



平成 31 年度 一般選抜入学試験 個別学力試験  
出題意図(化学)

(理科・化学)

前期日程

大問 1

・ 出題意図

物質の状態変化や溶解を題材として、分子間力や熱化学の概念、気体の性質、状態間の平衡の理解などを総合的に問う問題です。基礎的知識に加えて、与えられた説明文と図表データを利用して設問に答える思考力を測ることを企図しています。知識だけではなく、それを基盤として論理的に物質の性質を考察する能力を試すように設問されています。

・ 講評

問 1 物質の状態変化の原理についてキーワードを問うもので、正解となる「熱運動」と分子間力の競合が状態変化を引き起こすことは、教科書に明記されています。正答率はおおむね予想通りでした。「反発力」あるいはこれに類する解答が散見されましたが、これらは物質の状態変化の温度依存を説明しないことに注意してください。

解答 熱運動

問 2 分子の構造を考える問題です。与えられた前提条件を読み解けば、メタノール分子の持つ非共有電子対とヒドロキシ基の数の総計である 3 が正答となることが分かります。しかし、類問をあまり見ないためか、本問の正答率は想定外に低かったです。思考力は化学においても極めて重要であることを忘れずに、所与の条件から導けることを論理的に考える訓練を行って頂きたいです。

解答 3

問 3 (1) は融解熱、蒸発熱の定性的性質を問うたもので、これらの物理的意味を考えれば、(a),(c),(e)が正しく、他の選択肢は誤った記述を含むことが分かります。おおむね正答率は高かったですが、実質二者択一となる選択肢(c)(d)に無解答の答案が目立ちました。本問も記憶に頼るのではなく、融解熱、蒸発熱の物理的な意味を考えることにより、表 1 の値を参考にすれば、正答が得られるようになっていきます。(2) は与えられた前提条件を読み解き、水素結合、ファンデルワールス力によるエネルギーを計算するものです。前

提条件から固体メタノールの持つ水素結合、ファンデルワールス力によるエネルギーの総和は融解熱と蒸発熱の総和に近似できることが分かり、表 1 から 38 kJ/mol となります。エタノールに関する同じ考察から簡単な連立方程式を立てられ、これを解けばメタノールにおけるファンデルワールス力は 14 kJ/mol、水素結合は 24 kJ/mol と求めることが出来ます。正答者は想定よりも多かったのですが、有効数字の取り扱いを誤った解答が多く見られました。正しい有効数字の扱いを習得して頂きたいです。

解答 (1) (a),(c),(e) (2)ウ 38, エ 14, オ 24

問 4 (1) は固体の蒸気圧を記述された条件および与えられたグラフを用いて求めるものです。蒸気圧と混合気体の性質を理解していれば、基礎的な問題と感じられるはずですが、条件より固体の二酸化炭素の蒸気圧を計算し、グラフから対応する温度を読み取れば、正解の-96 °Cが得られます。正答率は想定よりも少し低かったです。解答として有効数字 2 桁を求められた際に、誤った数字の切り上げを行ったのではないかと推察される誤答が多く見られました。前問と同じく有効数字の正しい理解に努めて頂きたいです。

(2) は固体—気体間の平衡の物理的描像を炭素同位体を用いて明らかにすることを問うたものです。状態間の平衡の概念を理解していれば平易な問題であり、(d)が正解であることは問題文を正しく読み取れば分かりますが、本問の正答率は非常に低かったです。本問も類問が乏しく、初見に近い問題となる受験者が多かったと思われませんが、読解力と論理性を高めることに努めて頂きたいです。

解答 (1) -96 (2) d

問 5 溶解平衡に関する標準的な問題であり、正答率はおおよそ想定どおりでした。(1) は条件文に加えて、グラフを利用すれば、正解の 40 °Cが得られます。本問でも有効数字の取り扱いを誤った解答が散見されました。(2) は溶解反応の吸熱・発熱を問うものです。溶解度曲線から、溶解度が温度と共に上昇していることが分かります。これに、溶解平衡が成立していることを踏まえて、ルシャトリエ (あるいは平衡移動) の原理を当てはめることにより、吸熱反応であると判断できます。記述では、グラフから読み取れる点とそれを解釈するための根拠を明示しなくてはなりません、それらが不十分であるもの、あいまいで論理構造が読み取れない解答、日本語として成立していない文章が極めて多かったです。論理的な文章を簡潔に書く訓練を行って頂きたいです。また、溶解度曲線のグラフを、溶解に伴う発熱により溶液の温度が上昇していると誤読している解答が多く見られました。様々な概念が化学では使われますが、その意味を正しく理解するよう努めて頂きたいです。

解答 (1) 40 (2) 吸熱反応

## 大問 2

### ・ 出題意図

[Ⅰ]は工業的に重要な硫黄の同素体や化合物を題材として、無機化学全般の基礎的な事項についての知識や理解度を問う問題です。加えて、研究第一、実学尊重の理念を掲げる本学において、理系科目では必須となる化学実験について、正しい操作や安全に関する知識を問いました。[Ⅱ]は、教科書では取り扱いのないチタンを題材とはしてありますが、これまでに習得した知識をいかに応用できるかを問う問題です。あわせて、計算力や知識を自らの言葉で正しく説明できる力も問いました。

### ・ 講評

問 1 硫黄の同素体である斜方硫黄および単斜硫黄について、分子を構成する原子の数を答える問題であり正答率は非常に高かったです。

解答 8

問 2 斜方硫黄および単斜硫黄の構造を答える問題で、いずれも環状の構造をとります。正答率は非常に高かったです。

解答 (c)

問 3 リンの同素体のうち、白リン（黄リン）以外を答える問題です。予想通り赤リンという解答が最も多く、正答率も非常に高かったです。

問 4 硫黄に関連した化合物の酸化数を答える問題です。ただ丸暗記するのではなく、代表的な元素の酸化数と電気的中性条件を考慮するとよいでしょう。なお、正負の符号をつけていない答案がいくつか見られました。

解答 A: +4 B: +6 C: -2

問 5 (a) 二酸化硫黄の酸化、(b) 熱濃硫酸による銅の溶解、および(c) 希硫酸による酸化銅(Ⅱ)の溶解について化学反応式を答える問題です。(a)については、二酸化硫黄は酸化バナジウム(V)が触媒としてはたらき、さらに酸化されて三酸化硫黄が生成します。この問題の正答率は高かったです。(b)、(c)については、硫酸は濃度によって反応が異なる点に注目した問題です。気体が発生するという文から、水素の発生を書いている答案が多数見られました。

解答 (a)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$  (b)  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

(c)  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

問6 濃硫酸のはたらきの一つである脱水作用による反応を選択する問題です。脱水作用について正しく理解していることが必要となります。完答は半数程度でした。

解答 (b)、(d)

問7 硫酸を用いた実験について、不適切な操作を選択する問題です。実験器具の名称や正しい扱いは、化学実験の基礎となります。

(b) 濃硫酸の希釈は発熱反応であるため、濃硫酸に水を滴下すると水の沸騰により飛散する可能性が高くなります。十分な水に濃硫酸を少しずつ滴下します。

(c) 温度変化により器具の歪みが生じてしまうため、ホールピペットのような正確な体積を量り取る器具は高温で乾燥させてはいけません。デシケーター内での乾燥もしくは共洗い後に使用します。

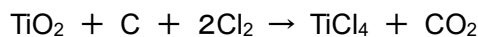
(e) 希薄な酸であっても、直接下水に廃棄してはいけません。

解答 (b), (c), (e)

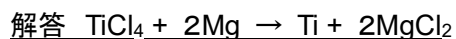
問8 チタンは耐食性に優れる金属ですが、これはアルミニウムと同様に表面に緻密な酸化皮膜を形成するためです。チタンについての知識が無くとも、アルミニウムやクロムのヒントを参考に解答できる問題であり、正答率は高かったです。

解答 (b)

問9 クロール法による酸化チタン(IV)の製錬について、化学反応式を解答する問題です。チタンの元素記号(Ti)、酸化チタンおよび塩化チタンの酸化数(IV)、コークスおよび塩素ガスという情報から、正しく化学反応式を導き出すことができるかがポイントです。解答



問10 クロール法の第2工程の反応を記述する問題です。本プロセスはチタンの製錬に必要なマグネシウムおよび塩素を再利用でき、消費しない点が特徴です。比較的正答率は高かったです。



問11 実際に使用されているチタンの量についての計算問題です。工業的なスケールとして[t] (トン)を用いておりますが、解答も[t]であるのでそのまま解答すればよいです。クロール法は1 molのTiO<sub>2</sub>から1 molのTiを生成するプロセスです。問題文中で鉱石中のTiO<sub>2</sub>の質量での含有率は50%であるとしていることに注意が必要です。中程度の正答率でありましたが、有効数字の間違いも見られました。

解答  $5.0 \times 10$

問 12 周期表の同じ周期に属するマグネシウム、アルミニウム、ナトリウムの陽イオンの大きさについての問題です。(A)の大きさの順を解答する問題は比較的よくできていました。ただし、不等号が無い答案やイオン式を用いていない答案もありました。

解答(A)  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Al}^{3+}$

一方、その理由を問う(B)については、無解答が多数見られた他、用語が正しく使用されていない答案もみられました。理系研究者にとって、用語を正しく理解していないと研究のディスカッションが成立せず、相手に自分のアイデア、成果を正しく伝えられません。的確かつ短い文章で物事を説明できる力を養ってください。なお、日本語として文章になっていない答案も散見されました。自分の文章(答案)を見直す習慣も大切です。

問 13 酸化チタン(IV)の光触媒についての問題であり、高校の授業では取り扱いの無い分野ではありました。しかし、問題文にある「希硫酸中」、「水素、酸素の発生」、「酸化チタン(IV)は安定であり触媒として作用」というキーワードから、水の電気分解と同様の反応が進行することを予想してもらうことを想定しておりました。これに気づいた受験生は、正答していたようです。

解答(A)  $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$  (B)  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$

問 14 発生した水素量と時間から、回路に流れた電流値を計算する問題です。問 13 (B)の反応式から、2 mol の電子が流れると 1 mol の  $\text{H}_2$  が発生することが分かります。標準状態における気体の物質質量等の値を用いると、比較的簡単な計算となります。

解答 1.5

### 大問 3

#### ・出題意図

定性分析と化学変換による有機分子の構造解析を題材とした出題で、有機化学の知識と論理的解析力を問いました。バイヤー・ビリガー酸化は多くの受験者にとって初見の反応と思いますが、問題の冒頭に丁寧な説明文を掲載しており、有機反応の説明文を論理的に理解する力が求められます。[I]の問題は、バイヤー・ビリガー酸化を即座に適用できるかどうかを問いました。[II]の問題は、高校では頻出ではない環状化合物にバイヤー・ビリガー酸化を応用できるかどうかを問うており、柔軟な思考力が試されます。

#### ・講評

問1 元素分析の結果から化合物 A の分子式  $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{O}$  を導く問題です。正答率は非常に高かったです。

解答  $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{O}$

問 2 実験 2~5 の記述と化合物 A の分子式から化合物 C (フェノール) と化合物 D (安息香酸) を導き、構造式を書く問題であり、正答率は中程度でした。解答は、問 12 の後に示します。

問 3 実験 5 の記述からアはサリチル酸であることがわかります。正答率は高かったです。

解答 サリチル酸

問 4 実験 6, 7 の記述から反応の名称を答える問題です。正答率は高かったです。

解答 イ 置換、ウ 付加

問 5 化合物 A をバイヤー・ビリガー酸化してから加水分解するとフェノールと安息香酸を生成するので、化合物 A はベンゾフェノンであることがわかります。化合物 A を構造式で書く問題で、正答率は中程度でした。解答は、問 12 の後に示します。

問 6 実験 6 の記述から、2,4,6-トリブロモフェノールであることがわかります。2,4,6-の部分を書き間違っている解答が散見され、正答率は中程度でした。

解答 2,4,6-トリブロモフェノール

問 7 実験 7 の記述から、化合物 E はスチレンであることがわかります。化合物 E を構造式で書く問題で、正答率は中程度でした。解答は、問 12 の後に示します。

問 8 実験 7 の記述から、ポリスチレンであることがわかります。正答率は高かったです。

解答 ポリスチレン

問 9 用語を問う問題で、実験 7 の記述から、熱可塑性が適切な語句です。正答率は高かったです。

解答 熱可塑性

問 10 元素分析の結果から化合物 G の分子式  $C_7H_{12}O$  を導く問題です。正答率は非常に高かったです。

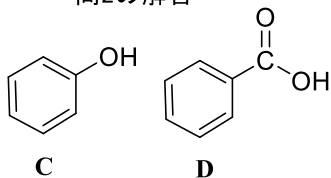
解答  $C_7H_{12}O$

問 11 実験 11 の記述のように、化合物 G をバイヤー・ビリガー酸化してから加水分

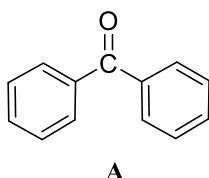
解すると、化合物Iのナトリウム塩のみが得られることから、化合物Gは環状ケトンであることが推測されます。また、実験8~11の条件を満たすよう絞り込むと、化合物Gの構造は2-メチルシクロヘキサノンであることがわかります。解答は、問12の後に示します。正答率は予想よりも低かったです。構造を考える時に環状化合物も含めて考えることが大切です。

問12 実験10~11の記述のように、化合物Hを水酸化ナトリウム水溶液と完全に反応させると、化合物Iのナトリウム塩のみが得られることから、化合物Hはエステル結合を含む環状化合物であることがわかり、化合物Iのナトリウム塩は、化合物Hがけん化によって開環した生成物であると推測できます。その反応式を問いました。解答は下に示します。正答率は予想よりも低かったです。環状化合物でも直鎖化合物と同様に反応することに注意してください。

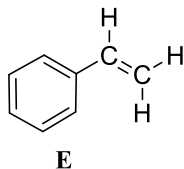
問2の解答



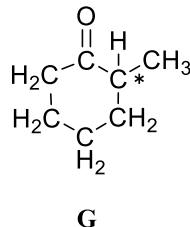
問5の解答



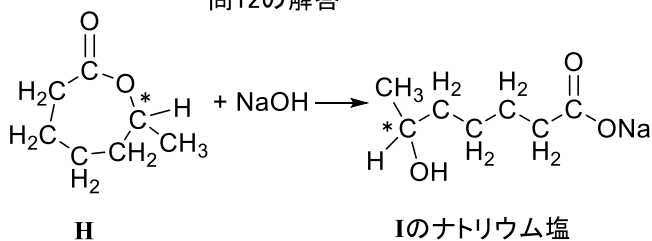
問7の解答



問11の解答



問12の解答



全般に構造式は例にしたがって丁寧に書く習慣を身につけましょう。たとえば芳香族化合物の二重結合は正しく書くようにしましょう。なお、水素がどの炭素に結合しているのか判別がつかない例や、水素の数を正しく書けていない例も少なからず見られました。

## 後期日程

### 大問 1

#### ・ 出題意図

大問 1 は、基本的な化学の知識の蓄積と理解を問うために、炭素の化合物に関する問い、熱化学方程式による反応熱の計算、電離平衡に関する知識と計算問題を設定しました。また、たんぱく質の酵素としての機能に関する知識を問う設問と共に、与えられた化学反応速度式、化学平衡の条件を基に、たんぱく質が酵素としてはたらく化学反応の速度に関する設問に解答してもらうことにより、問題解決能力および思考力を測ることを意図しました。

#### ・ 講評

問 1 14 族の元素である炭素の価電子数、共有結合、そして同素体に関する知識の定着を見る問題でした。炭素 1 原子あたりの価電子数は 4 ですが、絶縁体であるダイヤモンドにおいては、各炭素原子は隣り合う 4 個の炭素原子と共有結合しています。一方、電気伝導体であるグラファイトにおいては、各炭素原子は 3 個の炭素原子と共有結合しており、このとき 4 個の価電子のうちの 1 個が電気伝導性に寄与することができます。また、炭素の化合物は多種多様であり、アミノ酸などの天然有機化合物もその一部です。アミノ酸は水溶液中で双性イオンとして存在しており、この点を基本的な炭素の化合物に関する知識が定着しているかどうか測るために設問しました。正答率は高く、基礎的な部分での正しい知識の定着がなされていると判断できました。

解答 ア 4 イ 3 ウ 1 エ 双性イオン

問 2 酸化鉄 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) の一酸化炭素による還元反応により生じる反応熱を計算させ、化学反応における熱の出入りに関する正しい理解ができているかを見る問題でした。与えられた文章から正しく酸化鉄 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) の一酸化炭素による還元反応の反応式を立て、かつ与えられた条件 (生成熱) から反応熱を求めることが要求されています。基礎的な問題であり、正答率は予想より高く、12.5 という有効数字まで正しい解答が多数でした。

解答 12.5

問 3 アミノ酸の電離平衡で生じる双性イオンの構造および電離平衡におけるイオンのモル濃度と pH の関係を問い、アミノ酸の電離平衡に関する総合的な理解を見る問題でした。(1)のアミノ酸の双性イオン  $\text{R}-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$  の構造式を解答する問題は、溶液中におけるアミノ酸の性質として基礎的な知識であり、高い正答率を期待していましたが、想定を大幅に下回りました。特に、イオンになっていない構造、 $\text{R}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$  を記している解答が多数見られました。一方、(2)のアミノ酸の  $\text{R}-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COOH}$  と



R-CH(NH<sub>2</sub>)-COO<sup>-</sup>のモル濃度が等しくなる pH を求める問題は高い正答率でした。この問題の正解は、pH=6.0 です。(3) の記述問題では、与えられた条件から R-CH(NH<sub>3</sub><sup>+</sup>)-COO<sup>-</sup>のモル濃度を 1 としたときに、R-CH(NH<sub>3</sub><sup>+</sup>)-COOH のモル濃度は 20、R-CH(NH<sub>2</sub>)-COO<sup>-</sup>のモル濃度は  $2.0 \times 10^{-9}$  となることを計算により求めることができます。電離平衡定数を用いたモル濃度に関する立式ができている解答の割合はほぼ予想通りで、受験者の基礎学力が高いことが分かりました。しかしながら、そこから与えられた指数の条件をうまく用いることができず、最終的な正答にたどり着けない解答が散見されました。

解答 (2) 6.0 (3) オ 20 カ  $2.0 \times 10^{-9}$

問 4 たんぱく質が酵素としてはたらく場合を記述した説明文で、正しいものを選択してもらった基本的な問題でした。b と d が正しいと読み解けた解答率は高く、ここでも基本的な事柄が正しく理解されていると感じました。

解答 b, d

問 5 酵素 B が触媒となって基質 A が酵素基質複合体 A・B を生成し、A・B から生成物 P が生じる化学反応に関する問題であり、反応速度と化学平衡に関する知識と理解、そして与えられた問題設定を読み解き解答を導く思考力を測ることを意図しています。(1) では、平衡状態である条件が  $v_{AB} = v_{-AB}$  であると解答できていない答案が予想以上にありました。この関係は、化学平衡と化学反応速度を結びつける基本的な概念ですので、理解を深めてほしいです。 $v_{AB} = v_{-AB}$  は、与えられた反応①、②の反応速度式から、 $k_{AB}[A][B] = k_{-AB}[A \cdot B]$ と書き直すことができます。酵素 B の濃度に関して  $[B] = [B]_0 - [A \cdot B]$ の条件が成立していることを用いると、 $[B]_0 = \{1 + 1/(K_{AB} \times [A])\} \times [A \cdot B]$ となります。この式の導出過程で、平衡定数  $K_{AB}$  が  $k_{AB}$  と  $k_{-AB}$  の比で表すことができるという点に着目する必要があります。(2)では、 $[A \cdot B]$ を求めることが必要であると考えたであろう解答は想定した割合で見られました。 $[A \cdot B]$ は、2次方程式を解くことにより求められますが、そこで解の公式もしくは因数分解による解法を試みず、定数項を落とすという粗い近似を用いたと思われる答案が一定数みられました。そのため、正しい解答  $v_p = 2.0 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ を導いた答案は予想より少なかったです。(3)では平均の反応速度の考え方を用いて、10秒間で生成する生成物 P の物質質量  $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$  をまず求めることができ、問題文の定義から生成する生成物 P と酵素 B の初期濃度の比 0.50 が算出可能となります。(2)、(3)は全体的に正答率が低かったです。

解答 (1) キ d ク b ケ g コ h サ c シ a (2)  $2.0 \times 10^{-5}$  (3)  $2.0 \times 10^{-4}$   
(4) 0.50

## 大問 2

### ・出題意図（大問ごと）

〔I〕は、元素間の電気陰性度の差と平均の電気陰性度に基づくケテラーの三角形を題材にした種々の結合様式およびそれらの代表的な物質の物理的、化学的性質や分子、結晶構造、工業的製造を問う問題です。

〔II〕は、金属イオンの定性分析でよく用いられる金属やそのイオンの基本的な溶解・沈殿反応や錯イオンの形成および電池に関する起電力や放電の仕組みを問う問題です。

### ・講評（小問ごと）

問 1 周期表の元素と電気陰性度の大小との関係を理解していれば、正答できます。電気陰性度の差が小さい元素間の結合については、電気陰性度の平均の大きさの違いによって共有結合と金属結合とを区別できたかどうかポイントとなりました。

解答 ア ③, イ ②, ウ ①

問 2 正答率は非常に高かったです。

解答 エ 分子, オ 自由電子, カ ヘキ開

問 3 (b)、(d)に加え、他の結晶も選択してしまっている受験生が少なからず見られました。

解答 (b), (d)

問 4 ほとんどの受験生が Hg と解答していました。

解答 (例) Hg

問 5 面心立方格子の結晶の切断面の原子配置を問う問題です。断面が長方形となることから、その長辺と短辺に並んでいる原子の数に着目すれば、正答できます。正答率は比較的高かったですが、(a)と混同している例が一部見受けられました。

解答 (c)

問 6 (1) イオン結晶である NaCl が水によく溶解する理由を記述式で解答させる問題でした。正答への 3 つのポイントは、①水中で溶解すると電離すること、②電離した各イオンの周囲に水分子が溶媒和（水和）すること、よって③全体として溶解した状態がエネルギー的に安定化されること、です。①、②については多くの受験生が指摘していましたが、③まできちんと解答できている受験生は多くはありませんでした。問題文に、“イオン結合は強い”との記述があることから、そのような強いイオン結合を切ってで

も水の溶媒和によってそれを補償するだけのエネルギー的な安定化が伴うことを明確に示してくれることを期待しました。

(2) 共通イオン効果についての知識を問う問題でした。白色沈殿が単に生じただけでなく、それが塩化ナトリウムであることまで指摘できた受験生が多く見られました。

(3) 塩化ナトリウムから炭酸ナトリウムを工業的に製造するアンモニアソーダ法（ソルバー法）に関する化学量論計算の問題でした。原料と生成物の組成式中に含まれる Na の数に着目すれば、1 mol の塩化ナトリウムから 0.5 mol の炭酸ナトリウムが生成することが分かります。塩化ナトリウム水溶液の体積や質量の単位が L や kg で表現されている一方、水溶液の密度が  $\text{g/cm}^3$  で与えられているため、単位換算をきちんと行なうことが求められます。有効数字をきちんと答えられていなかった受験生も含め、正答率は低かったです。

解答 (2) (B) 共通イオン効果, (3) (A) アンモニアソーダ法 (ソルバー法) (B) 79

問 7 中程度の正答率でした。元素記号で解答しなかった例や元素記号が間違っていた例が散見されました。

解答 A Zn, B Fe, C Ag, D Cu

問 8 ほとんどの受験生ができていました。

解答 H<sub>2</sub>

問 9、問 10

錯イオンの形成に関する問題でした。単なる用語の暗記ではなく、配位結合ができる仕組みをきちんと理解しているかどうか、確実に正答する上で大切です。問 9、10 とも正答率は予想程度でした。

解答 問 9 (b), 問 10 4

問 11 多くの金属イオンは硫化物イオンと不溶性の硫化物を形成します。なかでも、特徴的な色を有する硫化物は重要ですが、CdS の色を MnS の（淡）桃色と混同している受験生が若干見受けられました。

解答 (A) CdS, (B) 黄色

問 12 濃硝酸や濃硫酸は酸化作用（酸化力）のある酸で、イオン化傾向が水素よりも小さい Cu や Ag を溶解することができます。正答率は予想通り高かったです。

問 13 金属のイオン化傾向の大小と起電力の大きさの関係を問う問題でした。銅が負極となることから、銅よりもイオン化傾向の“小さい”金属が候補となることに気づく

ことがポイントです。また、起電力は、2つの金属の間でのイオン化傾向の差が大きいほど大きくなります。ここも元素記号を間違えて解答している例や、銅よりもイオン化傾向が大きい金属を選択している受験生も少なからず見られました。中程度の正答率でした。

解答 Ag, (Pt)

問 14 ダニエル電池の放電時に、隔壁で隔てられた正極側と負極側の電解質水溶液間を移動する硫酸イオンと亜鉛イオンの物質量比を与えられた条件下で求める問題でした。正答への2つのポイントは、①放電時に流れた全電気量が、移動した硫酸イオンと亜鉛イオンの物質量の和の2倍に等しいこと、②負極室に移動してきた硫酸イオンの物質量は、負極室で新たに生成した硫酸亜鉛の物質量に等しいこと、です。導出過程において、問題文で与えられた  $x$  と  $y$  の定義が入れ替わっていたり、何を計算して求めたものが明確に記述できていなかったりした例が多く見られました。有効数字ミスや比の値を逆にして求めていた残念な例も含め、正答率はかなり低かったです。

解答 1.5

### 大問 3

#### ・出題意図 (大問ごと)

構造決定を題材に、様々な化学変換反応を駆使して得られる情報を基に構造決定する解析力と柔軟な思考力を総合的に評価する問題です。正答するには、エステルの加水分解、多重結合の還元、アルコールの酸化、アミド形成、臭素化、アルキンの水和、ジアゾ化、カップリング反応、ヨードホルム反応などの教科書に記載されている有機化学反応の総合的理解が求められています。多段階の有機合成反応を題材としており、正しく解答するためには、最後の問題まで注意深く読んで理解する必要があります。

#### ・講評 (小問ごと)

構造式を問う問題 (問 2, 3, 4, 5, 9, 11) および構造式を含む化学反応式を問う問題 (問 6, 10, 12) の解答は、全て問 12 の後に示します。

問1 燃焼反応により生じる二酸化炭素と水の量から化合物 A の分子式 ( $C_{18}H_{18}O_2$ ) を問う基本的な問題です。正答率は高かったです。

解答  $C_{18}H_{18}O_2$

問 2 エステルと推定できる化合物 A の加水分解から得られる生成物の一つ B について、与えられた分子式および実験 3 で B から得られる化合物 D と E がヨードホルム反応

を起こすことから、アルケン B のシス異性体とトランス異性体の構造式を導く問題であり、正答率は中程度でした。

問 3 化合物 B の炭素-炭素二重結合への水素付加反応、アルコール官能基の酸化反応からそれぞれ生じる生成物 D と E について、構造式および不斉炭素の標記を求める問題であり、正答率は中程度でした。

問 4 実験 4 で化合物 B の炭素-炭素二重結合の臭素化反応から得られる生成物 F について、構造式および不斉炭素の標記を求める問題であり、特に生成物の三つの不斉炭素に標記できるかがポイントです。正答率は中程度でした。

問 5 エステル A の加水分解から得られるもう一つの生成物 C の構造式は、実験 5 の酸化反応および分子内脱水反応から推定可能です。さらに、化合物 M の構造式がわかれば、そのヨードホルム反応 (実験 8) により生じる C の構造式を推定できます。正答率は中程度でした。

問 6 実験 5 で化合物 C のメチル基の酸化反応から得られる化合物 G はフタル酸であることがわかります。さらに、フタル酸の分子内脱水反応により無水フタル酸 H の構造式が推定できます。実験 6 の呈色反応の結果と分子量から化合物 I はアニリンであることがわかります。問 6 は実験 5、6 の結果から化合物 H と I の構造式を推定し、化合物 H と I の反応でアミドが生成する過程の反応式を書く問題であり、正答率は中程度でした。

問 7 実験 6 のアミド形成反応から得られる生成物 J がもつ結合の名称を選択する問題です。正答率は高かったです。

解答 (b)

問 8 アニリン I と亜硝酸ナトリウム、希塩酸との反応のジアゾ化という反応名を記述する問題であり、正答率は高かったです。

解答 ジアゾ化

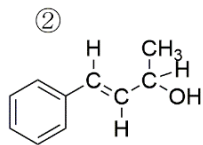
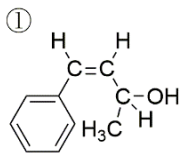
問 9 化合物 B と C の構造式が解ければエステル生成物 A の構造式も求まります。不斉炭素の明記を忘れた解答が散見されました。正答率は中程度でした。

問 10 塩化ベンゼンジアゾニウム K とナトリウムフェノキシドのカップリング反応によるアゾ染料 L の生成について、構造式を含む化学反応式を書く問題です。K の構造式を正しく書けていない解答例が多く見られました。正答率は低かったです。

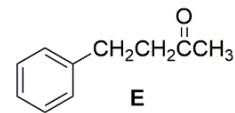
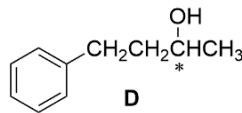
問 11 実験 9 に示した化合物 N の水素付加反応により生じる化合物 O とその分子式、実験 8 に示した硫酸水銀を用いた化合物 N の水和反応によるケトン M の生成、実験 5 に示した化合物 C の構造推定などの一連の実験結果から、化合物 N の構造式が推定できます。正答率は中程度でした。

問 12 実験 8 で化合物 N のアルキン部分の水和反応から得られる化合物 M は銀鏡反応を示さないことと、ヨードホルム反応が進行することから、化合物 M の構造が推定できます。問 12 は化合物 M のヨードホルム反応の反応式を書く問題であり、化合物 C の構造決定に繋がります。正答率は低かったです。

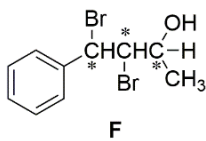
問2の解答



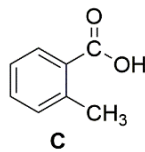
問3の解答



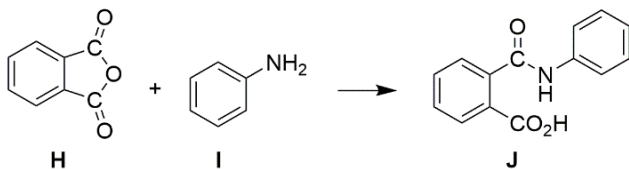
問4の解答



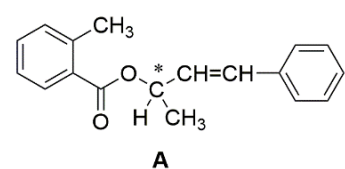
問5の解答



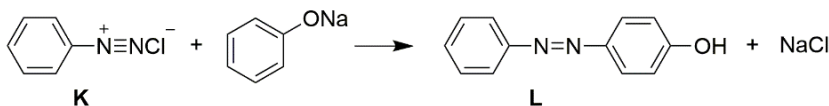
問6の解答



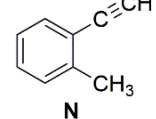
問9の解答



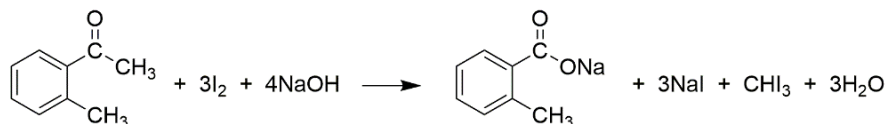
問10の解答



問11の解答



問12の解答



### ○志願者へのメッセージ

化学の入試問題は、高等学校で用いる教科書に準じた内容を問うことを基本としつつ、一

見そこから逸脱しているように見える問題でも、問題文を注意深く読んだ上でポイントを整理し、教科書で学んだ知識を前提として論理的に思考すれば解答できるように作題しています。このような設問に対応するために、教科書の内容一つ一つを正しく理解するのみならず、それらを様々な新しい問題に適用することを可能とする論理的思考力を養うことを常に心がけて学習して欲しいと思います。

もう少し具体的に言うと、教科書の内容を理解するというとき、高校の化学の場合往々にして知識の暗記になりがちですが、全ての化合物や化学反応を覚えることはもちろん不可能です。したがって、大学での化学やより広い「科学」の研究では、与えられた情報を自分の知っている知識にいかにか落とし込めるか、が重要になってきます。大学入学への準備としてその能力を養うためには、日頃から自然の摂理に目を向け、身の回りではどのような反応が起こっているのか、どのような反応によりできあがった材料なのか、どのような反応を利用した現象なのか等に常に興味を持ち、考えたり調べたりすることが大切です。それによって、与えられた情報を様々な視点から解析したり、学んだ知識とどのように結び付けられるかを考察したりする能力が養われ、またそのような習慣が身につきます。さらに、粒子が運動していることをイメージし、分子の形を立体的に想像できることが学習を助けてくれます。これらは入試に役立つだけでなく、大学に入学してからの化学の学習にもスムーズにつながっていきます。

最後に、有機化学においては、様々な官能基の構造と反応性の関係を深く理解した上で、各々の化学変換反応を覚えることが大切です。それによって、有機化合物の構造決定を行うための総合的な思考力と解析力を身につけることができます。そのために、普段から丁寧に正しい構造式を書くことを心がけて欲しいと思います。