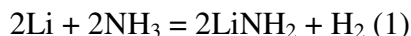


2.1.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

При растворении щелочных металлов в жидком аммиаке образуются амиды:



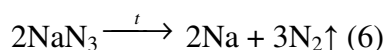
При взаимодействии амидов с оксидом азота (I) образуются азиды:



Термическое разложение азидов идёт по уравнениям:



1 моль LiN_3 даёт 1,33 моль N_2 (29,87 л при н. у.)



1 моль NaN_3 дают 1,5 моль N_2 (33,60 л при н. у.)

Приведем объём выделившегося газа к н. у., предварительно выразив давление в кПа, а температуру в К:

$$\frac{P_0V_0}{T_0} = \frac{PV}{T} \Rightarrow V_0 = \frac{PVT_0}{TP_0} = \frac{96 \cdot 7,304 \cdot 273}{298 \cdot 101,325} = 6,34 \text{ л.}$$

Составим систему уравнений для расчета масс азидов в исходной смеси, приняв, что x и y – соответственно массы азидов лития и натрия в смеси.

$$x + y = 11,4 \text{ г}$$

$$\frac{29,87}{49}x + \frac{33,60}{65}y = 6,34$$

Второе уравнение представляет собой связь объёма выделившегося азота с массами азидов.

Решая полученную систему уравнений, найдем массы азидов лития и натрия:

$$m(\text{LiN}_3) = x = 4,87 \text{ г,}$$

$$m(\text{NaN}_3) = y = 6,53 \text{ г.}$$

Рассчитаем массовые доли азидов:

$$\omega(\text{LiN}_3) = \frac{4,87}{11,4} \cdot 100 = 42,72 \%,$$

$$\omega(\text{NaN}_3) = \frac{6,53}{11,4} \cdot 100 = 57,28 \%$$

Разбалловка

Написание уравнений (1) – (4)	4 x 1 б. = 4 б.
Написание уравнений (5) и (6)	2 x 1 б. = 2 б.
Вычисление масс азидов лития и натрия в смеси	3 б.
Вычисление массовых долей азидов лития и натрия	2 x 0,5 б. = 1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-2

Предположим, что металл Э – это марганец. Такой вывод можно сделать на основании следующих заключений:

– элемент проявляет различные степени окисления, причем максимальная степень окисления выше +4;

– соединения элемента в различных степенях окисления имеют малиновую и зеленую окраски.

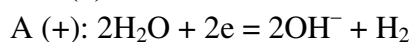
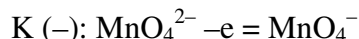
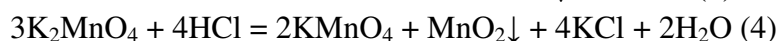
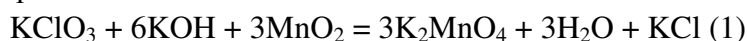
Так как **X** образуется при окислении диоксида марганца в щелочной среде, то вероятно это – манганат калия (K_2MnO_4), что подтверждается вычислением массовой доли марганца:

$$w(Mn) = \frac{55}{39 \cdot 2 + 55 + 16 \cdot 4} \cdot 100 = 27,92\%$$

Так как **Y** может быть получен при окислении **X** (электролиз или реакция с хлором), то это перманганат калия. Предположение подтверждается расчетом массовой доли марганца:

$$w(Mn) = \frac{55}{39 + 55 + 16 \cdot 4} \cdot 100 = 34,81\%$$

Запишем уравнения реакций:



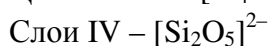
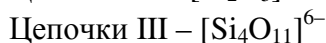
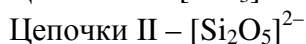
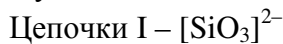
Перманганат калия (**Y**) используется в медицине и быту в качестве антисептического средства, основное применение в промышленности и лабораторной практике – окислитель в синтезе органических и неорганических веществ.

Разбалловка

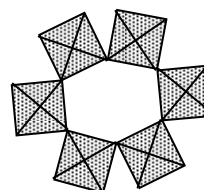
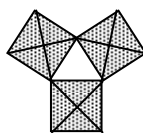
Определение веществ X , Y и элемента Э	3x0,5 б. = 1,5 б.
Написание уравнений (1)–(7)	7x1 б. = 7 б.
Написание процессов на электродах при электролизе X	0,5 б.
Написание применения перманганата калия	1 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-3

Для определения состава цепочек и слоев необходимо выделить повторяющиеся фрагменты и установить их состав:

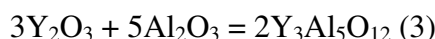
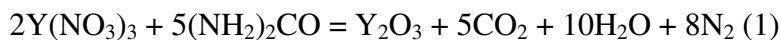


Состав $[SiO_3]^{2-}$ будут иметь любые циклические островные силикаты, например:



$$\rho = \frac{1.66 \cdot M \cdot z}{V}$$

, где ρ – плотность кристаллического вещества, г/см³; M – молярная масса вещества, г/моль; Z – число формульных единиц, содержащихся в одной элементарной ячейке; V – объем элементарной ячейки, Å³. Для расчета Z достаточно сведений, приведенных в тексте, анализировать рисунок не требуется. По описанию ясно, что в ячейке содержится 16 атомов алюминия, что, с учетом формулы граната, дает $Z = 8$, $M = 498$, $R = \text{Fe}$.



Разбалловка

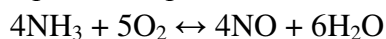
Определены химические формулы силикат-анионов, описывающие состав структур I–IV	4x1 б. = 4 б.
Предложена структура островного силикат-иона, имеющего простейший состав, аналогичный цепочкам I	1 б.
Определите катион Fe^{2+} в составе обсуждаемого граната	2 б.
Написаны уравнения реакций (1) – (3)	3x1 б. = 3 б.
ИТОГО	10 б.

Задача №10-4

По описанию, А – это аммиак (NH_3), который при каталитическом окислении превращается в оксид азота (II) NO . Данная реакция является важной стадией производства азотной кислоты HNO_3 . $M(\text{NO}) / M(\text{NH}_3) = 1.765$, что соответствует условию.

А – NH_3 , Б – NO , В – HNO_3 .

Уравнение реакции:



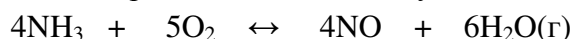
Тепловой эффект реакции:

$$Q = 6Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) + 4Q_{\text{обр}}(\text{NO}) - 4Q_{\text{обр}}(\text{NH}_3) = 6 \cdot 242 + 4 \cdot (-91) - 4 \cdot 46 = \mathbf{904 \text{ кДж}}$$

3. Факторы, позволяющие повысить выход **NO** в данной реакции:

- уменьшение температуры;
- уменьшение давления;
- увеличение концентраций (парциальных давлений) аммиака и кислорода;
- уменьшение концентраций (парциальных давлений) NO и воды(г);

4. Если NO и кислород введены в мольном соотношении 1:2, и общее давление в колбе при этом составило 600 мм. рт. ст., то парциальное давление NO равно 200 мм.рт.ст, а парциальное давление кислорода – 400 мм.рт.ст. Составим схему:



исходные давления (в мм.рт.ст)	200	400			
вступило в реакцию	4x	5x			
осталось/образовалось	200 – 4x	400 – 5x	4x	6x	(200 – 4x) +
равновесное давление в мм.рт.ст.	40	200	160	240	(400 – 5x) + 4x
равновесное давление в барах	0.0533	0.2667	0.2133	0.32	+ 6x = 640, x = 40

Равновесный выход реакции:

$$\eta = 4 \times 40 / 200 = 0.8 \text{ или } 80\%$$

Константа равновесия:

$$K_p = \frac{(0.2133)^4 \times (0.32)^6}{(0.0533)^4 \times (0.2667)^5} = 204$$

$$5. n(\text{NO}) = 0.3 / 30 = 0.01 \text{ моль}$$

$$p(\text{NO}) = 101.325 \times 160 / 760 = 21.33 \text{ кПа}$$

$$V = n \times R \times T / p = 0.01 \times 8.31 \times 523 / 21.33 = 2 \text{ л}$$

Разбалловка

Формулы веществ А, Б и В	1x3 = 3 б.
Уравнение реакции	1 б.
Тепловой эффект	1 б.
Факторы, позволяющие повысить выход Б	1 б.
Равновесный выход реакции	2 б.
Константа равновесия	1 б.
Объем реакционного сосуда	1 б.
ИТОГО	10 баллов

Задача №10-5

Определим вещество А по продуктам горения. Зловонная коричневая жидкость – бром, после приведения продуктов реакции горения к стандартным условиям сконденсировалась вода. Из количеств веществ элементов в этих соединениях сможем посчитать простейшую формулу вещества А.

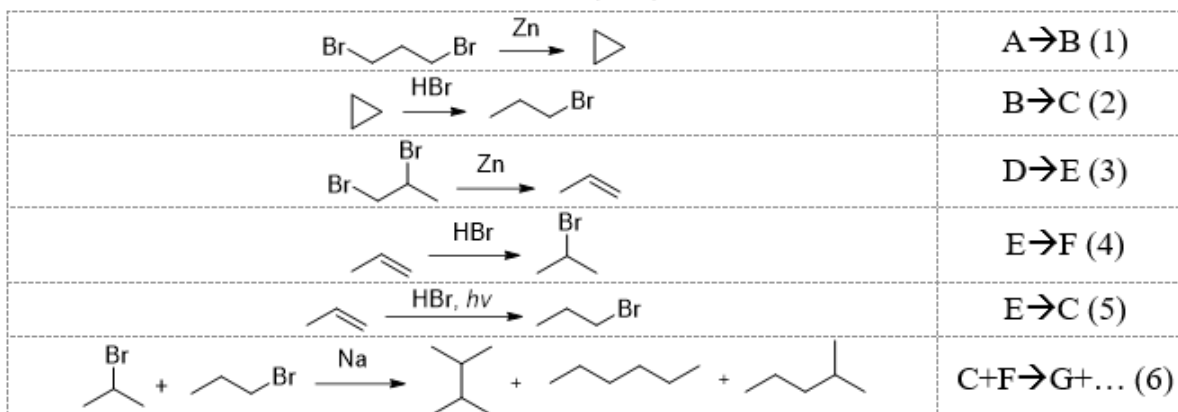
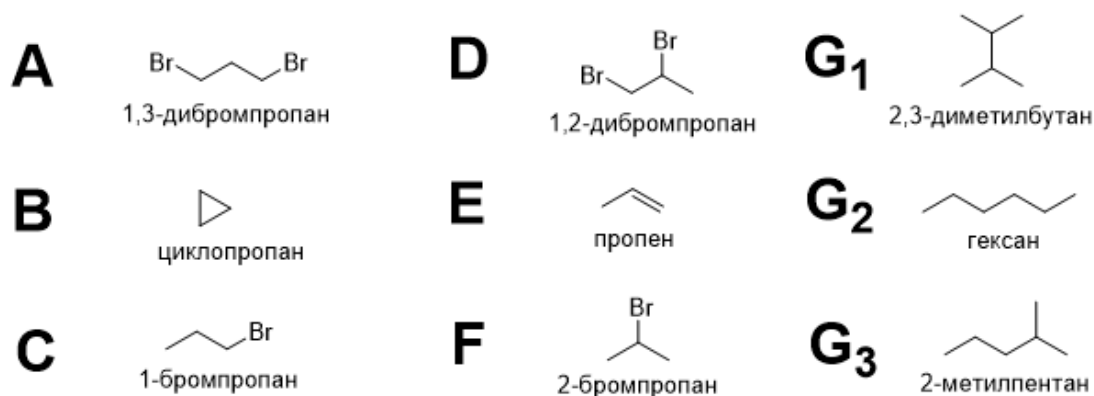
	Углерод	Водород	Бром
Масса/объем соединений после сжигания	0,672 л (CO ₂)	0,54 г (H ₂ O)	Проведем расчеты позже
Количество в-ва продуктов	0,03 моль (CO ₂)	0,03 моль (H ₂ O)	
Количество в-ва элементов	0,03 моль (C)	0,06 моль (H)	
Соотношение	3	6	X

Предварительный простейший состав описывается формулой C₃H₆Br_x. Теперь необходимо понять, какая масса брома образовалась при горении. Просуммируем вычисленные массы элементов и вычтем из массы исходной пробы. $m_{\text{(вычисл)}} = \sum(n_{\text{элемента}} \cdot M_{\text{элемента}}) = n_{\text{C}} \cdot M_{\text{C}} + n_{\text{H}} \cdot M_{\text{H}} = 0,03 \cdot 12 + 0,06 \cdot 1 = 0,42 \text{ г}$. Масса элементов меньше массы исходной навески, следовательно, оставшиеся 1,6 г приходятся на бром, $n_{\text{Br}} = m_{\text{Br}} / M_{\text{Br}} = 1,6 / 80 = 0,02 \text{ моль}$, значит полный простейший состав описывается формулой C₃H₆Br₂.

1. По условиям задачи составим таблицу для выяснения веществ А и D.

	Структура 1	Структура 2	Структура 3	Структура 4
Формула				
Название	1,3-Дибромпропан	1,2-Дибромпропан	2,2-Дибромпропан	1,1-Дибромпропан
Продукт полного гидролиза	Пропан-1,3-диол	Пропан-1,2-диол	Ацетон	Пропаналь
Реакция с 2,4-ДНФГ	-	-	+	+

При дегалогенировании образует простейшее вещество нового класса	+	-		
Вывод	Вещество А	Вещество D	Не подходят по условиям задачи	



2. В соединении В, циклопропане, внутренний угол равен 60° , в то время как нормальный угол между связями для sp^3 -гибридизированных электронных орбиталей составляет $109^\circ 28'$. Из-за этого напряжения валентных углов происходит искажение орбиталей, они частично оказываются в состоянии sp^2 -гибридизации, что обеспечивает значительно более высокую реакционную способность и способность вступать в реакции присоединения за счет раскрытия цикла.

Разбалловка

Определение брутто-формулы вещества А	1 б.
Изображение структур веществ А–G ₃	9x0,25 б. = 2,25 б.
Написание названий веществ А–G ₃	9x0,25 б. = 2,25 б.
Написание схем реакций (1) – (6)	6x0,5 б. = 3 б.
Объяснение способности В вступать в реакции присоединения	1,5 б.
ИТОГО	10 б.