



Комплект задач Beyond Biology Olympiad

7-9 классы

25 июня 2023

Регламент олимпиады

На выполнение олимпиады Вам дается **120 минут**.

Общее количество баллов - **52,75**

Начало олимпиады: **14:00** по времени Алматы, конец олимпиады: **16:00**.
Олимпиада выполняется на платформе Exam.net по коду **9o59Ez**. По завершении ваши решения необходимо отправить с помощью платформы Yandex Forms (Инструкции по отправке см. ниже).

Инструкция по выполнению и оформлению:

Выполнять задания Вы можете в любом порядке, при этом **необходимо**

- Решать каждую задачу на отдельном листе;
- **Запрещается** писать ФИО, инициалы или какие-либо другие личные идентификаторы на листах с ответами;
- **Рекомендуется** придерживаться понятного и разборчивого почерка, избегать грязи и зачеркиваний.

Инструкции по отправке решений:

Необходимо завершить выполнение заданий не позднее 16:00 по времени Алматы. По окончании работы, вам необходимо сканировать решение каждой задачи, объединить в один файл и загрузить в Yandex Forms:
bcedu.kz/submit79

Решения Олимпиады принимаются **в течение 20 минут** после окончания олимпиады, которые даются и на сканирование работы и на её загрузку.

Памятка участнику:

- Из канцелярских принадлежностей и приборов **разрешаются только**: карандаши, ручки, ластик, линейка и инженерный калькулятор.
- **Строго запрещается** пользоваться помощью посторонних людей и дополнительной литературой, включая интернет-источники и учебные пособия.
- Попытки списывания и нарушения академической честности будут наказаны **баном** на ask.bc-pf.org сроком на год.

Результаты будут оглашены до 01.07.2023 года. При наличии вопросов по проведению олимпиады следует писать на форум ask.bc-pf.org.

Задача 1. Анатомия жгутиков.

Вам представлены 2 различные схемы строения определенной клеточной структуры. Также вам представлена таблица элементов этой структуры с их номерами.

1. Назовите структуру, схематически изображенную на рисунке А и Б.
2. На рисунках А и Б пронумерованы некоторые элементы структур. Также вам представлена Таблица 1, в которой перечислены элементы, пронумерованные на рисунках. Вам необходимо изменить проставленные прочерки в Таблице 2 на названия элементов из Таблицы 1.

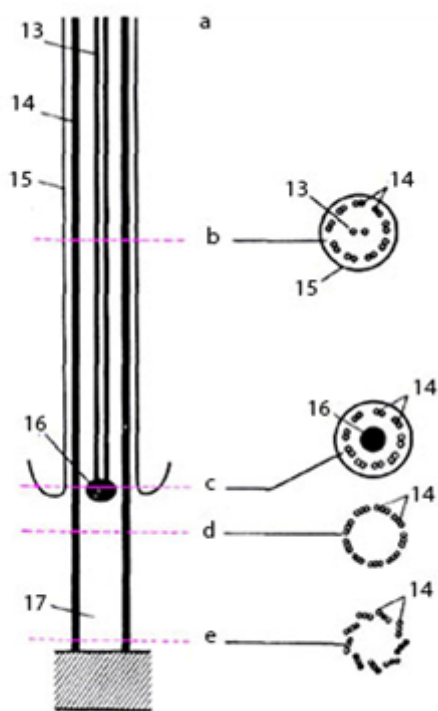


Рис. А

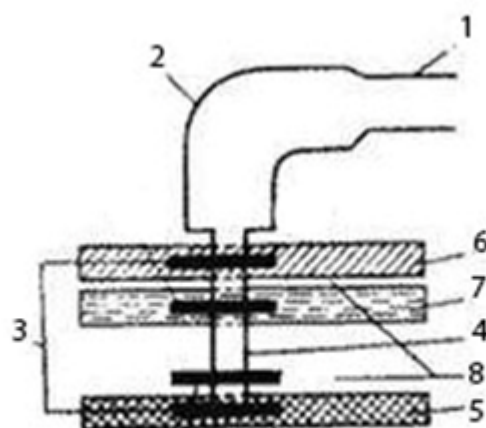


Рис. В

Пояснение к рис. А:

а – продольный разрез. b, c, d и e – названия срезов. Здесь они уточнены для лучшего понимания срезов, изображенных на правой части рисунка А.

Таблица 1

Название элемента в рис. А	Название элемента в рис. Б
Центральные фибриллы	Наружная мембрана
Наружная мембрана (плазматическая)	Крюк
Аксильная гранула	Плазматическая мембрана
Кинетосома	Стержень
Периферические фибриллы	Базальное тело
	Периплазматическое пространство
	Пептидогликановый слой
	Нить

Таблица 2

Номер элемента	Название элемента
1	-
2	-
3	-
4	-
5	-
6	-
7	-
8	-
13	-
14	-
15	-
16	-
17	-

[3.75 баллов]

Задача 2. Любовь “ботаников”

Вам выпал невероятный шанс ненадолго стать настоящим ботаником! Но если Вы надеялись на стебли, цветочки и определители, то Вы зря мечтали, ведь Вам предстоит увлекательнейшее занятие по расчету максимальной теоретически возможной высоты растения!

Итак, приступим. Вы – космический исследователь. Ваша специализация – инопланетная флора. Вам попалась крайне интригующая планета, каталогизированная под названием *Viberevinum*.

Некоторые факты, известные об этой планете:

- Обилие в макроэкосистеме планеты микроорганизмов, использующих спиртовое брожение привело к образованию целых биоценозов, использующих вместо воды этанол.
- Масса *Viberevinum* в 4 раза меньше массы Земли.
- Радиус *Viberevinum* практически равен земному.
- Не смотря на специфику обитателей данной планеты, атмосфера настолько подобная земной, что различиями можно пренебречь
- Растения на этой планете имеют практически идентичное земным строение.

Вас особо заинтересовали гигантские деревья, растущие на спиртовых болотах и вы захотели посчитать, какой максимальной высоты может достичь растение в таком биогеоценозе. Для этого Вы, логично, решили воспользоваться формулой Жюрена:

$$h_{max} = \frac{2 \sigma \cos \theta}{r \rho g}$$

В ней,

σ – коэффициент поверхностного натяжения на фазовой границе

θ – краевой угол смачивания, который можно принять за 0, так как поверхность капилляров всегда покрыта адсорбционной водяной пленкой.

g – ускорение силы тяжести (земное принять за 9,81)

r – радиус мениска

ρ – плотность вещества

Вы знаете, что на Земле $h_{max} \approx 130$ метров, $r = 6731000$ метров.

Для вычислений вам предоставляется Таблица 3 – таблица значений коэффициентов поверхностного натяжения для разных веществ:

Жидкость	Температура, °С	Поверхностное натяжение, Н/м
Вода (чистая)	20	0,073
Раствор мыла	20	0,040
Спирт	20	0,022
Эфир	20	0,017
Ртуть	20	0,470
Золото (расплавленное)	1130	1,102
Жидкий водород	-253	0,0021
Жидкий гелий	-269	0,00012

Таблица 3

Значение плотности этилового спирта принять за 789 кг/м^3 .

- 1) Вам необходимо вычислить максимальную высоту растения, обитающего на спиртовом болоте планеты *Viberevinum*. Значения округлять до 3 знака после запятой.
- 2) Вам необходимо объяснить младшему научному сотруднику, который вас сопровождает, почему Вы используете максимальную высоту капилляров для вычисления максимальной теоретической высоты растения.

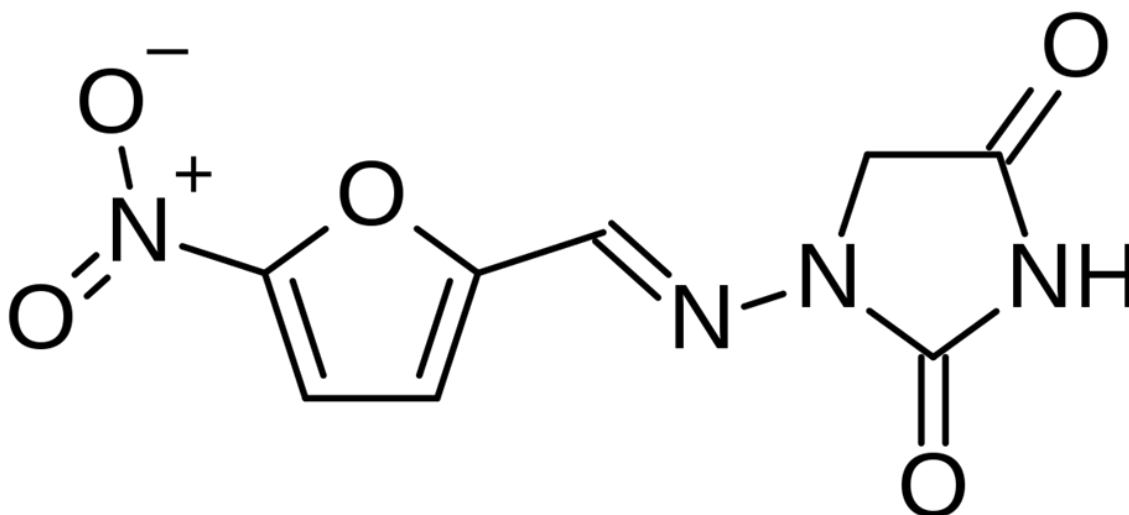
[6 баллов]

Задача 3. Используй шестое чувство!

Первоначальная бактериальная культура клеток, состоявшая из 1,5 миллион клеток, удваивается каждые 40 минут. В этой культуре в одной клетке произошла мутация, из за которой теперь она делится не раз в 40 минут, а раз в 0,5 часа.

А) Предполагая, что у этой культуры есть доступ к бесконечному источнику пищи, отсутствие мертвых клеток и смерти, найдите время за которое культура из мутировавшей клетки, станет равной первоначальной.

В) В культуру этих бактериальных клеток добавили следующее вещество:



После добавления этого вещества в резервуаре наблюдались свободные молекулы муреина. К тому же, этот медикамент является канцерогенным. Определите к какому типу лекарств оно относится, и предположите механизм действия на клеточные структуры. Ответ обоснуйте.

[5 баллов]

Задача 4. Кровожадная Балжит



Арабские мыши жили припеваючи, да не тужили, и увеличивали размер своей популяции путем полового размножения. Эта популяция находилась в равновесие Харди-Вайнберга и состояла из белых, черных и серых мышей. Количество их было 1400, а из них 400 черные.

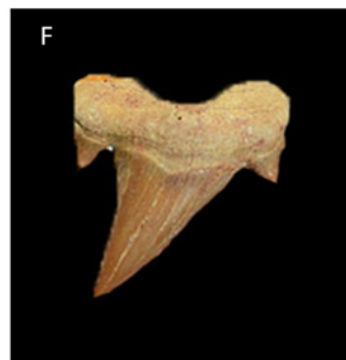
В один злополучный день, устье каменных гор, где они собственно и жили, настигла ужасная буря, которая подняла 40% процентов популяций в воздух, и чудом перенесла с помощью ветра их из

Усть-Каменогорска на долину Павлодар. В этой долине обитает ужасный зверь, страдающей близорукостью, с именем Балжит. По причине близорукости, этот зверь нападает только на самых заметных, а именно черных арабских мышей. Зверь скоропостижно умирает из-за того, что съел всех черных мышей которые были носителями паразитов. Он поедал черных арабских мышей в течении двух поколений, пока они даже не достигали половой зрелости. Найдите количество серых особей после смерти ужасного зверя, предполагая, что все особи спарились панмиксическим образом, и популяция строго сохранялась с численностью особей с каким, она и пришла к новому ареалу обитания.

[4 балла]

Задача 5. Зубастики

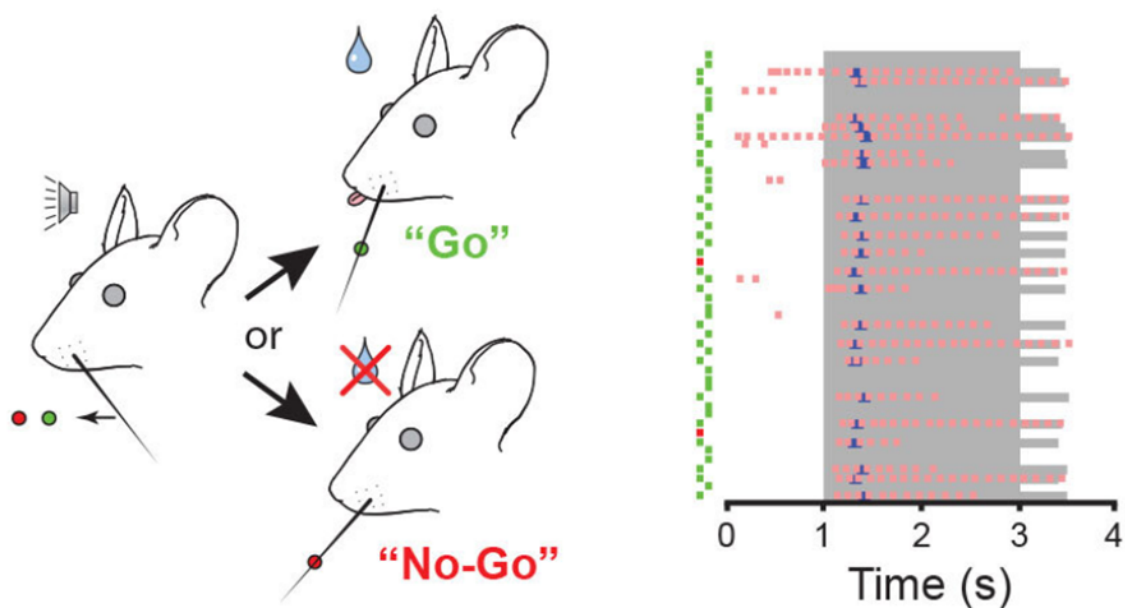
Вам представлено 6 различных зубов и челюстей 6 различных организмов:



- 1) Назовите систематическое положение (класс и вид) организмов, которым принадлежат эти зубы.
- 2) Назовите экологические ниши, которые занимает каждый организм.
- 3) Оцените рацион каждого организма.

[6 баллов]

Задача 6. Светофор



В ходе лабораторного эксперимента исследователи обучили группу мышей выполнять задания "идти" и "не идти". Мышей помещают в лабиринт, где они сталкиваются с двумя типами раздражителей: зеленым светом и красным светом. Мыши были обучены реагировать следующими способами:

Если загорается зеленый индикатор, мышей обучают нажимать на рычаг (реакция "идти").

Если загорается красная лампочка, мышей обучают воздерживаться от нажатия на рычаг (реакция "не идти").

Исследователи заинтересованы в изучении стратегий реагирования мышей и того, как на них могут повлиять вознаграждения и штрафы. Они разрабатывают игру, чтобы протестировать процессы принятия решений мышами.

В игру играют следующим образом:

Каждый раз, когда загорается зеленый индикатор, мыши могут либо нажать на рычаг ("идти"), либо воздержаться от нажатия на рычаг ("не идти").

Если мыши выберут правильный ответ (т.е. нажмут на рычаг, когда загорится зеленый индикатор, или воздержатся от нажатия, когда загорится красный индикатор), они получат вознаграждение в виде 10 пищевых гранул.

Если мыши выбирают неправильный ответ (т.е. нажимают на рычаг при появлении красной лампочки или воздерживаются от нажатия при появлении зеленой), они получают штраф в размере 5 пищевых гранул.

Исследователи фиксируют выбор мышей и их результаты в ходе многочисленных испытаний. Они хотят проанализировать стратегии принятия решений мышами и определить, демонстрируют ли они какие-либо последовательные закономерности, которые можно объяснить с помощью концепций теории игр.

Вопрос 1:

Предположим, что мыши сталкиваются со следующими вероятностями появления зеленого и красного огней:

Вероятность того, что появится зеленый индикатор, равна 0,6.

Вероятность того, что загорится красный индикатор, равна 0,4.

Если мышь всегда выбирает нажатие на рычаг ("идти") независимо от представленного света, рассчитайте ожидаемый выигрыш за большое количество попыток.

Вопрос 2:

Рассмотрим другую мышь, которая разработала стратегию нажатия на рычаг ("идти") с вероятностью p при появлении зеленого индикатора и воздержания от нажатия на рычаг ("не идти") с вероятностью q при появлении красного индикатора. Рассчитайте ожидаемый выигрыш для этой мыши в терминах p и q .

[6 баллов]

Задача 7. Болезнь кишок

В больнице имени М. Асрак стремительными темпами распространяется супер-бактерия штамма *E. academy*, которая поражает летально органы пищеварения и буквально их “взрывает”. Особенностью данного вида бактерии является то, что они смогут размножиться в дальнейшем, если первым делом попали в форме споры в кислотную среду ($pH \approx 3$) в теле хозяина.

Больницу накрыли огромным куполом, в целях предотвращения распространения данного патогена. Именитый профессор Аскимов, работающий в данной клинике, в кратчайшие сроки нашел вид бактериофагов, убивающие в 75% случаев все эти бактерии в теле. Используя вышеуказанную информацию, дайте обоснованный ответ на следующие вопросы:

- 1) В палате находятся 9 пациентов, 3 из них прошли процедуру гастроэктомии, 2 из них получают лечение сильнейшими антацидами, 3 проходят лечение экспериментальными активаторами H^+/K^+ -АТФазы. Двое из проходящих экспериментальное лечение проходили процедуру гастроэктомии и один из пациентов, принимающий антациды, проходит параллельно лечение активаторами. Найдите количество возможных комбинаций, когда команда пациентов состоит из двух обычных и из двух проходящих какое либо лечение/прошедшие процедуру гастроэктомии. Покажите шаги решения.
- 2) После выборки команды, вы направляетесь в лабораторию Аскимова, где он “случайно” сломал свой аппарат, выпускающий разработанными бактериофагами. Поломка аппарата заключалась в том, что теперь невозможно направить дуло аппарата к конкретному человеку, и теперь он стреляет в случайные 4 точки. Вы случайным образом распределили свою команду по 4-ем позициям. Найдите вероятность того, что данное лечение будет успешно работать (люди с некоторыми особенностями не могут болеть данной болезнью, поэтому вероятность их излечения равна нулю).

[6 баллов]

Задача 8. У всех есть корейцы

Группа ученых изучает недавно открытый ген в конкретном организме. Они хотят изучить его потенциальные функции и регулирующие элементы. Для достижения этой цели они получили последовательность ДНК гена и провели биоинформатический анализ. Они нашли предполагаемый промоторный регион и хотели определить его статистическую значимость.

Предполагаемая промоторная область расположена выше по течению от гена, и они идентифицировали область в 1000 пар оснований (п.н.). Чтобы оценить его значимость, они случайным образом выбрали 1000 областей одинаковой длины из генома организма и рассчитали среднее содержание GC (процентное содержание Gs и Cs) для каждой области.

Установлено, что содержание GC в предполагаемой промоторной области составляет 0,55. Среднее содержание GC в случайно выбранных областях составляет 0,48 при стандартном отклонении 0,03.

Ваша задача - помочь ученым определить, имеет ли предполагаемый промоторный регион статистически значимую разницу в содержании GC по сравнению со случайно выбранными регионами. Используйте двусторонний t-критерий с уровнем значимости 0,05.

Можете использовать при вычислениях нижеприведенную формулу:

$$t = \frac{(x - \mu)}{(s / \sqrt{n})}$$

[6 баллов]

Задача 9. Птышки

Ученые изучают эволюцию группы видов птиц, известных под общим названием *Ptshka*. Они собрали последовательности ДНК для пяти различных генов (A, B, C, D и E) у нескольких видов *Ptshka*. Используя эти последовательности, они стремятся построить филогенетическое древо, чтобы понять эволюционные взаимоотношения между видами.

В таблице ниже показаны попарные генетические расстояния между видами, основанные на пяти генах:

Вид	Ген A	Ген B	Ген C	Ген D	Ген E
I	0.0	0.6	0.8	0.4	0.9
II	0.6	0.0	0.3	0.7	0.5
III	0.8	0.3	0.0	0.9	0.6
IV	0.4	0.7	0.9	0.0	0.2
V	0.9	0.5	0.6	0.2	0.0

Основываясь на генетических расстояниях, рассчитайте следующее:

- Вычислите генетическое расстояние между видами I и III на основе всех пяти генов.
- Какие два вида кажутся наиболее тесно связанными, исходя из общих генетических расстояний?
- Какой(-ие) ген(ы) демонстрирует(-ют) наибольшую генетическую дистанцию(-и) между видами?

[7 баллов]

Задача 10. Богиня - Афина

Аффинная хроматография - это метод, используемый в молекулярной биологии для выделения и очистки специфических биомолекул. В этом эксперименте исследователь стремится очистить Nurkin serum albumin (NSA) от смеси белков. Исследователь успешно загрузил белковую смесь на аффинную колонку, содержащую лиганд, специфичный для NSA. После вымывания несвязанных белков NSA они элюируются с использованием высокоаффинного буфера для элюирования.

Исследователь хочет определить концентрацию NSA в элюате с помощью измерений оптической плотности. Они подготовили стандартную кривую NSA, измерив поглощение различных известных концентраций NSA. Стандартное уравнение кривой задается в виде:

$$\text{Поглощение (A)} = 0,0325 \times \text{Концентрация (мг/мл)} + 0,0124$$

Исследователь собирает элюат из аффинной колонки и измеряет его поглощение при длине волны 280 нм. Показатель поглощения составляет 0,245.

Вопрос 1:

Основываясь на приведенном уравнении стандартной кривой, рассчитайте концентрацию NSA в элюате.

Вопрос 2:

Если исследователь собрал общий объем элюата в 2 мл, каково общее количество NSA (в миллиграммах), присутствующее в элюате?

[3 балла]