

Олимпиада «Высшая проба» проводится при поддержке Сбера, приветствуем участников соревнования!



Мы верим в то, что будущее зависит от стремления к самосовершенствованию каждого из нас.

Поздравляем – ты являешься участником заключительного этапа олимпиады «Высшая проба»! Желаем тебе блистательной победы!

**Время выполнения заданий – 240 минут**  
**Максимальное количество баллов – 100**

Приступая к выполнению заданий, вы подтверждаете, что профиль и класс, указанный на заданиях, соответствует сведениям, указанным при регистрации. В противном случае работа будет аннулирована.

**Пишите разборчиво. Ответ пишите на странице с соответствующим номером вопроса. Если используете дополнительный лист, обязательно напишите об этом на основном листе ответа. Если не знаете ответа, ставьте прочерк. Черновики не оцениваются.**

**Задание №1 (12 баллов). Эксперимент.**

Всем известно, что собаки любят и узнают своих хозяев и их друзей. Школьник Сеня захотел узнать, по каким именно параметрам узнает его Шарик, собака Сениного друга Васи. Когда Сеня встречает на улице Васю, который гуляет с Шариком на поводке, Шарик при виде Сени всегда радуется и виляет хвостом. Какие эксперименты нужно провести Сене, чтобы выяснить, по каким признакам (признаку) идентифицирует его собака? Других людей к эксперименту привлекать нельзя, т.к. отличающихся параметров будет слишком много. Подробно опишите ход, результаты и интерпретацию экспериментов.

**Задание №2 (11 баллов). Расчетная задача.**

**Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.**

Размер клетки возбудителя бубонной чумы, бактерии *Yersinia pestis*, составляет 0.5 x 1.5 мкм (диаметр и высота, соответственно). Бактерии рода *Yersinia* относятся к грам-отрицательным: над периплазматической мембраной у них расположена тончайшая клеточная стенка, окруженная второй мембраной. Толщина такого периплазматического пространства, то есть расстояния между мембранами – 25 нм. Во внутреннюю (цитоплазматическую) мембрану грам-отрицательных бактерий встроены транспортеры, способные связывать молекулу низкомолекулярного вещества в периплазме и АТФ-зависимо переносить ее через мембрану в цитоплазму клетки. При этом концентрация вещества, которое необходимо транспортировать, составляет как минимум  $10^{-5}$  моль/л, то есть при периплазматической концентрации меньше указанной вещество не может быть перенесено. Многие транспортеры у *Yersinia pestis* обладают высокой специфичностью и способны переносить молекулы только одного класса (например, только глюкозу).

Какое минимальное число молекул вещества А должно быть в периплазме, чтобы описанные транспортеры смогли перенести его через мембрану? Для простоты примите

форму клетки за цилиндрическую. Объемом клеточной стенки, других белков и веществ в периплазме *Yersinia pestis* можно пренебречь.

*Справочная информация: формула объема цилиндра:  $V=\pi r^2 h$ ; число Авогадро:  $N_A=6.02 \cdot 10^{23}$ .*

### Задание № 3 (14 баллов). Расчетная задача.

**Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.**

Строго говоря, гигантские лесные слизни с планеты Саракш – не моллюски, но с брюхоногими Земли у них много общего. Лесные слизни диплоидны. Подобно многим земным улиткам, они гермафродиты, способные к самооплодотворению. Окраску тела у лесных слизней определяют два гена. Доминантный аллель гена А определяет накопление в покровах чёрного пигмента. У гомозигот *aa* эпителий не окрашен, и через него видны внутренние ткани оранжевого цвета. Доминантный аллель гена В препятствует развитию чёрной окраски, даже если в генотипе есть один или два аллеля А. Рецессивный аллель *b* такого действия не оказывает. Известно, что гены А и В не сцеплены друг с другом, а цвет тела никак не влияет на плодовитость и способность образовать пару для размножения. Судя по всему, пары образуются случайным образом. В кладке обычно около 100 яиц. У только что вылупившихся детёнышей уже можно определить цвет, а половой зрелости они достигают спустя три месяца по земному календарю.

В большой популяции диких лесных слизней исследователи просмотрели 5000 неполовозрелых особей, и лишь 102 из них были чёрными. Каждого из этих чёрных слизней учёные посадили в отдельный террариум. Через некоторое время каждый из слизней оставил кладку, образовавшуюся от самооплодотворения. Учёные поместили эти кладки в 102 отдельных контейнера, по одному для каждого слизня, и переместили в инкубатор. Когда вылупилось потомство, в 84 контейнерах оно было вперемешку чёрным и оранжевым. Определите частоты всех аллелей обоих генов, участвующих в контроле окраски тела у лесных слизней.

Ответ (в процентах) запишите, при необходимости округлив до целых значений.

### Задание №4 (15 баллов). Анализ текста.

**Внимательно прочитайте текст. Ответьте на вопросы, используя информацию из текста и свои знания по биологии.**

Паразитарные инвазии известны человечеству с древних времен. На сегодняшний день лучшим способом борьбы с паразитами является предотвращение заражения. Профилактические меры различны и включают в себя соблюдение санитарно-гигиенических норм в быту, контроль качества и термическая или иная обработка пищи и воды, борьба с переносчиками и промежуточными хозяевами. Иными словами, защита от паразитов достигается разрывом цепочек их передачи.

К сожалению, не всегда удается предотвратить заражение. В таком случае используются различные методы лечения, например, антигельминтные препараты. Одним из них является мебендазол, препарат бензимидазольного типа. Механизм действия мебендазола основан на ингибировании сборки микротрубочек. Препарат связывается между мономерами  $\alpha$ - и  $\beta$ -тубулина и не даёт им образовать димер нужной конформации, таким образом связывание мебендазола с димерами тубулина вызывает блокировку

полимеризации. Мебендазол принимают перорально: он плохо проникает сквозь стенку кишечника в кровоток, но активно поглощается организмами паразитов, у которых происходит разрушение цитоплазматических микротрубочек в клетках кишечника, а это приводит к блокированию поглощения глюкозы и других питательных веществ.

Быстродействующим антигельминтным агентом является пиперазин. Данное вещество - агонист рецепторов гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК), способное проникать через гематоэнцефалический барьер человека (ГЭБ). В отличие от позвоночных животных, у беспозвоночных ГАМК служит нейромедиатором не только в центральной нервной системе, но и в нервно-мышечных синапсах. Рецептор ГАМК является каналом для ионов хлора и открывается при взаимодействии с нейромедиатором или похожим веществом, таким как пиперазин. Высокие концентрации пиперазина в организме паразита приводят к постоянному открытию данных каналов.

Перечисленные выше препараты позволяют бороться с многоклеточными паразитами человека. В случае протозойных заболеваний (вызванных различными простейшими) используются другие препараты. Примером может служить метронидазол, вещество из группы нитроимидазолов. Он легко попадает во все ткани организма, проникает через ГЭБ, секретируется в грудное молоко. Сам по себе метронидазол инертен, однако в клетках анаэробных организмов нитрогруппа восстанавливается под действием специального фермента. В результате данного процесса образуются гидроксиламины и свободные радикалы, повреждающие ДНК и другие структуры клетки анаэроба. У аэробных организмов фермент, восстанавливающий нитрогруппу метронидазола, отсутствует.

### Задания

**В каждом задании содержится не менее одного верного утверждения. Вам нужно выбрать все верные утверждения (или неверные – в зависимости от формулировки вопроса). Запишите соответствующие им буквы в таблицу к вопросу №4 в бланке ответов.**

1. Выберите препарат (препараты), который (которые) можно использовать для противопаразитарного лечения человека путем внутривенного введения.  
А) Мебендазол  
Б) Пиперазин  
В) Метронидазол
2. Выберите, с какими паразитами можно бороться при помощи мебендазола.  
А) Шистосома  
Б) Аскарида  
В) Острица  
Г) Малярийный плазмодий  
Д) Анкилостома
3. Выберите верные утверждение о мебендазоле.  
А) Препарат не оказывает влияния на клетки человека из-за низкого сродства с человеческим тубулином.  
Б) Препарат можно использовать внутримышечно для лечения внекишечных паразитарных заражений.  
В) Препарат оказывает влияние на делящиеся клетки из-за нарушения образования актинового сократительного кольца.  
Г) Препарат теоретически можно использовать при лечении рака.

4. Выберите неверные утверждения о пиперазине.

- А) Препарат не оказывает влияния на организм человека, так как разрушается под воздействием ферментов желудочно-кишечного тракта.
- Б) Препарат предотвращает мышечные сокращения у паразитических червей.
- В) Препарат приводит к смерти паразита из-за остановки дыхания.
- Г) Открытие хлорных каналов под действием ГАМК приводит к гиперполяризации мембраны.

5. Иногда для лечения паразитарных заболеваний используют комплексную терапию несколькими антипаразитарными препаратами. В чем преимущество (преимущества) такой комплексной терапии по сравнению с использованием единственного препарата?

- А) Снижение общей токсичности лекарств.
- Б) Снижение риска развития устойчивости у паразитов.
- В) Снижение риска развития аллергических реакций.
- Г) Как правило, повышение эффективности лечения.

**Особенность заданий № 5-№7 - наличие большого числа решений. Помните, что чем больше разумных вариантов ответа Вы приведете, тем более высокой будет оценка. ВАЖНО: учитываются только верные ответы; за неверные гипотезы оценка не снижается!**

**Задание №5 (16 баллов).**

Рассмотрим интересный случай из жизни: одно и то же лекарство было назначено в дозе, отличной в несколько раз, для ребенка и собаки с одинаковыми массами. Какие биологические причины объясняют эти назначения?

*Группа компаний «РОСТ» — партнер олимпиады «Высшая проба» по биологии приветствует участников! Мы активно применяем роботизацию и современные технологии в сфере агрономии, а также ценим смелый подход к решению задач. Ты уже на финишной прямой, осталось последнее задание, чтобы проявить свою находчивость и знания о живой природе. Верим, что тебе удастся найти нужное решение. Удачи!*



**Задание № 6 (16 баллов).**

Интродукция - это преднамеренное или случайное переселение человеком особей какого-либо вида животных или растений за пределы естественного ареала в новые места обитания, включая аграрные биоценозы и теплицы. Каких животных и почему люди интродуцируют? Если можете, для каждой версии приведите по одному примеру.

**Задание №7 (16 баллов).**

Грибница — это структура толщиной в одну клетку. Например, у подберезовика грибница массой 10 кг может иметь длину более 30 км и колоссальную площадь поверхности. Опишите преимущества и недостатки устройства организмов с огромной площадью поверхности на примере грибов.