



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



Задание № 1. «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:

- 6) Что за газ был в баллоне? Приведите его химическую формулу.
- 7) Почему Совунья сделала вывод, что в баллоне гелий (объясните с химической точки зрения)?
- 8) Почему взорвался шарик?
- 9) Приведите уравнения всех реакций, описанных в задаче?
- 10) 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	4
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)	2
3	Приведено объяснение, почему взорвался шарик	2
4	Указаны две химические реакции. За каждую реакцию по 2 балла	4

5	Указаны четыре химические реакции. За каждую реакцию по 2 балла	8
	ВСЕГО:	20

Рекомендации по решению:

- 6) Газ – D₂ – 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 D₂ и H₂ одинаковы.
- 7) Совунья перепутала D₂ 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.
- 8) Шарик взорвался, потому что Винни-Пух поддул воздух, содержащий кислород. При попадании пули в шарик, смесь дейтерия и кислорода подожглась или взорвалась вследствие химической реакции между дейтерием и кислородом.
- 9) $2D_2 + O_2 = 2D_2O$ (взрыв шарика и поджиг Кроликом)
 $CuO + D_2 = D_2O + Cu$
CuO- чёрный порошок, его восстановление приводит к образованию металлической меди с розовой окраской
- 10) $D_2 + 2Li = 2LiD$ (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:

- 6) D₂ – дейтерий
- 7) У D₂ и He, т.к. у них одинаковые плотности и одинаковые молярные массы.
- 8) Шарик взорвался, потому что Винни-Пух поддул воздух, содержащий кислород, который прореагировал с дейтерием при попадании пули в шарик.
- 9) $2D_2 + O_2 = 2D_2O$
 $CuO + D_2 = D_2O + Cu$
- 10) $D_2 + 2Li = 2LiD$ (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 № 2.

Составитель: Скрипкин М.Ю.

Предложите 15 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 питьевой соды	1.25
2	Правильно записанная формула вещества с уравнением реакции и указанием условий протекания и выделения продуктов синтеза	15*1.25 = 18.75
3	Штраф за неправильные коэффициенты в уравнении реакции	-0.5
4	Штраф за отсутствие условий синтеза (где они необходимы)	-0.5
5	Штраф за отсутствие указаний на способ выделения вещества	-1
	ВСЕГО:	20

Рекомендации по оцениванию: штрафы суммируются, но каждая реакция должна оцениваться неотрицательной суммой баллов (возможно, равной 0). Суммарный балл округляется до целого.

Ответ:

Возможен широкий набор решений.

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

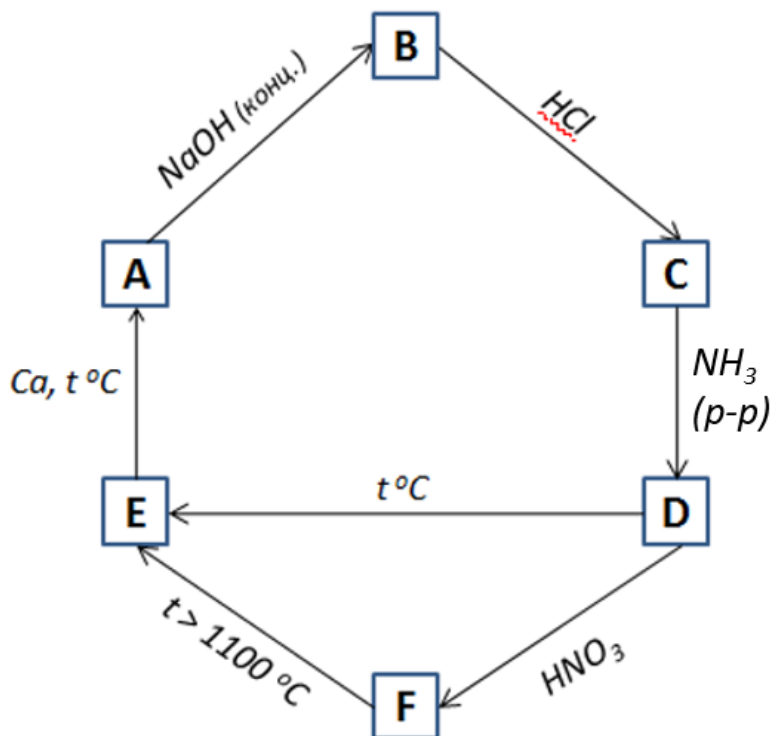
Возможность проверки средствами MOODLE: НЕТ

Проверил: Фамилия И.О.

Задание № 3. «МЕТАЛЛ-АРИСТОКРАТ»

Составитель: Тойкка Ю.Н.

Условие задачи / Вопросы задачи: Приведена схема превращений некоторого элемента главной подгруппы, образующего простое вещество А. Основываясь на положениях периодического закона Д. И. Менделеева, расшифруйте приведенную схему и напишите уравнения соответствующих реакций, если известно, что массовая кислорода в его единственном устойчивом оксиде равна 25,806%. Для определения элемента проведите необходимые расчеты. Укажите не менее двух областей применения данного элемента.



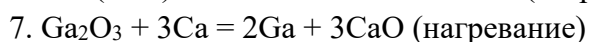
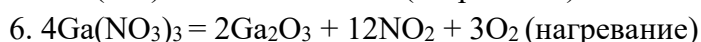
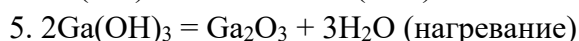
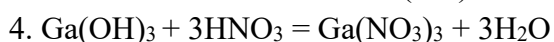
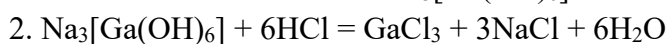
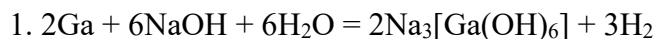
Система оценивания:

№	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 2,3,4,5,7 – 1 балл за каждую	5
4	Правильно написано уравнение реакции 1 и 6 – 2 балла за каждую	4
	ВСЕГО:	20

Рекомендации по решению:

Из названия задания 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 – Ga, В – $\text{Na}_3[\text{Ga}(\text{OH})_6]$, С – GaCl_3 , D – $\text{Ga}(\text{OH})_3$, Е – Ga_2O_3 , F – $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$



Области применения: полупроводниковые материалы, теплоноситель в ядерных реакторах, в медицине (заживление ран без тромбообразования).

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:

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

- 1) Пусть будет валентность II ($n=1, m=1$): $0,25806 = 16/16+A(Me)$
 $A(M) = 46$ - металла с такой атомной массой нет. Есть ближайшая масса 45 у скандия, но он стоит в побочной подгруппе.
- 2) Пусть будет валентность III ($n=2, m=3$): $0,25806 = 48/48+2A(Me)$
 $A(M) = 69$, в таблице это галлий, который находится в главной группе, таким образом
Е – Ga₂O₃. А металл **А** – Ga.

Далее согласно уравнениям: **В** – Na₃[Ga(OH)₆], **С** – GaCl₃, **Д** – Ga(OH)₃, **Е** – Ga(NO₃)₃

1. $2Ga + 6NaOH + 6H_2O = 2Na_3[Ga(OH)_6] + 3H_2$
2. $Na_3[Ga(OH)_6] + 6HCl = GaCl_3 + 3NaCl + 6H_2O$
3. $GaCl_3 + 3NH_3 + 3H_2O = Ga(OH)_3 + 3NH_4Cl$
4. $Ga(OH)_3 + 3HNO_3 = Ga(NO_3)_3 + 3H_2O$
5. $2Ga(OH)_3 = Ga_2O_3 + 3H_2O$ (нагревание)
6. $4Ga(NO_3)_3 = 2Ga_2O_3 + 12NO_2 + 3O_2$ (нагревание)
7. $Ga_2O_3 + 3Ca = 2Ga + 3CaO$ (нагревание)

Возможность проверки средствами MOODLE: НЕТ

Проверил: Фамилия И.О.

Задание № 4. «СГОРИТ ВСЕ!»

Составитель: Тимошкин А.Ю.

Молекулярный фтор является чрезвычайно реакционноспособным соединением, в атмосфере которого горят многие вещества, даже те, которые обычно считают устойчивыми. Напишите реакции взаимодействия с молекулярным фтором следующих веществ (если температура не указана, то реакция протекает при комнатной температуре): 1) поваренной соли; 2) соды; 3) кварцевого песка; 4) железа (при 300 °С); 5) сахарной пудры; 6) серы; 7) угарного газа; 8) аммиака (при 130 °С); 9) паяльного припоя.

Для каждого участника реакции укажите его агрегатное состояние.

Какие свойства проявляет фтор в этих реакциях?

Система оценивания:

№	Критерий	Балл
1	Правильно записанная формула молекулярного фтора (F ₂)	1
2	Правильно записанная формула каждого реагента с указанием агрегатного состояния 0.5 балла (в сумме 4.5 балла).	4.5
3	Правильно записанная формула основного продукта реакции с указанием агрегатного состояния – 0.5 балла (в сумме 4.5 баллов).	4.5

4	Уравненные реакции – по 1 баллу за каждую реакцию (в сумме 9 баллов).	9
5	Указание, что фтор проявляет окислительные свойства.	1
	ВСЕГО:	20

Рекомендации по решению:

Ответ:

- $2 \text{ NaCl (тв)} + \text{F}_2 \text{ (г)} = 2 \text{ NaF (тв)} + \text{Cl}_2 \text{ (г)}$
- $2 \text{ Na}_2\text{CO}_3 \text{ (тв)} + 2 \text{ F}_2 = 4 \text{ NaF} + 2 \text{ CO}_2 + \text{O}_2$
- $\text{SiO}_2 \text{ (тв)} + 2 \text{ F}_2 \text{ (г)} = \text{SiF}_4 \text{ (г)} + \text{O}_2 \text{ (г)}$
- $2 \text{ Fe (тв)} + 3 \text{ F}_2 \text{ (г)} = 2 \text{ FeF}_3 \text{ (тв)}$
- $2 \text{ C}_{11}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \text{ (тв)} + 66 \text{ F}_2 \text{ (г)} = 44 \text{ HF (г)} + 22 \text{ CF}_4 \text{ (г)} + 11 \text{ O}_2 \text{ (г)}$.
- $\text{S (тв)} + 3 \text{ F}_2 \text{ (г)} = \text{SF}_6 \text{ (г)}$
- $\text{CO (г)} + \text{F}_2 \text{ (г)} = \text{COF}_2 \text{ (г)}$
- $8 \text{ NH}_3 \text{ (г)} + 3 \text{ F}_2 \text{ (г)} = 6 \text{ NH}_4\text{F (тв)} + \text{N}_2 \text{ (г)}$
- $\text{Sn (тв)} + 2 \text{ F}_2 \text{ (г)} = \text{SnF}_4 \text{ (тв)}$ также засчитывать реакцию
 $\text{Pb(тв)} + 2 \text{ F}_2 \text{ (г)} = \text{PbF}_4 \text{ (тв)}$ в случае если в решении указано что припой – сплав олова со свинцом.

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 № 5. «Ребус»

Составитель: Шугуров С.М.



13,41%



27,70%

В приведенном ребусе зашифрован химический состав некоторого минерала. Цифрами указано содержание соответствующих элементов в массовых долях. Определите химическую формулу вещества.

Система оценивания:

№	Критерий	Балл
1	Указан элемент О	3

2	Указан элемент Р	3
3	Указан элемент Са	3
4	Указан элемент Th	3
5	Указано, что вещество содержит фосфатную группу	3
6	Приведена формула CaTh(PO ₄) ₂	5
	ВСЕГО:	20

Рекомендации по решению:

Ответ: CaTh(PO₄)₂

Возможность проверки средствами MOODLE: НЕТ

Проверил: Фамилия И.О.