

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ 9 КЛАСС (2024/2025 УЧЕБНЫЙ ГОД)

При проверке работы следует учитывать, что всегда существует вероятность нестандартного решения задания учеником. Поэтому следует полагаться на логику решения ученика, его рассуждения и выводы, а также на их аргументированность! Важно также учесть, что отсутствие единиц размерностей при расчётах, не является фактором, снижающим оценку!

Задание 1.

К 190 граммам 10% раствора соляной кислоты добавили 60 мл воды и получили раствор №1. Через полученный раствор №1 пропустили 4480 мл хлороводорода (н.у.), газ полностью поглотился, образовался раствор №2. Раствор №2 упарили, при этом выделялся газ с неприятным резким запахом и масса раствора №3 уменьшилась на 5,4 грамма. Потерями воды можно пренебречь. К полученному раствору добавили 0,3% раствор нитрата серебра до полного осаждения хлорид ионов.

Рассчитайте массовую долю хлорида водорода в растворах №1, №2, №3 и количество вещества (моль) нитрата серебра и массу раствора нитрата серебра

Решение

Масса хлороводорода в растворе №1 - 19 г, $W(\text{HCL}) = 19/190+60=0,076$

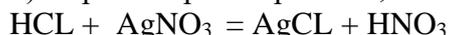
Масса поглотившегося HCL = $4,48\text{л}/22,4*36,5=7,3$ г

Масса хлороводорода в растворе №2 = $19+7,3=26,3$ г

$W(\text{HCL})$ во втором растворе = $26,3/190+60+7,3=26,3/257,3 = 0,102$

Масса раствора уменьшилась на 5,4 г – это испарился хлороводород и его осталось в третьем растворе $26,3 - 5,4 = 20,9$ г, масса третьего раствора $257,3-5,4 = 251,9$

$W(\text{HCL})$ в третьем растворе = $20,9/251,9 = 0,083$



Масса AgNO_3 , необходимая для полного осаждения хлорид ионов = 97,34 г

Масса раствора 0,3% AgNO_3 равна $97,34/0,003=32447$ г

| | |
|---|------------------|
| Раствор №1 $W(\text{HCL}) = 19/190+60=0,076$ | 2 балла |
| Раствор №2 $W(\text{HCL})$ во втором растворе = $26,3/190+60+7,3=26,3/257,3 = 0,102$ | 3 балла |
| Раствор №3 $W(\text{HCL})$ в третьем растворе = $20,9/251,9 = 0,083$ | 2 балла |
| $\text{HCL} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCL} + \text{HNO}_3$ | 1 балл |
| Масса AgNO_3 , необходимая для полного осаждения хлорид ионов = 97,34 г; $n=0,57$ моль | 1 балл |
| Масса раствора 0,3% AgNO_3 равна $97,34/0,003=32447$ г | 1 балл |
| Всего | 10 баллов |

Задание 2. Металл **A** ценят за его малую плотность при отличной коррозионной стойкости. **A** растворяется в соляной кислоте (**реакция 1**) и концентрированной горячей щёлочи (**реакция 2**), однако с большим трудом растворяется в концентрированной азотной кислоте (**реакция 3**). Известно, что при растворении 1.000 г металла **A** в соляной кислоте образуется 3-х валентный хлорид **B**, массовая доля металла в котором 20,24%. При действии раствора аммиака на раствор **B** образуется осадок вещества **C**, которое способно растворяться в серной кислоте (**реакция 4**) и едком натре (**реакция 5**).

1) Определите соединения **A - C**

- 2) Запишите уравнения реакций
- 3) Почему **A** с трудом растворяется в концентрированной азотной кислоте?
- 4) Какова масса полученного хлорида **B**?

(10 баллов)

Решение Задача 2

По описанию металл **A** напоминает Al. Подтвердим ответ расчётом, исходя из хлорида **B**

$$M_{AlCl_3} = \frac{3 * M_{Cl}}{w_{Cl}} = \frac{3 * M_{Cl}}{(1 - w_A)} = \frac{3 * 35.5}{1 - 0.2024} = 135.5 \text{ г/моль}$$

Полученная молекулярная масса соответствует AlCl₃, **B** - AlCl₃

Инертность Al объясняется явлением **пассивации**. Оно вызвано **плёнкой устойчивого Al₂O₃** образующегося на поверхности Al.

Исходя из того, что в реакцию вступил 1.000 г. алюминия, то масса полученного хлорида

$$m_{AlCl_3} = \frac{m_{Al}}{M_{Al}} * M_{AlCl_3} = \frac{1}{27} * (27 + 35.5 * 3) = 4.94 \text{ г}$$

| | |
|--|------------------|
| <p>Определены вещества A-C – по 1 баллу</p> <p>A – Al</p> <p>B – AlCl₃</p> <p>C – Al(OH)₃</p> | 3 балла |
| <p>По 1 баллу за каждое правильное уравнение реакции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 2Al + 3H₂SO₄ = Al₂(SO₄)₃ + 3H₂ 2) 2Al + 2NaOH + 6H₂O = 2Na[Al(OH)₄] + 3H₂ 3) Al + 6HNO₃ = Al(NO₃)₃ + 3NO₂ + 3H₂O 4) 2Al(OH)₃ + 3H₂SO₄ = Al₂(SO₄)₃ + 3H₂O 5) Al(OH)₃ + NaOH = Na[Al(OH)₄] | 5 баллов |
| Указана разумная причина объясняющая инертность Al – 1 балл | 1 балл |
| Рассчитано верное значение массы хлорида металла – 1 балл | 1 балл |
| Итого: | 10 баллов |

Задание 3. Бромид фосфора(V) смешали в растворе гидроксида натрия в массовом соотношении 1 : 10. При этом оба вещества прореагировали полностью. К полученному раствору добавили раствор нитрата серебра, до прекращения выпадения осадка. В результате образовалось 680 г раствора с массовой долей единственного растворённого вещества 10%. Вычислите массовую долю нитрата серебра в

добавленном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

Решение Задача 3

Записаны верно уравнения реакций:



Рассчитаны количество вещества реагентов и массы продуктов реакций:

$$m(\text{NaNO}_3) = 680 \cdot 0,1 = 68 \text{ г}$$

$$n(\text{NaNO}_3) = 68 / 85 = 0,8 \text{ моль}$$

$$n(\text{AgNO}_3) = n(\text{NaNO}_3) = 0,8 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 0,8 \cdot 170 = 136 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{NaNO}_3) = 0,8 \text{ моль}$$

$$n(\text{PBr}_5) = 1 / 8 n(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{PBr}_5) = 0,1 \cdot 431 = 43,1 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра NaOH}) = 10 \cdot 43,1 = 431 \text{ г}$$

$$n(\text{AgBr}) = 5 \cdot n(\text{PBr}_5) = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgBr}) = 188 \cdot 0,5 = 94 \text{ г}$$

$$n(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = n(\text{PBr}_5) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 0,1 \cdot 419 = 41,9 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра AgNO}_3) = 680 - 431 - 43,1 + 94 + 41,9 = 341,8 \text{ г}$$

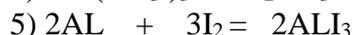
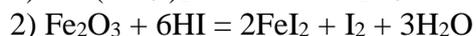
$$\omega(\text{AgNO}_3) = 136 : 341,8 \cdot 100 = 39,8\% \quad (\text{суммарно 4 балла за все вычисления})$$

Всего: 10 баллов

Задание 4.

Нитрат железа(II) прокалили. Полученный твёрдый остаток растворили в иодоводородной кислоте. Образовавшуюся соль поместили в раствор азотной кислоты. В результате реакции получили окрашенное простое вещество и бесцветный газообразный оксид. Простое вещество отделили, а к оставшемуся раствору соли прилили раствор карбоната калия. Напишите уравнения четырёх описанных реакций. Простое вещество смешали с порошком алюминия и добавили каплю воды
(10 баллов)

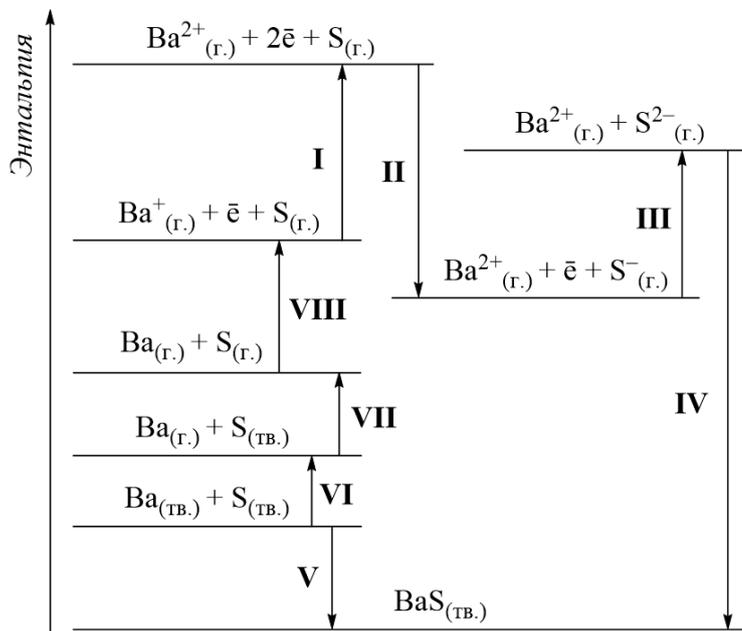
Решение Задача 4



| Критерии | Баллы |
|--|------------------|
| За каждое полное и правильное уравнение | 2 балла |
| Потерян в уравнении 1 коэффициент или индекс | 1 балл |
| Более одного коэффициента и индекс | 0 балл |
| Итого: | 10 баллов |

Задание 5. В далёком 1919 году немецкие учёные Макс Борн и Фриц Габер предложили удобный и наглядный метод изучения термодинамики химических реакций, называемый циклом Борна-Габера. Их подход основан на простейшем законе Германа Гесса, суть которого состоит в том, что тепловой эффект реакции не зависит от пути процесса и определяется лишь начальными и конечными состояниями системы. Например, мы хотим рассчитать тепловой эффект реакции: $\text{Ba}_{(\text{тв.})} \rightarrow \text{Ba}^+_{(\text{г.})}$ (ΔH_3). Для этого в соответствии с законом Гесса нам надо разбить её на стадии – в данном случае две: $\text{Ba}_{(\text{тв.})} \rightarrow \text{Ba}_{(\text{г.})}$ (ΔH_1) и $\text{Ba}_{(\text{г.})} \rightarrow \text{Ba}^+_{(\text{г.})}$ (ΔH_2). Тогда тепловой эффект искомой реакции (фактически представляющую сумму двух предыдущих реакций) есть не что иное, как $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$.

Примечание: ΔH



(энтальпия) – параметр реакции при постоянном давлении равный теплоте, взятой с обратным знаком.

Подход Борна и Габера состоит в замене реакции, экспериментальное определение теплового эффекта которой затруднительно (в данном случае это $\text{Ba}_{(\text{тв.})} + \text{S}_{(\text{тв.})} \rightarrow \text{BaS}_{(\text{тв.})}$) на последовательность других превращений (связывающих реагенты и продукты) с легко устанавливаемыми термодинамическими характеристиками. Исходя из вышеописанного закона Гесса тепловые эффекты прямого процесса и последовательностей окольно идущих реакций равны; таким образом, требуемый тепловой эффект найден без измерений.

На рисунке справа изображен такой цикл для реакции образования сульфида бария, сравнивающий два пути этого процесса – из простых веществ (V) и из идеального газа ионов вещества (IV). Последний проходит через стадии сублимации бария (VI) и серы (VII), двукратной ионизации бария (VIII, I), двукратной ионизации атомов серы (II, III). Каждой горизонтальной черте на энергетической диаграмме (масштаб не соблюден) соответствует определённое состояние (подписано химическими символами), а вертикальными стрелками обозначены процессы перехода из одного состояния в другое (направление стрелки указывает направление химической реакции). Энтальпии некоторых процессов представлены в таблице ниже.

| Реакция | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
|---------------------|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|------|
| Энтальпия, кДж/моль | 965 | -255 | 640 | ??? | -460 | 178 | 279 | 503 |

1. Вычислите неизвестную энтальпию IV, последовательно применяя закон Гесса (следуя за направлением стрелок) соответствующую энергии кристаллической решётки BaS.

2. Объясните, почему тепловые эффекты реакций **II** и **III** имеют разный знак (стрелки направлены в разную сторону), хотя и тот и другой процесс отвечают захвату одного электрона.

(10 баллов)

Решение Задача 5

1. Энергию кристаллической решётки легко рассчитать с использованием закона Гесса, глядя на энергетическую диаграмму. Из состояния $\text{Ba}^{2+}_{(г.)} + \text{S}^{2-}_{(г.)}$ в $\text{BaS}_{(тв.)}$ можно попасть двумя путями: осуществив процесс по стрелке **IV** или двигаясь в обратную сторону – выделившаяся энтальпия будет одинаковой. Следовательно, получаем: $\Delta H_{IV} = \Delta H_V - \Delta H_{VI} - \Delta H_{VII} - \Delta H_{VIII} - \Delta H_I - \Delta H_{II} - \Delta H_{III} = -460 - 178 - 279 - 503 - 965 - (-255) - 640$. Откуда находим, что $\Delta H_{IV} = -2770$ кДж/моль.

2. Для объяснения данного численного феномена обратимся к самому химизму процесса: обсуждаемые в вопросе энтальпии соответствуют реакциям последовательного присоединения одного электрона к сере, то есть $\text{S}_{(г.)} + \bar{e} \rightarrow \text{S}^{-}_{(г.)}$ (**II**) и $\text{S}^{-}_{(г.)} + \bar{e} \rightarrow \text{S}^{2-}_{(г.)}$ (**III**). Довольно очевидно, что добавить электрон к заведомо отрицательной частице сильно тяжелее, чем к нейтральной, именно поэтому энтальпия сродства ко второму электрону по модулю больше, чем к первому. Кроме того, образование частицы $\text{S}^{-}_{(г.)}$ энергетически выгодный процесс, следовательно теплота в ходе такой реакции будет выделяться (а энтальпия соответственно, наоборот, уменьшаться).

| Критерии | Баллы |
|---|------------------|
| Верный расчёт энтальпии IV (если в ответе указана теплота с обратным знаком – 6 баллов, если верно записано уравнение с энтальпиями и допущена численная ошибка – 4 балла) | 8 баллов |
| Правильное обоснование разных знаков у энтальпий реакций | 2 балла |
| Итого: | 10 баллов |