

Химическая олимпиада имени Германа Гесса  
Заключительный этап  
Теоретический тур

---

(ФИО участника)

---

(населенный пункт, школа, класс)

Москва, 18 марта 2024

---

Заполняется проверяющими:

Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	Задача 5	Задача 6	Сумма

**Задача 1. Инверсия химического кроссворда**

И вновь нас ждет увлекательное решение кроссворда! Сегодня правила просты: ответы надо вписывать слева направо или сверху вниз, в каждой клеточке может быть только один знак (буква, цифра, знак препинания). Откуда в кроссворде цифры? Ответ прост: ответами к вопросам являются формулы химических соединений, зашифрованных в словесных уравнениях реакций. Поясним способ заполнения ячеек.

Пусть вам достался вопрос «фосфор + гидроксид бария = 1 + фосфин, 10 знаков». Конечно же, вы сразу понимаете, что перед вами лучший способ получить соль фосфорноватистой кислоты — диспропорционирование фосфора в щелочи! И уверенно записываете ответ  $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_2)_2$ :

B	A	(	H	2	P	O	2	)	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

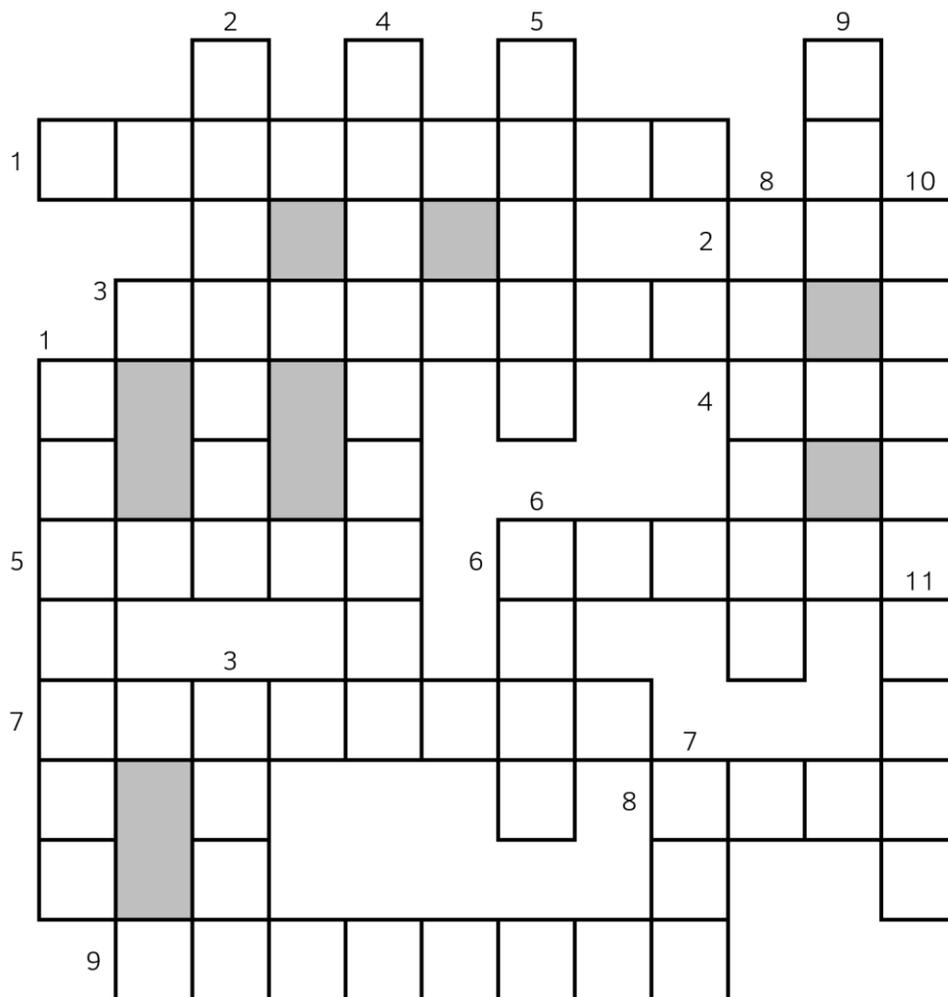
Традиционно кроссворд — простое задание, поэтому применяйте не только знания химии, но и интуицию, математику и так далее. А теперь расслабьтесь, сделайте глубокий вдох, зрительную гимнастику и этот кроссворд!

**По горизонтали:**

1. Бромат калия + хлорид бария = хлорид калия + 1
2. Калий + фосфор = 2
3. Оксид урана (VI) + азотная кислота = вода + 3
4. Гидросульфид магния = сульфид магния + 4
5. Сульфат железа (II) + сульфат железа (III) + калия гидроксид = сульфат калия + вода + 5
6. Оксалат иттербия = угарный газ + углекислый газ + 6
7. Гидроксид цезия + уксусная кислота = вода + 7
8. 8 + аммиак + вода = диаминмеди гидроксид
9. Оксид церия (IV) + серная кислота = вода + 9

**По вертикали:**

1. Хлорид натрия + безводный хлорид железа = 1
2. Трихлорид иода + азотная кислота = хлороводород + 2
3. Медь + теллур = 3
4. Бихромат калия + иодид калия + серная кислота = иод + сульфат калия + вода + 4
5. Поташ + фосфорная кислота = углекислый газ + вода + 5
6. Иттрия оксид + гидрофосфат аммония = аммиак + вода + 6
7. Отбеливатель + средство для удаления известкового налета = хлорид натрия + вода + 7
8. Фосфат калия + фосфорная кислота = 8
9. Сульфат аммония + гидроксид бария = барит + вода + 9
10. Селенистая кислота + нитрат свинца + гидразин = азот + азотная кислота + вода + 10
11. Тетрахлорид титана + вода = соляная кислота + 11



По горизонтали	По вертикали
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
5.	5.
6.	6.
7.	7.
8.	8.
9.	9.
	10.
	11.

**Задача 2. ХЭКАХ!**

Два р-элемента — **X** и **Y** — находятся в одной группе таблицы Менделеева. Два образуемых ими простых вещества — **X** и **Y** — имеют практически идентичные кристаллические решетки (одинаковая упаковка атомов, достаточно близкие параметры решетки), практически одинаковые атомные радиусы, обладают схожими полупроводниковыми свойствами, нашедшими свое применение в микроэлектронике. При этом плотности простых веществ **X** и **Y** значительно различаются:  $\rho(\text{X}) = 2,33 \text{ г/см}^3$ ,  $\rho(\text{Y}) = 5,33 \text{ г/см}^3$ .

1). В какой части таблицы Менделеева Вы ожидаете найти элементы, которые образуют полупроводники? Перечислите группы длиннопериодной таблицы.

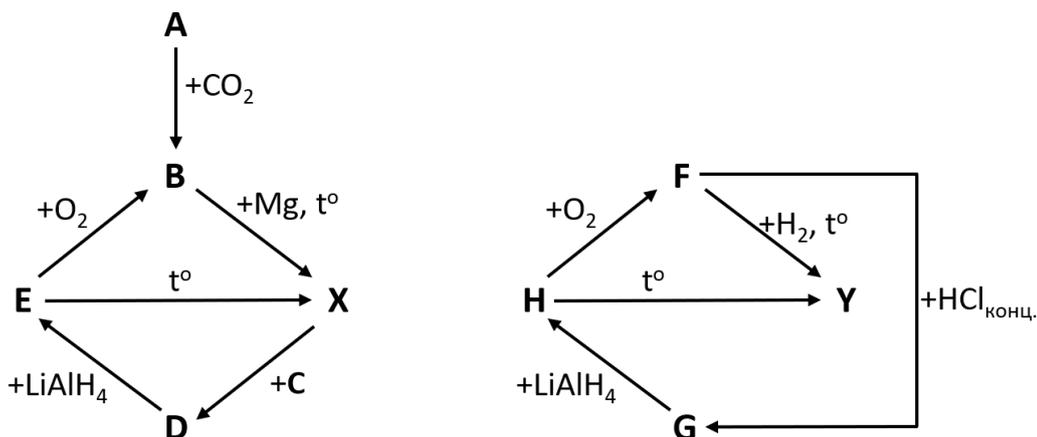
2). Рассчитайте соотношение атомных масс элементов **X** и **Y** с учетом описанных особенностей их кристаллических структур.

Растворимая в воде соль **A** ( $\omega(\text{X}) = 0,1821$ ) может прореагировать с углекислым газом с образованием бинарного вещества **B** [реакция 1]. Для получения чистого аморфного **X** вещество **B** выделяют из раствора и прокалывают с порошком магния [реакция 2]. При помещении **X** в атмосферу желто-зеленого ядовитого простого газа **C** получается бесцветная жидкость **D** ( $\omega(\text{X}) = 0,1652$ ) [реакция 3], которая реагируя с алюмогидридом лития ( $\text{LiAlH}_4$ ) образует смесь хлоридов металлов, а также бинарное вещество **E** [реакция 4]. Вещество **E** легко сгорает в кислороде воздуха до вещества **B** [реакция 5]. Иногда для получения сверхчистого **X** с особой морфологией поверхности используют термическое разложение вещества **E** [реакция 6].

Соединение **F** содержит элемент **Y** и с точки зрения стехиометрии является аналогом вещества **B**. Однако в отличие от **B**, **F** можно растворить в концентрированной соляной кислоте с образованием вещества **G** [реакция 7]. **G** в реакции с алюмогидридом лития образует аналогичную смесь хлоридов и вещество **H** ( $\omega(\text{Y}) = 0,9478$ ) [реакция 8]. **H** сгорает в кислороде воздуха до вещества **F** [реакция 9] и также способно термически разлагаться до простого вещества **Y** [реакция 10].

Дополнительно известно, что структуры **E** и **H** изоморфны (то есть обладают одинаковым строением), из вещества **F** получают **Y** путем взаимодействия с водородом [реакция 11].

Для вашего удобства все описанные в задаче превращения скомпонованы в следующую схему:



3). Определите элементы/простые вещества X и Y.

4). Определите вещества A, B, C, D, E, F, G, H.

Вещество	Формула	Вещество	Формула
X		D	
Y		E	
A		F	
B		G	
C		H	

Приведите необходимые расчеты и пояснения:

5). Напишите уравнения упомянутых одиннадцати реакций.

[1] \_\_\_\_\_

[2] \_\_\_\_\_

[3] \_\_\_\_\_

[4] \_\_\_\_\_

[5] \_\_\_\_\_

[6] \_\_\_\_\_

[7] \_\_\_\_\_

[8] \_\_\_\_\_

[9] \_\_\_\_\_

[10] \_\_\_\_\_

[11] \_\_\_\_\_

**Задача 3. (Не)качественная задача**

Юный Колбочкин при подготовке к финалу олимпиады по химии захотел освежить свои знания по аналитической химии, а именно потренироваться в одной из кислотно-основных катионных схем. Учитель приготовил для него неокрашенный раствор, содержащий смесь нитратов двух катионов металлов (вещества **A** и **B**), и предложил исследовать его.

Для начала Колбочкин решил проверить, изменяет ли окраску пламени внесение в пламя исследуемого раствора. Оказалось, что пламя горелки никаким заметным образом при этом не изменялось. Затем юный химик попробовал прибавить к образцу смеси раствор соляной кислоты: при этом раствор мгновенно помутнел, в нем образовался разнородный белый осадок [блок реакций 1]. Колбочкин только удовлетворенно хмыкнул и решил проверить, оказывает ли какое-то влияние на полученный белый осадок раствор аммиака. При добавлении концентрированного раствора часть хлопьев белого осадка растворилась [блок реакций 2], сам раствор там и остался бесцветным.

В качестве последнего опыта Колбочкин добавил к исходной смеси одномолярный раствор щелочи [блок реакций 3]. Какого же было его удивление, когда в пробирке он обнаружил желтый осадок вещества **B**! Исходные вещества были бесцветные, а тут такая внезапность. Юный химик был настолько обескуражен, что попросил у учителя изучить растворы веществ **A** и **B** по отдельности. Он решил провести некоторый стандартный набор качественных реакций, которые могли бы помочь определить вещества.

В ходе исследования раствора **A** Колбочкин зафиксировал следующие наблюдения.

При добавлении к раствору **A** раствора соляной кислоты выпадает белый хлопьевидный осадок [реакция  $A_1$ ]. Этот осадок без остатка растворяется как в избытке аммиака [реакция  $A_2$ ], так и в насыщенном растворе поваренной соли [реакция  $A_3$ ].

При добавлении к раствору **A** раствора щелочи образуется темно-коричневый осадок вещества **Г** [реакция  $A_4$ ], который так же растворяется в избытке водного раствора аммиака [реакция  $A_5$ ]. При этом темный осадок **Г** никак не изменяется при добавлении избытка щелочи.

С растворами фосфата и иодида натрия раствор **A** образует осадки желтых оттенков окраски [реакции  $A_6$  и  $A_7$ ]; с иодидом более бледный, чем с фосфатом.

1). Определите вещество **A**, напишите уравнения реакций  $A_1$ – $A_7$ .

Вещество **A** — \_\_\_\_\_

[ $A_1$ ] \_\_\_\_\_

[ $A_2$ ] \_\_\_\_\_

[ $A_3$ ] \_\_\_\_\_

[A<sub>4</sub>] \_\_\_\_\_

[A<sub>5</sub>] \_\_\_\_\_

[A<sub>6</sub>] \_\_\_\_\_

[A<sub>7</sub>] \_\_\_\_\_

Аналогичные эксперименты Колбочкин провел и с раствором вещества **Б**.

При добавлении соляной кислоты выпал белый осадок [реакция Б<sub>1</sub>]; в отличие от предыдущего он не растворялся в избытке аммиака, но все так же растворялся в насыщенной поваренной соли [реакция Б<sub>2</sub>].

При медленном добавлении раствора щелочи к раствору вещества **Б** сперва наблюдается образование белого аморфного осадка [реакция Б<sub>3</sub>], который затем растворяется без следа с образованием прозрачного бесцветного раствора [реакция Б<sub>4</sub>] при добавлении избытка щелочи.

Взаимодействие раствора вещества **Б** с раствором фосфата натрия приводит к выпадению белого осадка [реакция Б<sub>5</sub>], а вот взаимодействие и иодидом натрия приводит к образованию осадка золотого цвета [реакция Б<sub>6</sub>]. Золотой осадок легко растворяется при нагревании смеси, сам раствор при этом практически полностью обесцвечивается; осадок выпадает вновь в виде крупных золотых пластинчатых чешуек-снежинок при охлаждении.

2). Определите вещество **Б**, напишите уравнения реакций Б<sub>1</sub>–Б<sub>6</sub>. Ответьте на дополнительный теоретический вопрос.

Вещество **Б** — \_\_\_\_\_

[Б<sub>1</sub>] \_\_\_\_\_

[Б<sub>2</sub>] \_\_\_\_\_

[Б<sub>3</sub>] \_\_\_\_\_

[Б<sub>4</sub>] \_\_\_\_\_

Какое свойство проявляет катион металла вещества **Б** в реакциях Б<sub>3</sub>–Б<sub>4</sub>?

\_\_\_\_\_

[Б<sub>5</sub>] \_\_\_\_\_[Б<sub>6</sub>] \_\_\_\_\_

На основании проведенных реакций Колбочкин легко определил катионы металлов в веществах **A** и **B**. Состав осадка **B** легко можно было найти в литературе, но юный химик уже итак упростил себе задачу: изучив растворы **A** и **B** по отдельности, он понял суть химической реакции, происходящей в [блоке реакций 3]. Оставалось только аккуратно посчитать.

Для количественного определения химического состава осадка Колбочкин решил воспользоваться потенциометрическим титрованием, в ходе которого как раз образовывалось искомое вещество **B**. Первичный раствор для титрования был изготовлен следующим образом: к 25,00 мл 0,100 М раствора вещества **B** при перемешивании последовательно добавили 20,00 мл 1,00 М раствора натриевой щелочи и 5,00 мл 0,10 М раствора хлорида натрия. На титрование 10,00 мл аликвоты первичного раствора до достижения аналитического сигнала потребовалось 11,33 мл раствора вещества **A** с концентрацией титранта 15,000 г/л (усреднено по шести титрованиям). Гравиметрический анализ показал, что масса осадка, образующегося при титровании аликвоты, составляет 228 мг.

3). Вычислите состав соединения **B**, считая, что погрешность титрования составляет не более 0,3%. Приведите все необходимые расчеты. Напишите реакцию, соответствующую [блоку 3].

Вещество **B** — \_\_\_\_\_

[блок 3] \_\_\_\_\_

#### Задача 4. Магическая парамагнитная жидкость

В одном известном эксперименте магнитные свойства солей переходных металлов демонстрируют следующим образом. Берут водный раствор хлорида марганца с плотностью, равной плотности несмешивающейся с ним жидкости, дихлорметана (1,33 г/мл). Помещают обе жидкости в одну пробирку и подносят к ней магнит. Следуя за магнитом, капля водного раствора хлорида марганца всплывает или тонет.

Наша задача будет посвящена этому эксперименту и некоторым выводам, которые можно из него сделать.

##### А. Ионная геометрия

1). Оцените среднее расстояние между молекулами воды в воде, постаравшись ошибиться не более чем в 2 раза. Примите плотность за 1 г/мл. Во всех трех случаях ниже приведите расчет.

**Подсказка для расчета:** мысленно остановите время (и движение молекул), и представьте себе, что объем воды разбит на маленькие одинаковые кубики. Внутри каждого кубика есть точка, собственно, ровно одна молекула воды. Кубики не пересекаются и плотно прилегают друг к другу, не оставляя свободного места.

2). Предположите, что при растворении хлорида марганца в воде, объем полученного раствора равен объему исходно взятой воды (это почти правда). Сравните массовую долю хлорида марганца в кристаллогидрате  $MnCl_2 \cdot 6H_2O$  и растворе с плотностью 1,33 г/мл.

3). Оцените среднее расстояние между ионами марганца в растворе, описанном выше, постаравшись ошибиться не более чем в 2 раза.

### Б. Магнитная физика

Все вещества взаимодействуют с магнитным полем, без исключения: какие-то отталкиваются от него, а какие-то притягиваются. К примеру, вода выталкивается из магнитного поля: благодаря этому можно заставить левитировать лягушку над очень сильным магнитом (за это даже дали Шнобелевскую премию Константину Новоселову). Подавляющее большинство магнитных явлений связаны с электронами в веществе.

Вещества, притягивающиеся к магниту, называются парамагнетиками. То, как сильно притягивается вещество, зависит от числа неспаренных электронов (НСЭ) в ионах, его составляющих: каждый из них представляет собой маленький магнитик сам по себе. Давайте потренируемся их определять. Электрон называется неспаренным, если он находится на орбитали в одиночестве.

4). Из каких ионов состоит  $MnCl_2$ ? Определите их заряд, электронную конфигурацию и количество неспаренных электронов.

Ионы в $MnCl_2$	Заряд	Электронная конфигурация	Количество НСЭ
Ион 1 _____			
Ион 2 _____			

5). Исследуем еще четыре соли для той же цели. Каковы формальные заряды на атомах/ионах, из которых состоят вещества? Степени окисления тут можно рассматривать как эквивалент заряда.

$Cr(ClO_4)_3$	Заряд (СО)	Электронная конфигурация	Количество НСЭ
Ион 1 _____			
Ион 2 _____			
Ион 3 _____			
$CuSO_4$	Заряд (СО)	Электронная конфигурация	Количество НСЭ
Ион 1 _____			
Ион 2 _____			
Ион 3 _____			
$Zn(NO_3)_2$	Заряд (СО)	Электронная конфигурация	Количество НСЭ
Ион 1 _____			
Ион 2 _____			
Ион 3 _____			
$GdCl_3$	Заряд (СО)	Электронная конфигурация	Количество НСЭ
Ион 1 _____			
Ион 2 _____			

Сила притяжения парамагнетика к магниту определяется так:

$$F = \nu \cdot H \cdot \sqrt{n \cdot (n + 1)},$$

Где  $\nu$  — количество магнитных ионов в образце (моль),  $n$  — количество НСЭ в одном ионе,  $H$  — параметр, показывающий силу магнита. Не думайте о параметре  $H$  слишком много — мы будем везде использовать одинаковый магнит. Примите его за 10 Н/моль.

б). Вернемся к эксперименту с хлоридом марганца. Пусть у нас есть капля раствора  $\text{MnCl}_2$  объемом 0,03 мл с концентрацией 2 моль/л, которая притягивается к магниту. Какова должна быть концентрация  $\text{GdCl}_3$  в такой же капле воды, чтобы сила ее притяжения к магниту была такой же? А если взять  $\text{Cr}(\text{ClO}_4)_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ? Достижимы ли такие концентрации?

**Для справки.** Растворимость на 100 г воды при комнатной температуре:  $\text{GdCl}_3$  — 95 г,  $\text{Cr}(\text{ClO}_4)_3$  — 136 г,  $\text{CuSO}_4$  — 22,3 г,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  — 127 г.

7). Последний вопрос связан с возможностью исследовать электронное строение атомов в веществах, используя результаты магнитных измерений. Известно, что вещество состава  $\text{AgO}$  — диамагнетик, то есть не проявляет парамагнитных свойств. Выдвиньте гипотезу о том, почему это так? Какие электронные конфигурации можно приписать атомам?

**Задача 5. Барбигеймер**

Самой насущной проблемой вселенной Барбигеймера является удовлетворение хотелок и тех, и других: одним подавай бомбы, другим — розовые платья. Как же хорошо, что в их вселенной есть такой же минерал, как и у нас — биберит ( $X_1$ ). На первый взгляд этот красный камень не совсем подходит для платья Барби. Однако, местные ученые выяснили, что при нагревании вместе с потерей массы он постепенно меняет свой цвет на розовый, который уже можно использовать в качестве красителя для нарядов.

Получение розового пигмента — это достаточно трудоемкий технологический процесс, ведь при нагревании ненужные части уходят не сразу, а ступенчато с образованием промежуточных продуктов  $X_2$ – $X_6$ . Разложение минерала скрупулезно изучили методом термогравиметрии (ТГА) с масс-спектрометрическим (МС) анализатором. При помощи ТГА химики смогли определить, при каких температурах происходит потеря массы, а также саму потерю массы, выраженную в процентах. Метод МС использовался для определения состава продуктов разложения. Вещества, попадающие в анализатор, ионизировались, а после посредством магнитного поля разделялись в зависимости от соотношения массы частицы к её заряду ( $m/z$ ), полученные ионы поступали в детектор: чем больше частиц попадало на детектор, тем интенсивнее становился сигнал на диаграмме. Частота попаданий частиц на детектор зависела не только от силы ионизатора и входного потока, но и от изотопного состава молекул. Оказалось, что вплоть до  $310\text{ }^\circ\text{C}$  выделялось вещество **A**, а сами данные масс-спектрометрии приведены в таблице.

Соотношение $m/z$	Относительная интенсивность сигнала
18	100
17	21
16	1
19	<1
20	<1

1). Определите вещество **A**, приведите все необходимые рассуждения. С чем вы связываете наличие нескольких сигналов в масс-спектре?

В таблице ниже приведены данные термогравиметрии.

Температура, °С	Относительная масса образца, %	Изменение массы образца от $m_0$ , %	Вещество
25	100,00	0	X <sub>1</sub>
108	93,59	6,41	X <sub>2</sub>
140	74,38	25,62	X <sub>3</sub>
165	61,57	38,43	X <sub>4</sub>
310	55,16	44,84	X <sub>5</sub>
900	26,65	73,35	X <sub>6</sub>

«Но где же здесь Оппенгеймеры?» — спросите Вы. Оказалось, что при переработке вышедших из моды платьев удастся получить прекурсор для создания термоядерного припаса. При нагреве свыше 900 °С платья теряют красивый розовый цвет, а из остатков можно выделить темно-зеленое (почти черное) вещество X<sub>6</sub>. Его желательно очистить от примесей, это можно сделать растворением в соляной кислоте, а при помощи последующего электролиза расплава получившейся соли можно получить X — заветный элемент боеголовки. Физикам-ядерщикам очень сильно повезло, ведь Барби не знают, что при растворении основного элемента бомбы в купоросной водке можно обратно получить розовый краситель...

2). Используя данные ТГА и МС, определите различие в молярных массах между веществами X<sub>1</sub>–X<sub>6</sub>. Основываясь на этих различиях определите металл X, и вещества X<sub>1</sub>–X<sub>6</sub>, ответ подтвердите расчетами.

Вещество	Формула	Вещество	Формула
X		X <sub>4</sub>	
X <sub>1</sub>		X <sub>5</sub>	
X <sub>2</sub>		X <sub>6</sub>	
X <sub>3</sub>			

Подтверждение расчетами

Принцип действия боезаряда заключается в следующем: при активации оболочка облучается мощным нейтронным потоком. В результате захвата нейтрона ( ${}^1_0n$ ) стабильное ядро превращается в радиоактивный изотоп Y [реакция 1]. В результате испускания бета-частицы ( ${}^0_{-1}\beta$ ) данный нуклид образует другой изотоп Z в возбужденном состоянии [реакция 2], который затем переходит в основное состояние, испуская один гамма-квант.

**Для справки.** В ядерных реакциях слева сверху от названия частицы указывают ее массу (у нейтрона масса 1, например, а слева снизу — электрический заряд, у нейтрона он равен нулю). Например, альфа-частицы, являющиеся ядрами гелия, записывают так:  ${}^4_2He$ .

3). Запишите уравнения ядерных [реакций 1 и 2]. Определите Y, Z, в качестве ответа запишите атомы с указанием их атомных масс и зарядов.

Вещество Y — \_\_\_\_\_                      Вещество Z — \_\_\_\_\_

[1] \_\_\_\_\_

[2] \_\_\_\_\_

Атомы Y обладают разрушающим радиологическим действием: 10 мкг этого вещества претерпевает  $4,25 \cdot 10^8$  распадов в секунду, в то время как допустимая активность — это  $2 \cdot 10^6$  распадов в секунду при нахождении около источника излучения до года. Количество актов распада в секунду прямо пропорционально массе радиоактивного изотопа.

4). Оцените, через какое время можно будет безопасно находиться на территории, загрязненной 10 мкг Y, если период полураспада Y составляет 5,27 лет. Период полураспада — время, за которое распадается половина от имеющегося вещества. За первый период полураспада распадется половина вещества, за второй период полураспада — половина от оставшейся половины (одна четверть) и так далее.

**Задача 6. Последняя задача (Германа) Гесса**

Примерно год назад юный химик Герман совершил ошибку с машиной времени и попал в параллельную реальность, где ему пришлось устанавливать вещества с необычными названиями с помощью местного ученого Ненделеева. Если вы вдруг забыли, то Герман узнал такие названия для обычных веществ: Дух Соли, Муриевая кислота (HCl); Адский Камень (AgNO<sub>3</sub>); Щелочной Воздух, Нюхательный Спирт (NH<sub>3</sub>); Философская Ртуть (Pb); Дефлогистированный Воздух (O<sub>2</sub>); Аквафортис (HNO<sub>3</sub>); Трескучая Соль (NaCl); Купоросное Масло (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); Огненная Вода (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH); Этиловая Жидкость (Pb(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>); Царская Водка (HNO<sub>3</sub> + HCl). Ненделеев помог Герману починить машину времени и вернуться в нашу реальность, где уже не такой юный (один год в параллельной реальности продлился семь в нашей), наш герой решил сочинить задачу на тему тривиальных названий веществ для своего подрастающего младшего брата Джуниора, увлекающегося химией. Прочитаем вместе с Джуниором текст задачи:

«Дорогой Джуниор, тебе предстоит отгадать по описанию, что представляют из себя следующие вещества или смеси веществ (бинарные подчеркнуты одной чертой): Инфузорная Земля, Сладкий Купорос, Ярь-Медянка, Кислый Спирт, Медный Спирт, Хлебный Спирт, Норвежская Селитра, Синий Камень, Фагеденическая Вода, Гидрофилит, Алкаль, Сухой Лед, Огненный Воздух, Бримстоун, Арагонит, Рудный Газ, Кераргирит. Об их некоторых взаимных превращениях известно следующее:

1) Сухой Лед нельзя окислить кислородом, хоть он и сухой. При погружении Сухого Льда в воду образуется большое количество газа X с плотностью по гелию  $D_{He} = 11$ . Также газ X образуется при действии Кислым Спиртом на Арагонит.

2) Бримстоун является простым желтым веществом — основным сырьем для получения Кислого Спирта в больших масштабах, также для этого процесса нужно много воды и Огненного Воздуха (тоже, кстати, простое вещество). Массовая доля кислорода в Кислом Спирте составляет 0,6531.

3) Гидрофилит, Арагонит и Норвежская Селитра содержат как минимум одним общим элементом В. Массовая доля В в этих веществах составляет 0,3609; 0,4006; 0,2444 соответственно. Эти три вещества связаны следующей цепочкой превращений (коэффициенты расставлены):

3а) Гидрофилит + 2 Алкаль + X = Арагонит↓ + 2 Трескучая соль + H<sub>2</sub>O

3б) Гидрофилит + 2 Адский камень = Норвежская Селитра + 2 Кераргирит↓

4) Кислый, Хлебный и Медный Спирты называются втроем Спиртами и состоят каждый из атомов трех элементов, однако только двое из них относятся к одному классу веществ. Молярная масса ни одного из Спиртов, кроме Кислого, не превышает 80 г/моль. В формуле Хлебного Спирта на один атом кислорода меньше, зато на два атома водорода больше, чем в формуле Медного Спирта. При воздействии на Хлебный Спирт Кислым Спиртом можно получить [реакция 1] Сладкий Купорос ( $D_{He} = 18,5$ ). Медный Спирт же можно получить так:

Ярь-Медянка + Кислый Спирт = Y + 2 Медный Спирт

Соль **Y** также можно получить при растворении **Синего Камня** в воде, при этом образуется сине-голубой раствор. **Ярь-Медянка**, **Y** и **Синий Камень** содержат как минимум один общий элемент **D**. Массовая доля **D** составляет 0,3499; 0,3981; 0,2545 соответственно.

5) **Фагеденическая Вода** представляет из себя фармацевтическую смесь воды, **Гидрофилита** и бинарного вещества **Z**. Разложение вещества **Z** при нагревании протекает с образованием уникального простого вещества **A** и **Огненного Воздуха**. Сама реакция обладает важным историческим значением, однако ее демонстрация в школе в современности не практикуется. Массовая доля **A** в **Z** составляет 0,9261.

6) При взаимодействии **Сладкого Купороса**, **Медного Спирта**, **Хлебного Спирта** и **Рудного Газа** (кстати молярная масса **Рудного Газа** не превышает 20 г/моль) с избытком **Огненного Воздуха** образуется только два вещества — вода и газ **X**. При измерении количеств выделяющихся воды и **X** в ходе этих реакций получены следующие данные:

Реагент и его масса	Масса X	Масса воды
<b>Сладкий Купорос</b> , 74 г	176 г	90 г
<b>Медный Спирт</b> , 60 г	88 г	36 г
<b>Хлебный Спирт</b> , 46 г	88 г	54 г
<b>Рудный Газ</b> , 16 г	44 г	36 г

7) **Инфузорная Земля** при обычных условиях не прореагирует с большинством указанных веществ. Именно поэтому ее используют как сырье для производства устойчивой к большинству химических воздействий посуды. Пожалуй, среди приведенного списка веществ, **Инфузорная Земля** может прореагировать только с большим количеством **Алкаля** при нагревании [реакция 2].

8) **Гидрофилит**, **Арагонит**, **Норвежская Селитра**, **Кислый Спирт**, **Алкаль**, **Кераргирит**, вещество **Y** и **Ярь-Медянка** являются веществами, которые можно найти в таблице растворимости.

Дорогой Джуниор, я уверен, имея эти подсказки, ты точно сможешь ответить на такие вопросы моей задачи:

Вопрос 1. Установи формулы всех веществ, зашифрованных тривиальными названиями.

Вопрос 2. Также установи формулы веществ **X**, **Y**, **Z**.

Вопрос 3. Напиши уравнения [реакции 1] и [реакции 2].

Вопрос 4. В чем роль **Кислого Спирта** в [реакции 1]?

Вопрос 5. Нарисуй структурную формулу **Сладкого Купороса**, если известно, что она весьма симметричная, а все элементы проявляют типичные валентности.

Вопрос 6. Что является более энергетически эффективным топливом при условии одинаковости взятого объема: **Бримстоун**, **Рудный Газ** или **Хлебный Спирт**? Рассчитайте теплоты сгорания одного кубометра каждого из веществ, если известно, что их плотности составляют 2070 кг/м<sup>3</sup>; 0,668 кг/м<sup>3</sup>; 789 кг/м<sup>3</sup> соответственно. Мольные теплоты сгорания веществ составляют 297 кДж/моль; 891 кДж/моль; 1367 кДж/моль соответственно.

Удачи, с уважением, Герман!

P.S. Вещества могут совпадать с теми, что я встретил у Ненделеева {перечислены в начале задачи}, а могут и не совпадать! »

Итак, мы ознакомились с текстом задачи и пятью заданиями, которые Герман придумал для Джуниора. В нашей же задаче на олимпиаде Гесса будет всего одно задание:

1). Дайте ответы на вопросы в задаче Германа, подкрепив их решением. Необязательно определять каждое вещество с помощью расчета, численные данные можно использовать для подтверждения своих догадок на основе качественного описания. Однако у каждого вещества должно быть свое логическое обоснование — или качественное, или количественное.

Для внесения формул веществ используйте следующую таблицу:

Реактив	Формула	Реактив	Формула
Сухой Лед		Рудный Газ	
Огненный Воздух		Синий Камень	
Бримстоун		Хлебный Спирт	
Кислый Спирт		Медный Спирт	
Алкаль		Ярь-Медянка	
Фагеденическая Вода		Сладкий Купорос	
Гидрофилит		Инфузорная земля	
Кераргирит		X	
Арагонит		Y	
Норвежская Селитра		Z	

Уравнение [реакции 1]:

Уравнение [реакции 2]:

Роль Кислого Спирта в [реакции 1]

Структурная формула Сладкого Купороса:

	Бримстоун	Рудный Газ	Хлебный Спирт
Теплота сгорания, кДж/м <sup>3</sup>			
Кто выгоднее? _____			

Поля ниже предназначены для обоснований, расчетов и вычислений. Они обязательны.

