

2022 年 度
一 般 選 抜 試 験 問 題

理 科 ②
(化学基礎・化学)

(60 分)

(100 点)

注 意 事 項

1. 理科①～④のうちから1つを選択し、解答しなさい。
2. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
3. 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等がある場合は、手を挙げて試験監督者に知らせなさい。
4. 筆記用具は、黒鉛筆または黒のシャープペンシルに限ります。
5. 解答用紙に受験番号を記入しなさい。
6. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入しなさい。
7. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

化学

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	C	12	N	14	O	16	Na	23
S	32	Cl	36	K	39	Mn	55	Cu	64

問題文中に使用する単位と SI（国際単位系）との関連は以下の通りとする。

$$L = \text{dm}^3 \quad \text{mL} = \text{cm}^3 \quad 1 \text{ atm} = 1 \text{ 気圧} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体として扱うものとする。

第 1 問 次の問い（問 1・2）に答えよ。（配点 18）

問 1 次の文中の [ア] ～ [サ] に入る語句として最も適当なものを、下の ① ～ ⑮のうちから一つずつ選び、その番号を記せ。

水は 1 気圧のもとで、室温では [ア]， 0°C 以下では [イ]， 100°C 以上では [ウ] として存在し、これら 3 つの状態を物質の [エ] という。温度や [オ] を変化させると物質の状態は変化するが、これを [カ] という。[イ] が [ア] になる変化を [キ]，その逆の変化を [ク] といい、[ア] が [ウ] になる変化を [ケ]，その逆の変化を [コ] という。また、[イ] が直接 [ウ] になる変化を [サ] という。

- | | | | | |
|--------|-------|--------|------|-------|
| ① 三態 | ② 凝縮 | ③ 固体 | ④ 溶液 | ⑤ 大気圧 |
| ⑥ 化学変化 | ⑦ 凝固点 | ⑧ 気体 | ⑨ 圧力 | ⑩ 凝固 |
| ⑪ 昇華 | ⑫ 融解 | ⑬ 状態変化 | ⑭ 蒸発 | ⑮ 液体 |

化学

問2 次の文中の [ア] ~ [キ] に入る語句として最も適当なものを, 下の ① ~ ⑫のうちから一つずつ選び, その番号を記せ。

原子番号が等しく, 質量数が異なる原子を互いに [ア] という。 [ア] は [イ] の数が異なるだけで [ウ] の数は同じであり, その化学的性質は [エ]。 [ア] の中には [オ] を放って他の原子に変化するものがあり, これを [カ] という。また, この [オ] を放出する性質を [キ] という。

- | | | | |
|--------|-------|----------|-----------|
| ① 中性子 | ② 放射線 | ③ 存在比 | ④ 陽子 |
| ⑤ 放射能 | ⑥ 同位体 | ⑦ 電磁波 | ⑧ ほぼ同じである |
| ⑨ 同族元素 | ⑩ 半減期 | ⑪ 放射性同位体 | ⑫ 全く異なる |

化学

第2問 次の問い（問1～3）に答えよ。（配点32）

問1 次の（ア）～（ウ）の物質の分子量または式量を有効数字二桁で求めよ。

（ア） 二酸化炭素 （イ） メタン （ウ） 水酸化物イオン

問2 0.46 g のナトリウムをすべて水と反応させたところ、水酸化ナトリウムが生じて、水素が発生した。これに関する次の問い（a～c）に、有効数字二桁で答えよ。

a 反応した水の質量は何 g か求めよ。

b 生じた水酸化ナトリウムの質量は何 g か求めよ。

c 発生した水素の体積は標準状態で何 L か求めよ。

問3 濃度不明の過酸化水素水を10倍に希釈した溶液を15 mL とって希硫酸を加え、0.015 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したとき、40 mL 加えたところで水溶液の赤紫色が消えなくなった。希釈前の過酸化水素水のモル濃度は何 mol/L か。有効数字二桁で求めよ。

第3問 次の問い（問1～4）に答えよ。（配点 25）

問1 次の文章について、下の問い（a・b）に答えよ。

大気圧（1気圧）での水の沸点は 100°C 、凝固点は 0°C であるが、水に不揮発性物質を溶かすと、その水溶液の沸点は [ア] くなり、凝固点は [イ] くなる。

一定質量の水に不揮発性の非電解質を同じ質量ずつ溶かした水溶液の凝固点を比較すると、溶質の分子量が [ウ] ほど凝固点は [イ] くなる。溶質が電解質の場合には、同じ物質を溶かしても非電解質を溶解させた場合に比べて凝固点は [エ] くなる。したがって、尿素（分子量 60）、硫酸ナトリウム（式量 142）、グルコース（分子量 180）を 10g ずつそれぞれ 1000g の水に溶かした場合、最も凝固点が低いのは [オ] の水溶液である。

a 文章中の空欄 [ア]～[オ] に当てはまる語句として最も適当なものを、次の ①～⑦のうちから一つずつ選び、その番号を記せ。ただし、同じ番号を二回以上選んでもよい。

- | | | |
|---------|------|-----------|
| ① 高 | ② 低 | ③ 大きい |
| ④ 小さい | ⑤ 尿素 | ⑥ 硫酸ナトリウム |
| ⑦ グルコース | | |

化学

b 水は、 H_2S など他の同族元素の水素化合物に比べて沸点が高いが、この理由として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び、その番号を記せ。

- ① 水は液体状態ではほぼすべての分子がイオン化しており、互いに強い静電気力で結び付いているから。
- ② 水は分子内での電子の偏りが比較的大きく、それにより生じた静電気力で結び付いているから。
- ③ 水は液体状態での密度が大きいから。
- ④ 水は液体状態での比熱（比熱容量）が大きいから。

問2 次の問い（**a**・**b**）に答えよ。

a 標準状態における水蒸気の密度は何 g/L であるか。有効数字二桁で求めよ。

b 一定量の水蒸気に対して次の（ア）～（ウ）の各操作を加えたとき、水蒸気の密度はどのように変化するか。最も適当なものを、下の①～③のうちから一つずつ選び、その番号を記せ。ただし、水蒸気は気体のままであるとする。

（ア） 温度一定で、圧力を2倍にする。

（イ） 圧力一定で、温度（絶対温度）を2倍にする。

（ウ） 体積一定で、圧力を1/2倍にする。

- ① 2倍になる ② 変化しない ③ 1/2倍になる

問3 次の（ア）・（イ）の条件にあてはまる酸化物として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つずつ選び、その番号を記せ。

（ア） 水と反応して酸を生じるもの

（イ） 水と反応して強い塩基を生じるもの

- ① MgO ② CaO ③ ZnO ④ CO_2 ⑤ SiO_2

化学

問4 Fe, Cu, Al, Agの金属を使って次の実験(ア)～(オ)を行った。これらの実験に関する下の問い(a～d)に答えよ。

- (ア) 四つの金属に高温の水蒸気を作用させたところ、FeとAlは反応して気体Xを発生したが、AgとCuは反応しなかった。
- (イ) 四つの金属に希硫酸を加えたところ、FeとAlは反応して気体を発生したが、AgとCuは反応しなかった。
- (ウ) 四つの金属に濃硝酸を加えたところ、CuとAgは反応して気体Yを発生したが、FeとAlは反応しなかった。
- (エ) 鉄イオンを含む水溶液にCu, Al, Agの金属板をそれぞれ浸したところ、Al板のみが溶けだした。
- (オ) Fe, Cu, Alの金属板をそれぞれ硝酸銀水溶液に浸したところ、いずれの金属の表面にも銀が析出した。

a 四つの金属のイオン化傾向を表すものとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選び、その番号を記せ。ただし、「Cu > Al」ならば、Cuのイオン化傾向がAlより大きいことを表すものとする。

- ① Cu > Al > Fe > Ag ② Cu > Fe > Al > Ag
③ Al > Cu > Fe > Ag ④ Al > Fe > Cu > Ag

b 実験(ア)、(ウ)において発生した気体X, Yとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つずつ選び、その番号を記せ。ただし、同じ番号を二回以上選んでもよい。

- ① NO ② NO₂ ③ CO₂ ④ SO₂ ⑤ H₂ ⑥ O₂

化学

- c 四つの金属から二つの金属を選び、それぞれの金属板を一枚ずつ用意した。次いで、一個の豆電球から出る二本の導線のうち一本ずつを各金属板につなぎ、双方の金属板を希硫酸の入ったビーカーに浸した。このとき、豆電球が点灯しない金属の組合せとして最も適当なものを、次の ① ～ ⑥ のうちから一つ選び、その番号を記せ。

- ① Ag と Al ② Al と Fe ③ Ag と Fe
④ Cu と Ag ⑤ Cu と Al ⑥ Cu と Fe

- d 二本の炭素棒を電極として塩化銅（Ⅱ）水溶液に浸し、電源を用いて1.93Aの直流電流を50分間流した。このとき、電極に析出した銅の質量は何gか。最も適当な数値を、次の ① ～ ⑥ のうちから一つ選び、その番号を記せ。ただし、ファラデー定数を 9.65×10^4 C/molとする。

- ① 0.096 ② 0.96 ③ 1.92 ④ 3.84 ⑤ 19.2 ⑥ 38.4

第4問 次の問い（問1～4）に答えよ。（配点 25）

問1 次の①～⑤のタンパク質に関する記述のうちから正しいものをすべて選び、その番号を記せ。

- ① タンパク質は、多数のアミノ酸がペプチド結合でつながった構造をもつ高分子化合物である。
- ② タンパク質の水溶液にレーザー光線を当てると、光の通り道が見える。この現象をチンダル現象という。
- ③ タンパク質の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅（Ⅱ）水溶液を加えると赤紫色になる。この反応をニンヒドリン反応という。
- ④ タンパク質の水溶液に濃硝酸を加えて加熱し、アンモニア水を加えると橙黄色になった。これは、ベンゼン環がニトロ化されたためであり、ベンゼン環をもつアミノ酸が含まれることを示す。
- ⑤ タンパク質は熱には弱いですが、酸性溶液には強い。

問2 次の①～⑤の記述のうちから誤りを含むものを一つ選び、その番号を記せ。

- ① 臭素水にエチレンを通すと、臭素の色が消える。
- ② 第二級アルコールを酸化すると、ケトンが生成する。
- ③ ギ酸にマグネシウムを入れて反応させると、酸素が発生する。
- ④ カルボン酸とアルコールが反応すると、エステルができる。
- ⑤ アンモニア性硝酸銀水溶液にアルデヒドを加えて加熱すると、銀が析出する。

問3 分子式 $C_4H_{10}O$ で表される化合物 A に水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて温めると黄色の沈殿が生じた。化合物 A の構造式を書け。

化学

問4 サリチル酸を用いて次の二つの実験を行った。これについて下の問い（a～c）に答えよ。

実験1 サリチル酸にメタノールと濃硫酸を加えて穏やかに加熱したところ、無色透明の油状の液体Aが得られた。

実験2 サリチル酸に無水酢酸と濃硫酸を加えてよく振り混ぜたところ、白色結晶Bが得られた。

- a 液体Aと白色結晶Bの化合物名および構造式をそれぞれ書け。
- b 液体Aと白色結晶Bに塩化鉄(III)水溶液をそれぞれ作用させたときの変化として正しいものを、次の①～④から一つ選び、その番号を記せ。

- ① 両方とも紫色に呈色する。
- ② 液体Aと反応させた場合のみ紫色に呈色する。
- ③ 白色結晶Bと反応させた場合のみ紫色に呈色する。
- ④ 両方とも呈色しない。

- c 実験1と実験2の反応の名称の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選び、その番号を記せ。

	実験1	実験2
①	アセチル化	ニトロ化
②	エステル化	ニトロ化
③	ニトロ化	アセチル化
④	アセチル化	エステル化
⑤	エステル化	アセチル化