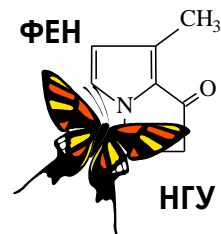




54-я Всесибирская открытая олимпиада школьников
Первый отборочный этап 2015-2016 уч. года
Задания по химии
9 класс



Задача 1. «Голодные аборигены».

«Планета Шелезяка. Полезных ископаемых нет. Воды нет. Растительности нет. Населена роботами.»

Кир Булычѳв. «Путешествие Алисы».

Для аборигенов планеты Шелезяка, которым не рады ни в одном из самых захудалых ресторанов Галактики «Млечный путь», автор задачи разработал специальное меню, блюда из которого они могут заказать в оргкомитете Всесибирской олимпиады:



Блюдо	Состав [в скобках - массовая доля Fe, %]	Масса компонентов, г*	Цена, у.е.ш.**
Винегрет	Стружка стальная [97], магнетит кусочками [72,4], петли дверные вывороченные и мелко порубленные [100], гвозди гнутые тупые (слегка ржавые) [95], масло машинное [0]	60/50/30/30/15	160
Салатик грибной «Остренький»	Кнопки строительные кровельные [100], гвозди жареные [98], проволока стальная колечками (пассивированная) [95], масло рапсовое [0]	75/60/30/15	170
Макароны по-флотски	Леска капроновая толстая (на сома) [0] с жареным фаршем из опилок железных [100]	120/150	160
Манты «Гурман» пикантные на пару	Тесто из замазки Менделеевской [12,6], начинка из рубленой колючей проволоки [100]	100/130	150
Стейк слабо прожаренный с вермишелью «Паутинка»	Пирит слегка обожженный [46,5], нить шелковая (свежезапутанная) [0]	300/100	200
Майонез «Лимонный»	Лимонит тонкорастертый [62,9], в силиконовом масле [0]	4/26	10
Кетчуп «Особый»	Водный 36 % раствор хлорного железа [34,4], водный 65 % раствор роданида калия [0]	15/15	8
Напиток газированный «Тархун»	Раствор сидерита [48,2] в 2 % соляной кислоте [0]	5/200	24
Коктейль «Турнбулева Синь»	Водный 8 % раствор соли Мора [19,7], водный 7 % раствор красной кровяной соли [17]	80/120	27

* - масса компонентов порции дана в порядке их упоминания в столбце «Состав».

** - условные единицы Шелезяки.

1. Вычислите массу элемента железа, содержащуюся в одной порции каждого блюда (с точностью до десятых долей грамма).

Два голодных робота **Шеля** и **Зяка** на днях заказали обеды в нашем оргкомитете:

Шеля: винегрет, макароны по-флотски, стейк, две порции майонеза и напиток «Тархун»;

Зяка: салатик грибной, манты, стейк, две порции кетчупа и коктейль «Турнбулева Синь».

2. Кому из них в результате досталось больше железа? А кто сделал более выгодный заказ, в среднем получив больше железа на каждую вложенную у.е.ш.?

3. Пользуясь данными о массовых долях железа в этих веществах, установите формулы хлорного железа, магнетита (в его состав еще входит кислород), пирита (сера) и лимонита (кислород и водород). Обязательно подтвердите ответы расчетами.

Растворение сидерита в соляной кислоте сопровождается образованием зеленого раствора, насыщенного углекислым газом и очень похожего на «Гархун».

4. Попробуйте установить формулу сидерита (не забудьте про массовую долю железа) и написать уравнение реакции его растворения в соляной кислоте.

5. Как пассивируют луковые кольца, Вы, вероятно, видели не раз. А как следует правильно пассивировать колечки из стальной проволоки? Чем отличаются поверхности пассивированного и не пассивированного железа, и к каким изменениям в свойствах металла приводит пассивация?

6. Напишите уравнение реакции, приводящей к ржавлению гвоздей, а также реакции, которая пройдет на поверхности стейка, если он сильно подгорит (иначе говоря, его сильно обожгут).

7. Как Вы думаете, почему смесь, полученная взаимодействием бурого и бесцветного растворов, называется в нашем ресторане кетчупом, а коктейль, полученный смешиванием зеленого и желтого растворов – Турнбулевой Синью? Попробуйте написать уравнения реакций, происходящих при приготовлении этих блюд (можно в ионном виде).

Старинный рецепт Менделеевской замазки включает 305 г канифоли, 80 г воска, 20 г льняной олифы, 5 г льняного масла и 90 г загадочной «мумии», которая является единственным компонентом замазки, содержащей железо.

8. «На закуску» Вам предлагается установить формулу той самой загадочной «мумии». Известно, что это соединение бинарное (двухэлементное), причем в его составе точно нет углерода.

Задача 2. «Основы вулканологии».

"Эйяфьятлайокудль – очень длинное название для маленького ледника с такой печальной славой."

Из песни Элизы Ньютман.

Извержение исландского вулкана Эйяфьятлайокудль, начавшееся 20 марта 2010 г., сопровождалось настолько массивным выбросом пепла, что в середине апреля 2010 г. над европейским регионом на 5 дней было приостановлено воздушное сообщение. Убытки авиакомпаний в этот период составили около 1,7 млрд. долларов.



Тем не менее, количество туристов, посетивших Исландию в конце марта – начале апреля побило все рекорды за счет любителей экстремального отдыха, желавших увидеть это завораживающее зрелище собственными глазами.

Но как же быть, если нет возможности совершить такую туристическую поездку, а на вулкан посмотреть хочется? Химики давным-давно нашли ответ на этот вопрос, устраивая показательные извержения вулканов прямо на лабораторном столе.

Нечто похожее на вулкан одним из первых описал французский химик, аптекарь и врач Николя Лемери (1645-1715). Он смешал в железной чашке 2 г железных опилок и 2 г порошкообразной серы и поджег. Из приготовленной смеси начали вылетать частицы черного цвета, а сама она, сильно увеличившись в объеме, так разогрелась, что начала светиться. Вулкан Лемери – результат простой химической реакции соединения железа и серы, протекающей с выделением большого количества тепла.

Похоже на вулкан и то, что наблюдается при проведении следующего опыта. В фарфоровой чашке расплавляют 2–3 г нитрата калия KNO_3 и в расплав бросают кусочек древесного угля. Уголь начинает ярко гореть, подпрыгивая над расплавом, а иногда может даже вылететь из чашки. Этот «угольный вулкан» выглядит особенно эффектно в вечернем полумраке на открытом воздухе.

Но самым известным и ярким из "лабораторных" вулканов с давних пор остается вулкан немецкого химика Рудольфа Бёттгера, который прославился еще и как изобретатель современных спичек и взрывчатого вещества пироксилина. В 1843 г. он получил дихромат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – оранжево-красное кристаллическое вещество. Насыпав на тарелку горку кристаллов, он поднес к ней горящую лучинку. Кристаллы не вспыхнули, но вокруг конца горящей лучинки что-то "закипело", начали стремительно вылетать раскаленные частицы. Горка стала увеличиваться и скоро приняла внушительные размеры. Изменился и цвет: вместо оранжевого он стал зеленым.



К сожалению, такие эксперименты можно проводить только в присутствии опытного химика, желательно в химической лаборатории. Но можно попросить родителей помочь Вам соорудить вполне безопасный и достаточно симпатичный вулканчик прямо на кухне. Для этого берут брусок обычного пластилина (лучше белого) и делят его на две части. Одну из них раскатывают в плоский "блин" – основание вулкана, а из второй лепят полый конус с отверстием наверху (склоны вулкана). Зацепив обе части по краям, надо налить внутрь воду и убедиться, что "вулкан" не пропускает ее снизу. Объем внутренней полости "вулкана" не должен быть очень велик (лучше всего около 200 мл, это емкость чайной чашки или обычного стакана). Вулкан на тарелке ставят на большой поднос.

Чтобы "зарядить" вулкан "лавой", готовят смесь из *жидкости для мытья посуды* (1 стол. ложка), сухой *питьевой соды* (2 чайных ложки) и нескольких капель *красителя* (подойдет красный пищевой краситель или даже свекольный сок). Эту смесь наливают в "вулкан", а потом добавляют туда 1/2 чашки (100 мл) *столового уксуса* (~ 7 %-я уксусная кислота). Если есть только 70 % уксусная эссенция, то ее надо взять 2 чайных ложки и размешать в 100 мл воды. После добавления уксуса начинается бурная реакция, из жерла вулкана показывается ярко окрашенная пена...

После опыта не забудьте тщательно промыть свой вулкан, вымыть тарелку и поднос!

1. Напишите уравнение реакции, протекающей в вулкане Лемери. Какое из исходных веществ было взято Лемери в избытке? Что с ним произошло во время извержения вулкана? Напишите уравнение и этой реакции.
2. Рассчитайте массы железных опилок и порошкообразной серы, которые следует взять для приготовления 4,4 г стехиометрической смеси (смеси, соответствующей стехиометрии реакции, т.е. такой смеси, в которой оба вещества прореагируют полностью).
3. После проведения химической реакции соединения физическое разделение железа и серы уже невозможно. А если химик смешал эти вещества, а реакцию провести не довелось? Предложите два физических способа разделения смеси порошков железа и серы.
4. Напишите уравнение реакции, протекающей в угольном вулкане, и рассчитайте ее тепловой эффект (теплоты образования нитрата и нитрита калия составляют, соответственно, 393,1 и 370,3 кДж/моль, углекислого газа 393,5 кДж/моль).
5. В процессе разложения дихромата аммония выделяются только газообразный азот, пары воды, твердые частички раскаленного оксида хрома и большое количество теплоты. Установите формулу оксида хрома, напишите уравнение этой реакции. Рассчитайте массу оксида хрома и суммарный объем газов, которые получатся при разложении 5 г дихромата аммония (объем 1 моля любого газа при атмосферном давлении и температуре ярко-красного каления составляет около 100 л).
6. Оцените объем пены, которая выделится при функционировании «содово-уксусного» вулкана (он будет приблизительно равен объему углекислого газа). Масса одной чайной ложки питьевой соды (NaHCO_3) 5 г, уксусная кислота (ее формулу сокращенно можно записать как HOAc) в избытке, реакция описывается уравнением $\text{NaHCO}_3 + \text{HOAc} = \text{NaOAc} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$. Объем 1 моля любого газа при атмосферном давлении и комнатной температуре (25 °C) составляет 24,4 л.

Вам не очень нравятся «карманные» вулканы, да и химия кажется для Вас слишком сложной и скучной наукой? Нет проблем, месяц назад проснулись вулканы «Ринджани» в Индонезии и «Шивелуч» на Камчатке (и названия не такие зубодробительные...). В Индонезии из-за выбросов пепла уже закрыты несколько аэропортов, а вот на Камчатку самолеты пока еще летают!

Да, если Вы все же соберетесь на Камчатку, обязательно посетите и вулкан «Малый Семячик» с его замечательным кратерным озером (см. следующую задачу).

Задача 3. «Удивительное озеро».

«Завтрак. Вылет в Долину Гейзеров. Во время полета осмотр действующего вулкана Карымский и замечательного кратерного озера в вулкане Малый Семячик (воды озера насыщены серной и соляной кислотами)».

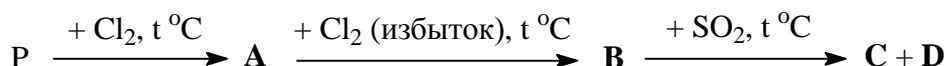


Из рекламного проспекта туристической компании «Огненная земля».

Галогениды и оксогалогениды неметаллов – чрезвычайно активные (реакционноспособные) вещества, широко применяющиеся в неорганическом и органическом синтезе. Большинство из них дымит на воздухе в результате взаимодействия с парами воды, которой они полностью разлагаются (гидролизуются). При их взаимодействии с водой обычно образуется смесь двух кислот (одна – галогеноводородная, другая – кислородсодержащая), за что они получили свое название «галогенангидриды». В предлагаемой Вашему вниманию таблице приведены характеристики некоторых неорганических хлорангидридов **A-D** (все они имеют составы ЭCl_x или $\text{ЭO}_y\text{Cl}_z$).

В-во	$T_{\text{пл.}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$	Цвет и агрегатное состояние при 20°C	Плотность при 20°C	Массовая доля хлора, %
A	-90,3	75,3	Бесцветная жидкость	1,57 г/см ³	77,45
B	160	Возг.	Зеленовато-белые кристаллы	2,1 г/см ³	85,13
C	1,2	107,2	Бесцветная жидкость	1,65 г/см ³	69,36
D	-104,5	76	Бесцветная жидкость	1,64 г/см ³	59,60
E	-118,8	7,56	Бесцветный газ	4,12 г/л	71,68
F	-54,1	69,4	Бесцветная жидкость	1,67 г/см ³	52,53

Вещества **A-D** можно получить по следующей схеме:



Про вещество **C** известно, что его молекулярная масса составляет не менее 118 а.е.м. Вещества **D** и **F** имеют одинаковый качественный состав (состоят из одних и тех же элементов), причем именно вещество **F** выделяет вулкан «Малый Семячик», подпитывая свое знаменитое озеро. Вещество **E** обычно получают, облучая светом смесь CO и Cl_2 в присутствии активированного угля.

1. Установите молекулярные формулы веществ **A-F**. Назовите эти вещества.
2. Приведите уравнения описанных реакций получения веществ **A-E**.
3. Напишите уравнение реакции вещества **F** с водой, приводящей к образованию той самой смеси серной и соляной кислот. Предложите способ получения вещества **F**, исходя из новых знаний, полученных Вами при чтении этой задачи.
4. А теперь попробуйте написать уравнения реакций взаимодействия с водой для веществ **A-E**. Здесь Вам опять же должно помочь условие нашей задачи.
5. Изобразите структурные формулы молекул **A** и **C**, а также тех продуктов их взаимодействия с водой, которые содержат кислород. Приведите названия этих продуктов.
6. Предположим, в Ваших руках оказалось 6 сосудов, содержащих по 100 см³ каждого из веществ **A-F**. В сосуде с каким из веществ содержится наибольшее, а в каком – наименьшее число молекул?