

Химия, 9 класс, муниципальный этап
Варианты решения задач и ответы

Максимальные баллы за выполнение заданий (max – 67 баллов)

Задания, вопросы и их оценка

1	2	3	4
Задание 1	В гостях у Якубовича		max 5 б
Задание 2	Об изотопах кислорода		max 4 б
Задание 3	Мысленный эксперимент. Распознайте! Докажите!		max 14 б
Задание 4	Говорят ...		max 7 б
Вопрос 1	Об ионах ...	3	
Вопрос 2	О молекулах	4	
Задание 5	Металл Me и его оксид Me_xO_y		max 9 б
Задание 6	Спорт и допинг ...		max 8 б
Вопрос 1	Олимпиада – 2004 (Афины)	2	
Вопрос 2	Мельдоний (двойные стандарты)	6	
Задание 7	О газах ...		max 4 б
Задание 8	Sel mirable ...		max 6 б
Задание 9	О нанотехнологиях ...		max 4 б
Задание 10	Помогите Коту-Мурлыке!		max 6 б
		Итого:	67 б

Задание 1. Суперигра на «Поле чудес» у Л. Якубовича (max – 5 баллов)

Горизонталь: Менделевий		1 балл
Вертикали:	1) Дубний	1 балл
	2) Рутений	1 балл
	3) Флеровий	1 балл
	4) Московий	1 балл

Итого: 5 баллов**Задание 2. Об изотопах кислорода... (max – 4 балла)****Вопрос 1.**

$M_r(\text{CO}_2) = A_r(^{12}\text{C}) + 2 A_r(^{16}\text{O}) = 12 + 32 = 44$	0.5 балла
$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 A_r(^1\text{H}) + A_r(^{16}\text{O}) = 2 + 16 = 18$	0.5 балла
$M_r(\text{CO}_2)/M_r(\text{H}_2\text{O}) = 44/18 = 2.4444$ или ≈ 2.44 раза	0.5 балла

Вопрос 2.

Обе молекулы, как углекислого газа, так и воды, являются «более тяжелыми» за счет более тяжелого, чем ^{16}O , изотопа кислорода. Пусть x – массовое число изотопа кислорода ...

0.5 балла

$M_r(\text{C}^x\text{O}_2)/M_r(\text{H}_2^x\text{O}) = (12+2x)/(2+1x) = 2.40$	1 балл
$2.4 \cdot (2+x) = 12+2x$	
$4.8 + 2.4x - 12 - 2x = 0$	
$0.4x = 7.2 \rightarrow x = 18$	

Искомый изотоп кислорода ^{18}O **1 балл**

Итого: 4 балла

Задание 3. Мысленный эксперимент: распознайте! (max – 14 баллов)

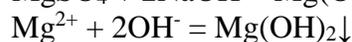
1. Раствор α в «левом черном ящике» – это раствор щелочи (NaOH; KOH...)
 Раствор β в «правом черном ящике» – это раствор соляной кислоты (HCl)

1 балл

1 балл

2.Распознавание растворов «левой части»:2.1. Распознавание растворов пары I: ZnSO₄ и MgSO₄

1 балл



0.5 балла

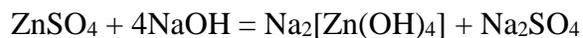
белый осадок



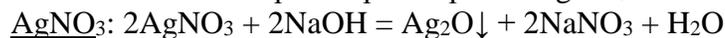
А если избыток раствора щелочи?



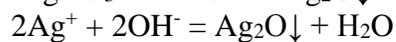
или



1.5 балла

2.2. Распознавание растворов пары II: AgNO₃ и NH₄Cl

1 балл

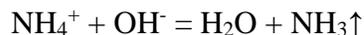


серый осадок

0.5 балла



1 балл

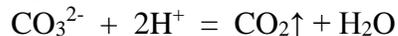


газ с резким запахом

0.5 балла

Распознавание веществ «правой части»:2.3. Распознавание растворов пары III: Na₂CO₃ и AgNO₃

1 балл

«эффект вскипания» за счет CO₂↑

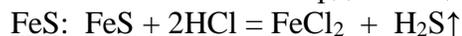
0.5 балла



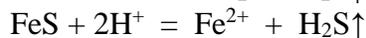
1 балл

белый творожистый осадок, нерастворимый в HNO₃

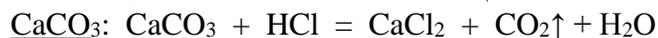
0.5 балла

2.4. Распознавание твердых веществ пары IV: FeS и CaCO₃

1 балл

H₂S – газ с запахом «гниющего белка»

0.5 балла



1 балл



«эффект вскипания»

0.5 балла

Оценивание:

1. Названы реактивы в «черных ящиках» α и β

$\alpha \rightarrow$ р-р NaOH (KOH)

1 балл

$\beta \rightarrow$ р-р HCl

1 балл

2. Записаны качественные реакции в «молекулярном виде»

1×8 = 8 баллов

3. Записаны сокращенные ионные уравнения с указанием признаков

0.5×8 = 4 балла

Итого: 14 баллов

Задание 4. Говорят ...**(маx – 7 баллов)****Вопрос 1.****(маx 3 балла)**

1.1. Два иона (два катиона):

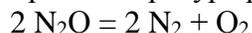
 $\alpha \rightarrow \text{NH}_4^+$ - катион аммония**1 балл** $\beta \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$ - катион гидроксония**1 балл**

Их заряды равны.

P.S. катион H^+ , который присутствует в наших «Таблицах растворимости» - это чистый «голый» протон, который используется для простоты «восприятия». На самом деле, в водном растворе существует гидратированный ион гидроксония H_3O^+ , полученный при взаимодействии:

1.2. О числе протонов в NH_4^+ и H_3O^+ В $\text{NH}_4^+ \rightarrow 7 + 4 = 11$ p**0.5 балла**В $\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow 3 + 8 = 11$ p**0.5 балла**

Число протонов: по 11 p в каждом катионе

Вопрос 2.**(маx 4 балла)** $\text{X} \rightarrow \text{CO}_2$ (оксид углерода IV – углекислый газ)**0.5 балла** $\text{Y} \rightarrow \text{N}_2\text{O}$ (оксид азота (I) – «веселящий» газ)**0.5 балла**2.1. $M_r(\text{CO}_2) = 44$; $M_r(\text{N}_2\text{O}) = 44$ $M_r(\text{CO}_2) = M_r(\text{N}_2\text{O}) = 44$ **0.5 балла**2.2. Число атомов в молекулах: $3 = 3$ **0.5 балла**2.3. Число протонов в $\text{CO}_2 \rightarrow 6+16 = 22$ p; в $\text{N}_2\text{O} \rightarrow 14+8 = 22$ p
 $22 = 22$ **0.5 балла**2.4. CO_2 не «способствует» горению (изолирует доступ O_2 к горящему предмету) C^{+4} – предельно максимальная степень окисления «С»**0.5 балла**2.5. N_2O при температуре разлагается с выделением « O_2 »

Поэтому он поддерживает горение

1 балл**Оценивание:****Вопрос 1.** $\alpha \rightarrow \text{NH}_4^+$ - катион аммония**1 балл** $\beta \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$ - катион гидроксония**1 балл**число протонов в NH_4^+ **0.5 балла**число протонов в H_3O^+ **0.5 балла****Вопрос 2.** $\text{X} \rightarrow \text{CO}_2$ (оксид углерода IV – углекислый газ)**0.5 балла** $\text{Y} \rightarrow \text{N}_2\text{O}$ (оксид азота (I) – «веселящий» газ)**0.5 балла** $M_r(\text{CO}_2) = M_r(\text{N}_2\text{O}) = 44$ **0.5 балла**

Число атомов в молекулах: $3 = 3$	0.5 балла
Число протонов $22 p = 22 p$	0.5 балла
CO_2 не поддерживает горение (см. комментарии)	0.5 балла
N_2O поддерживает горение (см. комментарии)	1 балл

Итого: 7 баллов

Задание 5. Металл Me и его оксид Me_xO_y ... (max – 9 баллов)**Часть 1 – поиск металла Me**

1. Информация из уравнения реакции взаимодействия металла **Me** с соляной кислотой, в котором α – валентность металла (степень окисления)



По условию, выделилось 13.44 л H_2 , что соответствует количеству водорода (моль):

$$n(H_2) = 13.44/22.4 = 0.60 \text{ (моль)}, \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

тогда количество прореагировавшего металла **Me**:

$$1 \text{ моль (Me) дает } \alpha/2 \text{ моль (H}_2)$$

$$n \text{ моль (Me) дает } 0.6 \text{ моль (H}_2)$$

$$n(Me) = 1 \cdot 0.6 / (\alpha/2) = 1.2/\alpha \text{ (моль)} \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

Отсюда, молярная масса металла **Me**:

$$M = m/n \rightarrow M(Me) = 33.6 \cdot \alpha / 1.2 = 28\alpha \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

(где 33.6 г – масса **Me** по условию задачи)

2. «Поиск» Me

Метод подбора для уравнения $M(Me) = 28\alpha$

2.1. При $\alpha = 1 \rightarrow M(Me) = 28$ г/моль – такого металла нет!

2.2. При $\alpha = 2 \rightarrow M(Me) = 28 \cdot 2 = 56$ г/моль – это железо $\rightarrow M(Fe) = 56$ г/моль $\mathbf{1 \text{ балл}}$

Часть 2 – поиск оксида Me_xO_y

3. Восстановление оксида железа Fe_xO_y водородом:



Образовалось воды 14.4 г по условию или в количественном выражении:

$$n(H_2O) = 14.4/18 = 0.8 \text{ (моль)} \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

Вывод: столько же моль атомов кислорода содержится и в оксиде железа Fe_xO_y $\mathbf{0.5 \text{ балла}}$

Масса кислорода в оксиде:

$$m(O) = 0.8 \cdot 16 = 12.8 \text{ (г)} \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

Масса железа в оксиде:

$$m(Fe) = 46.4 - 12.8 = 33.6 \text{ (г)} \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

Количество железа в оксиде:

$$n(Fe) = 33.6/56 = 0.6 \text{ моль} \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

Выводы: $x : y = 0.6 : 0.8 = 6 : 8 = 3 : 4$

Следовательно, наш оксид Fe_3O_4 $\mathbf{1 \text{ балл}}$

Оценивание:

Часть 1. Назван металл Fe $\mathbf{4.5 \text{ балла}}$

Часть 2. Назван оксид Fe_3O_4 $\mathbf{4.5 \text{ балла}}$

Итого: $\mathbf{9 \text{ баллов}}$

Задание 6. Спорт и допинг ...**(max – 8 баллов)****Вопрос 1.**

Ирландский и немецкий спортсмены выступали в конном спорте.

1 балл

У спортсменов не было найдено допинга, а вот у лошадок ...

1 балл**Вопрос 2.**Рассуждения ведем о 100 г $C_xH_yN_zO_t$

1. Количества элементов в 100 г мельдония:

1.1. $n(C) = 49.31/12 = 4.109$ (моль)

0.5 балла

1.2. $n(H) = 9.59/1 = 9.59$ (моль)

0.5 балла

1.3. $n(N) = 19.18/14 = 1.37$ (моль)

0.5 балла

1.4. $n(O) = 21.92/16 = 1.37$ (моль)

0.5 балла2. Простейшая (или истинная?) формула $C_{4.109}H_{9.59}N_{1.37}O_{1.37}$ или C_3H_7NO

$$M_r(C_3H_7NO) = 36+7+14+16 = 73 \rightarrow \text{Нет!}$$

Так как: $100 < M_r(\text{мельдония}) < 200$ по условию, то**2 балла**истинная формула мельдония (безводного): $C_6H_{14}N_2O_2$

$$M_r(C_6H_{14}N_2O_2) = 146.$$

$$100 < 146 < 200$$

2 балла**Оценивание:***Вопрос 1.**1.1. Конный спорт***1 балл***1.2. Допинг у лошадей***1 балл***Вопрос 2.**2.1. Найдены количества***2 балла***2.2. Найдена простейшая формула***2 балла***2.3. Найдена истинная формула***2 балла****Итого:****8 баллов**

Задание 7. О газах: N₂; CH₄; а еще X...**(max – 4 балла)**

1. Подготовительный этап:

$$\varphi_1 \rightarrow \varphi(\text{N}_2) = 0.05$$

$$\varphi_2 \rightarrow \varphi(\text{CH}_4) = 0.60$$

$$\varphi_3 \rightarrow \varphi(\text{X}) = 1 - 0.05 - 0.6 = 0.35$$

$$M_1 \rightarrow M(\text{N}_2) = 28$$

$$M_2 \rightarrow M(\text{CH}_4) = 16$$

$$M(\text{X}) = ?$$

1 балл

2. Уравнение в общем виде для расчета M(средней) газовой смеси

$$M_{\text{ср}} = \varphi_1 \cdot M_1 + \varphi_2 \cdot M_2 + \varphi_3 \cdot M(\text{X}) = 22.2 \text{ (г/моль)}$$

$$M_{\text{ср}} = 0.05 \cdot 28 + 0.60 \cdot 16 + 0.35 \cdot M(\text{X}) = 22.2$$

$$M_{\text{ср}} = 1.4 + 9.6 + 0.35 \cdot M(\text{X}) = 22.2$$

$$M(\text{X}) = 32 \text{ (г/моль)}$$

Газ – O₂**1 балл****2 балла****Оценивание:**

1. Подготовительный этап

1 балл

2. Уравнение для расчета M(средней) газовой смеси

1 балл

3. Решение уравнения. Назван газ X

2 балла

Итого: 4 балла

Задание 8. Sel mirable (лат): «Чудесная соль» (max – 6 баллов)

Пусть формула кристаллогидрата $X \cdot \alpha H_2O$

Рассчитаем количество соли (моль) в 500 мл раствора:

$$n(X) = 0.500 \cdot 0.621 = 0.3105 \text{ (моль)} \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

Зная навеску кристаллогидрата, можно рассчитать его молярную массу:

$$M(X \cdot \alpha H_2O) = m/n = 100/0.3105 = 322.06 \approx 322 \text{ (г/моль)} \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

По условию задачи массовая доля воды составляет 0.5590, отсюда в 1 моль кристаллогидрата масса воды равна:

$$m(H_2O) = 322 \cdot 0.559 = 179.938 \approx 180 \text{ г} \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

$$\text{что составляет } 180/18 = 10 \text{ моль } H_2O \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

молярная масса безводной соли:

$$M(X) = 322 - 180 = 142 \text{ (г/моль)} \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

В соль X входят ионы SO_4^{2-} , так как



$$M_r(SO_4^{2-}) = 96 \rightarrow 142 - 96 = 46$$

$$M_r(Na) = 23 \rightarrow 2 M_r(Na) = 46$$



Это декагидрат (десятиводный гидрат) сульфата натрия $\mathbf{0.5 \text{ балла}}$

Внимание: школьник может предложить другой вариант решения!

Оценивание:

1. $n(X) = 0.3105 \text{ моль}$ 1 балл

2. $M(X \cdot \alpha H_2O) = 322 \text{ г/моль}$ 1 балл

Масса воды в 1 моль $X \cdot \alpha H_2O$, равная 180 г и ее количество 10 моль 2 балла

3. Масса соли X в 1 моль кристаллогидрата, равная 142 г 0.5 балла

4. Соль X $\rightarrow Na_2SO_4$ и кристаллогидрат $\rightarrow Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ 1.5 балла

Итого: 6 баллов

Задание 9. О нанотехнологиях**(max – 4 балла)**

1. Рассчитаем массу (в г) и количество (моль) палладия в нашем образце ($8.0 \text{ см}^3 \text{ Pd}$):
- 1.1. $m(\text{Pd}) = \rho \cdot V = 12.02 \cdot 8.0 = 96.16 \text{ (г)}$ **1 балл**
- 1.2. $n(\text{Pd}) = 96.16/106 = 0.90717 \approx 0.907 \text{ (моль)}$ **1 балл**
2. Количество (моль) и число частиц Pd_8 (наночастиц Pd_8) в 0.907 моль металла:
- 2.1. Количество частиц Pd_8 :
 $n(\text{Pd}_8) = n(\text{Pd})/8 = 0.907/8 = 0.113 \text{ (моль)}$ **1 балл**
- 2.2. Число частиц Pd_8 :
 $n(\text{Pd}_8) \cdot N_A = 0.113 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 6.826 \cdot 10^{22} \approx 6.83 \cdot 10^{22} \text{ (частиц)}$ **1 балл**

Ответ: $6.83 \cdot 10^{22}$ частиц Pd_8

Оценивание:

1. $m(\text{Pd})$ **1 балл**
2. $n(\text{Pd})$ **1 балл**
3. $n(\text{Pd}_8)$ **1 балл**
4. Число частиц Pd_8 **1 балл**

Итого: 4 балла

Задание 10. Помогите Коту-Мурлыке**(max – 6 баллов)**

Пусть надо купить
 «а» упаковок лекарства X
 «в» упаковок лекарства Y
 «с» упаковок лекарства Z

Всего: 20 упаковок
 $a + v + c = 20$

1 балл

Тогда стоимость этих 20 упаковок:

$$10a + 50v + 80c = 1000$$

1 балл

Составим систему из двух математических уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} 10a + 50v + 80c = 1000 \\ a + v + c = 20 \end{array} \right. \quad | \times \text{ на } 10$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 10a + 50v + 80c = 1000 \\ \underline{10a + 10v + 10c = 200} \\ 40v + 70c = 800 \\ 4v + 7c = 80 \\ \mathbf{v + 1.75c = 20} \end{array} \right.$$

2 балла

Число упаковок, конечно, должно быть целым числом: $1.75c =$ целое число
 Для этого надо $1,75$ умножить на 4 или на 8, где $c = 4$ или $c = 8$

Решаем уравнение: $v + 1,75c = 20$, где c равно толи 4, толи 8 ...

1) если $c = 4$, то

$$v + 7 = 20 \rightarrow \underline{v = 13}$$

$$\text{тогда: } a = 20 - 13 - 4 = 3$$

$$\text{вывод: } a = 3, v = 13, c = 4$$

1 балл

2) если $c = 8$, то

$$v + 14 = 20 \rightarrow \underline{v = 6}$$

$$\text{тогда: } a = 20 - 6 - 8 = 6$$

$$\text{вывод: } a = 6, v = 6, c = 8$$

1 балл

Ответ.

Вариант 1: $a = 3, v = 13, c = 4$

$$(3 \cdot 10 + 13 \cdot 50 + 4 \cdot 80 = 1000)$$

Вариант 2: $a = 6, v = 6, c = 8$

$$(6 \cdot 10 + 6 \cdot 50 + 8 \cdot 80 = 1000)$$

Оценивание:

1. Получено 2 математических уравнения

2 балла

2. Составлена система с поиском вариантов ее решения

2 балла

3. Анализ математики путем подбора и выход на решения

2 балла

Итого: 6 баллов