

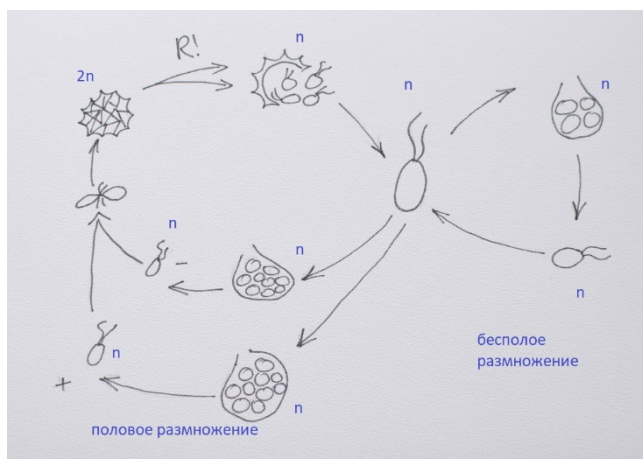
Время выполнения заданий — 240 минут.

Пишите разборчиво. В работе не должно быть никаких пометок, не относящихся к ответам на вопросы. Если Вы не знаете ответа, ставьте прочерк.

Максимальное количество баллов — 100.

Задание 1 (6 баллов). Нарисуйте схему жизненного цикла хламидомонады. На рисунке укажите плоидность каждой стадии. Подпишите зиготу, отметьте знаком "R!" стадию, во время которой происходит мейоз.

Ответ.



Критерий оценки. Верный рисунок, где указано бесполое размножение – 2 б., половое размножение – 2 б. Правильно указано место мейоза – 1 б.

Правильно указанная плоидность (обязательно нужно указать $2n$ у зиготы, и n у остальных стадий): для полового размножения – 1 б., для бесполого – 1 б. Всего не более 6 баллов.

Задание 2 (6 баллов). У каких типов многоклеточных животных нет кровеносной системы? Как они решают проблему транспорта веществ в организме?

Ответ. Для ответа на этот вопрос нужно указать типы животных без кровеносной системы и вспомнить, что за транспорт веществ по организму у них отвечают разные структуры, а также догадаться, что некоторые вещества транспортировать и не требуется (если каждая клетка может обмениваться с окружающей средой) и сформулировать эти ответы.

Типы животных: кишечнополостные; плоские черви; круглые черви. Могут быть дополнительно указаны другие типы: например, пластинчатые и губки.

Транспортировать нужно следующие вещества: кислород и углекислый газ; питательные вещества; продукта обмена.

Способы решения проблемы транспорта:

- диффузия - в случаях, когда большинство клеток непосредственно контактирует с внешней средой и/или кишечной полостью/разветвленным кишечником - используется кишечнополостными и плоскими червями;
 - кишечная полость крупных кишечнополостных обеспечивает распределение пищи по организму. Например, у крупных медуз имеется система каналов, по которой пища транспортируется ко всем участкам тела.
 - разветвленная пищеварительная система плоских червей также обеспечивает транспорт питательных веществ по организму.
 - используются аналоги крови - жидкость паренхимы плоских червей и жидкость первичной полости тела у круглых червей.
- Интересно, что для выведения продуктов обмена этих двух приспособлений хватает не всегда и поэтому возникают дополнительные системы:
- сеть канальцев (протонефридии) у плоских червей;
 - выделительные каналы и клетки-накопители у круглых червей.

Критерий оценки: По 1 б. за каждый тип животных и по 1 б. за каждое решение проблемы транспорта с примером, но не более 6 баллов.

Вопрос № 3 (6 баллов). Опишите стадии сердечного цикла, указав клапаны и движение крови по сообщающимся с сердцем сосудам и внутри сердца.

Ответ:

1. Систола предсердий: атриовентрикулярные клапаны (трёхстворчатый и митральный) открыты, полулунные закрыты. Кровь движется из предсердий в желудочки.
2. Систола желудочков: атриовентрикулярные клапаны закрыты, полулунные открыты. Кровь движется из левого желудочка в аорту, из правого - в лёгочные артерии.
3. Диастола: атриовентрикулярные клапаны открыты, полулунные закрыты. Кровь движется из лёгочных вен в левое предсердие, из вен большого круга - в правое предсердие. Из предсердий кровь попадает в желудочки.

Критерий: За каждый полный пункт по 2 б.: 1 б. за название фазы и клапаны, 1б. за указание пути движения крови.

Вопрос №4 (6 баллов). Приведите по два примера выполнения структурной функций (опоры или механической защиты) соединениями из перечисленных классов: белки, липиды, углеводы. Кратко объясните, у каких организмов и каким образом они выполняют данную функцию.

Ответ.

Липиды:

фосфолипиды - составляют мембраны клеток и органелл, служат опорой для мембранных белков и углеводов;

холестерин (и другие стеролы) в мембране - уменьшают текучесть мембраны, образуют липидные рафты, в составе которых могут перемещаться мембранные белки;

триглицериды - образуют жировые прослойки, которые служат для защиты внутренних органов позвоночных от механических повреждений;

суберин - суберинезированные клеточные стенки пробки являются основой защитной функции коры у растений.

Белки:

- кератин - отвечает за ороговение наружного слоя кожи и производных кожи (шерсть, ногти, когти, рога, копыта, перья, надклювье и др.) у животных;

- коллаген - составляет основу соединительной ткани (сухожилие, кость, хрящ, дерма) и, соответственно, несет присущие ей опорные и защитные функции, например, у позвоночных животных.

- белки цитоскелета: тубулин, актин - выполняют опорную функцию в клетках всех эукариотических организмов.

Углеводы:

- целлюлоза - является основой клеточных стенок растений;

- хитин - входит в состав клеточных стенок грибов и покровов ряда беспозвоночных животных;

- хондроитинсульфат - входит в состав хрящевой ткани позвоночных.

Критерий оценки. По 1 б. за каждый верный пример (в том числе не указанный в ответе), но не более двух баллов за раздел (Белки, Липиды, Углеводы). Максимум 6 баллов.

Раздел №2. Задачи.

Задание №5 (11 баллов). Для полного развития одной личинке пчелы необходимо усвоить 26 мг белка, содержащегося в перге, сделанной пчелами из пыльцы. В пыльце содержится в среднем 25% белка, а усваивается из него около 70% (по А. Малаю, М.: Колос, 1979). Масса обножки в среднем 7 мг (обножка - это пыльца цветов, переносимая пчелами на задних лапках). Пчела совершает за день не более 10 вылетов. Какое минимальное число пчел должно трудиться в течение одного дня, чтобы заготовить корм для выкармливания одной личинки?

Решение. 1. Рассчитаем массу пыльцы, в которой содержится 26 мг белка. По условию задачи: в пыльце содержится 25% белка.

$$26\text{мг} : 0.25 = 104 \text{ мг} - \text{масса пыльцы}$$

2. Учтем, что белок из пыльцы усваивается на 70%. Отметим, что это легкоусвояемый белок, судя по величине усвояемости!

Чтобы усвоить 104 мг, нужно употребить $104 \text{ мг} : 0.7 = 148.6 \text{ мг}$ пыльцы.

Можно посчитать по-другому: $26 * 100 : 70 = 37,1$ и $37,1 * 4 = 148,6 \text{ мг}$

3. Рассчитаем число перелетов, если за один раз пчела переносит 7 мг.

$$148.6 : 7 = 21.2$$

4. Оценим количество пчел. Две пчелы смогут сделать не более 20 вылетов, значит, нужны три пчелы.

Ответ: 3 пчелы.

Критерий оценки: За каждое верное действие № 1-3 3 б. За четвертое действие 2 б.

Задание №6 (11 баллов). Любимый Надин торт – «Панчо с ананасами». Девочка Надя – ответственный человек и уже целую неделю следит за суточной калорийностью своей еды, хотя ее вес вполне в пределах нормы – 50 кг. И теперь ей предстоит сложный выбор: съесть или не съесть дополнительный кусочек этого торта. Он уже явно выходит за суточную норму калорий для Нади. И она хочет посчитать, сколько ей придется пробежать дополнительных кругов по стадиону завтра утром, чтобы потратить все эти дополнительные калории из кусочка торта.

Округлите количество кругов до целого числа.

Справочные данные: Пищевая ценность торта "Панчо с ананасами» (на 100 грамм):

белки: 4.3 гр, жиры: 10.2 гр, углеводы: 34.3 гр.

Энергетическая ценность торта:

компонент пищи	кДж/г	ккал/г
белки	17,2	4,1
жиры	38,9	9,29
углеводы	17,2	4,1

Вес Нади – 50 кг. И для нее при беге 8 км/ч энергозатраты - 345ккал\час. Длина круга на стадионе 400м

Ответ.

1. Для начала посчитаем калорийность кусочка торта:

Калорийность 100гр торта: белки: 4.3гр x 4.1 ккал\100гр + жиры: 10.2 гр x 9.29 ккал\100гр + углеводы: 34.3гр x 4.1 ккал\100гр = 253 ккал

2. При энергозатратах 345ккал\час 253 ккал Надя потратит за $253 \cdot 60 / 345 = 44$ минуты.

3. За 44 минуты Надя пробежит $8 \cdot 44 / 60 = 5,867$ км

4. А теперь пересчитаем это расстояние в круги стадиона длиной 400 м.

$5867 \text{ м} : 400 \text{ м} = 14.6675$ штук.

Округлив по правилам, получаем 15 кругов.

Ответ: по стадиону нужно пробежать 15 кругов.

Критерий оценки. За правильно выполненные действия 1-3 по 3 б., за 4 действие - 2б. Всего 11 б.

Раздел №3. Научные и творческие задачи.

Задание №7 (18 баллов). Существуют животные, достигающие взрослого состояния с метаморфозом или без него. Опишите преимущества и недостатки каждого варианта.

Ответ. Преимущества развития с метаморфозом (могут быть переформулированы как недостатки развития без метаморфоза):

- уменьшение конкуренции между имаго и личинками;
- освоение двух экологических ниш вместо одной увеличивает конкурентоспособность вида в целом;
- наличие двух различных фенотипов при одном геноме может ускорять эволюцию вида;
- возникает возможность для дополнительного увеличения численности личинок при благоприятных условиях за счёт неотении (аксолотль и амбистома, обе стадии развития способны размножаться независимо друг от друга);
- защищенная куколка может помочь пережить неблагоприятные условия;
- короткая продолжительность эмбрионального развития в сравнении с видами, у которых развитие до метаморфоза эмбрионизовано.

Недостатки развития с метаморфозом (соответственно, преимущества развития без метаморфоза):

- высокая энергозатратность;
- необходимость в усложнении генетической регуляции увеличивает вероятность возможных сбоев;
- для видов с k-стратегией осложнена возможность заботы о потомстве (родители и молодняк занимают различные экологические ниши);
- необходимо сочетание на небольшом расстоянии обеих экологических ниш (критичным может быть, например, наличие водоёмов для двукрылых с водными личинками);
- ограниченная подвижность в момент метаморфоза, что ведёт к повышенной смертности, особенно при изменении условий либо при увеличенной численности специфических паразитов или хищников (например, куколки бабочек и паразитирующие в них наездники).

При проверке учитывается также относительность большинства биологических адаптаций: одна и та же особенность может быть полезной в одних обстоятельствах и вредной в других. Например, ограниченная подвижность куколок вредна для вида при критическом повышении температуры (подвижные насекомые могли бы спрятаться), но полезна при повышенной численности хищников (неподвижные куколки менее заметны). Поэтому в ряде случаев, при наличии в работе соответствующих пояснений, оцениваются обе версии: и указанная в критерии, и противоположная.

Критерий оценки. По 3 б. за каждый пункт, в том числе за разумные версии, не перечисленные в ответе, но не более 18 баллов.

Задание №8 (18 баллов). Когда мы читаем словосочетание “сочный плод”, скорее всего мы представляем спелые яблоко, смородину или вишню - плоды, которые мы часто и с удовольствием употребляем в пищу. Производя вкусные и питательные для животных плоды, растения получают пользу - животные распространяют их семена. Однако у растений бывают сочные, но несъедобные (в том числе ядовитые) плоды. С чем это может быть связано? Приведите как можно больше вариантов ответа.

Ответ. Перечислим основные причины существования несъедобных (ядовитых) сочных плодов.

При созревании плода окружающая семена ткань разрушается, внутри плода накапливается избыточное давление и созревшие плоды взрываются, разбрасывая семена. Например, бешеный огурец. В данном случае распространители-животные растению не нужны.

Наличие таких плодов может быть следствием анахронизма – вымерли животные, распространявшие эти плоды в прошлом, а среди современной фауны нет животных, которые могли бы съесть этот плод.

Если растение занесено из другой экосистемы, среди местной фауны может не быть животных, которые могли бы съесть этот плод.

Вообще, понятие “ядовито” относительно. Ядовитый для одних животных плод может оказаться съедобным для других. Например, если “нежелательное” для растения животное не в состоянии разнести семена далеко, то для такого животного плоды могут быть ядовиты. А для другого, перемещающегося на более далекие дистанции, наоборот, съедобно. Например, ягоды волчьего лыка ядовиты для млекопитающих, но съедобны для птиц, которые могут распространить семена на более далекие расстояния.

Справедливым является соображение о том, что ядовитыми могут быть только незрелые плоды, чтобы их раньше времени не съели. Как, например, зеленые помидоры.

Вполне разумны следующие версии:

Плод может быть вкусным и вызывать не гибель, а расстройство желудка. Тогда съевшее его животное успеет уйти на достаточное расстояние, после чего выделяет семя растения вместе с органическими удобрениями.

Плоды могут стать ядовитыми, если их съедобность выведена из-под давления отбора. Например, если растение с сочными плодами уже многие столетия используется человеком как декоративное, то оно распространяется человеком, а потому съедобность плодов уже не имеет значения.

Критерий оценки. 3 б. за каждое разумное соображение, в том числе не указанное в ответе. Максимальная оценка 18 б.

Задание №9 (18 баллов). Известно, что птицы способны совершать очень дальние (на сотни и тысячи километров) перелеты, и при этом не сбиваются с пути. Каким образом они ориентируются на местности? Приведите как можно больше гипотез. Предложите способы экспериментальной проверки Ваших гипотез.

Ответ. Основные гипотезы следующие:

птицы ориентируются:

- по солнцу
- по другим звездам
- по магнитному полю
- по ориентирам на земле

- основываясь на памяти старших членов стаи

Соображение о том, что птицы ориентируются инстинктивно, хотя и является справедливым, но не засчитывается, поскольку инстинкт все равно подразумевает существование способа ориентации.

Экспериментов для проверки этих гипотез можно придумать достаточно много. Отметим, что простое прикрепление к птицам каких-либо датчиков нам не поможет, поскольку мы всего лишь отследим маршрут перемещения. Эксперимент подразумевает, что мы изменяем какие-то условия и сравниваем результат с условиями без изменений (это называется контролем).

1. Мы не можем изменить положение солнца и звезд, но мы можем перевезти птиц в другое полушарие в место со сходными погодными условиями и посмотреть, найдут ли они дорогу.

2. Можно также (и это действительно было проделано) поместить птицу в просторную полусферическую клетку с чернильной подушечкой в центре и белой тканью по краям. На полусферу проецируют изображения звездного неба и/или солнца. Опыт проводят во время сезонной миграции, когда птица проявляет беспокойство и настроена на перелет. Однако вылететь из клетки она не может, но пытается прыгать на стенки, оставляя чернильные отпечатки. Изменяя положения звезд, удалось показать, что соответственно меняется место наибольшей концентрации отпечатков лап - т.е. птица при выборе направления движения действительно ориентируется по звездам.

3. Можно надеть на птицу магнит (и этот опыт тоже был поставлен). Оказалось, что это изменяет способность к ориентированию.

4. Для установления важности памяти старших членов стаи можно использовать искусственного вожака или перевезти молодую птицу в другую стаю. Например, установлено, что если молодого, еще не совершавшего перелет аиста перевезти за 500 км, где живут птицы, летающие на зимовку в другое место, чем родители нашего аиста, то он полетит вместе со своими новыми сородичами и будет зимовать на новом месте. (Места зимовок аистов находятся на юге от нас, но у разных семей они разные).

Справедливости ради отметим, что память старших членов стаи важна не для всех видов птиц. Например, молодые кукушки улетают позже своих настоящих и приемных родителей и вдобавок летят поодиночке.

Понятно, что многообразие экспериментов этим не исчерпывается.

Критерий оценки. По 3 б. за каждую гипотезу и по 3 б. за каждый эксперимент (в том числе не описанный в ответе), но не более 18 б.

