

УТВЕРЖДАЮ
Председатель открытой олимпиады
школьников по химии
профессор Р.Е. Калинин
18.03.2021

Вопросы и ответы на задания очного тура по Химии

Задание 1 (7 баллов)

Сумма числа протонов, нейтронов и электронов в атоме равна 134, причем число нейтронов превышает число электронов на 11. Определите порядковый номер и массовое число элемента, назовите его.

Решение

Пусть число протонов в атоме составляет x . Тогда число электронов также равно x (атом электронейтрален). Кроме того, по условию, число нейтронов равно $x + 11$.

В результате $x + x + x + 11 = 134$, $3 * x = 123$, $x = 41$.

$A_r = 41 + 41 + 11 = 93$.

Таким образом, это атом элемента ниобия ${}^{93}_{41}\text{Nb}$.

Ответ: ниобий ${}^{93}_{41}\text{Nb}$.

За анализ количества протонов, нейтронов и электронов – 2 балла

За алгебраическое уравнение и его решение – 2 балла

За порядковый номер, массовое число элемента и название элемента – 3 балла

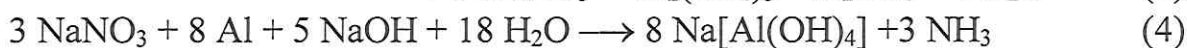
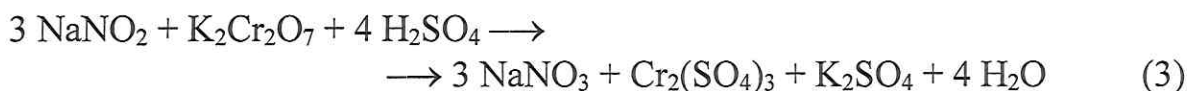
Задание 2 (15 баллов)

При термическом разложении натриевой соли **A** получена натриевая соль **B**. Подкисленный водный раствор соли **B** взаимодействует с йодидом калия. При добавлении крахмала к полученному раствору наблюдается синее окрашивание. Прибавление раствора **B** к подкисленному раствору $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ вызывает изменение окраски раствора. При взаимодействии раствора соли **A** с алюминием в щелочной среде выделяется газ **C**, содержащий 17,65% водорода по массе. Газ **C** реагирует с кислородом с образованием бесцветного газа **D**, не поддерживающего горения.

Определите и назовите все вещества, приведите уравнения всех упомянутых реакций.

Решение





Проверка массовой доли водорода в аммиаке $w(\text{H}) = 3 / 17 = 0,1765$.

A – NaNO_3 – нитрат натрия

B – NaNO_2 – нитрит натрия

C – NH_3 – аммиак

D – N_2 – азот

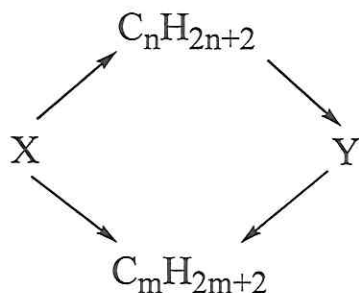
За реакции по 2 балла – итого 10 баллов

За проверку массовой доли водорода – 1 балл

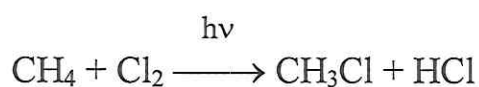
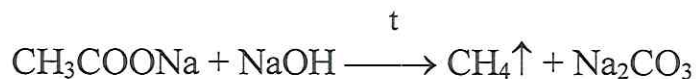
За расшифровку и названия веществ по 1 баллу – итого 4 балла

Задание 3 (12 баллов)

Запишите уравнения четырех реакций, соответствующих следующей схеме ($n \neq m$), укажите условия их протекания. Расшифруйте и назовите все вещества.



Решение



X – CH_3COONa ацетат натрия

Y – CH_3Cl хлорметан

$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ – CH_4 метан

$\text{C}_m\text{H}_{2m+2}$ – C_2H_6 этан

За каждую реакцию по 2 балла, итого 8 баллов

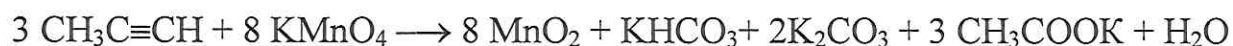
За расшифровку и названия по 1 баллу, итого 4 балла

Задание 4 (15 баллов)

Пропускание 56 л (н.у.) смеси двух газов с относительной плотностью по гелию 10 через водный раствор перманганата калия приводит к уменьшению объема газа в 3 раза, при этом в растворе образуется бурый осадок, а плотность газа не изменяется. Предложите возможный качественный и количественный состав (в объемных долях) исходной газовой смеси и рассчитайте массу перманганата калия, который прореагировал с исходной газовой смесью. Приведите уравнение реакции газа с перманганатом калия.

Решение

$M_{\text{смеси газов}} = 10 \cdot 4 = 40$ г/моль. Так как после пропускания газа через раствор перманганата калия изменяется его объем и образуется в растворе осадок, то это указывает на то, что идет реакция газа с перманганатом калия. Значит, один из компонентов газовой смеси проявляет восстановительные свойства, а другой – нет. То, что молярная масса газа не меняется, указывает на тот факт, что молярные массы компонентов газовой смеси одинаковые. С молярной массой таким условиям могут соответствовать газы C_3H_4 (реагирует с перманганатом калия) и Ar (не является восстановителем), хотя возможны и другие варианты.



После пропускания в раствор газовой смеси объем уменьшается в три раза. Это означает, что объем C_3H_4 в два раза больше объема Ar. Объемные доли газов C_3H_4 и Ar в исходной смеси составляют, соответственно, 66,7% и 33,3%.

$v(\text{газовой смеси}) = 56 / 22,4 = 2,5$ моль, $v(C_3H_4) = 1,67$ моль, $v(KMnO_4) = 8 \cdot 1,67 / 3 = 4,45$ моль, $m(KMnO_4) = 4,45 \cdot 158 = 703$ г.

Ответ: 66,7% C_3H_4 , 33,3% Ar, $m(KMnO_4) = 703$ г.

За расчет молярной массы – 1 балл

За анализ компонентов смеси – 6 баллов

За расчет объемных долей газов – 2 балла

За химическую реакцию – 4 балла

За расчет массы перманганата калия – 2 балла

Задание 5 (7 баллов)

Сопоставьте формулы веществ и их тривиальные названия, заполнив таблицу

1. NH_3 , водный раствор

2. Fe_3O_4

3. $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$

4. $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

5. $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

6. Раствор SO_3 в H_2SO_4

А. Квасцы алюмокалиевые

Б. Синильная кислота

В. Сода кристаллическая

Г. Олеум

Д. Глауберова соль

Е. Сода кальцинированная

- | | |
|---|---------------------|
| 7. Водный раствор HCN | Ж. Сода питьевая |
| 8. Насыщенный водный р-р Ca(OH) ₂ | З. Поташ |
| 9. FeS ₂ | И. Известковая вода |
| 10. Смесь порошкообразных Al и Fe ₃ O ₄ | К. Пирит |
| 11. K ₂ CO ₃ | Л. Железная окалина |
| 12. NaHCO ₃ | М. Аммиачная вода |
| 13. CaOCl ₂ | Н. Известь хлорная |
| 14. Na ₂ CO ₃ | О. Термит |

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14

Решение

1	2	3	4	5	6	7
М	Л	Д	В	А	Г	Б
8	9	10	11	12	13	14
И	К	О	З	Ж	Н	Е

За каждый верный ответ – 0,5 балла

Задание 6 (2 балла)

К одной из двух пробирок, содержащих раствор гидроксида бария, добавили раствор соли X, а к другой – раствор сильной кислоты Y. В результате в первой пробирке наблюдалось выпадение в осадок соли, а во второй реакция протекала без видимых признаков. Определите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- | | | |
|---|-----------------------------------|-------|
| 1. CuCl ₂ | 2. H ₂ SO ₄ | 3. HI |
| 4. Ca(H ₂ PO ₄) ₂ | 5. HNO ₂ | |

X	Y

Решение

X	Y
4	3

Задание 7 (2 балла)

Установите соответствие между схемой реакции и продуктом этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой

СХЕМА РЕАКЦИИ	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
t°C, C _{акт}	1) 1,3,5-триметилбензол

A) $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{AlCl}_3}$	2) пропилбензол
Б) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{FeBr}_3}$	3) изопропилбензол
В) $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{t^\circ\text{C}, \text{Pt}}$	4) стирол
Г) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\quad}$	5) гексабромциклогексан
	6) толуол
	7) бромбензол
	8) этилциклогексан

А	Б	В	Г

Решение

А	Б	В	Г
1	3	7	4