

# 試験問題


## 化学

### 注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始の合図があったら、1ページから14ページまで順序正しくそろっているかどうかを確かめなさい。不備の場合は着席のまま手をあげなさい。
3. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
4. 試験時間は60分間です。
5. この問題冊子は持ち帰りなさい。

### 解答用紙記入上の注意

1. 解答用紙の所定欄に氏名を書き、受験番号を記入、マークしなさい。
2. 解答は黒鉛筆(HB)を使用して、下の良い例にならってマークしなさい。

マーク例	
良い例 	悪い例 

3. 各解答欄に2つ以上マークした場合は無効です。
4. 解答を訂正する場合は、プラスチック消しゴムで完全に消し、消しくずが紙面に残らないようにしなさい。
5. 解答用紙を汚したり、折り曲げたりしてはいけません。

設問 (  ~  ) の答として最も適した番号を各解答群から選びなさい。ただし、必要があれば以下の数値を用いなさい。

原子量：H 1.00    C 12.0    N 14.0    O 16.0    Na 23.0    S 32.1  
           Cl 35.5    K 39.1    Ca 40.1    Mn 54.9    Cu 63.6    Zn 65.4

理想気体のモル体積 (0℃, 1.013 × 10<sup>5</sup> Pa) : 22.4 L/mol

アボガドロ定数 : 6.02 × 10<sup>23</sup> /mol

気体定数 : 8.31 × 10<sup>3</sup> Pa·L/(K·mol)

ファラデー定数 : 9.65 × 10<sup>4</sup> C/mol

対数 : log<sub>10</sub> 2 = 0.30, log<sub>10</sub> 3 = 0.48, log<sub>10</sub> 5 = 0.70

平方根 :  $\sqrt{2} = 1.41$ ,  $\sqrt{3} = 1.73$ ,  $\sqrt{5} = 2.24$

次の文を読み、 ~  の問いに答えよ。

元素の周期表は原子核中の  の数、すなわち原子番号順に並んでおり、それぞれの元素がもつ化学的な性質の周期的な変化が見られる。例えば、原子の Aイオン化エネルギー や原子半径などに周期性が見られる。このように、元素の性質が周期性を示すことを元素の周期律という。現在の周期表の原型となるものは、 によって作られた。周期表の1族、2族、および13～18族の元素を典型元素といい、それ以外を遷移元素という。水素を除く1族元素はアルカリ金属、2族元素は Bアルカリ土類金属 に分類される。周期表で同じ周期ごとに隣りあう元素どうしの性質が似ているのは  である。また、一般に同じ族の元素が類似した化学的性質を示すのは、原子の C最外殻電子数 が同じためである。

文章中の  ~  にあてはまる語句の組合せとして、正しいものはどれか。①～⑧の中から1つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	陽子	アボガドロ	典型元素
②	陽子	アボガドロ	遷移元素
③	陽子	メンデレーエフ	典型元素
④	陽子	メンデレーエフ	遷移元素
⑤	中性子	アボガドロ	典型元素
⑥	中性子	アボガドロ	遷移元素
⑦	中性子	メンデレーエフ	典型元素
⑧	中性子	メンデレーエフ	遷移元素

2

文章中の下線部Aに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

- ① イオン化エネルギーが大きい原子ほど、陽イオンになりやすい。
- ② 第3周期の元素のうち、原子のイオン化エネルギーが最も小さいのは、塩素である。
- ③ 貴ガスの原子は、イオン化エネルギーが大きい。
- ④ イオン化エネルギーは、元素の周期表の左下に位置する原子ほど、大きくなる傾向にある。
- ⑤ 同族元素では、原子半径が小さい元素の原子ほど、イオン化エネルギーは小さい。

3

文章中の下線部Bに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 電気陰性度の値は、原子番号が大きくなるにつれて大きくなる。
- ② 2価の陰イオンになりやすい。
- ③ 酸化物は、酸性酸化物である。
- ④ 水酸化カルシウムは、消石灰ともよばれる。
- ⑤ 硫酸バリウムは、水によく溶ける。

4

文章中の下線部Cに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

- ①  $\text{Na}^+$  と  $\text{O}^{2-}$  の最外殻電子数は、異なる。
- ② すべての金属元素の原子は、最外殻に1個の電子をもつ。
- ③ 貴ガスの原子の最外殻電子数は、すべて8個である。
- ④ 窒素原子と硫黄原子は、最外殻電子数が同じである。
- ⑤ 遷移元素の原子の最外殻電子数は、1個または2個であるものが多い。

5 質量数 14 の炭素  $^{14}\text{C}$  の原子は放射性同位体であり、試料中の  $^{14}\text{C}$  の割合を調べることで生物が生きていた年代を推測することができる。ある木片の  $^{14}\text{C}$  が当初の割合の  $1/16$  の量になったとき、この木片の木が枯れたのはおおよそ何年前か。最も適当なものを、①～⑤の中から1つ選べ。なお、 $^{14}\text{C}$  の半減期は 5700 年とする。

- ① 11400 年      ② 17100 年      ③ 22800 年      ④ 28500 年      ⑤ 34200 年

6 次に示す原子またはイオンのうち、不対電子の数がもっとも多いものはどれか。①～⑦の中から1つ選べ。

- ① B      ② C      ③ N      ④ O      ⑤ Ne      ⑥  $\text{Na}^+$       ⑦  $\text{F}^-$

7 化学結合に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

- ① アンモニア分子  $\text{NH}_3$  と水素イオン  $\text{H}^+$  から生じたアンモニウムイオン  $\text{NH}_4^+$  は、配位結合をもつ。  
② 塩化水素分子は、イオン結合をもつ。  
③ ダイヤモンドは、共有結合をもつ。  
④ 黒鉛（グラファイト）の結晶には、正六角形をつなげた平面構造が含まれる。  
⑤ 金属結合をもつ物質は、電気伝導性が大きい。

8 水素とほかの元素との化合物を水素化合物という。水素化合物の特徴に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 酸素原子1個を含む酸素の水素化合物は、無極性分子である。
- ② 窒素原子1個を含む窒素の水素化合物の希薄水溶液は、弱酸性を示す。
- ③ 塩素原子1個を含む塩素の水素化合物は、フッ素原子1個を含むフッ素の水素化合物よりも強い酸である。
- ④ 炭素原子1個を含む炭素の水素化合物は、3個の水素原子をもつ。
- ⑤ 硫黄原子1個を含む硫黄の水素化合物は、無色・無臭の気体である。

9 次の反応式 a～e のうち、下線部の硫黄原子 S の酸化数が反応後に増加しているものは、全部でいくつか。①～⑥の中から1つ選べ。

- a.  $\underline{\text{S}}\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\underline{\text{S}} + 2\text{H}_2\text{O}$
- b.  $\text{H}_2\underline{\text{S}} + \text{I}_2 \rightarrow \underline{\text{S}} + 2\text{HI}$
- c.  $\underline{\text{S}}\text{O}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\underline{\text{S}}\text{O}_4 + 2\text{HI}$
- d.  $2\text{NaH}\underline{\text{S}}\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\underline{\text{S}}\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\underline{\text{S}}\text{O}_2$
- e.  $\text{H}_2\underline{\text{S}}\text{O}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}\underline{\text{S}}\text{O}_4 + \text{H}_2$

- ① 1つ      ② 2つ      ③ 3つ      ④ 4つ      ⑤ 5つ      ⑥ なし

10 金属 Ag, Ca, Cu, Mg, Ni, Pt があり、それぞれの金属に A～F の記号が振られている。次の金属に関する記述ア～ウより、記号 E に該当する金属はどれか。最も適当なものを、①～⑥の中から1つ選べ。

ア. A は常温で水と激しく反応し、B は常温の水とは反応せず、熱水とは反応する。C～F は常温の水や熱水と反応しない。

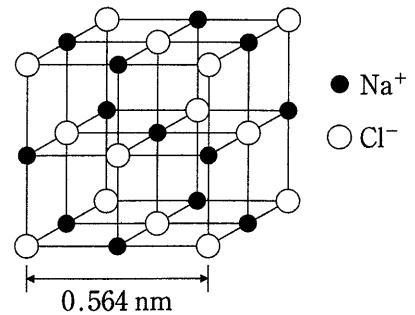
イ. C は希硫酸と反応して水素を発生する。D および E は希硫酸とは反応しないが、熱濃硫酸と反応して二酸化硫黄を生成する。F は熱濃硫酸とも反応しない。

ウ. D のイオンを含む溶液に E を加えると、E がイオンとなって溶け、D が析出する。

- ① Ag      ② Ca      ③ Cu      ④ Mg      ⑤ Ni      ⑥ Pt

次の文を読み、**11** ~ **13** の問いに答えよ。

塩化ナトリウム NaCl は常温・常圧で固体（結晶）であり、塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  とナトリウムイオン  $\text{Na}^+$  が右図のように **ア** によって結びついている。塩化ナトリウムは水によく溶け、固体を水に加えると、表面から塩化物イオンやナトリウムイオンがばらばらになって、水中に拡散していく。これは、塩化物イオンが水分子の **イ** 原子と、ナトリウムイオンが水分子の **ウ** 原子と引き合って安定化されるためである。このような現象を水和という。この塩化ナトリウム水溶液を、スルホ基 ( $-\text{SO}_3\text{H}$ ) をもつ陽イオン交換樹脂を充填したカラム（筒型容器）に通すと、ろ液は **エ** を示す。また、固体の塩化ナトリウムは電気を通さないが、これを高温で加熱して融解させると電気を通すようになる。



[NaCl の結晶構造]

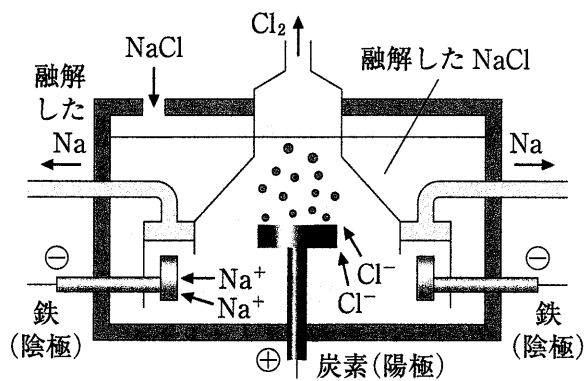
**11** 文章中の **ア** ~ **エ** にあてはまる語句の組合せとして、正しいものはどれか。①~⑧の中から1つ選べ。

	ア	イ	ウ	エ
①	イオン結合	酸素	水素	酸性
②	イオン結合	水素	酸素	塩基性
③	分子間力	酸素	水素	酸性
④	分子間力	水素	酸素	塩基性
⑤	イオン結合	水素	酸素	酸性
⑥	イオン結合	酸素	水素	塩基性
⑦	分子間力	水素	酸素	酸性
⑧	分子間力	酸素	水素	塩基性

**12** 塩化ナトリウムの結晶において、ナトリウムイオンと最も近接している他のナトリウムイオンとの中心間距離は、およそ何 nm か。最も適当なものを、①~⑦の中から1つ選べ。

- ① 0.282    ② 0.334    ③ 0.398    ④ 0.464    ⑤ 0.564    ⑥ 0.668    ⑦ 0.796

13 下図の装置を用いて、塩化ナトリウム NaCl の融解物に 5.00 A の電流を 19 分 18 秒間流して溶融塩電解した。陽極から発生した塩素の体積は、27 °C、 $1.00 \times 10^5$  Pa でおよそ何 L か。最も適当なものを、①～⑨の中から 1 つ選べ。なお、発生した気体は理想気体としてふるまうものとする。



[NaCl の溶融塩電解]

- |          |         |         |         |        |
|----------|---------|---------|---------|--------|
| ① 0.0748 | ② 0.150 | ③ 0.374 | ④ 0.748 | ⑤ 1.50 |
| ⑥ 3.00   | ⑦ 7.48  | ⑧ 15.0  | ⑨ 22.4  |        |

次の文を読み、14 ~ 17 の問いに答えよ。

希硫酸の性質を調べる実験をするために、A濃硫酸（濃度 18.0 mol/L）に純水を加えて体積が 450 倍となるように希釈して希硫酸を調製した。 pH の測定には、万能 pH 試験紙や pH メーターを用いた。万能 pH 試験紙は、いくつかの pH 指示薬を混合してろ紙に染み込ませたものであり、酸性・中性・アルカリ性の広い範囲でおおよその pH を知ることができるが、より正確な値が必要な場合には pH メーターを用いるべきだとわかった。また、B中和反応が発熱反応であることを確認するために、Cこの希硫酸を断熱容器に 50.0 mL とり、0.500 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を加えて過不足なく中和し、Dそのときの水溶液の温度を測定した。

14 文章中の下線部 A の操作で得られた希硫酸の pH はいくらか。最も適当なものを、①～⑨の中から 1 つ選べ。ただし、硫酸は完全に電離するものとする。

- ① 0.80            ② 1.00            ③ 1.10            ④ 1.20            ⑤ 1.30  
⑥ 1.40            ⑦ 1.50            ⑧ 1.70            ⑨ 2.00

15 文章中の下線部 B のような酸と塩基の中和反応において、水とともに生成する物質を、塩と総称する。塩は正塩、酸性塩、塩基性塩に分類される。次の物質のうち、酸性塩はどれか。①～⑤の中から 1 つ選べ。

- ①  $\text{NaHCO}_3$       ②  $\text{NaCl}$             ③  $\text{CH}_3\text{COONa}$     ④  $\text{MgCl}(\text{OH})$     ⑤  $\text{NH}_4\text{Cl}$

16 文章中の下線部Cの操作に要した水酸化ナトリウム水溶液の体積は、およそ何 mL か。最も適当なものを、①～⑨の中から1つ選べ。

- ① 0.200      ② 0.400      ③ 0.800      ④ 2.00      ⑤ 4.00  
 ⑥ 8.00      ⑦ 20.0      ⑧ 40.0      ⑨ 80.0

17 文章中の下線部Dにおいて水溶液の温度が0.930℃上昇した。中和エンタルピーは、およそ何 kJ/mol か。最も適当なものを、①～⑧の中から1つ選べ。ただし、中和反応による水溶液の体積変化は無視できるものとする。また、水溶液の密度は温度によらず1.00 g/cm<sup>3</sup>とし、水溶液の比熱は4.18 J/(g·K) とする。なお、中和反応によって発生した熱は、すべて水溶液の温度上昇に使われたものとする。

- ① -113      ② -97.2      ③ -56.4      ④ -48.6  
 ⑤ 48.6      ⑥ 56.4      ⑦ 97.2      ⑧ 113

- 18 次の文章中の ア ～ ウ にあてはまる語句の組合せとして、正しいものはどれか。  
①～⑧の中から1つ選べ。

自然界では、物質の構成粒子は乱雑さが ア 状態になろうとする傾向がある。例えば、硝酸アンモニウムの水への溶解は吸熱反応であるため、エネルギーの イ 状態への変化であり、これは溶解を妨げる駆動力となる。しかし、溶解によって ウ は増大し、その寄与が吸熱反応の影響を上回る場合、溶解は自発的に進行するのである。

	ア	イ	ウ
①	大きい	高い	エンタルピー
②	大きい	高い	エントロピー
③	大きい	低い	エンタルピー
④	大きい	低い	エントロピー
⑤	小さい	低い	エンタルピー
⑥	小さい	低い	エントロピー
⑦	小さい	高い	エンタルピー
⑧	小さい	高い	エントロピー

- 19 可逆反応における触媒の作用に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。①～⑥の中から1つ選べ。

- ① 触媒は、正反応と逆反応のいずれにも作用し、両方の反応速度を大きくする。
- ② 触媒は、反応における活性化エネルギーを下げ、平衡に達するまでの時間を短くする。
- ③ 触媒は、平衡状態に達した後の生成物と反応物の存在比を変えることはない。
- ④ 触媒は、反応後も元の状態で残る。
- ⑤ 触媒を加えても正反応・逆反応の速度定数そのものは、変化しない。
- ⑥ 触媒を加えても正反応・逆反応の反応エンタルピーの大きさは、変わらない。

20 エチレン（エテン）に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。①～⑥の中から1つ選べ。

- ① 無色の気体である。
- ② 水に極めて溶けにくい。
- ③ 臭素水中に通じると、臭素水の赤褐色が脱色される。
- ④ 分子内の原子は、すべて同一直線上に存在する。
- ⑤ 160～170℃に加熱した濃硫酸にエタノールを滴下すると得られる。
- ⑥ アルケンに分類される。

21 セッケンに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

- ① 油脂を水酸化ナトリウム水溶液で、けん化することで得られる。
- ② 疎水基である炭化水素基部分と、親水基であるカルボキシ基のアルカリ金属塩部分からなる。
- ③ ミセルを形成することで、油などの汚れを水中に取り込んで洗浄できる。
- ④ カルシウムイオンやマグネシウムイオンを多く含む水中や強酸性溶液中では、洗浄作用が上昇する。
- ⑤ 油をセッケン水に入れて振り混ぜると、微細な油滴となって分散する。

22 エタノールとフェノールに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。①～⑤の中から1つ選べ。

- ① どちらも水酸化ナトリウムと反応し、塩を生成する。
- ② どちらも極めて水に溶けやすい。
- ③ どちらも水に溶けると、弱酸性を示す。
- ④ どちらも無水酢酸と反応し、酢酸エステルを生成する。
- ⑤ どちらも塩化鉄(Ⅲ)水溶液により、青紫～赤紫色に呈色する。

次の文を読み、**23** ～ **25** の問いに答えよ。

ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて約 60℃ で反応させると、水素原子がニトロ基で置換されたニトロベンゼンが生成する。ニトロベンゼンをスズと濃塩酸で **ア** した後、**イ** 水溶液を加えるとアニリンが遊離されてくる。このアニリンに **ウ** を作用させると、解熱作用があるアセトアニリドが生成する。アニリンは試薬 A を加えると酸化され、黒色の物質ができる。この物質は水に溶けにくく、染料に用いられる。

**23** ニトロベンゼンに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。①～⑤の中から 1 つ選べ。

- ① 特有のにおいをもつ。
- ② 無色～淡黄色の液体である。
- ③ 分子式は、 $C_6H_5NO_2$  である。
- ④ 水より重い。
- ⑤ ジエチルエーテルに溶解させたのち、酸性水溶液を用いる分液操作により、水層に抽出することができる。

**24** 文章中の **ア** ～ **ウ** にあてはまる語句の組合せとして、正しいものはどれか。①～⑧の中から 1 つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	酸化	水酸化ナトリウム	無水酢酸
②	酸化	水酸化ナトリウム	濃硫酸
③	酸化	過マンガン酸カリウム	無水酢酸
④	酸化	過マンガン酸カリウム	濃硫酸
⑤	還元	水酸化ナトリウム	無水酢酸
⑥	還元	水酸化ナトリウム	濃硫酸
⑦	還元	過マンガン酸カリウム	無水酢酸
⑧	還元	過マンガン酸カリウム	濃硫酸

**25** 試薬 A として、正しいものはどれか。①～⑤の中から 1 つ選べ。

- ① 塩化鉄(Ⅲ)水溶液
- ② さらし粉水溶液
- ③ 硝酸銀水溶液
- ④ 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液
- ⑤ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液

次の文を読み、**26** ～ **28** の問いに答えよ。

分子内にアミノ基  $-NH_2$  とカルボキシ基  $-COOH$  がある化合物をアミノ酸といい、アミノ酸のうち  $-NH_2$  と  $-COOH$  が同じ炭素原子に結合しているものを特に  $\alpha$ -アミノ酸という。主要な  $\alpha$ -アミノ酸のうち、**ア** 以外のものには不斉炭素原子があるので、**イ** が存在する。アミノ酸がもつ電荷は、水溶液の pH によって変化する。水溶液中のアミノ酸の正と負の電荷がつり合い、全体としての電荷が 0 になる pH を等電点という。この等電点の違いを利用して、アミノ酸を電気泳動により分離することができる。

タンパク質は、約 20 種類からなる  $\alpha$ -アミノ酸分子が多数縮合したポリペプチドである。縮合するアミノ酸の数とその配列順序によって、タンパク質の種類は莫大な数になる。タンパク質のポリペプチド鎖はペプチド結合間の水素結合により、らせん構造の **ウ** などの安定な立体構造をとる。タンパク質の溶液に試薬 A を加えて温めると、タンパク質中のアミノ基が反応して赤紫～青紫色に呈色する。

**26** 文章中の **ア** ～ **ウ** にあてはまる語句の組合せとして、正しいものはどれか。①～⑧の中から 1 つ選べ。

	ア	イ	ウ
①	グリシン	構造異性体	$\alpha$ -ヘリックス構造
②	リシン	構造異性体	$\alpha$ -ヘリックス構造
③	グリシン	構造異性体	$\beta$ -シート構造
④	リシン	構造異性体	$\beta$ -シート構造
⑤	グリシン	鏡像異性体	$\alpha$ -ヘリックス構造
⑥	リシン	鏡像異性体	$\alpha$ -ヘリックス構造
⑦	グリシン	鏡像異性体	$\beta$ -シート構造
⑧	リシン	鏡像異性体	$\beta$ -シート構造

**27** 文章中の下線部について、等電点より水溶液の pH が小さいとき、アミノ酸が示す挙動として、正しいものはどれか。①～④の中から 1 つ選べ。

- ① 陽イオンとなり陰極側に移動する。                      ② 陽イオンとなり陽極側に移動する。  
 ③ 陰イオンとなり陽極側に移動する。                      ④ 陰イオンとなり陰極側に移動する。

**28** 試薬 A として、正しいものはどれか。①～⑤の中から 1 つ選べ。

- ① 薄い硫酸銅(Ⅱ)水溶液                      ② 濃硝酸                      ③ ニンヒドリン水溶液  
 ④ 水酸化ナトリウムと酢酸鉛(Ⅱ)水溶液                      ⑤ 固体の水酸化ナトリウム

余 白

余 白