

科目	プロセス系-1-A
----	-----------

受験番号 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

--

科目	プロセス系-1-A
----	-----------

※解答は、点線より下に記入すること。

--

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題 物質 $n$ の理想気体のエントロピー変化に関する以下の問いに答えよ。気体定数を $R$ とし、定容（定積）比熱を $C_V$ 、定圧比熱を $C_P$ とし定数とする。式の導出においては以下の内部エネルギーの式を基にすること。

$$dU = -PdV + TdS$$

$$dU = \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T dV + \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V dT$$

(1) 温度 $T$ が一定で体積が $V_1$ から $V_2$ に変化する場合のエントロピー変化 $\Delta S$ を導出せよ。なお、 $(\partial U/\partial V)_T = 0$ としてよい。

(2) 次に体積 $V$ が一定で、温度が $T_1$ から $T_2$ に変化する場合のエントロピー変化 $\Delta S$ を導出せよ。

(3) 圧力 $P$ が一定で、温度が $T_1$ から $T_2$ に変化する場合のエントロピー変化 $\Delta S$ を導出せよ。なお、 $H = U + PV$ の関係を使ってよい。

(4) 大気中で 290 K の水 1 mol が 300 K に変化する場合のエントロピー変化 $\Delta S$ を計算せよ。ただし、定容比熱は 70 J/(K・mol)、定圧比熱は 80 J/(K・mol)とし、温度依存性は無いものとする。対数の計算はしなくてよい。

科目	プロセス系-1-B
----	-----------

受験番号 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

--

科目	プロセス系-1-B
----	-----------

--

※解答は、点線より下に記入すること。

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題 金属の凝固に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 熔融金属が平衡凝固温度になった時、熔融金属中にエンブリオが形成する。エンブリオを半径 $r$ の球とした場合の、エンブリオの成長に伴う系の自由エネルギー変化を $\Delta G$ とする。エンブリオが安定核の臨界サイズ $r^*$ に達した際の極大値 $\Delta G_{max}$ を求めよ。なお、単位体積の液体金属が固体になる際に減少する体積自由エネルギーを $\Delta G_V$ 、エンブリオの単位面積あたりの表面エネルギーを $\sigma_s$ とする。

- (2) 体積自由エネルギーと系のエンタルピー及びエントロピー変化の間には次の関係がある。

$$\Delta G_V = \Delta H - T\Delta S$$

平衡凝固温度 $T_s$ においては、 $\Delta G_V = 0$ である。以上の関係から、 $\Delta G_V$ と過冷度( $T_s - T$ )の関係を式で示せ。

- (3)  $\Delta G_{max}$ と過冷度( $T_s - T$ )の関係を上の問題の解答から導出し、その関係からエンブリオの成長しやすい条件を述べよ。

科目	プロセス系-2-A
----	-----------

受験番号 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

--

科目	プロセス系-2-A
----	-----------

--

※解答は、点線より下に記入すること。

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題 物質 A が B に転化する反応  $A \rightarrow B$  が自触媒反応であり、A および B の濃度の 1 次反応として表せるとき、以下の問いに答えよ。ただし、A の濃度を  $[A]$ 、B の濃度を  $[B]$ 、時間を  $t$ 、反応速度を  $r$ 、反応速度定数を  $k$ 、A の初期濃度を  $a$ 、B の初期濃度を  $b$  とし、 $a$  より  $b$  は低いものとする。

- (1) 反応速度  $r$  を濃度  $[A]$  および  $[B]$  の関数として示せ。
- (2) 反応による B の初期からの濃度増加を  $x$  として、 $x$  についての微分方程式を示せ。
- (3) 反応速度  $r$  が最高になる濃度  $[A]$  を求めよ。
- (4) 濃度  $[A]$  を時間  $t$  の関数として示せ。

科目	プロセス系-2-B
----	-----------

受験番号 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

--

科目	プロセス系-2-B
----	-----------

--

※解答は、点線より下に記入すること。

(注：この用紙の問題への解答はこの面のみとし、裏面にはしないこと。)

問題 水溶液中での  $AB = A^+ + B^-$  の電離平衡について以下の問いに答えよ。

- (1) 濃度  $[A^+]$ ,  $[B^-]$ ,  $[AB]$  を用いて平衡定数  $K$  を表せ。
- (2) 添加した電解質  $AB$  の濃度が  $c$  のとき、電離度  $\alpha$  と  $c$  を用いて平衡定数  $K$  を表せ。
- (3) 濃度  $c$  をゼロに近づけた場合に電離度  $\alpha$  はどのようなようになるか説明せよ。
- (4) 濃度  $c$  が高い場合に電離度  $\alpha$  はどのようなようになるか説明せよ。
- (5) 無限希釈におけるモル電気伝導度  $\Lambda^\infty$  に対するある濃度におけるモル電気伝導度  $\Lambda$  の比が、電離度  $\alpha$  として近似できるとき、 $\Lambda^\infty$ ,  $\Lambda$  と  $c$  を用いて平衡定数  $K$  を表せ。