



令和7年度 一般選抜入学試験 個別学力試験
出題意図

(理科・化学)

前期日程

大問 1

・ 出題意図

身の回りにある化学物質の代表である水（水分子）に着目し、それが関連するさまざまな性質や特徴を中心に出题しました。本出題では、複数の因子が影響を及ぼす物理化学現象において、現象を支配する因子を見定め、その現象が変化していく過程、あるいは当該現象によって形成される構造等を整理して理解する力を、主に試しました。

・ 講評

問 1 解答 (a)および(d)

ファンデルワールス力や水素結合のはたらき方に関する出題です。ファンデルワールス力の特徴と水素結合の定義の理解が十分に及ばず、誤った選択肢を選んだ解答も多く見られました。正答率は中程度でした。

問 2 解答 ア 4 イ 正四面体

氷を構成する水分子の空間配置に関する問題です。正四面体ではなく、単に四面体と書かれた解答も見られました。正答率はやや高めでした。

問 3 解答 (c)

日常の物理化学現象を注意深く観察していれば解答できる平易な問題で、高い正答率でした。

問 4 解答 オ $[\text{HS}^-]$ カ $2[\text{S}^{2-}]$ キ 4

硫化水素水溶液の pH を推定するための電気的中性条件を問う出題です（オとカは順不同）。限られた時間の中で pH を推定するには、着目した液性において支配的となるイオン種を見定め、その濃度を求める必要がある問題でした。正答率はやや低めでした。

問 5 解答 再結晶 (法)

分離精製に関する技術を問う問題です。化学が関連する多くの産業は分離精製技術の上に成り立っていることを理解し、日頃から反応だけでなく、分離・精製操作にも興味を持つようにしましょう。正答率はやや高めでした。

問 6 解答 51

温度変化にともなう析出現象に関する典型的な問題です。溶質、溶媒、溶液等の用語を明確に区別し、対象とする溶媒の温度と量に注意しながら、溶媒に溶けている溶質の量を計算する必要があります。正答率は中程度でした。

問 7 解答 30

問 6 で解答した析出量と同じ量を析出させるのに必要な水の蒸発量を求める問題です。問 6 と連動していたこともあり、大問 1 の中では最も低い正答率となりました。異なる操作でも析出現象という点では同一なので、操作にともなう限界溶解量の変化を整理して考える力が問われる問題でした。

問 8 解答 ク (a) ケ (b)

コロイドの分類に関する出題です。さまざまな分散質と分散媒の組み合わせがあり、多種多様なコロイドが身の回りに存在していることに日頃から注意すれば、コロイドに対する理解もさらに深まります。正答率はやや高めでした。

問 9 解答 (c)

コロイドの種類に関する出題です。正答率はやや高めでした。

問 10 解答 1.6×10^7 (1.7×10^7 も正解)

「原子の大きさ」から「面心立方格子の一辺の長さ」を求め、さらに一辺の長さからコロイド粒子一つに含まれる単位格子の総数を求める問題です。原子の空間的な配置と、コロイドが単位格子の周期的な連なりで形成されていることを理解する必要があります。単位格子の総数ではなく、原子の総数を解答した答案も散見されました。また、答案にナノメートル (nm) を記述する際に、単位の接頭語「ナノ(n)」だけを記載し、「メートル(m)」を省略した答案も多く見られました。接頭語だけ記載しても意味をなさないことを理解しておく必要があります。正答率はやや低めでした。

問 11 解答 (g)

コロイド粒子が液中で分散する理由と、分散しているコロイド粒子が凝析によって沈殿する理由をともに考慮して解答する問題です。低い正答率でした。

大問 2

・出題意図

鋼やガラスなどの製造工程における二酸化炭素排出量低減は、現代社会のかかえる大きな課題の一つです。本問題では同課題を念頭に、「さまざまな物質の構造および性質」に関する基礎的な知識と「酸化還元や反応エンタルピー」に関する理解度を幅広く問いました。また、与えられた情報から化学反応式を正確に記述できる力を問うことも意図しました。

・講評

問 1 解答 (a), (b)

元素の分類に関する基礎的な知見を問う選択問題です。正答率は中程度でした。

問 2 解答 48

二酸化ケイ素の還元反応に関する計算問題です。問題文に「その数値を有効数字 2 桁で解答欄に書け」と記載していますので、単位の記載は不要です。また、有効数字を間違えている解答も見られました。高い正答率でした。

問 3 解答 (b), (e), (f)

ケイ素およびその化合物に関する選択問題です。二酸化ケイ素の結晶中での酸素原子の配位数は 2 である点に注意が必要です。また、結晶とガラスの性質の違いについても理解しておくことも重要になります。完答に至ったものは少数でした。

問 4 解答 (1) 水素 (2) (d), (e)

酸化アルミニウムの還元方法に関する問いです。酸化アルミニウムの還元で溶融塩電解を用いる理由を正しく理解しておくことが重要です。正答率は高めでした。

問 5 解答 ア 銑鉄 イ 鋼 ウ 石灰石

酸化鉄の還元に関する基礎的な知識を問う設問です。漢字の書き間違いが散見されました。空欄 および の正答率は高めでしたが、空欄 の正答率は低めでした。

問 6 解答 (1) (i) $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$, (ii) $\text{FeO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$
(2) (i) -11, (ii) 20
(3) (c)

(1)では酸化鉄(Ⅱ)の還元を対象とし、基本的な反応式を出題しました。(2)および(3)は、化学反応におけるエンタルピー変化の導出方法と得られた値の正負が示す意味について理解度を問う問題です。いずれも高い正答率でした。

問 7 解答 (a), (b), (e)

クロムおよびその化合物の性質に関する基礎的な知識と酸化還元反応の理解度を幅広く問う選択問題です。一つ一つの記述を丁寧に読んで、正誤を判断することが重要です。完答に至ったものは少数でした。

問 8 解答 (i) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$

(ii) $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

塩素および酸素が発生する反応の化学反応式を問う問題です。(ii)の反応では、 MnO_2 が触媒として作用する点に気をつける必要があります。また、酸化数や係数の間違いが見られました。(i)の反応式の正答率は中程度、(ii)は低めの正答率でした。

大問 3

・出題意図

〔I〕は、有機化合物の構造決定に関する問題です。個々の実験結果は、高校化学で学ぶ芳香族化合物、アルコール、エステル、アルケン、アルキンなどの代表的な有機化合物の基本的な反応性の理解に基づいて正しく解釈できるように設定しています。さらに、不斉炭素原子の有無や環状構造、エノール形とケト形の互変異性など、問題文で与えられた情報も含めて総合的に分析し、論理的に正しい構造を推理する思考力を試しました。

〔II〕では、安息香酸を題材とし、カルボン酸の反応性や合成高分子化合物に関する思考力や理解を問いました。

・講評

〔I〕

問 1 解答 $C_8H_8O_2$

元素分析を用いた分子式の決定に関する問題です。実験 2 の燃焼に関する記述と分子量が 136.0 であることから、化合物 C の分子式を導き出すことができます。高い正答率でした。

問 2 解答 問 12 の解説の後に示しています。

芳香族化合物の反応（実験 3：ベンゼン環に結合したメチル基の酸化）の理解と、化合物 C、F の構造（芳香環上の置換基の位置関係）が正しく決定できたかを問う問題です。過マンガン酸カリウムによる酸化反応を経て化合物の分子量が 30.0 増加した記述（実験 3）から、化合物 F は化合物 C がもつ芳香環に結合したメチル基をカルボキシ基に変換した化合物であることが読み取れます。また、実験 3 の記述から、化合物 F がパラ置換体であり、同一の置換基（カルボキシ基）をもつことが特定できます。化合物 C の構造でヒドロキシ基あるいはホルミル基をもつ誤った解答やオルト置換体を記載した解答なども散見されました。いずれも高い正答率でした。

問 3 解答 アセトン

酢酸カルシウムの乾留によるアセトンの生成（実験 4）に関する問題です。酢酸カルシウムの乾留では、アセトンの他に炭酸カルシウムも得られますが、化合物 D は CHO のみからなる化合物 A の加水分解により得られていることから、アセトンであると特定できます。ホルムアルデヒドや酢酸との誤答も散見されました。正答率はやや高めでした。

問 4 解答 問 12 の解説の後に示しています。

2 価カルボン酸の構造を問う問題です。[I] の説明文および実験 1 の記述、化合物 C の分子式 (問 1)、化合物 D の構造 (問 3) から、化合物 E は $C_3H_4O_4$ の分子式をもつ 2 価カルボン酸であることがわかります。以上のことから、化合物 E はマロン酸であると特定できます。正答率は中程度でした。

問 5 解答 問 12 の解説の後に示しています。

総合的な構造決定の問題です。ここまでの問いで、化合物 C, D, E の構造を正しく特定できていれば、それらをエステル結合でつなぐことで化合物 A の構造を導き出せます。その際、カルボキシ基やヒドロキシ基をもたないアセトンが、エノール形でエステル結合を形成していることがポイントです。低い正答率でした。

まず、[I] の説明文および実験 1 の記述、これまでの解答から、化合物 A の加水分解によって得られる化合物は、化合物 C がモノカルボン酸、化合物 D がアセトン、化合物 E が 2 価カルボン酸、エチレングリコールが 2 価アルコールであることがわかります。ここで、化合物 D のアセトンが、エステル結合の加水分解によって生じるはずのカルボキシ基あるいはヒドロキシ基をもたないことを疑問に思うかもしれません。高校の化学では、ビニルアルコールのアセトアルデヒドへの変換 (互変異性) を学びます。この知識をもとに考えると、アセトンは化合物 A の加水分解が起こったのちに、ケト-エノール互変異性によって得られることがわかります。加水分解によって得られるそれぞれの化合物を順序よく縮合により連結することで、化合物 A の構造が特定できます。

問 6 解答 問 12 の解説の後に示しています。

アルコールの反応 (実験 6, 7)、アルケンの反応 (実験 8)、不斉炭素原子の情報 ([I] の説明文、実験 5, 8)、化合物間のつながり、エステルの加水分解 (実験 5)、環状構造 (実験 5) も含めて総合的な分析力・推理力を問う構造決定の問題です。低い正答率でした。

i) 実験 5 の記述から、化合物 B の加水分解によって 3 種類の化合物が得られていることがわかります。一方で、化合物 A の加水分解によって得られる化合物が 4 種類であり、2 つの反応を比較すると生成物の数が異なることがわかります。この違いは、化合物 B が同一の部分構造を 2 つもつ、あるいは環状のエステル (ラクトン) 構造をもつことを示しており、構造決定の手がかりとなります。化合物 B の分子式、化合物 C の分子式や構造 (問 1, 2)、エチレングリコールの構造を考慮すると、化合物 B は環状のエステル (ラクトン) 構造をもち、化合物 G は 2 価カルボン酸であることが読み取れます。

ii) 化合物 G の酸化によって分子量が 14.0 増加した化合物が得られる (実験 6) という記述から、ヒドロキシ基をもつ化合物 G は第一級アルコールであることが読み取れます。

iii) 実験 7 から、化合物 I は化合物 G の脱水反応により生じた炭素間二重結合をもつ化合物であり、実験 8 から、化合物 J はその炭素間二重結合に臭素が付加したジブロモ化合物であることが読み取れます。

iv) 化合物 J は不斉炭素原子をもたないことから（実験 8）、ブロモ基をもつそれぞれの炭素原子が同一の置換基あるいは原子をもつことが読み取れます。さらに、化合物 B がもつエステル結合の加水分解（実験 5）における不斉炭素の消失（化合物の対称化）から、化合物 G は加水分解によって生じた 2 つのカルボキシ基を含む対称構造をもつことが推測されます。

上述の i-iv) までの考察をもとに、化合物 G, I や解答の化合物 J の構造を特定することができます。

問 7 解答 問 12 の解説の後に示しています。

総合的な構造決定の問題です。ここまでの問いで、化合物 B の加水分解によって得られる化合物 C（問 2）と化合物 G（問 6）の構造を正しく特定できていれば、化合物 B の構造を導くことができます。まず、化合物 C、エチレングリコール、化合物 G を順序よく縮合により連結し、さらに分子内での縮合反応によって環状構造を形成することで化合物 B の構造が特定できます。低い正答率でした。

〔II〕

問 8 解答 (b)、(d)

カルボン酸の性質や安息香酸に関する選択問題です。正答率は中程度でした。

問 9 解答 問 12 の解説の後に示しています。

炭酸水素ナトリウムを用いたカルボン酸の中和に関する化学反応式の問題です。高い正答率でした。

問 10 解答 問 12 の解説の後に示しています。

カルボン酸のアセチレンへの付加反応に関する問題です。高校の化学では、酢酸のアセチレンへの付加反応を学びます。化学反応の事象を暗記で覚えていた受験者にとって、この問題が難しく感じたかもしれません。化合物そのものではなく、官能基に焦点を当てて化学反応を考える応用力を問いました。大学の研究では、まったく新しい化合物を取り扱うことがあり、化合物の事象を暗記するだけでは対応できない場面がよくあります。大学受験を意識する前から官能基や原子レベルで化学反応を考える習慣を身につけることで、有機化学への理解が深まるとともに応用力を養うことができます。また、アセチレンへの付加反応がカルボキシ基ではなく、芳香環の炭素原子上で起こる可能性も考えられますが、実験 10 の炭酸水素ナトリウム水溶液の処理にて気体が発生しなかったという記

述から、カルボン酸がエステルに変換されたことが読み取れます。正答率はやや高めでした。

問 11 解答 2.5

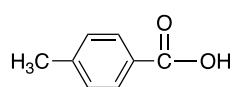
ビニルアルコールの付加重合（実験 11）やエステルの加水分解に関する問題です。高分子 L の構造が特定できていれば、構成単位の式量が 148 であることがわかります。構成単位の式量をもとに、加水分解に理論上必要な水酸化ナトリウムの物質質量や体積を計算することができます。正答率はやや低めでした。

問 12 解答 (1) ビニロン (2) 23

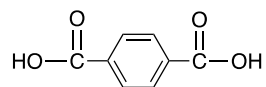
ビニロン、アルコールの反応、アセタール化に関する問題です。高分子 M がポリビニルアルコールであること、アセタール構造が 2 つのヒドロキシ基から形成されることを理解していれば、計算自体は基本的な問題です。完全にアセタール化されたビニロン 2 単位あたりの式量は 100 であり、アセタール化されていないビニロン 2 単位あたりの式量は 88 であり、これらの数値をもとに生成する高分子 N（ビニロン）の質量を計算することができます。低い正答率でした。

問2

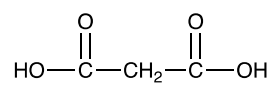
C



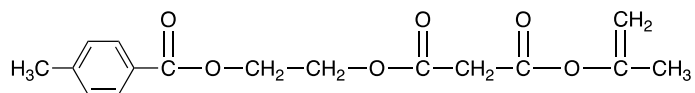
F



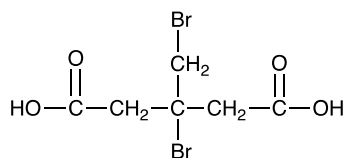
問4



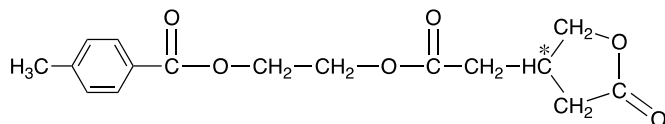
問5



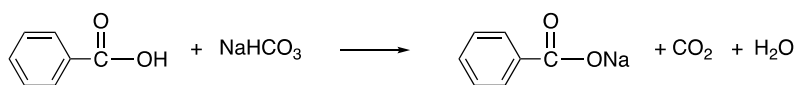
問6



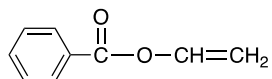
問7



問9



問10



後期日程

大問 1

・出題意図

〔Ⅰ〕では気体の状態方程式とヘンリーの法則、〔Ⅱ〕では希薄溶液、〔Ⅲ〕では反応速度に関する問題を出題しました。大学の理系科目では、複雑な現象の中から重要なポイントを整理し、解決する能力が求められます。そこで本問題では、比較的長い説明文を付し、説明文から重要なポイントを整理し、それを知識と結びつけて答えを導けるかを問うことを意図しました。

・講評

問 1 解答 ア av_w イ v_g ウ $av_w(p_0 - p_w)$

気体の実験に関する説明文から重要なポイントを整理し、気体の状態方程式とヘンリーの法則に当てはめることで解く問題です。水に溶けている窒素、水蒸気となった水を考慮し、式を整理する必要があります。また、ウでは容器内部の圧力が外部の圧力と等しいことに気がつく必要もあります。全体的に正答率は中程度でした。

問 2 解答 (1) ② (2) ② (3) ③

希薄溶液の冷却曲線の形状の意味を理解しているかを問う問題です。全体的に高い正答率でしたが、(2)において、③との誤答が散見されました。

問 3 解答 ④

希薄溶液に関する説明文から重要なポイントを整理し、反応に伴う物質の変化を正しく表すことができるかを問う問題です。問 4 を解くために必要な問題でもあります。誤りやすい選択肢を用意しましたが、高い正答率でした。

問 4 解答 0.90

問 3 の解答を受けて、実際に二量体を形成している酢酸の割合を計算する問題です。酢酸の濃度を求めれば、問 3 で導出された式から計算できますが、有効数字の桁数を間違えた解答が一部に見られました。

問 5 解答 (b)

タンパク質の基本的な構造に関する知識を問う問題です。高い正答率でした。

問 6 解答 ク 水素 ケ 最適温度 (または至適温度)

タンパク質の基本的な構造、性質に関する知識を問う問題です。正答率は中程度でし

た。

問 7 解答 コ $k_2[ES]$ サ $k_1[E][S]$ シ $(k_{-1} + k_2)[ES]$

タンパク質に関する説明文から重要なポイントを整理し、酵素反応に反応速度式を当てはめる問題です。タンパク質や酵素反応に関する詳細な知識がなくても解答できる問題になっています。コ、サは高い正答率でしたが、シでは生成物 P の生成に伴う分解を考慮していない解答が多く見られ、低い正答率でした。

問 8 解答 $(k_{-1} + k_2)/k_1$

問 7 の解答をもとに、数式を整理する問題です。低い正答率でした。中には問 7 のシにおいて生成物 P の生成に伴う分解を考慮していないために、誤った解答に至ったものも多く見られました。

問 9 解答 ス $k_2[E]_0$ セ K_M (または $(k_{-1} + k_2)/k_1$)

説明文をもとに数式の意味を考える問題です。大学の理系科目では、数式の意味を理解することが非常に重要になります。記号の添字(上付き文字、下付き文字)を正しく書いていない解答が散見されました。また、この問題のセは問 10 のヒントにもなっています。

問 10 解答 5

ミカエリス定数をグラフから読み取る問題です。問 9 のセの解答をもとに思考し、グラフからミカエリス定数を読み取る方法を着想できるかを問いました。低い正答率でした。

大問 2

・出題意図

本問題の前半では、肥料に関連する 3 つの元素を題材とし、原料の獲得方法や関連物質とその性質について総合的に問いました。後半では、周期表 11 族に属する金、銀、銅の精錬・精製について問いました。

・講評

問 1 解答 三

窒素分子に関する基礎的な知識を問いました。高い正答率でした。

問 2 (1) 解答 ハーバー・ボッシュ

工業的にアンモニアを合成する手法に関する基礎知識を問いました。高い正答率でした。

問 2 (2) 解答 58

混合気体の分圧の考え方についての理解と図の読み取りを問う基本的な計算問題です。やや高い正答率でした。

問 3 (1) 解答 4.40

窒素肥料を使用した際の土壌に対する効果を化学の視点で理解できるかを問う問題です。1 mol の硫酸アンモニウムが水に溶けると 2 mol のアンモニウムイオンが生じるところがポイントであり、アンモニアの電離定数と水のイオン積から加水分解定数を求め、水素イオン濃度と加水分解定数との関係から数値計算をすることで正解を導くことができます。非常に低い正答率でした。

問 3 (2) 解答 (c)

(1)で求めた pH が酸性領域であるため、塩基性土壌を中和するために用いるのが正答です。(1)が不正解でも知識で答えた受験者も多く、やや高い正答率でした。

問 4 (1) 解答 P_4O_{10}

リン化合物に関する基本的な知識を問う設問でした。高い正答率でした。

問 4 (2) 解答 (a)

P_4O_{10} は酸性の物質なので、塩基性であるアンモニアと接触すると酸塩基反応が起こ

り、乾燥剤としての機能を果たすことができません。やや高い正答率でした。

問 5 (1) 解答 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

カリウムを含む化学物質であるミョウバンの組成式を問う設問でした。硫酸イオンの数や水和物の数の誤答が多く見られました。低い正答率でした。

問 5 (2) ① 解答 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4$

ミョウバンの水溶液中には、アルミニウムイオン、カリウムイオン、硫酸イオンが存在しています。塩化バリウムが加えられると、バリウムイオンと硫酸イオンが反応し、不溶性の硫酸バリウムが生成します。高い正答率でした。

問 5 (2) ② 解答 $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$

または $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NH}_4^+$

アルミニウムイオンと水酸化物イオンが反応して水酸化アルミニウムが沈殿します。水酸化ナトリウムを加えた場合は、大量に加えると錯イオンの形成により沈殿の再溶解が起こりますが、アンモニアを加えた場合は錯イオンが生じず、大量に加えた場合であっても水酸化アルミニウムの沈殿が生じます。正答率は中程度でした。

問 6 解答 11

周期表に関する設問です。金、銀、銅は同じ 11 族に属する金属元素です。周期表を全て覚える必要はありませんが、第 4 周期からは 3 族から 12 族が出てくるので、覚えておくといよいでしょう。正答率は中程度でした。

問 7 解答 $\text{SiO}_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_4\text{SiO}_4 + 2\text{CO}_2$

これまでに見たことのない化学反応式かもしれません。一方、設問には、生成物と反応物の指定があるので、そこから化学反応式を組み立てられるかを問う設問でした。高い正答率でした。

問 8 (1) 解答 $12\text{PbO} + \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 \rightarrow 12\text{Pb} + 6\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$

こちらも見たことのない化学反応式だったかと思います。前問同様、生成物および反応物から化学反応式を組み立てられるかを問う設問でした。両辺の各元素数を丁寧に比較することで正しい係数が得られます。正答率は中程度でした。

問 8 (2) 解答 15.3 (1.53×10)

問 8 (1) の化学反応式から、実際に得られる鉛の質量を求める設問でした。1 mol のデンプン (162 g/mol) から、12 mol の Pb (207 g/mol) が得られるので、1.00 g のデンプ

ンからは $207 \times 12 \div 162 = 15.33 \text{ g}$ の鉛が得られます。なお、問題文中に「・・・質量 [g] を求め、その数値を有効数字 3 桁で解答欄(2)に書け。」とあるので、解答は数値のみ 15.3 (1.53×10) と、単位は不要です。正答率は中程度でした。

問 9 解答 (b)

金属を溶解させる反応を問う設問でした。この場合、銀は溶解しても金は溶解しない酸を選ぶことになります。銀は濃硝酸には溶解しますが、王水、濃塩酸、希硫酸には溶解しません。一方、金は王水には溶解しますが、他の酸には溶解しません。したがって、解答は濃硝酸となります。高い正答率でした。

問 10 解答 $0.62 (6.2 \times 10^{-1})$

K18 は、金が質量割合で $18/24 = 0.75$ 含まれている、すなわち銀が 0.25 含まれる合金であることを意味しています。1 g の合金があったとすると、0.75 g が金、0.25 g が銀となります。これをモル分率に換算することで解答が得られます。正答率は中程度でした。

問 11 (1) d) 解答 $2\text{CuFeS}_2 + 4\text{O}_2 + 2\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{FeSiO}_3 + 3\text{SO}_2$

銅の精錬・精製反応を問う設問でした。燃焼というワードがあるので、化学反応式の左辺には酸素が含まれることを理解しているかがポイントです。正答率は中程度でした。

問 11 (1) e) 解答 $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu} + \text{SO}_2$

硫化銅(Ⅰ)の燃焼反応を問う設問でした。高い正答率でした。一部、硫化銅(Ⅱ)を解答しているものが見られました。本問では硫化銅(Ⅰ)と指定しているので、正しく化学反応式を書く必要があります。

問 11 (2) 解答 (a)

粗銅の電解精錬についての設問でした。粗銅が溶解し、高純度銅が析出する反応であるため、粗銅は陽極側に接続することになります。高い正答率でした。

問 11 (3) 解答 (b) (c) (e)

陽極泥に含まれる元素を問う設問でした。銅よりもイオン化傾向の小さい金属は陽極においてイオン化せず、陽極の下側に沈殿します。よって、金、銀が該当します。加えて、本反応は硫酸銅(Ⅱ)水溶液中で行っています。そのため、鉛も硫酸鉛(Ⅱ)として沈殿します。よって鉛も該当します。金、銀のみと解答しているものが多く見られました。

大問 3

・出題意図

天然物を含む有機化合物の構造決定に関する問題です。個々の実験結果は、高校化学で学ぶ芳香族化合物、エステル、アミン、アミド、アルデヒドなどの代表的な有機化合物の基本的な反応性の理解や特性に基づいて正しく解釈できるように設定し、高校化学では出てこない反応（脱炭酸反応）については注釈をつけて理解できるようにしました。不斉炭素原子の有無や各種官能基に対する呈色反応など、問題文で与えられた情報も含めて総合的に分析し、論理的に正しい構造を推理する思考力を試しました。また、浸透圧など有機化学以外の基礎的な知識と理解を含めた応用力も問いました。

・講評

問 1 解答 (a) (b) (g)

フェノール性ヒドロキシ基の呈色反応についての問題です。高い正答率でしたが、(f) シクロヘキサノールを含む誤答が散見されました。

問 2 解答 $\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO}_3$

元素分析を用いた分子式の決定に関する問題です。実験 1 の燃焼に関する記述と実験 2 の分子量が 300 以下である記述から、化合物 A の分子式を導き出すことができます。やや高い正答率でした。

問 3 解答 問 11 の解説の後に示しています。

化合物 A はベンゼン環をもつこと（実験 2）、塩酸による加水分解で化合物 B の塩酸塩と酸である化合物 C となること（実験 3）、化合物 A と化合物 B は、フェノール性ヒドロキシ基をもち、同じ官能基をオルト位にもつこと（実験 4）、化合物 B はアミノ基をもつことから（実験 6）、化合物 B の構造式を特定できます。また、アミノ酸 L-チロシンの構造式との関連性からも（実験 4）、特定できます。ドーパミンと呼ばれる生体内にも存在する化合物です。高い正答率でした。

問 4 解答 アセトアルデヒド

化合物 A を加水分解して得られる酸の化合物 C は、化合物 B の構造式から酢酸であると求められます。酸化すると酢酸になり、銀鏡反応とヨードホルム反応のいずれも示すことから、アセトアルデヒド (CH_3CHO) であることがわかります。高い正答率でした。

問 5 解答 問 11 の解説の後に示しています。

問 4 の解説に示しましたが、化合物 A を加水分解して得られる酸である化合物 C は、

化合物 **B** の構造式から酢酸であると求められます。高い正答率でした。

問 6 解答 問 11 の解説の後に示しています。

化合物 **A** の構造式は、アミノ基をもたないことから（実験 6）、化合物 **C**（酢酸）と化合物 **B** の $-\text{OH}$ とのエステル結合ではなく、アミノ基とアミド結合したものであることがわかります。*N*-アセチルドーパミンという化合物です。やや高い正答率でした。

問 7 解答 問 11 の解説の後に示しています。

化合物 **F** は分子式 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$ と与えられており、不斉炭素原子をもつヒドロキシ酸であることから $-\text{COOH}$ と $-\text{OH}$ をもつ $\text{C}_3\text{H}_6(\text{COOH})\text{OH}$ となります。次の 5 つの異性体が考えられますが、不斉炭素をもつことから (A)~(C) の 3 つに絞られます。

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}^*\text{H}(\text{OH})\text{COOH}$: 2-ヒドロキシ酪酸 (A)

$\text{CH}_3\text{-C}^*\text{H}(\text{OH})\text{-CH}_2\text{-COOH}$: 3-ヒドロキシ酪酸 (B)

$\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$: 4-ヒドロキシ酪酸

$(\text{H}_3\text{C})_2\text{-C}(\text{OH})\text{COOH}$

$\text{CH}_2(\text{OH})\text{-C}^*\text{H}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ (C)

化合物 **F** は酸化反応により、化合物 **G**（アセト酢酸（3-オキソブタン酸））を生じることから、ヒドロキシ基の酸化反応（例えば 2-プロパノールからアセトン）を考えると、 $\text{CH}(\text{OH})$ が $\text{C}=\text{O}$ 、さらに脱炭酸反応（注 1）により $-\text{COOH}$ が $-\text{H}$ になります。

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}^*\text{H}(\text{OH})\text{COOH}$ (A) $\rightarrow$ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COCOCH}_3$ $\rightarrow$ $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$

$\text{CH}_3\text{-C}^*\text{H}(\text{OH})\text{-CH}_2\text{-COOH}$ (B) $\rightarrow$ $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-COOH}$ $\rightarrow$ $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$

アセト酢酸（3-オキソブタン酸）

$\text{CH}_2(\text{OH})\text{-C}^*\text{H}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ (C) $\rightarrow$ $\text{CHOC}^*\text{H}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ $\rightarrow$ $\text{CHOCH}_2\text{CH}_3$

(A) と (C) は $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$ 、(B) はアセトンを生じることから、化合物 **F** は (B) の 3-ヒドロキシ酪酸となります。やや高い正答率でした。

問 8 解答 問 11 の解説の後に示しています。

化合物 **G** は、前述のとおり化合物 **F** の酸化反応により生ずるアセト酢酸（3-オキソブタン酸）となります。高い正答率でした。

問 9 解答 問 11 の解説の後に示しています。

化合物 **D** は、化合物 **A** と同じ分子式から $\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{NO}_3$ であり、塩酸で加水分解すると化合物 **E** の塩酸塩と分子式 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_3$ の化合物 **F** が得られることから、化合物 **E** の分子式は $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}$ と求められます。化合物 **E** は、さらし粉の水溶液を加えると呈色したこと（実験 7）、パラ位にたがいに異なる官能基をもつ芳香族化合物であること（実験 8）から、ベンゼン環 C_6H_4 に $-\text{NH}_2$ と $-\text{OH}$ をパラ位の関係にもつ 4-アミノフェノールであり、

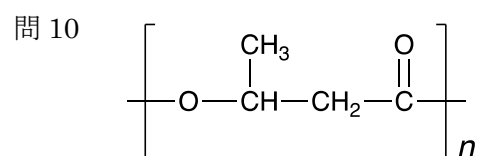
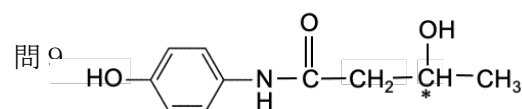
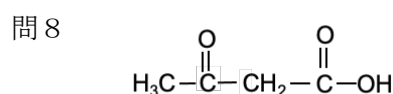
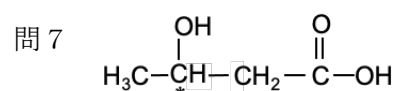
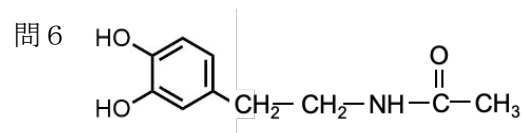
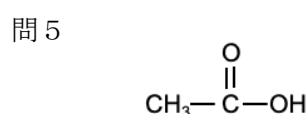
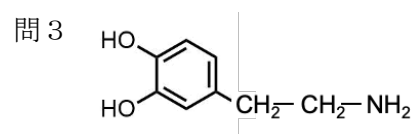
化合物 **D** はサラシ粉で呈色しなかったことから、アミノ基が化合物 **F** とアミド結合により繋がった構造となります。正答率は中程度でした。

問 10 解答 問 11 の解説の後に示しています。

高分子化合物 **H** は、化合物 **F** が脱水縮合反応により生じたポリエステルであることから、ヒドロキシ酸である 3-ヒドロキシ酪酸の -COOH と -OH 間でエステル結合をもつ構造となります。不斉炭素原子は化合物 **F** と同様に維持されています。正答率は中程度でした。

問 11 解答 (1) 4.3×10^4 (2) 5.0×10^2

(1) 平均分子量は、高分子化合物 **H** の溶液の浸透圧からファンツホッフの法則 $\Pi V = (w/M)RT$ により求めます。 $\Pi = 5.80 \times 10^2 \text{ Pa}$, $V = 100 \text{ mL} = 0.100 \text{ L}$, $w = 1.0 \text{ g}$, $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$, $T = 273 + 27 = 300 \text{ K}$ をそれぞれ代入して、平均分子量 M を求めます。(2) 高分子化合物 **H** の繰り返し単位の式量で (1) で求めた高分子化合物 **H** の平均分子量を除して平均重合度を求めます。いずれも「値を有効数字 2 桁で書け。」と指示があるので単位は不要です。正答率は中程度でした。



○志願者へのメッセージ

化学は広く物質の性質（構造・物性・反応など）を扱う学問です。我々の身の回りにもたくさん種類の物質があり、多くの興味深い性質を示します。広く物質を扱う科学や技術は、多かれ少なかれ化学が関わっているといっても過言ではありません。

本年は、その化学の基礎を問うために 3 つの異なる分野の大問を出題しました。これらは大学でさらに化学を学ぶ上で、ぜひ理解しておいてほしい内容ばかりです。高校化学は暗記が多いと思われるがちですが、それは物質がそもそも非常に多彩な性質をもっているからです。大学ではそのような多彩な性質が現れる理由に踏み込んで、深く学んでいくことになりますので、期待しててください。

今回の採点を通して受験者のみなさんにお伝えしたいことは、答案作成は学問的なコミュニケーション力とも関わる重要な技術（スキル）であるという意識を、ぜひもってほしいということです。答案もみなさんが作成する文書のひとつで、あらかじめ読む相手が想定されており、その読者に伝わるかどうかの評価につながります。伝わらないものは評価の対象にならないということは、世の中に出れば身に染みて感じるようになるはずです。

試験の答案でも、題意に合った答えになっているか、判別が難しい文字を書いていないか、構造式の場合、化学結合の連結や様式が読み取れるようになっているか、数量の場合、単位やオーダー、有効数字が適切か、といった基本的な点は、普段からの心がけで十分に改善できるはずです。試験の間ではあわてがちですが、このような配慮に欠けて取りこぼすことのないようにしましょう。世の中に出れば、例えば数量の単位やオーダーを間違えることは、試験の答案のように減点では済みません。取り返しのつかない事態を招く可能性もあることに注意してください。

採点者は、提出された答案から受験者が何をわかっているのかを注意深く読み取ろうとしています。採点者の身になった今では、自分が受験者だった頃に想像していた以上に、丁寧に読み取られていることを知りました（大学にとっても、入学者選抜が非常に重要な業務であることは言うまでもありません）。特に記述を伴う解答を求める問題においては、相手に伝えようという意識を持って明確に書かれた答案は、自然と評価される部分も多くなります。答案のなかで、自分の考えをきちんと伝えられる人は、入学してからも有望な学生になると期待しています。