

# Решения:

## 9 класс

### I. Задача про сильный окислитель, калий содержащий.

Если качественный состав надпероксида калия совпадает с качественным составом оксида, то он состоит из калия и кислорода, формула этого соединения  $K_xO_y$ . Определим простейшую формулу:

$$x:y = \frac{\omega(K)}{A_r(K)} : \frac{\omega(O)}{A_r(O)} = \frac{54.93}{39} : \frac{45.07}{16} = 1:2$$

и формула надпероксида калия –  $KO_2$

Уравнения реакций(без коэффициентов):

1.  $KO_2 + H_2O = KOH + O_2$
2.  $KO_2 + CO_2 = K_2CO_3 + O_2$
3.  $KO_2 + CO = K_2CO_3$
4.  $KO_2 + NO_2 = KNO_3 + O_2$
5.  $KO_2 + HCl = KCl + H_2O + O_2$
6.  $KO_2 + S = K_2SO_4$
7.  $KO_2 + K = K_2O$

### II. Задача про не совсем обычную периодичность.

Ответ на первый вопрос скорее творческий, поэтому общий шаблон тут сложно предложить. Главное, чтобы уравнения реакций присутствовали в ответе. Возможные пары металлов и неметаллов, которые можно сравнить: литий и магний, бериллий и алюминий, бор и кремний.

Так, *литий и магний* могут гореть в азоте при комнатной температуре, сгорают до оксидов на воздухе.

*Бериллий и алюминий* проявляют амфотерные свойства.

*Бор и кремний* образуют летучие, весьма реакционноспособные молекулярные гидриды.

Диагональную периодичность не следует понимать как абсолютное сходства атомных, молекулярных, термодинамических и других свойств. Так, в своих соединениях атом лития имеет степень окисления (+1), а атом магния - (+2). Однако свойства ионов  $Li^+$  и  $Mg^{2+}$  очень близки, проявляясь, в частности, в малой растворимости карбонатов и ортофосфатов.

Большее количество фосфорорганических соединений по сравнению с кремнийорганическими связано с тем, что между элементами 2-го и 3-го периода в большей степени проявляется диагональная, а не вертикальная периодичность, поэтому фосфор больше похож по свойствам на углерод, перекрывание орбиталей углерода и фосфора более эффективно, чем перекрывание орбиталей углерода и кремния, поэтому связь углерод-кремний менее прочна, чем связь углерод-фосфор.

### III. Задача про пищевую добавку E-523

Если обозначить атомную массу катионов X и Y как  $A_r(X)$  и  $A_r(Y)$ , соответственно, то можно определить их сумму:

$$\omega(O) = \frac{8 \times 16 + 12 \times 16}{[A_r(X) + A_r(Y)] + 2 \times 96 + 12 \times 18} = 0.7064$$

где 96 – относительная молекулярная масса кислотного остатка сульфата ( $SO_4^{2-}$ ), а 18 – относительная молекулярная масса воды. Решая это уравнение, получим:

$$[A_r(X) + A_r(Y)] = 45$$

Если искать однозарядные катионы среди металлов, способных проявлять валентность (I), трехзарядный ион с соответствующей массой не найдется. Рассчитаем  $[A_r(X) + A_r(Y)]$ , используя информацию о содержании водорода:

$$\omega(H) = \frac{12 \times 2}{[A_r(X) + A_r(Y)] + 2 \times 96 + 12 \times 18} = 0.06181$$

Решая это уравнение, получим:

$$[A_r(X) + A_r(Y)] = -19.7$$

Значения  $[A_r(X) + A_r(Y)]$ , вычисленные по содержанию кислорода и водорода, радикально отличаются, это говорит о том, что водород входит в состав одного из катионов, а сумма масс катионов, полученная во втором случае, неверна.

Тогда наиболее логично предположить, что однозарядный катион Y – содержащий водород катион аммония  $NH_4^+$ , относительная молекулярная масса которого составляет 18, тогда масса второго иона – 27, что соответствует алюминию.

Формула добавки E-523 –  $Al(NH_4)(SO_4)_2 \times 12H_2O$ , это алюмоаммонийные квасцы.

### IV. Задача про растворимость индийской селитры.

1. *Насыщенный раствор — раствор, в котором растворённое вещество при данных условиях достигло максимальной концентрации и больше не растворяется. Осадок данного вещества находится в равновесном состоянии с веществом в растворе.*
2. *С увеличением температуры растворимость а) твердых веществ увеличивается; б) газов - уменьшается?*

В 200 граммах 15%-го раствора содержится 30 грамм селитры и 170 грамм воды, после прибавления к раствору твердой селитры масса воды останется прежней, а вот масса селитры станет равной 80 граммам. При охлаждении раствора до  $10^\circ C$  растворимость селитры падает, в 100 граммах растворителя может раствориться только 20.9 грамм  $KNO_3$ , в 170 граммах воды соответственно может раствориться 35.53 грамма селитры.

В таком случае масса выпадающего осадка селитры  $80 - 35.53 = 44.47$  грамма; масса раствора после осаждения нитрата калия – 205.53 грамма; массовая доля селитры в растворе –  $(35.53/205.53) \times 100\% = 17.29\%$ .

#### **V. Задача на опознание неизвестных химических элементов.**

1. Самый легкий металл, его плотность составляет всего  $0.543 \text{ г/см}^3$  **Литий**
2. Металл, применяющийся в аэрокосмической технике, значительным источником сырья для получения которого является морская вода. **Магний**
3. Ионы этого металла окрашивают бесцветное пламя горелки в фиолетовый цвет. **Калий**
4. Этот металл наряду с медью входит в состав латуни. **Цинк**
5. В период арабской алхимии этот элемент считался отцом всех металлов, и обязательной их частью. **Сера**.
6. В Древнем Египте этот металл называли «небесным» и ценили гораздо выше золота. **Железо**
7. Этот металл входит в состав таких минералов, как каменная соль, криолит, селитра, мирабилит, бура, нефелин и ультрамарин. **Натрий**
8. Этот металл получил свое название (латинское) в честь острова Кипр. **Медь**
9. В газообразном виде это вещество бесцветно, в жидком – светло-голубого цвета, а в твердом – светло-синего цвета. **Кислород**
10. Этот элемент, недавно появившийся в таблице Менделеева, получил свое имя в честь советского ученого, благодаря идеям которого был получен целый ряд сверхтяжелых (трансурановых) химических элементов. **Флеровий(F1)**

# Решения и разбалловка:

9 класс

## I. Задача про сильный окислитель, калий содержащий.

Если качественный состав надпероксида калия совпадает с качественным составом оксида, то он состоит из калия и кислорода, формула этого соединения  $K_xO_y$ . Определим простейшую формулу:

$$x:y = \frac{\omega(K)}{A_r(K)} : \frac{\omega(O)}{A_r(O)} = \frac{54.93}{39} : \frac{45.07}{16} = 1:2$$

и формула надпероксида калия –  $KO_2$

Уравнения реакций(без коэффициентов):

1.  $KO_2 + H_2O = KOH + O_2$
2.  $KO_2 + CO_2 = K_2CO_3 + O_2$
3.  $KO_2 + CO = K_2CO_3$
4.  $KO_2 + NO_2 = KNO_3 + O_2$
5.  $KO_2 + HCl = KCl + H_2O + O_2$
6.  $KO_2 + S = K_2SO_4$
7.  $KO_2 + K = K_2O$

### Разбалловка:

За определение формулы пероксида –

**6 баллов**

За каждую реакцию – по 2 балла (если коэффициентов нет, или они расставлены неправильно – по 1 баллу) –

**14 баллов**

**ИТОГО: 20 баллов**

## II. Задача про не совсем обычную периодичность.

Ответ на первый вопрос скорее творческий, поэтому общий шаблон тут сложно предложить. Главное, чтобы уравнения реакций присутствовали в ответе. Возможные пары металлов и неметаллов, которые можно сравнить: литий и магний, бериллий и алюминий, бор и кремний.

Так, *литий и магний* могут гореть в азоте при комнатной температуре, сгорают до оксидов на воздухе.

*Бериллий и алюминий* проявляют амфотерные свойства.

*Бор и кремний* образуют летучие, весьма реакционноспособные молекулярные гидриды.

Диагональную периодичность не следует понимать как абсолютное сходства атомных, молекулярных, термодинамических и других свойств. Так, в своих соединениях атом лития имеет степень окисления (+1), а атом магния - (+2). Однако свойства ионов  $Li^+$  и  $Mg^{2+}$  очень близки, проявляясь, в частности, в малой растворимости карбонатов и ортофосфатов.

Большее количество фосфорорганических соединений по сравнению с кремнийорганическими связано с тем, что между элементами 2-го и 3-го периода в большей степени проявляется диагональная, а не вертикальная периодичность, поэтому фосфор больше похож по свойствам на углерод, перекрывание орбиталей углерода и фосфора более эффективно, чем перекрывание орбиталей углерода и кремния, поэтому связь углерод-кремний менее прочна, чем связь углерод-фосфор.

**Разбалловка:**

<i>За сравнение пары металл-металл (с уравнениями) –</i>	<b>8 баллов</b>
<i>За сравнение пары неметалл-неметалл (с уравнениями) –</i>	<b>8 баллов</b>
<i>За объяснение причин большего распространения ФОС –</i>	<b>4 балла</b>

**ИТОГО: 20 баллов**

**III. Задача про пищевую добавку E-523**

Если обозначить атомную массу катионов X и Y за  $A_r(X)$  и  $A_r(Y)$ , соответственно, то можно определить их сумму:

$$\omega(O) = \frac{8 \times 16 + 12 \times 16}{[A_r(X) + A_r(Y)] + 2 \times 96 + 12 \times 18} = 0.7064$$

где 96 – относительная молекулярная масса кислотного остатка сульфата ( $SO_4^{2-}$ ), а 18 – относительная молекулярная масса воды. Решая это уравнение, получим:

$$[A_r(X) + A_r(Y)] = 45$$

Если искать однозарядные катионы среди металлов, способных проявлять валентность (I), трехзарядный ион с соответствующей массой не найдется. Рассчитаем  $[A_r(X) + A_r(Y)]$ , используя информацию о содержании водорода:

$$\omega(H) = \frac{12 \times 2}{[A_r(X) + A_r(Y)] + 2 \times 96 + 12 \times 18} = 0.06181$$

Решая это уравнение, получим:

$$[A_r(X) + A_r(Y)] = -19.7$$

Значения  $[A_r(X) + A_r(Y)]$ , вычисленные по содержанию кислорода и водорода, радикально отличаются, это говорит о том, что водород входит в состав одного из катионов, а сумма масс катионов, полученная во втором случае, неверна.

Тогда наиболее логично предположить, что однозарядный катион Y–содержащий водород катион аммония  $NH_4^+$ , относительная молекулярная масс которого составляет 18, тогда масса второго иона – 27, что соответствует алюминию.

Формула добавки E-523 –  $Al(NH_4)(SO_4)_2 \times 12H_2O$ , это алюмоаммонийные квасцы.

**Разбалловка:**

За определение искомой формулы - **20 баллов**(если человек использует информацию о процентном содержании и кислорода и водорода – либо таком, которое описано в авторском решении, либо догадывается про аммоний, а водород использует без проверки) Если человек ведет расчет только по содержанию кислорода, догадывается о ионе аммония, но не использует содержание водорода, - **12 баллов** (надо использовать все результаты анализа).

Если человек выводит математическую модель поиска катионов, но ошибается в расчетах или не догадывается об аммонии – от **1** до **11** баллов (в зависимости от валидности модели и уровня ошибок).

**ИТОГО: 20 баллов****IV. Задача про растворимость индийской селитры.**

1. Насыщенный раствор — раствор, в котором растворённое вещество при данных условиях достигло максимальной концентрации и больше не растворяется. Осадок данного вещества находится в равновесном состоянии с веществом в растворе.
2. С увеличением температуры растворимость а) твердых веществ увеличивается; б) газов - уменьшается?

В 200 граммах 15%-го раствора содержится 30 грамм селитры и 170 грамм воды, после прибавления к раствору твердой селитры масса воды останется прежней, а вот масса селитры станет равной 80 граммам. При охлаждении раствора до 10°C растворимость селитры падает, в 100 граммах растворителя может раствориться только 20.9 грамм  $KNO_3$ , в 170 граммах воды соответственно может раствориться 35.53 грамма селитры.

В таком случае масса выпадающего осадка селитры  $80 - 35.53 = 44.47$  грамма; масса раствора после осаждения нитрата калия – 205.53 грамма; массовая доля селитры в растворе –  $(35.53/205.53) \times 100\% = 17.29\%$ .

**Разбалловка:**

За определение насыщенного раствора –	<b>4 балла</b>
За предсказание изменения растворимости от температуры (2 балла – твёрдые в-ва + 2 балла газы) –	<b>4 балла</b>
Расчет массы осадка –	<b>6 баллов</b>
Расчет массы раствора –	<b>3 балла</b>
Расчет массовой доли селитры в растворе–	<b>3 балла</b>

**ИТОГО: 20 баллов****V. Задача на опознание неизвестных химических элементов.**

1. Самый легкий металл, его плотность составляет всего 0.543 г/см<sup>3</sup> **Литий**
2. Металл, применяющийся в аэрокосмической технике, значительным источником сырья для получения которого является морская вода. **Магний**

3. Ионы этого металла окрашивают бесцветное пламя горелки в фиолетовый цвет.  
**Калий**
4. Этот металл наряду с медью входит в состав латуни. **Цинк**
5. В период арабской алхимии этот элемент считался отцом всех металлов, и обязательной их частью. **Сера**.
6. В Древнем Египте этот металл называли «небесным» и ценили гораздо выше золота.  
**Железо**
7. Этот металл входит в состав таких минералов, как каменная соль, криолит, селитра, мирабилит, бура, нефелин и ультрамарин. **Натрий**
8. Этот металл получил свое название (латинское) в честь острова Кипр. **Медь**
9. В газообразном виде это вещество бесцветно, в жидком – светло-голубого цвета, а в твердом – светло-синего цвета. **Кислород**
10. Этот элемент, недавно появившийся в таблице Менделеева, получил свое имя в честь советского ученого, благодаря идеям которого был получен целый ряд сверхтяжелых (трансурановых) химических элементов. **Флеровий(F1)**

**Разбалловка:**

*За каждый элемент с символом – по 2 балла (если без символов – по 1 баллу).*

**ИТОГО: 20 баллов**