

2023 年度入学試験問題

化 学

(60分)

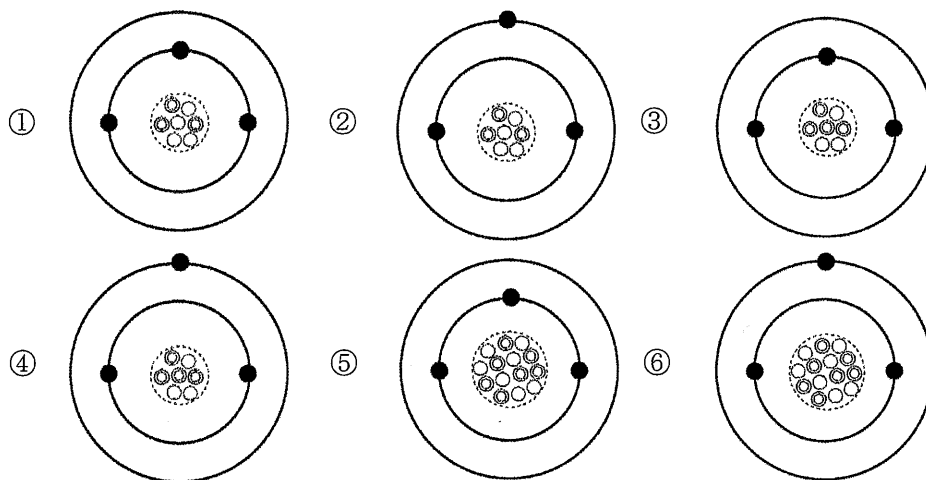
注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子は開かないでください。
2. この問題冊子は14ページあります。試験中、ページの脱落等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
解答用紙(マークシート)の汚れなどに気づいた場合も、同様に知らせてください。
3. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり、汚したりしないでください。
4. 解答は、すべて解答用紙(マークシート)に記入し、解答用紙(マークシート)の枠外には、なにも書かないでください。
5. 解答用紙(マークシート)には、問題番号が1~50、選択肢が①~⑩まで印刷されていますが、解答にあたっては、各設問に指示された選択肢の数の中から選んで解答してください。
6. マークは必ずHBの黒鉛筆を使用し、訂正する場合は、完全に消してからマークしてください。
7. 監督者の指示に従って、解答用紙(マークシート)に解答する科目・受験番号をマークするとともに、受験番号および氏名を記入してください。
8. 解答する科目、受験番号、解答が正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

問題 I. 下に示す周期表を参考にして問 1～問 8 に答えなさい。なお、周期表の上の数字は族を、表の左の数字は周期を表している。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57-71 ランタノイド	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89-103 アクチノイド	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
				57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
				89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

問 1 陽子を⊙、中性子を○、電子を●で表すとき、質量数 7 のリチウム Li 原子の構造を示すものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。ただし、破線の円内は原子核とし、その外側にある実線の同心円は内側から順に K 殻、L 殻を表す。



問 2 以下の選択肢のうち、最外殻の電子が最も多い元素を①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | | |
|------|------|------|
| ① Li | ② B | ③ O |
| ④ Na | ⑤ Mg | ⑥ Br |

問3 アルカリ土類金属に属する元素を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | | |
|------|------|------|
| ① Li | ② C | ③ Na |
| ④ S | ⑤ Ca | ⑥ Zn |

問4 典型元素であり、かつ金属元素である元素を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | | |
|------|------|------|
| ① C | ② O | ③ F |
| ④ Al | ⑤ Fe | ⑥ Cu |

問5 以下の選択肢のうち、原子の第一イオン化エネルギーが最も大きい元素を①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | | |
|-----|------|-----|
| ① F | ② Ne | ③ P |
| ④ S | ⑤ Cl | ⑥ K |

問6 ネオン Ne 原子と同じ電子配置をもつイオンを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | | |
|-------------------|--------------------|-----------------|
| ① Li^+ | ② Be^{2+} | ③ Na^+ |
| ④ S^{2-} | ⑤ Cl^- | ⑥ K^+ |

問7 以下の選択肢のうち、最も大きなイオン半径をもつイオンを①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

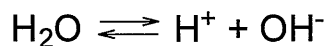
- | | | |
|-----------------|-----------------|--------------------|
| ① F^- | ② Na^+ | ③ S^{2-} |
| ④ Cl^- | ⑤ K^+ | ⑥ Ca^{2+} |

問8 炭素原子と単結合を作った際、最も極性が大きくなるものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- | | | |
|-------|--------|--------|
| ① C-N | ② C-C | ③ C-O |
| ④ C-F | ⑤ C-Cl | ⑥ C-Br |

問題Ⅱ． 次の文章を読んで、問9～問13に答えなさい。

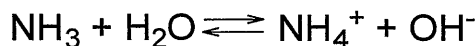
純粋な水はわずかではあるが次のように電離して水素イオン H^+ と水酸化物イオン OH^- を生じている。



水素イオン、水酸化物イオンのモル濃度をそれぞれ $[\text{H}^+]$ 、 $[\text{OH}^-]$ とおくと、それらの積 $[\text{H}^+][\text{OH}^-]$ は温度が一定のとき一定の値となる。これを K_w と表し水のイオン積という。 K_w の値は 25°C で以下のようになる。

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ (mol/L)}^2$$

この水のイオン積の関係は純粋な水だけでなく酸や塩基の水溶液でも成り立つ。例えば、アンモニア水溶液は次のような電離平衡にある。



平衡時における各成分のモル濃度を $[\text{NH}_3]$ 、 $[\text{H}_2\text{O}]$ 、 $[\text{NH}_4^+]$ 、 $[\text{OH}^-]$ とすると、アンモニアの電離定数 K_b は $K_b = \boxed{\text{A}}$ と表される。ただし、このとき、アンモニアに比べて水は多量に存在するものとする。アンモニア水溶液のモル濃度が 0.20 mol/L 、電離度が 0.010 であるとき、水酸化物イオン濃度は $[\text{OH}^-] = \boxed{\text{B}}$ となる。このときも上記の水のイオン積 K_w の式は成り立つため、この水溶液の水素イオン濃度は $[\text{H}^+] = \boxed{\text{C}}$ となり、その結果として、この水溶液の pH は $\boxed{\text{D}}$ となる。また、同時に、このアンモニアの電離定数は $K_b = \boxed{\text{E}}$ となる。

問9 空欄 $\boxed{\text{A}}$ に当てはまるアンモニアの電離定数を表す式として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

① $\frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}$

② $\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3][\text{OH}^-]}$

③ $\frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$

④ $\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$

⑤ $\frac{[\text{NH}_3][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4^+]}$

⑥ $\frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$

問 10 空欄 **B** に当てはまる水溶液の水酸化物イオン濃度の値として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 0.0010 mol/L ② 0.0020 mol/L ③ 0.010 mol/L
④ 0.020 mol/L ⑤ 0.10 mol/L ⑥ 0.20 mol/L

問 11 空欄 **C** に当てはまる水溶液の水素イオン濃度の値として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 1.0×10^{-11} mol/L ② 2.0×10^{-11} mol/L ③ 5.0×10^{-11} mol/L
④ 1.0×10^{-12} mol/L ⑤ 2.0×10^{-12} mol/L ⑥ 5.0×10^{-12} mol/L

問 12 空欄 **D** に当てはまる水溶液の pH の値として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。なお、必要があれば $\log_{10} 5 = 0.70$ を用いなさい。

- ① 10.3 ② 10.7 ③ 11.3
④ 11.7 ⑤ 12.3 ⑥ 12.7

問 13 空欄 **E** に当てはまるアンモニアの電離定数の値として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 1.0×10^{-5} mol/L ② 2.0×10^{-5} mol/L ③ 5.0×10^{-5} mol/L
④ 1.0×10^{-6} mol/L ⑤ 2.0×10^{-6} mol/L ⑥ 5.0×10^{-6} mol/L

問題Ⅲ. 次の文章を読んで、問 14～問 27 に答えなさい。

カルシウムは生体を構成する元素の一つであり、その化合物は、骨や歯などの主成分となっている。単体は、空気中で熱すると **A** 色の炎色反応を示して燃え、**B** と呼ばれる酸化カルシウムがつくられる。

酸化カルシウムは、水と反応して発熱し、**C** を生じる。**C** は白色の粉末で、水にわずかに溶けて強い **D** を示す。塩素を **C** に吸収させて得られたものを水に溶かすと、強い酸化力をもつ **E** を生じる。**C** の飽和水溶液に二酸化炭素を吹き込んで得られる白色沈殿の **F** は、方解石（大理石を構成する鉱石）、卵の殻、貝殻などの主成分として天然に広く存在する。鍾乳洞は、**F** が二酸化炭素を含んだ地下水に溶けてできた洞穴であり、このとき生じた **G** が再び **F** になったものが鍾乳石や石筍である。酸化カルシウムにコークスを混ぜて強熱すると、炭化カルシウムが得られる。これに水を反応させて合成される **H** は、金属の溶接や切断などに用いられる。

C の水溶液を塩酸で中和した溶液を蒸発させ、得られる結晶をさらに熱して水和水を除くと、**I** を生じる。これは、**J** 法の副生成物として多量に得られる化合物であり、水によく溶け潮解性を示す。この無水塩は吸湿性が強いので、乾燥剤に用いられる。**I** の水溶液に硫酸を加えると **K** の沈殿を生じる。この二水和物は **L** として天然に産出する。

問 14 空欄 **A** に当てはまる色として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 青緑 ② 紅 ③ 橙赤 ④ 黄 ⑤ 黄緑 ⑥ 紫

問 15 下線部に当てはまる主成分として最も適切なものを下の選択肢①～⑧の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 炭化カルシウム ② フッ化カルシウム ③ 塩化カルシウム
④ 水酸化カルシウム ⑤ 炭酸カルシウム ⑥ 炭酸水素カルシウム
⑦ 硫酸カルシウム ⑧ リン酸カルシウム

問 16 空欄 **B** に当てはまる語句として最も適切なものを下の選択肢①～④の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 生石灰 ② 消石灰 ③ さらし粉 ④ セッコウ

問 17 空欄 **C** に当てはまる化合物として最も適切なものを下の選択肢①～⑧の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 炭化カルシウム ② フッ化カルシウム ③ 塩化カルシウム
④ 水酸化カルシウム ⑤ 炭酸カルシウム ⑥ 炭酸水素カルシウム
⑦ 硫酸カルシウム ⑧ リン酸カルシウム

問 18 空欄 **D** に当てはまる液性として最も適切なものを下の選択肢①～③の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 酸性 ② 中性 ③ 塩基性

問 19 空欄 **E** に当てはまるイオンとして最も適切なものを下の選択肢①～④の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 次亜塩素酸イオン ② 亜塩素酸イオン
③ 塩素酸イオン ④ 過塩素酸イオン

問 20 空欄 **E** に当てはまるイオンを構成する塩素原子の酸化数として最も適切なものを下の選択肢①～⑧の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① +1 ② +2 ③ +3 ④ +4
⑤ +5 ⑥ +6 ⑦ +7 ⑧ 0

問 21 空欄 **F** に当てはまる化合物として最も適切なものを下の選択肢①～⑧の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 炭化カルシウム ② フッ化カルシウム ③ 塩化カルシウム
- ④ 水酸化カルシウム ⑤ 炭酸カルシウム ⑥ 炭酸水素カルシウム
- ⑦ 硫酸カルシウム ⑧ リン酸カルシウム

問 22 空欄 **G** に当てはまる化合物として最も適切なものを下の選択肢①～⑧の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 炭化カルシウム ② フッ化カルシウム ③ 塩化カルシウム
- ④ 水酸化カルシウム ⑤ 炭酸カルシウム ⑥ 炭酸水素カルシウム
- ⑦ 硫酸カルシウム ⑧ リン酸カルシウム

問 23 空欄 **H** に当てはまる化合物として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① メタン ② プロパン ③ エチレン
- ④ アセチレン ⑤ ヘキサン ⑥ ベンゼン

問 24 空欄 **I** に当てはまる化合物として最も適切なものを下の選択肢①～⑧の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 炭化カルシウム ② フッ化カルシウム ③ 塩化カルシウム
- ④ 水酸化カルシウム ⑤ 炭酸カルシウム ⑥ 炭酸水素カルシウム
- ⑦ 硫酸カルシウム ⑧ リン酸カルシウム

問 25 空欄 **J** に当てはまる手法として最も適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① イオン交換膜 ② オストワルト ③ クメン
④ ゴーンメルティング ⑤ ソルベール ⑥ ハーバー・ボッシュ

問 26 空欄 **K** に当てはまる化合物として最も適切なものを下の選択肢①～⑧の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 炭化カルシウム ② フッ化カルシウム ③ 塩化カルシウム
④ 水酸化カルシウム ⑤ 炭酸カルシウム ⑥ 炭酸水素カルシウム
⑦ 硫酸カルシウム ⑧ リン酸カルシウム

問 27 空欄 **L** に当てはまる語句として最も適切なものを下の選択肢①～④の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 生石灰 ② 消石灰 ③ さらし粉 ④ セッコウ

問題IV. 以下の問 28～問 32 に答えなさい。

問 28 炭化水素について述べた文章のうち、正しいものを下の選択肢①～⑤の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 炭素数が 4 以上のアルカンにはシス-トランス異性体が存在する。
- ② メタンの C-H 結合同士のなす角は 90° である。
- ③ アルカンとシクロアルkanは同族体である。
- ④ エチレンは直線状の分子である。
- ⑤ ベンゼンの 6 個の炭素原子間の結合の長さは等しい。

問 29 アルコールについて述べた文章のうち、正しいものを下の選択肢①～⑤の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① ヒドロキシ基が結合している炭素原子に 3 つの炭素原子が結合しているアルコールを多価アルコールという。
- ② メタノールは第一級アルコールである。
- ③ 全てのアルコールは水によく溶ける。
- ④ 分子内で脱水してアルキンを生成する。
- ⑤ 水溶液は塩基性を示す。

問 30 エーテルについて述べた文章のうち、正しいものを下の選択肢①～⑤の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 炭素数の等しい 1 価アルコールの構造異性体である。
- ② アルコールの脱離反応で得られる。
- ③ アルコールに比べ沸点が高い。
- ④ ナトリウムと反応して水素を発生する。
- ⑤ 酸化するとケトンが得られる。

問 31 アルデヒドについて述べた文章のうち、正しいものを下の選択肢①～⑤の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 一般式は R^1-CO-R^2 で表される。
- ② 還元すると第二級アルコールになる。
- ③ 最も分子量の小さなアルデヒドはアセトアルデヒドである。
- ④ 還元性を示す。
- ⑤ 水溶液は酸性を示す。

問 32 芳香族化合物について述べた文章のうち、正しいものを下の選択肢①～⑤の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 芳香族炭化水素の一般式は C_nH_m である。
- ② キシレンの構造異性体の数は 3 つである。
- ③ ベンゼンの二重結合に塩素が付加するとクロロベンゼンが生成する。
- ④ ベンゼンの水素原子一つをヒドロキシ基で置換した化合物をナフトールという。
- ⑤ アニリンは最も構造が簡単な芳香族アミンである。

問題 V. 次の文章を読んで、問 33～問 35 に答えなさい。

アラニン分子の中央の炭素原子には、水素原子、メチル基 **A**、アミノ基 **B**、カルボキシ基 **C** のように、4 種の異なる原子または原子団が結合している。このような炭素原子を不斉炭素原子という。不斉炭素原子をもつ化合物には、原子または原子団の立体的な配置が異なり、互いに重ね合わせることはできない 1 対の異性体が存在する。これらの分子は、互いに鏡に対する実像と鏡像の関係にあるので、互いに鏡像異性体であるという。アラニンには D 型と L 型の 1 対の鏡像異性体が存在する。

問 33 空欄 **A**～**C** に当てはまる原子団の組み合わせのうち、最も適切なものを下の選択肢①～⑧の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

	A	B	C
①	-CH ₃	-NO ₂	-COOH
②	-CH ₃	-NO ₂	-CHO
③	-CH ₃	-NH ₂	-COOH
④	-CH ₃	-NH ₂	-CHO
⑤	-C ₆ H ₅	-NO ₂	-COOH
⑥	-C ₆ H ₅	-NO ₂	-CHO
⑦	-C ₆ H ₅	-NH ₂	-COOH
⑧	-C ₆ H ₅	-NH ₂	-CHO

問 34 不斉炭素原子をもつ化合物を下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① グルコース
- ② グリセリン
- ③ エチレングリコール
- ④ サリチル酸メチル
- ⑤ アセチルサリチル酸
- ⑥ リノール酸

問 35 鏡像異性体について述べた文章のうち、正しいものを下の選択肢①～⑤の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① すべてのアミノ酸には 1 対の鏡像異性体が存在する。
- ② 鏡像異性体は光学異性体とも呼ばれる。
- ③ D-アラニンと L-アラニンでは融点が異なる。
- ④ 炭素数が 4 以上のアルカンには不斉炭素原子をもつ異性体が存在する。
- ⑤ 天然に存在するアミノ酸の割合は D 型と L 型がほぼ 1 対 1 である。

問題VI. 次の文章を読んで、問36～問40に答えなさい。

ベンゼンに **ア** を加えて加熱すると化合物 A が生成する。A にスズと **イ** を加えてしばらく加熱すると化合物 B が生成する。反応溶液からスズを分離し、**ウ** を加えると化合物 C が生成する。

問36 空欄 **ア** に当てはまる適切な語句を問38の下の選択肢①～⑨の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問37 空欄 **イ** に当てはまる適切な語句を問38の下の選択肢①～⑨の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問38 空欄 **ウ** に当てはまる適切な語句を下の選択肢①～⑨の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

問36～問38に対する選択肢

- | | | |
|---------------|----------------|------|
| ① 塩酸 | ② 硫酸 | ③ 硝酸 |
| ④ 濃塩酸と濃硫酸の混合物 | ⑤ 濃塩酸と濃硝酸の混合物 | |
| ⑥ 濃硫酸と濃硝酸の混合物 | ⑦ 水酸化ナトリウム水溶液 | |
| ⑧ 亜硝酸ナトリウム水溶液 | ⑨ 炭酸水素ナトリウム水溶液 | |

問39 化合物 A, B, C の名称の適切な組み合わせを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

	A	B	C
①	ニトロベンゼン	アニリン塩酸塩	アニリン
②	ニトロベンゼン	アニリン塩酸塩	アセトアニリド
③	ニトロベンゼン	アニリン	アセトアニリド
④	ベンゼンスルホン酸	ナトリウムフェノキシド	フェノール
⑤	ベンゼンスルホン酸	ナトリウムフェノキシド	ピクリン酸
⑥	ベンゼンスルホン酸	フェノール	ピクリン酸

問 40 化合物 A から化合物 B を合成する反応におけるスズの役割として適切なものを下の選択肢①～⑥の中から一つ選び、その番号を解答欄にマークしなさい。

- ① 酸化剤としてはたらいている。
- ② 還元剤としてはたらいている。
- ③ 中和剤としてはたらいている。
- ④ 脱離反応の触媒としてはたらいている。
- ⑤ 縮合反応の触媒としてはたらいている。
- ⑥ 付加反応の触媒としてはたらいている。