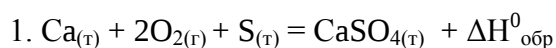


РЕШЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ
ДЛЯ УЧАСТНИКОВ 9 класса

2024-2024 уч.год

Решение задачи 9.1



2. Энтальпия образования — это количество теплоты, которое поглощается (если энтальпия образования положительна) или выделяется (если энтальпия образования отрицательна) при образовании сложного вещества из простых веществ.

3. Для определения значения энтальпии образования твердого сульфата кальция нужно использовать данные приведенных уравнений. Для этого складываем реакции $0,5(1) + 0,5(2) + 1(3) + 1(4)$ в результате получим нужную нам реакцию образования сульфата кальция из простых веществ. Для нахождения $\Delta H^0_{\text{обр}}$ аналогичные действия применим к тепловым эффектам реакций:

$$\Delta H^0_{\text{обр}} = 0,5 \Delta H^0_1 + 0,5 \Delta H^0_2 + \Delta H^0_3 + \Delta H^0_4 = 0,5 \cdot (-1270,18) + 0,5 \cdot (-792,0) + (-232,34) + (-289,9) = -1436,28 \text{ (кДж)}.$$

$\Delta H^0_{\text{обр}} = -1436,28 \text{ кДж/моль}$, т.к. полученное значение соответствует образованию 1 моль вещества. (При комбинации уравнений возможно использование целочисленных коэффициентов, тогда получим значение соответствующее образованию 2 моль вещества, но в ответе должно содержаться отнесение к 1 моль.)

Закон Гесса гласит: тепловой эффект химической реакции не зависит от пути ее протекания, а зависит только от вида и состояния исходных веществ и продуктов реакции.

Оценивание:

Термохимическое уравнение Без указания агрегатных состояний	4 баллов 2 балла
Определение понятия «энтальпия образования» Возможно использование понятия «теплота образования», если есть понимание связи шкал.	4 балла
Определение численного значения энтальпии образования (комбинирование уравнений должно быть приведено) Без указания размерности величины или неправильной размерности, но верном значении При правильной комбинации реакций, но неверном численном значении	10 баллов 8 баллов 8 баллов
Формулировка закона Гесса (в любой форме)	2 балла
Итого	20 баллов

Решение задачи 9.2.

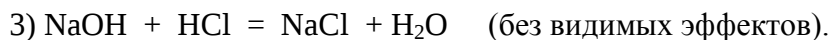
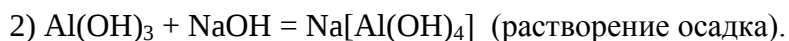
Определить вещества в пробирках можно попарным сливанием растворов.

	NaOH	HCl	K ₂ CO ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃
NaOH	-	Нет видимых признаков	-	↓ раств.в изб. щелочи
HCl	Нет видимых признаков	-	↑	-
K ₂ CO ₃	-	↑	-	↑ и ↓
Al ₂ (SO ₄) ₃	↓	-	↑ и ↓	-

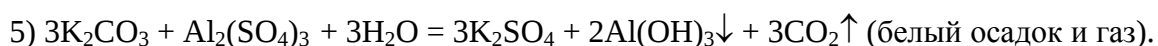
NaOH реагирует с HCl и с Al₂(SO₄)₃. Без избытка щелочи:



Эффект реакций (1,2) зависит от порядка сливания. При избытке щелочи:



K₂CO₃ реагирует с Al₂(SO₄)₃ и с HCl:



Оценивание:

Элемент решения	баллы
Заполнение таблицы (2 балла) с указанием признаков реакции (8 признаков)	10
За каждое уравнение реакции: 2 балла	10
Всего	20

Решение 9.3

При нагревании смеси происходит окислительно-восстановительное превращение (диспропорционирование) соединений с Cl^{+1} , Cl^{-1} , Cl^{+3} , (самоокисление – самовосстановление):



Рассчитаем молярные массы всех солей:

$$M(\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}) = 127 \text{ г/моль} \quad M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Ca}(\text{OCl})_2) = 143 \text{ г/моль} \quad M(\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2) = 207 \text{ г/моль}$$

Расчет массы и процентного содержания хлорида кальция:

$$200 + 500 \cdot (5 \cdot 111) / (6 \cdot 127) + 300 \cdot (2 \cdot 111) / (3 \cdot 143) = 719,4 \text{ г.}$$

$$719,4 \cdot 100 / 1000 = 71,94 \%$$

Расчет массы и процентного содержания хлората кальция:

$$500 \cdot 207 / (6 \cdot 127) + 300 \cdot 207 / (3 \cdot 143) = 280,6 \text{ г.}$$

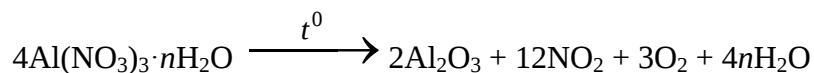
$$280,6 \cdot 100 / 1000 = 28,06 \%$$

Оценивание:

Элемент решения	баллы
Уравнения реакций диспропорционирования (2)	10
Расчет массы и % хлорида кальция	5
Расчет массы и % хлората кальция	5
Всего	20

Решение задачи 9.4:

Установим формулу кристаллогидрата нитрата алюминия. При сильном прокаливании кристаллогидрата протекает реакция:



Из условия задачи масса оксида алюминия составляет 13,59 %.

Составляем соотношение:

$$\frac{2M_r(Al_2O_3)}{4M_r(Al(NO_3)_3) + 4nM_r(H_2O)} = 0,1359$$

$$\frac{51}{213 + 18n} = 0,1359$$

$$n = 9$$

Вычисляем массовую долю нитрата алюминия в кристаллогидрате $(Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O)$:

$$\omega = \frac{M_r(Al(NO_3)_3)}{M_r(Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O)} = \frac{213}{375} = 0,568$$

Находим массовую долю нитрата алюминия в растворах при температурах t_1 и t_2 :

$$\omega_1 = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{30}{30 + 100} = 0,23077$$

$$\omega_2 = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{40}{40 + 100} = 0,28571$$

Обозначим через x массу кристаллогидрата $(Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O)$, которая выделится при охлаждении 110 г раствора $Al(NO_3)_3$ при снижении температуры с t_2 до t_1 .

Тогда масса $Al(NO_3)_3$ в x г кристаллогидрата будет $0,568 \cdot x$ г,

а масса раствора $(110 - x)$ г.

Находим массу вещества в этом растворе:

$$m(Al(NO_3)_3) = 0,23077 \cdot (110 - x) \text{ г.}$$

Получаем уравнение:

$$0,568 \cdot x + 0,23077 \cdot (110 - x) = 110 \cdot 0,28571$$

$$0,568x + 25,3847 - 0,23077x = 31,4281$$

$$0,33723x = 6,0434$$

$$x = 17,92 \text{ г.}$$

Оценивание:

Составление уравнения прокаливания	3 балла
Определение формулы кристаллогидрата	3 балла
Расчет массовой доли нитрата алюминия в кристаллогидрате	2 балла
Расчет массовой доли нитрата алюминия в растворах при разных температурах	4 балла
Расчет массы кристаллогидрата при охлаждении раствора	8 баллов
Итого	20 баллов

Решение задачи 9.5

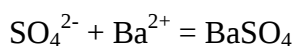
Рассчитаем массу катионов натрия в каждом растворе:

$$1). m(\text{Na}^+) = (40 \cdot 0,4 / 1000) \cdot M(\text{Na}^+) = 0,016 \cdot M(\text{Na}^+) = 0,368 \text{ (г)}.$$

$$2). m(\text{Na}^+) = (50 \cdot 0,8 / 100 \cdot 58,5) \cdot M(\text{Na}^+) = 0,007 \cdot M(\text{Na}^+) = 0,161 \text{ (г)}.$$

$$3). m(\text{Na}^+) = 2 \cdot (50 \cdot 0,3 / 1000) \cdot M(\text{Na}^+) = 0,03 \cdot M(\text{Na}^+) = 0,690 \text{ (г)}.$$

Наименьшая масса катиона натрия в растворе сульфата натрия. Следовательно, качественная реакция была проведена на сульфат-ион по уравнению:



Оценивание:

Элемент решения	баллы
Расчет массы катионов в каждом растворе (оценивается любой способ правильного расчета) 4 балла	12
Указание на раствор с наибольшей массой катионов натрия и определяемый анион	4
Уравнение реакции в ионном виде	4
Всего	20