

化学基礎・化学

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 20)

問1 次の a～c に当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。

a 電子配置がアルゴン原子と同じであるもの。

- ① Br^- ② Ca^{2+} ③ F^- ④ Mg^{2+}

b 無極性分子を含まないものの組合せ。

- ① CO , CO_2 ② CH_3Cl , CH_4 ③ N_2 , NH_3 ④ H_2O , NO_2

c 電気陰性度の最も大きい原子。

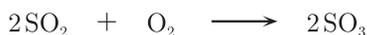
- ① N ② O ③ F ④ Cl

問2 周期表に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 同じ周期の典型元素では、原子番号が大きいほど最外殻電子に対する原子核からの引力が強い。
② 単体が常温常圧で気体である元素は 11 種類存在する。
③ 13 族の元素は、3 個の価電子をもち、すべて金属元素である。
④ 遷移元素はすべて金属元素で、最外殻電子を 1 個か 2 個もつ。

問3 次の文章に関する下の問い(a・b)に答えよ。

工業的に硫酸をつくるには、まず(ア)を触媒にして、二酸化硫黄を空気中の酸素と反応させて、三酸化硫黄をつくる。



得られた三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させ、発煙硫酸とし、これを希硫酸で薄めて濃硫酸にする。



a (ア)に当てはまる物質として最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

- ① 酸化マンガン(Ⅳ) ② 白金 ③ 酸化バナジウム(V)

b 1.0 mol の SO_2 の 90% が SO_3 に変化し、 SO_3 が完全に水に吸収されるとき、濃度 98%、密度 1.8 g/cm^3 の濃硫酸は何 mL 生成するか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、原子量は $\text{H} = 1.0$ 、 $\text{O} = 16$ 、 $\text{S} = 32$ とする。 mL

- ① 49 ② 50 ③ 52 ④ 56

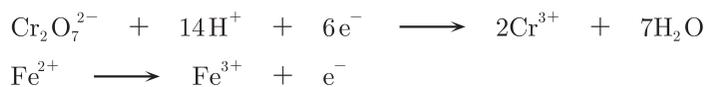
問4 次の酸の強さア～ウのうちから正しいものを選んだ組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。



- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

化学基礎・化学

問5 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ と Fe^{2+} はそれぞれ酸化剤および還元剤として次のようにはたらく。



濃度未知の硫酸鉄(Ⅱ)水溶液 25 mL を，硫酸酸性にした 0.10 mol/L 二クロム酸カリウム水溶液で滴定したところ，終点までに 20 mL を要した。硫酸鉄(Ⅱ)のモル濃度として最も適当な数値を，次の①～④のうちから一つ選べ。

mol/L

① 0.021

② 0.13

③ 0.48

④ 0.75

第2問 次の各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 熱に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 燃焼熱は、1 mol の物質が完全に燃焼するときが発生する熱量で、正の値をもつ。
- ② 生成熱は、化合物 1 mol が、その成分元素の単体から生成するときに出入りする熱量で、正または負の値をもつ。
- ③ 溶解熱は、溶質 1 mol が多量の溶媒に溶解したときが発生する熱量で、正の値をもつ。
- ④ 中和熱は、酸と塩基が中和して、水 1 mol が生成するときが発生する熱量で、正の値をもつ。

問2 図1は、100gの水に分子量60の非電解質Xを6.00g溶解した水溶液の冷却曲線を示す。これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

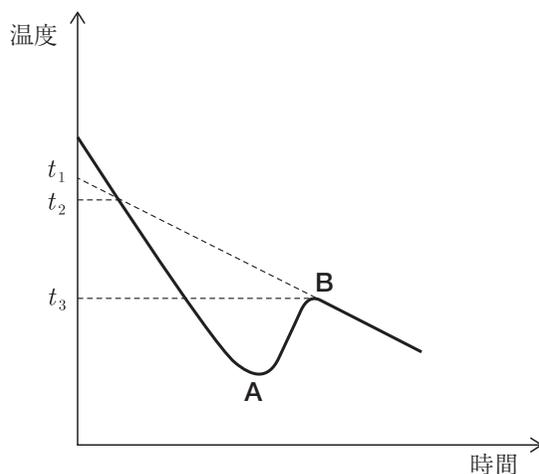


図 1

a 図1中より、液体が凝固しはじめる点、およびこの水溶液の凝固点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。 2

	凝固しはじめる点	水溶液の凝固点
①	A	t_1
②	A	t_2
③	A	t_3
④	B	t_1
⑤	B	t_2
⑥	B	t_3

b この水溶液の凝固点は -1.85°C であった。この水溶液にさらに6.00gのXを加えて完全に溶解した溶液の凝固点は何 $^{\circ}\text{C}$ か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 3 $^{\circ}\text{C}$

- ① -5.55 ② -3.70 ③ -2.78 ④ -2.55

化学基礎・化学

問3 温度 27℃, 大気圧 $1.04 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで, 図2のように酸素を水上置換で捕集し, 容器内の水位と水槽の水位を一致させて体積を測定したところ 500mL であった。捕集した酸素の質量は何 g か。最も適当な数値を, 下の①~④のうちから一つ選べ。ただし, 原子量は $O = 16$, 27℃での水蒸気圧を $4.0 \times 10^3 \text{ Pa}$, 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。 4 g

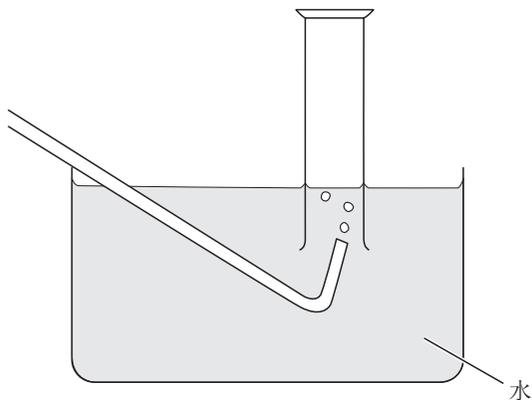
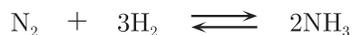


図 2

- ① 0.32 ② 0.64 ③ 0.96 ④ 1.3

問4 窒素と水素からアンモニアができる反応が次の式で示す平衡状態にある。



この平衡を右に移動させるためには, 圧力と温度の条件をどうすればよいか。その組合せとして最も適当なものを, 次の①~④のうちから一つ選べ。ただし, アンモニアの生成熱は 46 kJ/mol である。 5

	圧力	温度
①	上げる	上げる
②	上げる	下げる
③	下げる	上げる
④	下げる	下げる

問5 図3のようにA槽には1.0mol/Lの硝酸銀水溶液，B槽には1.0mol/Lの塩化銅(Ⅱ)水溶液を100mLずつ入れ，白金電極を用いて1.0Aで電気分解した。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

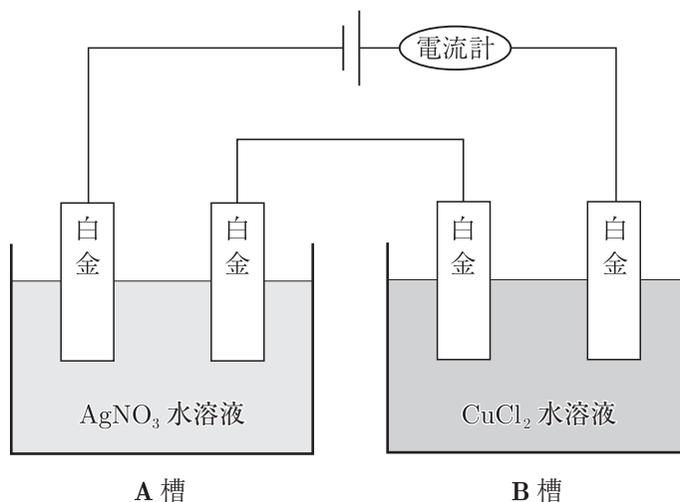


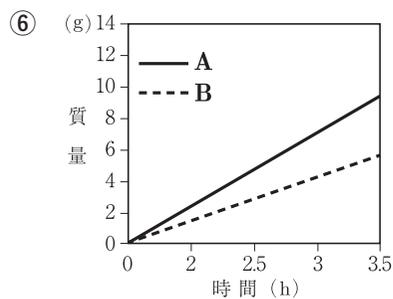
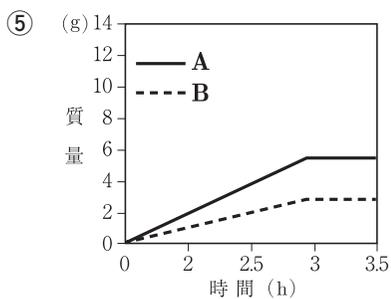
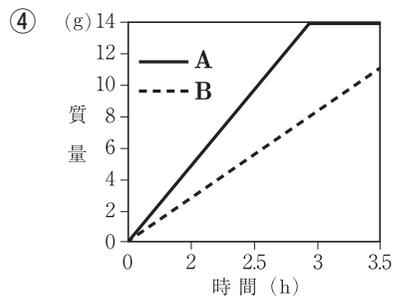
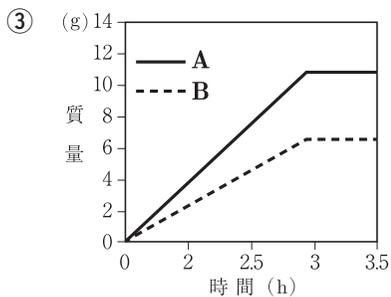
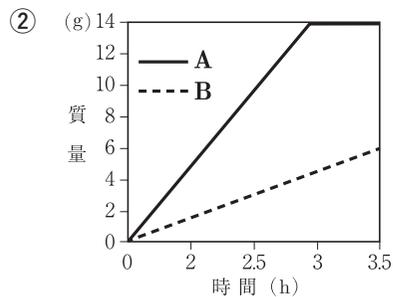
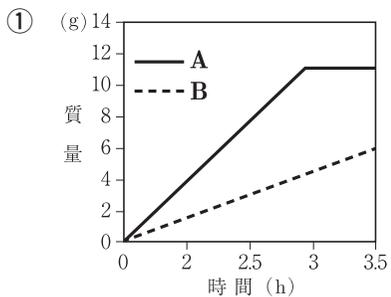
図 3

a A槽，B槽の陽極で発生する気体と，160分50秒後までに発生した気体の標準状態(0℃， 1.0×10^5 Pa)における体積(L)の合計の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4$ C/mol とする。 6

	A 槽	B 槽	体積の合計(L)
①	水 素	水 素	0.56
②	水 素	塩 素	1.12
③	水 素	酸 素	1.12
④	水 素	塩 素	1.68
⑤	酸 素	水 素	0.56
⑥	酸 素	塩 素	1.12
⑦	酸 素	酸 素	1.12
⑧	酸 素	塩 素	1.68

化学基礎・化学

b A槽, B槽の陰極の質量変化を示したものとして正しいものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし, 原子量は $\text{Cu} = 63.5$, $\text{Ag} = 108$ とする。 7



第3問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次の記述①～④のうちから正しいものを一つ選べ。

- ① ダイヤモンドと黒鉛(グラファイト)は、いずれも電気を導かない。
- ② 黄リンは空气中で自然発火するため、水中に保存する。
- ③ 常温常圧で、酸素とオゾンはともに無色の気体である。
- ④ 斜方硫黄、単斜硫黄、ゴム状硫黄は、いずれも水によく溶ける。

問2 ハロゲンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ヨウ化カリウム水溶液に塩素を通じると、水溶液が褐色になる。
- ② ヨウ素は、水よりもベンゼンに溶けやすい。
- ③ フッ化銀は塩化銀やヨウ化銀よりも水に溶けにくい。
- ④ ハロゲン化水素は、室温ではいずれも無色の気体である。

問3 ケイ素に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ケイ素の単体はダイヤモンドと同じ構造の共有結合の結晶を形成する。
- ② 二酸化ケイ素は安定な化合物であるが、濃硫酸には溶ける。
- ③ 二酸化ケイ素を水酸化ナトリウムとともに加熱すると、ケイ酸ナトリウムを生じる。
- ④ ケイ酸を過熱して脱水すると、多孔質の固体であるシリカゲルになる。

問4 次の反応①～④のうちから、鍾乳洞の形成に最も関係の深いもの一つ選べ。

4

- ① $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2$
 ② $\text{CaO} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 ③ $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{HCl}$
 ④ $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca(HCO}_3)_2$

問5 次の記述ア～ウについて、アルミニウムと亜鉛に共通した性質を選んだものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 5

- ア 酸化物は水に溶けにくい白色の粉末である。
 イ 水酸化物は酸や強塩基の水溶液のいずれにも溶ける。
 ウ 水酸化物は水に溶けにくいですが、アンモニア水を過剰に加えると溶解する。

- ① アのみ ② イのみ ③ ウのみ ④ アとイ
 ⑤ アとウ ⑥ イとウ ⑦ アとイとウ

問6 銅に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6

- ① 赤みを帯びた軟らかい金属で、展性、延性に富む。
 ② 単体は湿った空气中で徐々に酸化され、緑青を生じる。
 ③ 電気伝導性、熱伝導性ともに大きいので、電気材料や調理器具などに用いられる。
 ④ 単体の銅を空气中で加熱すると、赤色の酸化銅(Ⅰ)になるが、これをさらに1000℃以上で加熱すると黒色の酸化銅(Ⅱ)になる。

化学基礎・化学

問7 次のア～ウの反応を示すイオンとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ア 水溶液の色は黄色で、これに硝酸銀水溶液を加えると、赤褐色の沈殿を生じる。

イ 水溶液の色は淡黄色で、これに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると濃青色の沈殿を生じる。

ウ このイオンを含む水溶液に希塩酸を加えると腐卵臭の気体を発生し、この気体を酢酸鉛(Ⅱ)水溶液に通じると黒色沈殿を生じる。

- | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| ① $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ | ② CO_3^{2-} | ③ Br^- | ④ S^{2-} |
| ⑤ $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ | ⑥ $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ | ⑦ CrO_4^{2-} | ⑧ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ |

第4問 次の各問い(問1～9)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 30)

問1 気体の鎖式炭化水素 2.8L を完全燃焼したところ、二酸化炭素 8.4L が得られた。また、別にこの気体 5.6L を触媒を用いて水素と反応させると、11.2L の水素が消費された。この炭化水素の分子式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、気体の体積はすべて標準状態(0℃, 1.0×10^5 Pa)における値とする。

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① C_2H_2 | ② C_2H_4 | ③ C_3H_4 |
| ④ C_3H_6 | ⑤ C_4H_6 | ⑥ C_4H_8 |

問2 次の記述ア～ウについて、化合物としていずれにも該当しないものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。

- ア 水溶液は酸性を示す。
イ アンモニア性硝酸銀水溶液に加えておだやかに加熱すると、銀が析出する。
ウ ヨードホルム反応を示す。

- | | | |
|-------------------|------------|------------|
| ① メタノール | ② エタノール | ③ 2-プロパノール |
| ④ ホルムアルデヒド | ⑤ アセトアルデヒド | ⑥ アセトン |
| ⑦ <i>o</i> -クレゾール | ⑧ 安息香酸 | |

問3 異性体に関する記述ア～ウについて、正誤の組合せとして正しいものを、下の

①～⑧のうちから一つ選べ。 3

ア C_5H_{12} の分子式をもつものには、4種類の構造異性体が存在する。

イ 1,2-ジクロロエチレンには、幾何異性体が存在する。

ウ 乳酸 $CH_3CH(OH)COOH$ には、光学異性体が存在する。

	ア	イ	ウ
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問4 フマル酸に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選

べ。 4

- ① 分子間でのみ水素結合を形成している。
- ② 加熱すると分子内で脱水して酸無水物を生成する。
- ③ 触媒存在下で水素と反応する。
- ④ 1mol を完全燃焼すると二酸化炭素と水が2:1で生成する。

化学基礎・化学

問5 分子式 $C_nH_{2n}O_2$ (n は正の整数) のエステル 5.1 g を加水分解したところ、0.90 g の水と反応し、エタノールとカルボン酸 A が生じた。カルボン酸 A の 1 分子中の炭素数はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、原子量は $H=1.0$, $C=12$, $O=16$ とする。 5

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問6 図1は、ニトロベンゼンから芳香族化合物ア～エを合成するときの反応経路を表したものである。図1中の化合物イとエの両方にそれぞれ下の操作 a・b を行った。その結果として最も適当なものを、下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

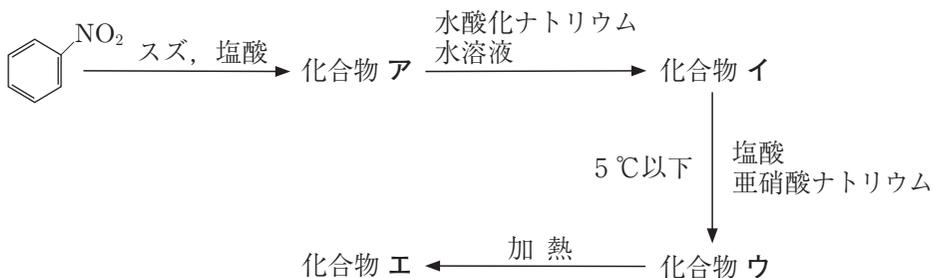


図 1

a 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えた。 6

b さらし粉水溶液を加えた。 7

- ① イ, エともに呈色する。
 ② イのみ呈色する。
 ③ エのみ呈色する。
 ④ イ, エともに呈色しない。

問7 界面活性剤、洗剤に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① セッケンは、液体の表面張力を著しく下げる界面活性剤である。
- ② 分子中に親水基と疎水基を適当なバランスで持ち合わせた物質は界面活性剤としてはたらく。
- ③ 油をセッケン水に入れて振り混ぜると、セッケンが油のまわりをとり囲み水中に分散する乳化作用を示す。
- ④ アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムを主成分とする合成洗剤は硬水中での使用に適さない。

問8 アミノ酸やタンパク質の検出方法に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① アミノ酸やタンパク質にニンヒドリン水溶液を加えて温めると、紫色に呈色する。
- ② アミノ酸やタンパク質の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えたのち、少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色に呈色する。
- ③ 芳香族アミノ酸を含むタンパク質水溶液に濃硝酸を加えて熱すると黄色になり、さらにアンモニア水を加えると橙黄色になる。
- ④ システインやメチオニンを構造中に含むタンパク質水溶液に、濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えたのち酢酸で中和し、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿を生じる。

化学基礎・化学

問9 次の合成高分子化合物ア～ウのうちから熱硬化性を示す組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 10

ア ポリエチレンテレフタレート

イ フェノール樹脂

ウ 尿素樹脂

① アのみ

② イのみ

③ ウのみ

④ アとイ

⑤ アとウ

⑥ イとウ

⑦ アとイとウ