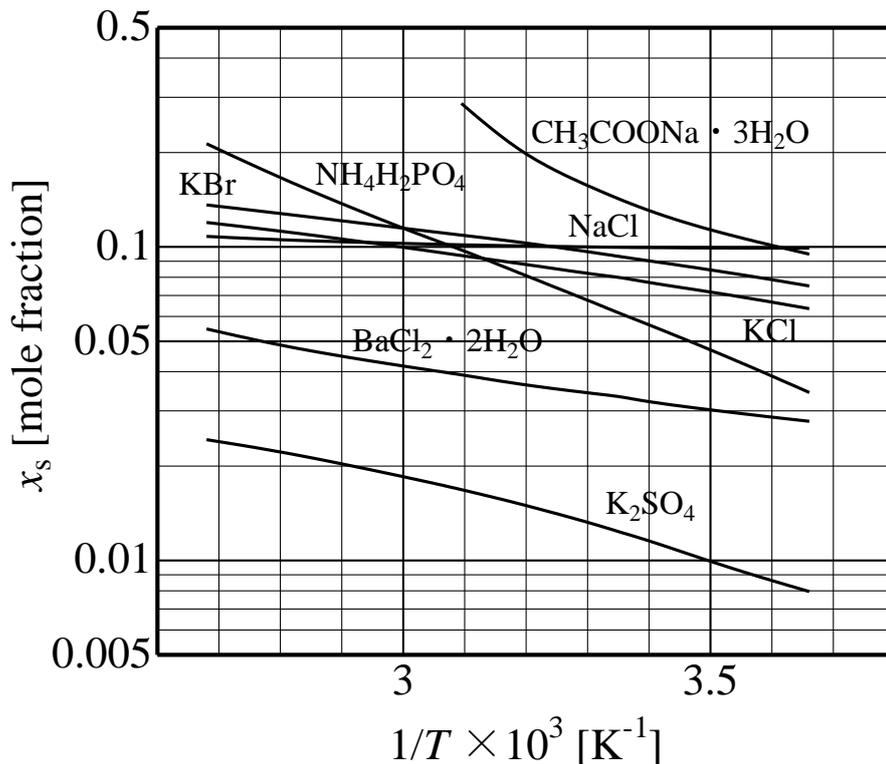


## 化学システム工学実験 III 中間試験

### [1] 溶解度の測定（基礎編）

下に示す溶解度曲線の中から  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  の  $0^\circ\text{C}$  と  $50^\circ\text{C}$  における溶解度を読み取り、理想溶液を仮定してこの物質の溶解熱  $\Delta H_{sat}$  [kJ/mol] を求める考え方を説明し、算出なさい。必要なら、気体定数の値が SI 単位では、8.314 であることを利用しなさい。



### [2] 均一一次反応

- (1) 膨張計を用いて、転化反応中の塩酸濃度  $0.389 \text{ mol/l}$  のショ糖と塩酸の混合溶液体積の時間変化を  $25.0^\circ\text{C}$  のもとで測定したところ、次表のような結果が得られ、この反応が一次であることが検証された。時間 10 分と 50 分のデータから、反応速度定数  $k$  を算出し、その値を用いて酸触媒係数  $k_H$  を求めよ。また、同じ条件で塩酸濃度のみ、 $0.190 \text{ mol/l}$  の場合の反応速度定数を推算せよ。なお答は適切な有効数字で示し、単位をつけよ。

表 毛細管の目盛りの読みの時間変化

時間 $t$ (min)	0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	1440
毛細管内の液面の目盛りの読み $m$ (mm)	12.1	23.2	30.8	38.6	46.1	52.4	58.8	166.5

注. 目盛りは上端がゼロで下に向かって増えるようにふられている。

- (2) 今回のような、膨張計を用いた一次反応速度定数  $k$  の測定において、次のうち操作ミスで  $k$  が求まらないことが明白なものが 1 つある。それはどれで、どういう理由によるものか簡単に答えよ。
- 反応中の毛細管内の液面の目盛りの読み  $m$  の変化を 80 分間測定している間は膨張計内の反応混液からの気泡の発生が無かったが、翌日測定しようとしたら明らかに膨張計内に細かい気泡がたまっていて、一次反応なら直線になるべきプロットが直線状に並ばなかった。
  - 反応混液の濃度調整を間違えて、80 分間  $m$  が測定できたが、翌日  $m_{\infty}$  が読めないところまで溶液体積が減ってしまった。
  - $m_{\infty}$  の測定をしようとしたら、恒温槽の温度が、前日より  $1^{\circ}\text{C}$  上がっていた。
  - シヨ糖溶液と塩酸を混ぜて、気泡を抜くために 1~2 分間煮沸した。
  - $m_{\infty}$  の測定をしようとしたら、液面がちょうど隠れて読めない位置にあった。
  - $m$  の経時変化測定中に、恒温槽の温度が変動してしまって、 $0.2^{\circ}\text{C}$  高い測定点が数点あった。
  - 毛細管に流動パラフィンを載せてからすぐではなく、8 分後に目盛りを読み始めた。
  - 時間ゼロ近傍の反応混液温度が恒温槽温度に達していないまま、 $m$  の測定を開始した。
  - 2 日目に毛細管内の液面の目盛りの読みを測定したが、まだ  $m_{\infty}$  に達していなく、液面は下がり続けていた。

### [3] 電池の作製とその応用 (基礎編)

次の問に答えよ。

- Daniell 電池の正極 (カソード) 表面で起きている反応を示せ。
- 亜鉛イオン濃度  $C_{\text{Zn}^{2+}}$  と銅イオン濃度  $C_{\text{Cu}^{2+}}$  を用いた Nernst 式を示せ。
- Daniell 電池を使って Nernst 式の成立を検証するために使ったグラフの概略を示せ。ただし、縦軸と横軸の説明は明記しておくこと。
- 「電池の作製とその応用 (基礎編)」では、君たちが主体的に実験手順を決めながら目的を達成させる問題解決能力 (デザイン能力) が問われた。実験で工夫した項目を 2 行程度で述べよ。

### [4] 粒度分布

- 密度  $2.0 \text{ g/cm}^3$ 、直径  $10 \mu\text{m}$  の球形粒子が、粘度  $1.0 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、密度  $1.0 \text{ g/cm}^3$  の水中を、 $0.5 \text{ m}$  沈降するのに要する時間を求めよ。
- 密度が(1)で計算した粒子の 1.5 倍である粒子が、水中を  $1.0 \text{ m}$  沈降するのに要する時間は、(1)で計算した時間と等しかった。この粒子の直径を求めよ。
- 比重計法で求めた粒度分布は、画像法で求めた個数基準、重量基準の粒度分布のどちらと一致すべきであるか。理由とともに答えよ。

## [5] WEB 学習

- (1) 次に示す①、②、③と④に適切な語句を入れよ。

熱伝導率は、物質の温度に依存する。温度が常温より高くなるにつれて銅の熱伝導率は (①) し、エチルアルコールの熱伝導率は (②) し、酸素の熱伝導率は (③) し、断熱レンガ (B1) の熱伝導率は (④) する。

- (2) 炉壁の厚さは 100 mm で炉面の大きさは高さ 5 m、幅 3 m の大きさの炉壁が有る。壁材は金属でその熱伝導率は  $50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  です。炉の内壁面の温度は 400 K、外壁面は 300 K です。この炉壁を流れる定常伝導伝熱速度を求めよ。

次に壁材を熱伝導率が  $1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  の断熱材に変えた場合の伝導伝熱速度を求めよ。この場合両側の温度や炉壁の寸法は、金属の場合と同じとする。

- (3) 蒸留塔において原料の熱的状态を示すのに  $q$  値を用いるが、 $q$  の定義を述べよ。また  $q$  線の傾きが  $0 < q < 1$  の場合、原料はどのような状態であるか説明せよ。

- (4) Heavy key component (高沸限界成分) とは何を意味するのか答えよ。

- (5) 右図に示す蒸留塔において、点線で囲まれた範囲での入熱 ( $Q_{IN}$ ) = 出熱 ( $Q_{OUT}$ ) の式を図中の記号で表せ。

