

11-я Международная естественнонаучная олимпиада юниоров

Теоретический тур

6 декабря 2014 года



Правила проведения теоретического тура

1. Вы должны сесть за отведённый вам стол.
2. Перед началом тура убедитесь в наличии на вашем столе ручки, линейки и калькулятора, которыми вас обеспечили организаторы.
3. Вы не должны приносить с собой что-либо, кроме личных медикаментов или другого личного медицинского оборудования.
4. Убедитесь в наличии листов с вопросами и листов для ответов. Если вы не обнаружили какой-то лист, поднимите руку. Тур начинается по свистку.
5. В ходе испытания вы не должны покидать помещение за исключением чрезвычайной ситуации, и при этом вас будут сопровождать дежурные.
6. Вы не должны беспокоить других участников тестирования. В случае, если вам необходима помощь, вы можете поднять руку и дежурный придет к вам на помощь.
7. Не допускается никаких вопросов или дискуссий по заданиям тура. Вы должны оставаться за своим столом до окончания тура, даже если закончили работу раньше отведенного времени.
8. По окончании времени, отведенного на теоретический тур, прозвучит свисток. Вам не разрешается писать что-либо на листах для ответов после окончания тура. Вы должны тихо покинуть комнату, когда вас об этом попросят. Листы с ответами и заданием должны остаться аккуратно сложенными на вашем столе.



ВНИМАТЕЛЬНО ПРОЧТИТЕ СЛЕДУЮЩУЮ ИНСТРУКЦИЮ

1. На выполнение задания отводится 3 часа 30 минут.
2. Убедитесь, что вам выдан полный комплект условий и соответствующих листов для ответов. В задании теоретического тура 3 задания (на 26 страницах).
3. На каждой странице листов ответов напишите свой код (ID).
4. Записывайте свои окончательные ответы в маленьких рамках на листах ответов, а этапы ваших вычислений записывайте в больших рамках на листах ответов.

Для вычисления $4^{-2,5}$ сделайте следующее:

- 1) нажмите 4
- 2) нажмите кнопку y^x (над цифрой 8)
- 3) наберите число 2,5
- 4) нажмите кнопку +/- (рядом с кнопкой 0)



ЗАДАНИЕ 1

Быстрый рост численности населения мира (на настоящий момент насчитывающей более 6700 миллионов человек) и методы, которые мы применяем для извлечения, перевозки, преобразования и использования ресурсов, делают нашу планету все более тесной и некомфортной для ее обитателей. В последние годы изменения, происходящие в окружающей среде, в силу их внезапно нарастающего характера, стали привлекать все большее внимание. Хотя различные химические, физические и биологические составляющие среды по своей природе изменчивы, результаты человеческой деятельности в прошлом столетии привели к изменениям более глубоким и серьезным.

Группа экологов из неправительственной организации (НПО) совместно с Министерством окружающей среды решило оценить экологическое значение растений рода *Larrea*, широко распространенных в Аргентине. НПО подчеркивало полезность этих растений:

1. Их можно использовать для озеленения территорий, поврежденных человеческой деятельностью.
2. Они имеют социальное и культурное значение как местные виды.
3. Их можно использовать в косметологии и медицине.
4. Их можно использовать для укрепления почв в районах выветривания.

Растения рода *Larrea* принадлежат к семейству *Zygophyllaceae* (местное название «харилла») и населяют засушливые районы страны. В Аргентине встречается четыре вида, относящихся к этому роду: *Larrea cuneifolia*, *L. divaricata*, *L. nitida* и *L. ameghinoi*. Листья этих растений покрыты кутикулой, в значительной степени состоящей из органической кислоты $C_{18}H_{22}O_4$ (NDGA). Кутикула препятствует потере воды и, благодаря своей токсичности, защищает листья от поедания травоядными животными.



Рис.1: Типичный ландшафт провинции Мендоса. На переднем плане цветущий куст хариллы

1.1. Для того, чтобы оценить возможность использования растений рода *Larrea* для озеленения нарушенных территорий, группа ученых работала в регионе, где ведётся добыча полезных ископаемых. Они делали следующее:

Выбрали два участка земли. Один из них был засажен хариллой, а другой оставлен для естественного восстановления растительности. Через десять лет после начала эксперимента, участки сравнили.

Поскольку под покровом растений рода *Larrea* условия обитания становятся более благоприятными для других видов, задачей ученых было определить, отразятся ли эти условия на увеличении разнообразия видов на соответствующем участке.

Разнообразие видов - это ключевая характеристика сообщества живых организмов. Она может быть оценена с помощью:

1. Видового богатства (S): количества различных видов в сообществе.
2. Степени видовой равномерности или равнозначности: доли особей каждого вида в общей численности организмов сообщества (относительная численность).



Индекс Пielу (J) - один из показателей, используемых для определения равномерности, который вычисляется по следующей формуле.

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Где:

H' - коэффициент Шеннона-Винера (значения приведены в таблицах 1 и 2)

$$H'_{\max} = \ln(S)$$

S - видовое богатство

Помните, что:

1. Коэффициент Шеннона-Винера - это один из коэффициентов для оценки биоразнообразия.
2. Численность вида: общее число представителей данного вида.

Данные, полученные при исследовании двух участков, представлены в виде следующих диаграмм и таблиц:

Таблица 1: Виды, численность и жизненные формы в сообществе, где была высажена *Larrea* (Участок 1)

| Вид | Численность | Форма |
|-----------------------------------|-------------|-------------|
| <i>Acantholippia seriphioides</i> | 300 | кустарник |
| <i>Condalia microphylla</i> | 250 | кустарник |
| <i>Larrea cuneifolia</i> | 400 | кустарник |
| <i>Larrea divaricata</i> | 250 | кустарник |
| <i>Lycium tenuispinosum</i> | 250 | кустарник |
| <i>Montea aphylla</i> | 150 | кустарник |
| <i>Senna aphylla</i> | 220 | кустарник |
| <i>Pyrrhocactus pachacoensis</i> | 700 | кактус |
| <i>Aristida mendocina</i> | 220 | трава |
| <i>Cottea pappophoroides</i> | 210 | трава |
| <i>Erodium cicutarium</i> | 750 | травянистое |
| <i>Fabiana peki</i> | 450 | травянистое |
| <i>Helenium donanum</i> | 650 | травянистое |
| <i>Hoffmannseggia eretophila</i> | 500 | травянистое |
| <i>Prosopis flexuosa</i> | 150 | дерево |
| Индекс Шеннона-Винера (H') | 2.57 | |



Рис.2: Соотношения жизненных форм

Таблица 2: Виды, численность и жизненные формы в естественном сообществе (Участок 2)

| Виды | Численность | Форма |
|-----------------------------------|-------------|-------------|
| <i>Spartium junceum</i> | 80 | кустарник |
| <i>Larrea cuneifolia</i> | 200 | кустарник |
| <i>Lycium chilense</i> | 70 | кустарник |
| <i>Spartium junceum</i> | 50 | кустарник |
| <i>Aristida mendocina</i> | 1000 | трава |
| <i>Cottea pappophoroides</i> | 250 | трава |
| <i>Stipa sp.</i> | 300 | трава |
| <i>Arjona longifolia</i> | 70 | травянистое |
| <i>Buddleja mendozencis</i> | 25 | травянистое |
| <i>Hysterionica jasionoide</i> | 30 | травянистое |
| <i>Junellia aspera</i> | 40 | травянистое |
| <i>Lecanophora heterophylla</i> | 55 | травянистое |
| <i>Oenotera odorata</i> | 20 | травянистое |
| <i>Salsola kali</i> | 25 | травянистое |
| <i>Cercidium praecox</i> | 50 | дерево |
| Индекс Шеннона-Винера (H') | 1,95 | |

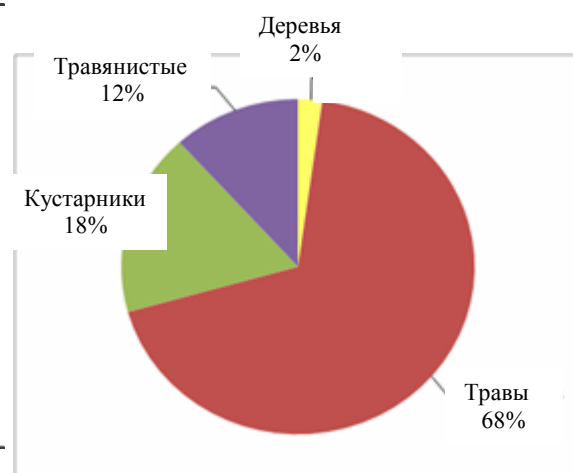


Рис.3: Соотношения жизненных форм



1.1.1. Заполните Таблицу 3 в Листах ответов информацией, относящейся к соответствующим сообществам.

| Сообщество | Видовое богатство (S) | Общая численность (N) | Название доминирующего вида | Численность доминирующего вида | J |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|
| Участок 1: Сообщество, изначально включавшее в себя <i>Larrea</i> | | | | | |
| Участок 2: Сообщество с естественным восстановлением | | | | | |

1.1.2. Укажите, в каком из сообществ больше видовое разнообразие.

1.1.3. Отметьте буквами, правильны (T) или неправильны (F) объяснения, приведенные на Листах ответов, подтверждающие ответ, данный в пункте 1.1.2.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| А. Через десять лет после начала эксперимента сообщество, заселенное <i>Larrea</i> , и сообщество, оставленное для естественного восстановления, стали значительно отличаться по видовому богатству, что связано с действием <i>Larrea spp.</i> | |
| В. Присутствие <i>Larrea</i> на 1 участке увеличило на нем численность кустарников и травянистых форм. Это может указывать на то, что <i>Larrea</i> способствует заселению на этот участок других видов и увеличению разнообразия сообщества. | |
| С. Положительное действие проявляется в том, что на озелененном участке (участок 1) мы видим меньшее разнообразие жизненных форм, по сравнению с сообществом, восстанавливавшимся естественным образом (участок 2). | |

1.2. После того, как подходящие для озеленения виды были определены, НПО потребовалось озеленить засушливую область, расположенную в предгорьях Мендосы. На рис. 4 показана область для озеленения. Рассчитайте площади фигур А, В, С, D и рассчитайте суммарную площадь региона. Выразите полученный результат в квадратных метрах.

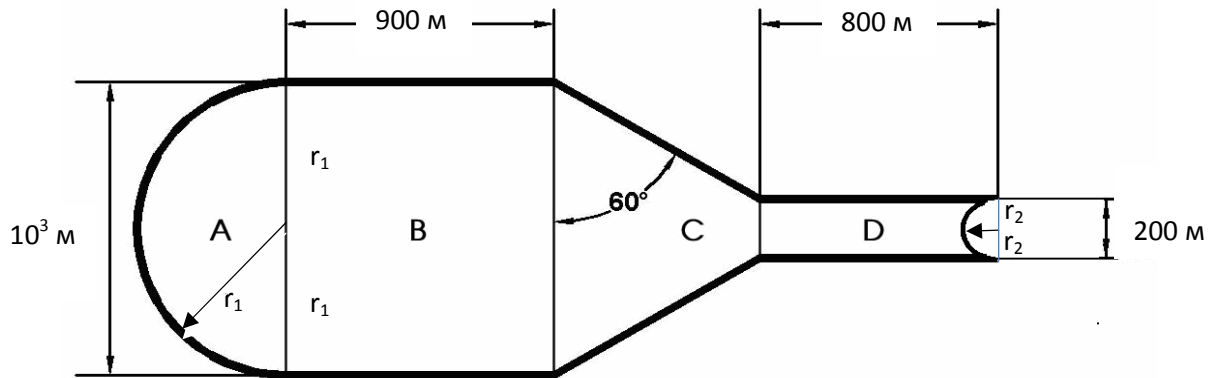


Рис. 4: Схематическое изображение области озеленения.

1.3. Другой проблемой, связанной с потерей природной растительности, в основном на склонах, является отделение обломков скалы с последующим их падением. Вид сбоку на предгорья Мендосы показан на рис. 5.

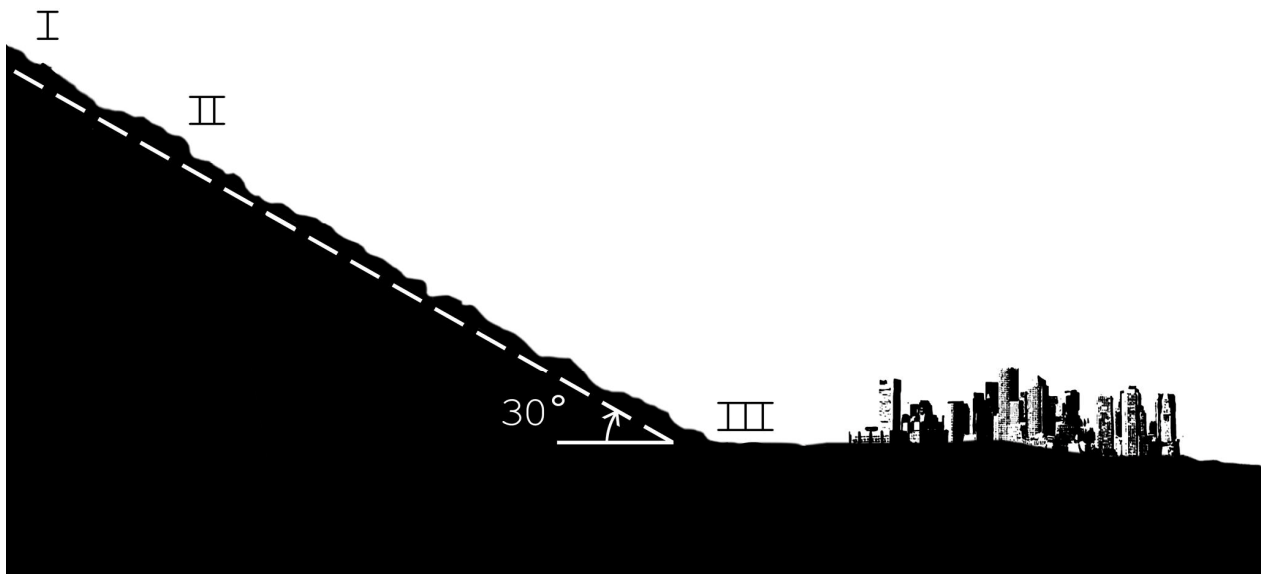


Рис. 5: Вид сбоку на территорию

1.3.1. При проведении работ по озеленению группа рабочих, расположенная в точке I, обнаружила обломок скалы, сползающий (без качения) по склону со скоростью $10.0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Расстояние от точки I до точки II равно 50.0 м , а коэффициент трения скольжения между скалой и землей на этом участке равен 0.46 . Пренебрегая сопротивлением воздуха и предполагая, что поверхность ровная, найдите скорость обломка при прохождении точки II. (Ускорение свободного падения равно $9.81 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$)

1.3.2. Наличие растительности помогает предотвратить разрушение скалы и сползание отколовшихся обломков. Пусть область длиной 200.0 м от точки II до точки III была озеленена, а скала из пункта 1.3.1 достигла точки III с нулевой скоростью. Найдите коэффициент трения скольжения на этом участке, считая его постоянным.

1.4. С целью улучшения состояния почвы, учёные проводили химические анализы состояния нарушенных почв и определяли оптимальный состав почвы для развития растений вида *Larrea spp.*

Полученные результаты приведены в таблице 4.

| Переменные | Состав нарушенных почв | Состав оптимальной почвы для <i>Larrea</i> |
|---------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------|
| Органические вещества (% вес.) | 0.90 | 3.33 |
| Общий азот ($\text{мг} \cdot \text{кг}^{-1}$) | 1 033.00 | 1 353.00 |
| Извлекаемый фосфор ($\text{мг} \cdot \text{кг}^{-1}$) | 1.00 | 8.12 |
| Извлекаемый калий ($\text{мг} \cdot \text{кг}^{-1}$) | 1 199.00 | 1 444.00 |
| Влажность (% вес) | 10.52 | 12.97 |
| pH | 7.54 | 7.10 |

Таблица 4: Состав нарушенной почвы по сравнению с оптимальным составом почвы для развития растений рода *Larrea*.

Larrea устойчив к пустынным почвам, но плохо переносит почвы с высоким содержанием фосфора. Нарушенные почвы должны быть улучшены внесением удобрения на глубину 0.3 м , чтобы достичь оптимального уровня содержания питательных веществ. Состав питательных веществ по массе в предлагаемом удобрении: $30\% \text{ N}$, $15\% \text{ P}_2\text{O}_5$, и $15\% \text{ K}_2\text{O}$.

(Плотность почвы $1.63 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$; относительные атомные массы: P - 31; O - 16; K - 39; N - 14.)



1.4.1. По какому из данных элементов вы бы определяли количество удобрения для использования?

1.4.2. Вычислите, сколько килограммов удобрения нужно внести на квадратный метр почвы. Округлите результаты до двух знаков после запятой.

1.4.3. Рассчитайте концентрацию гидроксид-ионов OH^- , определяющих значение рН в нарушенной почве (см. таблицу 4).

1.4.4. Какой из индикаторов, приведенных в таблице 5, вы выбрали бы для определения рН нарушенной почвы, и какой цвет будет иметь выбранный индикатор. Запишите индикатор и цвет с помощью буквенных обозначений в скобках.

| Индикатор | Интервал рН | Цвет |
|----------------------------|-------------|---------------------------------|
| Метилоранж (МО) | 3.1 – 4.4 | Красный (R) - Желтый (Y) |
| Бромтимоловый Синий (BB) | 6.2 – 7.5 | Желтый (Y) - Синий (B) |
| Метилоранж (MR) | 4.2 – 6.2 | Красный (R) – Желтый (Y) |
| Метакрезол Фиолетовый (MP) | 7.8 – 9.2 | Желтый(Y) - Пурпурный (P) |
| Фенолфталеин (PP) | 8.3 – 10.0 | Бесцветный (C) - Фиолетовый (V) |

Таблица 5: Соответствия индикатора, интервала рН и цвета.

1.4.5. рН почвы может быть высоким в регионах с повышенной концентрацией растворимого Na_2CO_3 (карбоната натрия) и малым количеством осадков. Это происходит из-за реакции гидролиза между карбонат-ионом и H_2O (вода).

Напишите уравнение диссоциации Na_2CO_3 в воде.

1.4.6. Напишите ионное уравнение гидролиза, приводящее к повышению рН почвы.

1.5. *Larrea* используется коренными жителями по-разному, в том числе, по положению листьев *Larrea cuneifolia* относительно солнца можно определять стороны света. Листья *Larrea* располагаются таким образом, чтобы улавливать мягкий утренний и послеобеденный свет, но не яркий полуденный, во избежание избыточного испарения. На рисунке 6 показаны четыре различных положения листьев *Larrea* относительно солнца.

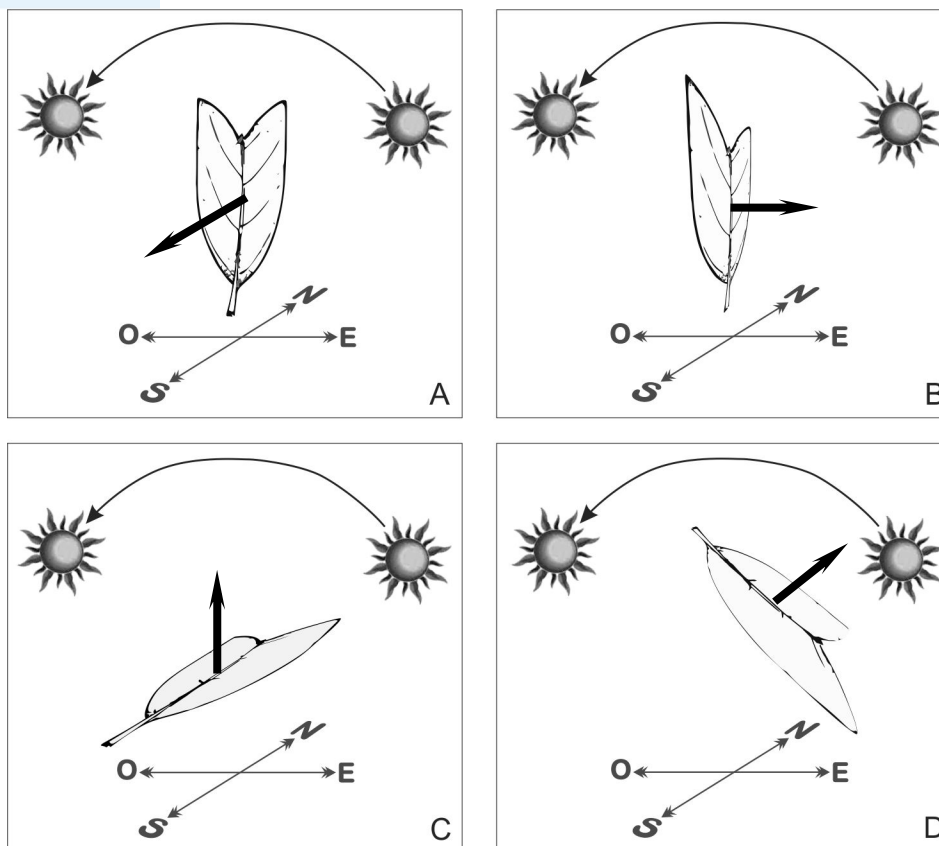


Рис.6: Различные положения листьев *Larrea cuneifolia* относительно солнца. Стрелки показывают направление нормали к верхней поверхности листа.

1.5.1. Выберите картинку, которая наилучшим образом соответствует описанию из пункта 1.5.

1.5.2. Из приведенных утверждений выберите то, на основании которого вы дали ответ в пункте 1.5.1:

- a) Длина волны солнечного света различна в разное время суток
- b) Частота световых волн различна в разное время суток
- c) Площадь поверхность листа, перпендикулярная солнечным лучам, различна в разное время суток
- d) Температура окружающей среды различна в разное время суток

1.6. Органическая кислота NDGA ($C_{18}H_{22}O_4$), присутствующая в кутикуле листьев *Larrea*, активно используется в косметической и медицинской индустриях из-за её антиоксидантных, антиканцерогенных и противовирусных свойств. Методика определения этой кислоты основана на ее реакции с тетрагидратом молибдата аммония ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$), в результате их взаимодействия образуется комплекс оранжевого цвета. Коэффициент поглощения падающего света с определенной длиной волны

определяется по тому, как свет проходит через образец окрашенного раствора, помещенного в прозрачную кювету (см. рис. 7). Коэффициент поглощения будет напрямую зависеть от концентрации в растворе окрашенного комплекса, который поглощает излучение на этой длине волны.

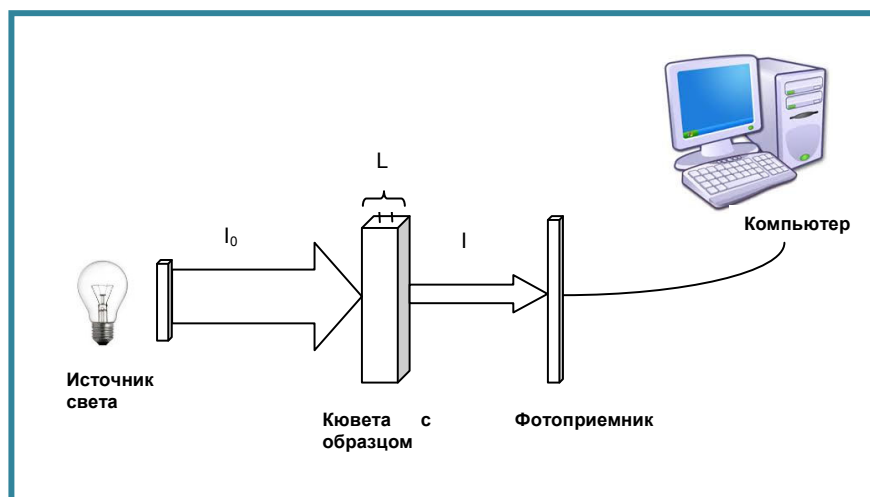


Рис. 7. Схема установки для измерения коэффициента поглощения

В процессе извлечения NDGA из листьев *Larrea sp.* вместе с ней извлекаются и другие вещества. Эти вещества влияют на количественное определение концентрации NDGA. Поскольку у них есть некоторые общие с NDGA функциональные группы, то они тоже взаимодействуют с молибдатом аммония, образуя окрашенный комплекс.

Были получены спиртовые вытяжки из листьев *L. divaricata* и *L. cuneifolia*. Для них были проведены измерения коэффициента поглощения для различных длин волн с помощью молибдата аммония. Полученные результаты приведены в Таблице 6.

| Длина волны (нм) | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |
|----------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Средний коэффициент поглощения других веществ в вытяжках | 0.82 | 0.33 | 0.15 | 0.07 | 0.05 | 0 |
| Коэффициент поглощения NDGA в <i>L. divaricata</i> | 1 | 0.84 | 0.53 | 0.22 | 0.09 | 0.03 |
| Коэффициент поглощения NDGA в <i>L. cuneifolia</i> | 0.99 | 0.81 | 0.46 | 0.20 | 0.06 | 0.04 |

Таблица 6: Коэффициенты поглощения для NDGA и других веществ в *L. divaricata* и *L. cuneifolia* для соответствующих длин волн.

1.6.1. Нарисуйте на одном графике три зависимости коэффициента поглощения от длины волны для образцов из таблицы 6. Используйте разные цвета для каждого образца.

1.6.2. С помощью информации из Таблицы 6 определите длину волны, которая требуется для наилучшего отличия NDGA от других веществ.

Соотношение между коэффициентом поглощения и концентрацией исследуемого вещества определяется формулой:

$$A = C\varepsilon L,$$

где A – коэффициент поглощения образца (безразмерный), C – молярная концентрация вещества (M), L – длина пути света (см. рис 7), ε – молярный коэффициент поглощения, зависящий от исследуемого вещества, длины волны излучения и экспериментальных условий ($M^{-1}\cdot cm^{-1}$).

Химик получил две вытяжки, одну из листьев *L. divaricata*, а другую *L. cuneifolia*, но не подписал их. Он решил поместить их в две кюветы, помеченные как А и В, и измерил коэффициент поглощения для каждого образца при длине волны 500 нм с помощью кюветы с длиной пути света 1 см.

Пусть $\varepsilon = 8\,920\, M^{-1}\cdot cm^{-1}$, молярная масса NDGA 302 г·моль⁻¹, коэффициент поглощения для вытяжки А был равен 0.47, а для вытяжки В 0.52.

1.6.3. Определите концентрацию NDGA (в мг·л⁻¹) в каждой вытяжке. Считайте, что образцы были предварительно очищены от других веществ.

1.6.4. С помощью информации из Таблицы 6 и полученных значений коэффициента поглощения определите, какому виду соответствует каждая вытяжка.

1.6.5. Нужно получить 500 мл водного раствора 0.2 % (вес.) NDGA из листьев *L. divaricata*. Известно, что сухие листья *L. divaricata* содержат 7% (вес.) NDGA. Определите необходимую массу свежего *L. divaricata*, учитывая, что свежие листья содержат 8% (вес.) воды (плотность воды при температуре 20 °C составляет 1 г·см⁻³).

ЗАДАНИЕ 2

Под изменением климата понимаются долговременные изменения средних погодных условий в результате естественных процессов или деятельности человека. В настоящее время экологические проблемы вызывают серьезную озабоченность в мире.

Факторы, связанные с изменением климата, которые вызывают беспокойство в научном сообществе, включают в себя:

a. Кислотные дожди, ухудшающие качество водоемов планеты, что приводит к проблеме распределения воды в человеческой популяции.

b. Таяние ледников, являющееся прямым следствием глобального потепления.

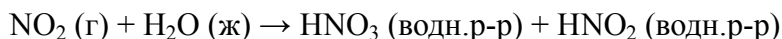
Повышение концентрации некоторых газов в атмосфере, так называемых парниковых газов (ПГ), среди которых углекислый газ (CO_2), метан (CH_4) и диоксид азота (NO_2), является результатом человеческой деятельности, связанной с использованием ископаемого топлива, интенсификацией сельского хозяйства и изменением состава почв. Накопление этих газов приводит к повышению средней температуры земной поверхности, известному как "глобальное потепление". Другим следствием более высоких концентраций ПГ вместе с диоксидом серы (SO_2), является формирование осадков, известных как кислотные дожди, которые образуются также естественным образом в результате вулканических извержений и деятельности термальных источников. Низкие значения pH оказывают вредное воздействие непосредственно на водные экосистемы, а также приводят к разрушению строительных материалов, скульптур и каменных памятников. Кроме того, кислотные дожди приводят к растворению металлов, таких как свинец (Pb) и медь (Cu), присутствующих в водопроводных трубах. Тем не менее, содержание серы в кислотных дождях имеет некоторые преимущества. Диоксид серы превращается в сульфатные аэрозоли, которые усиливают отражение солнечного излучения, препятствуя глобальному потеплению, противодействуя естественной выработке метана микроорганизмами в водах болот, тем самым способствуя охлаждению поверхности Земли.

2.1. Нормальные осадки имеют среднее значение pH около 5.65 из-за присутствия CO_2 , который с водой атмосферы образует угольную кислоту (H_2CO_3). Если значение pH осадков ниже 5, то они называются кислотными дождями, иногда их значение pH достигает 3. Токсичными компонентами кислотных дождей являются SO_2 и окись азота (NO), образующиеся в результате сжигания угля или углеводородов. В результате серии химических реакций SO_2 и NO превращаются в триоксид серы (SO_3) и диоксид азота (NO_2). Последние, реагируя с атмосферной водой, образуют соответствующие кислоты, которые понижают значение pH.



2.1.1. Напишите химические реакции образования кислот при взаимодействии SO_3 и CO_2 с водой.

2.1.2. Схема образования азотной кислоты (кислотный дождь):



Поставьте стехиометрические коэффициенты, используя метод полуреакций.

2.2. При pH ниже 4 происходит растворение гидроксида алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_3$), присутствующего в почвах, что приводит к тяжелым последствиям для рыб, земноводных и насекомых из-за токсичности алюминия. Кислотность воды вызывает серьезные осложнения для беспозвоночных с экзоскелетом из кальцита, состоящим из карбоната кальция (CaCO_3), так как кислоты способствуют растворению этого минерала.

Жителями города, расположенного в Андах, обнаружены изменения экосистемы озера и его ближайшего окружения в радиусе до нескольких километров. Изменения проявляются в угнетении местной флоры и фауны: большое количество рыб и амфибий были найдены мертвыми на берегу озера. С целью определения причин проблемы и поиска её решения, исследователи проанализировали образец воды. Было обнаружено, что гибель рыбы была связана с отравлением алюминием.

2.2.1. Определите растворимость в моль на литр гидроксида алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_3$) в воде озера, если значение pH воды 5.2. Известно, что произведение растворимости (ПР) гидроксида алюминия равно $5 \cdot 10^{-33}$.

2.3. Сеть водопроводных труб в вышеупомянутом городе представлена на рис. 8, где V_1 - V_{11} являются распределительными станциями, и V_1 - основной резервуар, присоединенный к источнику воды.

В прошлом водопроводные трубы делали из свинца. Они изнашивались со временем и вызывали случаи отравления (у людей) из-за присутствия этого тяжелого металла в воде. Старые трубы надо заменить новыми, сделанными из поливинилхлорида (ПВХ). Для того, чтобы избежать лишних расходов, требуется уменьшить текущее количество соединений.

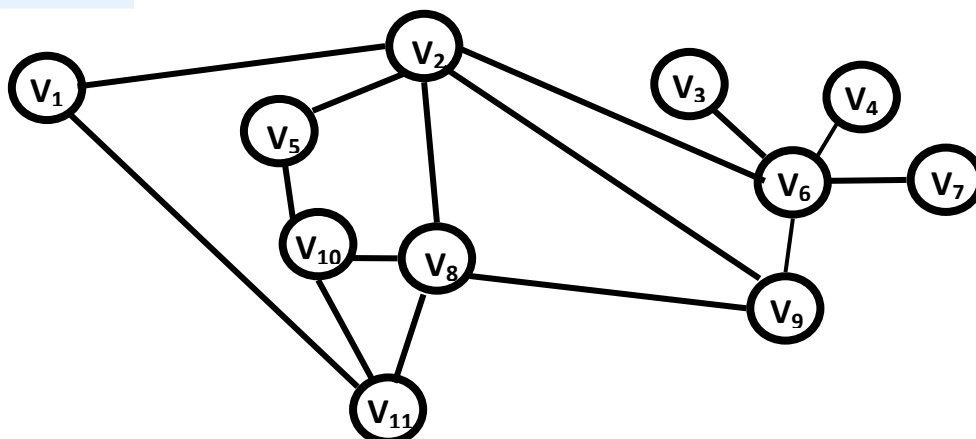


Рис. 8: Сеть водопроводных труб

2.3.1. Определите максимальное количество труб, которое можно убрать, сохранив снабжение водой всех распределительных станций.

2.4. Накопление свинца в организме оказывает влияние на работу печени, почек и нервной системы. Свинец, попавший в организм с пищей, воздействует на нервную систему, являясь причиной умственной отсталости, замедления роста и расстройств суточной активности. Даже небольшие количества свинца, попав в организм, могут привести к нарушениям в работе центральной нервной системы маленького ребенка или плода.

Минимальная токсичная концентрация свинца в крови для взрослых составляет 0.038 мг/100 мл, а у детей 0.005 мг/100 мл. В таблице 7 приведены значения концентрации свинца в крови 5 взрослых (группа 1) и 5 детей (группа 2) из города, о котором шла речь.

| Группа | Концентрация свинца в крови (мг/100 мл) | | | | |
|-------------|-----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Взрослые | 0.057 | 0.020 | 0.087 | 0.060 | 0.065 |
| 2. Дети | 0.004 | 0.010 | 0.009 | 0.008 | 0.007 |

Таблица 7: Концентрация свинца в крови (мг/100 мл) у взрослых и детей.

2.4.1. Подсчитайте среднее значение концентрации свинца в крови для каждой группы. Укажите, в какой из них, если таковая имеется, превышена минимальная токсическая концентрация свинца. Используйте букву А для обозначения группы взрослых, С – для обозначения группы детей, В – для обозначения обеих групп вместе.

2.5. Жизнь на Земле стала возможна благодаря энергии, которую она получает от Солнца, и благодаря наличию парниковых газов, которые поглощают инфракрасное излучение, испускаемое поверхностью Земли. Часть поглощенного излучения

переизлучается в направлении верхних слоев атмосферы, а другая часть – в направлении поверхности Земли, повышая ее температуру.

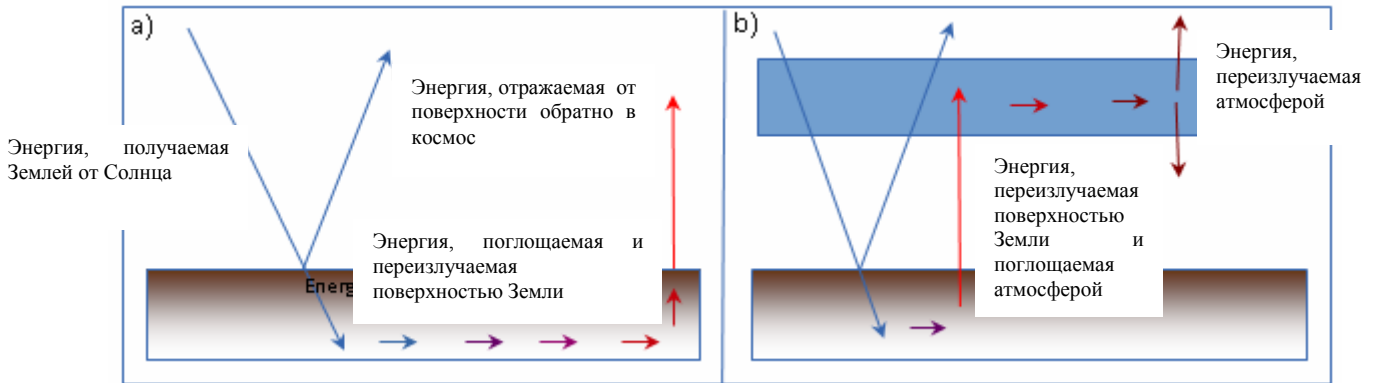


Рис 9. а) без атмосферы. б) с атмосферой

Поверхность Солнца излучает энергию как абсолютно черное тело с температурой 5500°C . Абсолютно черное тело – объект, который поглощает всю энергию падающего на него излучения. Часть энергии Солнца достигает верхней границы атмосферы со средней интенсивностью, усредненной по всей площади поверхности атмосферы, равной примерно $341 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}$. Тридцать процентов (30%) этой интенсивности отражается обратно в космос, а оставшаяся часть поглощается поверхностью Земли, которая переизлучает её на больших длинах волн (инфракрасное излучение).

2.5.1. Рассчитайте равновесную температуру Земли без учета поглощения в атмосфере (Рис. 9а). Выразите полученный результат в К и $^{\circ}\text{C}$.

Интенсивность излучения I ($\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}$), испускаемого абсолютно черным телом, подчиняется закону Стефана-Больцмана:

$$I = \sigma T^4, \text{ где } \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{К}^{-4}$$

Считайте, что Земля излучает энергию как абсолютно черное тело.

2.5.2. Атмосфера прозрачна для большей части высокочастотного излучения, испускаемого Солнцем, и непрозрачна для низкочастотного (инфракрасная часть спектра), испускаемого поверхностью Земли. Это в основном связано с присутствием парниковых газов в атмосфере.

Найдите равновесную температуру Земли с атмосферой (Рис. 9б), считая, что атмосфера поглощает все испускаемое поверхностью излучение и переиспускает его в направлениях Земли и открытого космоса в равных долях. Начните с баланса интенсивностей для поверхности Земли и атмосферы.

Подсказка:

Считайте, что атмосфера поглощает энергию только от поверхности Земли и что как поверхность, так и атмосфера излучают как абсолютно черные тела.

2.6. Согласно одной из теорий изменения климата планета нагревается за счет парникового эффекта, что в свою очередь вызывает таяние ледников.



Рис. 10: Ледник Perito Moreno, Санта-Крус, Аргентина

2.6.1. Для этой теории рассчитайте минимальное количество энергии, требуемое для того, чтобы полностью растопить блок, состоящий из 10 000 кг льда с начальной температурой -10°C .

Термодинамические постоянные:

Удельная теплоемкость льда: $c = 2.093 \text{ Дж}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Удельная теплота плавления льда: $l = 333.7 \text{ Дж}\cdot\text{г}^{-1}$

ЗАДАНИЕ 3

Спортивная физиология изучает реакции человеческого организма на физические нагрузки и адаптации к этим нагрузкам. И те и другие зависят от множества факторов, таких как интенсивность, продолжительность и частота упражнений, а также от диеты, условий окружающей среды и наследственных задатков.

Девочка 13 лет любит физические упражнения. На протяжении нескольких месяцев она тренировалась, готовясь к соревнованиям. Сегодня она проснулась рано утром и позавтракала, съев тост, банан и выпив чашку молока.

3.1. Переваривание углеводов состоит в расщеплении больших молекул на более мелкие. Ферменты нашего организма катализируют эти реакции.

3.1.1. На основании информации, приведенной в таблицах А и В, отметьте крестиком (X) в таблице А секреторные структуры, которые производят ферменты, принимающие участие в переваривании крахмала, содержащегося в тосте. Затем, используя номера, соответствующие ферментам в таблице В, укажите названия структур, в которых эти ферменты производятся.

Подсказка: Один и тот же фермент может быть произведен несколькими структурами.

| Таблица А | | |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|---------|
| Структура | Секреторная структура, участвующая в переваривании крахмала | Фермент |
| Печень | | |
| Желудок | | |
| Слюнные железы | | |
| Толстый кишечник | | |
| Поджелудочная железа | | |
| Пищевод | | |
| Тонкий кишечник | | |

| Таблица В | |
|-----------|-------------|
| 1 | Фосфолипаза |
| 2 | Мальтаза |
| 3 | Амилаза |
| 4 | Липаза |
| 5 | Глюкозидаза |
| 6 | Сахараза |

3.1.2. За завтраком девочка также выпила молоко и съела фрукт, которые тоже содержат углеводы, требующие переваривания специфическими ферментами.

Заполните в Листах ответов таблицу С, в которой показаны ферментативные реакции. Запишите буквы, соответствующие ферментам, в зеленые квадратики и номера, соответствующие продуктам, в синие квадратiki (каждый номер может быть использован более одного раза).

| Ферменты | |
|----------|---------------|
| A | Креатинкиназа |
| B | Амилаза |
| C | Лактаза |
| D | Глюкозидаза |
| E | Сахараза |
| F | Мальтаза |

| Продукты | |
|----------|-----------|
| 1 | Мальтоза |
| 2 | Глюкоза |
| 3 | Фруктоза |
| 4 | Лактоза |
| 5 | Галактоза |
| 6 | Сахароза |

| Таблица С | |
|-----------|--|
| крахмал | |
| мальтоза | |
| лактоза | |
| сахароза | |

После завтрака спортсменка пошла на площадку для ежедневной тренировки. Если мы исследуем в деталях движения спортсменки и процессы, протекающие в мышцах, мы сможем сказать:

3.2. «Мускулатура и скелет формируют опорно-двигательную систему нашего тела. Механизм мышечного сокращения может быть представлен в виде определенной последовательности процессов».



3.2.1 В таблице D показан процесс сокращения мышечного волокна. Заполните таблицу E в Листах ответов, поставив буквы в порядке протекания соответствующих процессов.

| Таблица D. Процессы, протекающие в ходе мышечного сокращения | |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A. | АТФ гидролизует до АДФ и неорганического фосфата, и миозиновая головка отделяется от активного центра. |
| B. | Ацетилхолин воздействует на определенную область сарколеммы, вызывая открытие в ней каналов. Большие количества ионов натрия входят в саркоплазму, вызывая появление потенциала действия на мышечном волокне. |
| C. | Потенциал действия деполяризует сарколемму. Ионы Ca^{++} выходят из саркоплазматического ретикулума. |
| D. | Ионы Ca^{++} всасываются назад в саркоплазматический ретикулум, где остаются до появления нового потенциала действия. |
| E. | Потенциал действия достигает нервно-мышечного контакта (синапса) между двигательным нейроном и мышцей, ацетилхолин выделяется из окончания аксона. |
| F. | Ионы Ca^{++} создают возможность для взаимодействия актина и миозина. Нити миозина и актина располагаются в саркомере рядом друг с другом, что дает им возможность взаимодействовать и осуществлять мышечное сокращение. В ходе сокращения головки миозина связываются с актином и толкают актиновые нити в сторону центра саркомера. |

| Таблица E | |
|-----------|----------------------------------|
| Порядок | Буквы, соответствующие процессам |
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |

3.2.2 На рисунке 11 показаны процессы, происходящие при мышечном сокращении. Запишите буквы, соответствующие этим процессам, в клеточки на рисунке.

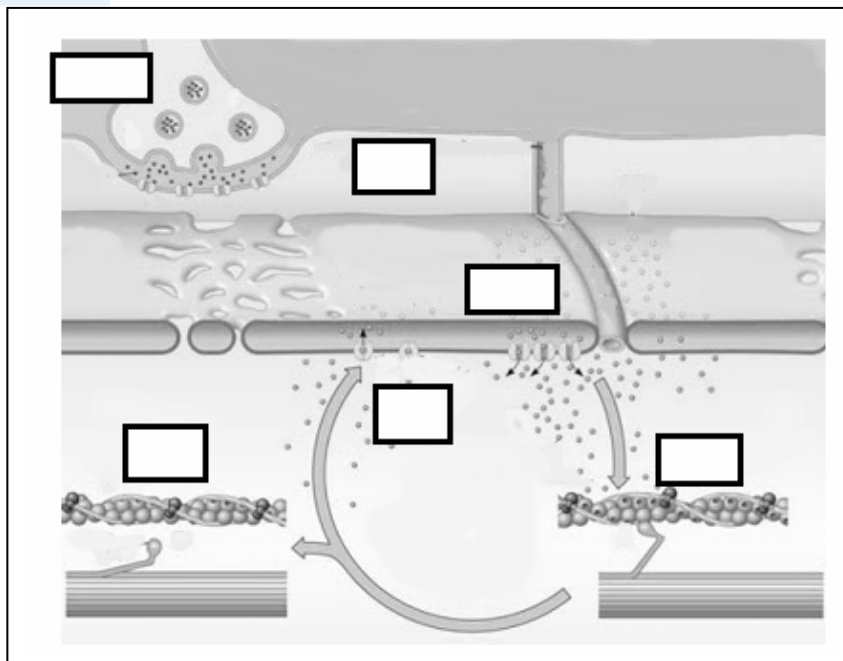


Рис. 11: Мышечное сокращение

Сокращение скелетной мышцы представляет собой одновременное укорочение многих саркомеров. Это означает, что скольжение актиновых и миозиновых волокон друг относительно друга может рассматриваться как работа некоего двигателя. Для того, чтобы этот двигатель работал, требуются механические силы и энергия. Силы возникают в результате взаимодействия волокон, а энергия берется из процесса гидролиза АТФ до АДФ и фосфата.

3.3 В процессе ежедневной тренировки спортсменка также выполняет упражнения по поднятию тяжестей для увеличения мускульной силы.

3.3.1. Средняя сила, развиваемая миозин-актиновой парой в мускулах, равна $5.0 \cdot 10^{-12}$ Н. Рассчитайте минимальное количество таких пар, которое требуется задействовать мускулу для поднятия груза массой 50 кг (Ускорение свободного падения $9.81 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$).

3.3.2. Эти пары потребляют энергию АТФ. Средняя сила, развиваемая миозин-актиновой парой, равна $5 \cdot 10^{-12}$ Н, а их средняя скорость относительного движения около $11 \cdot 10^{-9} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Рассчитайте мощность миозин-актиновой пары в $\text{Дж} \cdot \text{с}^{-1}$.

3.4. Всевозможные продукты обеспечивают организм энергией для выполнения различных функций. Уравнение окисления глюкозы ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) является одним из наиболее часто используемых для описания этих процессов.

3.4.1. Считая, что завтрак спортсменки эквивалентен 90 г глюкозы, вычислите массу углекислого газа (CO_2) образующегося в результате её полного окисления. (Относительные атомные массы $\text{C}=12$; $\text{O}=16$; $\text{H}=1$).

3.4.2. Рассчитайте число атомов кислорода в 90 г глюкозы.

3.5. Затем спортсменка решает заняться бегом сначала по прямой, а затем по кругу.

3.5.1. При беге по прямой скорость изменялась в соответствии с приведенным ниже графиком. Найдите мгновенные ускорения в точках А, В и С.

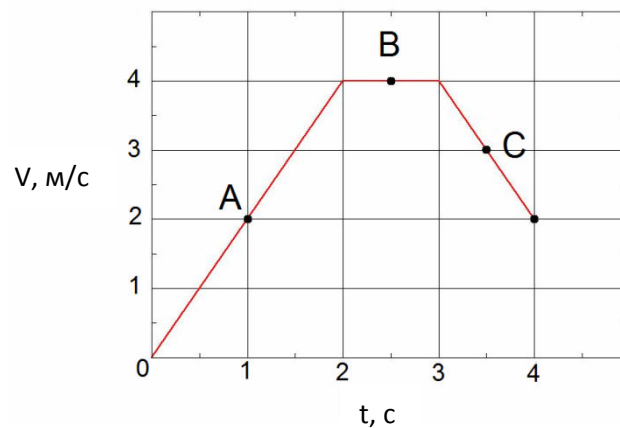


Рис. 12: Зависимость скорости спортсменки от времени

3.5.2. Найдите расстояние, которое она пробежит за первые две секунды бега.

3.5.3. Бег по кругу начинается в момент времени $t=4$ с, а скорость бега соответствует этому моменту на рис. 12. Предельная сила трения между обувью спортсменки и землей не позволяет ей бежать с центростремительным ускорением больше, чем $3.0 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$. Найдите минимальный радиус окружности, которую представляет собой траектория её движения. Считайте, что величина скорости остается постоянной в процессе движения.

3.6. Перед началом физических упражнений спортсменка прошла медицинское обследование. У нее были измерены зависимости объемов разных частей сердца и давлений в этих частях от времени, сделаны электрокардиограмма и фонокардиограмма. Результаты представлены на рисунке 13.

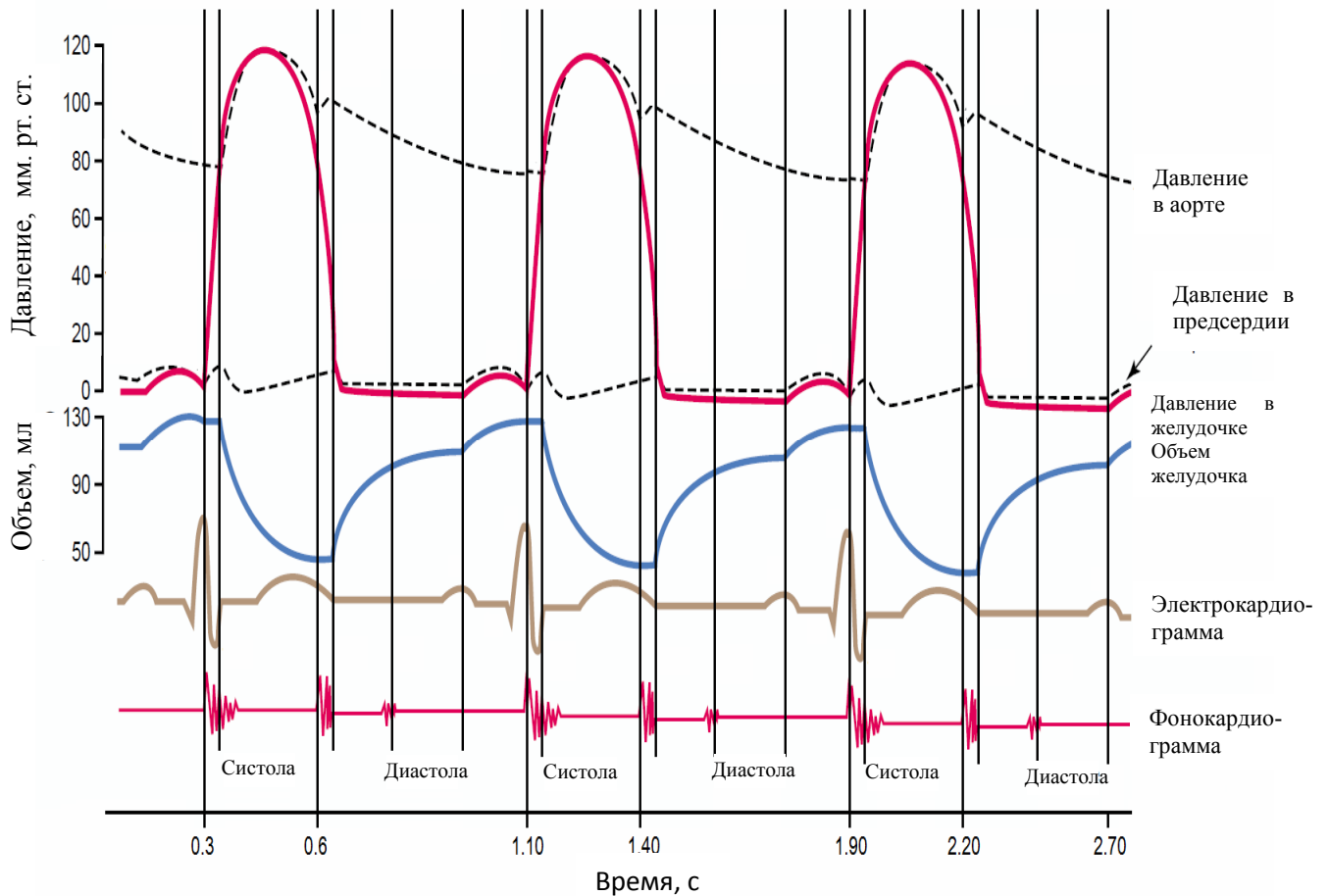


Рис. 13: Процессы, происходящие в течение трех сердечных циклов в различных частях сердца

3.6.1. Используя информацию из графиков, подсчитайте продолжительность одного сердечного цикла (в секундах).

3.6.2. Подсчитайте соответствующую частоту сердечных сокращений (ударов в минуту).

3.6.3. Укажите, в какие промежутки времени объем желудочка уменьшается, считая что интервалы, в течение которых объем желудочка остается постоянным, делятся по 0.05 с.

3.6.4. Укажите максимальное значение давления внутри желудочка.

3.7. После нагрузки спортсменка почувствовала себя перевозбужденной и решила попросить кого-нибудь померить ей пульс. Часов ни у кого не нашлось, но ученик-физик сказал, что он может решить проблему, сделав модель математического маятника и

заставив ее колебаться вокруг положения равновесия (рис. 14). За каждые 15 периодов колебаний маятника насчитывалось 20 ударов пульса, в результате ученик получил, что частота сердечных сокращений спортсменки была в два раза больше, чем полученная в предыдущих расчетах (частота, полученная в пункте 3.6.2).

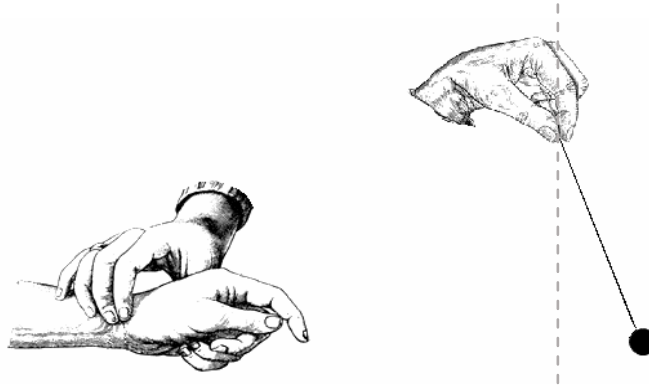


Рис. 14: Измерение пульса с помощью математического маятника

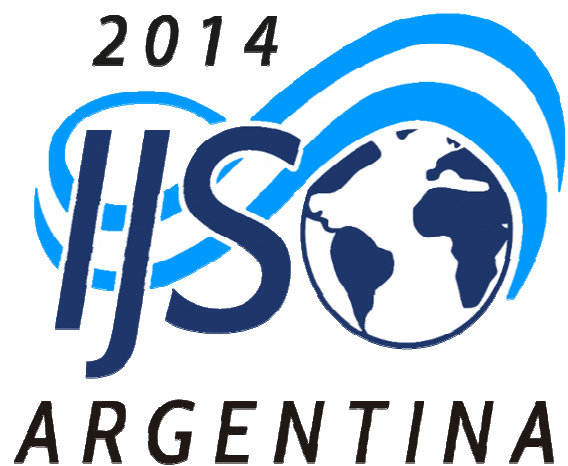
3.7.1. Рассчитайте длину маятника, использованного учеником, зная, что период колебаний математического маятника равен $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, где L – длина маятника, $g = 9.81 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$.



*11^я Международная естественнонаучная олимпиада юниоров,
Мендоса, Аргентина*

Теоретический тур
Продолжительность тура: 3 часа 30 минут
Всего баллов: 30

Листы ответов



11^я Международная естественнонаучная олимпиада юниоров

Теоретический тур

6 декабря 2014

(Листы ответов)



11^я Международная естественнонаучная олимпиада юниоров,
Мендоса, Аргентина

Теоретический тур
Продолжительность тура: 3 часа 30 минут
Всего баллов: 30

Листы ответов

Заполните следующую таблицу:

| | |
|----------------|--|
| ИМЯ | |
| ФАМИЛИЯ | |
| СТРАНА | |
| КОД | |
| ПОДПИСЬ | |



ЗАДАНИЕ 1

1.1.1. Заполните Таблицу 3 в Листах ответов информацией, относящейся к соответствующим сообществам.

| Сообщество | Видовое богатство (S) | Общая численность (N) | Название доминирующего вида | Численность доминирующего вида | J |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|
| Участок 1: Сообщество, изначально включавшее в себя ларрею | | | | | |
| Участок 2: Сообщество с естественным восстановлением | | | | | |

Таблица 3

1.1.2. Укажите, в каком из сообществ большее видовое разнообразие.

| |
|---------------|
| ОТВЕТ: |
|---------------|

1.1.3. Отметьте буквами, правильны (T) или неправильны (F) объяснения, приведенные на Листах ответов, подтверждающие ответ, данный в пункте 1.1.2.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| A. Через десять лет после начала эксперимента сообщество, заселенное ларреей, и сообщество, оставленное для естественного восстановления, стали значительно отличаться по видовому богатству, что связано с действием <i>Larrea</i> spp. | |
| B. Присутствие <i>Larrea</i> на 1 участке увеличило на нем численность кустарников и травянистых форм. Это может указывать на то, что <i>Larrea</i> способствует заселению на этот участок других видов и увеличению разнообразия сообщества. | |
| C. Положительное действие проявляется в том, что на озелененном участке (участок 1) мы видим меньшее разнообразие жизненных форм, по сравнению с сообществом, восстанавливавшимся естественным образом (участок 2). | |

1.2. Рассчитайте суммарную площадь региона. Выразите ответ в квадратных метрах.

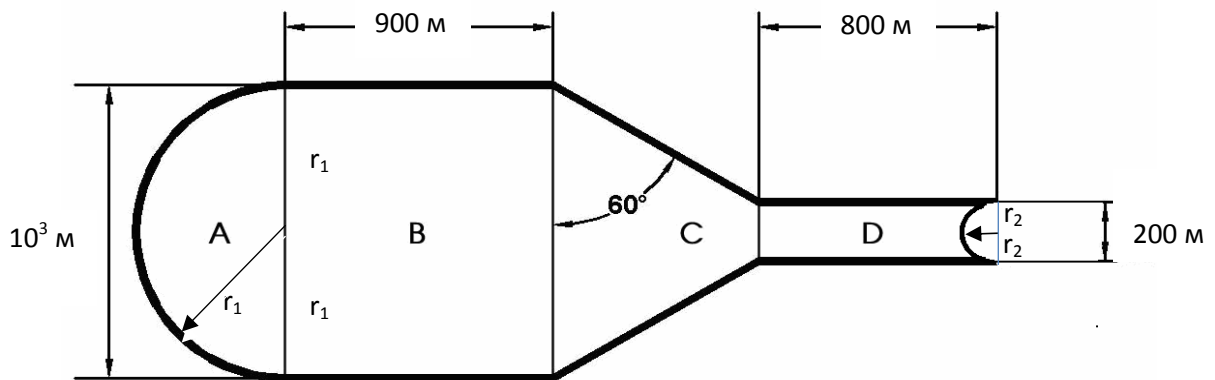


Рис. 4: Схематическое изображение области озеленения

РЕШЕНИЕ:



ОТВЕТ: Суммарная площадь =

1.3.1. Найдите скорость обломка при прохождении им точки П.

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ: $V_{II} =$



1.3.2. Найдите коэффициент трения скольжения на этом участке, считая его постоянным.

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ: $\mu =$

1.4.1. По какому из данных элементов вы бы определяли количество удобрения для использования?

ОТВЕТ:



1.4.2 Вычислите, сколько килограммов удобрения нужно внести на квадратный метр почвы. Округлите результаты до двух знаков после запятой.

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:



1.4.3. Рассчитайте концентрацию гидроксид-ионов OH^- , определяющих значение pH в нарушенной почве (см. таблицу 4).

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:



1.4.4. Какой из индикаторов, приведенных в таблице 5, вы выбрали бы для определения pH нарушенной почвы, и какой цвет будет иметь выбранный индикатор. Запишите индикатор и цвет с помощью буквенных обозначений в скобках.

РЕШЕНИЕ:

Индикатор:

Цвет:

ОТВЕТ:

1.4.5. Напишите уравнение диссоциации Na_2CO_3 в воде.

ОТВЕТ:

1.4.6. Напишите ионное уравнение гидролиза, приводящее к повышению pH почвы.

ОТВЕТ:

1.5.1. Выберите картинку, которая наилучшим образом соответствует описанию из пункта 1.5.

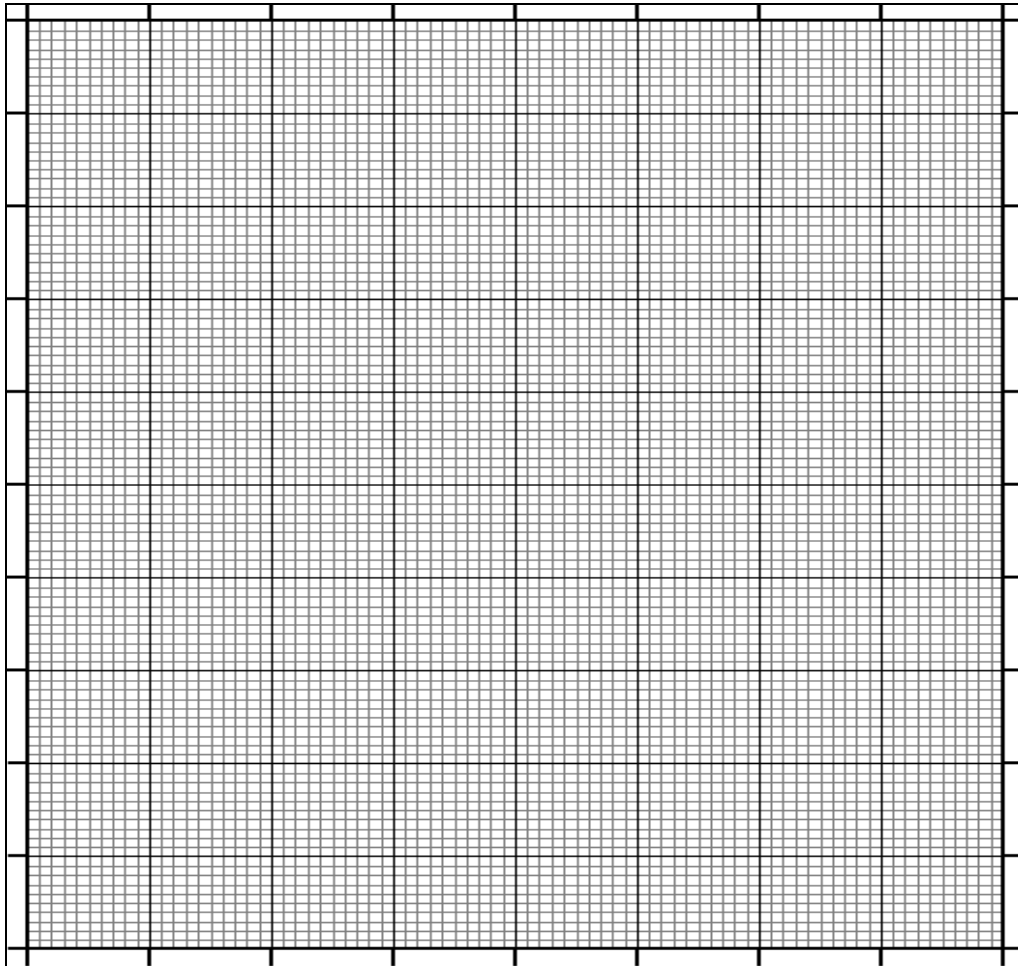
ОТВЕТ:



1.5.2. Из приведенных утверждений выберите то, на основании которого вы дали ответ в пункте 1.5.1:

ОТВЕТ:

1.6.1. Нарисуйте графики зависимости коэффициента поглощения от длины волны для трех образцов из таблицы 6. Используйте разные цвета для каждого графика.





1.6.2. С помощью информации из Таблицы 6 определите длину волны, которая требуется для наилучшего отличия NDGA от других веществ.

ОТВЕТ:

1.6.3. Определите концентрацию NDGA (в $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$) в каждой вытяжке.

РЕШЕНИЕ

ОТВЕТ:

1.6.4. С помощью информации из Таблицы 6 и полученных значений коэффициента поглощения определите, какому виду соответствует каждая вытяжка.

ОТВЕТ:

Вытяжка А:

Вытяжка В:



1.6.5. Определите необходимую массу свежего *L. divaricata*, учитывая, что свежие листья содержат 8% (вес.) воды (плотность воды при температуре 20 °C составляет 1 г·см⁻³).

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:

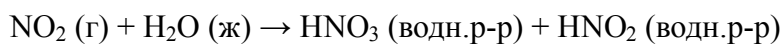


ЗАДАНИЕ 2

2.1.1. Напишите химические реакции образования кислот при взаимодействии SO_3 и CO_2 с водой.

ОТВЕТ:

2.1.2. Схема образования азотной кислоты (кислотный дождь):



Поставьте стехиометрические коэффициенты, используя метод полуреакций.

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:



2.2.1. Определите растворимость в моль на литр гидроксида алюминия ($\text{Al}(\text{OH})_3$) в воде озера, если значение рН воды 5.2. Известно, что произведение растворимости (ПР) гидроксида алюминия равно $5 \cdot 10^{-33}$.

РЕШЕНИЕ

ОТВЕТ:

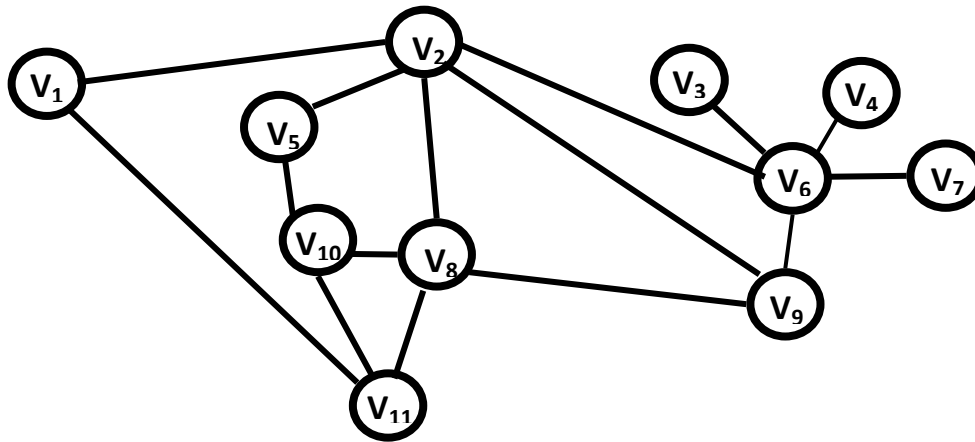


Рис. 8: Сеть водопроводных труб

2.3.1 Определите максимальное количество труб, которое можно убрать, сохранив снабжение водой всех распределительных станций.

ОТВЕТ:

2.4.1. Подсчитайте среднее значение концентрации свинца в крови для каждой группы. Укажите, в какой из них, если таковая имеется, превышена минимальная токсическая концентрация свинца. Используйте букву А для обозначения группы взрослых, С – для обозначения группы детей, В – для обозначения обеих групп вместе.

ОТВЕТ:

Среднее значение для взрослых:

Среднее значение для детей:

Группа/Группы с превышением минимальной токсичности:



2.5.1. Рассчитайте равновесную температуру Земли без учета поглощения в атмосфере (Рис. 9а). Выразите полученный результат в К и °С.

Интенсивность излучения I ($\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}$), испускаемого абсолютно черным телом, подчиняется закону Стефана-Больцмана:

$$I = \sigma T^4, \quad \text{где } \sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{К}^{-4}$$

Считайте, что Земля излучает энергию как абсолютно черное тело.

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:

2.5.2. Найдите равновесную температуру Земли с атмосферой (Рис. 9б), считая, что атмосфера поглощает все испускаемое поверхностью излучение и переиспускает его в направлениях Земли и открытого космоса в равных долях. Начните с баланса интенсивностей для поверхности Земли и атмосферы.

Подсказка:

Считайте, что атмосфера поглощает энергию только от поверхности Земли и что как поверхность, так и атмосфера излучают как абсолютно черные тела.



РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:

2.6.1. Для этой теории рассчитайте количество энергии, требуемое для того, чтобы растопить блок из 10 000 кг льда с начальной температурой -10°C .

Термодинамические постоянные:

Удельная теплоемкость льда: $c = 2.093 \text{ Дж}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Удельная теплота плавления льда: $l = 333.7 \text{ Дж}\cdot\text{г}^{-1}$

РЕШЕНИЕ:



11^а Международная естественнонаучная олимпиада юниоров,
Мендоса, Аргентина

Теоретический тур
Продолжительность тура: 3 часа 30 минут
Всего баллов: 30

Листы ответов

| |
|--|
| |
|--|

ОТВЕТ:

| |
|--|
| |
|--|



ЗАДАНИЕ 3

3.1.1. На основании информации, приведенной в таблицах А и В, отметьте крестиком (X) в таблице А секреторные структуры, которые производят ферменты, принимающие участие в переваривании крахмала, содержащегося в тосте. Затем, используя номера, соответствующие ферментам в таблице В, укажите названия структур, в которых эти ферменты производятся.

Подсказка: Один и тот же фермент может быть произведен несколькими структурами.

| Таблица А | | |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|---------|
| Структура | Секреторная структура, участвующая в переваривании крахмала | Фермент |
| Печень | | |
| Желудок | | |
| Слюнные железы | | |
| Толстый кишечник | | |
| Поджелудочная железа | | |
| Пищевод | | |
| Тонкий кишечник | | |

| Таблица В | |
|-----------|-------------|
| 1 | Фосфолипаза |
| 2 | Мальтаза |
| 3 | Амилаза |
| 4 | Липаза |
| 5 | Глюкозидаза |
| 6 | Сахараза |

3.1.2. Заполните в Листах ответов таблицу С, в которой показаны ферментативные реакции. Запишите буквы, соответствующие ферментам, в зеленые квадратики и номера, соответствующие продуктам, в синие квадратике (каждый номер может быть использован более одного раза).

| Ферменты | |
|----------|---------------|
| A | Креатинкиназа |
| B | Амилаза |
| C | Лактаза |
| D | Глюкозидаза |
| E | Сахараза |
| F | Мальтаза |

| Продукты | |
|----------|-----------|
| 1 | Мальтоза |
| 2 | Глюкоза |
| 3 | Фруктоза |
| 4 | Лактоза |
| 5 | Галактоза |
| 6 | Сахароза |

| Таблица С | |
|-----------|--|
| крахмал | |
| мальтоза | |
| лактоза | |
| сахароза | |

3.2.1. В таблице D показан процесс сокращения мышечного волокна. Заполните таблицу E в Листах ответов, поставив буквы в порядке протекания соответствующих процессов.



Таблица D. Процессы, протекающие в ходе мышечного сокращения

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А. АТФ гидролизует до АДФ и неорганического фосфата, и миозиновая головка отделяется от активного центра. |
| В. Ацетилхолин воздействует на определенную область сарколеммы, вызывая открытие в ней каналов. Большие количества ионов натрия входят в саркоплазму, вызывая появление потенциала действия на мышечном волокне. |
| С. Потенциал действия деполяризует сарколемму. Ионы Ca^{++} выходят из саркоплазматического ретикулума. |
| Д. Ионы Ca^{++} всасываются назад в саркоплазматический ретикулум, где остаются до появления нового потенциала действия. |
| Е. Потенциал действия достигает нервно-мышечного контакта (синапса) между двигательным нейроном и мышцей, ацетилхолин выделяется из окончания аксона. |
| Ф. Ионы Ca^{++} создают возможность для взаимодействия актина и миозина. Нити миозина и актина располагаются в саркомере рядом друг с другом, что дает им возможность взаимодействовать и осуществлять мышечное сокращение. В ходе сокращения головки миозина связываются с актином и толкают актиновые нити в сторону центра саркомера. |

Таблица E

| Порядок | Буквы, соответствующие процессам |
|---------|----------------------------------------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |

3.2.2 На рисунке 11 показаны процессы, происходящие при мышечном сокращении. Запишите буквы, соответствующие этим процессам, в клеточки на рисунке.

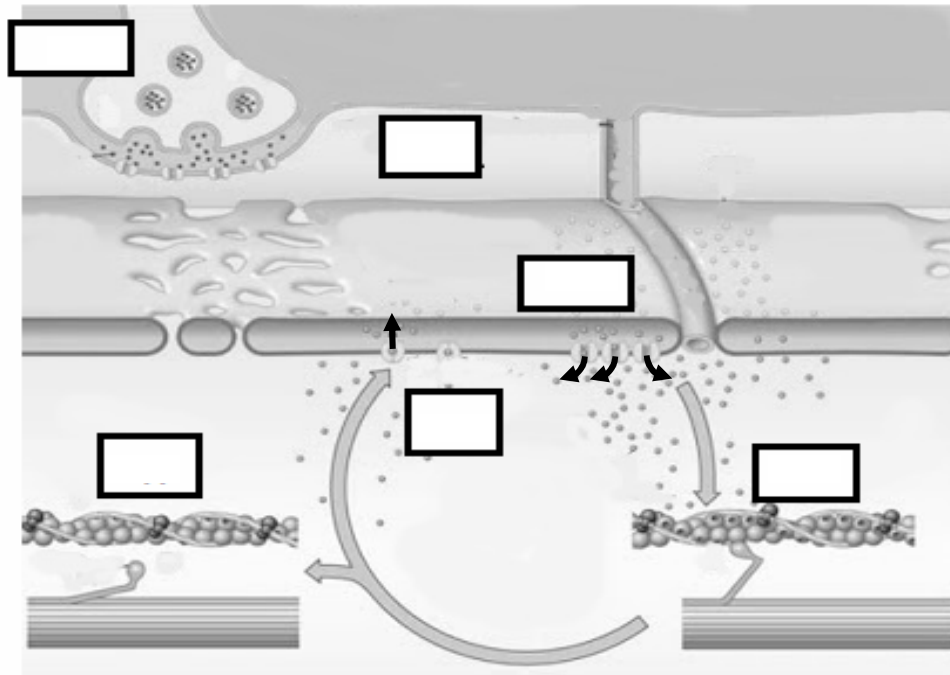


Рис. 11: Мышечное сокращение

3.3.1. Средняя сила, развиваемая миозин-актиновой парой в мускулах, равна $5.0 \cdot 10^{-12}$ Н. Рассчитайте минимальное количество таких пар, которое требуется задействовать мускулу для поднятия груза массой 50 кг (Ускорение свободного падения $9.81 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$).

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:



3.3.2. Рассчитайте мощность миозин-актиновой пары в Дж·с⁻¹.

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ

3.4.1. Считая, что завтрак спортсменки эквивалентен 90 г глюкозы, вычислите массу углекислого газа (CO₂) образующегося в результате её полного окисления. (Относительные атомные массы C=12; O=16; H=1).

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:

3.4.2. Рассчитайте число атомов кислорода в 90 г глюкозы.

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:

3.5.1. При беге по прямой скорость изменялась в соответствии с приведенным ниже графиком. Найдите мгновенные ускорения в точках А, В и С.

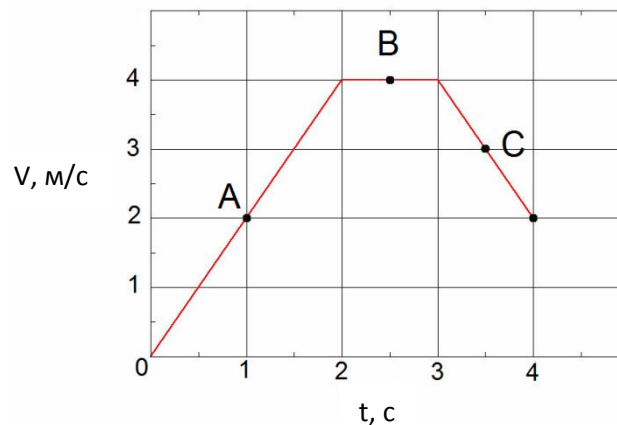


Рис. 12: Зависимость скорости спортсменки от времени

РЕШЕНИЕ



ОТВЕТ:

3.5.2. Найдите расстояние, которое она пробежит за первые две секунды бега.

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:

3.5.3. Найдите минимальный радиус окружности, которую представляет собой траектория её движения. Считайте, что величина скорости остается постоянной в процессе движения.

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:

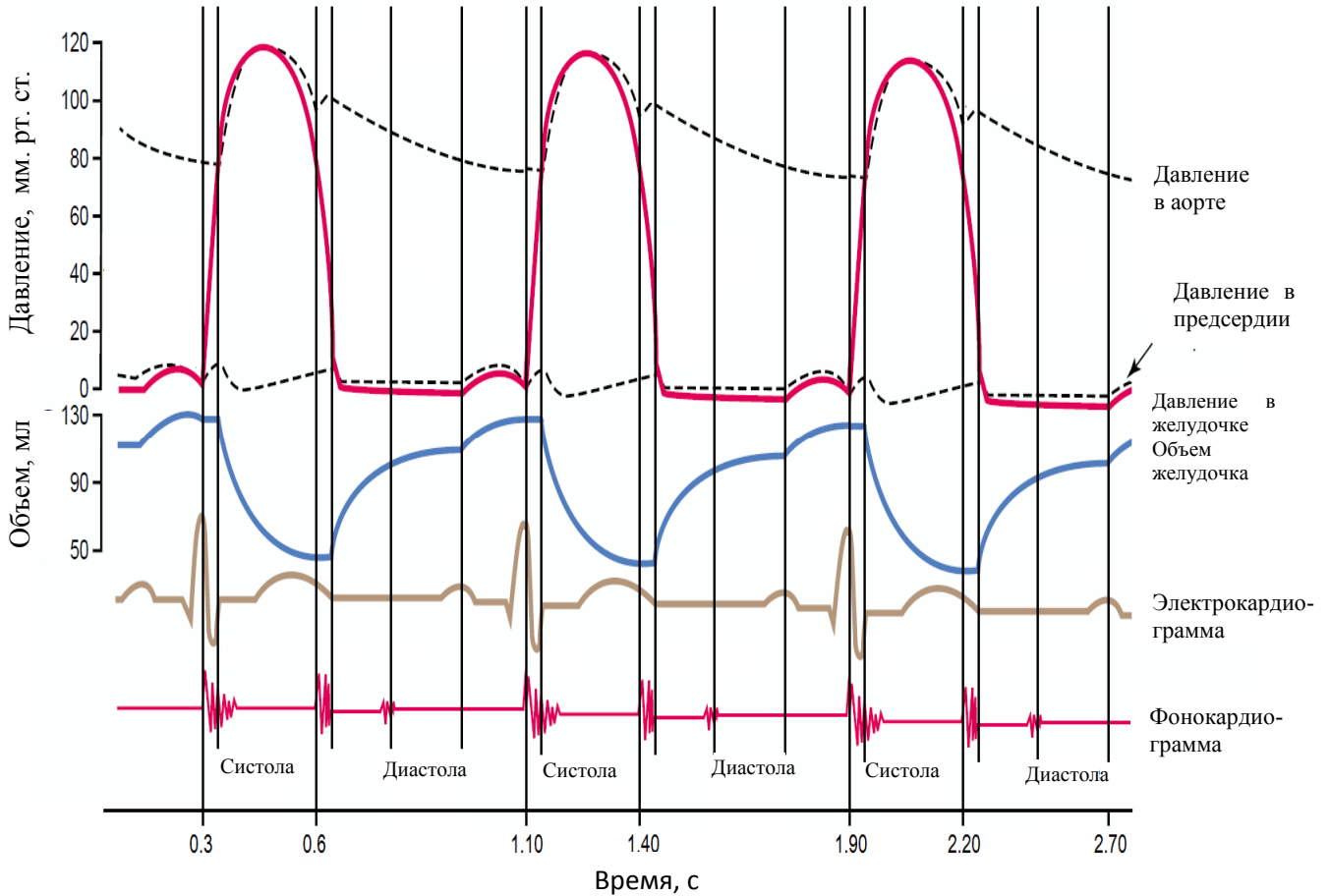


Рис. 13: Процессы, происходящие в течение трех сердечных циклов в различных частях сердца

3.6.1. Используя информацию из графиков, подсчитайте продолжительность одного сердечного цикла (в секундах).

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:

3.6.2. Подсчитайте соответствующую частоту сердечных сокращений (ударов в минуту).

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ:

3.6.3. Укажите, в какие промежутки времени объем желудочка уменьшается, считая что интервалы, в течение которых объем желудочка остается постоянным, делятся по 0.05 с.

ОТВЕТ:

3.6.4. Укажите максимальное значение давления внутри желудочка.

ОТВЕТ:

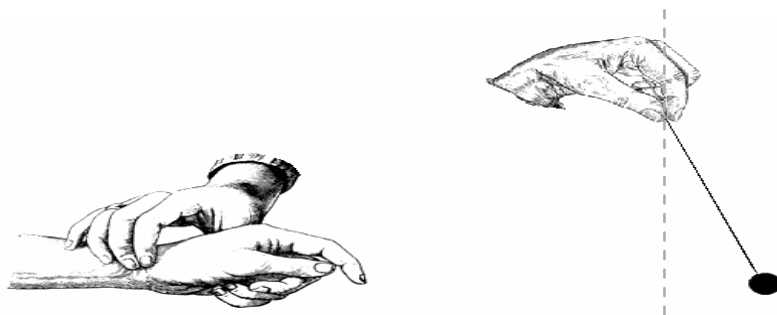


Рис. 14: Измерение пульса с помощью математического маятника

3.7.1. Рассчитайте длину маятника, использованного учеником, зная, что период колебаний математического маятника равен $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, где L – длина маятника, $g = 9.81 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$.



11^ª Международная естественнонаучная олимпиада юниоров,
Мендоса, Аргентина

Теоретический тур
Продолжительность тура: 3 часа 30 минут
Всего баллов: 30

Листы ответов

РЕШЕНИЕ:

ОТВЕТ: