

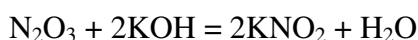
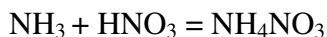
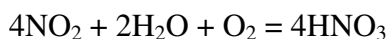
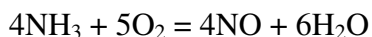
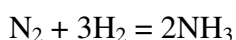
ПРОЕКТНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

10 класс

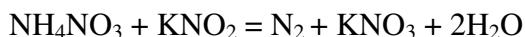
Решение №1

1. Как мы видим, газ D при образовании вещества A реагирует только с веществами, содержащими в себе водород или кислород, то есть, поскольку в веществе A всего три элемента, то третий, скорее всего, содержится в газе D. Тогда D – либо простое вещество, либо оксид, либо гидрид. Мы знаем, что E дает синее окрашивание, то есть его раствор имеет щелочную реакцию, скорее всего, это какой-то гидрид, поскольку газообразные оксиды обычно дают кислотную реакцию. Тогда F, G – оксиды, а H – кислота, которая реагирует с E. Совокупность этих условий позволяет предположить, что скорее всего, D – простое вещество и неметалл, поскольку это газ, то скорее всего, D – азот.

Тогда будут происходить следующие реакции в цепочке превращений:

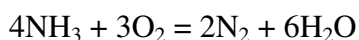


Тогда реакция, описанная в первом абзаце – это реакция получения азота при разложении нитрита аммония:



Индекс	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Вещество	NH_4NO_3	KNO_2	KNO_3	N_2	NH_3	NO	NO_2	HNO_3	N_2O_3

2. Если не использовать катализатор, то азот в аммиаке окисляется до газообразного азота, молекула которого очень прочна и устойчива.



Критерии оценивания

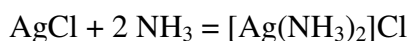
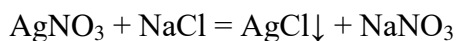
Пункт	Балл
1. Каждое из веществ A-I – 1 балл, каждая реакция – 1 балл.	17 баллов
2. Правильная реакция – 3 балла.	3 балла
ИТОГО:	20 баллов

Решение №2

1, 2) Поскольку с барием ничего не выпало, то понимаем, что в составе минерала точно нет сульфатов, карбонатов, силикатов и фосфатов. Скорее всего, минерал не является сульфидом, поскольку они в большинстве своем нерастворимы. Тогда выпадение осадка с нитратом серебра подсказывает, что минерал представляет собой хлорид.

Изначально минерал при внесении в пламя давал желтый цвет, что указывает на наличие ионов натрия. После упаривания выпали кристаллы, которые уже давали фиолетовый цвет пламени. В данном случае это можно объяснить тем, что хлорид натрия обладает меньшей растворимостью, чем хлорид еще какого-то элемента, и этот хлорид выпадает из раствора и дает фиолетовый цвет пламени. В принципе, на эту роль подходит калий. Тогда минерал представляет собой смешанный хлорид натрия и калия – сильвинит.

Изначально цвет был желтым, поскольку любая примесь натрия дает яркую желтую окраску, перебивающую остальные цвета.



3) В минерале могли содержаться цветные примеси, которые и придают ему такой цвет. В частности, такую окраску может придать гематит.

4) Объяснение дано во втором абзаце решения.

Критерии оценивания

Пункт	Балл
1. Каждое уравнение – 2 балла	4 балла
2. Идея о содержании катионов натрия – 2 балла, калия – 4 балла, хлорида – 3 балла. Лишний ион без обоснования – минус 3 балла. Суммарный балл за пункт не может быть меньше нуля.	9 баллов
3. Идея о цветных примесях (с указанием примеси!) – 3 балла	3 балла
4. Разумное объяснение – 4 балла	4 балла
ИТОГО:	20 баллов

Решение №3

1. X — сталь (стали), Y — чугун (чугуны), A — железо (Fe), B — углерод (C), C — Fe₂O₃.
2. Гематит, красный железняк, железный блеск. Любое из.
3. Бессемеровский процесс — выжигание углерода из чугуна для получения стали, воздух — окислитель для углерода
4. Т.к. воздух после испытаний оказался загрязненным, а для процесса использовался атмосферный воздух (даже в случае обогащения кислородом), то в итоговом продукте оказались те же изотопы, что и в воздухе, потому сталь оказалась радиоактивной и не подходила для изготовления точной дозиметрической техники
5. Предлагалось использовать остовы затонувших кораблей: после двух мировых войн их оказалось достаточно много, а сталь в них в большинстве случаев не была радиоактивно загрязненной

Критерии оценивания

Пункт	Балл
1. Названия сплавов – 2 балла, названия A, B – 1 балл, определение C – 2 балла	8 баллов
2. Название минерала – 2 балла	2 балла
3. Ответ на каждый из вопросов – 2 балла	4 балла
4. Объяснение – 3 балла	3 балла
5. Адекватная идея – 3 балла	3 балла

ИТОГО:	20 баллов
--------	-----------

Решение №4

При обжиге оксида сероводородом образуется сульфид элемента. При сплавлении полученного соединения с сульфидом натрия образуется натриевая соль тиоокислоты. Расчёты указывают на то, что эта соль **Б** – Na_2MoS_3 . Из этого следует, что **А** и элемент **Э** – MoS_2 и молибден соответственно.

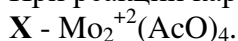
- 1) **А** - MoS_2
Э - Mo
Б - Na_2MoS_3

При окислении горячей концентрированной азотной кислотой дисульфида молибдена, в котором степень окисления молибдена можно принять за +4, образуется высший оксид молибдена **В** – MoO_3

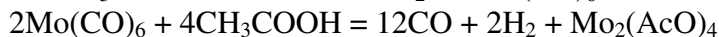
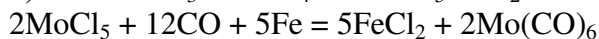
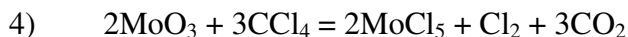
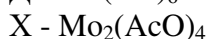
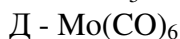


При действии тетрахлорида углерода на оксид молибдена, получается хлорид молибдена. Поскольку сказано, что в продуктах реакции есть хлор, значит, что образовался хлорид молибдена (V) **Г** - MoCl_5 . При его дальнейшей реакции с угарным газом и железной стружкой, образуется карбонил молибдена **Д** - $\text{Mo}(\text{CO})_6$ и хлорид железа (II) FeCl_2 .

При реакции карбонила молибдена с уксусной кислотой образуется



- 3) **В** - MoO_3



Критерии оценивания

Пункт	Балл
1. За элемент Э, вещества А и Б – 2 балла	6 баллов
2. Реакция – 3 балла	3 балла
3. Вещества В, Г, Д – 1 балл, вещество Х – 2 балла (0 баллов за мономер)	5 баллов
4. Каждая реакция – 2 балла	6 баллов
ИТОГО:	20 баллов

Решение №5

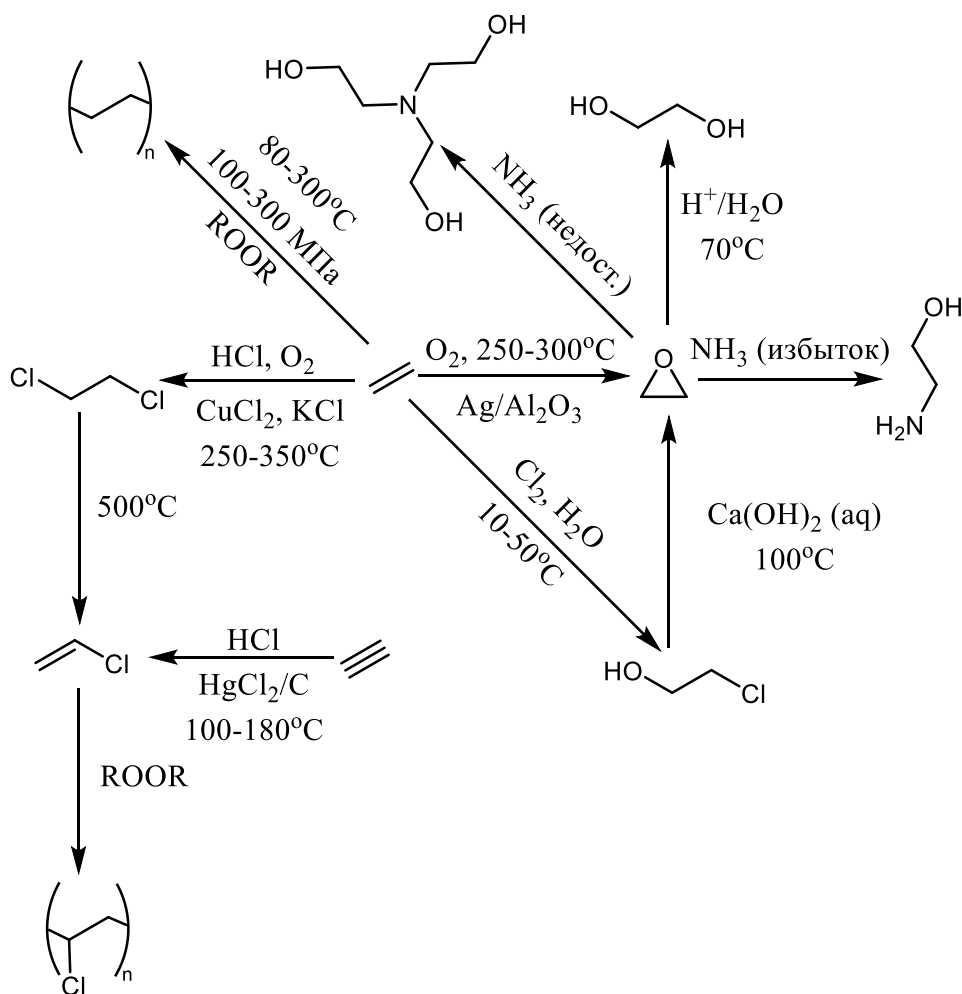
1. Сразу можно сказать, что одним из самых распространенных углеводов является этилен. Его можно окислить на серебряном катализаторе в окись этилена **В**. Проверяя по массовой доле, понимаем, что все сходится.

Тогда при избытке аммиака он присоединяется к одной молекуле эпоксида, образуя этаноламин, а при избытке эпоксида этаноламин далее реагирует с двумя молекулами

эпоксида, образуя триэтанолламин. С водой эпексид раскрывается до этиленгликоля, который и используется в антифризах.

При высоком давлении и в присутствии радикального инициатора этилен полимеризуется, образуя полиэтилен. При образовании D используется соляная кислота вместе с окислителем. Данный процесс явно окисляет этилен, но далее мы видим, что вещество E также получается из углеводорода, которым может быть только ацетилен, поскольку он содержит столько же атомов углерода, значит, E – винилхлорид.

Тогда D – 1,2-дихлорэтан, а E – продукт элиминирования HCl. G тогда – поливинилхлорид.



2. Получение В с помощью кислорода – безотходный и поэтому более выгодный процесс, а при получении через С образуется дополнительно хлорид кальция.

Критерии оценивания

Пункт	Балл
1. За вещества А-Е – 1 балл, за вещества G-К – 2 балла	16 баллов
2. За разумное объяснение – 3 балла, за отходы – 1 балл.	4 балла
ИТОГО:	20 баллов

Решение №6

1. Рассчитаем плотность льда, исходя из кристаллографических данных:

$$V = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 c = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot 451,4^2 \cdot 735,2 \cdot 10^{-36} \text{ м}^3 = 3,892 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3$$

$$\rho = \frac{z \cdot M}{N_a \cdot V} = \frac{12 \cdot 0,018 \text{ кг/моль}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 3,892 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3} = 921,595 \text{ кг/м}^3$$

2. Для расчёта энтальпии плавления воды воспользуемся формулами из курса общей физики:

$$Q_{\text{пл}} = Q_{\text{наг}}, \Delta H_{\text{пл}} \nu = c m \Delta T$$

$$\Delta H_{\text{пл}} = \frac{c m \Delta T}{\nu} = c M \Delta T = 4,184 \text{ Дж/г} \cdot \text{К} \cdot 18 \text{ г/моль} \cdot 80 \text{ К} = 6024,96 \text{ Дж/моль}$$

3. Рассчитаем давление, которое создаёт на лёд юный химик Колбочкин, катаясь на коньках:

$$S = 2 \cdot S_{1 \text{ конька}} = 4 \cdot S_{\text{ребра}} = 4 \cdot 0,3 \text{ м} \cdot 50 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{60 \text{ кг} \cdot 9,81 \text{ м/с}^2}{6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2} = 9,81 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

С помощью уравнения Клаузиуса-Клапейрона рассчитаем температуру T_2 при которой под ним будет плавиться лёд:

$$\ln \frac{T_2}{T_1} = \frac{(p_2 - p_1) \cdot M \left(\frac{1}{\rho_{\text{ТВ}}} - \frac{1}{\rho_{\text{ж}}} \right)}{\Delta H_{\text{пл}}} = \frac{(9,81 \cdot 10^6 \text{ Па} - 101325 \text{ Па}) \cdot 0,018 \text{ кг/моль}}{6024,96 \text{ Дж/моль}}.$$

$$\cdot \left(\frac{1}{1000 \text{ кг/м}^3} - \frac{1}{921,595 \text{ кг/м}^3} \right) = -2,4676 \cdot 10^{-3}$$

$$T_2 = T_1 \cdot e^{-2,4676 \cdot 10^{-3}} = 273 \text{ К} \cdot e^{-2,4676 \cdot 10^{-3}} = 272,33 \text{ К}$$

Пункт	Балл
1. Определение объема ячейки – 3 балла, расчет плотности – 6 баллов	6 баллов
2. Нахождение энтальпии – 4 балла	4 балла
3. Нахождение давления – 5 баллов, температуры – 10 баллов	10 баллов
ИТОГО:	20 баллов