



**Биология для школьников 7 – 11 класса (очный тур)
Решения. Вариант III**

Решение задачи 1. Внутреннее Ушко (8 баллов)

1. А.
2. 7 и 11.

Решение задачи 2. Элементы крови (8 баллов)

1. Логические пары: эритроциты – миллион, лейкоциты – тысяча, тромбоциты – сто тысяч.
2. Основные функции: эритроцитов – перенос кислорода и углекислого газа; лейкоцитов – клеточный и гуморальный иммунитет; тромбоцитов – участие в свертывании крови.
3. Для зарядки наноробота более эффективны тромбоциты и лейкоциты, так как они содержат митохондрии, то есть если в эритроците из одной молекулы глюкозы может быть синтезировано 2 молекулы АТФ, то в тромбоцитах и лейкоцитах 36 молекул АТФ.
4. Для ДНК диагностики митохондриальных заболеваний подойдут как тромбоциты, так и лейкоциты, так как они содержат митохондрии.
5. Для генетического анализа на точное определение отцовства наиболее подходят лейкоциты, так как только они содержат ядра. Для предварительных анализов могут быть использованы эритроциты, но анализ группы крови может использоваться для расчёта вероятности отцовства, однако он не даёт окончательный результат и не может служить доказательством.

Решение задачи 3. Пептид, проникающий в клетку (8 баллов)

1. **UGC CAU GAA AUG AUU UCU ACU CGU UAU** – последовательность нуклеотидов (без старт и стоп кодонов).
2. **Cys (C)-His (H)- Glu (E)-Met (M)- Ile (I) –Ser (S)- Thr (T)-Arg (R)- Tyr (Y)**
CHEMISTRY
3. Суммарная относительная молекулярная масса гена = $9 \cdot 3 \cdot 300 = 8100$. Не будет считаться ошибкой, если при расчете учитывали еще старт- и стоп кодоны.
4. Серу содержат цистеин и метионин.

Решение задачи 4. Рост нейронов (8 баллов)

1. Засчитываются верно описанные функции дендритов (сбор информации от других нейронов, синаптические токи и потенциалы) и аксонов (проведение ПД, образование контактов с другими нейронами, мышцами или другими структурами).
2. Вероятность ветвления выше при фосфорилированном MAP2, вероятность роста выше при дефосфорилированном MAP2.
3. Верхний сценарий соответствует случаю, когда дефосфорилирование менее чувствительно $[Ca^{2+}]$, чем фосфорилирование (скорость фосфорилирования насыщается раньше). При этом концы имеют тенденцию удлиняться (дефосфорилированный MAP2), а ветвление происходит ближе к телу клетки (более низкая концентрация $[Ca^{2+}]$ и фосфорилированный MAP2).

Нижний сценарий соответствует случаю, когда максимальная скорость дефосфорилирования MAP2 наступает при более низкой концентрации $[Ca^{2+}]$, чем фосфорилирования. Тогда на концах нейритов, где повышена концентрация $[Ca^{2+}]$, будет наблюдаться ветвление (фосфорилированный MAP2).

Решение задачи 5. Аварийный рацион (8 баллов)

Расчеты по этой задаче можно представить в виде таблицы:

вещество, входящее в состав батончика	доля вещества в одном батончике, %	энергия, приходящаяся на 1 грамм вещества в батончике, кДж	энергия, содержащаяся в одном батончике, кДж	энергия, содержащаяся в четырех батончиках, кДж	энергия, которую способен усвоить таупсианин, кДж
вода	20	0	0	0	0
протеин	10	17	170	680	680
лецитин	10	40	400	1600	1600
крахмал	60	17	1020	4080	0
итого	100		1590	6360	2280

Как мы видим, в четырех батончиках находится 6360 кДж, однако таупсианин может усвоить только 2280 кДж. Этого недостаточно для поддержания его жизни в течение 3х дней (нужно 6000 кДж). Однако, если он использует таблетку с амилазой, которая расщепляет сложные углеводы, к которым относится крахмал, то энергии аварийного рациона хватит на то, чтобы дожидаться помощи.

Решение задачи 6. Начинка из фуллеренов (20 баллов)

1. А, В, Д.
2. Фуллерены гидрофобны и будут распределяться в липидной фазе липосомы.

3. В. Рассчитать объем липидной фазы (объем шара диаметром 100 нм вычесть объем шара диаметром 80 нм (или радиусом 40 нм)), объем одной молекулы фуллерена, потом объем липидной фазы разделить на объем одной молекулы, погрешностями упаковки фуллеренов пренебречь! Приблизительно $5 \cdot 10^5$. Однако, обязательно надо учесть, что весь объем липидной фазы не может состоять только из фуллерена, без разрушения мембраны она может включить в себя не более одной десятой объема экзогенного вещества (реально еще меньше). Это и есть ограничение емкости. Т.о., ответ – 50000 молекул фуллерена на 1 липосому. Объемная доля фуллеренов в липидной фазе может быть указана любая разумная, главное, чтобы это было отмечено.
4. Весь объем липидной фазы не может состоять только из фуллерена, без разрушения мембраны она может включить в себя не более одной десятой объема экзогенного вещества.
5. Для адресной доставки необходимо включить в состав липосом, например, соответствующие антитела к антигенам на поверхности клеток пораженного органа.

Решение задачи 7. Мутация меняет все? (20 баллов)

1. Трансформации энергии протекает в соответствии с правилом Линдемана. Допускаются «названия правило 10%», «правило экологической пирамиды» и иные похожие определения, из которых следует, что с одного уровня пирамиды на другой, более высокий, переносится только часть энергии (приблизительно 10%) (2 балла максимум).

2.

Консумент 4-го порядка	Мангусты
Консумент 3-го порядка	Змеи
Консумент 2-го порядка	лягушки
Консумент 1-го порядка	кузнечики
Продуценты	злаки

Допускаются иные, более сложные варианты пищевой цепи (например, мангусты всеядны), допускается даже предположение, что змеи питаются мангустами (мы же не знаем, что это за змеи).

(!) В случае написания иного варианта пищевой цепи, расчет количества злаков, необходимых для прироста мангуста за год, будет проводится согласно пищевой цепи, указанной в ответе участника

3. Рассчитаем количество энергии, необходимое для годового прироста биомассы мангуста: $20 \text{ кг/год} \times 200 \text{ кДж} = 4\,000 \text{ кДж}$. У нас цепочка из пяти звеньев. Согласно правилу Линдемана, если на 5-ом уровне необходимо $4\,000 \text{ кДж}$, то на 4-ом энергия будет составлять $4\,000 \text{ кДж} \times 10 = 4 \times 10^4 \text{ кДж}$. Соответственно, на 1-ом уровне величина энергии будет составлять - $4 \times 10^7 \text{ кДж}$.

Согласно условию задачи, в 1 кг растений содержится 100 кДж энергии. Значит, $4 \times 10^7 \text{ кДж}$ заключено в $4 \times 10^7 / 100 = 4 \times 10^5 \text{ кг}$, или 400 тонн. Ответ: 400 тонн.

4. Согласно закону Харди-Вайнберга, $p + q = 1$, $p^2 + 2pq + q^2 = 1$. q^2 – частота встречаемости гомозигот (aa). $q^2 = 0,2 \times 0,2 = 0,04$. При этом, поскольку пенетрантность гена составляет 25%, то наличие горького вкуса (фенотип) проявлялся примерно у четверти носителей, то есть у 0,01 растений. То есть 0,01 биомассы будет непригодна. Дальше можно рассчитать точное количество энергии, которое достанется мангустам, но даже без расчетов понятно, что прирост в популяции мангустов должен сократиться на один процент. Как это проявится: вымиранием 1% популяции или мангусты будут немного более худыми точно из условий сказать нельзя, но мы надеемся на второй вариант (1 процент это все-таки слишком мало :)), а мутация не приведет к существенным изменениям. Возможно, если расширить площади посадки злаков или если организовать дополнительную подкормку мангустов, то проблема будет решена.

Решение задачи 8. ВИЧ (20 баллов)

1. б) (1 балл)
2. г) (1 балл)
3. У некоторых людей есть мутации рецептора/коррецепторов на Т-лимфоцитах. (1 балл)
Из-за этого вирус не может связываться с ними и проникать в клетки. (1 балл)
4. Из-за разрушения собственных иммунных клеток развивается иммунодефицит. Пациенты с приобретенным иммунодефицитом подвержены практически любым вирусным/бактериальным/грибковым инфекциям и онкологическим заболеваниям. (2 балла)
5. Примеры ответов:
 - 1) Чтобы вирус не связывался с клетками, достаточно модифицировать рецепторы на поверхности клеток, с которыми он взаимодействует (CD4, CXCR5 и/или CCR5 в зависимости от типа ВИЧ). Это можно сделать как с помощью молекул, связывающихся на поверхности рецепторов, так и направленного редактирования генома Т-лимфоцитов. (4 балла)
 - 2) Применять ингибитор обратной транскриптазы. Или вырезать вирусный геном из ДНК клеток с помощью системы редактирования генома. (4 балла)
6. Это очень известная история, но даже если её не знать, можно догадаться из других подвопросов. Ключевым моментом является то, что пациенту пересадили костный мозг донора, *резистентного к ВИЧ* (с мутацией в гене CCR5). Трансплантированные «новые» лимфоциты стали невосприимчивы к ВИЧ. Более того, за этот год появилось 2 новых случая аналогичного излечения от ВИЧ. Обратите внимание, что за переписывание вопроса баллы не ставились. (2 балла)
7. Пример ответа:

Для каких целей: Вирус можно использовать как наноконтейнер для направленной доставки лекарства, в т.ч. ДНК или разрушающего агента, селективно удаляющего мишени. **(до 2 баллов)**

Какая мишень: Так как вирус на поверхности имеет рецепторы, связывающиеся с рецепторами Т-лимфоцитов, то вирус можно использовать для адресной доставки в Т-лимфоциты. **(1 балл)**

Как предотвратить заражение: Главное убрать из него собственный генетический материал, чтобы он не вызывал заражение. **(1 балл)**