

## ◇ 化 学

化 4-1~化 4-15 まで 15 ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

C=12, N=14, O=16, K=39, I=127

気体定数は  $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$  とする。

**第1問** 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 次の a~c に当てはまるものを、それぞれの解答群の選択肢のうちから1つずつ選べ。

a 単体であるもの

- ① 炭酸      ② ナフタレン      ③ フラーレン      ④ ステンレス鋼  
⑤ ドライアイス

b 分子式であるもの

- ①  $\text{SO}_2$                       ②  $\text{NaOH}$                       ③  $\text{Ag}_2\text{O}$   
④  $\text{MgCl}_2$                       ⑤  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

c 電子が入っている最も外側の電子殻の電子数が同じでない原子やイオンの組合せ

- ① H と Li                      ②  $\text{F}^-$  と  $\text{Na}^+$                       ③ O と S  
④ Ar と  $\text{K}^+$                       ⑤ He と Ne

問2 ヨウ素とヨウ化カリウムを含む水溶液からヨウ素を分離するために図1の実験器具Xを使用した。実験器具Xにヨウ素とヨウ化カリウムを含む水溶液、シクロヘキサンを容器の上部から加えてよく振った後、十分な時間静置した。この分離操作に関する記述として適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 4

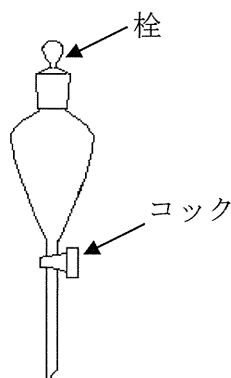


図1 ヨウ素の分離に使用した実験器具X

- ① 図1の実験器具Xの名称は、ナスフラスコという。
- ② この分離操作を分留という。
- ③ 十分な時間静置すると、実験器具X内の溶液が三層に分離する。
- ④ 水層にヨウ素が分離される。
- ⑤ 分離したヨウ素は図中の栓を開けて、実験器具Xの上部から取り出す。

問3 イオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)・電子親和力・電気陰性度に関する記述として正しいものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 5

- ① イオン化エネルギー(第一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 電子親和力が大きい原子ほど陰イオンになりにくい。
- ③ Neのイオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー)は、周期表の第2周期の元素のうちで最も小さい。
- ④ CとOでは電気陰性度に差があるので、二酸化炭素 $\text{CO}_2$ 分子は極性分子である。
- ⑤ 17族元素のうち、電気陰性度が最も大きいものはFである。

問 4 元素 A と元素 B とからなる化合物には A が質量パーセントで 70% 含まれていた。A の原子量が B の原子量の 3.5 倍であった。この化合物の化学式として最も適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 6

- ①  $A_2B$     ②  $AB_2$     ③  $A_2B_3$     ④  $A_3B$     ⑤  $A_3B_2$

問 5 化学結合に関する記述として誤りを含むものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 7

- ① ナフタレン分子の原子間の結合は共有結合である。  
② アンモニウムイオンの 4 個の N-H 結合の性質は、互いに区別できない。  
③ 塩化ナトリウムの結晶はイオン結合からなる。  
④ ナトリウムの金属結晶では、ナトリウム原子の価電子は、金属全体を自由に動くことができない。  
⑤ ダイヤモンドでは、炭素原子が共有結合でつながっている。

化学の問題は次のページに続く

---

第2問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 窒素分子と酸素分子から一酸化窒素が生成するとき、窒素分子、酸素分子、一酸化窒素の同温・同圧における体積比は1:1:2となる。これに関係する化学の法則として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

- ① 質量保存の法則
- ② 定比例の法則
- ③ 倍数比例の法則
- ④ 気体反応の法則

問2 硝酸カリウム  $\text{KNO}_3$  50.0 g を  $80^\circ\text{C}$  の水 100 g に溶かして、密度  $1.3 \text{ g/cm}^3$  の水溶液 A を得た。硝酸カリウムは水 100 g に、 $80^\circ\text{C}$  で 169 g、 $10^\circ\text{C}$  で 22 g 溶けるものとする。次の問い (a・b) に答えよ。

a 水溶液 A のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。  mol/L

- ① 1.4    ② 2.0    ③ 3.2    ④ 4.3    ⑤ 5.6

b 水溶液 A を  $80^\circ\text{C}$  に保ち、水をいくらか蒸発させた。その後冷却して  $10^\circ\text{C}$  で十分な時間放置したところ、析出した硝酸カリウムの質量は 34.6 g であった。蒸発させた水の質量 [g] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。  g

- ① 10    ② 20    ③ 30    ④ 40    ⑤ 50

問3 酸と塩基および塩に関する次の a~c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。 11

- a 水酸化バリウム  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  は弱塩基である。
- b 酢酸水溶液の電離度は、濃度が大きくなると1に近づき、濃度が小さくなると0に近づく。
- c 0.1 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液の pH の値は7より大きい。

	a	b	c
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 濃度未知のシュウ酸  $(\text{COOH})_2$  水溶液 10 mL をちょうど中和するのに 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 16 mL 必要であった。シュウ酸水溶液のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。 12 mol/L

- ① 0.020      ② 0.040      ③ 0.060      ④ 0.080      ⑤ 0.16

問5 酸化還元反応でない反応式を，次の選択肢のうちから1つ選べ。 13

- ①  $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$
- ②  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- ③  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$
- ④  $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
- ⑤  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

問6 図2は硫酸酸性の0.10 mol/Lの二クロム酸カリウム水溶液と，0.20 mol/Lの過酸化水素水が過不足なく酸化還元反応するときの量的関係を表したものである。最も適当なグラフを図中の番号のうちから1つ選べ。ただし，この反応式は次式で表せられる。 14

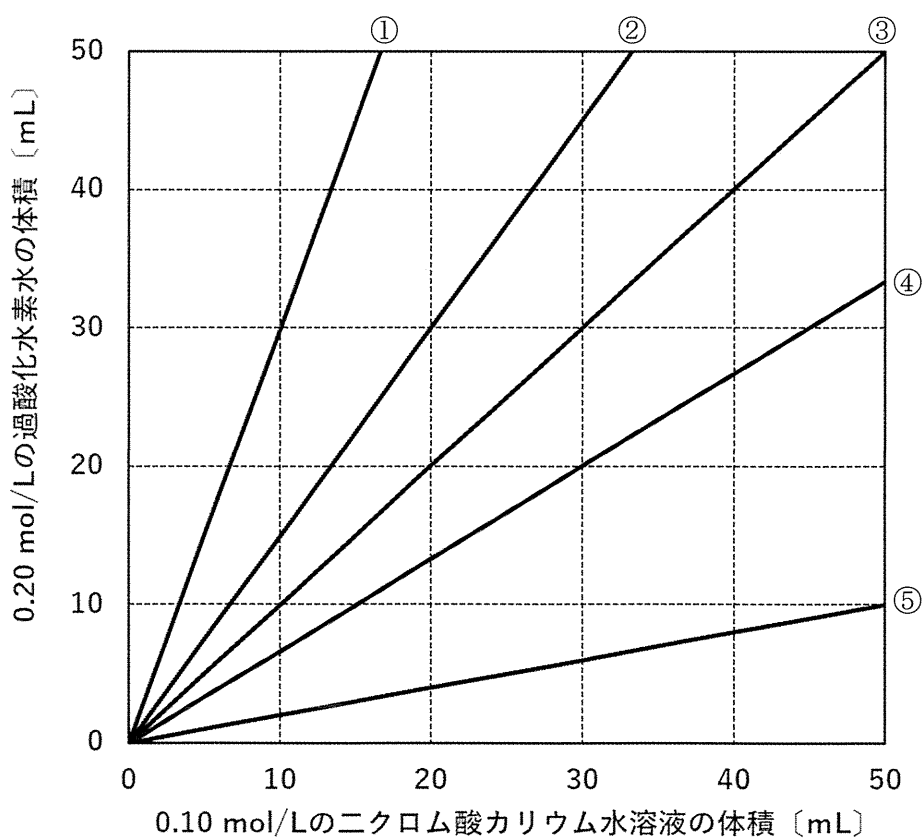
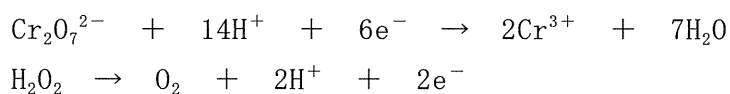


図2 酸化還元反応の量的関係



化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 15 ~ 21〕

問1 コロイド水溶液 A に、硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  あるいは硝酸ナトリウム  $\text{NaNO}_3$  を少量加えたところ、沈殿が生じた。このとき沈殿の生成に最低限必要な塩の物質量は、硫酸ナトリウムの方が小さかった。このことに関する記述として誤っているものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 15

- ① コロイド水溶液 A は、疎水コロイド溶液である。
- ② コロイド水溶液 A で沈殿が生成した現象を凝析と呼ぶ。
- ③ 塩を加えることでコロイド水溶液 A 中のコロイド粒子同士の反発力が低下したため沈殿が生じた。
- ④ 沈殿の生成に最低限必要な塩の物質量が硫酸ナトリウムの方が小さいのは、硫酸ナトリウムの式量のほうが大きいからである。

問2 物質 A と物質 B を比較したとき、物質 B の方の大気圧下における沸点が高い組合せとして最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 16

	物質 A	物質 B
①	塩素	臭素
②	ブタン	プロパン
③	食塩水	水
④	水	硫化水素
⑤	フッ化水素	塩化水素

問3 過酸化水素の分解によって発生した酸素を、水上置換でメスシリンダー内に捕集した。次の問い (a・b) に答えよ。

a メスシリンダー内の水面の高さと外側の水面の高さが一致しているとき、メスシリンダー内の酸素の分圧  $p_{O_2}$ 、水の蒸気圧  $p_{H_2O}$ 、および大気圧  $P_0$  との間に成り立つ式として最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。 17

①  $p_{O_2} + p_{H_2O} = P_0$

②  $p_{O_2} - p_{H_2O} = P_0$

③  $p_{O_2} \times p_{H_2O} = P_0$

④  $p_{O_2} \div p_{H_2O} = P_0$

b メスシリンダー内の気体の体積が  $27^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  で  $300 \text{ mL}$  であるとき、酸素の物質質量 [mol] として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから1つ選べ。ただし、 $27^\circ\text{C}$ における水の飽和蒸気圧は  $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$  とする。 18 mol

①  $1.2 \times 10^{-2}$       ②  $2.4 \times 10^{-2}$       ③  $4.8 \times 10^{-2}$

④  $1.2 \times 10^{-3}$       ⑤  $2.4 \times 10^{-3}$       ⑥  $4.8 \times 10^{-3}$

問4 図3は、炭素（黒鉛）と水素からメタンを生成する反応のエネルギーの関係を示したものである。メタン分子中のC-Hの結合エネルギー [kJ/mol] として最も適当な数値を、下の選択肢のうちから1つ選べ。ただし、水素分子のH-Hの結合エネルギーを432 kJ/mol、黒鉛の昇華熱を715 kJ/molとする。 19 kJ/mol

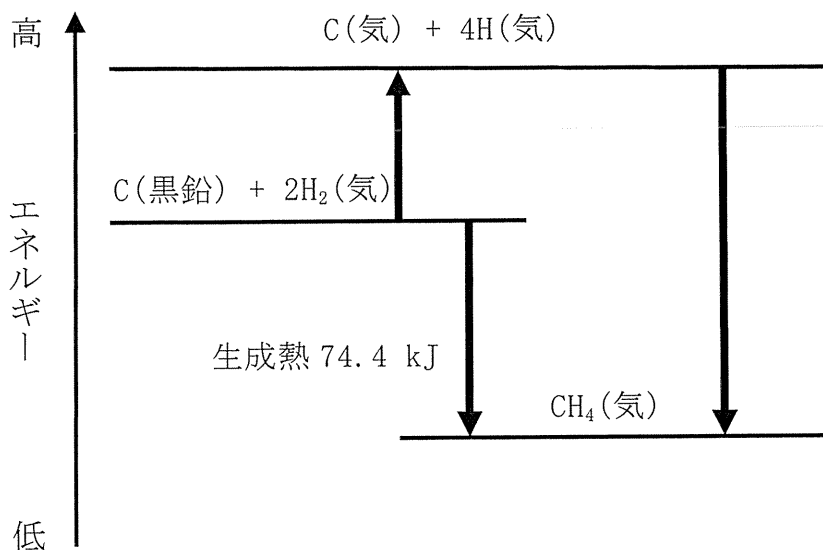


図3 炭素（黒鉛）と水素からメタンを生成する反応のエネルギーの関係

- ① 234      ② 376      ③ 395      ④ 413      ⑤ 1579

問5 化学平衡の状態にあるとき、温度を上げても、圧力を大きくしても、平衡が右に移動する反応の熱化学方程式を、次の選択肢のうちから1つ選べ。

20

- ①  $\text{N}_2(\text{気}) + 3\text{H}_2(\text{気}) = 2\text{NH}_3(\text{気}) + 92\text{kJ}$   
 ②  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) = 2\text{NO}_2(\text{気}) - 57.2\text{kJ}$   
 ③  $2\text{SO}_2(\text{気}) + \text{O}_2(\text{気}) = 2\text{SO}_3(\text{気}) + 197\text{kJ}$   
 ④  $3\text{O}_2(\text{気}) = 2\text{O}_3(\text{気}) - 285\text{kJ}$

問 6 電解槽を陽イオン交換膜（陽イオンのみを通過させる膜）で仕切り，炭素棒を電極として直流電源につないだ。電解液として，フェノールフタレインを数滴加えたヨウ化カリウム KI 水溶液入れ，一定時間電流を流し，電気分解を行った（図 4）。この実験に関する記述として最も適当なものを，下の選択肢のうちから 1 つ選べ。 21

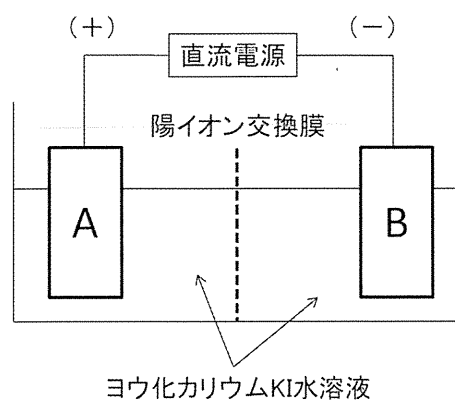


図 4 電気分解装置の概略図

- ① 電極 A では，気体が発生する。
- ② 電極 A では，電極の質量が増加する。
- ③ 電極 B では，電極の質量が増加する。
- ④ 電極 B 付近の水溶液は，赤色に変化する。
- ⑤ 電極 B 付近の水溶液は，褐色に変化する。

第4問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号  ~  〕

問1 身近な無機物質に関する記述として正しいものを、次の選択肢のうちから2つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。  ,

- ① 水酸化カルシウムは、水に溶解すると溶液の凝固点が下がるので、道路の凍結防止に用いられる。
- ② クロムの単体は、常温できわめて安定で腐食しにくいので金属のメッキに用いられる。
- ③ 染色や食品添加物に利用されるミョウバンは、硫酸マグネシウムと硫酸カリウムの混合水溶液を濃縮して作られる。
- ④ 酸化アルミニウムの結晶はきわめて硬く、微量の不純物を含むものにルビーやサファイアがある。
- ⑤ 酸化鉛(Ⅱ)の粉末は白色であり、軟膏や絵の具に用いられる。

問2 次の文中の  ,  に当てはまるものの組合せとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つ選べ。

硫黄の単体には主として3種類の同素体が存在する。常温においては、これらのうち  状分子からなる  が最も安定である。

	ア	イ
①	鎖	斜方硫黄
②	鎖	単斜硫黄
③	鎖	ゴム状硫黄
④	環	斜方硫黄
⑤	環	単斜硫黄
⑥	環	ゴム状硫黄

問 3 2 種類の金属イオンを含む水溶液に 2 種類の試薬を順に反応させて、金属イオンをそれぞれ沈殿として分離したい。含まれる金属イオンと加える試薬の組合せとして最も適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。ただし、試薬は、それぞれの反応に十分な量を加えるものとする。 25

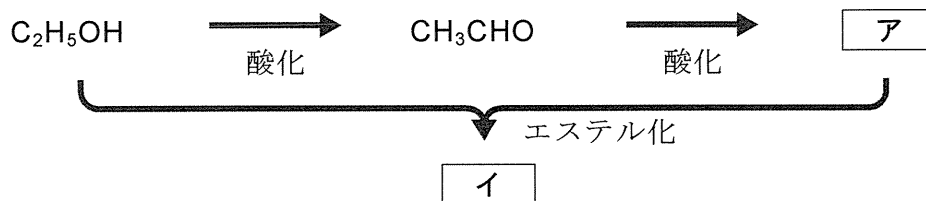
	含まれる金属イオン	最初に加える試薬	次に加える試薬
①	$\text{Ag}^+$ , $\text{Cu}^{2+}$	塩酸	硫化水素
②	$\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$	炭酸アンモニウム水溶液	アンモニア水
③	$\text{Na}^+$ , $\text{Zn}^{2+}$	アンモニア水	硫化水素
④	$\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Pb}^{2+}$	塩酸	硫化水素

問 4 ベンゼン環に関する記述として誤りを含むものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 26

- ① 炭素原子間の距離はすべて等しい。
- ② 全ての原子が同一平面上に存在する。
- ③ 置換反応より、付加反応を起こしやすい。
- ④ 揮発性があり、燃焼しやすい。
- ⑤ 有毒であり、発がん性がある。

問 5 次の有機化合物の反応について、式中の **ア**・**イ** に当てはまる化合物の組合せとして最も適当なものを、下の選択肢のうちから 1 つ選べ。

27



	ア	イ
①	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
②	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$
③	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OCH}_3$
④	$\text{HCOOH}$	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
⑤	$\text{HCOOH}$	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$
⑥	$\text{HCOOH}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OCH}_3$
⑦	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
⑧	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$
⑨	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OCH}_3$

問 6 ある油脂（トリグリセリド）の分子量が 878、この油脂 100g に付加するヨウ素の質量が 174 g（ヨウ素価 174）であった。この油脂 1 分子中に含まれる C=C 結合の数として最も適当な数値を、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。

28

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5    ⑥ 6