



8 класс
Олимпиада школьников
Санкт-Петербургского университета
Общеобразовательный предмет «Химия»
Отборочный этап 2024-2025 уч. года



Задание № 1.

Составитель: Скрипкин М.Ю.

В таблице ниже приведены массовые доли элементов в составе некоторого соединения:

Элемент	Se	O	Cs
Массовая доля, %	29,78	18,09	51,75

Приведите химическую формулу данного вещества. При расчетах используйте атомные массы элементов с точностью до десятых.

Укажите его название.

Напишите уравнения реакций взаимодействия данного вещества а) с гидроксидом цезия, б) с концентрированной серной кислотой.

Система оценивания:

№	Критерий	Балл
1	Правильно определен отсутствующий элемент (водород)	5
2	Правильно определена молекулярная формула соединения	8
3	Приведено правильное название соединения	4
4	Правильно записана реакция с гидроксидом цезия	3
5	Правильно записана реакция с концентрированной серной кислотой	5
6	Штраф за селенистую кислоту как продукт (вместо диоксида селена)	-2 балла
7	Штраф за среднюю соль вместо кислой	-1 балл
	ВСЕГО:	25

Ответ:

- Нетрудно увидеть, что сумма массовых долей не равна 100%. Следовательно, соединение содержит еще какой-то элемент (элементы). Малое значение приходящейся на них массовой доли позволяет предположить, что речь идет о водороде.
- Определим состав соединения. Пусть в его составе 1 атом селена. Тогда можно составить пропорцию:
 $79 - 29.78\%$

$16x - 18.09\%$ (где x – количество атомов кислорода)

$$X = 79 \cdot 18.09 / (16 \cdot 29.78) = 3$$

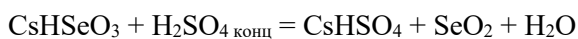
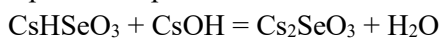
Аналогично определяем количество атомов цезия:

$$Y = 79 \cdot 51.75 / (132.9 \cdot 29.78) = 1$$

И количество атомов водорода (1)

Формула соединения CsHSeO_3 (гидроселенит цезия)

3. Уравнения реакций:



Использован справочник Р.А.Лидин, В.А.Молочко, Л.Л.Андреева «Неорганическая химия в реакциях», М. Дрофа, 2007.

Возможность проверки средствами MOODLE: НЕТ

Проверил: Фамилия И.О.

Задание № 2. «ВИННИ-ПУХ И ВСЕ ВСЕ ВСЕ»

Составитель: Мерещенко А.С.

Рядом с научно-исследовательским институтом «Атом» Винни-Пух нашёл баллон с газом. Винни-Пух очень хотел мёду, а пчелиный улей был очень высоко. Недолго думая, Винни Пух надул неизвестным газом шарик и ещё чуточку поддул воздуха. Шарик оказался лёгким и смог поднять медвежонка вверх. Подлетев к улью, Винни-Пуха стали яростно кусать пчёлы, но прибежал пятачок с ружьём и сбил шарик. Шарик с диким грохотом и огненным заревом взорвался, подпалив шерсть медвежонка. Винни очень испугался и побежал к Совунье для определения содержимого баллона. Совунья измерила плотность газа и заявила, что в баллоне инертный газ гелий. Но Винни-Пух не поверил Совунье, ведь инертные газы не подпаливают шерсть. Винни-Пух побежал к Кролику. Кролик поджёг газ, выходящий из баллона, он загорелся. Кролик также пропустил газ над нагретым чёрным порошком, при этом порошок порозовел. Кролик бы очень умный, он понял, что это за газ и стал объяснять Винни Пуху, почему Сова правильно определила плотность, но это не гелий. Но Винни-Пух так ничего и не понял... Помогите Винни-Пуху разобраться, что за газ был в баллоне. Для этого, ответьте на следующие вопросы:

- 1) Что за газ был в баллоне? Приведите его химическую формулу.
- 2) Почему Совунья сделала вывод, что в баллоне гелий (объясните с химической точки зрения)?
- 3) Почему взорвался шарик?
- 4) Приведите уравнения всех реакций, описанных в задаче?
- 5) Напишите реакции загадочного газа из баллона с литием, хлором, оксидом железа(II), серой. Укажите условия протекания реакций.

Система оценивания:

№	Критерий	Балл
1	Химическая формула молекулярного дейтерия	5
2	Вывод, что плотность и молярная масса молекулярного дейтерия такая же как у гелия (1 балл, если указана только одинаковая плотность дейтерия и гелия без упоминания молярной массы)	3
3	Приведено объяснение, почему взорвался шарик	2
4	Указаны две химические реакции. За каждую реакцию по 2,5 балла	5
5	Указаны четыре химические реакции. За каждую реакцию по 2,5 балла	10
	ВСЕГО:	25

Рекомендации по решению:

- Газ – D_2 – простое вещество изотопа водорода 2H – дейтерия. Данный изотоп имеет атомную массу 2 ат.ед, но такой же атомный номер, как у водорода (1). Химические свойства газов D_2 и H_2 одинаковы.
- Совунья перепутала D_2 и He, т.к. у них одинаковые плотности и, следовательно, одинаковые молярные массы. Так, молярная масса молекулярного дейтерия такая же как у гелия – 4 г/моль.
- Шарик взорвался, потому что Винни-Пух поддул воздух, содержащий кислород. При попадании пули в шарик, смесь дейтерия и кислорода подождлась или взорвалась вследствие химической реакции между дейтерием и кислородом.
- $2D_2 + O_2 = 2D_2O$ (взрыв шарика и поджиг Кроликом)
 $CuO + D_2 = D_2O + Cu$
 CuO - чёрный порошок, его восстановление приводит к образованию металлической меди с розовой окраской
- $D_2 + 2Li = 2LiD$ (при комнатной температуре)
 $D_2 + Cl_2 = 2DCl$ (нагревание или искра)
 $D_2 + FeO = Fe + D_2O$ (высокая температура и давление)
 $D_2 + S = D_2S$ (высокая температура)

Ответ:

- D_2 – дейтерий
- У D_2 и He, т.к. у них одинаковые плотности и одинаковые молярные массы.
- Шарик взорвался, потому что Винни-Пух поддул воздух, содержащий кислород, который прореагировал с дейтерием при попадании пули в шарик.
- $2D_2 + O_2 = 2D_2O$
 $CuO + D_2 = D_2O + Cu$
- $D_2 + 2Li = 2LiD$ (при комнатной температуре)
 $D_2 + Cl_2 = 2DCl$ (нагревание или искра)
 $D_2 + FeO = Fe + D_2O$ (высокая температура и давление)
 $D_2 + S = D_2S$ (высокая температура)

Возможность проверки средствами MOODLE: НЕТ**Проверил:** Фамилия И.О.

Задание № 3.

Составитель: Скрипкин М.Ю.

Предложите 10 веществ, которые могут быть синтезированы в одну или несколько стадий, используя в качестве исходного вещества только соду. Приведите уравнения соответствующих реакций, укажите условия их протекания и условия выделения продуктов синтеза их реакционной смеси. Выбор оборудования считайте неограниченным (за исключением оборудования для ядерного синтеза).

Система оценивания:

№	Критерий	Балл
1	Правильно записанная формула вещества с уравнением реакции и указанием условий протекания и выделения продуктов синтеза	10*2.5 = 25
2	Штраф за неправильные коэффициенты в уравнении реакции	-0.5
3	Штраф за отсутствие условий синтеза (где они необходимы)	-0.5
4	Штраф за отсутствие указаний на способ выделения вещества	-1
	ВСЕГО:	25

Рекомендации по оцениванию: штрафы суммируются, но каждая реакция должна оцениваться неотрицательной суммой баллов (возможно, равной 0)

Ответ:

Возможен широкий набор решений.

Использован справочник Р.А.Лидин, В.А.Молочко, Л.Л.Андреева «Неорганическая химия в реакциях», М. Дрофа, 2007.

Возможность проверки средствами MOODLE: НЕТ

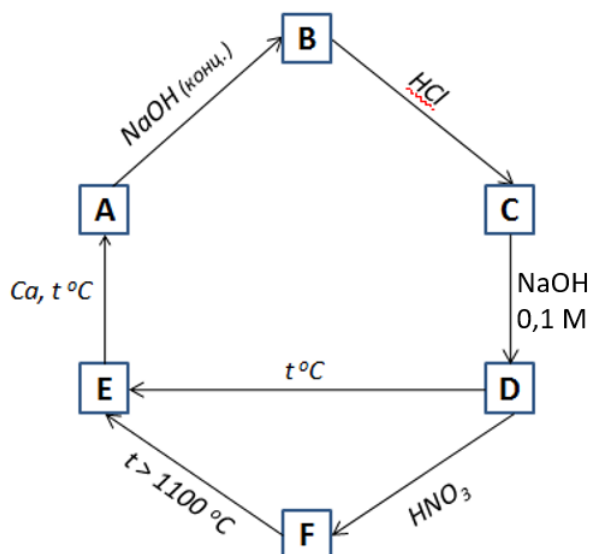
Проверил: Фамилия И.О.

Задание № 4. «ИГОЛЬЧАТЫЙ МЕТАЛЛ»

Составитель: Тойкка Ю.Н.

Условие задачи / Вопросы задачи: Приведена схема превращений некоторого элемента образующего простое вещество А. Основываясь на положениях периодического закона Д. И. Менделеева, расшифруйте приведенную схему и напишите уравнения соответствующих реакций, если известно, что массовая доля элемента в его единственном оксиде равна 20%.

Для определения элемента проведите необходимые расчеты. Укажите не менее двух областей применения данного элемента.



Система оценивания:

№	Критерий	Балл
1	Правильно проведены расчёты вещества Е и выведена формула оксида	5
2	Правильно расшифрованы веществ (А–F) – 1 баллов за каждое	6
3	Правильно написаны уравнения реакций – 2 балла за каждую (за неуказанные условия или неправильные коэффициенты снимаем 1 балл	14
	ВСЕГО:	25

Рекомендации по решению:

Из названия задания и из приведенной цепочке следует, что А-металл. Исходя из того, что металл взаимодействует со щелочью, его соединения проявляют амфотерные свойства, валентность таких металлов обычно лежит в диапазоне от двух до четырех.

Ответ: А – Zn, В – $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, С – ZnCl_2 , D – $\text{Zn}(\text{OH})_2$, Е – ZnO, F – $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

- $\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
- $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 4\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + 2\text{NaCl} + 4\text{H}_2\text{O}$
- $\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$
- $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Zn}(\text{OH})_2 = \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O}$ (нагревание)
- $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 = \text{ZnO} + 2\text{NO}_2 + 1/2\text{O}_2$ (нагревание)
- $\text{ZnO} + \text{Ca} = \text{Zn} + \text{CaO}$ (нагревание)

Области применения: в технике как полупроводниковые материалы, в промышленности – защита от коррозии, в медицине -мази для заживления ран.

РЕШЕНИЕ:

Из названия задания следует, что А-металл. Так как металл взаимодействует со щелочью, его соединения проявляют амфотерные свойства, валентность таких металлов обычно лежит в диапазоне от двух до четырех.

Так как даны массовые доли металла и кислорода в его оксиде, можно найти атомную массу металла из формулы:

$$\omega(M) = A(M) \cdot n / M(M_n O_m) \text{ либо } \omega(O) = A(O) \cdot m / M(M_n O_m)$$

1) Пусть будет валентность II ($n=1$, $m=1$): $0,20 = 16/16+A(Me)$

$A(M) = 64$, в таблице ближе всего к цинку, таким образом **E** – ZnO. А металл **A** – Zn.

Далее согласно уравнениям: **B** – $Na_2[Zn(OH)_4]$, **C** – $ZnCl_2$, **D** – $Zn(OH)_2$, **F** – $Zn(NO_3)_2$

1. $Zn + 2NaOH + 2H_2O = Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$
2. $Na_2[Zn(OH)_4] + 4HCl = ZnCl_2 + 2NaCl + 4H_2O$
3. $ZnCl_2 + 2NaOH = Zn(OH)_2 + 2NaCl$
4. $Zn(OH)_2 + 2HNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 3H_2O$
5. $Zn(OH)_2 = ZnO + H_2O$ (нагревание)
6. $Zn(NO_3)_2 = ZnO + 2NO_2 + 1/2O_2$ (нагревание)
7. $ZnO + Ca = Zn + CaO$ (нагревание)

Возможность проверки средствами MOODLE: НЕТ

Проверил: Фамилия И.О.