

ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАНИЯ 9 КЛАССА

Задание 9-1

Смесь Mg_3P_2 и $MgHPO_4$ содержит $2,408 \cdot 10^{23}$ атомов фосфора и $3,01 \cdot 10^{23}$ атомов магния. Найдите массовую долю Mg_3P_2 в смеси.

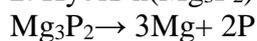
Решение

1. Находим количество вещества фосфора и магния в смеси:

$$n(P) = 2,408 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,4 \text{ (моль)}$$

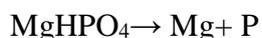
$$n(Mg) = 3,01 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 0,5 \text{ (моль)}$$

2. Пусть $n(Mg_3P_2) = x$ моль, $n(MgHPO_4) = y$ моль. Составим стехиометрические схемы:



$$1 \text{ моль} \quad 3 \text{ моль} \quad 2 \text{ моль}$$

х а в



$$1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль}$$

у с d

3. Из стехиометрических схем находим:

$$a = n(Mg \text{ в } Mg_3P_2) = 3x; \quad b = n(P \text{ в } Mg_3P_2) = 2x$$

$$c = n(Mg \text{ в } MgHPO_4) = y; \quad d = n(P \text{ в } MgHPO_4) = y.$$

4. Составим систему уравнений:

$$2x + y = 0,4$$

$$3x + y = 0,5$$

Решим систему уравнений. Найдем х и у:

$$x = 0,1 \text{ моль}; \quad y = 0,2 \text{ моль}$$

$$4. m(Mg_3P_2) = 0,1 \cdot 134 = 13,4 \text{ (г)}$$

$$m(MgHPO_4) = 0,2 \cdot 120 = 24 \text{ (г)}$$

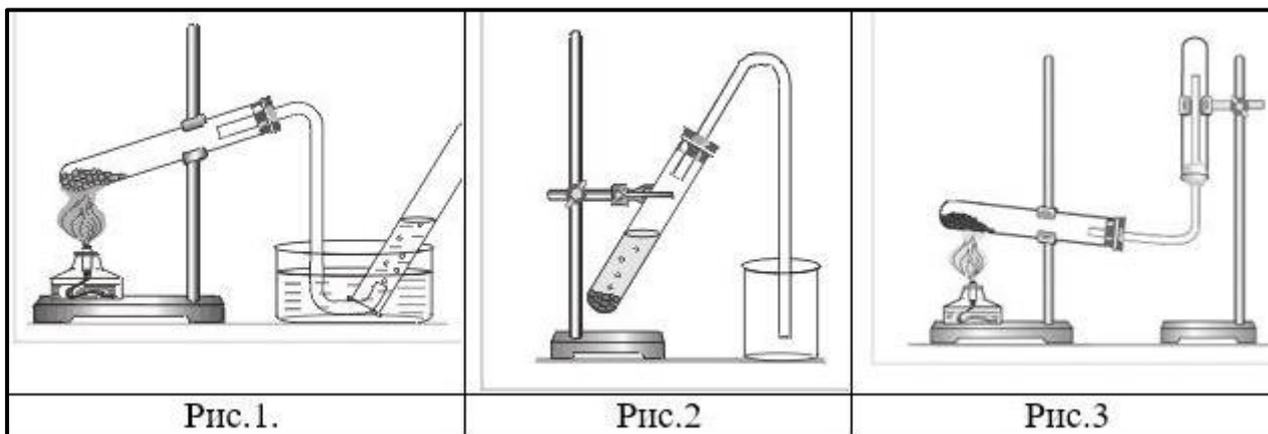
$$5. w(Mg_3P_2) = 13,4 / (13,4 + 24) = 0,3583 (35,83\%)$$

Распределение по баллам к задаче 9-4

<i>Содержание верного ответа</i>	<i>Баллы</i>
Нахождение количеств вещества магния и фосфора	2*1=2 балла
Составлены стехиометрические схемы (или сделаны рассуждения о количественном содержании магния и фосфора в смеси)	2*1=2 балла
Составлена система уравнений	2 балла
Найдены количества веществ компонентов смеси (х и у)	1 балл
Найдены массы Mg_3P_2 и $MgHPO_4$	2 балла
Найдена массовая доля Mg_3P_2 в смеси	1 балл
Итого:	10 баллов

Задание 9-2

Существует несколько способов собирания газов в лаборатории – вытеснением воды и вытеснением воздуха (рис. 1, рис. 2, рис. 3).



Ученик 9 класса Петя Иванов для получения и соби́рания аммиака подготовил прибор как на рисунке 1, но газ в пробирке-приемнике так и не появился.

1) Объясните, почему у Пети не удался опыт. Подберите правильный прибор для получения и соби́рания аммиака, обоснуйте свой выбор. Составьте уравнение реакции получения аммиака в лаборатории из твердых веществ.

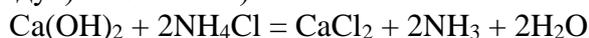
2) Какие газы и с помощью каких реакций можно получать в приборе, который собрал Петя (рис. 1)? Приведите три примера. Составьте уравнения предложенных вами реакций.

3) Соотнесите формулу газа с его названием и всеми возможными способами соби́рания. Для обоснования выбора метода соби́рания газа приведите необходимые расчеты.

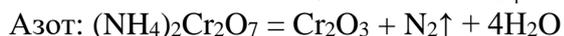
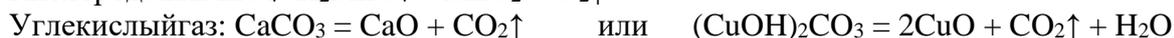
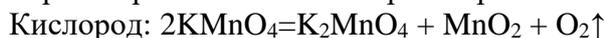
Формула газа	Название газа	Метод соби́рания
1. SO ₂	А) «удушливый» газ	I. Вытеснением воды (рис. 1)
2. CH ₄	Б) бурый газ	II. Вытеснением воздуха в сосуд, расположенный дном вниз (рис. 2)
3. CO ₂	В) сернистый газ	
4. NO ₂	Г) углекислый газ	III. Вытеснением воздуха в сосуд, расположенный дном вверх (рис. 3)
5. H ₂ S	Д) сероводород	
6. N ₂	Е) природный газ	

Решение:

1) Опыт не удался, так как Петя не учел растворимость получаемого газа в воде. Аммиак очень хорошо растворим в воде (в 1 объеме H₂O растворяется 700 объемов NH₃), поэтому газ в пробирке-приемнике так и не появился, он весь растворился. Аммиак можно собрать вытеснением воздуха в сосуд, расположенный дном вверх, так как аммиак легче воздуха (M(NH₃) = 17 г/моль, M(воздух) = 29 г/моль).



2) С помощью прибора, который собрал Петя, можно получить и собрать газы, которые в воде не растворяются или плохо растворяются. Например,



Возможны иные уравнения реакций, подходящих под рис. 1.

3) 1 – В – II

2 – Е – I, III

3 – Г – I, II

4 – Б – II

5 – Д – II

6 – А – I, III

M(SO₂) = 64 г/моль

$M(\text{CH}_4) = 16 \text{ г/моль}$
 $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$
 $M(\text{NO}_2) = 46 \text{ г/моль}$
 $M(\text{H}_2\text{S}) = 34 \text{ г/моль}$
 $M(\text{N}_2) = 28 \text{ г/моль}$
 $M(\text{воздух}) = 29 \text{ г/моль}$

Распределение по баллам к задаче 9-2

<i>Содержание верного ответа</i>	<i>Баллы</i>
Дано объяснение неудавшемуся опыту	10*1= 1 балл
Предложен правильный способ собирания аммиака, ответ обоснован	1 балл
Составлено уравнение получения аммиака	1 балл
Приведены уравнения трех реакций	1*3 = 3 балла
Правильно соотнесены формулы, названия газов и способы их собирания	0,5*6 = 3 балла
Приведены расчеты молярной массы газов	1 балл
Итого:	10 баллов

Задание 9-3

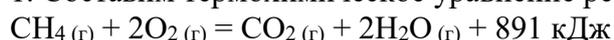
Ученица 9 класса Аня Пуговкина при выполнении проекта к уроку по финансовой грамотности «Коммунальные услуги и платежи» выяснила, что ее семья за прошедший месяц потратила 2 м³ природного газа (в перерасчете на н.у. 1,863 м³). Аня решила рассчитать, сколько тепловой энергии получила семья и сколько углекислого газа выделилось в воздух квартиры.

1) Учитывая, что природный газ на 94% (по объему) состоит из метана CH₄, а при полном сгорании 1 моль метана выделяется 891 кДж теплоты, помогите Ане рассчитать, сколько тепла образовалось за месяц в результате горения газа. Составьте термохимическое уравнение горения метана.

2) Определите объем углекислого газа, выделившегося при этом.

Решение:

1. Составим термохимическое уравнение реакции:



2. Найдем объем чистого метана

$$V(\text{CH}_4) = 0,94 \cdot 1863 = 1751,22 \text{ (л)}$$

3. Определим количество вещества метана

$$n(\text{CH}_4) = 1751,22 / 22,4 = 78,18 \text{ (моль)}$$

4. Найдем количество теплоты, выделяющейся при сгорании метана

$$1 \text{ моль} - 891 \text{ кДж}$$

$$78,18 \text{ моль} - x \text{ кДж}$$

$$x = 78,18 \cdot 891 = 69658,38$$

При сжигании 2 м³ природного газа выделится 69658,38 кДж теплоты.

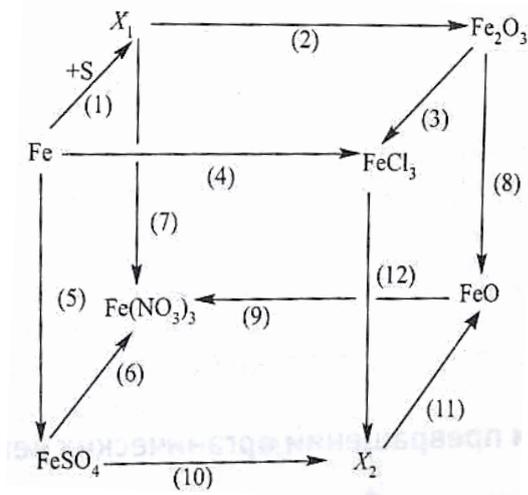
5. $n(\text{CO}_2) = n(\text{CH}_4)$, следовательно $V(\text{CO}_2) = V(\text{CH}_4) = 1751,22 \text{ л}$

Распределение по баллам к заданию 9-3

<i>Содержание верного ответа</i>	<i>Баллы</i>
Составлено термохимическое уравнение горения метана (при составлении обычного уравнения – 2 балла)	3 балла
Найден объем чистого метана	1 балл
Найдено количество вещества метана	1 балл
Найдено количество теплоты, выделяющейся при горении	2 балла
Найден объем углекислого газа	1 балл
Итого:	8 баллов

Задание 9-4

Перед вами схема превращений веществ:



Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения веществ.

Решение:

Уравнения реакций:

1. $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$
2. $4\text{FeS} + 7\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$
3. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
4. $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$
5. $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$
6. $3\text{FeSO}_4 + 4\text{HNO}_3 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$ (возможно образование NO_2)
7. $3\text{FeS} + 30\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 27\text{NO}_2 + 15\text{H}_2\text{O}$ (возможно образование NO)
8. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeO}$ (возможно использование другого восстановителя)
9. $3\text{FeO} + 10\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 5\text{H}_2\text{O}$ (возможно образование NO_2)
10. $\text{FeSO}_4 + \text{Zn} = \text{Fe} + \text{ZnSO}_4$
11. $\text{Fe} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 3\text{FeO}$
12. $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Mg} = 3\text{MgCl}_2 + 2\text{Fe}$

(Возможны иные уравнения реакций, удовлетворяющие условию)

Распределение по баллам к заданию 9-4

Содержание верного ответа	Баллы
Составлены молекулярные уравнения реакций	1*12=12 баллов
Итого:	12 баллов

Задание 9-5

Однажды вечером в одной из школьных лабораторий города NN лаборант Василий Иванович обнаружил 4 склянки с растворами, этикетки от которых отклеились и валялись на полу. За короткий промежуток времени, используя только эти растворы, ему необходимо было определить, что находится в каждой склянке и вернуть этикетки на место. Отклеившиеся этикетки: гидроксид натрия, соляная кислота, поташ, сульфат алюминия.

Восстановите ход рассуждений Василия Ивановича при проведении анализа растворов в склянках. Решение представьте в виде таблицы с указанием цветов осадков и наблюдаемых явлений. Напишите уравнения всех возможных реакций в молекулярном и ионном видах.

Решение:

Составлены уравнения всех описанных реакций:

- 1) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaOH} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$
 $2\text{Al}^{3+} + 6\text{OH}^- = 2\text{Al}(\text{OH})_3$
- 2) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
- 3) $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$
- 4) $2\text{HCl} + \text{K}_2\text{CO}_3 = 2\text{KCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $3\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CO}_2 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
 $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CO}_2$

Вещество	NaOH	K ₂ CO ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	HCl
NaOH		-	Al(OH) ₃ ↓ Белый аморфный осадок, растворим в избытке щелочи	-
K ₂ CO ₃			Al(OH) ₃ ↓(белый) + CO ₂ ↑ (бесцветный)	CO ₂ ↑ (бесцветный)
Al ₂ (SO ₄) ₃				-
HCl				

Распределение по баллам к заданию 9-5

<i>Содержание верного ответа</i>	<i>Баллы</i>
Правильно составлен план эксперимента (таблица)	1,5 балла
Описаны наблюдаемые эффекты	1,5 балла
Написаны уравнения реакций 1,3,4 в молекулярном виде	3*0,5=1,5 балла
Написаны уравнения реакций 1,3,4 в ионном виде	3*0,5=1,5 балла
Написаны уравнения реакций 2,5 в молекулярном виде	2*1=2 балла
Написаны уравнения реакций 2,5 в ионном виде	2*1=2 балла
Итого:	10 баллов