
 化学システム工学実験 III 確認試験

[1] 反応熱の測定

マグネシウム 0.0320 g と 2M 塩酸 5 ml を反応させ、反応熱を測定した。次の問に答えよ。なお、マグネシウムの原子量は、24.3 とする。また、なお解答にあたっては、詳しい導出式を書いて、結果を導いても構わないが、「〇〇は〇〇に比例するため」、または、「反比例するため」という理由を記して、計算してよい（数値を代入した計算式は書くこと）。

- (1) 氷熱量計で反応熱を測定した際、氷が融解して水が生じたときの体積変化 ΔV_m が 0.154 ml であり、この値を用いて計算した反応熱 ΔH は -432 kJ/mol であった。この計算は正しいものとする。その後、グラフをよく見て直線を引き直すと、 $\Delta V_m = 0.169 \text{ ml}$ と読み取られた。この値を用いて反応熱 ΔH を計算し直せ。
- (2) 実験 2 日目のタイプの熱量計で、マグネシウムを反応させた時の水温上昇に対応する熱起電力の上昇は、 0.015 mV であった。次に、ヒーターに通電して、 0.92 kJ エネルギーを与えた時の熱起電力の上昇が、 0.022 mV であった。これらの値より、反応熱 ΔH を計算せよ。
- (3) 実験 2 日目の熱量計について、機器類の結線図を描け。なお、結線先の機器や部品（ヒーターなど）の名称を必ず書くこと。

[2] 電池の作成とその高品質化

次の問に答えよ。

- (1) 硫酸銅水溶液濃度（銅イオン濃度）を $\text{Cu}^{2+} [\text{mol/l}]$ 、硫酸亜鉛水溶液濃度（亜鉛イオン濃度）を $\text{Zn}^{2+} [\text{mol/l}]$ としたとき、Nernst の式を記述せよ。ただし、別途必要な定数や変数がある場合には、適宜定義して用いよ。
- (2) 25 ml のメスフラスコを用いて $0.1 [\text{mol/l}]$ の硫酸亜鉛水溶液を作りたい。硫酸亜鉛七水和物を何グラム秤量すれば良いかを計算せよ。
- (3) 各自定めた電池の品質を 1 つ明記し、その品質向上のために何を行ったかを簡潔に記せ。

[3] 吸着平衡

3 種類の濃度のシュウ酸水溶液 A, B および C を 50 ml 調製し、それぞれの溶液に対して活性炭を 0.350 g 入れ、十分に攪拌した後一昼夜静置した。また、それらに対応する溶液の対照検体を 60 ml 用意し、同様に一昼夜静置した。次の日、濃度 0.050 N の水酸化ナトリウム水溶液（標定済み）を用いて各シュウ酸水溶液 5 ml を中和滴定したところ、以下の結果が得られた。

表 中和に要したシュウ酸水溶液の滴下量 [ml]

	シュウ酸水溶液 A	シュウ酸水溶液 B	シュウ酸水溶液 C
対照検体	4.0	12.0	16.0
活性炭入り溶液	3.0	10.5	14.4

- (1) 各シュウ酸水溶液の濃度に対する平衡吸着量 $[\text{mol-シュウ酸} / \text{kg-活性炭}]$ を求めよ。
- (2) 実験結果が Langmuir 型吸着等温式に従うものとして、パラメータ q_m および K を求めよ。このとき、それぞれのパラメータには単位 (SI 単位系) を付けること。
- (3) 今回の吸着実験において、安全に実験を行うためあるいは正確に実験を行うために注意すべき点がいくつかあった。そのうちから 3 つを選んで、注意点およびその理由を記せ。

[4] 表面張力の測定

- (1) 滴重法で 10°C の純水の表面張力を測定した結果、一滴当りの質量は、0.070 g であった。毛細管の外直径が 5.0 mm である時、ハーキンスの補正因子 ϕ を求めよ。また、同じ毛細管を用い補正因子 ϕ は変化しないと仮定し、濃度未知の 25°C のアセトン水溶液の表面張力を滴重法で測定した結果、一滴あたりの質量は 0.023g であった。アセトンの濃度を予測せよ。
- (2) ドデシル硫酸ナトリウム水溶液の臨界ミセル濃度は、表面張力測定法によりどのように求められるか。実験方法と濃度の決定法を簡単に説明せよ。

[5] 溶液の分子シミュレーション

Lennard-Jones ポテンシャルを表に与えられた r ごとに計算し、結果を表とグラフにせよ。

	r [Å]					
H ₂ O	2.4	2.7	3.0	3.5	4.0	5.0
MeOH	3.2	3.5	3.8	4.1	4.8	6.0

但し、

- (1) Lennard-Jones ポテンシャルは次式を、パラメータは以下の表に示すものを用いること。

$$\phi(r) = 4\epsilon \left[\left(\frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r} \right)^6 \right]$$

パラメータ	H ₂ O	MeHO
σ [Å]	2.641	3.626
ϵ/k [K]	809.1	481.8

- (2) ϵ/k パラメータ中の k は、ボルツマン定数であり、気体定数 ($R=8.3145$ [J/K/mol]) とアボガドロ数から計算すること。
 ヒント： ϵ/k の単位が [K] なので、ボルツマン定数の単位は [J/K] である。
- (3) $1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$ を用いて、 ϕ の単位を電子ボルト [eV] で表せ。
- (4) 有効数字は 3 桁とする。
- (5) グラフの横軸範囲は 0~8 Å とせよ。

[6] 安全とレポートの書き方

- (1) 怪我や器具破損には至らないが、ヒヤリとしたりハットとしたりなど、あわや怪我や器具破損になりかねない事例を「ヒヤリ・ハット事例」と呼ぶ。学年を問わず、今まで行った全ての実験を振り返り、自ら経験した「ヒヤリ・ハット事例」を一つ記述せよ。また、その防止策も考えて記述せよ。

〔例〕

事 例：A の実験を行っているとき、机の上に置いてあった 1 リットルのガラス製メスシリンダーを白衣の袖に引っ掛け、床に落としそうになった。

防止策：メスシリンダーなどの器具は机の端に置かず、目の行き届く場所に置く。

- (2) 後半 5 テーマのレポートを書くために引用あるいは参考にした資料を 1 つ挙げ、それを「引用文献・参考文献の書き方」に沿って記述せよ。