

**VIII Всероссийская Интернет – олимпиада
«Нанотехнологии – прорыв в будущее»**



NANNOΣ 8

Биология

Задания для 7 – 11 класса

Задача 1. «Матрешки» (6 баллов)



Органеллы – природные аналоги нанотехнологических устройств, многие из которых безуспешно пытается сделать человек вот уже много лет. В клетках водорослей и высших растений есть органеллы, которые окружены несколькими мембранами, у высших растений, зеленых и красных водорослей эти органеллы имеют двухслойную мембрану, у динофитовых и эвгленовых – трехслойную, у золотистых, желтозеленых, диатомовых, криптофитовых и бурых водорослей – четырехслойную.

1. Какие органеллы имеются в клетках растений, перечислите их и их функции. **0,5 баллов.**
2. Как называются органеллы, о которых идет речь в задаче? Какие функции они выполняют в клетке растений? **0,5 баллов.**
3. Как растения обзавелись данными органеллами в ходе эволюции? **1 балл.**
4. Как получилось так, что эти органеллы имеют две мембраны? Четыре мембраны? **1 балл.**
5. У эвглены зеленой эти органеллы имеют три мембраны, почему? Как это может быть связано с особенностями питания эвглены? **1 балл.**
6. Человек оказался не глупее водоросли, и создал рукотворные устройства, позволяющие частично выполнять важную функцию упомянутых органелл. Что это могут быть за устройства? В чем принцип их функционирования напоминает принцип работы органелл растений? Как нанотехнологические приемы позволяют усовершенствовать работу данных устройств? **2 балла.**

Задача 2. Антибиотики (6 баллов)

Все мы иногда болеем. И тогда приходится пить лекарства, подробно следуя инструкциям врача или тому, что написано на упаковке. Одни лекарства приходится пить до еды, другие – после, а третьи – с едой. Какие-то лекарства сочетаются со всем, а некоторые – нет. И если хочешь быстро выздороветь, то никуда не денешься, надо точно выполнять все предписания. Но, пожалуй, наиболее важно придерживаться четких инструкций в случае приема антибиотиков. Иначе можно и лечение затянуть, и даже вызвать нежелательные побочные эффекты. Такое действие антибиотиков связано с особенностями их воздействия на бактерии и организм человека. Укажите правильные варианты ответов в тестах (их может быть несколько), а также напишите свои ответы.

1. Какие организмы не могут быть использованы для получения антибиотиков **(0,5 балла)**:

- а. Бактерии
- б. Грибы
- в. Водоросли
- г. Простейшие

2. Для лечения каких болезней не используются антибиотики. Почему **(0,5 балла)**?

- а. Воспаление легких
- б. Краснуха
- в. Ангина
- г. Цистит

3. На какие клеточные структуры бактерий действуют антибиотики **(0,5 балла)**?

4. Что такое антибиотикорезистентность и каковы ее механизмы **(0,5 балла)**?

5. Почему при сложных бактериальных инфекциях могут назначить несколько антибиотиков **(0,5 балла)**?

6. Почему при приеме антибиотиков противопоказан алкоголь **(0,5 балла)**?

7. Каким образом врач выбирает/подбирает нужный антибиотик для лечения конкретного заболевания **(0,5 балла)**?

8. Почему не рекомендуют самовольно снижать дозу или длительность приема антибиотика (даже тогда, когда видимых симптомов болезни не осталось) **(0,5 балла)**?

9. Почему для лечения разных бактериальных заболеваний доза антибиотика и длительность его применения различны? Например, дозы антибиотиков при заболеваниях мочевой системы могут быть меньше, чем при ангине. Поясните **(1 балл)**. Объясните как можно было бы при помощи нанобиотехнологических подходов снизить дозу антибиотика, получаемого пациентом, увеличить эффективность действия антибиотика и уменьшить побочные эффекты **(1 балл)**.

Задача 3. Утилизация алкоголя в организме (4 балла)

На заре развития нанотехнологий то ли в шутку, то ли всерьез предлагали использовать нанороботов для борьбы с алкогольным опьянением. Однако биологам давно известно, что в организме человека всегда присутствует так называемый эндогенный алкоголь, наличие которого не связано с попаданием алкоголя извне. При этом алкоголь и продукты его переработки токсичны для организма, что потребовало создания систем утилизации алкоголя в организме. В целом на утилизацию алкоголя влияют множество факторов, однако подавляющее количество алкоголя (>95%) разлагается ферментными системами до углекислого газа и воды. Ферментные системы, отвечающие за разложение алкоголя находятся главным образом в печени, а также в тканях поджелудочной железы, скелетной мускулатуре, стенках желудочно-кишечного тракта и др. Основными утилизирующими алкоголь группами ферментов являются: алкогольдегидрогеназы и альдегиддегидрогеназы, совместно перерабатывающие алкоголь и встроенные в основные циклы энергетического обмена. При этом в зависимости от разновидностей ферментов утилизация алкоголя и его производных осуществляется с различной скоростью и эффективностью.

1. Приведите упрощенную схему переработки алкоголя в организме при помощи этих ферментов, что является промежуточными продуктами при утилизации алкоголя до углекислого газа и воды? **(1 балл)**
2. Предположите, как работали ферменты алкоголь- и альдегиддегидрогеназы в зависимости от следующих симптомов:

А) сильное опьянение, слабая интоксикация — **0.5 балла**

Б) сильное опьянение, сильная интоксикация — **0.5 балла**

В) слабое опьянение, слабая интоксикация — **0.5 балла**

Г) слабое опьянение, сильная интоксикация — **0.5 балла**

Д) Какой из перечисленных выше случаев, на Ваш взгляд, в целом, наиболее опасен для организма — **1 балл**

Задача 4. Солнце и косметика. (5 баллов)

Летом Маша и Лена пошли на пляж у реки Оки в Московской области. Так как их мамы предупредили девочек об опасности УФ-лучей, то они взяли с собой солнцезащитный крем. Когда Маша начала использовать свой, то заметила, что ее крем оставляет после нанесения на кожу белые полосы. Крем Лены после нанесения никаких следов не оставлял. Тогда девочки начали изучать состав их косметики, защищающей от УФ-лучей, чтобы понять, чем она отличается. В одном креме в составе были наночастицы диоксида титана и оксида цинка, витамины С и Е, эфиры коричной кислоты, а в другом эфир салициловой кислоты, диоксид титана, оксид цинка, альфа-токоферол.

Вопросы:

1. О какой опасности УФ-лучей предупреждали мамы девочек, каков механизм фотоповреждения? Какой диапазон УФ-излучения наиболее опасен, когда ты загораешь на пляже в средней полосе России? **2 балла**
2. Какие из веществ в составе кремов относят по механизму действия к физическим фильтрам, а какие к химическим и почему? **1 балл**
3. Как Вы думаете, крем какой из девушек содержал наночастицы и почему? **1 балл**
4. Какие из веществ в составе крема относят к антиоксидантам и зачем их добавляют в крем? **1 балл**

Задача 5. Нанороботы в эритроцитах (3 балла)

Предположим, что ученые сконструировали наноробота, который может уничтожить возбудителя опасного заболевания, заражающего эритроциты млекопитающих. Имея размер порядка 10 нм, наноробот может «узнавать» эритроцит и проникать внутрь, где уничтожает возбудителя. Через несколько минут после внутривенного введения все нанороботы оказываются внутри эритроцитов. Нанороботы были успешно испытаны на крысах, их эффективная концентрация в крови составила 0.8 нМ. Для проведения клинических испытаний необходимо рассчитать концентрацию нанороботов в крови человека, при этом их среднее количество внутри эритроцита человека должно быть таким же, как и в эритроците крысы. Известно, что содержание эритроцитов в крови крысы $8 \cdot 10^6$ кл/мкл, в крови человека - $5 \cdot 10^6$ кл/мкл, средний объем эритроцита крысы 50 фл, человека - 80 фл.

Задача 6. Олимпийская трагедия (6 баллов)

Результат выступления спортсмена зависит не только от его физических и эмоциональных возможностей, но также есть результат работы его команды, которая прилагает все усилия для повышения работоспособности спортсмена и улучшения его показателей. При этом эти усилия бывают не всегда вполне честными, или признаваемыми олимпийским комитетом. Так, например, в совсем недавнем прошлом использовался не вполне законный способ повысить выносливость спортсмена – это перелить ему его собственную кровь (или только эритроциты) взятую ранее, т.н. кровяной допинг. В результате на некоторое время улучшалась способность крови спортсмена переносить кислород, что позволяло добиться более высоких результатов. Нанотехнологи предлагали создать для этой же цели специальных нанороботов, которые переносили бы кислород. Много лет минуло, но только описанный выше “биологический” способ оказался эффективен. В связи с использованием “биологического” способа кровяного допинга в одной из команд по легкой атлетике, выступающих в эстафете случилась очень неприятная и печальная история. То ли в результате безграмотности обслуживающего персонала, то ли в результате происков конкурентов были перепутаны пакеты с кровью принадлежащие спортсменам, в результате спортсменам перелили чужую кровь. Команда состояла из четырех человек, из которых двое были близнецами. В процессе расследования выяснилось, что кровь одного из близнецов досталась другому участнику команды, чистокровному латиноамериканскому индейцу, которому после переливания стало очень плохо. Кровь индейца досталась другому близнецу, который не пострадал. Кровь второго близнеца перелили последнему участнику команды, имевшему африканские корни, а кровь африканца перелили первому близнецу. В результате переливания первый близнец и африканец также почувствовали себя плохо.

Определите группы крови спортсменов по системе АВО в команде (**4 балла**). Для простоты будем считать, что резус-фактор был положительный у всех участников команды.

Какими свойствами должны были бы обладать гипотетические нанороботы, чтобы эффект их использования был не хуже, чем в случае “кровяного допинга”? (**2 балла**)

Подсказка: Родители близнецов имели первую и вторую группу крови.

Задача 7. Tractor beam (7 баллов)

-Прямо по курсу клингонский корабль!

-Готовьте тяговый луч, откройте канал. Это командер Бенджамин Сиско. Возвращайтесь немедленно.

-Не отвечают.

-Включите тяговый луч.

-Они захватили нас тяговым лучом.

-Откройте канал. Отпустите корабль, или я убью заложника. Я готов вести переговоры, но сначала...

-Разве вы не слышали, что я сказал? Немедленно отпустите корабль. Через 10 секунд отключайте тяговый луч.



В знаменитом фантастическом телесериале «Звездный путь» («Star trek») существует замечательная технология, под названием тяговый луч (tractor beam), которая позволяет удерживать и перемещать в пространстве различные объекты (начиная от человека и заканчивая целым космическим кораблем). Хотя в настоящее время ученые активно ведут разработки в этом направлении, настоящего аналога тягового луча пока не существует. Однако на микроуровне известна технология, которая позволяет при помощи лазерного луча удерживать и перемещать объекты микро- и наномасштаба.

1. Как называется данная технология? Опишите основной принцип ее функционирования. **1 балл.**

2. Какие варианты применения данной технологии в биологических исследованиях Вы знаете? **1 балл.**

3. Выберите из списка, какие объекты в биологическом эксперименте можно переместить с использованием данной технологии:

рибосома, клеточное ядро, лизосома, митохондрия, хромосома, эритроцит, нервный ганглий, клетка Пуркинье, молекула глюкозы, молекула этанола, полипептидная цепь, яйцеклетка морского ежа. Какие объекты будут удерживаться (перемещаться) хуже и почему? **1 балл.**

4. Известно, что данная технология позволяет перемещать капельки воды в

воздушной среде. Можно ли при помощи нее перемещать пузырьки воздуха в воде? Ответ обоснуйте. **0.5 балла.**

5. Можно ли (хотя бы теоретически) переместить ядро внутри живой клетки, не повредив при этом клеточную мембрану? А удалить ядро? Объясните, почему. **1 балл.**

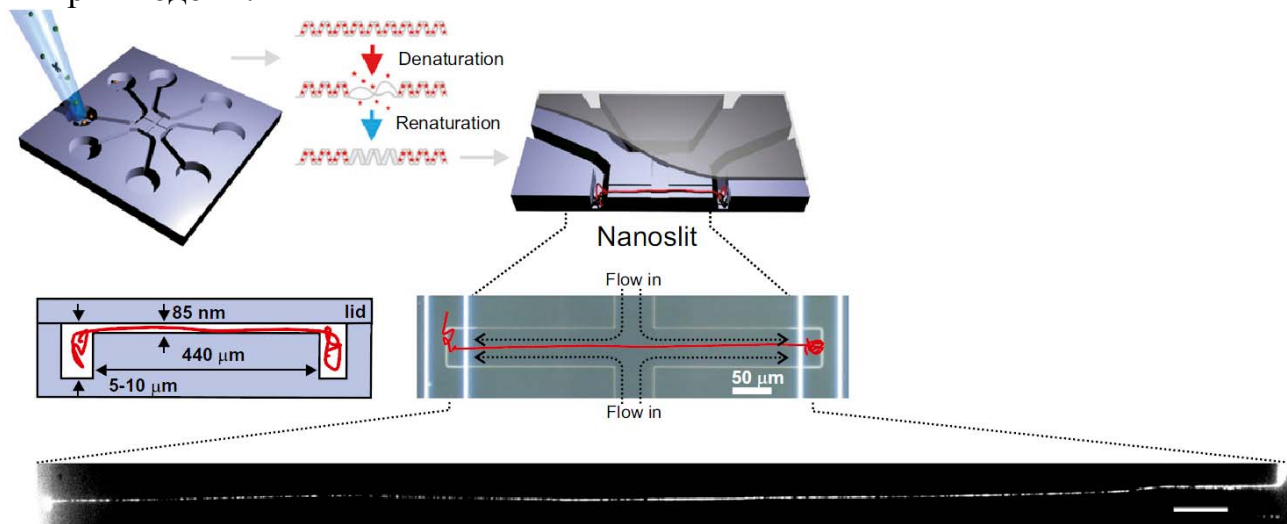
6. Необходим ли в данной технологии объектив для фокусировки лазерного света? Что будет происходить с объектом при воздействии сфокусированного и несфокусированного лазерного излучения. **1 балл.**

7. Вам нужно определить, с какой скоростью РНК-полимераза движется вдоль цепи ДНК. Предложите дизайн эксперимента с использованием данной технологии. Поясните, какие моменты особенно важны, как определяются исследуемые параметры системы? **1 балл.**

8. Какие проблемы могут возникать при попытках применения данной технологии в биологии, и какие пути решения возможны? **0.5 балла.**

Задача 8. ДНК: точки и тире. (10 баллов).

Множество ученых занимаются созданием новых способов определения последовательности ДНК. Геном человека давно расшифрован, но для медицинских (и других) целей важно быстро и дешево определять последовательность ДНК для очень малых количеств образца (например, расшифровать последовательность ДНК из одной клетки). Интересный способ определения последовательности ДНК, а также наличия мутаций в ней, придумали датские ученые и их коллеги из других стран. Хромосомы выделяют из клетки и помещают в специальную ячейку, представляющую собой систему микро- и наноразмерных каналов. Потоком жидкости молекулы ДНК направляются к системе нанощелей (nanoslits), в которых молекула ДНК вытягивается во всю длину, расправляется и так же потоком жидкости удерживается на месте. Концы такой вытянутой двойной спирали остаются в виде свернутых «клубочков» по краям щели. Перед внесением ДНК в ячейку ее окрашивают специальными интеркалирующими флуоресцентными красителями, которые удерживаются между нитями ДНК (между азотистыми основаниями) в двойной спирали. Далее ячейку нагревают, и отдельные участки ДНК «плавятся» (денатурируют), нити ДНК отделяются одна от другой и молекулы флуоресцентного красителя «вываливаются» из молекулы ДНК. Затем температуру снижают, и молекула ДНК ренатурирует, т.е. приобретает исходную двунитевую структуру, однако теперь в ней есть участки, которые не содержат флуоресцентного красителя. После этого снимают изображение такой полностью вытянутой в длину молекулы ДНК при помощи обычного флуоресцентного микроскопа и получают «пунктирную» линию, имеющую светлые участки (там, где молекулы флуоресцентного красителя встроены в двунитевую спираль и дают флуоресцентный сигнал) и темные (там, где ДНК «расплавилась» при нагревании и потеряла флуоресцентную краску). Назовем эту картинку картой денатурации ДНК, ее также можно образно назвать «штрих-кодом».



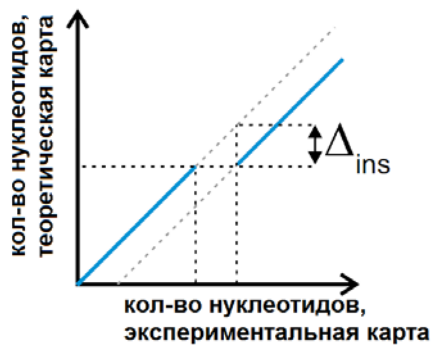
Для получения лучшего разрешения такую картинку снимают на видео и

усредняют во времени. При необходимости можно сместить участок ДНК, попадающий в нанощель – для этого надо потоком жидкости «развернуть» клубочек на одном из концов молекулы и протащить его дальше через щель. После того, как необходимые данные получены, молекулу ДНК можно «выдуть» потоком жидкости из ячейки и использовать для дальнейших исследований. При необходимости определить наличие мутаций в структуре ДНК полученную карту денатурации ДНК с гипотетическими мутациями сравнивают с теоретической, рассчитанной для уже известной последовательности той же ДНК без мутаций.

Вопросы:

1. Какие способы определения последовательности ДНК Вы знаете? Объясните вкратце, как они работают? **1 балл.**
2. Как Вы думаете, какие предварительные процедуры обработки необходимы на этапе от экстракции хромосом из клетки до получения флуоресцентной карты денатурации ДНК? **1 балл.**
3. Какими характеристиками (свойствами) должен обладать флуоресцентный краситель? **1 балл.**
4. Как отличаются светлые и темные участки ДНК (окрашенные и неокрашенные) по составу? Какие участки будут оставаться окрашенными? Почему? **1 балл.**
Какое разрешение (по количеству нуклеотидов) будет иметь этот метод: какой минимальный размер мутации может быть определен? Какую длину нуклеотидной последовательности можно проанализировать при помощи ячейки, приведенной на рисунке (длина нанощели 440 нм)? **1 балл.**
5. Почему необходимо, чтобы ДНК ренатурировала (восстановила свою структуру после плавления) перед тем, как регистрировать карту денатурации? **1 балл.**

При определении наличия мутаций в фрагменте ДНК сравнивают теоретически построенную карту денатурации для фрагмента без мутаций и полученную в результате эксперимента для фрагмента с мутациями. Для этого определяют положение на той и другой карте, где «паттерн» свечения совпадает максимально (т.е. светлые точки на экспериментальной карте – светлые и на теоретической). Если в экспериментальном образце ДНК имеется мутация – вставка фрагмента ДНК (инсерция), то на графике положения максимального совпадения паттернов свечения можно видеть следующую картину:



6. Как будет выглядеть подобная зависимость для случая делеции? Для случая инверсии? **2 балла.**

7. Как можно использовать молекулы ДНК, которые в неизменном виде эвакуируются из ячейки после регистрации карты денатурации ДНК? **1 балл.**

8. Какие преимущества и недостатки Вы можете предположить у такого метода анализа последовательности ДНК? **1 балл.**

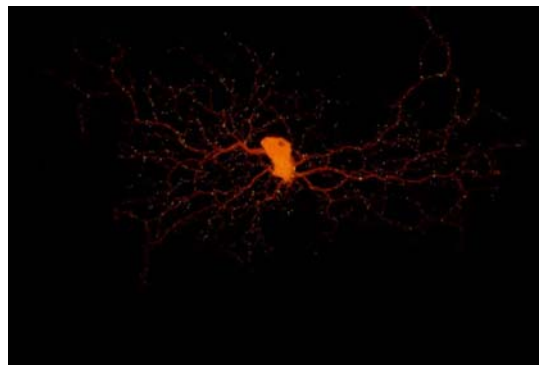
Задача 9. Необычные водоросли (5 баллов)

Говоря о возбудимых клетках и межклеточной передаче сигнала, мы, в первую очередь, думаем о нейронах. Тем не менее, свойство возбудимости плазматической мембраны и генерации потенциала действия присуще и некоторым растительным клеткам. Харовые водоросли — это крупные водные растения, растущие в пресных и солоноватых водоемах. Часто на поверхности их талломов можно наблюдать кольцевые отложения кальция, создающие поперечную полосатость. Эти периодические зоны возникают на ярком свете и соответствуют зонам защелачивания и подкисления внешней среды. Специальные исследования показали, что между кислыми и щелочными зонами протекает ионный ток, связанный с работой кальциевых и хлорных каналов и протонной АТФазы. Если в водоем с загрязнением попадут наночастицы, блокирующие работу ионных каналов и протонной АТФазы плазматической мембраны харовой водоросли, то кислые и щелочные зоны на поверхности клеток перестанут образовываться. В результате этого растения перестанут расти и могут погибнуть.

1. Как вы думаете, почему возникают кислые и щелочные зоны и для чего они могут использоваться водными растениями? **2 балла**
2. Опишите возможные механизмы ингибирования ионных каналов и H^+ -АТФазы наночастицами. **1 балл**
3. При помощи каких методов можно установить, что наночастицы, внесенные в водную среду, влияют на работу ионных каналов харовых водорослей и формирование кислых и щелочных зон? **1 балла**
4. Как можно использовать харовые водоросли в экологическом мониторинге водоемов? **1 балл**

Задача 10. Рецепторы (7 баллов)

Согласно закону Мура, современные компьютеры, даже при использовании нанотехнологий, скоро достигнут физического предела. В связи с этим необходима разработка принципиально новых типов компьютеров. В частности, ученые полагают, что новые компьютеры могли бы работать на основе искусственных нейронных сетей, функционирующих по образу реальных нейронных сетей. Это является одной из причин активных исследований работы мозга и механизмов передачи сигнала в синапсах (местах контакта нейронов).



Главным возбуждающим нейромедиатором в нервной системе позвоночных животных является глутамат (анион глутаминовой кислоты). Быстрое постсинаптическое возбуждение и проверка одновременности двух синаптических входов с точностью до миллисекунд обеспечивается т.н. AMPA-рецепторами, в то время как длительные возбуждающие постсинаптические потенциалы обеспечиваются т.н. NMDA-рецепторами. AMPA-рецепторы — самые многочисленные каналы нашего мозга. Оба типа рецепторов — ионные каналы, вероятность открывания которых зависит от наличия в синаптической щели глутамата. При этом при появлении глутамата, ток через AMPA-рецепторы быстро нарастает (за микросекунды) и быстро спадает (за миллисекунды), а ток через NMDA-рецепторы медленнее нарастает и медленнее спадает (десятки и сотни миллисекунд). При этом способность NMDA-рецепторов к активации зависит также от мембранного потенциала и от наличия ко-агонистов, например, аминокислот глицина или серина

1. Исходя из изложенного, сделайте предположение о константах диссоциации этих рецепторов и глутамата: у какого из рецепторов константа диссоциации будет выше, и почему? (1 балл)
2. Почему для обеспечения обработки информации в центральной нервной системе необходимы быстрые AMPA-рецепторы, а для запоминания информации — медленные NMDA-рецепторы? Какую роль играет способность NMDA-рецепторов к проведению тока только при деполяризованном состоянии мембраны? (1 балл)
3. В каких синапсах концентрация рецепторов должна быть больше — AMPA или NMDA? (1 балл)

Интересной особенностью AMPA-рецепторов является редактирование мРНК перед синтезом белка во взрослом мозге. Генетический код предполагает наличие аминокислоты глутамина в определенной области поры, через которую проходят ионы, когда канал открыт, и такие каналы экспрессируются до рождения. Однако,

у взрослых организмов один аденозин в пре-мРНК гидролизуетсся с образованием инозина, после чего данный кодон кодирует уже аминокислоту аргинин. Эта замена глутамина на аргинин в канальной поре приводит к тому, что канал теряет способность пропускать ионы кальция, а способность к проведению ионов натрия и калия сохраняется

4. Как Вы предполагаете, почему замена Глн -> Арг нарушает способность канала проводить кальций? **(1 балл)**
5. Почему в ходе эволюции могла потребоваться такая настройка AMPA-рецепторов во взрослом мозге? **(1 балл)**
6. Какие ионы проводят AMPA-рецепторы, а какие -- NMDA-рецепторы? Какие ионы при этом входят в клетку, а какие – выходят из клетки? **(1 балл)**
7. Сравните возможности, а также возможные преимущества и недостатки современных компьютеров и «нейронных» компьютеров будущего. **(1 балл)**

Задача 11. Теплые ламовые биотехнологии (7 баллов).

Бионанотехнолог Маша, прослушав курс иммунологии, решила создать стартап по изготовлению наносенсоров на основе антител, чем и поделилась с бионанотехнологом Петей. Тот идею раскритиковал:

— Конечно, иммуноглобулины хорошо распознают разные молекулы, да и не только как биосенсоры их можно использовать, но они же нестабильные! Как ты их хранить будешь, и при каких условиях они у тебя работать смогут? Да они же развалятся раньше! И большие молекулы слишком, их неудобно ни к носителю пришивать, ни, скажем в медицине использовать.

— Нет-нет, ты, Петя, не понимаешь. Я тут читала недавно... Ну, про nanobodies... Точно! Завтра же пойдем в зоопарк и выясним, как разводить лам! Ну, или верблюдов.

— Э-э-э, а лам-то зачем?..



1. И в самом деле, зачем биотехнологу Маше понадобилось разводить лам для производства биосенсоров на основе антител? (1 балл)
2. Как устроены иммуноглобулины? (1 балл)
3. Опишите преимущества и недостатки использования иммуноглобулинов для биосенсоров (2 балла)
4. Что это за nanobodies, о которых говорила Маша? (1 балл)
5. Как можно использовать антитела лам в медицине? (1 балл)
6. Где еще используются антитела лам в биотехнологии? (1 балл)

Задача 12. Нанороботы для вечной молодости. (9 баллов).

В 2102 году секретная правительственная организация провела серию опытов по усовершенствованию человеческого организма путем увеличения продолжительности жизни его тканей. Эксперимент был направлен на замедление темпов дегенерации хрящевой ткани, старения сердечной мышцы, иммунной и нервной систем. С помощью наноботов была осуществлена модификация соматических клеток тела взрослых добровольцев, вследствие которой замедлился процесс клеточного старения и смерти.

Перечислите, на какие клеточные процессы могли бы воздействовать нанороботы, чтобы замедлился процесс клеточного старения. Какие изменения в структуре и/или свойствах клеточных молекул должны были вызвать нанороботы для получения нужного эффекта?

Задача 13. Перенос генетической информации. (6 баллов).

Питер Паркер после укуса паука стал Спайдерменом. Он приобрел новые способности, которые помогли ему активно бороться со злом. Возможно в будущем наномедицина позволит направленно менять генотип человека, что позволит любому человеку приобрести суперсилу и стать супергероем.

1. Как вы думаете, как используя нанотехнологии, добиться такого же эффекта, как при укусе паука Спайдермена? **(2 балла)**
2. Природа уже миллионы лет использует схожий механизм в эволюции микроорганизмов. Назовите, как называется такой тип передачи генетической информации **(1 балл)**?
3. Какие преимущества он несет микроорганизмам **(1 балл)**? Назовите основные типы обмена генами **(1 балл)**?
4. Как вы думаете, насколько фантастична история Спайдермена, аргументируйте свое мнение известными в настоящее время научными фактами **(1 балл)**?

Задача 14. Цвет и свет. (10 баллов)

Часть I. Сияющие цветы. Каждый год в разных странах проходят выставки-конкурсы самых красивых и необычных цветов. Представьте себе, что Вы находитесь в команде селекционеров, участвующих в очередном конкурсе. Вы обязательно должны победить! Но что придумать? Черные и голубые розы, полосатые тюльпаны, махровые незабудки — все это уже давно придумано и получено. Поэтому Вы решаете создать уникальные растения со светящимися цветками или листьями.

1. Как с использованием генной инженерии создать растения со светящимися цветками или листьями, потомство которого также будет иметь светящиеся цветки/листья **(1,5 балла)**?
2. Приведите примеры живых организмов, которые могут светиться. Какие явления лежат в основе этого процесса **(1 балл)**?
3. Опишите устройство наноконструкции, которая может быть использована для получения светящихся цветков или листьев. Каким образом можно доставить эту конструкцию в клетки растения? Будет ли потомство такого растения иметь светящиеся цветки/листья? Ответ обоснуйте **(1,5 балла)**.
4. Как на жизнедеятельности растения скажутся изменения, вызванные генно-инженерным вмешательством **(0,5 балла)**? Введением “наноконструкции” **(0,5 балла)**?
5. Как и для чего в настоящее время генная инженерия используется в сельском хозяйстве **(1 балл)**?

Часть II. Светящиеся животные.

Одним из самых распространенных подходов, используемых в нейробиологии для изучения внутри-и межклеточных процессов в нейронах, астроцитах и сосудах мозга, является окрашивание клеток при помощи введения специальных флуоресцентных зондов. Особенностью этих молекул является то, что они флуоресцируют (светятся) при освещении лазерным светом определенной длины волны. При взаимодействии с определенными клеточными структурами, ионами или молекулами изменяется интенсивность флуоресценции зонда или длина волны флуоресценции. Несмотря на ряд достоинств флуоресцентных зондов (относительно простое использование, невысокая стоимость), существует и много недостатков. Например, многие зонды цитотоксичны и быстро выгорают, что не позволяет проводить длительные эксперименты. Кроме того, большинство зондов не являются строго специфичными, что оставляет неоднозначность при трактовке результатов. В связи с этим в исследованиях все чаще начали использовать генетически модифицированных мышей, в ДНК нейронов которых введен ген флуоресцирующего белка. Этот ген может быть исходно активным в геноме нейронов или может активироваться при определенных условиях.

1. Какими должны быть флуоресцентные зонды, чтобы при нанесении на

культуру клеток/нервную ткань/мозг они избирательно проникли (а) в цитоплазму клеток, (б) в митохондрии, (в) в ядро (**1,5 балла**)?

2. Каким требованиям должен отвечать флуоресцентный зонд, применяемый для исследования распределения Ca^{2+} в нейронах и определения концентрации Ca^{2+} (**0,5 балла**).
3. Приведите примеры, в каких исследованиях могут быть использованы генетически модифицированные мыши, в нейронах которых постоянно экспрессирован флуоресцентный белок? Для исследования каких процессов могут быть использованы мыши, в нейронах которых флуоресцентный белок экспрессируется только при определенных условиях? Примеры опишите подробно, это стоит того, потому что тема подобной флуоресценции нашла отражение в присуждении одной из самых престижных премий, кстати, какой и за что? (**2 балла**).

Задача 15. Как определить родство. (9 баллов).

Часть I. Любая экспертиза, в том числе и генетическая – вероятностный процесс. Установление идентичности образцов ДНК или, скажем отпечатков пальцев, возможно только с какой-то вероятностью. Есть несколько основных вариантов оценки достоверности результатов генетической экспертизы. Наиболее часто в настоящее время используются те варианты, которые используют в своей основе теорему Байеса, при этом учитывается, что в популяции различные аллели локусов могут встречаться с различной вероятностью. При этом рассчитываются некоторые параметры, величина которых и позволяет оценить вероятность родства. Чем выше абсолютное значение параметра, тем выше вероятность родства.

Дайте краткие определения параметров, используемых для расчета достоверности родства:

1. Что такое популяционная частота аллеля? **0,5 балла**
2. Дайте определение индекса отцовства (комбинированного индекса отцовства)? **0,5 балл**
3. Что такое вероятность отцовства, по какой формуле она рассчитывается? Какая величина позволяет утверждать, что родство доказано (в случае известного родителя и в случае, если родители неизвестны)? **0,5 балла**
4. Какое условие является необходимым при исключении отцовства (материнства)? **0,5 балла**
5. Как определяется индекс отцовства, если не обнаружено совпадений аллелей в исследуемом локусе? **1 балл**
6. Какие молекулярные и биотехнологические методы лежат в основе проведения анализа на установку родства? **1 балл**

Часть II. Обычно работа экспертов в области идентификационной экспертизы – сплошная рутина, однако иногда приходится встречаться с весьма любопытными случаями. Так, однажды две семейных пары и одна одинокая мать познакомившихся в одном роддоме, обратились с просьбой установить родство между ними и их детьми, поскольку заподозрили, что детей перепутали в роддоме.

Перед Вами находятся промежуточные результаты данной экспертизы:

	Локус	1 ребенок	Мать 1-го ребенка	2 ребенок	Первая пара		3 ребенок	Вторая пара	
					Отец 2 ребенка	Мать 2 ребенка		Отец 3 ребенка	Мать 3 ребенка
1	CSF1PO	9, 14	10, 16	10, 12	11, 11	13, 15	12, 13	10, 12	12, 12
2	D16S539	11, 13	12, 12	11, 12	9, 12	13, 14	11, 13	9, 9	12, 13
3	D21S11	26,2, 31,2	31, 31,2	28, 31	28, 33,2	30, 30	29, 33,2	28, 34	29, 30

4	D3S1358	13, 13	14, 17	13, 14	14, 15	16, 17	15, 16	14, 15	16, 17
5	D5S818	10, 14	11, 12	13, 14	9, 12	11, 12	11, 13	11, 12	9, 13
6	D7S820	11, 12	12, 14	11, 12	10, 12	13, 14	13, 14	12, 13	10, 14
7	CD4	5, 8	6, 10	5, 6	5, 6	5, 10	6, 11	10, 12	5, 6
8	FGA	20, 21	20, 23	20, 21	19, 22	20, 22	17, 23	21, 22	19, 23
9	LPL	9, 13	10, 12	10, 12	9, 10	11, 12	9, 12	10, 11	10, 12
10	TH01	6, 8	8, 9,3	6, 8	6, 9,3	7, 9	9,3, 10	10, 10	9, 9,3
11	TPOX	7, 7	8, 12	7, 8	8, 8	8, 11	11, 11	8, 11	11, 11
12	vWA31A	14, 18	14, 17	14, 16	15, 16	17, 18	16, 17	17, 18	15, 16

Конечно, предоставленных ниже результатов недостаточно для окончательного анализа (для этого требуются данные о значениях популяционных частот аллелей, присутствующих в генотипе детей, а результат экспертизы – есть значение вероятности того, что участники экспертизы действительно родственники), однако некоторые выводы можно сделать даже сейчас. Ответьте на следующие вопросы, по возможности, обосновав свои выводы:

7. Какой пол у детей, участвующих в экспертизе (**1 балл**)?
8. Является ли одинокая мама матерью 1-го ребенка (**1 балл**)?
9. Является 1 пара родителями второго ребенка (**1 балл**)?
10. Является 2 пара родителями третьего ребенка (**1 балла**)?
11. Какие еще предварительные выводы можно сделать по представленным результатам (**1 балл**)?

Постарайтесь обосновать свои ответы. Да, и описанная история - это полностью выдуманная ситуация!