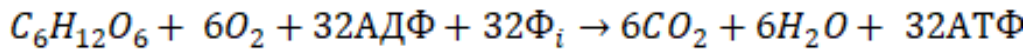
Уравнения **процессов Б₁ и Б₂**:



Дайте названия процессов, которые привели к излишнему накоплению **соединения А** в мышечных клетках Форреста. Почему после выполнения тяжелой физической нагрузки в мышцах накапливается большое количество **соединения А**?

Задание 2. Известно, что при полном сгорании в условиях изолированной системы 1 моль глюкозы выделяет приблизительно 686 ккал энергии в виде тепла. При клеточном катаболизме часть этой энергии идёт на образование АТФ, при этом в одном моле АТФ запасается 7 ккал энергии. Рассчитайте, какой процент запасённой в глюкозе энергии будет преобразован в энергию химических связей АТФ при **процессе Б**₁.

Задание 3. В обычном состоянии работы мышц в них происходит другой процесс - **процесс В**:



Дайте название этого процесса и рассчитайте его КПД. Почему КПД не достигает 100%?

Задание 4. Исследователи изучали прохождение **процессов Б** и **В** в клетках. Оказалось, что многие клетки способны переходить с одного типа получения энергии на другой для наиболее эффективной адаптации. Исследователи добавляли различные вещества к культуре клеток и снимали показатели скорости закисления среды. Активность какого процесса отражает закисление среды? (*ответ поясните*) Подумайте, добавление каких веществ могло привести к переходу клеток в состояния, отмеченные на диаграмме стрелками 2 и 3, если в точке 1 была добавлена глюкоза. В таблице укажите 2 или 3 и поясните ответ.



3. Здесь изучают рыб (32 балла)

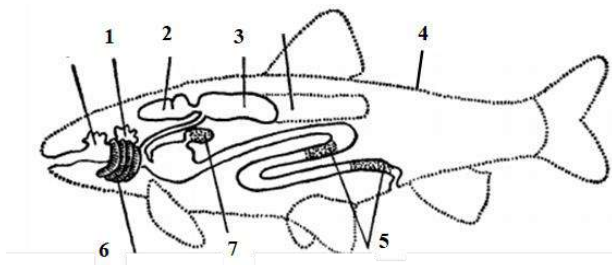
Снижение уровня растворенного кислорода в воде часто является причиной массовых заморов рыб, что очень сильно вредит как аквакультурным, так и промысловым рыбным хозяйствам. В такие моменты к тканям рыб не поступает достаточное количество кислорода, что приводит к угнетению жизненных процессов и, в конечном итоге, к гибели организма.

Вопрос 1. Назовите возможные причины снижения уровня кислорода в воде (в естественных водоемах), заполните таблицу.

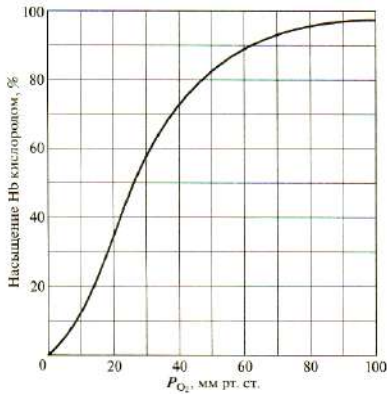
Некоторые виды рыб обладают повышенной толерантностью к снижению уровня кислорода в воде, ввиду различных стратегий адаптации. Наивысшим пределом толерантности к недостатку кислорода обладает всем известный серебряный карась (*Carassius gibelio*), вид, способный выдерживать месяцы недостаточного уровня кислорода в воде.

Вопрос 2. Используя подсказки в таблице, опишите, какие механизмы и различные особенности строения или физиологии могут использовать рыбы для того, чтобы пережить неблагоприятный период недостатка кислорода в воде.

Многие рыбы в качестве адаптации к низкому содержанию кислорода в воде имеют органы воздушного дыхания, позволяющие им дышать атмосферным воздухом.



Вопрос 3. На рисунке приведены органы водного и воздушного дыхания у рыб. Дайте названия органам, соотнесите их с типом дыхания (водным или воздушным, возможно с тем и другим). Укажите какому типу относятся органы **воздушного** дыхания у африканского многопера *Polypterus* (А), илистого прыгуна *Periophthalmus* (Б), лабиринтовой рыбы-ползуна *Anabas* (В) и обыкновенного вьюна *Misgurnus fossilis* (Г)



Вопрос 4. Одним из видов приспособления к низкому содержанию кислорода может быть повышение сродства гемоглобина к кислороду. На графике приведена кривая диссоциации оксигемоглобина. Нарисуйте, как будет выглядеть эта кривая для гемоглобина с повышенным сродством к кислороду. Ответ поясните.

Известно, что снижение рН приводит к сдвигу данной кривой вправо. Как вы думаете, к каким последствиям относительно выживания рыб приведет закисление воды в водоеме (рассмотрите только в аспекте дыхания)?

Вопрос 5. В 1928 году биолог по имени Дитлеф Рустед поймал необычную рыбу на берегу острова Буве в Антарктике. Эта рыба, которая получила название «ледяная рыба» (*Champscephalus gunnari*), оказалась представителем рыб семейства *Channichthyidae*, практически все представители которого лишены гемоглобина и красных кровяных телец.

Ученые считают, что это произошло в результате «поломки» гена, необходимого для синтеза гемоглобина. Назовите две причины, которые сделали возможным выживание таких рыб именно в холодных водах Антарктики. Укажите, какие еще изменения (не менее трех) в строении тела должны были произойти, чтобы они выжили. Объясните причину.

4. Рапунцель (35 баллов)

В жизненном цикле волоса выделяют три периода:

Анаген (фаза роста): период быстрого деления клеток волосяного сосочка. Рост стержня волоса составляет в среднем 1,5 см за 28 дней. Длительность периода анагена – в среднем до 7 лет.

Катаген (фаза стабилизации): период замедления роста клеток, оканчивающийся лишением волосяной луковицы кровоснабжения и началом роста нового волосяного сосочка. Длительность – 2 недели.

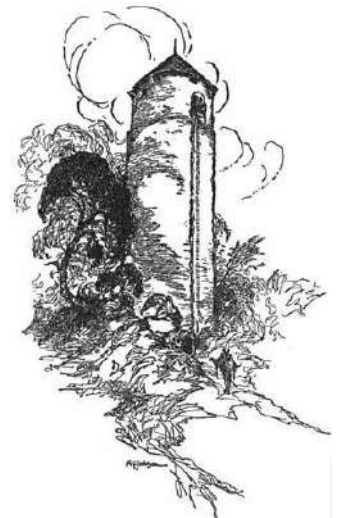
Телоген (фаза отдыха): период отмирания волоса, заканчивающийся его выпадением.

Задание 1. Рассчитайте максимально возможную длину волос Рапунцель, учитывая информацию, указанную выше и признавая Рапунцель среднестатистическим человеком, а не персонажем волшебной немецкой сказки. Длительность одного года можно принять за 365 дней. *Ответ дайте в метрах.*

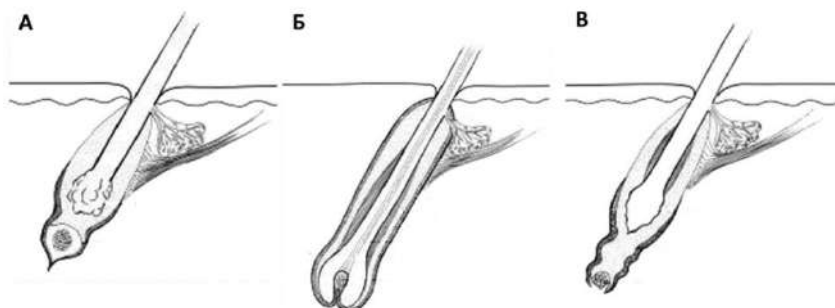
Задание 2. Вероятно, волшебство злой колдуньи или присутствующая мутация в геноме Рапунцель позволили ей увеличить длительность фазы анагена, устранив катаген и телоген.

Как известно из данных, предоставленных Братьями Гримм (*Grimm J. und Grimm W., 1822*), Рапунцель была заперта в башне злой колдуньей в возрасте 12ти лет от роду. Рассчитайте, до какой длины могли вырасти волосы Рапунцель при достижении возраста полного совершеннолетия (21 год), если принять, что за это время каждый её волос не выходил из периода анагена, а изначальная длина её волос составляла 1 метр. *Ответ дайте в метрах.*

В каком возрасте при условиях, приведённых выше, длина её волос позволит достать до земли с башни высотой 18 метров?



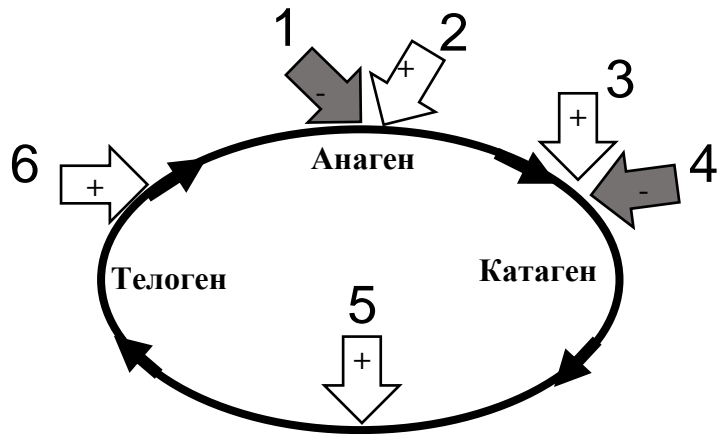
Задание 3. Используя данные о фазах жизненного цикла волоса приведённые в самом начале задачи, подпишите названия соответствующих фаз (анаген, катаген или телоген) около схем под буквами А, Б и В. Аргументируйте свой выбор.



На схеме под буквой Г (в бланке ответов) отметьте следующие структуры:

1. Волосяную луковицу
2. Нервы
3. Мышцу, поднимающую волос
4. Проток потовой железы
5. Кровеносные сосуды
6. Стержень волоса
7. Волосяной сосочек
8. Сальную железу

Задание 4. Для лечения заболеваний, связанных с ростом волос используется большое количество терапевтических агентов, действующих на различные стадии жизненного цикла волос. На схеме стрелками указана точка воздействия вещества и его направление (активация – белые стрелки, инактивация – серые стрелки). Укажите, какое воздействие данные вещества будут оказывать – активировать или тормозить рост волос.



Задание 5. Основным структурным белком волос является альфа-кератин, имеющий фибриллярную (нитевидную), а не глобулярную (в виде клубка) пространственную форму. Объясните, исходя из знаний о строении белков, какой тип вторичной структуры имеет альфа-кератин, почему у него не выражена третичная структура в виде глобулы и какие типы взаимодействий определяют его четвертичную структуру.

5. Interstellar (20 баллов)

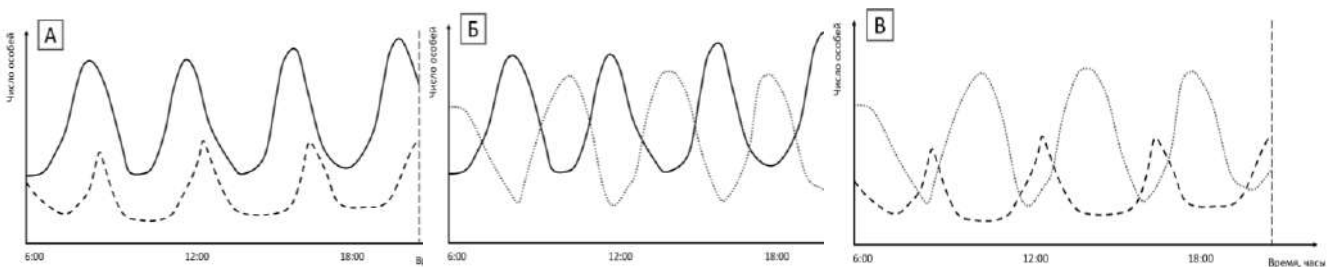
В далёком будущем, где уже стали доступны межзвёздные путешествия, жил Дмитрий. Дмитрий не любил биологию и постоянно прогуливал ее в школе, зато с удовольствием посещал уроки математического моделирования. Отучившись в университете на программиста, через несколько лет он попал в экспедицию к планете из другой звёздной системы. Планета считалась безжизненной, поэтому биологов в экспедиции не было. Но после приземления члены отряда обнаружили, что земля вокруг корабля плотно покрыта пятнами и разводами красного, синего и жёлтого цветов, площадь которых менялась в течение дня. Было доказано, что каждый цвет обеспечивается колониями микроорганизмов одного вида, и изменения площади пятен происходят из-за изменения численности этих организмов. Но про их питание и образ жизни ничего не было известно.

В последний день члены экспедиции узнали, что одна из их задач - доставить все виды к Солнечной системе для изучения. Но без биологических знаний задача оказалась сложной. Например, если красный вид питается синим, их нужно поселить вместе. Но вероятность того, что виды будут сосуществовать в контейнере так же устойчиво, как в природе, неизвестна: хищник может полностью уничтожить жертву и погибнуть сам. Тогда, чтобы гарантированно довести хотя бы синий вид, часть его особей нужно посадить отдельно от красного. Возможны и любые другие известные варианты взаимоотношений между организмами.

У экспедиции было только 3 контейнера для биологических объектов, в которых можно было создать условия этой планеты. В спешке было решено сажать в них виды наугад, но Дмитрию удалось собрать данные, которые, как он утверждает, могут позволить сделать это осмысленно. В течение дня он фотографировал поверхность вокруг корабля и с помощью компьютера высчитывал площадь, занимаемую организмами каждого вида. В итоге он узнал, как меняется численность каждой пары видов с течением времени и даже вспомнил названия известных популяционных моделей, но всё ещё не может определиться с результатом. Помогите Дмитрию.

— Красный вид
 - - - Желтый вид
 — Синий вид

Вопрос 1. Соотнесите каждый график с одной наиболее похожей на него группой известных математических моделей из списка. Если вы считаете, что одна и та же цифра соответствует нескольким графикам - используйте её несколько раз.



Вопрос 2. Предположите, какой вид (какие виды) является (являются) автотрофом (автотрофами)? Обоснуйте свой выбор.

Вопрос 3. Опишите причины колебаний численности для каждого графика.

Вопрос 4. Предложите способ рассадки видов по 3 контейнерам, при котором шансы довести всех максимальны. В один контейнер можно помещать от 1 до 3 видов.

Вопрос 5. Ответьте на некоторые теоретические вопросы команды, возникшие в ходе обсуждения.

- Почему хищники в природе никогда не размножаются так, что съедают всех своих жертв, ведь часто самих хищников никто не ест?
- За какие типы ресурсов могут конкурировать разные виды (не обсуждаемые сейчас, а любые)?

Желаем успехов в выполнении заданий!