

総合型選抜の過去問または問題例、面接の実施方法及び質問内容例

理学部（化学科）

小論文試験	形式	問題文を読み、それについて論述する小論文試験を行います。 (試験時間 180分)
	試験問題	令和7年度実施分について、P2以降に掲載
	出題の意図	<p>新物質の創製や真理の探究に挑み、物質科学や生命科学の発展に貢献できる人材になるには、総合的な基礎学力に加えて、物質に関する幅広い教養や化学の深い知識を習得する必要があります。さらに、それらの知識を活用し論理的に考察し、解決へと導く思考力を養うことも重要です。本年度は、下記の三つの課題を通じて、化学に関する深い理解力と論理的、創造的な思考力を問いました。</p> <p>課題Ⅰ：反応速度の式の導出および融解に伴う温度変化の議論を示し、それらを基に、物質の状態と変化に関する発展的な化学知識に加えて、創造的な思考力を問うことを意図しています。</p> <p>課題Ⅱ：電池の具体的な装置に関する議論を示し、それに基づき、物質の変化に関する発展的な化学知識に加えて、創造的な思考力を問うことを意図しています。</p> <p>課題Ⅲ：有機化合物の電離平衡および元素分析に関する題材を取り上げ、分離法や同定法に関する発展的な化学知識に加えて、創造的な思考力を問うことを意図しています。</p>
口頭試問を含めた面接選考	形式	複数人の面接者による個人面接を行います。 (試験時間 約60分)
	質問内容(例)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 化学分野の学問・研究に強い興味をもつようになった学習などあれば、説明してください。</li> <li>2. 化学科で何を学びたいかを具体的に示しながら、化学科を志願する理由を説明してください。</li> <li>3. 提出された課題レポートにもとづいて、あなたが生命と見なすことのできる物質や物質の集合体の機能とは何か、化学の視点で議論してください。</li> <li>4. 常温・常圧において氷は自発的に融解します。その理由を、水の融解エンタルピーが正であることに触れながら、説明してください。</li> <li>5. 1段落程度の英文を渡しますので、読み上げてください。その後、その内容を日本語で簡単に説明してください。</li> </ol>

## 小論文 課題 I

問I-1 次の文章を読んで、設問(1)～(3)に答えよ。

$A \rightarrow B + C$  で表される化学反応において、Aの分解速度(または反応速度)  $v$  がその濃度  $[A]$  に比例するとき、これを一次反応という。時刻  $t$  から  $t + \Delta t$  の時間におけるAの濃度変化を  $\Delta[A]$  とすると、 $\Delta t$  の間のAの分解反応の平均速度  $\bar{v}$  は式(1)で表される。

$$\bar{v} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} \quad (1)$$

$\Delta t$  を限りなく 0 に近づけると、時刻  $t$  における反応速度  $v$  は、

$$v = -\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{d[A]}{dt} \quad (2)$$

となる。一方、 $v$  は  $[A]$  に比例するから、

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k[A] \quad (3)$$

となる。この式を変形すると、

$$\frac{1}{[A]} d[A] = -k dt \quad (4)$$

となり、この両辺を  $[A]$  および  $t$  でそれぞれ積分すると、

$$\log_e [A] = -kt + C(\text{定数}) \quad (5)$$

を得る。ここでAの初濃度を  $[A]_0$  とすると、 $\log_e [A]_0 = C$  より

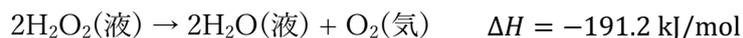
$$\log_e \frac{[A]}{[A]_0} = -kt \quad (6)$$

さらに

$$[A] = [A]_0 e^{-kt} \quad (7)$$

となり、 $[A]$  の時間変化を導くことができる。

(1) 過酸化水素 $H_2O_2$ は、触媒を加えると次のような化学反応が起こる。



ただし、 $\Delta H$ は反応エンタルピーである。過酸化水素水と、触媒(硫酸鉄(III)アンモニウム)を用いて、この反応の反応速度を測定するための実験装置を図示し、測定手順とともに説明せよ。

(2)  $\text{H}_2\text{O}_2$ の分解反応は一次反応であることが知られている。その一方、ヨウ化水素HIの分解反応



は二次反応と呼ばれ、先述の式(3)に対応する速度式は、

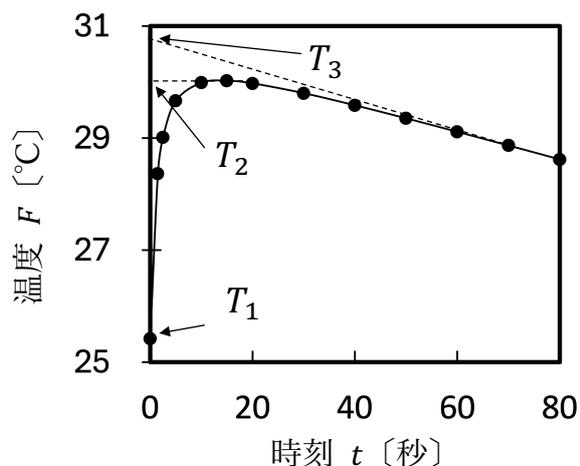
$$v = -\frac{d[\text{A}]}{dt} = k[\text{A}]^2 \quad (3)'$$

となる。 $\text{H}_2\text{O}_2$ とHIの分解反応の速度式に違いが生じる理由を述べよ。

(3) 上記の式(3)'をもとに、二次反応において、 $[\text{A}]$ の時間変化を表す式を導け。

問I-2 次の文章を読んで、設問(1)～(3)に答えよ。

水 98.0 g を用意した。これに、2.0 g の固体の水酸化ナトリウムNaOHを時刻  $t = 0$  [秒] に加え、よくかき混ぜながら溶液の温度を測定した。図は、時刻  $t$  [秒] での溶液の温度  $F$  [°C] を示したものである。図中では、温度  $T_1 = 25.4$  °C,  $T_2 = 30.0$  °C,  $T_3 = 30.7$  °C である。NaOHの溶解エンタルピーは、 $-44.5$  kJ/mol であった。



(1) 図中の温度の時間変化の主要な特徴を挙げて、その特徴が生じる理由を説明しなさい。

(2) 測定結果に基づいて、水溶液の比熱 [J/(g·K)] を算出せよ。NaOHの式量は40とする。

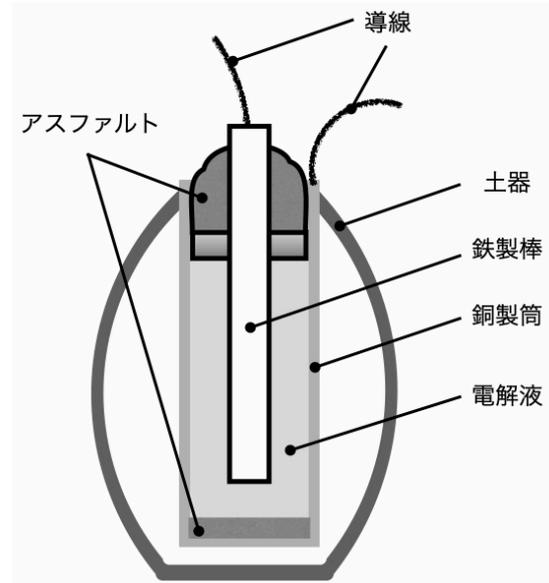
(3) NaOHの溶解エンタルピーは負 ( $-44.5$  kJ/mol) であり、NaOHは自発的に溶解する。したがって、溶解前と比べて、NaOH溶液のエンタルピーは低いものとなる。

これと対照的な例として、水の融解エンタルピーがある。水の融解エンタルピーは正 ( $+6.0$  kJ/mol) でありながら、常温・常圧において氷は自発的に融解する。なぜ融解エンタルピーは正であっても氷は融解するのか、議論しなさい。

## 小論文 課題 II

問II 次の文章を読んで、設問(1)～(6)に答えよ。

右の図は、1932年にバグダッド近郊のホーヤットランプファ遺跡で発掘されたバグダッド電池と呼ばれるものの模式図である。中心部分には鉄製の棒と銅製の筒から構成されており、銅製の筒の入り口はアスファルトによって封じられていた。発見当時、銅製の筒の内部を満たしていた物質はすでに乾固していたため詳細は不明であるが、電解液として酢などの酸を入れることにより、この装置は鉄製の棒と銅製の筒がそれぞれ電極として機能する電池であると考えられている。



よく磨いた銅製の筒と鉄製の棒を用いてこの電池を復元し、銅製の筒の内部には電解液として0.5 mol/L の希硫酸を入れた。

- (1) 2つの電極を導線で連結しないとき、鉄製の棒上では酸化反応と還元反応の2種類の化学反応が起こる。それぞれの反応の反応式を、電子(e<sup>-</sup>)を含むイオン反応式で示せ。

続いて、導線を用いて両電極の間に可変抵抗器と電流計を直列につなぎ、可変抵抗器の抵抗値を調節して、両電極間に電流を流した。

- (2) 電池の負極は銅製の筒と鉄製の棒のどちらかになるかを、理由とともに述べよ。
- (3) 両電極上で起こっている主な酸化還元反応を、電子(e<sup>-</sup>)を含むイオン反応式でそれぞれ示せ。
- (4) (3)の電池を5.00 mAの電流で20.0 分間放電させたとき、(3)で答えた反応のみが起こっていると仮定すると、負極の質量はどれだけ変化するか。質量が増える場合にはプラス、質量が減る場合にはマイナスの符号を付けて、有効数字3桁で答えよ。ただし、計算過程が分かるように示すこと。なお、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とし、原子量は必要に応じて下記の値を用いること。

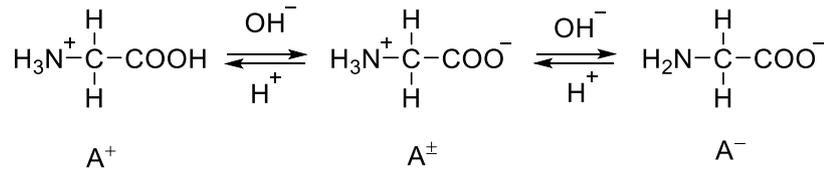
Cu: 63.5, Fe: 55.8, H: 1.01, O: 16.0, S: 32.1

- (5) 模式図の電池の一部を改造して、電池としての性能（最大起電力、起電力の持続時間など）を改善したい。どのような方法が考えられるか。改善したい性能を明確に述べた上で、具体的な改造法を示し、なぜその改造によって目的の性能が改善できると考えたかを分かりやすく説明せよ。図を描いて説明してもよい。
- (6) 二次電池の具体例をひとつ挙げ、そのしくみを、図を描いて説明せよ。ただし、電池の正極と負極で起こる反応を、電子（ $e^-$ ）を含むイオン反応式を示すこと。

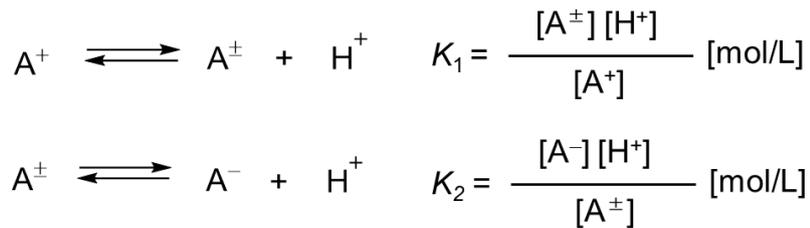
小論文 課題III

問III-1 次の設問(1)～(2)に答えよ。

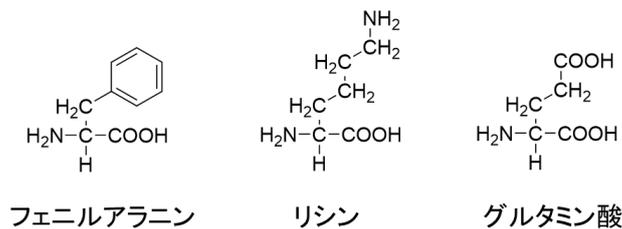
- (1) グリシンは水溶液中で次のような電離平衡の状態にあり、水溶液の pH 変化によって異なったイオンの形となる。ここでは電離平衡における各イオンについて、 $A^+$ ,  $A^\pm$ ,  $A^-$ などの表記を用いる。



グリシンの等電点を表す式を、下記の電離平衡の電離定数  $K_1$ ,  $K_2$  を用いて表せ。なお導出過程を説明すること。



- (2) フェニルアラニン、リシン、グルタミン酸を1モルずつ含む水溶液がある。各アミノ酸を分離するための分離方法を提案せよ。またその分離方法によって分離が可能となる理由を、図や構造式を用いて分かりやすく説明せよ。なお各アミノ酸の構造式は以下の通りである。

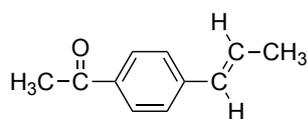


問 III-2 炭素，水素，酸素からなる有機化合物について，次の設問(1)～(3)に答えよ。

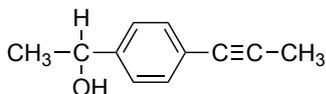
- (1) 有機化合物（試料）の炭素と水素の元素分析を行いたい。以下の括弧の中に示した試薬・器具をすべて用い，適切な箇所に配置した元素分析の装置図を描け。必要であれば器具を複数用いても構わない。また，記載のない試薬・器具を用いてもよい。

【試料，ソーダ石灰，塩化カルシウム，酸化銅(II)，ガスバーナー，酸素，ガラス管】

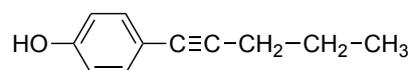
- (2) (1)で答えた装置図について，試薬・器具の配置の理由や必要性，各試薬・器具の役割等について議論せよ。
- (3) 以下の化合物 A, B, C, D, E はいずれも同一分子式で表される異性体である。これらの化合物がそれぞれ入った5つの容器があり，どの容器にどの化合物が入っているかを化学反応によって確かめたい。それぞれの化合物を特定するための化学反応を考え，用いる試薬や反応の様子，生成物なども含めて分かりやすく説明せよ。ただし，複数の化学反応を組み合わせてもよく，反応が起きたかどうかは見た目の変化や質量分析による分子量測定によって確認できるものとする。



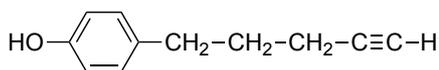
化合物A



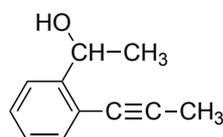
化合物B



化合物C



化合物D



化合物E