



Биология для школьников 7 – 11 класса (заключительный этап)
Вариант II. Решения

Решения задачи 1. Зашифрованный город (8 баллов)

1. AUG UUU(F) CGU(R) GCU(A) AAC(N) UGU(C) GAA(E) CCA(P) GCC(A) CGC(R) AUC(I) AGU(S) UGA **(1 балл)**
2. Фенилаланин-аргинин-аланин-аспарагин-цистеин-глутаминовая кислота- пролин-аланин-аргинин-изолейцин-серин **(2 балла)**
3. FRANCE PARIS **(1 балл)**
4. Масса пептида $11 \times 110 = 1210$ без старт- и стоп кодона;
Со старт- и стоп-кодоном 1430;
Масса гена – 9900 или 11700 **(2 балла)**
5. Аргинин **(1 балл)**
6. Длина гена = $13 \times 3 \times 0,34 = 13,26$ нм **(1 балл)**

Решение задачи 2. Холодно ли березке весной? (8 баллов)

1. г. Ферменты по химической структуре являются белками. **(2 балла)**
2. При температуре более 55°C белки, как правило, денатурируют, их третичная структура меняется, и они больше не могут выполнять свои каталитические функции. **(2 балла)**
3. д. Потребление углекислого газа происходит в результате химических реакций темновой стадии фотосинтеза. Темновая стадия идет тогда, когда в ходе световой стадии запасено достаточное количество энергии в форме АТФ и восстановленного НАДФ. Ее скорость может регулироваться освещенностью, но в нашем случае указано, что измерения проводили в светлое время суток. При указанном снижении температуры скорость потребления углекислого газа уменьшится согласно кривой зависимости активности ферментов от температуры, поскольку скорость биохимических реакций в основном определяется активностью ферментов. **(2 балла)**
4. При температуре 0°C, согласно кривой активности ферментов для лиственных деревьев, активность ферментов темновой стадии равна нулю, значит и скорость фотосинтеза уменьшится до нуля. **(2 балла)**

Решение задачи 3. Очередь на клонирование (8 баллов)

1. б з в к д е а (4 балла):

- б) Найти достаточно хорошо сохранившийся фрагмент тканей шерстистого носорога.
- з) Выделить сохранившиеся фрагменты ДНК.
- в) Определить нуклеотидную последовательность ДНК (секвенирование).
- к) Сравнить полученную последовательность ДНК шерстистого носорога с известной последовательностью ДНК его ближайшего родственника, живущего в настоящее время, — носорога.
- д) Генно-инженерными методами модифицировать геном носорога тех местах, где он отличается от генома шерстистого носорога, внедрив в него гены шерстистого носорога.
- е) Ввести измененный геном носорога в эмбриональную клетку.
- а) Поместить модифицированную эмбриональную клетку в матку носорога, дождаться рождения детеныша носорога.

2. В организме 2^{50} клеток, в каждой клетке 2^{32} пар оснований, таким образом полная длина ДНК в организме – 2^{82} . За каждые 512 лет распадается половина связей между основаниями. Практически полностью все связи распадутся через $512 \cdot 82$ лет, т. е. примерно за 42 тысячи лет. Таким образом, в принципе можно клонировать животных, вымерших позже целодонтов (эласмотерии, пещерный медведь). План Маши, к сожалению, не сработает. (4 балла)

Решение задачи 4. Определение наличия ДНК вируса (8 баллов)

1. Центрифугование раствора в пробирке (4). Вариант (1) требует больше времени, при варианте (3) при центрифугировании раствора мы осаждаем пробу в осадок, а в растворе просто не остается ДНК вируса, вариант (2) неприемлем потому, что за счет сил поверхностного натяжения часть молекул пробы так и не вступит в гибридизацию с зондом. (4 балла)

2. Первый этап – вероятность события равна произведению вероятностей – для данного случая 0,595 (59,5%). Это есть, чтобы получить сигнал срабатывания прибора, нам надо, чтобы протектировались 29750 копий на миллилитр (1000 микролитров).

Второй этап – посчитаем, сколько молекул должно быть в пробе, чтобы система сработала (при 300 молекулах). Итого нам надо, чтобы в пробе было $300/0,595 = 504$ молекулы.

Третий этап - в каком объеме пробы будет 504 молекулы, если в 1000 микролитров их 50000? Решаем пропорцию – получаем 10,084 микролитров (около 10 мкл). Это и есть правильный ответ. Возможны и другие пути решения. (4 балла)

Решение задачи 5. Антитела (8 баллов)

1. Таблица 1 (4 балла)

№	НК	IgM	IgG	Ответ
1	+	-	-	Наиболее вероятна начальная стадия инфекции, антитела еще не сформировались
2	+	+	-	Вероятно развитие заболевания (острая фаза), начали появляться антитела к вирусу
3	+	+	+	Активная стадия заболевания, начали появляться антитела, вирус еще присутствует в организме
4	-	+	+	Вероятна стадия восстановления или поздняя стадия заболевания, скорее всего вирус в организме отсутствует, а антитела есть

2. Таблица 2 (4 балла)

№	S-белок	N-белок	Ответ
5	-	-	У добровольца нет антител к вирусу, либо он не сталкивался с вирусом, либо находится на ранней стадии заболевания
6	+	-	Наличие антител к S-белку, скорее всего, свидетельствует о том, что доброволец сделал прививку, но не сталкивался с настоящим вирусом, так как у него отсутствуют антитела к другим вирусным белкам
7	-	+	Не совсем понятная ситуация. Скорее всего, доброволец контактировал с вирусом или даже переболел, раз у него сформировались антитела к N-белкам, однако отсутствие антител к S-белкам не позволяют нейтрализовать прикрепление и проникновения вируса в клетки, то есть данный доброволец может быть уязвим к последующим заражениям.
8	+	+	Наличие антител к вирусным белкам позволяет предположить, что доброволец переболел и у него сформировался иммунитет (это не исключает того, что после в процессе или до болезни он прививался).

Решение задачи 6. Одинокая курица (20 баллов)

Как вы уже догадались, этот процесс – партеногенез. В принципе, этого достаточно для ответа на вопрос. Если вы дали хотя бы одно дополнительные определение этого процесса (искусственный, похоже в нашей задаче причиной явилась высокая температура и тд), или дали его определение (одна из форм полового размножения, при которой яйцеклетки развиваются без оплодотворения), то вы получали 2 балла.

За курчавость отвечают два несцепленных признака. Давайте попробуем написать решетку Пеннета:

	FMf	Fmf	fMf	fmf
FMf	FFMfMf	FFMfmf	FfMfMf	FfMfmf
Fmf	FFMfmf	FFmfmf	FfMfmf	Ffmfmf
fMf	FfMfMf	FfMfmf	ffMfMf	ffMfmf
fmf	FfMfmf	Ffmfmf	ffMfmf	ffmfmf

Если мы попробуем оценить вероятности появления сильнокурчавых (желтый), среднекурчавых (светло-желтый) и некурчавых (оттенки зеленого) птиц, то обнаружим полное совпадение с условиями задачи (фенотипом), то есть у нас наблюдается дигибридное скрещивание, в котором часть потомков погибает (черный). Генотипы кур по степени курчавости представлены на рисунке.

У кур генотип самок ZW, у самцов ZZ. В случае партеногенеза яйцо содержит либо W, либо Z-хромосому, затем происходит удвоение генов. WW-нежизнеспособны и гибнут на стадии эмбриогенеза. Соответственно, у цыпленка будет генотип ZZ и он вырастет в петуха.

Далее, раз генотип удваивается, у самцов должны быть одинаковые аллели, причем FF быть не может (наличие такого генотипа летально), значит могут быть два варианта: **ffmf** и **ffMfMf** – т.е оба с нормальными перьями.

Поскольку у нас курица средней курчавости, а признаки несцеплены, то с ее стороны возможны четыре варианта гамет, а со стороны самца- один:

	FMf	Fmf	fMf	fmf
fmf	FfMfmf	Ffmfmf	ffMfmf	ffmfmf

или

	FMf	Fmf	fMf	fmf
fMf	FfMfMf	FfMfmf	ffMfMf	ffMfmf

Распределение по фенотипу в этом случае составит 1 (среднекурчавые): 3 обычные или, во втором случае, 1 (курчавые): 1 (среднекурчавые): 1 (нормальные). То есть, согласно условию задачи, в партерогенетическом поколении у нас были самцы с нормальным оперением и генотипом **ffmfmf**.

Итак:

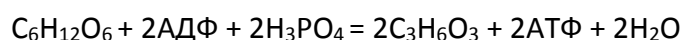
1. Партерогенез – одна из форм полового размножения, при которой яйцеклетки развиваются без оплодотворения. Наблюдался искусственный, факультативный, полный партерогенез. **(2 балла)**.
2. У птиц на соседних островах присутствовали следующие генотипы FfMfMf:FfMfmf:Ffmfmf:ffMfMf:ffMfmf:ffmfmf в соотношении 2:4:2:1:2:1. **(8 баллов)**
3. Петух, с нормальными перьями и генотипом **ffmfmf**. **(6 баллов)**
4. Распределение по фенотипу 1 (среднекурчавые): 3 обычные; по генотипу **FfMfmf:Ffmfmf:ffMfmf:ffmfmf** в соотношении 1:1:1:1. **(4 балла)**

Решение задачи 7. Метаболизм Флэша (20 баллов)

1. У обычного бегуна в течение часового бега тратится $2400/50 = 48$ моль АТФ. Для ответа на этот вопрос не имеет значения, каким именно образом получена АТФ – при полном окислении глюкозы или при гликолизе. **(7 баллов)**
2. В данном случае считаем, что у Флэша увеличение эффективности процессов энергообмена (по условию) происходит из-за того, что более эффективно используется энергия АТФ, но при этом молекулы АТФ при распаде дают столько же энергии, сколько и у обычных людей, т.е. 50 кДж/моль.

За час Флэш тратит $2400/2 = 1200$ кДж, т.е. $1200/60 = 20$ кДж в минуту. Следовательно, за последние 15 минут бега (при анаэробном окислении глюкозы) было потрачено $15 \cdot 20 = 300$ кДж энергии, при этом израсходовано $300/50 = 6$ моль АТФ.

Находим, сколько моль глюкозы необходимо Флэшу для образования 6 моль АТФ при гликолизе. Уравнение гликолиза:



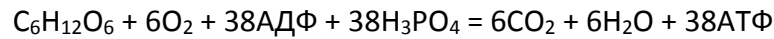
1 моль глюкозы - 2 моль АТФ

X моль глюкозы - 6 моль АТФ, следовательно,

X = 3 моль глюкозы

За первые 45 минут (при полном окислении глюкозы) Флэш потратил $1200 - 300 = 900$ кДж, или $900/50 = 18$ моль АТФ.

Определяем, сколько молей глюкозы потребуется Флэшу на образование 18 моль АТФ при полном окислении глюкозы в его организме. Суммарное уравнение окисления глюкозы при аэробных условиях (клеточное дыхание):



1 моль глюкозы – 38 моль АТФ

X моль глюкозы – 18 моль АТФ, следовательно,

X = $18/38 \approx 0,47$ моль глюкозы.

Суммарно Флэшу потребуется $3 + 0,47 = 3,47$ моль глюкозы, или $3,47 \times 180 = 625$ г глюкозы. **(7 баллов)**

3. В соответствии с суммарным уравнением клеточного дыхания находим, сколько всего углекислого газа образовалось при полном окислении глюкозы во время бега Флэша. Нужно исходить из того, что CO_2 образуется только при полном окислении глюкозы, то есть только в первые 45 минут бега Флэша:

1 моль глюкозы – 6 моль CO_2

0,47 моль глюкозы – X моль CO_2

X = 2,8 моль CO_2 .

Количество молекул $CO_2 = 2,8 \times 6 \times 10^{23} = 1,7 \times 10^{24}$ **(3 балла)**

Молочная кислота образуется только в анаэробных условиях без дальнейшего протекания окислительного фосфорилирования, то есть только в последние 15 минут бега Флэша. В соответствии с суммарным уравнением окисления глюкозы при анаэробных условиях, из одного моля глюкозы образуется 2 моля лактата, а из 3 молей, как у Флэша, – 6 молей лактата.

Количество молекул лактата = $6 \times 6 \times 10^{23} = 3,6 \times 10^{24}$ **(3 балла)**

Решение задачи 8. Фотобатарейка (20 баллов)

1. в (1 балл)
2. а, г, е (2 балла)
3. г (1 балл)
4. Хлорофилл улавливает свет, переходит в возбужденное состояние, в котором становится хорошим донором электронов в электрон-транспортную цепь. После передачи электрона хлорофилл становится хорошим акцептором электронов. (1 балл) Избыточное накопление электронов может приводить к их "утечке" из электрон-транспортной цепи на кислород с образованием активных форм кислорода, обладающих разрушающим действием. (1 балл)
5. Поглощение/усваивание/восстановление углерода из CO_2 из воздуха (на ферменте РУБИСКО) (1 балл) в темновой фазе фотосинтеза (1 балл).
6. Хлорофиллы типа а и b, каротиноиды в высших растениях, (дополнительно) фикобилисомы – в некоторых водорослях, например, багрянках. (2 балла)
7. Фотолиз воды. (1 балл)
8. Для производства энергии АТФ (1 балл), аналогично происходит в митохондриях (1 балл).
9. Глюкозу можно назвать "органическим топливом" растений. (1 балл) Синтез глюкозы происходит в темновой фазе фотосинтеза с затратой энергии. (1 балл) Также принимается ответ, что «органическим топливом» является АТФ, образующийся в световой фазе фотосинтеза.
10. В толщу воды проникают только синие лучи спектра, поэтому именно их нужно улавливать. (1 балл) У некоторых организмов есть пигменты, которые способны улавливать свет именно этих длин волн, например, пигменты красных водорослей, цианобактерий, криптофитов и т. д. (1 балл)
11. Сероводород, тиосульфат, железо и т.д. (2 балла) Хемосинтез. (1 балл)