

## УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

### Химическая термодинамика

#### Задача 1

Рассчитать стандартную теплоту образования при 298 К органического соединения из простых веществ (см. табл.) с использованием стандартных теплот сгорания при 298 К; сравнить полученную величину со справочной.

*Таблица к задаче 1*

Вариант	Вещество	Вариант	Вещество
1	$C_{12}H_{22}O_{11(кр)}$ сахароза	12	$C_8H_{10(ж)}$ <i>n</i> -ксилол
2	$CH_4N_2O_{(кр)}$ мочеви́на	13	$C_{10}H_8(кр)$ нафталин
3	$C_3H_6(г)$ пропен	14	$C_2H_4O_2(ж)$ уксусная кислота
4	$C_6H_5NO_2(ж)$ нитробензол	15	$CH_4O(ж)$ метанол
5	$C_7H_8(ж)$ толуол	16	$C_2H_2(г)$ ацетилен
6	$C_4H_{10(г)}$ изобутан	17	$C_2H_4(г)$ этилен
7	$C_5H_{12(г)}$ пентан	18	$C_2H_4O(г)$ ацетальдегид
8	$C_2H_6(г)$ этан	19	$C_3H_8(г)$ пропан
9	$C_6H_6(г)$ бензол	20	$C_4H_{10(г)}$ бутан
10	$C_6H_6(ж)$ бензол	21	$C_7H_8(г)$ толуол
11	$C_7H_6O_2(кр)$ бензойная кислота	22	$CH_2O_2(ж)$ муравьиная кислота

*Примечания:*

- кр – кристаллическое вещество; ж – жидкость; г – газ;

- для  $C_5H_{12(г)}$  (пентан)  $\Delta H_{f,298,C_5H_{12(г)}} = -146,44$  кДж / моль ;

- для  $C_3H_6(г)$  (пропен)  $\Delta H_{сг,298,C_3H_6(г)}^0 = -2058,53$  кДж / моль ;

- для  $C_3H_8(г)$  (пропан)  $\Delta H_{сг,298,C_3H_8(г)}^0 = -2220,03$  кДж / моль .

**Задача 2.**

1. При температуре  $T$  рассчитать по уравнению Кирхгофа с использованием истинных и средних изобарных теплоемкостей тепловой эффект реакции и изменение энтропии в результате протекания реакции (см. табл.).

2. При температуре  $T$  и общем давлении  $p$  (см. табл.) рассчитать энтропийным методом константу равновесия реакции  $K_p$  и состав равновесной смеси, если количества веществ в исходной смеси (в моль) равны их стехиометрическим коэффициентам в уравнении реакции.

3. Объяснить, в какую сторону смещается равновесие рассматриваемой реакции:

- а) при повышении температуры;
- б) при повышении давления.

*Указание.* При вычислении энергии Гиббса применять значения теплового эффекта реакции и изменения энтропии реакции, полученные с использованием средних теплоемкостей.

Таблица к задачам 2 и 3

Вариант	$T$ , К	$p \cdot 10^{-5}$ , Па	Уравнение реакции
1	900	1,013	$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO^*$
2	600	10,13	$C_2H_4 + H_2O \rightleftharpoons C_2H_5OH^*$
3	700	1,013	$FeO_{(кр)}^* + H_2 \rightleftharpoons Fe_{(кр)} + H_2O$
4	800	5,065	$Fe_3O_{4(кр)} + H_2 \rightleftharpoons 3FeO_{(кр)} + H_2O^*$
5	1000	1,013	$Fe_2O_{3(кр)}^* + H_2 \rightleftharpoons 2FeO_{(кр)} + H_2O$
6	800	40,52	$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3^*$
7	900	1,013	$CO^* + H_2 \rightleftharpoons C_{(графит)} + H_2O$
8	1000	1,013	$CO + H_2O^* \rightleftharpoons CO_2 + H_2$
9	700	4,052	$Fe_2O_{3(кр)} + 3CO \rightleftharpoons 2Fe_{(кр)} + 3CO_2^*$
10	1000	1,013	$H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons 2HCl^*$

Окончание табл. к задачам 2 и 3

Вариант	$T, \text{K}$	$p \cdot 10^{-5}, \text{Па}$	Уравнение реакции
11	1000	2,026	$2\text{H}_2 + \text{O}_2^* \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$
12	500	0,101	$2\text{H}_2 + \text{S}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{S}^*$
13	500	40,52	$\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_2^*$
14	500	1,013	$\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{HBr}^*$
15	900	4,052	$\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2^*$
16	1000	40,52	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3^*$
17	700	1,013	$\text{N}_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCN}^*$
18	500	10,13	$\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}^*$
19	1000	1,013	$\text{C}_2\text{H}_6^* \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$
20	1000	0,507	$\text{C}_{(\text{графит})} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}^*$
21	800	2,026	$\text{CH}_4^* + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO} + 3\text{H}_2$
22	600	3,039	$\text{HCOOH}^* \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$
23	900	1,013	$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2^* + 2\text{H}_2\text{O}$
24	800	1,013	$\text{C}_2\text{H}_4^* + 3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
25	600	1,013	$\text{SO}_2^* + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

*Примечание.* Все вещества, для которых агрегатное состояние не указано, находятся в газообразном состоянии.

### **Задача 3**

С помощью интерполяционного уравнения рассчитать значение истинной изобарной теплоемкости  $C_p^0$  вещества, отмеченного звездочкой (см. табл.), при температурах  $T$  и  $(T + 300)/2$ . Для интервала температур от 298 К до  $T$  по-

строить график зависимости  $C_p^0 = f(T)$  и показать на нем значение средней теплоемкости  $\bar{C}_{p, 298-T}$ .

*Указание.* Значения  $C_{p, 298}^0$  и  $\bar{C}_{p, 298-T}$  приведены в Справочнике.