

1 以下の問いに答えよ。

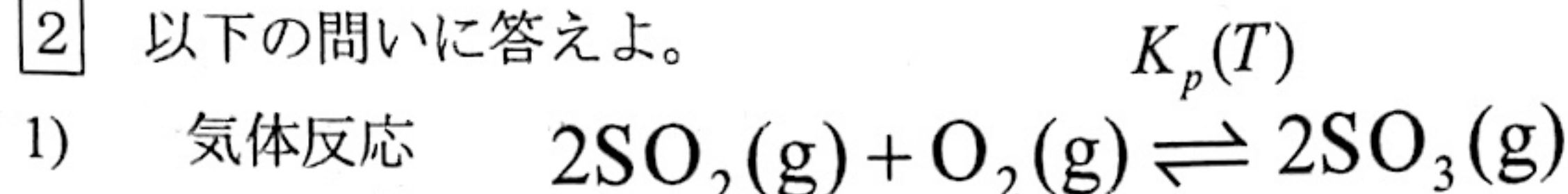
1) $\left(\frac{\partial C_p}{\partial p}\right)_T = -T \left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2}\right)_p$ を示せ。

$$dG = -SdT + Vdp$$

$$dA = -SdT - pdv$$

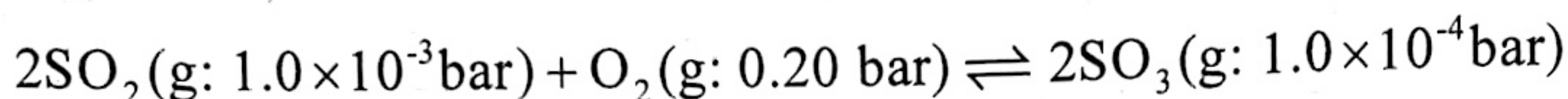
2) 完全気体において、内圧 $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = 0$ であること、熱力学関係式を用いて導け。

2 以下の問いに答えよ。



の平衡定数は 960 K で $K_p = 10$ である。この温度で以下に示すように、1) それぞれ括弧の中の圧力だけ存在するとき $\Delta_r G$ を求め、2) 反応が自発的に進行する方向を理由とともに示せ。

ここで $\ln 2 = 0.70$ 、 $\ln 5 = 1.6$ および標準圧力 $p^\ominus = 1 \text{ bar}$ とする。



2) 図 1 は、600°C から 900°C における水素と二酸化炭素が一酸化炭素と水になる気相反応の平衡定数の測定値を示す。この図から温度 T における 1) 反応の標準ギブズエネルギー変化

$\Delta_r G^\ominus$ 、2) 標準エンタルピー変化 $\Delta_r H^\ominus$ 、3) 標準

エンタルピー変化 $\Delta_r S^\ominus$ を求める方法を、適切な

な式を記述しながら説明せよ。ただし、具体的な数値計算は必要ない。

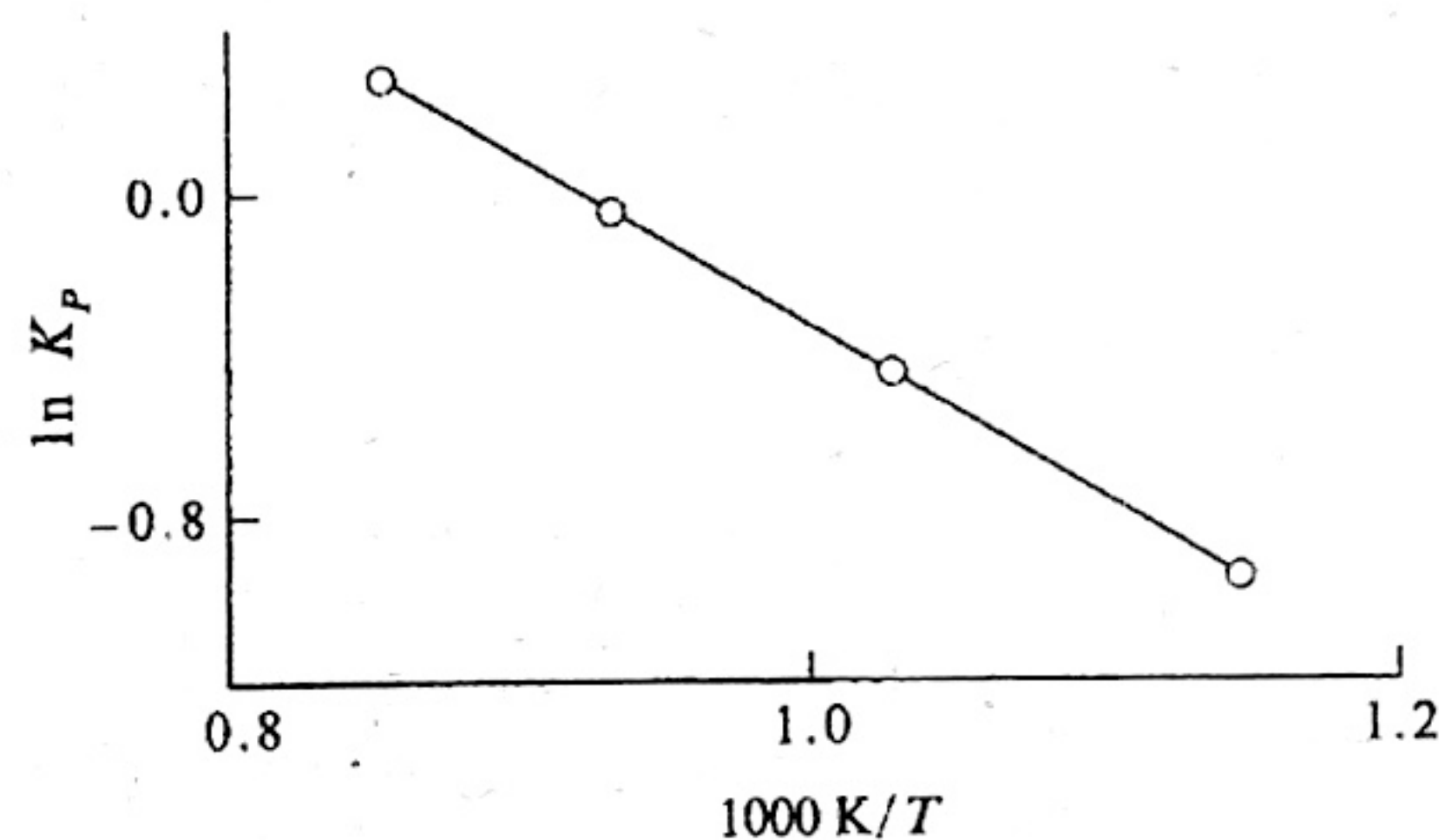


図 1 600°C から 900°C までの範囲における反応 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ の $\ln K_p(T)$ の $1/T$ に対するプロット。丸は実験データ。

3 以下の問いに答えよ。

1) 一定圧力下において低温から温度を上げていくと、固体が融解し液体となり、さらに沸騰して気体となる。これら 2 つの相変化に伴い、ギブスの自由エネルギー変化 ΔG 、エンタルピー変化 ΔH とエンタルピー変化 ΔS がどのように変化するか、横軸を温度 T として、それぞれ図示せよ。ただし、融解における変化と蒸発における変化の程度の違いについて説明し、はっきり分かるように図示せよ。