

Химия, 11 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	Разминочное		max 15 б.
Вопрос 1	Шпаргалка или памятка?	7 б.	
Вопрос 2	Литературно-химический	4 б.	
Вопрос 3	Академик Н.Н. Зинин	2 б.	
Вопрос 4	Кто он – этот мистер X?	2 б.	
Задание 2	Из класса в класс ...		max 14 б.
Вопрос 1	Mg(HSO ₃) ₂ начинает и ...	6 б.	
Вопрос 2	C ₃ H ₇ OH начинает и ...	8 б.	
Задание 3	О газах ...		max 13 б.
Вопрос 1	Три литра смеси ...	4 б.	
Вопрос 2	Порция газообразного углеводорода C _x H _y ...	9 б.	
Задание 4	Установите формулу	5 б.	max 5 б.
Задание 5	Количественный анализ. Определите массы каждого металла в смеси	10 б.	max 10 б.
Задание 6	Осушители газов	5 б.	max 5 б.
Задание 7	Вспомним закон Авогадро	5 б.	max 5 б.
		Итого:	max 67 б.

Задание 1. Разминочное**(max – 15 баллов)****Вопрос 1. Шпаргалка или памятка?**

max 7 баллов

«Картинка» 1.

Название. Число элементов в каждом периоде, простые вещества которых являются неметаллами.

1 баллКомментарии.

Крайняя левая «римская» вертикаль цифр – номер периода.
Крайняя правая вертикаль цифр – число элементов в периоде, простые вещества которых неметаллы,
а вот вторая справа вертикаль – это номер периода

2 балла

«Картинка» 2.

Электрон не так прост как кажется.
Сэр Уильям Брэгг

Название. Последовательность заполнения атомных орбиталей очередными электронами (принцип наименьшей энергии).

1 баллКомментарии. $1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d \rightarrow 4p \rightarrow 5s \dots$

Помня, что максимальное число электронов на s-орбитали равно 2, на p-орбиталях $\rightarrow 6$, на d-орбиталях $\rightarrow 10$, на f-орбиталях $\rightarrow 14$, легко записать электронную формулу любого из 118 атомов элементов, зная число электронов у этого атома (не забывая некоторые «исключения»). Например, составить электронную формулу атома криптона ${}_{36}\text{Kr}$ – последнего элемента в четвертом периоде.

Ответ: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$ или $[4s^2 4p^6] \quad \sum(e) = 36$

3 баллаОценка:

1. Дано название каждой «картинки»
2. Комментарии к «картинке» 1
3. Комментарии к «картинке» 2

*1 × 2 = 2 балла**2 балла**3 балла****Всего – 7 баллов*****Вопрос 2. Литературно-химический...**

max 4 балла

Ответы:

- А. Золотой теленок
- В. Князь Серебряный
- С. Медный всадник
- Д. Железная воля

1 балл**1 балл****1 балл****1 балл*****Всего – 4 балла***

Вопрос 3. Академик Н.Н. Зинин

max 2 балла

Ответ:

Студентов – охотников на ответные меры не было:

Н.Н. Зинин обладал большой физической силой и мог так сжать противника в объятиях, что тот долго не мог прийти в себя.

2 балла

Для жюри: ответ «уважение» можно принять за 1 балл

Вопрос 4. Кто он – этот мистер X: врач, химик, алхимик, авантюрист?

max 2 балла

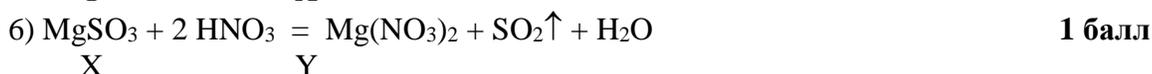
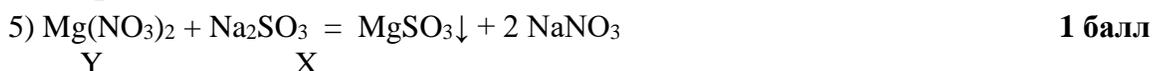
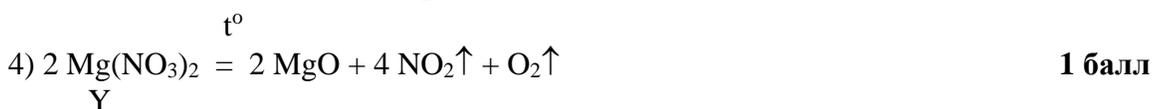
Ответ: Граф Сен-Жермен

2 балла

Итого – 15 баллов

Задание 2. Из класса в класс ...**(max – 14 баллов)****Вопрос 1. Mg(HSO₃)₂ начинает и ...**

max 6 баллов

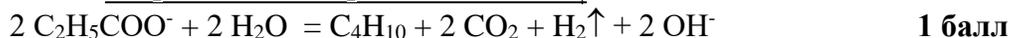
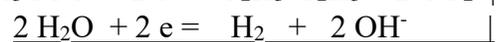
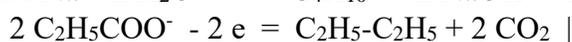
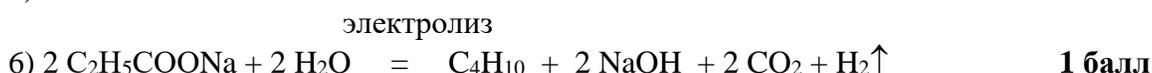
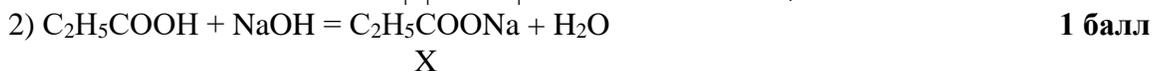
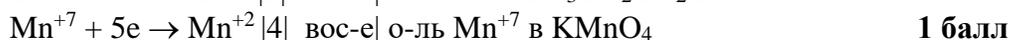
Оценка:

6 уравнений

1×6 = 6 баллов

Вопрос 2. C₃H₇OH начинает и ...

max 8 баллов

Оценка:

1. Уравнения №1 и №6

2×2 = 4 балла

2. Остальные четыре уравнения

1×4 = 4 балла

Всего – 8 баллов

Задание 3. О газах ...**(max – 13 баллов)****Вопрос 1. Три литра смеси газов ...**

max 4 балла

Пусть x л – объем метана CH_4 в газовой смеси.Тогда объем этилена C_2H_4 равен $(3-x)$ л.

Объемные доли газов в смеси:

$$\varphi(\text{CH}_4) = x/3; \quad \varphi(\text{C}_2\text{H}_4) = (3-x)/3$$

1 балл

Рассчитаем массу углерода и водорода:

$$m(\text{C}) = 12x/3 + 2 \cdot 12 \cdot (3-x)/3 = \underline{24 - 4x}$$

1 балл

$$m(\text{H}) = 4x/3 + 4 \cdot (3-x)/3 = \underline{4}$$

1 балл

По условию: масса углерода в четыре раза больше массы водорода:

$$m(\text{C})/m(\text{H}) = (24 - 4x)/4 = 4 \quad \rightarrow \quad x = 2$$

Объем метана – 2 л; объем этилена – 1 л

1 баллОценка:

1. Записаны объемные доли газов в общем виде

1 балл

2. Рассчитаны массы (в общем виде) $m(\text{C})$ и $m(\text{H})$ $1 \times 2 = 2$ балла

3. Определены объемы газов

1 балл

Всего – 4 балла**Вопрос 2. Порции некоторого газообразного углеводорода C_xH_y ...**

max 9 баллов

1. Уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$PV = nRT$$

$$n = PV/(RT)$$

Количество углеводорода в этой порции:

$$n(\text{C}_x\text{H}_y) = (101.325 \cdot 1.1 \cdot 8.96)/(8.314 \cdot 343) = 0.35 \text{ (моль)}$$

1 балл

2. Суммарное количество атомов (углерода и водорода):

$$n(\text{атомов}) = N/N_A = 2.5284 \cdot 10^{24}/(6.02 \cdot 10^{23}) = 4.2 \text{ (моль)}$$

0.5 балла3. Вывод: таким образом, на 0.35 моль молекул C_xH_y

приходится 4.2 моль атомов углерода и водорода,

а на 1 моль молекул – x моль атомов.

$$x = 4.2 \cdot 1/0.35 = 12 \text{ (моль атомов)}$$

0.5 балла4. Возможные варианты для C_xH_y при условии $x+y = 12$:Если углеводород алкан $\text{C}_x\text{H}_{2x+2}$: $x + (2x+2) = 12$

$$x = 3.33 \rightarrow \text{Нет! Должно быть целое число}$$

0.5 баллаЕсли углеводород алкен (циклоалкан $x \geq 3$) C_xH_{2x} : $x + 2x = 12$

$$x = 4 \rightarrow \text{C}_4\text{H}_8 \text{ (бутены или циклоалканы)}$$

1 балл

Если углеводород C_xH_{2x-2} : $x + (2x-2) = 12$
 $x = 4.67 \rightarrow$ Нет! **0.5 балла**

Если углеводород C_xH_{2x-4} : $x = 5.33 \rightarrow$ Нет! **0.5 балла**

Если углеводород C_xH_{2x-6} : $x = 6 \rightarrow C_6H_6$ – бензол

Но! Бензол – жидкость, $t_{кип} = 80^\circ C$ **1 балл**

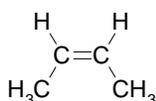
Если углеводород C_xH_{2x-8} : $x = 6.67 \rightarrow$ Нет! **0.5 балла**

Строение C_4H_8 :

Алкены:

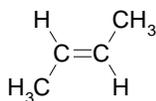
1) $CH_2 = CH-CH_2-CH_3$ **0.5 балла**

2)



0.5 балла

3)

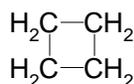


0.5 балла

4) $CH_2 = C(CH_3)_2$ **0.5 балла**

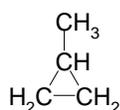
Циклоалканы:

1)



0.5 балла

2)



0.5 балла

Оценка:

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. Рассчитано количество углеводорода | 1 балл |
| 2. Рассчитано суммарное число атомов в молекуле C_xH_y | 1 балл |
| 3. Поиск формулы газообразного углеводорода | 4 балла |
| 4. 6 структурных формул | $0.5 \times 6 = 3$ балла |
| | Всего – 9 баллов |

Итого – 13 баллов

Задание 4. Установите формулу (max – 5 баллов)

Пусть элемент А содержит $3x$ протонов, тогда элемент В содержит x протонов.

В результате реакции образуется соединение A_mB_n , в котором

$$3x \cdot m / (x \cdot n) = 2$$

Отсюда: $3m = 2n$, $m = 2/3 \cdot n$; $n = 3/2 \cdot m$

Формула соединения в общем виде A_2B_3 **2 балла**

Условию задачи отвечают атомы элементов хрома и кислорода:

${}_{24}\text{Cr}$ (24 протона); ${}_8\text{O}$ (8 протонов)

Формула Cr_2O_3 **1 балл**

Получение сложного вещества из простых:



Оценка:

1. Формула соединения в общем виде A_2B_3 **2 балла**

2. Истинная формула **1 балл**

3. Два уравнения получения Cr_2O_3 из простых веществ **$1 \times 2 = 2$ балла**

Итого – 5 баллов

Задание 5. Количественный анализ.**Определите массы каждого металла в смеси (max – 10 баллов)**К Ca Na Mg Al ... | Н | Cu Hg Ag Pt Au

Кальций и алюминий – серебристо-белые металлы.

Медь – красноватый металл.

Золото – металл с характерным желтым цветом.

1 балл1. Поиск суммарной массы: $m(\text{Cu}) + m(\text{Au})$ и суммарной массы $m(\text{Al}) + m(\text{Ca})$.Растворяем смесь металлов, массой $m(\text{общая})$,в избытке соляной кислоты с $\omega(\text{HCl}) = 18\text{-}20\%$

(в крепкой соляной кислоте медь растворяется).

**1 балл****1 балл**

Уменьшение массы смеси – это сумма масс алюминия и кальция, которые растворились в избытке HCl.

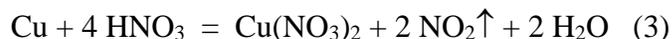
Вывод: масса $[m(\text{Cu}) + m(\text{Au})]$ – не растворилась, ее промываем, сушим и взвешиваем
масса $[m(\text{Al}) + m(\text{Ca})]$ – растворилась2. Определение $m(\text{Cu})$ и $m(\text{Au})$ в твердой смеси.Работаем с красно-желтой смесью $[m(\text{Cu}) + m(\text{Au})]$.

Твердый остаток красно-желтого цвета меди и золота растворяем в избытке концентрированной азотной кислоты:



конц

t

**1 балл**

конц

Вывод: не растворившийся осадок – золото.

Итак, $m(\text{Au})$ известна.

$$m(\text{Cu}) = [m(\text{Cu}) + m(\text{Au})] - m(\text{Au})$$

0.5 балла3. Определение $m(\text{Al})$ и $m(\text{Ca})$. Работаем с фильтратом, полученном по уравнениям (1) и (2).Металлы в фильтрате находятся в виде ионов: Al^{3+} и Ca^{2+} .3.1. Добавляем избыток раствора аммиака NH_3 в воде: $(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ **1 балл****1 балл**

$Al(OH)_3$ не растворяется в избытке раствора аммиака! **0.5 балла**
 $CaCl_2$ с водным раствором аммиака осадка не дает! **0.5 балла**

3.2. Работа с осадком $Al(OH)_3$ Осадок прокаливает до постоянной массы и взвешиваем. Это Al_2O_3 :

3.3. Расчет массы алюминия через массу оксида алюминия:

$$M_r(Al_2O_3) = 102$$

Информация из формулы Al_2O_3 :102 г (Al_2O_3) содержат 54 г (Al)m(«нашего» Al_2O_3) содержит x г (Al)

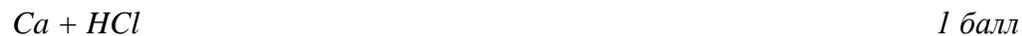
$$x = m(\text{«нашего» } Al_2O_3) \cdot 54/102 \quad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

3.4. Массу кальция определяем по разности

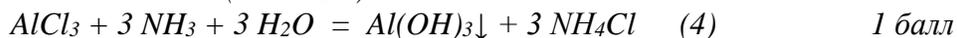
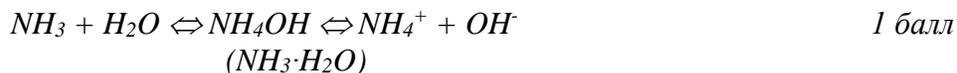
$$m(Ca) = [m(Al) + m(Ca)] - m(Al) \quad \mathbf{0.5 \text{ балла}}$$

Оценка:1. Общая информация о металлах *1 балл*

2. Уравнения



3. Уравнения

 $Al(OH)_3$ не растворяется в избытке раствора аммиака! *0.5 балла* $CaCl_2$ с водным раствором аммиака осадка не дает! *0.5 балла*Расчет массы алюминия *1 балл*Расчет массы кальция *0.5 балла***Итого – 10 баллов**

Задание 6. Осушители газов

(max – 5 баллов)

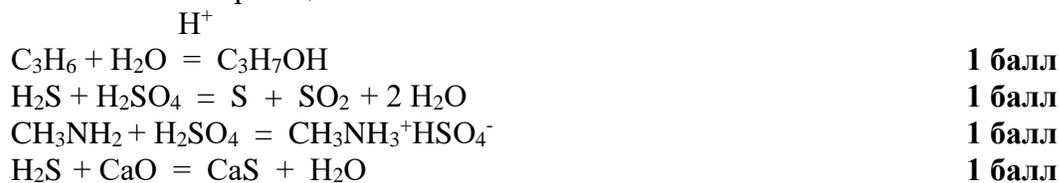
Безводный хлорид кальция можно использовать для осушения всех четырех указанных газов.

Концентрированной H_2SO_4 нельзя сушить H_2S ; C_3H_6 ; CH_3NH_2 .

Оксидом кальция нельзя обезвоживать H_2S .

1 балл

Уравнения возможных реакций:



Оценка:

1. Общий ответ на вопрос «какие осушители нельзя использовать для осушения указанных газов?»

1 балл

2. Четыре уравнения

1×4 = 4 балла

Итого – 5 баллов

Задание 7. Вспомним закон Авогадро... (max – 5 баллов)

Закон Авогадро – в равных объемах различных газов при одинаковых условиях (температура и давление) содержится одинаковое число молекул.

Колбы и условия одинаковые, поэтому количества газов в колбах равны. Разница масс колб равна разнице масс газов:

$$\begin{aligned} M_r(\text{C}_3\text{H}_8) &= 44, & M_r(\text{CH}_4) &= 16, & m &= n \cdot M \\ m(\text{C}_3\text{H}_8) - m(\text{CH}_4) &= 44n - 16n = 1.4 \text{ (г)} \rightarrow 28n = 1.4 \\ n &= 0.05 \text{ (моль)} \end{aligned} \qquad \qquad \qquad \mathbf{2.5 \text{ балла}}$$

Сравнивая массы одинаковых количеств пропана и неизвестного газа X, получаем:

$$\begin{aligned} m(\text{C}_3\text{H}_8) - m(\text{X}) &= 0.05 \cdot 44 - 0.05 \cdot M(\text{X}) = 0.7 \\ M(\text{X}) &= 30 \end{aligned} \qquad \qquad \qquad \mathbf{1 \text{ балл}}$$

Газы:

$$\text{C}_2\text{H}_6 \text{ - этан, NO - оксид азота (II), CH}_2\text{O - метаналь} \qquad \qquad \qquad \mathbf{1.5 \text{ балла}}$$

Оценка:

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. Расчет количества каждого газа в колбе | 2.5 балла |
| 2. Расчет $M(\text{X})$ | 1 балл |
| 3. Формулы газов | $0.5 \times 3 = 1.5 \text{ балла}$ |

Итого – 5 баллов