

**Всероссийская олимпиада школьников
II (муниципальный) этап
Химия
10 класс**

Критерии проверки

Общее время выполнения работы – 3 часа.

Задание 1.

В закрытой стеклянной колбе объемом 50 л находится при нормальных условиях смесь водорода и хлора, имеющая плотность 1,32 г/л. Сколько теплоты выделится, при освещении колбы синим светом? Теплота образования HCl составляет 92 кДж/моль.

5 баллов

Ответ: 164 кДж.

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Обозначим $\nu(\text{H}_2) = x$, а $\nu(\text{Cl}_2) = y$ моль.	1
Можно составить систему уравнений: $2x + 71y = 50 - 1,32$ $x + y = 50/22,4$	1
Решив систему, получим $x = 1,34$, а $y = 0,89$. таким образом, Cl_2 в недостатке.	1
$\nu(\text{HCl}) = 2 \cdot 0,89 = 1,78$	1
$Q = 1,78 \cdot 92 = 164$ кДж	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	5

Задание 2.

Раствор, содержащий нитраты меди (II) и алюминия, разделили на две равные части объемом 75 мл каждая. К первой части добавили избыток щелочи, осадок отделили и прокаляли; масса сухого остатка составила 2,40 г. Ко второй части добавили избыток раствора аммиака, осадок отделили и прокаляли; масса сухого остатка составила 1,53 г. Определите молярные концентрации солей в исходном растворе.

10 баллов

Ответ: 0,4 М $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$; 0,4 М $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Медь осаждается щелочью, а алюминий образует растворимый алюминат калия	
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2 \text{KNO}_3$	1
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 4 \text{KOH} \rightarrow \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3 \text{KNO}_3$	1
$\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$	1
$\nu(\text{CuO}) = 2,40/80 = 0,03 = \nu(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)$;	1
$c(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,03/0,075 = 0,4$ М	1
Аммиак осаждает гидроксид алюминия, а соль меди даст с аммиаком растворимый комплекс	
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{NH}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3 \text{NH}_4\text{NO}_3$;	1
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4 \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$;	1
$2 \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$	1
$\nu(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1,53/102 = 0,015$; $\nu(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 2 \cdot 0,015 = 0,03$	1
$c(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 0,03/0,075 = 0,4$ М	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	10

Задание 3.

Получение алкинов по методу Фишера - Тропша протекает на кобальтовом катализаторе по схеме: $\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_{2n+2} + \text{H}_2\text{O}$. Оксид углерода (II) и водород в объемном соотношении 1 : 2 ввели в реактор при 180 °С, при этом образовалась смесь метана, этана и пропана в молярном соотношении 3 : 2 : 2. Вычислите, во сколько раз изменилось общее давление в системе, если синтез проходил при неизменных температуре и объеме, если при этом прореагировало 10 % CO.

10 баллов

Ответ: давление в системе уменьшилось в 1,07 раза.

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Запишем суммарное уравнение образования смеси метана, этана и пропана в молярном соотношении 3 : 2 : 2. $13 \text{CO} + 33 \text{H}_2 \rightarrow 3 \text{CH}_4 + 2 \text{C}_2\text{H}_6 + 2 \text{C}_3\text{H}_8 + 13 \text{H}_2\text{O}$	1
Пусть в исходной смеси был 1 моль CO и 2 моль H_2 . В реактор вступил 0,1 моль CO.	1
Количества газов в смеси после реакции: $\nu(\text{CO}) = 1 - 0,1 = 0,9$ моль	1
$\nu(\text{H}_2) = 2 - 0,1 \cdot (33/13) = 1,75$ моль	1
$\nu(\text{CH}_4) = 0,1 \cdot (3/13) = 0,023$ моль	1
$\nu(\text{C}_2\text{H}_6) = \nu(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,1 \cdot (2/13) = 0,015$ моль	1
$\nu(\text{H}_2\text{O}) \approx \nu(\text{прореагир. CO}) = 0,1$ моль	1
До реакции в смеси было 3 моль газов, а после реакции: $0,9 + 1,75 + 0,023 + 2 \cdot 0,015 + 0,1 = 2,8$ моль	2
Общее давление уменьшилось в $3/2,8 = 1,07$ раз	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	10

Задание 4.

Напишите уравнения реакций, соответствующие приведенной схеме превращений:



Ответ: $X_1 - CH_3COOH$; $X_2 - CH_3COCH_3$; $X_3 - CH_3C \equiv CH$

6 баллов

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$5 CH_3C \equiv CCH_3 + 6 KMnO_4 + 9 H_2SO_4(конц.) \rightarrow 10 CH_3COOH + 6 MnSO_4 + 3 K_2SO_4 + 4 H_2O$	1
$2 CH_3COOH + CaO \rightarrow Ca(CH_3COO)_2 + H_2O$	1
$Ca(CH_3COO)_2 \xrightarrow{t} CH_3COCH_3 + CaCO_3$	1
$CH_3COCH_3 + PCl_5 \rightarrow CH_3CCl_2CH_3 + POCl_3$	1
$CH_3C(Cl)_2CH_3 + 2 KOH \xrightarrow{спирт} CH_3C \equiv CH + 2 KCl + 2 H_2O$	1
$CH_3C \equiv CH + NaNH_2 \rightarrow CH_3C \equiv CNa + NH_3$	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	6

Задание 5.

Проба сточной воды гальванического цеха может содержать ионы следующих тяжелых металлов – Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} . Каким образом можно выделить каждый из катионов металлов, содержащихся в этой пробе воды? Напишите уравнения, указав характерные признаки реакций. Результаты оформите в виде таблицы.

(15 баллов)

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)		Баллы
Осаждение гидроксидов	<p>Реактив: NH_4OH</p> <p>Осадок 1 содержит ионы Fe^{3+}, Fe^{2+} в виде гидроксидов $Fe(OH)_3$, $Fe(OH)_2$</p>	<p>Раствор 1 содержит ионы в виде комплексных солей $Cd[(NH_3)_4]$, $Ni[(NH_3)_6]$, $Cu[(NH_3)_4]$</p> <p>2</p>
Растворение осадка	<p>Реактив: HCl</p> <p>Ионы Fe^{2+}, Fe^{3+} определяют с $K_4[Fe(CN)_6]$, $K_3[Fe(CN)_6]$, с образованием берлинской лазури и турбулентной сини.</p>	1

Определение катионов в растворе 1	$Na_2S_2O_3$	Осадок 2 Cu_2S – темно-бурая	Раствор 2 содержит $Cd[(NH_3)_4]$, $Ni[(NH_3)_6]$	1
Определение катионов в растворе 2	H_2S	CdS – желтый осадок NiS – черный осадок		1
Уравнения реакций				
$4 Fe^{3+} + 3 K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \downarrow + 12 K^+$ – темно-синий осадок «берлинской лазури» или $Fe^{3+} + 3 SCN^- \rightarrow Fe(SCN)_3 \downarrow$ – красный осадок				2
$3 Fe^{2+} + 2 K_3[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2 \downarrow + 6 K^+$ – темно-синий осадок «турбулентной сини»				2
$2 Cu^{2+} + 2 Na_2S_2O_3 + 2 H_2O \rightarrow Cu_2S \downarrow + S \downarrow + 2 H_2SO_4$ – темно-бурая осадок или $Cu^{2+} + 4 NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]^{2+}$ – интенсивно-синий				2
$Cd^{2+} + H_2S \rightarrow CdS \downarrow + 2 H^+$ – желтый осадок				2
$Ni^{2+} + H_2S \rightarrow NiS \downarrow + 2 H^+$ – черный осадок				2
Все элементы ответа записаны неверно				0
Максимальный балл				15