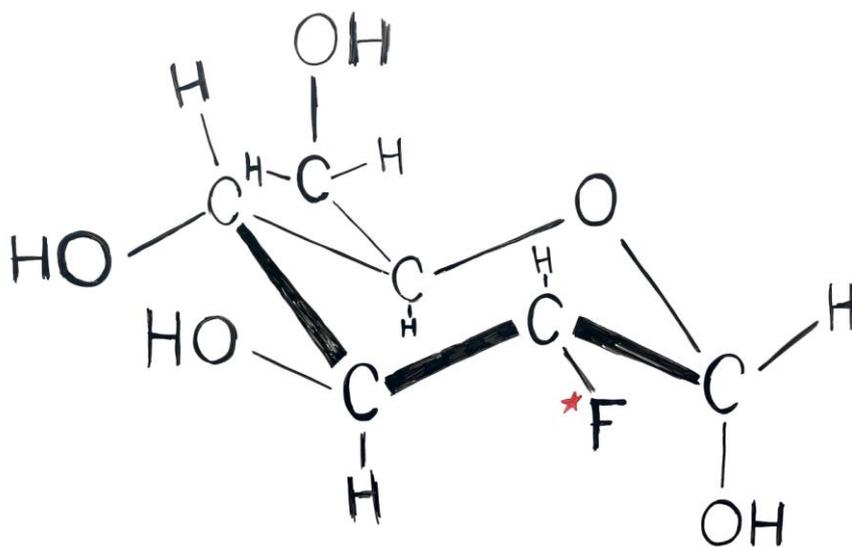


Задания первого заочного отборочного тура Химической олимпиады имени Германа Гесса 2024.

Методическое указание для первого тура: при расчетах используйте значения стандартных атомных масс из приведенной таблицы Менделеева, округленные до десятых.

Задача 1. Наскальная химопись – 2

Одним из интересных использований радиоактивных атомов является производство на их основе радиофармацевтических препаратов. На рисунке приведена структурная формула одного из таких препаратов, который используется в позитронно-эмиссионной томографии для исследования внутренних органов человеческого тела. В приведенной ниже молекуле атом фтора является необычным; это радиоактивный изотоп фтор-18, который подвергается β^+ -распаду, что и обуславливает его применение в ПЭТ.



1. Определите молярную массу приведенного соединения.
2. Определите суммарное количество протонов в этой молекуле.
3. Определите суммарное количество нейтронов в данной молекуле.

В качестве ответа приведите молярную массу с точностью до десятых и количество протонов и нейтронов в виде натуральных чисел. Пример: 123,4; 13; 15

Задача 2. Диета Барби

Вас отправили в магазин с четким указанием принести творог с 5% жирности (то есть 5% по массе такого творога — жиры). Однако в магазине был лишь 9% творог и обезжиренный, 0% творог. Хорошо, что у вас дома есть весы! Сколько надо взять 9% и обезжиренного творога, чтобы получить 450 г творога с 5% жирности?

В ответе приведите массы в граммах 9% и обезжиренного творога соответственно с точностью до целых. Пример: 123; 322

Задача 3. Сложить, но не встряхивать

Каждый, кто собирал рюкзак, знает о том, что чем аккуратнее упакуешь вещи — тем больше поместится. Давайте сравним аккуратность упаковки калия в двух соединениях — в металлическом калии и во фториде калия. Плотность фторида калия — $2,46 \text{ г/см}^3$, плотность металлического калия — $0,86 \text{ г/см}^3$. Во сколько раз количество атомов калия в 1 см^3 фторида калия отличается от количества атомов в 1 см^3 металлического калия?

В ответе приведите соотношение $\frac{\text{количество атомов калия во фториде калия}}{\text{количество атомов калия в металлическом калии}}$ с точностью до десятых.

Пример: 5,8

Задача 4. Задача — и точка

Нобелевскую премию по химии в 2023 году вручили за «открытие и синтез квантовых точек» — настолько маленьких кристаллических частиц, что их свойства определяются не столько свойствами вещества, сколько самим размером частиц.

Первые квантовые точки представляли собой невероятно маленькие частицы хлорида меди (I) в матрице силикатного стекла. Мы предлагаем вам рассчитать количество атомов в одной квантовой точке, если она имеет форму шара диаметром 50 \AA , а плотность хлорида меди (I) составляет $4,2 \text{ г/см}^3$.

Справочная информация:

Объем шара может быть вычислен по формуле: $V = \frac{\pi d^3}{6}$;

$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$; число Авогадро $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$; $\pi = 3,14159$.

Для получения корректного ответа выведите формулу количества атомов в общем виде и только затем подставляйте в нее переменные. Ответ приведите в виде целого числа. Пример: 75329

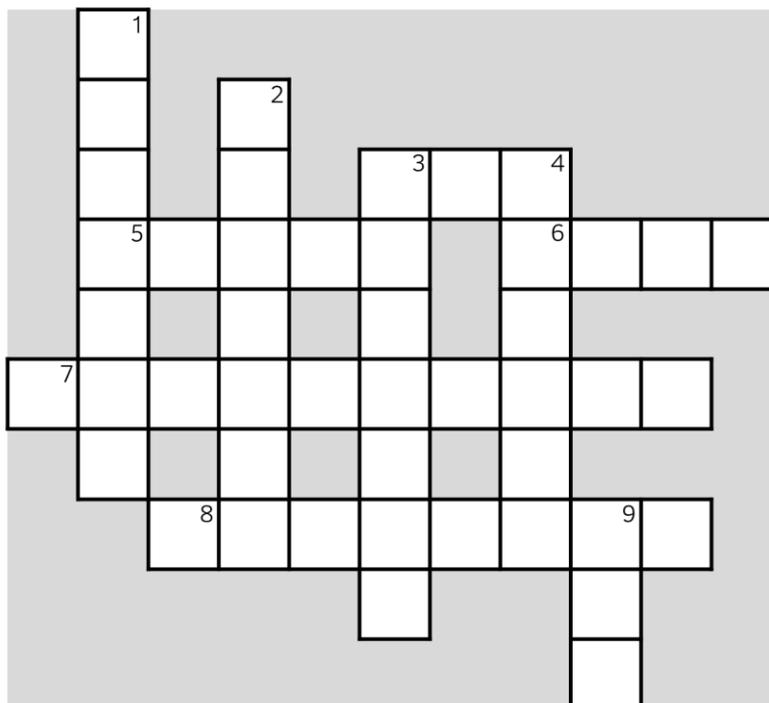
Задача 5. Подняли полимеры

Вы проводите практическую работу по разделению смеси железа и шариков из оргстекла с помощью метода флотации. Известно, что плотность железа $7,87 \text{ г/см}^3$, а плотность оргстекла — $1,20 \text{ г/см}^3$.

Вы поместили смесь в 1 литр дистиллированной воды и небольшими порциями при перемешивании досыпаете в воду нитрат аммония, который в ней хорошо растворяется. Когда вы растворили в воде 818 г нитрата аммония, полимерные шарики (оргстекло) всплыли. Какова масса нитрата аммония в 1 литре полученного раствора?

Ответ приведите в граммах с точностью до десятых. Пример: 123,4

Задача 6. Классический кроссворд



Вопросы:

1. Интересно, что и $mg=F$ и MgF_2 являются примерами ЕЁ.
2. ЭТОТ КЛАСС ВЕЩЕСТВ является достаточно распространённым в химической лаборатории. Но и дома можно найти представителей ЭТОГО КЛАССА ВЕЩЕСТВ: например, в бутылке с уксусом.
3. (по горизонтали) Про ЭТОТ ЭЛЕМЕНТ в Интернете можно найти сразу несколько «забавных» определений: это и Милла Йовович, и лес.
3. (по вертикали) В химии объёмы жидкостей чаще всего измеряют в миллилитрах или литрах. Но для нефти более распространена именно ЭТА ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ.
4. Радиоактивное ядро за время своего существования может претерпевать несколько ИХ. И разных типов, которые часто обозначаются греческими буквами.
5. Тут самый неинтересный вопрос: ЭТО – мера инертности тела.
6. ЭТО – химически неделимая электронейтральная частица.
7. Графит и алмаз – это пример проявления ЕЁ. Другими примерами являются, например белый и красный фосфор.
8. ЭТОТ ЭЛЕМЕНТ был назван в честь одного из самых больших астероидов из главного пояса астероидов.
9. ЭТОТ термин самый «блуждающий» среди химических.

Независимо от вопроса, все итоговые ответы находятся в именительном падеже, единственном числе

Задача 7. Сложные расчеты

Совсем Юный Химик решил поэкспериментировать в домашней лаборатории. Он взял большой поллитровый химический стакан и начал добавлять туда реактивы. Вначале он отмерил с помощью мерного цилиндра 100 мл дистиллированной воды и перелил ее в стакан, затем взвесил на весах 5,0 г медного купороса (пятиводного сульфата меди), высыпал синие кристаллы в стакан и перемешивал до полного растворения. Раствор при этом приобрел синий цвет, что ни капли не удивило Совсем Юного Химика. Затем к полученной смеси он добавил 80 г 2% раствора гидроксида натрия, при этом в растворе образовался голубой осадок, что невероятно образовало молодого экспериментатора. Он отставил стакан с реакционной смесью в сторону и начал замешивать вторую смесь.

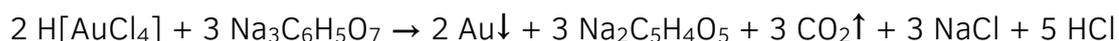
Во втором стакане он смешал 100 г 5% раствора азотной кислоты и 8,0 г светло-фиолетового порошка нонагидрата нитрата железа $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$. Порошок растворился в кислоте без остатка, раствор при этом окрасился в желтый цвет.

Напоследок Химик перелил целиком содержимое второго стакан в первый стакан. При этом синий осадок в стакане растворился полностью, а конечный раствор к большому удивлению экспериментатора приобрел лазурно-зеленый цвет.

Определите массу полученного Самым Юным Химиком раствора. Ответ приведите в граммах с точностью до десятых. Пример: 217,2

Задача 8. Позолоти ручку

В середине 1850-х Майкл Фарадей получил интересные растворы, состоящие из золотых наночастиц, которые обладали необычными оптическими свойствами и крайне высокой стабильностью. Среди современных методов получения коллоидного золота есть метод Туркевича — восстановление тетрахлораурат-анионов с помощью цитрат-анионов. Уравнение протекающей при этом реакции выглядит следующим образом:



Обычно тетрахлорзолотоводородная кислота продается в виде тетрагидрата $(\text{H}[\text{AuCl}_4] \cdot 4 \text{H}_2\text{O})$. Вычислите, какую массу наночастиц золота можно получить по этой реакции, если взять 330 мг четырехводной кислоты, и добавить к ее раствору 100 мл 0,05 М раствора цитрата натрия.

Приведите ответ в миллиграммах с точностью до десятых. Пример: 123,4

Задача 9. Запрещенная энергия

Энергетическая ценность запрещенного в ЗИМОВО шоколадного батончика Сникерс составляет 495 ккал (килокалорий) на 100 г. Рассчитайте, какая масса углерода необходима, чтобы достичь такого же количества энергии, как и у батончика массой 80 г, по реакции сгорания (коэффициенты совпадают с количеством вещества):



Подобная запись обозначает, что при реакции 1 моль углерода и 1 моль кислорода с образованием 1 моль CO_2 выделяется 393,5 кДж тепла.

Примите, что 1 кал = 4,2 Дж.

Приведите ответ в граммах с точностью до десятых. Пример: 393,5

Задача 10. Название съела собака

Элемент К образует потрясающее многообразие соединений с другими элементами таблицы Менделеева и трудно переоценить его значимость для современной промышленности. В этой задаче мы поговорим о соединениях К с кислородом. Все они — ядовитые газы!

При нормальных условиях простое вещество элемента К можно найти в виде прозрачного бесцветного кристалла. Нагревом его в кислороде может быть получено бинарное соединение O_1 . Кстати, первого химика, осуществившего этот процесс, гильотинировали. Для получения вещества O_2 достаточно взять O_1 и очень сильно его нагреть.

Но самый интересное соединение, O_3 , не может быть получено прямой реакцией К и кислорода. Зато, если погреть 1 литр O_3 с 2 литрами кислорода, то вы легко получите в качестве единственного продукта в точности 3 литра O_1 .

Определите молекулярную формулу соединения O_3 .

В качестве ответа запишите формулу вещества с элементами и индексами без пробелов. Пример: U3O8