

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**

*Химия
10 - класс*

Критерии проверки

Задание 1.

Смесь двух неизвестных газов, не имеющих цвета и запаха, пропущена при нагревании над катализатором, содержащим железо. Полученный при этом газ растворен в воде. На нейтрализацию образовавшегося раствора израсходовано 69,6 мл 10%-ного раствора соляной кислоты, плотность 1,05 (г/мл). Полученная при этом соль при нагревании с гидроксидом натрия выделяет бесцветный газ с резким запахом.

Вопросы:

1. О каком газе с резким запахом идет речь?
2. Напишите уравнение реакции нейтрализации водного раствора газа раствором соляной кислоты.
3. Напишите уравнение реакции соли при нагревании с гидроксидом натрия.
4. Рассчитайте количество моль соляной кислоты и количество моль газа.
5. О каких двух газах говорится в начале задания?
6. Напишите уравнение каталитической реакции получения газа с резким запахом (промышленный способ).
7. Рассчитайте объем двух газов.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Газ с резким запахом – это аммиак, NH ₃ .	3 балла
2. Уравнение реакции нейтрализации водного раствора газа раствором соляной кислоты: NH ₃ · H ₂ O + HCl = NH ₄ Cl + H ₂ O (1)	2 балла
3. Уравнение реакции соли при нагревании с гидроксидом натрия: NH ₄ Cl + NaOH = NaCl + H ₂ O + NH ₃ ↑ - газ с резким запахом (2)	2 балла
4. Рассчитаем массу и количество моль соляной кислоты: m(р-ра HCl) = 69,6 мл · 1,05 г/мл = 73 г; m(HCl) = 73 г · 0,1 = 7,3 г; n(HCl) = 7,3 г / 36,5 г/моль = 0,2 моль.	1 балл 1 балл
n(NH ₃) = n(HCl) = 0,2 моль (уравнение 1)	2 балла
5. Два неизвестных газа, не имеющих цвета и запаха – это H ₂ и N ₂	3 балла
6. Уравнение реакции получения аммиака: 3H ₂ + N ₂ = 2NH ₃ (катализатор) (3)	2 балла
7. Найдем объем смеси газов, (уравнение 3): n(NH ₃) = 0,2 моль, тогда n(N ₂) = 0,1 моль; n(H ₂) = 0,3 моль; n(N ₂) + n(H ₂) = 0,4 моль; V = 0,4 моль · 22,4 л/моль = 8,96 л.	2 балла 2 балла
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 2.

В семи пробирках находятся растворы следующих солей натрия: хлорид, бромид, иодид, сульфид, сульфат, карбонат и фосфат.

Вопросы:

1. Представьте в виде таблицы наиболее простой путь идентификации этих растворов, применяя растворы хлорида бария и нитрата серебра.

2. Представьте в виде таблицы эффекты реакций растворения, образовавшихся солей серебра (см. таблицу 1) в растворах аммиака и азотной кислоте.
3. Приведите уравнения реакций.
- Реактивы: BaCl₂, AgNO₃, HNO₃, NH₃·H₂O.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)								Баллы
1. Таблица 1. Идентификация растворов солей растворами хлорида бария и нитрата серебра								1,0
	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	S ²⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻	
BaCl ₂	-	-	-	-	↓ бел.	↓ бел.	↓ бел.	
AgNO ₃	↓ бел.	↓ св. желт.	↓ жел.	↓ чер.	↓ бел.	↓ желт.	↓ желт.	
2. Таблица 2. Растворение солей серебра в растворах аммиака и азотной кислоты								2,0
	AgCl	AgBr	AgI	Ag ₂ S	Ag ₂ SO ₄	Ag ₂ CO ₃	Ag ₃ PO ₄	
NH ₃ ·H ₂ O	p	p	-	-	p	p	p	
HNO ₃				p	p	p	p	
3. Уравнения реакций к таблице 1:								
1) Na ₂ SO ₄ + BaCl ₂ = 2NaCl + BaSO ₄ ↓								0,5
2) Na ₂ CO ₃ + BaCl ₂ = 2NaCl + BaCO ₃ ↓								0,5
3) 2Na ₃ PO ₄ + 3BaCl ₂ = 6NaCl + Ba ₃ (PO ₄) ₂ ↓								0,5
4) NaCl + AgNO ₃ = NaNO ₃ + AgCl↓								0,5
5) NaBr + AgNO ₃ = NaNO ₃ + AgBr↓								0,5
6) NaI + AgNO ₃ = NaNO ₃ + AgI↓								0,5
7) Na ₂ S + 2AgNO ₃ = 2NaNO ₃ + Ag ₂ S↓								0,5
8) Na ₂ SO ₄ + 2AgNO ₃ = 2NaNO ₃ + Ag ₂ SO ₄ ↓ (из конц. растворов)								0,5
9) Na ₂ CO ₃ + 2AgNO ₃ = 2NaNO ₃ + Ag ₂ CO ₃ ↓								0,5
10) Na ₃ PO ₄ + 3AgNO ₃ = 3NaNO ₃ + Ag ₃ PO ₄ ↓								0,5
3. Уравнения реакций к таблице 2:								
11) AgCl + 2NH ₃ ·H ₂ O = [Ag(NH ₃) ₂]Cl + 2H ₂ O								2,0
12) AgBr + 2NH ₃ ·H ₂ O = [Ag(NH ₃) ₂]Br + 2H ₂ O (растворяется не полностью)								1,0
13) Ag ₂ SO ₄ + 4NH ₃ ·H ₂ O = [Ag(NH ₃) ₂] ₂ SO ₄ + 4H ₂ O								1,0
14) Ag ₂ CO ₃ + 4NH ₃ ·H ₂ O = 2[Ag(NH ₃) ₂] ₂ CO ₃ + 4H ₂ O								1,0
15) Ag ₃ PO ₄ + 6NH ₃ ·H ₂ O = [Ag(NH ₃) ₂] ₃ PO ₄ + 6H ₂ O								1,0
16) 3Ag ₂ S + 8HNO ₃ = 6AgNO ₃ + 3S + 2NO↑ + 4H ₂ O								3,0
17) Ag ₂ SO ₄ + 2HNO ₃ = 2AgNO ₃ + H ₂ SO ₄								1,0
18) Ag ₂ CO ₃ + 2HNO ₃ = 2AgNO ₃ + CO ₂ ↑ + H ₂ O								1,0
19) Ag ₃ PO ₄ + 3HNO ₃ = 3AgNO ₃ + H ₃ PO ₄								1,0
Максимальный балл:								20 баллов

Задание 3.

Прокалили смесь двух нитратов одновалентных металлов. Суммарный объем выделившихся газов оказался равным 8,96 л. При обработке твердого остатка водой часть его растворилась. Нерастворимое в воде вещество обработали избытком концентрированной азотной кислоты. Объем выделившегося газа бурого цвета – 4,48 л., масса одного из нитратов равна 34 г, а второго – 20,2 г.

Вопросы:

1. Составьте уравнения реакций разложения нитратов в общем виде.
2. Что растворилось при обработке твердого остатка в воде?

3. Напишите уравнение реакции взаимодействия твердого остатка с концентрированной азотной кислотой.
4. Рассчитайте количество моль выделившегося газа бурого цвета.
5. Определите количество моль выделившегося газа без цвета и запаха.
6. Рассчитайте молярные массы нитратов.
7. Нитраты каких металлов были взяты?

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Составим уравнения разложения солей одновалентных металлов: $2\text{MeNO}_3 = 2\text{Me} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$ (1) $2\text{MeNO}_3 = 2\text{MeNO}_2 + \text{O}_2$ (2)	2 балла 2 балла
2. В воде растворится MeNO_2	2 балла
3. В концентрированной азотной кислоте растворится металл: $\text{Me} + 2\text{HNO}_3 = \text{MeNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (3)	2 балла
4. Рассчитаем количество моль газа бурого цвета, который выделился при взаимодействии Me с концентрированной азотной кислотой, уравнение (3): $n(\text{NO}_2) = 4,48 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,2 \text{ моль}$; $n(\text{Me}) = n(\text{NO}_2) = 0,2 \text{ моль}$.	0,5 балла 1 балл
5. Рассчитаем количество моль газа кислорода согласно уравнению (1), если суммарный объем выделившихся газов = 8,96 л: $n[(\text{NO}_2) + n(\text{O}_2)]_{\text{общее}} = 8,96 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,4 \text{ моль}$; $n(\text{O}_2) = 0,5 n(\text{NO}_2) = 0,1 \text{ моль}$, уравнение (1).	0,5 балла 1 балл
Найдем количество моль кислорода согласно уравнению (2), если $n(\text{NO}_2) + n(\text{O}_2)$ по уравнению (1) = 0,3 моль: $n(\text{O}_2) = 0,4 \text{ моль} - (n(\text{NO}_2) + n(\text{O}_2)) = 0,4 - (0,2 + 0,1) = 0,1 \text{ (моль)}$.	1 балл 1 балл
6. Рассчитаем молярную массу (MeNO_3) по уравнению (1): $n(\text{MeNO}_3) = n(\text{Me}) = 0,2 \text{ моль}$, так как $m(\text{MeNO}_3) = 34 \text{ г}$ (по условию), то $M((\text{MeNO}_3)) = 34 \text{ г} / 0,2 \text{ моль} = 170 \text{ г/моль}$.	0,5 балла 1 балл
Рассчитаем молярную массу MeNO_3 согласно с уравнением (2): $n(\text{MeNO}_3) = 2n(\text{O}_2) = 0,2 \text{ моль}$, а $M(\text{MeNO}_3) = m(\text{MeNO}_3) / n(\text{MeNO}_3) = 20,2 \text{ г} / 0,2 \text{ моль} = 101 \text{ г/моль}$.	0,5 балла 1 балл
7. Определим состав солей: $M(\text{NO}_3^-) = 62 \text{ г/моль}$, следовательно $M_1(\text{Me}) = 170 - 62 = 108 \text{ (г/моль)}$ – это серебро, $M_2(\text{Me}) = 101 - 62 = 39 \text{ (г/моль)}$ – это калий	1 балл 1 балл
Состав солей: AgNO_3 и KNO_3	2 балла
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 4.

Известно, что качество бензина определяется двумя основными характеристиками: октановым числом (ОЧ) и теплотой сгорания. ОЧ определяет способность веществ – компонентов топлива, противостоять самовоспламенению при сжатии (детонационную способность). Высокая теплота сгорания обеспечивает эффективную работу двигателя.

Для изооктана ОЧ равно 100, а для *n*-гептана ОЧ равно 0. ОЧ бензина определяют сравнением его свойств со свойствами стандартных смесей изооктана и *n*-гептана. Если детонационная способность бензина такая же, как у смеси 95 объемных % изооктана и 5 объемных % *n*-гептана, считают, что октановое число этого бензина равно 95.

Рассчитайте, используя справочные данные, и сравните количество теплоты (МДж), выделяющееся при сгорании 1 л бензина с октановым числом 98 и 1 л бензина с октановым числом 92. Считайте, что бензин состоит только из изооктана и *n*-гептана.

Справочные данные

вещество	ρ , г/мл	Q^0 сгорания, МДж\моль
изооктан	0,6919	5,463
<i>n</i> -гептан	0,6838	4,886

Решение:

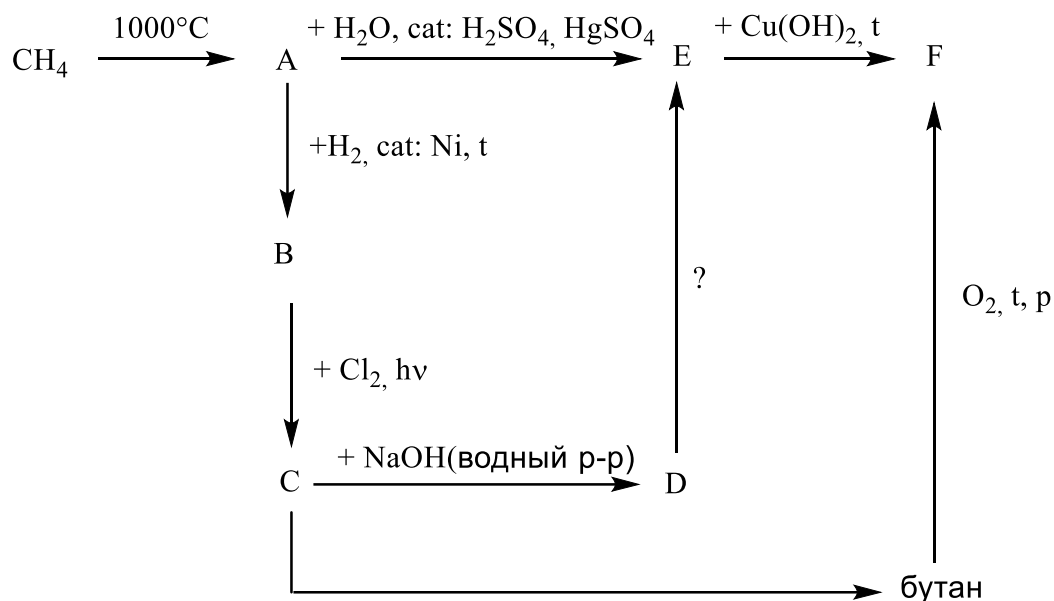
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Сделан вывод о количестве изооктана и <i>n</i> -гептана в 1 литре бензина с ОЧ 92 920 мл изооктана 80 мл <i>n</i> -гептана	3 балла
Сделан вывод о количестве изооктана и <i>n</i> -гептана в 1 литре бензина с ОЧ 98 980 мл изооктана 20 мл <i>n</i> -гептана	3 балла
Рассчитано количество вещества изооктана в бензине с ОЧ 92 $n = m/M = \rho V/M = 0,6919 \cdot 920 / 114 = 5,58$ моль	2 балла
Рассчитано количество вещества <i>n</i> -гептана в бензине с ОЧ 92 $n = m/M = \rho V/M = 0,6838 \cdot 80 / 100 = 0,55$ моль	2 балла
Рассчитана теплота сгорания 1 л бензина с ОЧ 92 $5,463 \cdot 5,58 + 4,886 \cdot 0,55 = 30,48 + 2,69 = 33,17$ МДж	2 балла
Рассчитано количество вещества изооктана в бензине с ОЧ 98 $n = m/M = \rho V/M = 0,6919 \cdot 980 / 114 = 5,95$ моль	2 балла
Рассчитано количество вещества <i>n</i> -гептана в бензине с ОЧ 98 $n = m/M = \rho V/M = 0,6838 \cdot 20 / 100 = 0,14$ моль	2 балла
Рассчитана теплота сгорания 1 л бензина с ОЧ 98 $5,463 \cdot 5,95 + 4,886 \cdot 0,14 = 32,50 + 0,68 = 33,18$ МДж	2 балла
Основываясь на расчетах, сделан вывод об отсутствии преимущества по количеству вырабатываемой теплоты бензина с более высоким ОЧ	2 балла
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 5.

Напишите уравнения реакций для ниже приведенной схемы.

Укажите условия протекания реакции, обозначенной знаком «?»

Для соединений **Е** и **Ф** дайте названия по системе ИЮПАК.



Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2 \text{CH}_4 \xrightarrow{1000^\circ\text{C}} \underset{\text{A}}{\text{CH}\equiv\text{CH}} + 3\text{H}_2$	1 балл
$\underset{\text{A}}{\text{CH}\equiv\text{CH}} + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{cat: Ni, t}} \underset{\text{B}}{\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3}$	1 балл
$\underset{\text{B}}{\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \underset{\text{C}}{\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}_2}} + \text{HCl}$	1 балл
$\underset{\text{C}}{\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}_2}} + \text{NaOH (водный р-р)} \longrightarrow \underset{\text{D}}{\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}} + \text{NaCl}$	1 балл
$2 \underset{\text{D}}{\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{cat: Cu, t}} 2 \underset{\text{E}}{\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}} + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
$\underset{\text{D}}{\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}} \xrightarrow{\text{cat: Cu, t}} \underset{\text{E}}{\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}} + \text{H}_2$ <p>Реакция может протекать как в присутствии кислорода, так и без кислорода как реакция дегидрирования. Засчитывается любая из них (одна). В качестве катализатора возможно указание Ag и Zn. Указание температуры обязательно. Использование более сильных окислителей не допустимо, т.к. реакция пойдет до кислоты.</p>	1 балл За условия 2 балла
$\underset{\text{E}}{\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}} + 2 \text{Cu(OH)}_2 \xrightarrow{t} \underset{\text{F}}{\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}} + \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$	3 балла
$\underset{\text{A}}{\text{HC}\equiv\text{CH}} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{cat: HgSO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4, t} \underset{\text{E}}{\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}}$	2 балла
$2 \underset{\text{C}}{\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{Cl}} + 2 \text{Na} \longrightarrow \underset{\text{бутан}}{\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3} + 2 \text{NaCl}$	2 балла

$2 \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{бутан}}{\overset{\text{H}_2}{\text{C}}}-\overset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3 + 5 \text{O}_2 \xrightarrow{t, p} 4 \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{F}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{OH} + 2 \text{H}_2\text{O}$	3 балла
E - этаналь	1 балл
F - этановая кислота	1 балл
Максимальный балл:	20