

問題 23. 水性ガスの燃焼

水性ガスとは水素と一酸化炭素を 1:1 (物質質量比) で混合したものである。水性ガスを完全燃焼させるためには、空気 (酸素 21%, 窒素 79%) から反応に要する 2 倍の量の酸素を供給する必要がある。298 K において、反応に関わる化学種の熱力学的データは以下の通りである。

	H ₂ O(g)	CO(g)	N ₂ (g)	O ₂ (g)	CO ₂ (g)
$\Delta_f H_m^\ominus$ (298K) (kJ mol ⁻¹)	-241.83	-110.52			-393.51
$\Delta_f G_m^\ominus$ (298K) (kJ mol ⁻¹)		-137.27			-394.38
$C_{p,m}^\ominus$ (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	33.58	29.14	29.12	29.36	37.13

Assume that $C_{p,m}^\ominus$ does not change with temperature.

$C_{p,m}^\ominus$ は温度に依存しないとしてよい。

23-1 反応開始時の温度が 298 K のとき、系が達する最高温度を計算せよ。ただし、圧力は 10⁵ Pa で一定に保たれ、反応は断熱条件下で起こるものとする。

23-2 エンタルピーとエントロピーの温度依存性は以下の式に従う。

$$\Delta_r H_m^\ominus(T_2) = \Delta_r H_m^\ominus(T_1) + \Delta_r C_p^\ominus (T_2 - T_1)$$

$$\Delta_r S_m^\ominus(T_2) = \Delta_r S_m^\ominus(T_1) + \Delta_r C_p^\ominus \ln \frac{T_2}{T_1}$$

310 K での反応 $\text{CO(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ の $\Delta_r G_m^\ominus$ の値を計算せよ。