

Дата 20.03.2020

Дисциплина Химия

Специальность

Курс 1 группа 16

Урок № 65

Тема Вероятность протекания химических реакций.

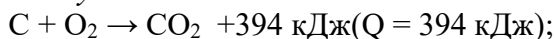
### Задание № 1. Изучите лекционный материал по теме

Тепловой эффект реакции не обязательно находить экспериментально, его можно рассчитать, используя стандартные теплоты образования и сгорания веществ, следуя закону Гесса,

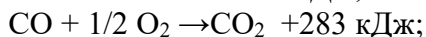
Закон Г. И. Гесса (1840 г.) заключается в следующем: Тепловой эффект химической реакции не зависит от пути процесса, а только от вида (например, аллотропной модификации) и агрегатного состояния исходных веществ и конечных продуктов реакции.

Пример. Сгорание углерода может идти двумя путями:

*в одну стадию:*



*в две стадии:*



( $Q_1 = 111 \text{ кДж}$ ,  $Q_2 = 283 \text{ кДж}$ , сумма тепловых эффектов обеих стадий 394 кДж.)

С другой стороны, сравнение тепловых эффектов сгорания двух аллотропных модификаций углерода – графита (+394 кДж) и алмаза (+392 кДж), разложения водяного пара (-241,8 кДж) и воды (-285,8 кДж) доказывает, что тепловой эффект химической реакции зависит от вида и состояния исходных и конечных веществ.

Для расчета теплового эффекта реакции  $Q$  используют стандартные теплоты образования  $Q_{\text{обр}}$  и сгорания  $Q_{\text{сгор}}$  веществ, которые определяются в стандартных условиях:  $t = 25^\circ\text{C}$ ,  $P = 1 \text{ атм}$  на 1 моль вещества, вычисляются в кДж/моль.

Стандартная теплота образования показывает, сколько кДж энергии выделилось или поглотилось при образовании 1 моль сложного вещества из простых.

Теплоты образования простых веществ равны 0.

Стандартная теплота сгорания показывает, сколько кДж энергии выделилось при сгорании 1 моль вещества до высших оксидов.

Теплоты сгорания негорючих веществ равны 0.

Стандартные теплоты сгорания и образования можно найти в справочных таблицах.

Расчеты теплового эффекта реакции проводятся согласно следствию из закона Гесса: тепловой эффект химической реакции равен сумме стандартных теплот образования продуктов реакции за вычетом суммы стандартных теплот образования исходных веществ.

$$Q = \sum Q_{\text{обр}} (\text{продуктов}) - \sum Q_{\text{обр}} (\text{исходных веществ}).$$

Если даны стандартные теплоты сгорания, то можно использовать следующую формулу для вычисления теплового эффекта реакции:

$$Q = \sum Q_{\text{сгор}} (\text{исходных веществ}) - \sum Q_{\text{сгор}} (\text{продуктов}).$$

При вычислениях учитываются стехиометрические коэффициенты.

Примеры решения задач.

Нахождение теплового эффекта химической реакции по стандартам теплотам образования (сгорания) исходных и конечных веществ.

Пример. Найдите тепловой эффект реакции горения метана  $\text{CH}_4$ .

*Первый способ* - через стандартные теплоты образования.

1. Запишем уравнение реакции:  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + Q$

2. Выразим в общем виде  $Q$  через  $Q_{\text{обр}}$  учитывая коэффициенты:

$$Q = [Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) + 2Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O})] - [Q_{\text{обр}}(\text{CH}_4) + 2Q_{\text{обр}}(\text{O}_2)].$$

3. Подставим значения в полученную формулу:  $Q = 393,5 + 2 \cdot 285,8 - 74,8 = 890,3$  кДж.

*Второй способ* – через стандартные теплоты сгорания.

Гораздо проще решить эту задачу через  $Q_{\text{сгор}}$ . Так как из всех веществ в данной системе только метан – горючий, то  $Q_{\text{сгор}}$  воды, углекислого газа и кислорода равна нулю. По таблице стандартных теплот сгорания  $Q_{\text{сгор}}(\text{CH}_4) = 890,3$  кДж/моль, значит  $Q = 890,3$  кДж.

Кроме такой характеристики системы, как энтальпия  $H$ , существует энтропия  $S$ . С одной стороны, каждая система стремится к более устойчивому, упорядоченному состоянию, соответствующему минимуму внутренней энергии, с другой – система состоит из огромного числа частиц, которые находятся в беспорядочном и непрерывном движении. Мерой упорядоченности состояния системы является  $\Delta H$ , мерой неупорядоченности – энтропия  $S$ . Чем выше температура, чем больше объем системы, тем сильнее неупорядоченность и больше энтропия, и наоборот. Состояние веществ вблизи абсолютного нуля можно считать максимально упорядоченным –  $S \rightarrow 0$ . В отличие от  $H$  абсолютное значение  $S$  можно найти. Значение стандартных энтропий приводится в таблицах. Например,  $S^0_{298}(\text{H}_2) = 130,5$  Дж/моль · К, а  $S^0_{298}(\text{ZnO}) = 43,6$  Дж/моль · К.

В ходе химических реакций энтропия системы меняется, ее изменение  $\Delta S$  можно рассчитать.

Вследствие стремления системы к состоянию с минимальной энергией частицы проявляют тенденцию к сближению, взаимодействию друг с другом, образованию прочных агрегатов, уменьшению объема. Тепловое движение, напротив, вызывает разброс частиц, увеличивая объем системы. Каждая из этих противоположных тенденций зависит от природы веществ и условий протекания процесса ( $t^0$ , давления, концентрации веществ и т.д.). Сравнение этих тенденций позволяет определить направление процесса.  $\Delta H$  – энтальпийный фактор,  $\Delta S \cdot T$  – энтропийный фактор, при  $\Delta H = T\Delta S$  система находится в состоянии равновесия.

Разница  $\Delta H$  и  $T\Delta S$  называется энергией Гиббса.  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  [кДж/моль].

Стандартная энергия Гиббса – табличная величина.

Таким образом, используя данные таблиц, можно определить  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  и  $\Delta G$  любого процесса и сделать вывод о возможности его протекания по таблице:

Знак изменения функции			Возможность протекания реакции
$\Delta H$	$\Delta S$	$\Delta G$	
–	+	–	Возможна при любых температурах
+	–	+	Невозможна при любых температурах
–	–	±	Возможна при достаточно низких температурах
+	+	±	Возможна при достаточно высоких температурах

Например:

Дана реакция  $3\text{H}_2 + \text{N} \leftrightarrow 2\text{NH}_3$ . Определите возможность ее протекания. По таблице находим  $S$ , и  $\Delta G$  веществ, участвующих в этой реакции:

	$\Delta H^0$	$\Delta S^0$	$\Delta G^0$
H <sub>2</sub>	0	130,5	0
N <sub>2</sub>	0	191,5	0
NH <sub>3</sub>	-46,2	192,6	-16,7

Определим  $\Delta H^0$  (реакции) =  $2\Delta H^0(\text{NH}_3) - \Delta H^0(\text{N}_2) - 3\Delta H^0(\text{H}_2) = -46,2 \cdot 2 = -92,4$  кДж.

$\Delta S^0$  (реакции) =  $2S^0(\text{NH}_3) - S^0(\text{N}_2) - 3S^0(\text{H}_2) = 192,6 \cdot 2 - 191,5 - 3 \cdot 130,5 = -197,8$  кДж.

$\Delta G^0$  (реакции) =  $2\Delta G^0(\text{NH}_3) - \Delta G^0(\text{N}_2) - 3\Delta G^0(\text{H}_2) = -16,7 \cdot 2 = -33,4$  кДж.

Знак  $\Delta H$  («-»);  $\Delta S$  («-»);  $\Delta G$  («-») – реакция возможна, при достаточно низких температурах.

### Задание № 2. Оформите конспект по материалу лекции

### Задание 3. Выполните тест по теме

1. Реакции, при которых выделяется энергия и нагревается окружающая среда, называют:

- а) экзотермическими
- б) эндотермическими
- в) соединения
- г) разложения

2. Энергия, которая выделяется или поглощается в химической реакции, называется:

- а) экзотермической
- б) эндотермической
- в) тепловым эффектом реакции
- г) внутренней энергия

3. Тепловой эффект реакции обозначается:

- а) Q, б) H, в) S, г) M

4. Энтальпия – это величина, которая характеризует:

- а) запас энергии в веществе
- б) теплота сгорания
- в) теплота

5. При соединении 18г. Алюминия с кислородом выделяется 547 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

6. Каталитические реакции идут:

- а) без участия катализатора
- б) с участием катализатора
- в) в одной фазе
- г) в разных фазах

7. Реакции, при которых два сложных вещества обмениваются своими составными частями:

- а) разложения
- б) замещения
- в) соединения
- г) обмена

8. Реакции, при которых из нескольких веществ образуется одно сложное вещество:

- а) разложения
- б) замещения
- в) соединения
- г) обмена

9. Реакции, при протекании которых энергия поглощается из окружающей среды, называют:

- а) экзотермическими
- б) эндотермическими
- в) соединения
- г) разложения

10. Уравнение химической реакции, в котором указан тепловой эффект реакции, называют:

- а) экзотермическими
- б) эндотермическими
- в) соединения
- г) термохимическим

11. Тепловой эффект реакции обозначается:

- а) Q, б) H, в) S, г) M

12. Энтальпия – это величина, которая характеризует:

- а) запас энергии в веществе
- б) теплота сгорания
- в) теплота

13. При сжигании 6,5г цинка выделяется теплота, равная 34,8 кДж, определите теплоту образования оксида цинка.

14. Некаталитические реакции идут:

- а) без участия катализатора
- б) с участием катализатора
- в) в одной фазе
- г) в разных фазах

15. Реакции, при которых два сложных вещества обмениваются своими составными частями:

- а) разложения
- б) замещения
- в) соединения
- г) обмена

16. Реакции, при которых из одного сложного вещества образуется несколько новых веществ:

- а) разложения
- б) замещения
- в) соединения
- г) обмена

**Задание оформить и отправить по адресу [n.shumakova77@mail.ru](mailto:n.shumakova77@mail.ru)**