303

Используя термодинамические характеристики, оценить, обратимы ли при стандартных условиях реакции: $Г_2 + H_2 = 2\ НГ$ (Г = F, Cl, Br, I).

Решение:

Чтобы определить обратима ли реакция при стандартных условиях надо рассчитать изменение стандартной энергии Гиббса. Значения ΔG°_{298} в интервале от – 40 кДж до 40 кДж соответствуют обратимым процессам.

Вычислим ΔG°_{298} предложенных реакций:

а) $F_{2\,(г)} + H_{2(г)} \longrightarrow 2\ HF_{(г)}$

$\Delta G^{\circ}_{f,298}$: 0 0 – 272,8 (кДж/моль)

$\Delta G^{\circ}_{298} = 2 \cdot \Delta G^{\circ}_{f,298}(HF_{(г)}) - (\Delta G^{\circ}_{f,298}(F_{2\,(г)}) + \Delta G^{\circ}_{f,298}(H_{2(г)})) = 2 \cdot (-272{,}8) - (0 + 0) = -545{,}6$ (кДж);

б) $Cl_{2\,(г)} + H_{2(г)} \longrightarrow 2\ HCl_{(г)}$

$\Delta G^{\circ}_{f,298}$: 0 0 – 94,79 (кДж/моль)

$\Delta G^{\circ}_{298} = 2 \cdot \Delta G^{\circ}_{f,298}(HCl_{(г)}) - (\Delta G^{\circ}_{f,298}(Cl_{2\,(г)}) + \Delta G^{\circ}_{f,298}(H_{2(г)})) = 2 \cdot (-94{,}79) - (0 + 0) = -189{,}58$ (кДж);

в) $Br_{2\,(г)} + H_{2(г)} \longrightarrow 2\ HBr_{(г)}$

$\Delta G^{\circ}_{f,298}$: 0 0 – 51,2 (кДж/моль)

$\Delta G^{\circ}_{298} = 2 \cdot \Delta G^{\circ}_{f,298}(HBr_{(г)}) - (\Delta G^{\circ}_{f,298}(Br_{2\,(г)}) + \Delta G^{\circ}_{f,298}(H_{2(г)})) = 2 \cdot (-51{,}2) - (0 + 0) = -102{,}4$ (кДж);

г) $I_{2\,(г)} + H_{2(г)} \longrightarrow 2\ HI_{(г)}$

$\Delta G^{\circ}_{f,298}$: 0 0 1,78 (кДж/моль)

$\Delta G^{\circ}_{298} = 2 \cdot \Delta G^{\circ}_{f,298}(HI_{(г)}) - (\Delta G^{\circ}_{f,298}(I_{2\,(г)}) + \Delta G^{\circ}_{f,298}(H_{2(г)})) = 2 \cdot 1{,}78 - (0 + 0) = 3{,}56$ (кДж).

Видно, что в интервал (– 40 ÷ 40) кДж попадает значение ΔG°_{298} реакции «г», следовательно, реакция $I_{2\,(г)} + H_{2(г)} \rightleftarrows 2\ HI_{(г)}$ при стандартных условиях обратима.