

**LXXXI Московская олимпиада школьников по химии**  
**Отборочный этап**

**декабрь 2024 г.**

**8 класс**

*Каждое задание оценивается максимально в 10 баллов*

*Всего за выполнение варианта – максимально 100 баллов*

**№ 1-1.** Укажите вещество, в котором валентность углерода равна IV.

- 1)  $\text{CO}_2$
- 2)  $\text{CsCl}$
- 3)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- 4)  $\text{CO}$
- 5)  $\text{CCl}_2$

**Ответ: 1.** (10 баллов)

**Решение.** Углерод входит в состав  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CCl}_2$ . В  $\text{CO}_2$  валентность углерода IV.

**№ 1-2.** Укажите вещество, в котором валентность азота равна III.

- 1)  $\text{NbCl}_3$
- 2)  $\text{N}_2\text{O}$
- 3)  $\text{NiS}$
- 4)  $\text{N}_2\text{O}_3$
- 5)  $\text{HNO}_3$

**Ответ: 4.** (10 баллов)

**Решение.** Азот входит в состав  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ . В  $\text{N}_2\text{O}_3$  валентность азота III.

**№ 1-3.** Укажите соединение, в котором валентность фосфора равна III.

- 1)  $\text{PdO}$
- 2)  $\text{P}_2\text{O}_5$
- 3)  $\text{PH}_3$
- 4)  $\text{PbCl}_2$
- 5)  $\text{PCl}_5$

**Ответ: 3.** (10 баллов)

**Решение.** Фосфор входит в состав  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{PCl}_5$ . В  $\text{PH}_3$  валентность фосфора III.

**№ 1-4.** Укажите соединение, в котором валентность серы равна IV

- 1)  $\text{ScCl}_3$
- 2)  $\text{SiO}_2$
- 3)  $\text{NiS}$
- 4)  $\text{SO}_3$
- 5)  $\text{SF}_4$

**Ответ: 5.** (10 баллов)

**Решение.** Сера входит в состав  $\text{NiS}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SF}_4$ . В  $\text{SF}_4$  валентность серы IV.

**№ 2-1.** В 1896 году был проведен интересный эксперимент, получивший название «кольца Лизеганга». В центр слоя желатина, содержащего дихромат калия ( $K_2Cr_2O_7$ ), поместили большую каплю водного раствора нитрата серебра ( $AgNO_3$ ). В результате образовывался осадок **A** красно-бурого цвета в виде концентрических колец. Одно из объяснений природы колец является следующим: ионы серебра постепенно проникали (диффундировали) в желатин, образуя зоны с пересыщенным раствором соли **A**, в результате чего в этих зонах выпадал осадок. Подобные узоры часто встречаются в геологии.



1) Запишите формулу соли **A** (например, так  $Na_2CO_3$ ).

**Ответ:**  $Ag_2Cr_2O_7$ . (3 балла)

2) Определите сумму *всех* минимальных целочисленных коэффициентов в уравнении реакции образования соли **A**.

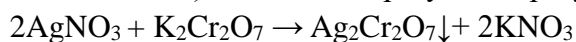
**Ответ:** 6. (3 балла)

3) Проведение какой(их) из реакции в геле также может привести к образованию колец Лизеганга?

- 1)  $HCl + NaOH$
- 2)  $MgSO_4 + KOH$
- 3)  $CaCl_2 + Na_3PO_4$
- 4)  $Na_2CO_3 + HCl$

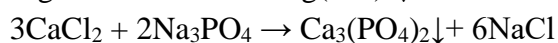
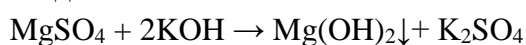
**Ответ:** 23. *Правильный ответ 4 балла, ответ только пункт 2 или 3 – 2 балла, другие ответы – 0 баллов.*

**Решение.** 1-2) Осадок **A** образуется в результате следующей реакции обмена:



Сумма коэффициентов в уравнении:  $2 + 1 + 1 + 2 = 6$

3) К образованию колец Лизеганга могут привести реакции, в результате которых образуется осадок:



**№ 2-2.** В 1896 году был проведен интересный эксперимент, получивший название «кольца Лизеганга». В центр слоя желатина, содержащего дихромат калия ( $K_2Cr_2O_7$ ), поместили большую каплю водного раствора нитрата серебра ( $AgNO_3$ ). В результате образовывался осадок **A** красно-бурого цвета в виде концентрических колец. Одно из объяснений природы колец является следующим: ионы серебра постепенно проникали (диффундировали) в желатин, образуя зоны с пересыщенным раствором соли **A**, в результате чего в этих зонах выпадал осадок. Подобные узоры часто встречаются в геологии.



1) Запишите формулу соли **A** (например, так  $Na_2CO_3$ ).

**Ответ:**  $Ag_2Cr_2O_7$ . (3 балла)

2) Определите сумму *всех* минимальных целочисленных коэффициентов в уравнении реакции образования соли **A**.

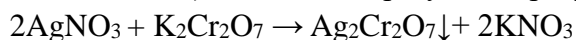
**Ответ:** 6. (3 балла)

3) Проведение какой(их) из реакции в геле также может привести к образованию колец Лизеганга?

- 1)  $NH_4Cl + KOH$
- 2)  $H_2 + Cl_2$
- 3)  $AgNO_3 + HCl$
- 4)  $KI + Pb(NO_3)_2$

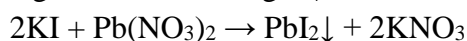
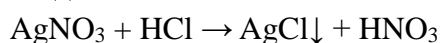
**Ответ:** 34. *Правильный ответ 4 балла, ответ только пункт 3 или 4 – 2 балла, другие ответы – 0 баллов.*

**Решение.** 1-2) Осадок **A** образуется в результате следующей реакции обмена:



Сумма коэффициентов в уравнении:  $2 + 1 + 1 + 2 = 6$

3) К образованию колец Лизеганга могут привести реакции, в результате которых образуется осадок:



**№ 2-3.** В 1896 году было открыто явление под названием «кольца Лизеганга». Для получения «колец Лизеганга» необходимо в пробирку с желатином, содержащим хлорид магния ( $MgCl_2$ ), прилить раствор аммиака ( $NH_3 \cdot H_2O$ ). В результате образуется осадок А белого цвета в виде концентрических колец. Одно из объяснений природы колец является следующим: ионы  $OH^-$  постепенно проникают (диффундируют) в желатин, образуя зоны с пересыщенным раствором вещества А, в результате чего в этих зонах выпадал осадок. Подобные узоры часто встречаются в геологии.



1) Запишите формулу вещества А (например, так  $Na_2CO_3$ ).

**Ответ:**  $Mg(OH)_2$ . (3 балла)

2) Определите сумму всех минимальных целочисленных коэффициентов в уравнении реакции образования вещества А.

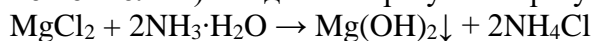
**Ответ:** 6 или 8. (3 балла)

3) Проведение какой(их) из реакции в геле также может привести к образованию колец Лизеганга?

- 1)  $K_2Cr_2O_7 + AgNO_3$
- 2)  $HNO_3 + NH_3 \cdot H_2O$
- 3)  $Mg(OH)_2 + HCl$
- 4)  $KI + Pb(NO_3)_2$

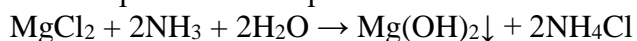
**Ответ:** 14. *Правильный ответ 4 балла, ответ только пункт 1 или 4 – 2 балла, другие ответы – 0 баллов.*

**Решение.** 1-2) Осадок А образуется в результате следующей реакции обмена:



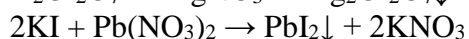
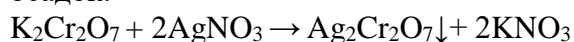
Сумма коэффициентов в уравнении  $1 + 2 + 1 + 2 = 6$

Также правильным вариантом ответа является:



Сумма коэффициентов в уравнении  $1 + 2 + 2 + 1 + 2 = 8$

3) К образованию колец Лизеганга могут привести реакции, в результате которых образуется осадок:



**№ 2-4.** В 1896 году было открыто явление под названием «кольца Лизеганга». Для получения «колец Лизеганга» необходимо в пробирку с желатином, содержащим хлорид магния ( $MgCl_2$ ), прилить раствор аммиака ( $NH_3 \cdot H_2O$ ). В результате образуется осадок А белого цвета в виде концентрических колец. Одно из объяснений природы колец является следующим: ионы  $OH^-$  постепенно проникают (диффундируют) в желатин, образуя зоны с пересыщенным раствором вещества А, в результате чего в этих зонах выпадал осадок. Подобные узоры часто встречаются в геологии.



1) Запишите формулу вещества А (например, так  $Na_2CO_3$ ).

**Ответ:**  $Mg(OH)_2$ . (3 балла)

2) Определите сумму всех минимальных целочисленных коэффициентов в уравнении реакции образования вещества А.

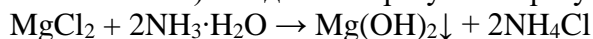
**Ответ:** 6 или 8. (3 балла)

3) Проведение какой(их) из реакции в геле также может привести к образованию колец Лизеганга?

- 1)  $CaCl_2 + Na_3PO_4$
- 2)  $K_2Cr_2O_7 + AgNO_3$
- 3)  $K_2S + HCl$
- 4)  $H_2SO_4 + NH_3 \cdot H_2O$

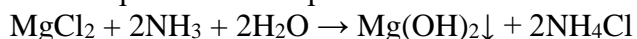
**Ответ:** 12. Правильный ответ 4 балла, ответ только пункт 1 или 2 – 2 балла, другие ответы – 0 баллов.

**Решение.** 1-2) Осадок А образуется в результате следующей реакции обмена:



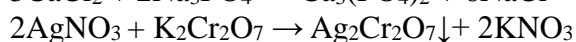
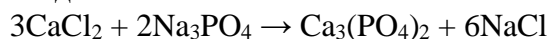
Сумма коэффициентов в уравнении  $1 + 2 + 1 + 2 = 6$

Также правильным вариантом ответа является:



Сумма коэффициентов в уравнении  $1 + 2 + 2 + 1 + 2 = 8$

3) К образованию колец Лизеганга могут привести реакции, в результате которых образуется осадок:



**№ 3-1.** Из предложенного перечня выберите верные суждения о молоке.

- 1) Молоко является чистым веществом
- 2) Молоко является однородной смесью
- 3) Молоко является неоднородной смесью

**Ответ: 3.** (4 балла)

Выберите, с использованием какого прибора можно доказать, является ли молоко чистым веществом, однородной или неоднородной смесью?

1)



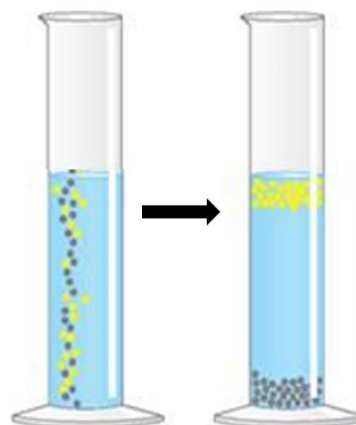
2)



3)

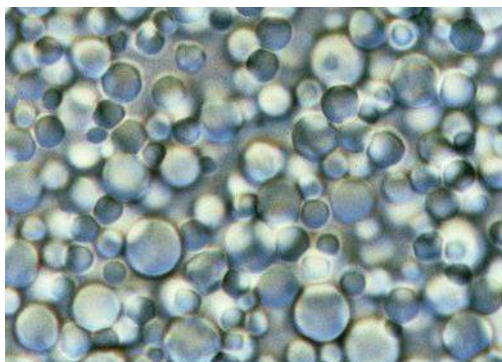


4)



**Ответ: 1.** (6 баллов)

**Решение.** Молоко – неоднородная смесь воды, жиров, белков, углеводов и минеральных веществ. Обнаружить неоднородность смеси можно с использованием микроскопа:



№ 3-2. Из предложенного перечня выберите верные суждения о воске.

- 1) Воск является чистым веществом
- 2) Воск является простым веществом
- 3) Воск является однородной смесью

Ответ: 3. (4 балла)

Выберите, с использованием каких приборов можно доказать, является ли воск чистым веществом, однородной смесью или простым веществом?

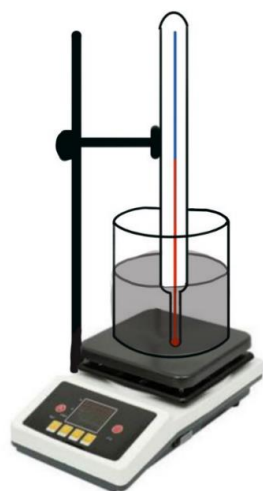
1) Фильтрация



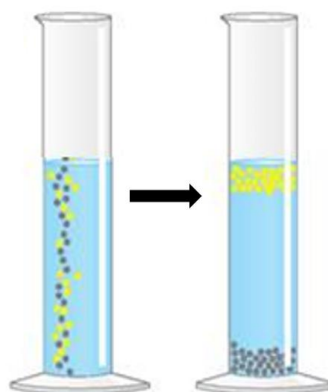
2) Экстракция



3) Определение температуры плавления



4) Отстаивание



Ответ: 3. (6 баллов)

**Решение.** Воск – однородная смесь органических веществ. Обнаружить, что воск является смесью веществ можно определяя температуру плавления. Чистые вещества плавятся при определенной температуре, а для смеси характерен диапазон температур плавления.

№ 3-3. Из предложенного перечня выберите верные суждения о яблочном соке.

- 1) Яблочный сок является чистым веществом
- 2) Яблочный сок является однородной смесью
- 3) Яблочный сок является простым веществом

Ответ: 2. (4 балла)

Выберите, с использованием каких приборов можно доказать, является ли яблочный сок чистым веществом, однородной смесью или простым веществом?

1)



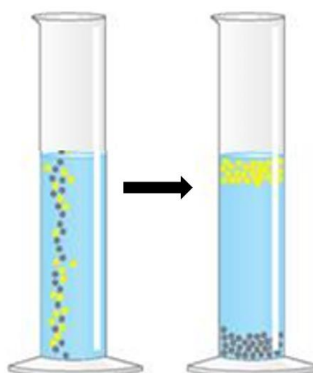
2)



3)



4)



Ответ: 3. (6 баллов)

**Решение.** Яблочный сок – однородная смесь воды, минеральных и органических веществ. Обнаружить, что сок является смесью веществ можно с использованием чаши для выпаривания. При нагревании сока вода испарится, минеральные и некоторые органические вещества останутся в чаше.



№ 3-4. Из предложенного перечня выберите верные суждения о граните.

- 1) Гранит является чистым веществом
- 2) Гранит является однородной смесью
- 3) Гранит является неоднородной смесью

Ответ: 3. (4 балла)

Выберите, с использованием каких приборов можно доказать, является ли гранит чистым веществом, однородной или неоднородной смесью?

1)



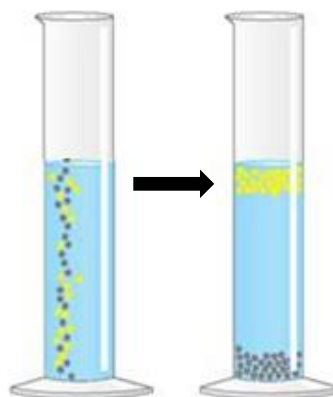
2)



3)



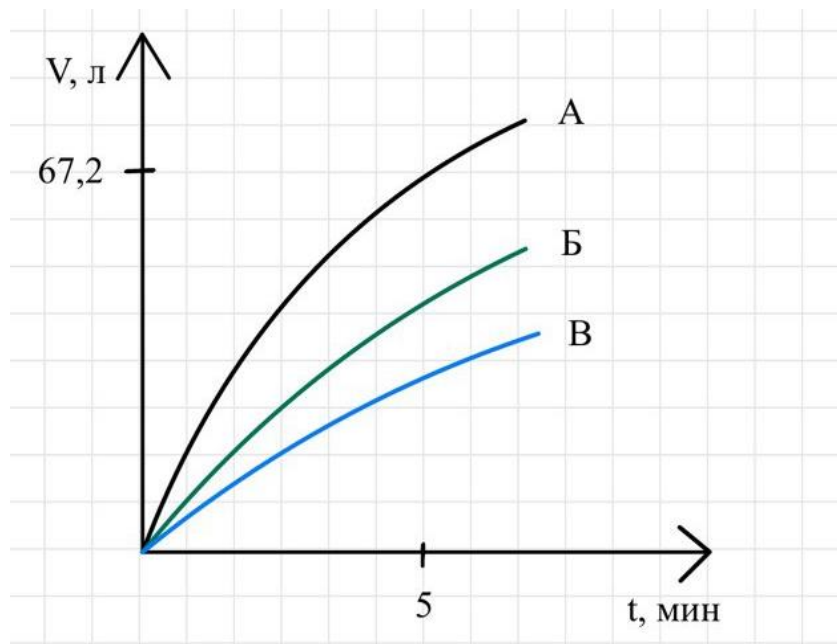
4)



Ответ: 1. (6 баллов)

**Решение.** Гранит – неоднородная смесь неорганических соединений. Обнаружить частицы различного цвета в составе гранита можно визуально.

№ 4-1. К порциям металлов IIА группы добавили 1 М раствор HCl. В результате реакции выделился газ. График зависимости выделившегося объема газа (при н. у.) от времени приведен на рисунке. Количества вещества металлов А-В равны.



1) Исходя из данных опыта, определите, какой металл обладает наибольшей реакционной способностью.

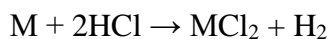
**Ответ:** А. (3 балла)

2) Укажите символ химического элемента, соответствующего металлу А, если к 5 минуте прореагировало 120 г металла?

**Ответ:** Са. (7 баллов)

**Решение.** Скорость выделения газа прямо пропорциональна активности металла. На 5 минуте эксперимента наибольшее количество газа выделилось в случае металла А, значит он обладает наибольшей реакционной способностью.

Запишем уравнение реакции взаимодействия металла IIА группы (М) с кислотой в общем виде:

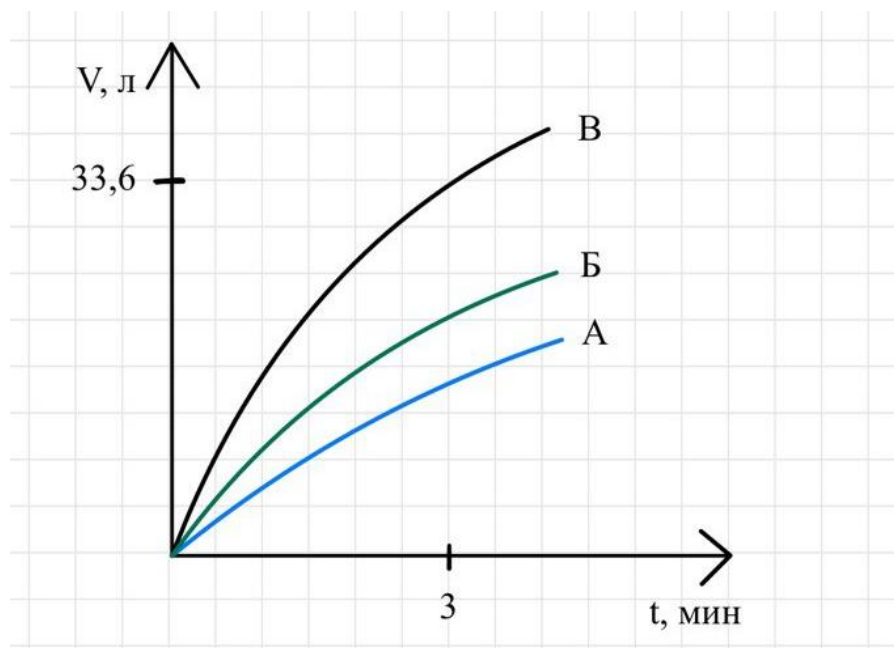


Исходя из уравнения реакции  $n(M) = n(A) = n(H_2)$ .

$$n(H_2) = V(H_2)/V_m = 67,2/22,4 = 3 \text{ моль}$$

$$M(A) = m(A)/n(A) = 120/3 = 40 \text{ г/моль, что соответствует кальцию.}$$

№ 4-2. К порциям металлов IIА группы добавили 0,75 М раствор HCl. В результате реакции выделился газ. График зависимости выделившегося объема газа (при н. у.) от времени приведен на рисунке. Количества вещества металлов А-В равны.



1) Исходя из данных опыта, определите, какой металл обладает наибольшей реакционной способностью.

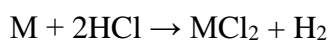
**Ответ: В.** (3 балла)

2) Укажите символ химического элемента, соответствующего металлу В, если к 3 минуте прореагировало 205,5 г металла?

**Ответ: Ва.** (7 баллов)

**Решение.** Скорость выделения газа прямо пропорциональна активности металла. На 3 минуте эксперимента наибольшее количество газа выделилось в случае металла В, значит он обладает наибольшей реакционной способностью.

Запишем уравнение реакции взаимодействия металла IIА группы (М) с кислотой в общем виде:

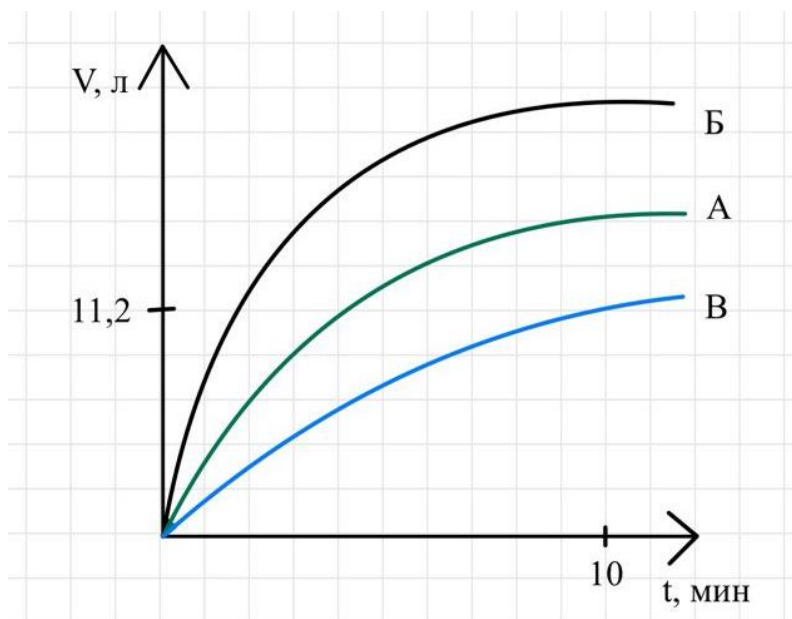


Исходя из уравнения реакции  $n(M) = n(B) = n(H_2)$ .

$$n(H_2) = V(H_2)/V_m = 33,6/22,4 = 1,5 \text{ моль}$$

$$M(B) = m(B)/n(B) = 205,5/1,5 = 137 \text{ г/моль, что соответствует барию.}$$

№ 4-3. К порциям металлов IIА группы добавили 0,1 М раствор HCl. В результате реакции выделился газ. График зависимости выделившегося объема газа (при н. у.) от времени приведен на рисунке. Количества вещества металлов А-В равны.



1) Исходя из данных опыта, определите, какой металл обладает наибольшей реакционной способностью.

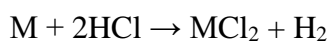
**Ответ: Б.** (3 балла)

2) Укажите символ химического элемента, соответствующего металлу В, если к 10 минуте прореагировало 12 г металла?

**Ответ: Mg.** (7 баллов)

**Решение.** Скорость выделения газа прямо пропорциональна активности металла. На 10 минуте эксперимента наибольшее количество газа выделилось в случае металла Б, значит он обладает наибольшей реакционной способностью.

Запишем уравнение реакции взаимодействия металла IIА группы (М) с кислотой в общем виде:

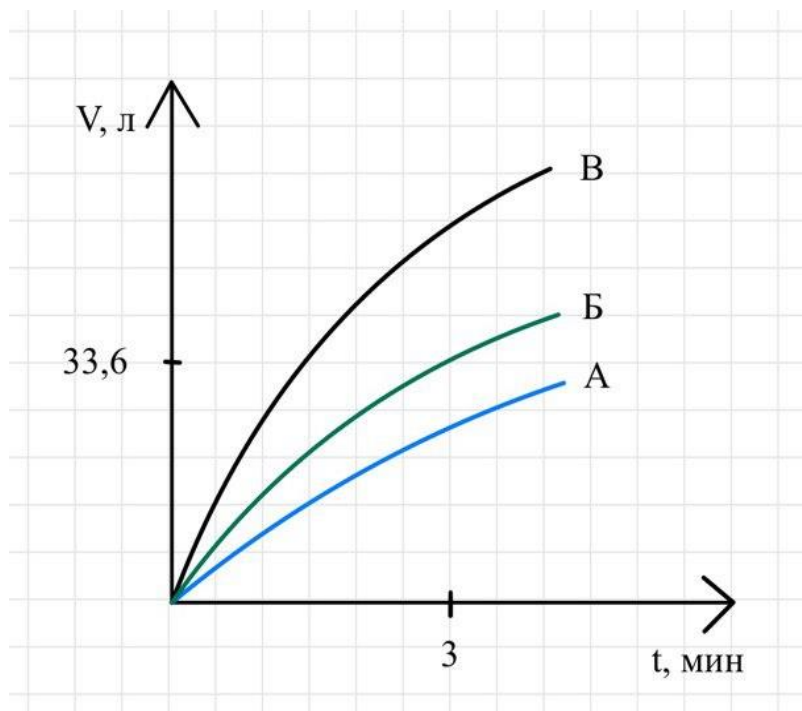


Исходя из уравнения реакции  $n(M) = n(B) = n(H_2)$ .

$$n(H_2) = V(H_2)/V_m = 11,2/22,4 = 0,5 \text{ моль}$$

$$M(B) = m(B)/n(B) = 12/0,5 = 24 \text{ г/моль, что соответствует магнию.}$$

№ 4-4. К порциям металлов IIА группы добавили 0,5 М раствор HCl. В результате реакции выделился газ. График зависимости выделившегося объема газа (при н. у.) от времени приведен на рисунке. Количества вещества металлов А-В равны.



1) Исходя из данных опыта, определите, какой металл обладает наибольшей реакционной способностью.

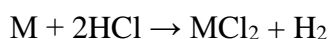
**Ответ: В.** (3 балла)

2) Укажите символ химического элемента, соответствующего металлу Б, если к 3 минуте прореагировало 132 г металла?

**Ответ: Sr.** (7 баллов)

**Решение.** Скорость выделения газа прямо пропорциональна активности металла. На 3 минуте эксперимента наибольшее количество газа выделилось в случае металла В, значит он обладает наибольшей реакционной способностью.

Запишем уравнение реакции взаимодействия металла IIА группы (М) с кислотой в общем виде:



Исходя из уравнения реакции  $n(M) = n(B) = n(H_2)$ .

$$n(H_2) = V(H_2)/V_m = 33,6/22,4 = 1,5 \text{ моль}$$

$$M(B) = m(B)/n(B) = 132/1,5 = 88 \text{ г/моль, что соответствует стронцию.}$$

**№ 5-1.** При изготовлении теннисных мячей используется реакция, сопровождающаяся изменением степени окисления одного и того же химического элемента. Для того, чтобы надуть теннисный мяч, в заготовки в виде полусфер, заранее смазанных клеем, кладут таблетку, состоящую из двух солей: **А** и **Б** в стехиометрических количествах. В результате нагревания выделяется газ, который создает в мяче повышенное давление. Массовая доля азота в веществе **А** составляет 26,17 %, в веществе **Б** – 20,29%.

1) Укажите формулу соединения **А**.

**Ответ:**  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (2 балла)

2) Рассчитайте, какую массу смеси веществ **А** и **Б** необходимо использовать, чтобы обеспечить давление 912 мм. рт. ст. в теннисном мяче. Примите, что для обеспечения давления 101325 Па, количество молекул газа в теннисном мяче должно быть  $3,9 \cdot 10^{21}$ . Ответ выразите в мг, округлите до целых.

**Ответ:** от 937 до 967. (8 баллов)

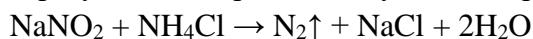
**Решение.** Исходя из условия, что **А** и **Б** – азотсодержащие соли, предположим, что в соли **А** 1 атом азота:

$M(\text{А}) = 14/0,2617 = 53,5$  г/моль, что соответствует  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Предположим, что в соли **Б** 1 атом азота:

$M(\text{Б}) = 14/0,2029 = 69$  г/моль, что соответствует  $\text{NaNO}_2$ .

В результате нагревания двух солей протекает реакция с выделением газа:



Найдем количество молекул газа  $x$ , необходимых для обеспечения давления 912 мм. рт. ст. = 121590 Па исходя из пропорции:

$$x = 121590 \cdot 3,9 \cdot 10^{21} / 101325 = 4,68 \cdot 10^{21} \text{ молекул}$$

$$n(\text{N}_2) = N(\text{N}_2)/N_A = 4,68 \cdot 10^{21} / 6,02 \cdot 10^{23} = 7,77 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Исходя из уравнения реакции  $n(\text{NaNO}_2) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{N}_2)$ .

$$m(\text{смеси А+Б}) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{А}) + n(\text{N}_2) \cdot M(\text{Б}) = 7,77 \cdot 10^{-3} \cdot 53,5 + 7,77 \cdot 10^{-3} \cdot 69 = 952 \text{ мг}$$

**Альтернативное решение:**

Исходя из условия, что **А** и **Б** – азотсодержащие соли, предположим, что в соли **А** 1 атом азота:

$M(\text{А}) = 14/0,2617 = 53,5$  г/моль, что соответствует  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Предположим, что в соли **Б** 1 атом азота:

$M(\text{Б}) = 14/0,2029 = 69$  г/моль, что соответствует  $\text{LiNO}_3$ .

В результате нагревания двух солей протекает реакция с выделением газа:



Найдем количество молекул газа  $x$ , необходимых для обеспечения давления 912 мм. рт. ст. = 121590 Па исходя из пропорции:

$$x = 121590 \cdot 3,9 \cdot 10^{21} / 101325 = 4,68 \cdot 10^{21} \text{ молекул}$$

$$n(\text{N}_2\text{O}) = N(\text{N}_2\text{O})/N_A = 4,68 \cdot 10^{21} / 6,02 \cdot 10^{23} = 7,77 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Исходя из уравнения реакции  $n(\text{LiNO}_3) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{N}_2\text{O})$ .

$$m(\text{смеси А+Б}) = n(\text{N}_2\text{O}) \cdot M(\text{А}) + n(\text{N}_2\text{O}) \cdot M(\text{Б}) = 7,77 \cdot 10^{-3} \cdot 53,5 + 7,77 \cdot 10^{-3} \cdot 69 = 952 \text{ мг}$$

**№ 5-2.** При изготовлении теннисных мячей используется реакция, сопровождающаяся изменением степени окисления одного и того же химического элемента. Для того, чтобы надуть теннисный мяч, в заготовки в виде полусфер, заранее смазанных клеем, кладут таблетку, состоящую из двух солей: **А** и **Б** в стехиометрических количествах. В результате нагревания выделяется газ, который создает в мяче повышенное давление. Массовая доля азота в веществе **А** составляет 26,17 %, в веществе **Б** – 20,29%.

1) Укажите формулу соединения **А**.

**Ответ:**  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (2 балла)

2) Рассчитайте, какую массу смеси веществ **А** и **Б** необходимо использовать, чтобы обеспечить давление 820 мм. рт. ст. в теннисном мяче. Примите, что для обеспечения давления 101325 Па, количество молекул газа в теннисном мяче должно быть  $3,9 \cdot 10^{21}$ . Ответ выразите в мг, округлите до целых.

**Ответ:** от 845 до 875. (8 баллов)

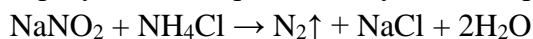
**Решение.** Исходя из условия, что **А** и **Б** – азотсодержащие соли, предположим, что в соли **А** 1 атом азота:

$M(\text{А}) = 14/0,2617 = 53,5$  г/моль, что соответствует  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Предположим, что в соли **Б** 1 атом азота:

$M(\text{Б}) = 14/0,2029 = 69$  г/моль, что соответствует  $\text{NaNO}_2$ .

В результате нагревания двух солей протекает реакция с выделением газа:



Найдем количество молекул газа  $x$ , необходимых для обеспечения давления 820 мм. рт. ст. = 109324 Па исходя из пропорции:

$$x = 109324 \cdot 3,9 \cdot 10^{21} / 101325 = 4,21 \cdot 10^{21} \text{ молекул}$$

$$n(\text{N}_2) = N(\text{N}_2)/N_{\text{А}} = 4,21 \cdot 10^{21} / 6,02 \cdot 10^{23} = 6,99 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Исходя из уравнения реакции  $n(\text{NaNO}_2) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{N}_2)$ .

$$m(\text{смеси А+Б}) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{А}) + n(\text{N}_2) \cdot M(\text{Б}) = 6,99 \cdot 10^{-3} \cdot 53,5 + 6,99 \cdot 10^{-3} \cdot 69 = 856 \text{ мг}$$

**Альтернативное решение:**

Исходя из условия, что **А** и **Б** – азотсодержащие соли, предположим, что в соли **А** 1 атом азота:

$M(\text{А}) = 14/0,2617 = 53,5$  г/моль, что соответствует  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Предположим, что в соли **Б** 1 атом азота:

$M(\text{Б}) = 14/0,2029 = 69$  г/моль, что соответствует  $\text{LiNO}_3$ .

В результате нагревания двух солей протекает реакция с выделением газа:



Найдем количество молекул газа  $x$ , необходимых для обеспечения давления 820 мм. рт. ст. = 109324 Па исходя из пропорции:

$$x = 109324 \cdot 3,9 \cdot 10^{21} / 101325 = 4,21 \cdot 10^{21} \text{ молекул}$$

$$n(\text{N}_2\text{O}) = N(\text{N}_2\text{O})/N_{\text{А}} = 4,21 \cdot 10^{21} / 6,02 \cdot 10^{23} = 6,99 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Исходя из уравнения реакции  $n(\text{LiNO}_3) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{N}_2\text{O})$ .

$$m(\text{смеси А+Б}) = n(\text{N}_2\text{O}) \cdot M(\text{А}) + n(\text{N}_2\text{O}) \cdot M(\text{Б}) = 6,99 \cdot 10^{-3} \cdot 53,5 + 6,99 \cdot 10^{-3} \cdot 69 = 856 \text{ мг}$$

**№ 5-3.** При изготовлении теннисных мячей используется реакция, сопровождающаяся изменением степени окисления одного и того же химического элемента. Для того, чтобы надуть теннисный мяч, в заготовки в виде полусфер, заранее смазанных клеем, кладут таблетку, состоящую из двух солей: **А** и **Б** в стехиометрических количествах. В результате нагревания выделяется газ, который создает в мяче повышенное давление. Массовая доля азота в веществе **А** составляет 26,17 %, в веществе **Б** – 20,29%.

1) Укажите формулу соединения **Б**.

**Ответ:**  $\text{NaNO}_2$  (2 балла)

2) Рассчитайте, какую массу смеси веществ **А** и **Б** необходимо использовать, чтобы обеспечить давление 915 мм. рт. ст. в теннисном мяче. Примите, что для обеспечения давления 101325 Па, количество молекул газа в теннисном мяче должно быть  $3,7 \cdot 10^{21}$ . Ответ выразите в мг, округлите до целых.

**Ответ:** от 891 до 921. (8 баллов)

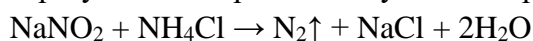
**Решение.** Исходя из условия, что **А** и **Б** – азотсодержащие соли, предположим, что в соли **А** 1 атом азота:

$M(\text{А}) = 14/0,2617 = 53,5$  г/моль, что соответствует  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Предположим, что в соли **Б** 1 атом азота:

$M(\text{Б}) = 14/0,2029 = 69$  г/моль, что соответствует  $\text{NaNO}_2$ .

В результате нагревания двух солей протекает реакция с выделением газа:



Найдем количество молекул газа  $x$ , необходимых для обеспечения давления 915 мм. рт. ст. = 121990 Па по пропорции:

$$x = 121990 \cdot 3,7 \cdot 10^{21} / 101325 = 4,45 \cdot 10^{21} \text{ молекул}$$

$$n(\text{N}_2) = N(\text{N}_2) / N_{\text{А}} = 4,45 \cdot 10^{21} / 6,02 \cdot 10^{23} = 7,39 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Исходя из уравнения реакции  $n(\text{NaNO}_2) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{N}_2)$ .

$$m(\text{смеси А+Б}) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{А}) + n(\text{N}_2) \cdot M(\text{Б}) = 7,39 \cdot 10^{-3} \cdot 53,5 + 7,39 \cdot 10^{-3} \cdot 69 = 906 \text{ мг}$$

**Альтернативное решение:**

Исходя из условия, что **А** и **Б** – азотсодержащие соли, предположим, что в соли **А** 1 атом азота:

$M(\text{А}) = 14/0,2617 = 53,5$  г/моль, что соответствует  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Предположим, что в соли **Б** 1 атом азота:

$M(\text{Б}) = 14/0,2029 = 69$  г/моль, что соответствует  $\text{LiNO}_3$ .

В результате нагревания двух солей протекает реакция с выделением газа:



Найдем количество молекул газа  $x$ , необходимых для обеспечения давления 915 мм. рт. ст. = 121990 Па по пропорции:

$$x = 121990 \cdot 3,7 \cdot 10^{21} / 101325 = 4,45 \cdot 10^{21} \text{ молекул}$$

$$n(\text{N}_2\text{O}) = N(\text{N}_2\text{O}) / N_{\text{А}} = 4,45 \cdot 10^{21} / 6,02 \cdot 10^{23} = 7,39 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Исходя из уравнения реакции  $n(\text{LiNO}_3) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{N}_2\text{O})$ .

$$m(\text{смеси А+Б}) = n(\text{N}_2\text{O}) \cdot M(\text{А}) + n(\text{N}_2\text{O}) \cdot M(\text{Б}) = 7,39 \cdot 10^{-3} \cdot 53,5 + 7,39 \cdot 10^{-3} \cdot 69 = 906 \text{ мг}$$



**№ 5-4.** При изготовлении теннисных мячей используется реакция, сопровождающаяся изменением степени окисления одного и того же химического элемента. Для того, чтобы надуть теннисный мяч, в заготовки в виде полусфер, заранее смазанных клеем, кладут таблетку, состоящую из двух солей: **А** и **Б** в стехиометрических количествах. В результате нагревания выделяется газ, который создает в мяче повышенное давление. Массовая доля азота в веществе **А** составляет 26,17 %, в веществе **Б** – 20,29%.

1) Укажите формулу соединения **Б**.

**Ответ:**  $\text{NaNO}_2$  (2 балла)

2) Рассчитайте, какую массу смеси веществ **А** и **Б** необходимо использовать, чтобы обеспечить давление 800 мм. рт. ст. в теннисном мяче. Примите, что для обеспечения давления 101325 Па, количество молекул газа в теннисном мяче должно быть  $3,7 \cdot 10^{21}$ . Ответ выразите в мг, округлите до целых.

**Ответ:** от 777 до 807. (8 баллов)

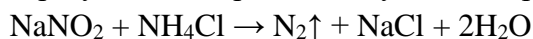
**Решение.** Исходя из условия, что **А** и **Б** – азотсодержащие соли, предположим, что в соли **А** 1 атом азота:

$M(\text{А}) = 14/0,2617 = 53,5$  г/моль, что соответствует  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Предположим, что в соли **Б** 1 атом азота:

$M(\text{Б}) = 14/0,2029 = 69$  г/моль, что соответствует  $\text{NaNO}_2$ .

В результате нагревания двух солей протекает реакция с выделением газа:



Найдем количество молекул газа  $x$ , необходимых для обеспечения давления 800 мм. рт. ст. = 106658 Па по пропорции:

$$x = 106658 \cdot 3,7 \cdot 10^{21} / 101325 = 3,89 \cdot 10^{21} \text{ молекул}$$

$$n(\text{N}_2) = N(\text{N}_2)/N_A = 3,89 \cdot 10^{21} / 6,02 \cdot 10^{23} = 6,47 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Исходя из уравнения реакции  $n(\text{NaNO}_2) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{N}_2)$ .

$$m(\text{смеси А+Б}) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{А}) + n(\text{N}_2) \cdot M(\text{Б}) = 6,47 \cdot 10^{-3} \cdot 53,5 + 6,47 \cdot 10^{-3} \cdot 69 = 792 \text{ мг}$$

**Альтернативное решение:**

Исходя из условия, что **А** и **Б** – азотсодержащие соли, предположим, что в соли **А** 1 атом азота:

$M(\text{А}) = 14/0,2617 = 53,5$  г/моль, что соответствует  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Предположим, что в соли **Б** 1 атом азота:

$M(\text{Б}) = 14/0,2029 = 69$  г/моль, что соответствует  $\text{LiNO}_3$ .

В результате нагревания двух солей протекает реакция с выделением газа:



Найдем количество молекул газа  $x$ , необходимых для обеспечения давления 800 мм. рт. ст. = 106658 Па по пропорции:

$$x = 106658 \cdot 3,7 \cdot 10^{21} / 101325 = 3,89 \cdot 10^{21} \text{ молекул}$$

$$n(\text{N}_2\text{O}) = N(\text{N}_2\text{O})/N_A = 3,89 \cdot 10^{21} / 6,02 \cdot 10^{23} = 6,47 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Исходя из уравнения реакции  $n(\text{LiNO}_3) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{N}_2\text{O})$ .

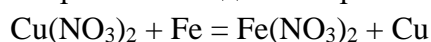
$$m(\text{смеси А+Б}) = n(\text{N}_2\text{O}) \cdot M(\text{А}) + n(\text{N}_2\text{O}) \cdot M(\text{Б}) = 6,47 \cdot 10^{-3} \cdot 53,5 + 6,47 \cdot 10^{-3} \cdot 69 = 792 \text{ мг}$$

**№ 6-1.** Смесь нитратов железа (II) и меди (II) массой 14,1 г растворили в воде, после чего погрузили в полученный раствор железную деталь. Рассчитайте массовую долю нитрата железа в исходной смеси, если известно, что после завершения реакции деталь стала весить на 0,45 г больше. Молярные массы элементов считать целыми числами. Ответ выразите в процентах, округлив до целого числа.



Ответ: 25% (10 баллов)

**Решение.** При погружении в раствор железной детали происходит реакция:



Образовавшаяся медь осаждается на железной детали. Найдём, сколько моль железа вступило в реакцию:  $0,45 \text{ г} / (64 \text{ г/моль} - 56 \text{ г/моль}) = 0,05625 \text{ моль}$ . Тогда количество вещества вступившего в реакцию нитрата меди такое же, его масса –  $0,05625 \text{ моль} \cdot 188 \text{ г/моль} = 10,575 \text{ г}$ .

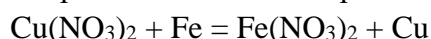
Найдём массовую долю нитрата железа:  $1 - 10,575 \text{ г} / 14,1 \text{ г} = 0,25$  или 25%.

**№ 6-2.** Смесь нитратов железа (II) и меди (II) массой 9,4 г растворили в воде, после чего погрузили в полученный раствор железную деталь. Рассчитайте массовую долю нитрата железа в исходной смеси, если известно, что после завершения реакции деталь стала весить на 0,16 г больше. Молярные массы элементов считать целыми числами. Ответ выразите в процентах, округлив до целого числа.



Ответ: 60% (10 баллов)

**Решение.** При погружении в раствор железной детали происходит реакция:



Образовавшаяся медь осаждается на железной детали. Найдём, сколько моль железа вступило в реакцию:  $0,16 \text{ г} / (64 \text{ г/моль} - 56 \text{ г/моль}) = 0,02 \text{ моль}$ . Тогда количество вещества вступившего в реакцию нитрата меди такое же, его масса –  $0,02 \text{ моль} \cdot 188 \text{ г/моль} = 3,76 \text{ г}$ .

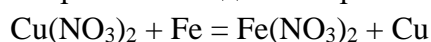
Найдём массовую долю нитрата железа:  $1 - 3,76 \text{ г} / 9,4 \text{ г} = 0,6$  или 60%.

**№ 6-3.** Смесь нитратов железа (II) и меди (II) массой 32,9 г растворили в воде, после чего погрузили в полученный раствор железную деталь. Рассчитайте массовую долю нитрата железа в исходной смеси, если известно, что после завершения реакции деталь стала весить на 0,35 г больше. Молярные массы элементов считать целыми числами. Ответ выразите в процентах, округлив до целого числа.



**Ответ:** 75% (10 баллов)

**Решение.** При погружении в раствор железной детали происходит реакция:



Образовавшаяся медь осаждается на железной детали. Найдём, сколько моль железа вступило в реакцию:  $0,35 \text{ г} / (64 \text{ г/моль} - 56 \text{ г/моль}) = 0,04375 \text{ моль}$ .

Тогда количество вещества вступившего в реакцию нитрата меди такое же, его масса –  $0,04375 \text{ моль} \cdot 188 \text{ г/моль} = 8,225 \text{ г}$ .

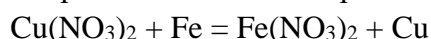
Найдём массовую долю нитрата железа:  $1 - 8,225 \text{ г} / 32,9 \text{ г} = 0,75$  или 75%.

**№ 6-4.** Смесь нитратов железа (II) и меди (II) массой 28,2 г растворили в воде, после чего погрузили в полученный раствор железную деталь. Рассчитайте массовую долю нитрата железа в исходной смеси порошков, если известно, что после завершения реакции деталь стала весить на 0,72 г больше. Молярные массы элементов считать целыми числами. Ответ выразите в процентах, округлив до целого числа.



**Ответ:** 40% (10 баллов)

**Решение.** При погружении в раствор железной детали происходит реакция:



Образовавшаяся медь осаждается на железной детали. Найдём, сколько моль железа вступило в реакцию:  $0,72 \text{ г} / (64 \text{ г/моль} - 56 \text{ г/моль}) = 0,09 \text{ моль}$ . Тогда количество вещества вступившего в реакцию нитрата меди такое же,

его масса –  $0,09 \text{ моль} \cdot 188 \text{ г/моль} = 16,92 \text{ г}$ .

Найдём массовую долю нитрата железа:  $1 - 16,92 \text{ г} / 28,2 \text{ г} = 0,4$  или 40%.

**№ 7-1.** Известно, что некоторый газ имеет молярную массу 28 г/моль и может взаимодействовать с кислородом в электрическом разряде при высокой температуре с образованием ядовитых для человека продуктов реакции. О каком газе может идти речь?

- 1) Угарный газ
- 2) Углекислый газ
- 3) Неон
- 4) Азот

**Ответ: 4.** (10 баллов)

**Решение.** Азот имеет молярную массу  $14 + 14 = 28$  г/моль, при высоких температурах он взаимодействует с кислородом с образованием оксида азота NO, который далее может окислиться до NO<sub>2</sub>. Оба оксида ядовиты.

**№ 7-2.** Известно, что некоторый газ имеет молярную массу 28 г/моль и может взаимодействовать с кислородом с образованием единственного практически нетоксичного продукта реакции. О каком газе может идти речь?

- 1) Угарный газ
- 2) Углекислый газ
- 3) Неон
- 4) Азот

**Ответ: 1.** (10 баллов)

**Решение.** Угарный газ имеет молярную массу  $12 + 16 = 28$  г/моль, он взаимодействует с кислородом по реакции  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ . Углекислый газ является единственным продуктом данной реакции.

**№ 7-3.** Известно, что некоторый газ имеет молярную массу 44 г/моль и не может поглощаться растворами щелочей. О каком газе может идти речь?

- 1) Сернистый газ
- 2) Веселящий газ
- 3) Азот
- 4) Углекислый газ

**Ответ: 2.** (10 баллов)

**Решение.** Углекислый и веселящий газы имеют молярную массу 44 г/моль, однако CO<sub>2</sub> взаимодействует с растворами щелочей согласно уравнениям реакций  $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$  и  $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

**№ 7-4.** Известно, что некоторый газ имеет молярную массу 44 г/моль и может поглощаться растворами щелочей. О каком газе может идти речь?

- 1) Сернистый газ
- 2) Веселящий газ
- 3) Азот
- 4) Углекислый газ

**Ответ: 4.** (10 баллов)

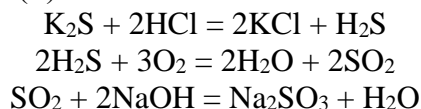
**Решение.** Углекислый газ имеет молярную массу  $12 + 16 \cdot 2 = 44$  г/моль, он взаимодействует с растворами щелочей согласно уравнениям реакций  $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$  и  $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

**№ 8-1.** Раствор соли А смешали с соляной кислотой, в результате чего выделился газ Б. Этот газ способен взаимодействовать с кислородом, образуя газ В, при пропускании которого через раствор NaOH образуется вещество Г. Установите соответствие между зашифрованными веществами и их химическими формулами, к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. В ответе приведите последовательность цифр без пробелов и знаков препинания (например, 1753).

- 1) Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
- 2) H<sub>2</sub>S
- 3) CO
- 4) CO<sub>2</sub>
- 5) K<sub>2</sub>S
- 6) NaHCO<sub>3</sub>
- 7) SO<sub>2</sub>
- 8) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- 9) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Ответ: 5271 (10 баллов)

**Решение.** Соляная кислота реагирует с сульфидом калия (А) с выделением сероводорода (Б). Он реагирует с кислородом, образуя оксид серы(IV) (В). Этот газ может поглощаться щелочью с образованием сульфита натрия (Г).

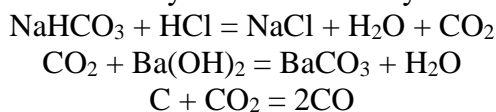


**№ 8-2.** Раствор соли А смешали с соляной кислотой, в результате чего выделился газ Б. При пропускании Б через раствор гидроксида бария образуется вещество В, а при восстановлении Б углём образуется ядовитое вещество Г. Установите соответствие между зашифрованными веществами и их химическими формулами, к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. В ответе приведите последовательность цифр без пробелов и знаков препинания (например, 1753).

- 1) BaSO<sub>4</sub>
- 2) CO
- 3) NaHCO<sub>3</sub>
- 4) SO<sub>2</sub>
- 5) Na<sub>2</sub>S
- 6) BaCO<sub>3</sub>
- 7) NH<sub>3</sub>
- 8) CO<sub>2</sub>
- 9) NH<sub>4</sub>Cl

Ответ: 3862 (10 баллов)

**Решение.** Гидрокарбонат натрия (А) взаимодействует с соляной кислотой с выделением углекислого газа (Б). При пропускании этого газа через раствор гидроксида бария образуется карбонат бария (В). При восстановлении углекислого газа углём образуется угарный газ (Г).

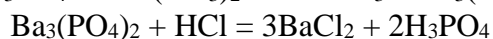
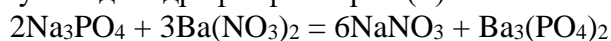


**№ 8-3.** Раствор соли А смешали с нитратом бария, в результате чего выпал осадок Б. При добавлении к нему соляной кислоты осадок растворился, образуя соль В и кислоту, которая также может растворить осадок Б, образуя вещество Г. Установите соответствие между зашифрованными веществами и их химическими формулами, к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. В ответе приведите последовательность цифр без пробелов и знаков препинания (например, 1753).

- 1) BaCl<sub>2</sub>
- 2) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- 3) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- 4) Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
- 5) BaSO<sub>4</sub>
- 6) Ba<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>
- 7) Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>
- 8) NaBr
- 9) BaBr<sub>2</sub>

**Ответ:** 4617 (10 баллов)

**Решение.** Фосфат натрия (А) смешали с нитратом бария, при этом образовался осадок – фосфат бария (Б). При взаимодействии с соляной кислотой этот осадок растворяется, образуя соль хлорид бария (В) и фосфорную кислоту. При взаимодействии фосфата бария и фосфорной кислоты образуется дигидрофосфат бария (Г).

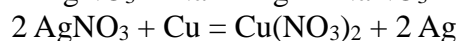
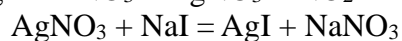


**№ 8-4.** Соль А получают растворением металла Б в азотной кислоте. При смешении растворов солей А и В выделяется желтый осадок Г. Известно также, что при погружении в раствор А медной пластины она белеет из-за выделения металла Б на её поверхности. Установите соответствие между зашифрованными веществами и их химическими формулами, к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. В ответе приведите последовательность цифр без пробелов и знаков препинания (например, 1753).

- 1) NaCl
- 2) Fe
- 3) AgNO<sub>3</sub>
- 4) FeCl<sub>3</sub>
- 5) AgI
- 6) Ag
- 7) Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>
- 8) NaI
- 9) AgCl

**Ответ:** 3685 (10 баллов)

**Решение.** Нитрат серебра (А) получают растворением серебра (Б) в концентрированной азотной кислоте. При реакции нитрата серебра и иодида натрия (В) образуется жёлтый осадок – иодид серебра (Г). Нитрат серебра способен восстанавливаться до серебра под действием металлической меди.



**№ 9-1.** Карбонат некоторого металла прокалили до полного разложения. В ходе реакции, протекающей без изменения степеней окисления элементов, выделился газ.

1) Определите массовую долю углерода в выделяющемся газе. Ответ выразите в процентах, округлив до целого числа.

Ответ: 27 (2 балла)

2) В результате прокаливания масса твёрдого остатка составила 61,7% от исходной массы. Определите неизвестный металл, в ответе укажите его порядковый номер в Периодической системе химических элементов.

Ответ: 25 (8 баллов)

**Решение.** Выделяющийся газ -  $\text{CO}_2$ , массовая доля углерода в нём –  $12 / 44 = 0,272$  (27,2%).

Запишем формулу карбоната как  $\text{M}_2(\text{CO}_3)_n$ , где М – неизвестный металл, n – его степень окисления. Тогда реакцию разложения карбоната можно записать как  $\text{M}_2(\text{CO}_3)_n = \text{M}_2\text{O}_n + n\text{CO}_2$ . Найдём молярную массу карбоната: она равна  $(44 \text{ г/моль} \cdot n) / (1 - 0,617) = 114,9 \text{ г/моль} \cdot n$ , так как все потери массы связаны с выделением углекислого газа. Тогда молярная масса металла равна  $(114,9 \cdot n - 60 \cdot n) / 2 = (54,9 \cdot n / 2) \text{ г/моль}$ . Перебором n получим, что при  $n=2$   $M = 54,9 \text{ г/моль}$ , что соответствует марганцу.

**№ 9-2.** Карбонат некоторого металла прокалили до полного разложения. В ходе реакции, протекающей без изменения степеней окисления элементов, выделился газ.

1) Определите массовую долю кислорода в выделяющемся газе. Ответ выразите в процентах, округлив до целого числа.

Ответ: 73 (2 балла)

2) В результате прокаливания масса твёрдого остатка составила 62,0% от исходной массы. Определите неизвестный металл, в ответе укажите его порядковый номер в Периодической системе химических элементов.

Ответ: 26 (8 баллов)

**Решение.** Выделяющийся газ -  $\text{CO}_2$ , массовая доля кислорода в нём –  $32 / 44 = 0,727$  (72,7%).

Запишем формулу карбоната как  $\text{M}_2(\text{CO}_3)_n$ , где М – неизвестный металл, n – его степень окисления. Тогда реакцию разложения карбоната можно записать как  $\text{M}_2(\text{CO}_3)_n = \text{M}_2\text{O}_n + n\text{CO}_2$ . Найдём молярную массу карбоната: она равна  $(44 \text{ г/моль} \cdot n) / (1 - 0,620) = 115,8 \text{ г/моль} \cdot n$ , так как все потери массы связаны с выделением углекислого газа. Тогда молярная масса металла равна  $(115,8 \cdot n - 60 \cdot n) / 2 = (55,8 \cdot n / 2) \text{ г/моль}$ . Перебором n получим, что при  $n = 2$   $M = 55,8 \text{ г/моль}$ , что соответствует железу.

**№ 9-3.** Карбонат некоторого металла прокалили до полного разложения. В ходе реакции, протекающей без изменения степеней окисления элементов, выделился газ.

1) Определите массовую долю углерода в выделяющемся газе. Ответ выразите в процентах, округлив до целого числа.

**Ответ:** 27 (2 балла)

2) В результате прокаливания масса твёрдого остатка составила 64,4% от исходной массы. Определите неизвестный металл, в ответе укажите его порядковый номер в Периодической системе химических элементов.

**Ответ:** 29 (8 баллов)

**Решение.** Выделяющийся газ -  $\text{CO}_2$ , массовая доля углерода в нём -  $12/44 = 0,272$  (27,2%).

Запишем формулу карбоната как  $\text{M}_2(\text{CO}_3)_n$ , где М – неизвестный металл, n – его степень окисления. Тогда реакцию разложения карбоната можно записать как  $\text{M}_2(\text{CO}_3)_n = \text{M}_2\text{O}_n + n\text{CO}_2$ . Найдём молярную массу карбоната: она равна  $(44\text{г/моль} \cdot n)/(1 - 0,644) = 123,6 \text{ г/моль} \cdot n$ , так как все потери массы связаны с выделением углекислого газа. Тогда молярная масса металла равна  $(123,6 \cdot n - 60 \cdot n)/2 = (63,6 \cdot n/2) \text{ г/моль}$ . Перебором n получим, что при  $n = 2$   $M = 63,6 \text{ г/моль}$ , что соответствует меди.

**№ 9-4.** Карбонат некоторого металла прокалили до полного разложения. В ходе реакции, протекающей без изменения степеней окисления элементов, выделился газ.

1) Определите массовую долю атомов кислорода в выделяющемся газе. Ответ выразите в процентах, округлив до целого числа.

**Ответ:** 73 (2 балла)

2) В результате прокаливания масса твёрдого остатка составила 64,9% от исходной массы. Определите неизвестный металл, в ответе укажите его порядковый номер в Периодической системе химических элементов.

**Ответ:** 30 (8 баллов)

**Решение.** Выделяющийся газ -  $\text{CO}_2$ , массовая доля кислорода в нём -  $32/44 = 0,727$  (72,7%).

Запишем формулу карбоната как  $\text{M}_2(\text{CO}_3)_n$ , где М – неизвестный металл, n – его степень окисления. Тогда реакцию разложения карбоната можно записать как  $\text{M}_2(\text{CO}_3)_n = \text{M}_2\text{O}_n + n\text{CO}_2$ . Найдём молярную массу карбоната: она равна  $(44 \text{ г/моль} \cdot n)/(1 - 0,649) = 115,4 \text{ г/моль} \cdot n$ , так как все потери массы связаны с выделением углекислого газа. Тогда молярная масса металла равна  $(115,4 \cdot n - 60 \cdot n)/2 = (65,4 \cdot n/2) \text{ г/моль}$ . Перебором n получим, что при  $n = 2$   $M = 65,4 \text{ г/моль}$ , что соответствует цинку.



**№ 10-1.** В 100 мл воды растворили по 0,06 моль бромидов кальция и алюминия. Рассчитайте, сколько граммов 10 %-ного раствора бромида кальция необходимо прилить для того, чтобы массовые доли солей в растворе сравнялись. Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 40 (10 баллов)

**Решение.** Найдём, на сколько граммов больше бромида алюминия. Молярная масса бромида кальция – 200 г/моль, бромида алюминия – 267 г/моль. Тогда бромида алюминия больше на  $267 \text{ г/моль} \cdot 0,06 \text{ моль} - 200 \text{ г/моль} \cdot 0,06 \text{ моль} = 4,02 \text{ г}$ . Тогда необходимо прилить  $4,02 \text{ г} / 0,10 = 40,2 \text{ г}$  раствора бромида кальция.

**№ 10-2.** В 100 мл воды растворили по 0,07 моль хлоридов натрия и калия. Рассчитайте, сколько граммов 4 %-ного раствора хлорида натрия необходимо прилить для того, чтобы массовые доли солей в растворе сравнялись. Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 28 (10 баллов)

**Решение.** Найдём, на сколько граммов больше хлорида калия. Молярная масса хлорида натрия – 58,5 г/моль, хлорида калия – 74,5 г/моль. Тогда хлорида калия больше на  $74,5 \text{ г/моль} \cdot 0,07 \text{ моль} - 58,5 \text{ г/моль} \cdot 0,07 \text{ моль} = 1,12 \text{ г}$ . Тогда необходимо прилить  $1,12 \text{ г} / 0,04 = 28 \text{ г}$  раствора хлорида натрия.

**№ 10-3.** В 100 мл воды растворили по 0,02 моль фторида и иодида натрия. Рассчитайте, сколько граммов 9 %-ного раствора фторида натрия необходимо прилить для того, чтобы массовые доли солей в растворе сравнялись. Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 24 (10 баллов)

**Решение.** Найдём, на сколько граммов больше иодида натрия. Молярная масса фторида натрия – 42 г/моль, иодида натрия – 150 г/моль. Тогда иодида натрия больше на  $150 \text{ г/моль} \cdot 0,02 \text{ моль} - 42 \text{ г/моль} \cdot 0,02 \text{ моль} = 2,16 \text{ г}$ . Тогда необходимо прилить  $2,16 \text{ г} / 0,09 = 24 \text{ г}$  раствора фторида натрия.

**№ 10-4.** В 100 мл воды растворили по 0,04 моль сульфата и сульфита натрия. Рассчитайте, сколько граммов 2 %-ного раствора сульфита натрия необходимо прилить для того, чтобы массовые доли солей в растворе сравнялись. Ответ округлите до целых.

**Ответ:** 32 (10 баллов)

**Решение.** Найдём, на сколько граммов больше сульфата натрия. Молярная масса сульфата натрия – 142 г/моль, сульфита натрия – 126 г/моль. Тогда сульфата натрия больше на  $142 \text{ г/моль} \cdot 0,04 \text{ моль} - 126 \text{ г/моль} \cdot 0,04 \text{ моль} = 0,64 \text{ г}$ . Тогда необходимо прилить  $0,64 \text{ г} / 0,02 = 32 \text{ г}$  раствора сульфита натрия.