

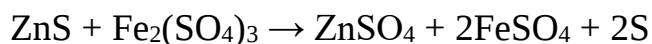
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс

ВАРИАНТ 1

Задача 1

При добыче ценных металлов из руд применяют выщелачивание – перевод металла из нерастворимой формы в руде в растворимую форму. В некоторых случаях при выщелачивании используют бактерии, которые способствуют растворению металлов, такой процесс называют бактериальным выщелачиванием.

Бактерия *Acidithiobacillus ferrooxidans*, окисляющая двухвалентное железо до трехвалентного, применяется для ускорения процесса выщелачивания металлов из их сульфидов. При выщелачивании нерастворимые сульфиды металлов окисляются кислородом воздуха, но данный процесс идет довольно медленно. Образующиеся в процессе жизнедеятельности бактерии соли Fe^{3+} являются более сильным окислителем, чем кислород, и способствуют быстрому растворению металлов. Например, бактериальное выщелачивание можно применить для выделения цинка из минерала сфалерита:

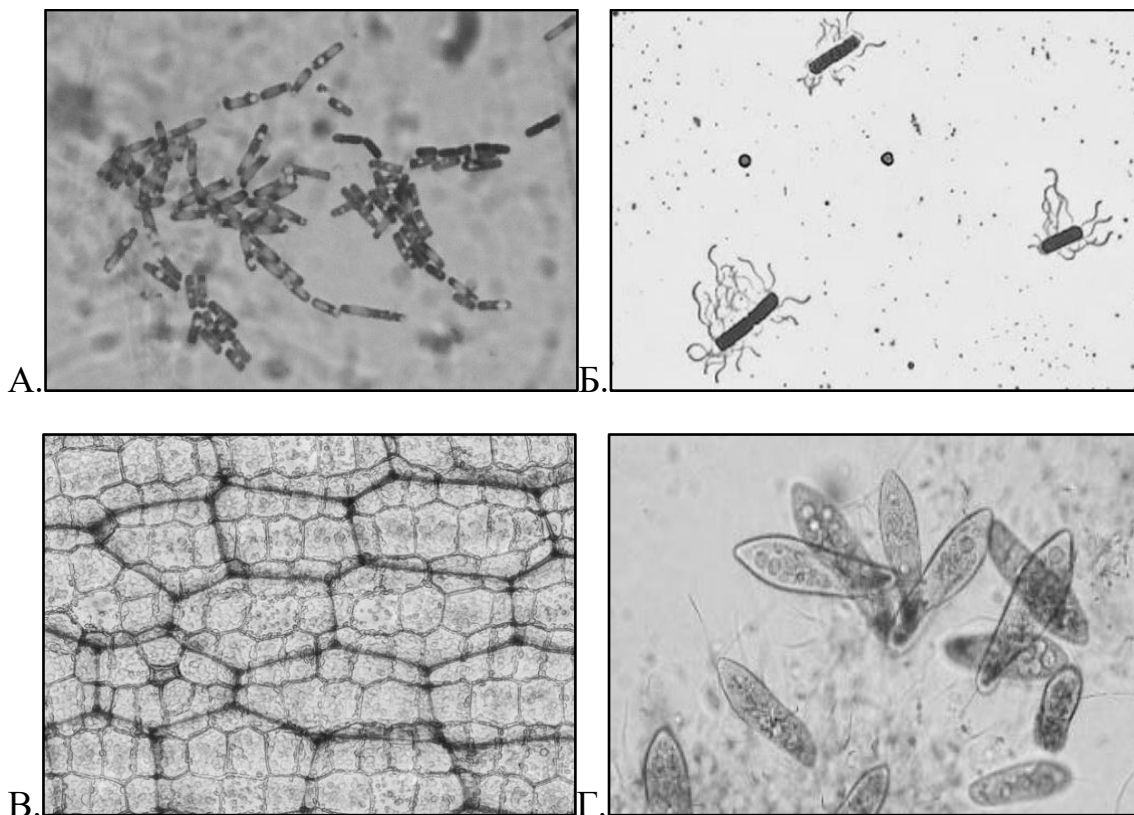


Acidithiobacillus ferrooxidans – аэробные грамотрицательные палочкообразные бактерии. Эти бактерии относятся к группе хемолитоавтотрофов, то есть источником углерода для них служат неорганические соединения, а энергию они получают, окисляя соединения серы до сульфатов. Жгутики у *Acidithiobacillus ferrooxidans* не обнаруживаются, и данные бактерии не способны к передвижению.

1. Ниже представлены фотографии клеток различных организмов, полученные с помощью оптического микроскопа при увеличении в 1000 раз. Определите, на какой фотографии изображены бактерии *Acidithiobacillus ferrooxidans*.

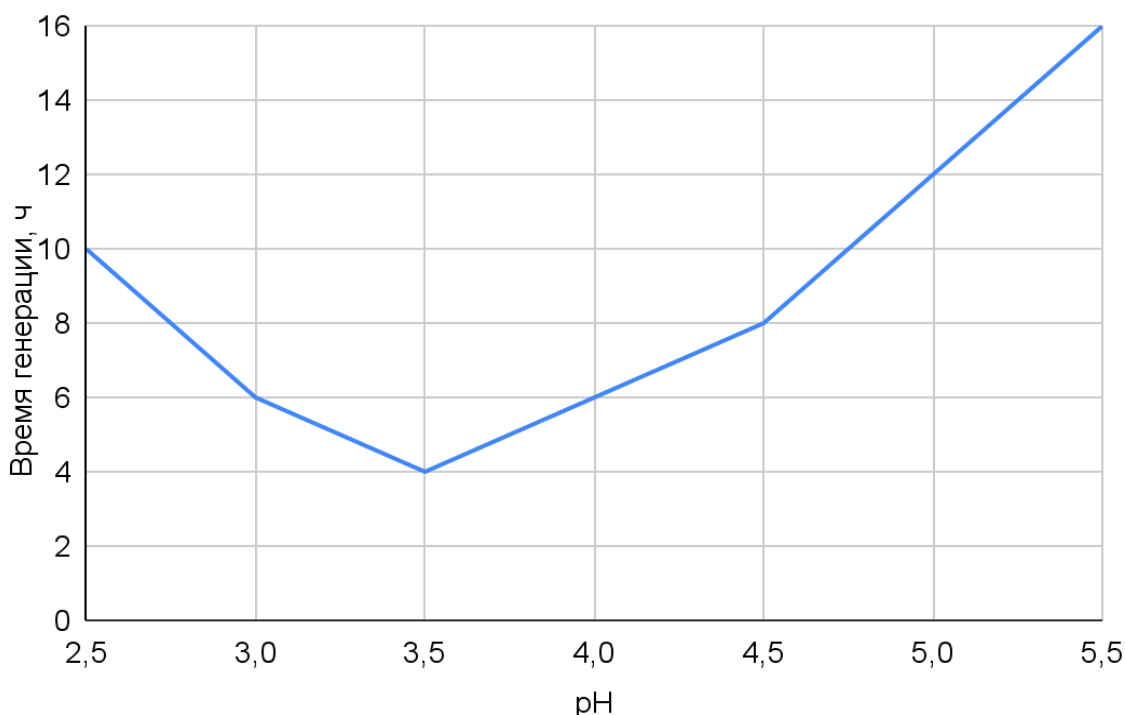
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс



2. Определите степень окисления серы во всех соединениях, участвующих в реакции получения сульфата цинка из сфалерита. Определите окислитель и восстановитель.
3. Какая масса сульфата цинка образуется из 1,6 г сфалерита? Ответ приведите в граммах, округлите до десятых. Молярные массы элементов, г/моль: Zn – 65,4; S – 32,1; Fe – 55,8; O – 16,0.
4. Бактерии размножаются делением клетки надвое, и время между делениями клетки называют временем генерации. На графике представлена зависимость времени генерации бактерий *Acidithiobacillus ferrooxidans* от pH питательной среды. Определите оптимальный pH, при котором необходимо проводить культивирование, ответ укажите с точностью до десятых.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс



5. В периодических условиях, то есть когда в питательную среду не добавляют дополнительных питательных веществ, бактерии проходят через несколько фаз роста. Первая – лаг-фаза, в ней бактерии адаптируются к новым условиям и не делятся. Затем следует экспоненциальная фаза, в которой бактерии активно делятся, и популяция растет экспоненциально. Время между делениями соответствует времени генерации. Через некоторое время концентрация питательных веществ в среде снижается, скорость деления падает и становится равной скорости гибели клеток. Данная фаза называется стационарной. Когда в среде не остается питательных веществ и накапливаются токсичные продукты обмена, популяция бактерий сокращается, наступает фаза отмирания.

В лаборатории проводили культивирование *Acidithiobacillus ferrooxidans* в 20 мл питательной среды с оптимальным значением pH в периодических условиях. Начальная концентрация клеток составляла 10 000 клеток в мл, лаг-фазы не наблюдалось. Рассчитайте концентрацию клеток в конце экспоненциальной фазы роста, которая длилась 6 часов.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс

Задача 2

Набухание — процесс увеличения объёма твёрдого или аморфного тела вследствие поглощения им из окружающей среды жидкости или пара. Набухание характерно для полимеров и некоторых минералов со слоистой кристаллической структурой. Различают два вида набухания: неограниченное, заканчивающееся полным растворением ВМС (например, набухание желатина в горячей воде, каучука в бензоле, нитроцеллюлозы в ацетоне) и *ограниченное*, приводящее к образованию набухшего полимера — **студня** (например, набухание целлюлозы в воде, желатина в холодной воде, вулканизированного каучука в бензоле).

Степень набухания (α) определяют отношением объема поглощенной полимером жидкости к объему исходного полимера (V_0).

Скорость набухания $\Delta V/\Delta \tau$ (τ — продолжительность набухания) обычно имеет максимальное значение в начале процесса. При ограниченном набухании по мере приближения системы к состоянию равновесия $\Delta V/\Delta \tau \rightarrow 0$, а $\alpha \rightarrow \alpha_{\max}$ ($\alpha_{\max}$ — равновесная, или максимальная, степень набухания).

Условие. При изучении кинетики набухания древесных волокон в воде получены следующие экспериментальные данные:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс

Таблица 1. Кинетика набухания древесных волокон в воде

Время набухания, t, час	0	1	2	3	4
Объем набухающего образца, мл	5,0	6,8	8,0	8,8	8,8

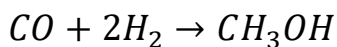
1. Рассчитайте степень набухания биополимера.
2. Постройте зависимость объема набухающего образца от времени набухания.
3. Постройте кривую зависимости: $\alpha = f(\tau)$.
4. Определите вид набухания целлюлозы в воде.
5. Рассчитайте скорость набухания для каждого временного интервала, в мл/час.

Задача 3

1. В живой природе выделяют несколько уровней классификации живых организмов, например, вид, тип, царство. Одним из царств является царство растений. Древним отделом растений является группа, к которой относится, например, растение, которое украшает многие дома в новогодние праздники. Назовите эту группу растений.
2. Назовите не менее 5 представителей обозначенной группы растений.
3. Представители обозначенной выше группы растений используются не только как способ украшения дома, но и играют важную роль в различных отраслях промышленности. Например, из хвойных пород деревьев получали метанол сухой перегонкой. Поэтому одно из названий этого вещества – древесный спирт. Тем не менее, в промышленности сейчас наиболее распространен способ получения из синтез-газа.

Уравнение синтеза можно записать в виде:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс



Какое количество водорода (моль) потребуется для получения 2 кг метанола? Ответ дайте в моль с точностью до целых.

4. Какой объем займет количество водорода, необходимое для получения 2 кг метанола? Ответ дайте в литрах с точностью до целых.

5. Поскольку метанол является ядовитым веществом, его содержание в рабочих зонах контролируется. Для метанола установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) 5 мг/м³. Во взятом для анализа воздухе рабочего помещения нашли 0,6 мкг/л метанола. Превышена ли предельно допустимая концентрация метанола в помещении и сколько всего его находится в комнате, габаритные размеры которой: длина 5 м, ширина 8 м, высота 3 м? Ответ дайте в мг с точностью до целых.

Задача 4

Цинк — четвёртый по использованию металл в мире после железа, алюминия и меди, и третий среди цветных металлов. Чистый металлический цинк используется для восстановления благородных металлов, для защиты от коррозии, используется в качестве материала для отрицательного электрода в химических источниках тока. Цинк используется при лабораторном способе получения водорода. Технический цинк массой 70 г, содержащий 27 % примесей, растворили в избытке соляной кислоты.

1. Запишите реакцию взаимодействия в молекулярном и ионном виде.
2. Определите массу примесей.
3. Рассчитайте объём выделившегося водорода (н.у.).
4. Рассчитайте число молекул водорода.
5. Сколько грамм воды будет получено из этого числа молекул водорода, если он полностью прореагирует с кислородом?

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс

Задача 5

Миоглобин (Mb) – белок, который участвует в хранении кислорода. Молекула миоглобина имеет размеры $4,5 \times 3,5 \times 2,5$ нм (молекула имеет форму, близкую к эллиптической, вписывается в параллелепипед и занимает примерно половину его объема. Плотность белков равна примерно 1400 кг/м^3 .

1. Дайте определение белка.
2. Найдите объем параллелепипеда.
3. Рассчитайте массу одной молекулы миоглобина.
4. Оцените молярную массу миоглобина.
5. Как кислород связывается с белковой молекулой?

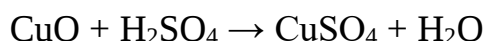
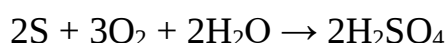
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс

ВАРИАНТ 2

Задача 1

При добыче ценных металлов из руд применяют выщелачивание – перевод металла из нерастворимой формы в руде в растворимую форму. В некоторых случаях при выщелачивании используют бактерии, которые способствуют растворению металлов, такой процесс называют бактериальным выщелачиванием.

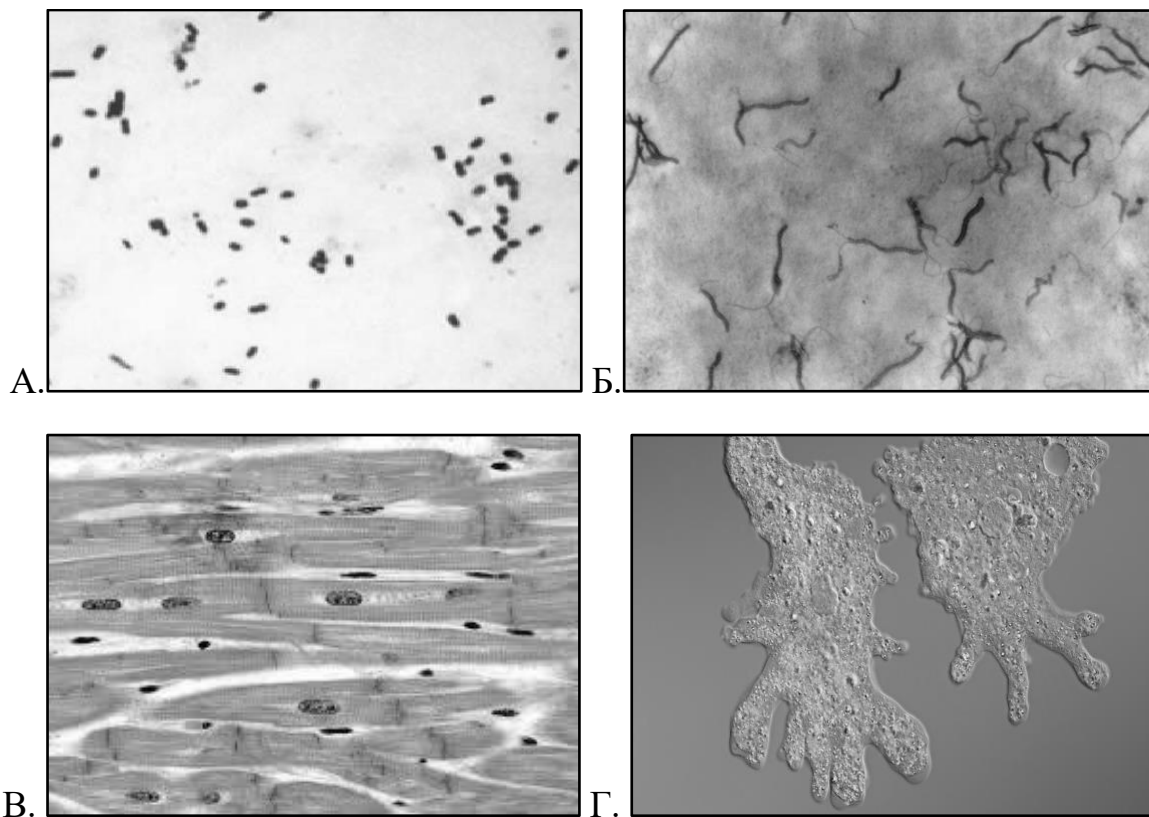
Бактерия *Acidithiobacillus thiooxidans* – палочковидная бактерия, встречается в виде отдельных клеток или парами, может иметь полярный жгутик; строго аэробная, по типу метаболизма относится к группе хемолитоавтотрофов, то есть источником углерода для нее служат неорганические соединения, а энергию она получает, окисляя элементарную серу до сульфатов. Эта бактерия может применяться в бактериальном выщелачивании для получения растворимых солей металлов, так как в процессе жизнедеятельности вырабатывает серную кислоту, окисляя серу, находящуюся в составе руд. Серная кислота, в свою очередь, превращает нерастворимые оксиды металлов в растворимые сульфаты. Например, для меди (II) будут происходить следующие реакции:



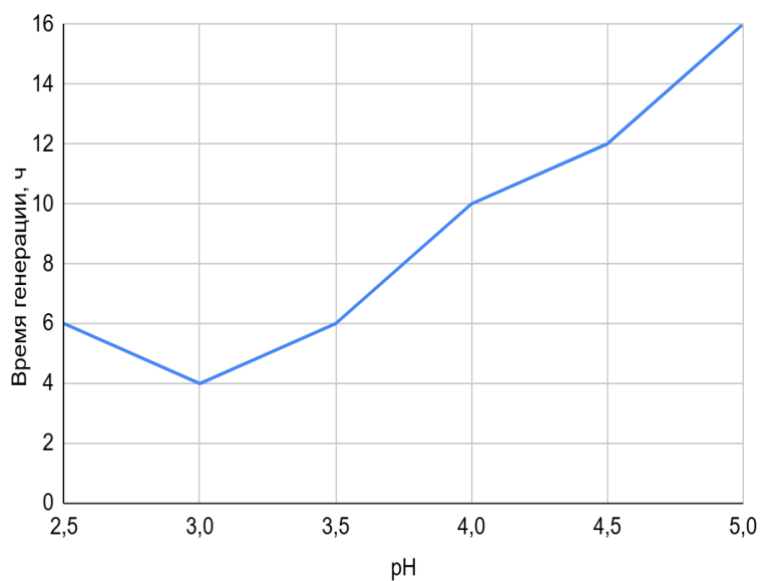
1. Определите степень окисления серы во всех соединениях, участвующих в приведенных реакциях. Для окислительно-восстановительной реакции определите окислитель и восстановитель.
2. Какая масса сульфата меди образуется из 1,6 г ее оксида? Ответ приведите в граммах, округлите до десятых. Молярные массы элементов, г/моль: Cu – 63,5; S – 32,1; H – 1,0; O – 16,0.
3. Ниже представлены фотографии клеток различных организмов, полученные с помощью оптического микроскопа при увеличении в 1000 раз. Определите, на какой фотографии изображены бактерии *Acidithiobacillus thiooxidans*.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс



4. Бактерии размножаются делением клетки надвое, и время между делениями клетки называют временем генерации. На графике представлена зависимость времени генерации бактерий *Acidithiobacillus thiooxidans* от pH питательной среды. Определите оптимальный pH, при котором необходимо проводить культивирование, ответ укажите с точностью до десятых.



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс**

5. В периодических условиях, то есть когда в питательную среду не добавляют дополнительных питательных веществ, бактерии проходят через несколько фаз роста. Первая – лаг-фаза, в ней бактерии адаптируются к новым условиям и не делятся. Затем следует экспоненциальная фаза, в которой бактерии активно делятся, и популяция растет экспоненциально. Время между делениями соответствует времени генерации. Через некоторое время концентрация питательных веществ в среде снижается, скорость деления падает и становится равной скорости гибели клеток. Данная фаза называется стационарной. Когда в среде не остается питательных веществ и накапливаются токсичные продукты обмена, популяция бактерий сокращается, наступает фаза отмирания.

В лаборатории проводили культивирование *Acidithiobacillus thiooxidans* в 40 мл питательной среды с оптимальным значением pH в периодических условиях. Начальная концентрация клеток составляла 20 000 клеток в мл, лаг-фазы не наблюдалось. Рассчитайте концентрацию клеток в конце экспоненциальной фазы роста, которая длилась 6 часов.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс

Задача 2

Набухание — процесс увеличения объёма твёрдого или аморфного тела вследствие поглощения им из окружающей среды жидкости или пара. Набухание характерно для полимеров и некоторых минералов со слоистой кристаллической структурой. Различают два вида набухания: *неограниченное*, заканчивающееся полным растворением ВМС (например, набухание желатина в горячей воде, каучука в бензоле, нитроцеллюлозы в ацетоне) и *ограниченное*, приводящее к образованию набухшего полимера — **студня** (например, набухание целлюлозы в воде, желатина в холодной воде, вулканизированного каучука в бензоле).

Степень набухания (α) определяют отношением объема поглощенной полимером жидкости к объему исходного полимера (V_0).

Скорость набухания $\Delta V/\Delta \tau$ (τ — продолжительность набухания) обычно имеет максимальное значение в начале процесса. При ограниченном набухании по мере приближения системы к состоянию равновесия $\Delta V/\Delta \tau \rightarrow 0$, а $\alpha \rightarrow \alpha_{\max}$ ($\alpha_{\max}$ — равновесная, или максимальная, степень набухания).

Условие. При изучении кинетики набухания казеина в воде получены следующие экспериментальные данные:

Таблица 1. Кинетика набухания казеина в воде

Время набухания, t, час	0	1	2	3	4
Объем набухающего образца, мл	7,2	8,9	10,3	10,8	10,8

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс

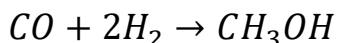
1. Рассчитайте степень набухания биополимера.
2. Постройте зависимость объема набухающего образца от времени набухания.
3. Постройте кривую зависимости: $\alpha = f(\tau)$.
4. Определите вид набухания казеина в воде.
5. Рассчитайте скорость набухания для каждого временного интервала, в мл/час.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс

Задача 3

1. В живой природе выделяют несколько уровней классификации живых организмов, например, вид, тип, царство. Одним из царств является царство растений. Древним отделом растений является группа, к которой относятся растения, листья которых видоизменены до хвоинок, а семена их находятся, например, в шишках. Назовите эту группу растений.
2. Назовите не менее 5 представителей обозначенной группы растений.
3. Представители обозначенной выше группы растений используются не только как способ украшения дома, но и играют важную роль в различных отраслях промышленности. Например, из хвойных пород деревьев получали метанол сухой перегонкой. Поэтому одно из названий этого вещества – древесный спирт. Тем не менее, в промышленности сейчас наиболее распространен способ получения из синтез-газа.

Уравнение синтеза можно записать в виде:



Какое количество водорода (моль) потребуется для получения 2 л метанола? Плотность метанола – 0,79 кг/л Ответ дайте в моль с точностью до десятых.

4. Какой объем займет количество водорода, необходимое для получения 2 л метанола? Ответ дайте в литрах с точностью до целых.

5. Поскольку метанол является ядовитым веществом, его содержание в рабочих зонах контролируется. Для метанола установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) 5 мг/м³. Во взятом для анализа воздухе рабочего помещения нашли 3,5 мкг/л метанола. Превышена ли предельно допустимая концентрация метанола в помещении и сколько всего его находится в комнате, габаритные размеры которой: длина 15 м, ширина 8 м, высота 3 м? Ответ дайте в г с точностью до сотых.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
8 класс

Задача 4

Цинк — четвёртый по использованию металл в мире после железа, алюминия и меди, и третий среди цветных металлов. Чистый металлический цинк используется для восстановления благородных металлов, для защиты от коррозии, используется в качестве материала для отрицательного электрода в химических источниках тока. Цинк используется при лабораторном способе получения водорода.

Технический цинк массой 100 г, содержащий 35 % примесей, растворили в избытке серной кислоты.

1. Запишите реакцию взаимодействия в молекулярном и ионном виде.
2. Определите массу примесей.
3. Рассчитайте объём выделившегося водорода (н.у.).
4. Рассчитайте число молекул водорода.
5. Сколько грамм воды будет получено из этого числа молекул водорода, если он полностью прореагирует с кислородом?

Задача 5

Миоглобин (Mb)— белок, который участвует в хранении кислорода. Молекула миоглобина имеет размеры 4,3х3,2х2,2 нм молекула имеет форму, близкую к эллиптической, вписывается в параллелепипед занимает примерно половину его объема. Плотность белков равна примерно 1385 кг/м³.

1. Дайте определение белка.
2. Найдите объем параллелепипеда.
3. Рассчитайте массу одной молекулы миоглобина.
4. Оцените молярную массу миоглобина.
5. Как кислород связывается с белковой молекулой?