



**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:

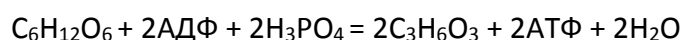
1. Партерогенез – одна из форм полового размножения, при которой яйцеклетки развиваются без оплодотворения. Наблюдался искусственный, факультативный, полный партерогенез. **(2 балла)**.
2. У птиц на соседних островах присутствовали следующие генотипы FfMfMf:FfMfmf:Ffmfmf:ffMfMf:ffMfmf:ffmfmf в соотношении 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:



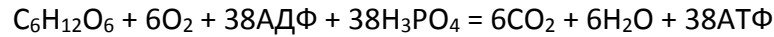
1 моль глюкозы - 2 моль АТФ

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 CO₂ 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)