

高等学校化学におけるアルカリ土類
金属と塩化水素や水との反応：
標準反応ギブズエネルギーに着目して

日本化学会第106春季年会

日時：2026年3月19日，9:20-11:30

A1453-3am-01

会場：日本大学理工学部船橋キャンパス

○中川 徹夫

(神戸女学院大学生命環境学部)

アルカリ土類金属と 水素イオンの反応 2



M(s) : アルカリ土類金属 (固体)

M = Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Ra

H⁺(aq) : 水素イオン(水溶液中)

M²⁺(aq) : アルカリ土類金属イオン(水溶液中)

アルカリ土類金属と 水の反応 3



M(s) : アルカリ土類金属 (固体)

M = Be、Mg、Ca、Sr、Ba、Ra

M²⁺(aq) : アルカリ土類金属イオン(水溶液中)

OH⁻(aq) : 水酸化物イオン(水溶液中)

M(OH)₂(s) : アルカリ土類金属水酸化物(固体)

化学反応とエネルギー 1

標準状態(298.15 K、 10^5 Pa)における
各物質の

標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\circ$

標準生成ギブズエネルギー $\Delta_f G^\circ$

標準エンエントロピー S° より、

各化学反応の

標準反応エンタルピー (エンタルピー変化) ΔH°

標準反応ギブズエネルギー

(ギブズエネルギー変化) ΔG°

標準反応エンエントロピー (エンエントロピー変化) ΔS°

を算出。

化学反応とエネルギー 2

ΔH° 、 ΔG° 、 ΔS° の算出方法

$$\Delta H^\circ = \sum v_i \Delta_f H_i^\circ - \sum v_j \Delta_f H_j^\circ$$

$$\Delta G^\circ = \sum v_i \Delta_f G_i^\circ - \sum v_j \Delta_f G_j^\circ$$

$$\Delta S^\circ = \sum v_i S_i^\circ - \sum v_j S_j^\circ$$

$\Delta_f H^\circ$: 標準生成エンタルピー,

$\Delta_f G^\circ$: 標準生成ギブズエネルギー

S° : 標準エントロピー

v : 化学反応式における各成分の係数

i, j : それぞれ生成系および反応系の構成成分

化学反応とエネルギー 3

一般に $\Delta G \neq \Delta G^\circ$

→ ΔG の算出は困難。混合に伴い ΔG は減少

異性化反応 $A \rightleftharpoons B$

$\Delta G^\circ \leq -30 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ → ほぼ完全に進行する

$\Delta G^\circ \geq 30 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ → ほとんど進行しない

(Keelerら 2014)

計算結果 1

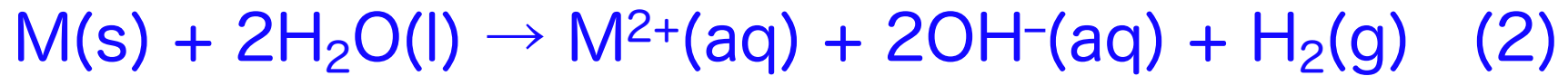
M(s)とH⁺(aq)の反応



	$\Delta H^\circ/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta G^\circ/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta S^\circ/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Be(s)/H ⁺ (aq)	-382.8	-379.7	-8.5
Mg(s)/H ⁺ (aq)	-466.9	-454.8	-40.1
Ca(s)/H ⁺ (aq)	-542.8	-553.6	36.0
Sr(s)/H ⁺ (aq)	-545.8	-559.5	43.1
Ba(s)/H ⁺ (aq)	-537.6	-560.8	77.8
Ra(s)/H ⁺ (aq)	-527.6	-561.5	113.7

計算結果 2

M(s)とH₂O(l)の反応



	$\Delta H^\circ/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta G^\circ/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta S^\circ/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Be(s)/H ₂ O(l)	-271.2	-219.9	-170.1
Mg(s)/H ₂ O(l)	-355.3	-295.0	-201.7
Ca(s)/H ₂ O(l)	-431.2	-393.8	-125.6
Sr(s)/H ₂ O(l)	-434.2	-399.7	-118.5
Ba(s)/H ₂ O(l)	-426.0	-401.0	-83.8
Ra(s)/H ₂ O(l)	-416.0	-401.7	-47.9

計算結果 3

M(s)とH₂O(l)の反応



	$\Delta H^\circ/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta G^\circ/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\Delta S^\circ/\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
Be(s)/H ₂ O(l)	-330.9	-340.8	26.7
Mg(s)/H ₂ O(l)	-352.9	-359.3	21.2
Ca(s)/H ₂ O(l)	-413.6	-423.3	32.5
Sr(s)/H ₂ O(l)	-392.3	-401.4	30.7
Ba(s)/H ₂ O(l)	-373.1	-383.6	35.3
Ra(s)/H ₂ O(l)	-368.1	-377.9	30.3