

| | | |
|----------------|--------------|---------------------|
| 科目名 化学熱力学 B | 教員名 若杉 桂輔 | 9月1日 4限 試験時間 90分 |
| 指定クラス | 解答用紙 両面1枚 | 計算用紙 0枚 |
| | | 持ち込み 無し |

I. 次の語句を簡単に説明せよ。

- (1) 熱力学第一法則、(2) 熱力学第二法則、(3) 熱力学第三法則
(4) ルシャトリエの原理、(5) クラウジウス-クラペイロンの式

II. (1) 以下の Maxwell の関係式を導け。

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_s = -\left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_v, \quad \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_s = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P, \quad \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_v, \quad \left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

(2) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_v - P$ を証明せよ。

(3) n モルの理想気体を温度 T で体積 V_i から V_f まで等温可逆膨張させた場合の内部エネルギー変化 ΔU 、エンタルピー変化 ΔH 、エントロピー変化 ΔS 、ギブズエネルギー変化 ΔG を求めよ。

(4) n モルのファンデルワールスの状態方程式 $\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$ に従う気体を考える。温度 T で体積 V_i から V_f まで等温可逆膨張する場合の内部エネルギー変化 ΔU 、熱量 q 、仕事 w 、エントロピー変化 ΔS を求めよ。

(5) 理想気体を断熱可逆膨張させた場合、 $TV^{\gamma} = \text{一定}$ が成り立つことを示せ。但し、 $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ とする。

III. 以下の問いに答えよ。但し、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ の標準生成エンタルピーはそれぞれ -241.8 、 $-285.8 \text{ kJmol}^{-1}$ である。また、 $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ の標準エントロピーはそれぞれ 130.6 、 205.0 、 188.7 、 $69.9 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ 、定圧モル熱容量は 28.8 、 29.4 、 33.6 、 $75.3 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ である。

- (1) 100°C における水の蒸発熱を求めよ。但し、定圧モル熱容量は温度に関係なく一定と仮定せよ。
(2) 沸点 100°C における水の蒸発に伴うギブズエネルギー変化 ΔG 、エントロピー変化 ΔS を求めよ。
(3) $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ の標準生成ギブズエネルギー ΔG 、標準生成エントロピー変化 ΔS を求めよ。
(4) $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ と $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ の標準生成ギブズエネルギーの差が $x \text{ kJmol}^{-1}$ であるとする。 25°C における水の蒸気圧を求めよ。

IV. 温度 T 、全圧 P のもと $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ を解離させ $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g})$ が平衡に至った時、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ の解離度が α であるとする。標準平衡定数 K および標準ギブズエネルギー変化 ΔG° を α を使って表せ。

注意：以下のことを怠った場合には、不正行為として取り扱われることがある。

- 試験中は、本人確認のため、常に学生証を机の上に置いて受験すること。
- 机の上には、学生証の他、筆記用具、時計、教員から特に認められた物以外は置かないこと。
- これ以外の物を見えることのないよう鞆等に収納した上で、机の中、畳の椅子または床の上に置くこと。
- 携帯電話等は必ず電源を切って鞆等にしまうこと。携帯電話等を時計や電卓の代わりに使用してはならない。