

Задание:

1. Изучить примеры решения задач.
2. Решить письменно согласно списку:

Вариант 1: Банкетов, Бузин, Волнухина, Ермиличев, Захарова;
Краснощекова, Кузнецов, Медведева, Лынный; Мустафин;

Вариант 2: Неповиннова, Осипова, Пундикова, Санкевич, Сатин;
Сердягин, Токторов, Ханвалиева, Хорошев, Щербаков

3. Ответы отправить на эл. почту bandreeva68@mail.ru не позже 15.00 16.04.2020

Практическое занятие

Решение задач «Энергия Гиббса и Гельмгольца»

Энергия Гиббса

Наиболее полно химическое равновесие системы определяется по изменению энергии Гиббса или изобарно-изотермического потенциала.

Энергия Гиббса является функцией состояния системы и имеет размерность энергии (кДж). При постоянном давлении и температуре энергия Гиббса может служить признаком самопроизвольного процесса или наличия равновесия. Самопроизвольно происходят только процессы, ведущие к ее уменьшению, при равновесии она постоянна и минимальна по величине.

Изменение энергии Гиббса определяют как: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$,

$$\Delta H_{х.р.} = \sum n_{кон}(\Delta_f H^0_{298})_{кон} - \sum n_{нач}(\Delta_f H^0_{298})_{нач};$$

$$\Delta S_{х.р.} = \sum (nS^0_{298})_{кон} - \sum (nS^0_{298})_{нач}.$$

или

$$\Delta G_{х.р.} = \sum n_{кон}(\Delta_f G^0_{298})_{кон} - \sum n_{нач}(\Delta_f G^0_{298})_{нач};$$

$\Delta_f G^0_{298}$ – стандартная энергия Гиббса образования вещества, кДж/моль (приводятся справочниках физико-химических величин).

Если значение $\Delta G > 0$, то процесс термодинамически мало вероятен, причем, чем более положительно значение ΔG , тем менее вероятен этот процесс.

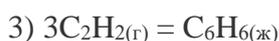
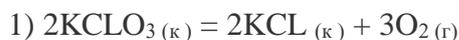
Если значение $\Delta G = 0$, то система находится в равновесии.

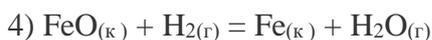
Если $\Delta G < 0$, то процесс термодинамически вероятен, причем, чем более отрицательно значение ΔG , тем более вероятен этот процесс.

Энергия Гельмгольца

Величина $F = U - TS$ является функцией состояния системы и носит название изохорно-изотермического потенциала или **энергии Гельмгольца** (размерность энергии (Дж)). При постоянном объеме и температуре энергия Гельмгольца может служить признаком наличия равновесия или самопроизвольности процессов. При равновесии она постоянна и минимальна по величине. Самопроизвольно могут протекать только процессы, которые приводят к ее убыли.

Задача. Какие из реакций:





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:

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

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

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

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

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

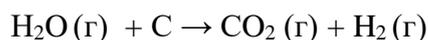
Полученные результаты говорят о том, что реакции 1, 3 и 5 могут протекать в стандартных условиях самопроизвольно до установления равновесия, а реакции 2 и 4 в этих условиях протекать в указанном направлении не могут.

Внимание: при решении задач необходимо учитывать коэффициенты в уравнениях реакций.

Задачи для самостоятельного решения

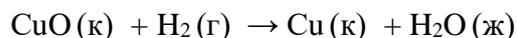
Вариант 1

1. Возможно самопроизвольное протекание реакции при стандартных условиях?



$$\Delta G^{\circ}_{298}, \text{кДж/моль} \quad -228,8 \quad 0 \quad -394,6 \quad 0$$

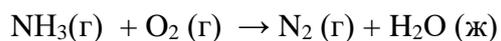
2. Можно восстановить оксид меди (II) водородом при стандартных условиях?



$$\Delta G^{\circ}_{298}, \text{кДж/моль} \quad -129,5 \quad 0 \quad 0 \quad -237,4$$

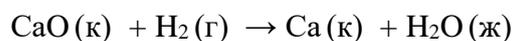
Вариант 2

1. Возможно самопроизвольное протекание реакции при стандартных условиях?



$$\Delta G^{\circ}_{298}, \text{кДж/моль} \quad -16,7 \quad 0 \quad 0 \quad -237,4$$

2. Можно восстановить оксид кальция водородом при стандартных условиях?



$$\Delta G^{\circ}_{298}, \text{кДж/моль} \quad -603,6 \quad 0 \quad 0 \quad -237,4$$