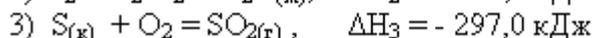
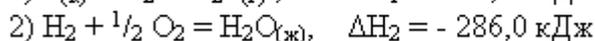
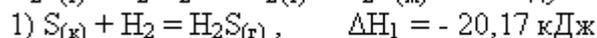
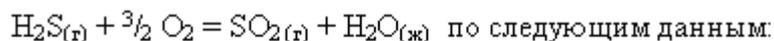


1. Решение задач: термохимические расчеты

Задача 1. Рассчитайте тепловой эффект реакции горения сероводорода



Решение: уравнения 1-3 есть термохимические уравнения образования соответственно 1 моль $\text{H}_2\text{S}_{(г)}$, $\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$ и $\text{SO}_{2(г)}$ из простых веществ в стандартных условиях, а тепловые эффекты - стандартные энтальпии образования указанных соединений ΔH_{298} (см. справоч. таблицу). ΔH_{298} образования простых в наиболее термодинамически устойчивом состоянии принимаются равными нулю

$$(\Delta H_{298}^{\circ}(\text{O}_2) = 0).$$

На основании одного из следствий закона Гесса: $\Delta H = \sum \Delta H (\text{прод.}) - \sum \Delta H (\text{исх.})$, где $\sum \Delta H (\text{прод.})$ и $\sum \Delta H (\text{исх.})$ - суммы стандартных энтальпий образования продуктов реакции и исходных веществ, получаем:

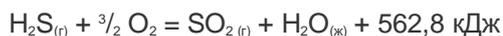
$$\Delta H = (-286,0 - 297,0) - (-20,17) = -562,8 \text{ кДж.}$$

Отрицательное значение энтальпии реакции горения сероводорода означает, что данная реакция экзотермическая.

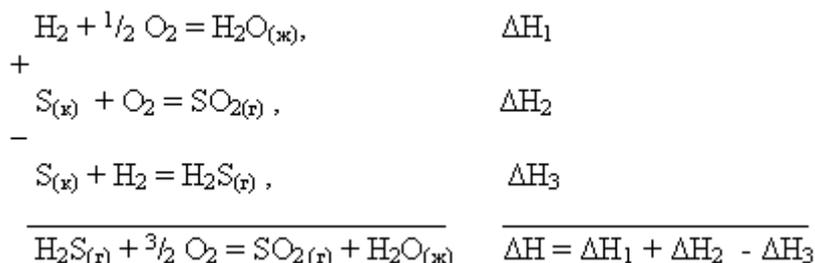
$\sum \Delta H (\text{исх.}) > \sum \Delta H (\text{прод.})$ (в данном случае, больше на 562,8 кДж).

Следовательно, $\sum \Delta H (\text{исх.}) = \sum \Delta H (\text{прод.}) + 562,8 \text{ кДж}$. Энергия выделяется в окружающее пространство.

Тепловой эффект можно включить в уравнение химической реакции



Примечание: возможен другой вариант решения: если сложить термохимические уравнения 2 и 3 и вычесть уравнение 1, то получим искомое (исходное) уравнение:



Подставив численное значение энтальпий образования веществ из задачи, получим значение теплового эффекта реакции:

$$\Delta H = (-286,0 - 297,0) - (-20,17) = -562,8 \text{ кДж.}$$

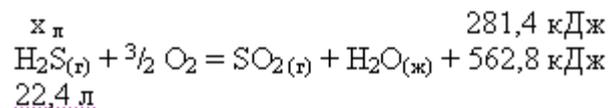
Полученное уравнение для ΔH и есть следствие закона Гесса.

Ответ: - 562,8 кДж.

Задача 2. С помощью термохимического уравнения

$\text{H}_2\text{S}_{(г)} + \frac{3}{2} \text{O}_2 = \text{SO}_{2(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} + 562,8 \text{ кДж}$ определите объем сгоревшего сероводорода, если известно, что в результате реакции выделилось 281,4 кДж теплоты.

Решение: проведем расчет по уравнению и определим $V(\text{H}_2\text{S})$:

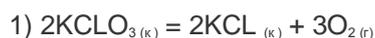


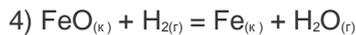
$$\frac{22,4 \text{ л}}{x \text{ л}} = \frac{562,8 \text{ кДж}}{281,4 \text{ кДж}}; \quad X = V(\text{H}_2\text{S}) = 11,2 \text{ л}$$

Ответ: 11,2 л H_2S .

2. Решение задач: направление течения химических реакций

Задача 1. Предскажите знак изменения энтропии (ΔS_{298}°) в каждой из предложенных реакций:





Проверьте правильность сделанных выводов расчетом ΔS°_{298} соответствующих реакций, пользуясь справочными данными.

Решение:

I. 1) ΔS°_{298} первой реакции больше нуля. Энтропия системы как мера неупорядоченности растет при увеличении количества молей вещества (числа молей), тем более, что одно из полученных веществ находится в газообразном состоянии;

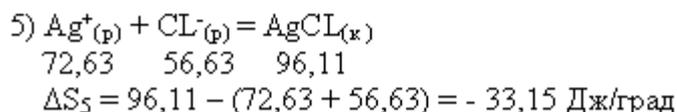
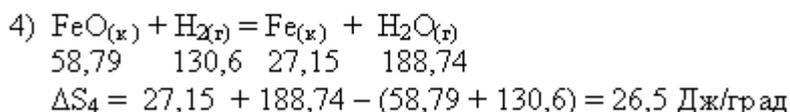
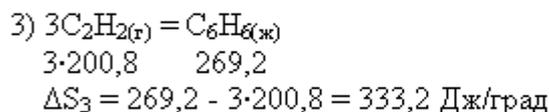
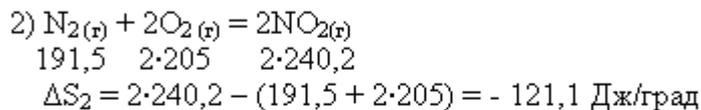
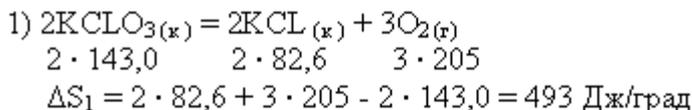
2) $\Delta S^\circ_{298} < 0$, так как в реакцию вступают три объема газов, а получаются два, т.е. число частиц газообразных веществ уменьшается, в системе растет упорядоченность;

3) $\Delta S^\circ_{298} < 0$ по той же причине, что и в случае 2;

4) вероятно, $\Delta S^\circ_{298} > 0$, так как усложнился состав молекул газа (H_2O вместо H_2), хотя результате реакции число молей и не изменилось (в том числе и газообразных веществ);

5) $\Delta S^\circ_{298} < 0$, так как ионы Ag^+ и Cl^- , находящиеся в растворе, переходят в осадок, т.е. в системе растет упорядоченность.

II. Выпишем из справочной таблицы значения S°_{298} соответствующих веществ и подпишем их под формулами в уравнениях 1 - 5:



$$\Delta S_5 = 96,11 - (72,63 + 56,63) = -33,15 \text{ Дж/град}$$

т.е. результаты вычисления ΔS°_{298} реакций подтвердили выводы, сделанные ранее.

Задача 2. Какие из реакций, перечисленных в задаче 1, протекают самопроизвольно при стандартных условиях?

Решение: Ответ на вопрос задачи дает вычисление изменения изобарно-изотермического потенциала или свободной энергии Гиббса (ΔG°_{298}) предложенных реакций. ΔG - функция состояния системы, и, следовательно,

$$\Sigma G^\circ = \Sigma \Delta G^\circ (\text{прод.}) - \Sigma \Delta G^\circ (\text{исх.}).$$

Выпишем из справочной таблицы значения ΔG°_{298} образования соединений и подпишем их под соответствующими формулами в уравнениях 1 - 5, вычислим ΔG°_{298} соответствующих реакций:

$$1) \Delta G_1 = 2 \cdot (-408,0) - 2 \cdot (-289,9) = -236,2 \text{ кДж}$$

$$2) \Delta G_2 = 2 \cdot 51,5 = 103 \text{ кДж}$$

$$3) \Delta G_3 = 129,7 - 3 \cdot 209,2 = -497,9 \text{ кДж}$$

$$4) \Delta G_4 = -228,8 - (-244,35) = 15,55 \text{ кДж}$$

$$5) \Delta G_5 = -155,44 - (83,89 - 184,3) = -55,03 \text{ кДж}$$

Полученные результаты говорят о том, что реакции 1, 3 и 5 могут протекать в стандартных условиях самопроизвольно до установления равновесия, а реакции 2 и 4 в этих условиях протекать в указанном направлении не могут.