

化学基础

化学基礎

必要があれば、原子量は次の値を用いること。

原子量 H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16

Na : 23 S : 32 Ar : 40 Zn : 65

0℃, 1.013×10^5 Pa (標準状態) で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

第1問 次の各問いに答えよ。

問1 ともに純物質である組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

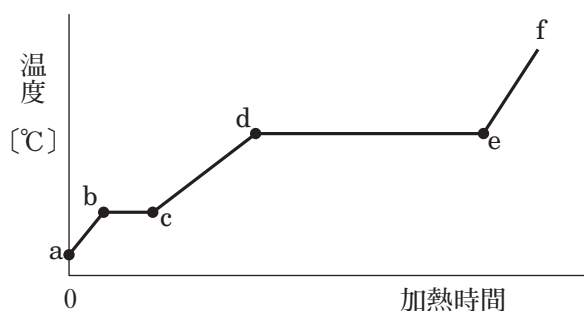
- ① 食酢, 炭酸水素ナトリウム ② 食塩, ガラス
- ③ アンモニア, 塩化カルシウム ④ 硫酸銅(Ⅱ), 軽油
- ⑤ 鉄, 岩石

問2 次の記述中の下線で示す「酸素」は、元素、単体いずれを表しているか。単体を表しているものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

グルコースは炭素、水素、_(a)酸素からなり、燃焼すると_(b)酸素と反応して二酸化炭素と水が生成する。生成する二酸化炭素は炭素と_(c)酸素からなる化合物である。また酸素の同素体として_(d)酸素とオゾンがある。

- ① a, b ② a, c ③ a, d
- ④ b, c ⑤ b, d ⑥ c, d

問3 次の図は、氷を一定の熱量で加熱したときの、加熱時間と温度の関係を示している。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 3



- ① b～c間では、水と氷が共存している。
- ② 点cでは、すべての氷が融解している。
- ③ d～e間では、次第に水蒸気が増加している。
- ④ 点dと点eでは、 H_2O 全体のもつエネルギーは同じである。
- ⑤ 点eの温度は、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の下では 100°C である。

問4 原子番号が1～20までの原子に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

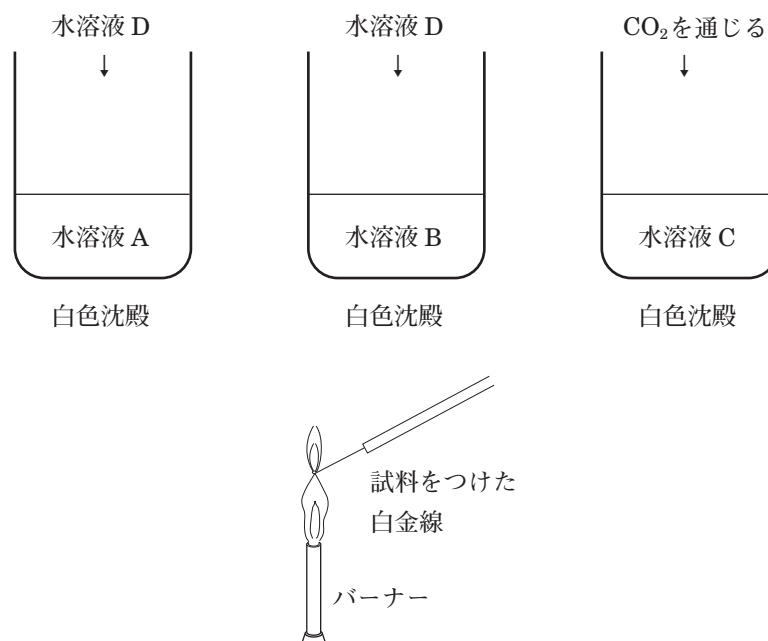
- ① 価電子の数は1から8である。
- ② 17族の原子の価電子の数は7である。
- ③ 炭素の最外殻電子の数は価電子の数と等しい。
- ④ ヘリウムの最外殻電子の数は2である。
- ⑤ アルミニウムの価電子の数はカルシウムより多い。

問5 水溶液A～Dについて、次の実験操作を行った。水溶液A～Dに含まれている物質は、 NaCl 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 AgNO_3 、 HCl のいずれかである。

操作1 水溶液A、B、Cにそれぞれ水溶液Dを加えると、AとBからは白色沈殿ができた。

操作2 水溶液Cに二酸化炭素を通じると、白色沈殿が生じた。

操作3 水溶液A～Dについて炎色反応を行ったところ、BとCは色が変わった。



元素の確認に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① 水溶液AとBには Cl^- が含まれている。
- ② 水溶液Cには Ca^{2+} が含まれている。
- ③ 水溶液Dには Ag^+ が含まれている。
- ④ 操作2で生成した白色沈殿は CaCO_3 である。
- ⑤ 操作3の炎色反応では、水溶液Cは黄色を示す。

問6 典型元素にのみ当てはまる記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

6

- ① 周期表の第4周期から現れる。
- ② 10族の元素が含まれている。
- ③ 価電子の数が1または2の元素が多い。
- ④ 隣り合う元素どうしの化学的性質が似ている。
- ⑤ 非金属元素が含まれている。

問7 身のまわりの物質に関する記述として誤りを含むものを, 次の①～⑤のうちから一つ選べ。

7

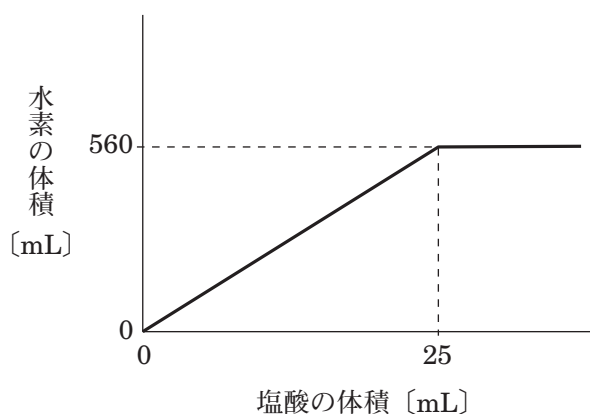
- ① 水道水は, 塩素の単体や化合物を使って殺菌されている。
- ② 金属のうち, 人類が最も早くから利用してきたのは鉄である。
- ③ アルミニウムは製造に多量の電力を必要とするので, リサイクルが推奨されている。
- ④ 合金には黄銅やステンレスなどがあり, 単一の金属にはない優れた性質がある。
- ⑤ 陶磁器やガラスなどをセラミックスといい, 絶縁性や耐熱性に優れている。

第2問 次の各問いに答えよ。

問1 同温・同圧で 10 L の容器に次の気体をそれぞれ封入したとき、質量の最も大きいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

- ① 水素 H_2 ② 窒素 N_2 ③ オゾン O_3
④ 二酸化炭素 CO_2 ⑤ アルゴン Ar

問2 マグネシウムに 2.0 mol/L の塩酸を少しずつ加えていくと、次式で示す反応が起こって水素が発生し、下の図のような結果が得られた。ただし、気体の体積は 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態) に換算した値とする。



亜鉛と、2.0 mol/L の塩酸を用いて同様の実験を行うとき、上の図と同じ結果にするためには亜鉛は何 g 必要か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 9 g

- ① 0.41 ② 0.81 ③ 1.2 ④ 1.6 ⑤ 3.3

問3 濃度 2.0 mol/L の硫酸水溶液 500 mL をつくるのに、質量パーセント濃度 98 % の濃硫酸 (密度 1.8 g/mL) は何 mL 必要か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

10 mL

- ① 28 ② 46 ③ 54 ④ 56 ⑤ 100

問4 イオン結合に関する次の各問いに答えよ。

- (1) 次の化合物 1 mol が水溶液中で完全に電離したとき、水溶液中に存在する溶質のイオンの総物質量が最も多いものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 11

- ① 硝酸カルシウム ② リン酸ナトリウム
③ 塩化カルシウム ④ 炭酸ナトリウム
⑤ 硫酸銅(Ⅱ)

- (2) 次の記述中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる語句・化学式の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 12

次表はイオン結合からなる物質のイオン半径、イオン間の距離と融点を示している。各物質の融点を比較すると、イオン結合の強さを判断することができる。イオン結合の強さは、陽イオンと陰イオンがもつ電荷の絶対値が大きいほど ア、両イオン間の距離が短いほど イ。これらのことから、MgO、CaO、BaO の融点を高い方から並べると、ウ となる。

	陽イオン半径 [$\times 10^{-9}$ m]	陰イオン半径 [$\times 10^{-9}$ m]	イオン間の距離 [$\times 10^{-9}$ m]	融点 [$^{\circ}$ C]
NaF	0.116	0.119	0.235	993
NaCl		0.167	0.283	801
NaBr		0.182	0.298	747
MgO	0.086	0.126	0.212	2826
CaO	0.114		0.240	
BaO	0.149		0.275	

	ア	イ	ウ
①	強く	強い	MgO > CaO > BaO
②	強く	強い	MgO > BaO > CaO
③	強く	弱い	BaO > MgO > CaO
④	弱く	弱い	BaO > CaO > MgO
⑤	弱く	弱い	CaO > BaO > MgO
⑥	弱く	強い	CaO > MgO > BaO

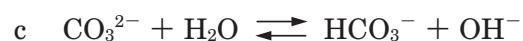
(3) ある金属イオン **X** を含む化合物は、日常生活でも利用例は多い。**X** の炭酸塩は天然には大理石の主成分として産出されており、熱分解して得られる酸化物は乾燥剤や発熱剤として利用されている。また、**X** の硫酸塩はセッコウとして利用されている。この金属イオン **X** として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 13

- ① Al^{3+} ② Ba^{2+} ③ Ca^{2+} ④ Mg^{2+} ⑤ Na^{+}

第3問 次の各問いに答えよ。

問1 ブレンステッドとローリーによる酸・塩基の定義では、「酸とは相手に H^+ を与える物質であり、塩基とは相手から H^+ を受け取る物質である。」としている。

次の a ～ c の反応において、 H_2O が酸としてはたらいっている反応をすべて選んだものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 14



- ① a のみ ② b のみ ③ c のみ
④ a と b ⑤ a と c ⑥ b と c

問2 0.010 mol/L の塩酸 10.0 mL に、0.010 mol/L のある水溶液 10.0 mL、または純水 10.0 mL を加えたとき、加える前後で水素イオン濃度の変化が最も大きいものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 15

- ① 硫酸 ② アンモニア水 ③ 水酸化ナトリウム水溶液
④ 水酸化バリウム水溶液 ⑤ 純水

問3 それぞれ 1 種類の物質が溶けている(ア)～(エ)の水溶液があり、それぞれの水溶液の pH は次の通りである。これらの水溶液に関する記述として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 16

(ア) 1.0 (イ) 5.0 (ウ) 7.0 (エ) 13.0

- ① 酸性の水溶液は、1 種類である。
② (ア)の水溶液が示す pH は、0.10 mol/L の硫酸と同じである。
③ (イ)の溶液を 100 倍に薄めると、(ウ)と同じ水素イオン濃度になる。
④ (ウ)と(エ)を同体積ずつ混合すると、pH が 10 の水溶液になる。
⑤ (エ)の水溶液は、強塩基性の水溶液である。

問4 水酸化ナトリウム水溶液の濃度を求めるため、次の実験操作を行った。これに関する下の各問いに答えよ。

操作1 水酸化ナトリウム a [g]をはかりとってビーカーに入れ、少量の純水を加えてすべて溶かした。

操作2 操作1の水溶液、および純水でビーカーを洗った洗浄液を 500 mL の器具Aに入れ、標線まで純水を加えた。この水溶液を水溶液Xとする。

操作3 0.050 mol/L シュウ酸水溶液を、器具Bで 10.0 mL はかり取ってコニカルビーカーに入れ、指示薬Cを 1～2 滴加えた。

操作4 操作3の水溶液を水溶液Xで滴定したところ、中和点までに 8.0 mL 要した。

- (1) 器具A、Bおよび指示薬Cの名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 17

	器具A	器具B	指示薬C
①	メスフラスコ	ホールピペット	フェノールフタレイン
②	メスフラスコ	ホールピペット	メチルオレンジ
③	メスフラスコ	駒込ピペット	フェノールフタレイン
④	メスシリンダー	ホールピペット	メチルオレンジ
⑤	メスシリンダー	駒込ピペット	フェノールフタレイン
⑥	メスシリンダー	駒込ピペット	メチルオレンジ

- (2) 操作1ではかりとった水酸化ナトリウムの質量 a は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、水酸化ナトリウムは純度 100% とする。 18 g

① 1.6 ② 2.5 ③ 3.2 ④ 4.0 ⑤ 5.0

- (3) 操作4で使用した 0.050 mol/L シュウ酸水溶液 100 mL を調製するためには、シュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が何 g 必要か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

19 g

① 0.32 ② 0.63 ③ 0.90 ④ 1.3 ⑤ 3.2

第4問 次の各問いに答えよ。

問1 次の3種類の化合物について、Clの酸化数が大きいものから順に並べるとどうなるか。
最も適当なものを下の①～⑥のうちから一つ選べ。 20

(ア) HCl (イ) HClO (ウ) HClO₂

- ① ア>イ>ウ ② ア>ウ>イ ③ イ>ア>ウ
④ イ>ウ>ア ⑤ ウ>ア>イ ⑥ ウ>イ>ア

問2 次の記述中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、
下の①～⑥のうちから一つ選べ。 21

塩素の入った集気びんに熱した銅線を入れると、激しく反応して黄褐色の ア が生成する。このとき銅は塩素に電子を奪われており、イ という。また、このとき塩素は ウ されている。

	ア	イ	ウ
①	塩化銅(Ⅱ)	酸化された	還元
②	塩化銅(Ⅱ)	酸化された	酸化
③	塩化銅(Ⅱ)	還元された	酸化
④	酸化銅(Ⅱ)	還元された	還元
⑤	酸化銅(Ⅱ)	酸化された	還元
⑥	酸化銅(Ⅱ)	還元された	酸化

問3 金属には、希硝酸とは反応するが濃硝酸とは反応が進行しにくいものがある。これは金属表面に酸化被膜ができるからであり、このような状態を不動態という。次の金属の組合せのうち、いずれの金属も不動態をつくるものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 22

- ① Fe, Mg ② Pb, Na ③ Al, Ni
④ Ag, Pt ⑤ Cu, Al

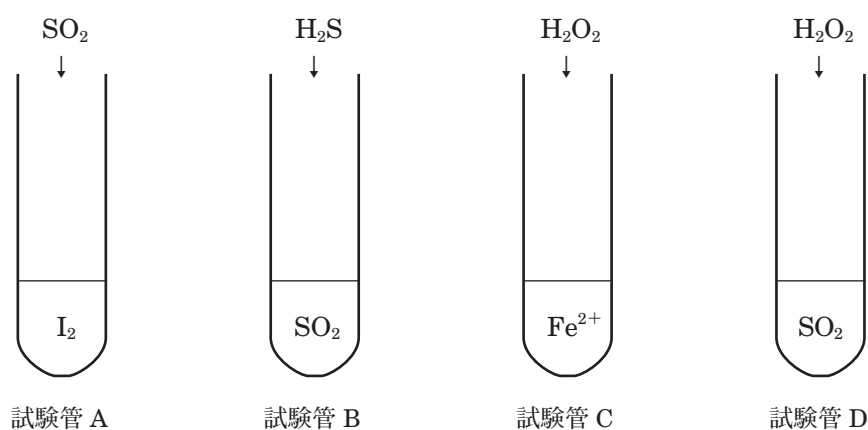
問4 次の実験操作に関する下の各問いに答えよ。

操作1 試験管Aにヨウ素ヨウ化カリウム KI の水溶液 3.0 mL を入れ、二酸化硫黄 SO_2 を通じる。

操作2 試験管Bに二酸化硫黄の水溶液 3.0 mL を入れ、硫化水素 H_2S を通じる。

操作3 試験管Cに硫酸鉄(Ⅱ) FeSO_4 の水溶液 3.0 mL を入れ、少量の硫酸を加えたのち過酸化水素水 H_2O_2 を加える。

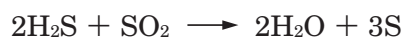
操作4 試験管Dに二酸化硫黄の水溶液 3.0 mL を入れ、少量の硫酸を加えたのち過酸化水素水を加える。



- (1) 次の文中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 23

操作1では試験管内の溶液の色は ア に変化する。このとき、水溶液中には HI と H_2SO_4 が生成しており SO_2 が イ 剤としてはたらいっている。

操作2では、次の反応式で示す反応が起こり、生成する S によって水溶液は白濁する。



このとき SO_2 は H_2S によって ウ されて S を遊離している。

	ア	イ	ウ
①	褐色から無色	還元	還元
②	褐色から無色	還元	酸化
③	褐色から無色	酸化	還元
④	無色から褐色	酸化	酸化
⑤	無色から褐色	酸化	還元
⑥	無色から褐色	還元	酸化

(2) 操作 3 では、淡緑色の溶液が黄褐色に変化する。0.020 mol/L 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液 3.0 mL に対してちょうど反応する H_2O_2 は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 24 mol

- ① 1.0×10^{-5} ② 1.5×10^{-5} ③ 3.0×10^{-5}
④ 6.0×10^{-5} ⑤ 3.0×10^{-4}

(3) SO_2 と H_2O_2 は、反応する相手によって酸化剤としてはたいたり、還元剤としてはたいたりする。操作 4 の、 SO_2 の水溶液に H_2O_2 水を加えたときの変化を表すイオン反応式はどれとどれか。その組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 25

- a $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
b $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
c $\text{SO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}$
d $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

- ① a と c ② a と d ③ b と c ④ b と d

(化学基礎の問題は終わり)