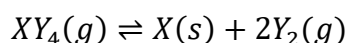


問題 20. 地球に似た惑星への旅

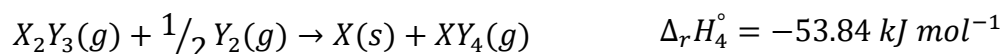
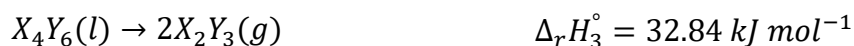
将来、人類は、地球上の生命に必要な資源を全て使い果たす可能性が高く、すると地球に似た別の惑星に移住する必要があるだろう。仮に、標準大気圧が 2 bar、標準濃度が 1 mol dm^{-3} で、全ての種類の気体が理想気体としてふるまうような惑星に暮らし始めたとしよう。この惑星上で、あなたは下記の反応の平衡条件を決定しなければならぬ:



$$\Delta_r S^\circ = 80 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ at } 298 \text{ K}$$

$$\Delta_r S^\circ = 80 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \text{ (298 K)}$$

20.1. 下記の情報を使って、298 K における標準反応エンタルピーを計算せよ。



20.2. 298 K における $\Delta_r G^\circ$ を計算せよ。

20.3. 298 K における K° を計算せよ。

20.4. $\Delta_r H^\circ$ は温度に依存しないと仮定する。50 °C における K を求めよ。

20.5. 全圧が 0.2 bar のとき、298 K における XY_4 の解離度を計算せよ。

20.6. 生成物をより多量に得るためには、次のうちどれを増加させるべきか答えよ。(どちらも選ぶ場合は、両方ともに×印を付けよ。)

<input type="checkbox"/>	圧力
<input type="checkbox"/>	反応槽の温度

さらに将来、地球の気候は非常に不安定になるだろう。前触れもなしに地表の温度の上昇や降下が発生する可能性がある。さて、地球の気候が大変に不安定となった時代へ時を超えたとしてみよう。この時代でのあなたの責務は、全ての生命の源であり、最も重要な物質である水の相変化における熱力学を観察することだ。今、地表の温度が突然 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ まで落ち込んだと仮定しよう。

1 bar の圧力下で 1 mol の液体の水が $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ に過冷却されており、その後同じ温度で氷に相転移したとしよう。(ただし、外界の温度は $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ で一定である)

水については下記の値を参照し、問に答えよ。

$0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、1 bar における氷の融解熱($\Delta_{\text{m}}H^{\circ}$) は 6020 J mol^{-1} である。

$$C_{p,m}(\text{H}_2\text{O}(s)) = 37.7\text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$C_{p,m}(\text{H}_2\text{O}(l)) = 75.3\text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

過冷却された液体の水が、 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ において氷になる間の変化について考えよう：

20.7. 系全体のエントロピー変化を計算せよ。

20.8. 外界全体のエントロピー変化を計算せよ。

20.9. 系と外界を合わせた、宇宙全体のエントロピー変化を計算せよ。

$$\Delta S = C_p \ln \frac{T_{\text{final}}}{T_{\text{initial}}} \text{ and } \Delta S = -\frac{q_{\text{transition}}}{T}$$

ただし、 $\Delta S = C_p \ln \frac{T_{\text{後}}}{T_{\text{前}}}$ かつ $\Delta S = -\frac{q_{\text{遷移}}}{T}$ である。