Утверждено на заседании кафедры «Металлургия и обогащение полезных ископаемых»
протокол № 10 от «03» апреля 2023 г.

Дисциплина IDD607 – Металлы и их соединения
Код и название
Семестр весенний учебный год 2022-2023

Экзаменационный билет № 0

1. Максимальное количество баллов - 7, приблизительное время на выполнение – 15 мин.

При взаимодействии 5,6 г железа с серой образовалось 8,8 г сульфида железа. Определите молярную массу эквивалента железа.

Решение:

По условию задачи 5,6 г железа присоединяют 3,2 г серы (разность между массами сульфида и железа). Молярная масса эквивалентов серы вычисляется по соотношению:

$$M_{эк}(S) = \frac{M(S)}{z} = \frac{32}{2} = 16 г/моль$$

где z – валентность серы, в сульфидах она равна двум. Молярную массу эквивалентов железа находим по закону эквивалентов:

$$\frac{m(Fe)}{m(S)} = \frac{M_{эк}(Fe)}{M_{эк}(S)};$$

$$M_{эк}(Fe) = \frac{m(Fe) \cdot M_{эк}(S)}{m(S)} = \frac{5{,}6 \cdot 16}{3{,}2} = 28 г/моль.$$

2. Максимальное количество баллов - 13, приблизительное время на выполнение – 30 мин.

При взаимодействии 9,0 г алюминия с кислородом выделяется 279,7 кДж тепла. Определите стандартную энтальпию образования оксида алюминия.

Решение:

1) Записываем термохимическое уравнение реакции образования 1 моль оксида алюминия из простых веществ и молярную массу алюминия:

$$2Al(_к) + 1{,}5O_2(г) = Al_2O_3(к);$$

$$M(Al) = 27 \text{ г/моль}.$$

2) По уравнению реакции находим количество Al_2O_3, образующегося из 9 г алюминия:

из 2·27 г алюминия образуется 1 моль Al_2O_3,
из 9,0 г – x;
x = 1 /6 моль.

3) Находим количество теплоты, выделяющейся при образовании одного моль оксида алюминия по пропорции:

при образовании 1/6 моль Al_2O_3 выделяется 279,7 кДж,
1 моль – x;
x = 279,7·6 = 1678,2 кДж.

Полученная величина является теплотой образования оксида алюминия; стандартная энтальпия образования равна этой величине, но противоположна по знаку: $\Delta_f H°_{298}(Al_2O_3) = -1678{,}2$ кДж/моль.

3. Максимальное количество баллов - 20, приблизительное время на выполнение – 45 мин.

Закономерности химических реакций с участием металлов и их соединений, приведите пример полного и кратного ионного уравнения реакций, приведите примеры молекулярных уравнений реакций с участием металлов, которые взаимодействуют с растворами кислот и щелочей.

.

Ответ:

Химическая реакция изображается уравнением

$$\{n_A\}A + \{n_B\}B + \ldots = \{n_C\}C + \{n_D\}D + \ldots \text{ или } aA + bB + \ldots = cC + dD + \ldots,$$

где вещества A, B …, формулы которых стоят слева от знака равенства,

называются *реагентами* (исходными веществами), вещества C, D …, формулы которых стоят справа – *продуктами* этой реакции (конечными веществами), целочисленные параметры $\{n_A\} = a$, $\{n_B\} = b$, $\{n_C\} = c$, $\{n_D\} = d$,… – стехиометрическими коэффициентами. Знак равенства означает полное (необратимое) протекание реакции. При необходимости указать что-либо над знаком равенства он заменяется стрелкой (→).

Любая химическая реакция вне зависимости от агрегатного состояния веществ (реагентов, продуктов), вида химической среды и условий проведения изображается молекулярным уравнением, например:

$$Fe_2O_{3\,(т)} + 3H_{2\,(г)} = 2Fe_{\,(ж)} + 3H_2O_{\,(г)}\ (1050\text{-}1100\ ^oC),$$

$$NaOH\ (разб.) + H_3PO_4\ (конц.) = NaH_2PO_4 + H_2O.$$

Химическая реакция, протекающая в водном растворе при участии ионов, изображается молекулярным и ионным уравнениями. В ионном уравнении все сильные электролиты записываются в виде формул их ионов, а твёрдые и газообразные вещества и слабые электролиты (включая воду) – в виде изображений их формульных единиц – формул реальных или условных молекул (*правило Бертолле*). Справо от формулы осадка продукта ставится стрелка, направленная вниз (↓), а справа от формулы газа – стрелка, направленная вверх (↑).

В полном ионном уравнении указываются формулы всех ионов, а в кратном ионном уравнении одинаковые по химическому составу и числу ионы справа и слева опускаются.

Например:

молекулярное уравнение $MgSO_4 + 2(NH_3 \cdot H_2O) = Mg(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$,

полное ионное уравнение $Mg^{2+} + SO_4^{2-} + 2(NH_3 \cdot H_2O) = Mg(OH)_2\downarrow + NH_4^+ + SO_4^{2-}$,

краткое ионное уравнение $Mg^{2+} + 2(NH_3 \cdot H_2O) = Mg(OH)_2\downarrow + NH_4^+$.

При известном навыке полное ионное уравнение может быть опущено и после молекулярного уравнения сразу записывается краткое ионное уравнение, например:

$Be(OH)_{2(т)} + 2NaOH\ (конц.) = Na_2\,[Be(OH)_4]$,
$Be(OH)_{2\,(т)} + 2OH^-\ (конц.) = [Be(OH)_4]^{2-}$;

$Zn_{\,(т)} + 2HCl\ (разб.) = ZnCl_2 + H_2\uparrow$,
$Zn_{\,(т)} + 2H^+\ (разб.) = Zn^{2+} + H_2\uparrow$;

$PbO_{2\,(т)} + 2HNO_3 + H_2O_2$ (конц.) = $Pb(NO_3)_2 + O_2\uparrow + 2H_2O$,

$PbO_{2\,(т)} + 2H^+ + H_2O_2$ (конц.) = $Pb^+ + O_2\uparrow + 2H_2O$.

Критерии оценивания:

1. Аккуратность расчета – 35 %
2. Полнота решения задачи – 35 %
3. Креативность и оригинальность в решении задачи – 30 %

Составил:  канд. техн. наук, ассоц. профессор Молдабаева Г.Ж.