

◇ 化 学

化 6-1~化 6-14 まで 14 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。

H=1.0, C=12, N=14, O=16

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

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

ファラデー定数は $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

第 1 問 次の問い(問 1~4)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問 1 次の a~d 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一つずつ選べ。

a 海水から純水を取り出すのに最も適した方法

- ① ろ過 ② 再結晶 ③ 昇華法 ④ 蒸留 ⑤ 抽出

b 固体から気体になるときの状態変化の名称

- ① 蒸留 ② 凝縮 ③ 融解 ④ 昇華 ⑤ 凝固

c 電子配置が互いに異なるイオンと原子の組合せ

- ① F^- と Ne ② Al^{3+} と Ar ③ Li^+ と He ④ S^{2-} と Ar
⑤ Ca^{2+} と Ar

d 共有電子対の数と非共有電子対の数が同じである分子

- ① H_2 ② CH_4 ③ NH_3 ④ H_2O ⑤ F_2

問2 結晶とその性質に関する記述の組合せとして**適当でないもの**を、後の選択肢から一つ選べ。 5

	結 晶	結晶の性質
①	塩化ナトリウムの結晶	結晶状態では電気伝導性を示さないが、融解状態では電気伝導性を示す。
②	銅の結晶	電気や熱を伝えやすく、展性・延性を示す。
③	二酸化ケイ素の結晶	融点が低く、昇華性を示す。
④	黒鉛の結晶	網目状の平面構造が層をつくり、電気伝導性を示す。

問3 分子の形が正四面体形であるものを、後の選択肢から一つ選べ。

6

- ① アセチレン ② アンモニア ③ 水
 ④ メタン ⑤ 二酸化炭素

問4 日常生活に関する物質の記述として下線部に**誤りを含むもの**を、後の選択肢から一つ選べ。 7

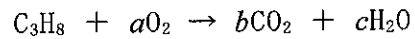
- ① チーズや味噌は発酵させることで保存性を高めた食品である。
 ② 多くの汎用プラスチックは、一般に成形が容易にでき腐食しにくい。
 ③ ポリエステルの繊維は乾きやすくしわになりにくいので、ワイシャツなどに用いられる。
 ④ 塩素は、酸化作用をもち、殺菌や漂白に用いられる。
 ⑤ 鉄は酸素との結びつきが強いため、製錬の際に電気分解を必要とする。

第2問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 標準状態における体積が最も大きいものはどれか。後の選択肢から一つ選べ。

- ① 4 g の水素 ② 51 g のアンモニア ③ 64 g の酸素
④ 70 g の窒素 ⑤ 88 g の二酸化炭素

問2 次の化学反応式の係数 ($a\sim c$) の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。



	a	b	c
①	4	2	4
②	4	2	5
③	4	3	5
④	5	3	5
⑤	5	3	4
⑥	5	2	4

問3 水素と塩素を反応させると塩化水素が生成する。ある存在比で ^1H と ^2H を用意し、水素分子を合成したところ、原子の質量数の合計が互いに異なる3種類の水素分子の混合気体が得られた。これを水素Aとすると、水素Aのうち、原子の質量数の合計が4である水素分子の物質量の割合は水素A全体の64%であった。また、ある存在比で ^{35}Cl と ^{37}Cl を用意し、塩素分子を合成したところ、原子の質量数の合計が互いに異なる3種類の塩素分子の混合気体が得られた。これを塩素Bとすると、塩素Bのうち、原子の質量数の合計が70である塩素分子の割合は塩素B全体の49%であった。水素Aと塩素Bを等しい物質で完全に反応させて塩化水素Cを生成させた。塩化水素Cのうち、原子の質量数の合計が38であるものの割合は塩化水素C全体の何%か。最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

%

- ① 6 ② 14 ③ 24 ④ 49 ⑤ 56 ⑥ 64

問4 濃度不明の酢酸水溶液の濃度を求めるため滴定をおこなった。濃度不明の酢酸水溶液に純水を加えて5倍希釈した。希釈した酢酸水溶液10 mLを三角フラスコにはかりとった。0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液をビュレットを用いて、三角フラスコに滴下したところ、過不足なく中和するのに5.0 mLを要した。後の問い(a~c)に答えよ。

a 実験操作に関する記述として**適当でないもの**を、後の選択肢から一つ選べ。 11

- ① 酢酸水溶液の希釈にはメスフラスコを用いた。
- ② 希釈した酢酸水溶液を入れる三角フラスコは水でぬれていたが、そのまま使用した。
- ③ 希釈した酢酸水溶液10 mLをはかりとるのに、ホールピペットを使用した。
- ④ ホールピペットの内部が蒸留水でぬれていたのを、加熱式の乾燥機に入れて乾かした。
- ⑤ ビュレットの内部がぬれていたのを、水酸化ナトリウム水溶液で内部を洗ってから使用した。

b この実験に適した指示薬と中和点前後の三角フラスコ内の水溶液の色の変化の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

12

	指示薬	色の変化
①	フェノールフタレイン	無色から赤色
②	フェノールフタレイン	赤色から無色
③	プロモチモールブルー	黄色から青色
④	プロモチモールブルー	青色から黄色
⑤	メチルオレンジ	赤色から黄色
⑥	メチルオレンジ	黄色から赤色

c 濃度不明の酢酸水溶液のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 mol/L

- ① 0.010 ② 0.050 ③ 0.10 ④ 0.25 ⑤ 0.50

問5 7個のビーカーに塩酸を 50 mL ずつ測りとり、それぞれのビーカーに 0.50 g から 3.5 g まで 0.50 g きざみの質量の炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 を加えた。加えた炭酸水素ナトリウムの質量と発生した二酸化炭素の間に、次の表に示す関係が見られた。塩酸のモル濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 mol/L

表1 加えた NaHCO_3 の質量 (g) と発生した CO_2 の質量 (g) の関係

加えた NaHCO_3 の質量 (g)	0.50	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
発生した CO_2 の質量 (g)	0.26	0.52	0.79	1.05	1.10	1.10	1.10

- ① 0.25 ② 0.50 ③ 0.75 ④ 1.0 ⑤ 1.3 ⑥ 1.5

第3問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 液体と気体間の状態変化に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 沸点以下の温度であっても、蒸発は起こることがある。
- ② 気液平衡とは、蒸発と凝縮が停止した状態のことをいう。
- ③ 密閉容器内に揮発性液体を封入し、温度を上げると蒸発する分子の数は増えるが、凝縮する分子の数は増えない。
- ④ 温度一定なら、注射器内に揮発性液体を封入し、液体がなくなるしない程度に体積を増やすと蒸発する分子の数が増え、蒸気による圧力は小さくなる。
- ⑤ 沸騰している液体では、液体の蒸気圧は大気圧よりも小さい。

問2 コロイドの性質に関する記述として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① コロイド溶液に横からレーザー光線のような光束を当てると、光の通路が明るく輝いて見える。
- ② コロイド溶液を顕微鏡で観察すると、コロイド粒子が光を散乱して光る点が絶えず不規則に運動している様子が観察できる。
- ③ コロイド粒子はセロハン膜を通過できない。
- ④ 水酸化鉄(Ⅲ)コロイドは、負(-)の電荷を帯びているため、直流電圧をかけると+極の方に移動する現象が観察される。
- ⑤ 疎水コロイドに少量の電解質を加えると、コロイド粒子間の反発力が失われ、その結果コロイド粒子が集まり沈殿する。

問3 図1は、純水の冷却曲線と、ある非電解質 2.0 g を水 100 g に溶かした水溶液の冷却曲線である。このグラフの記述について最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 17

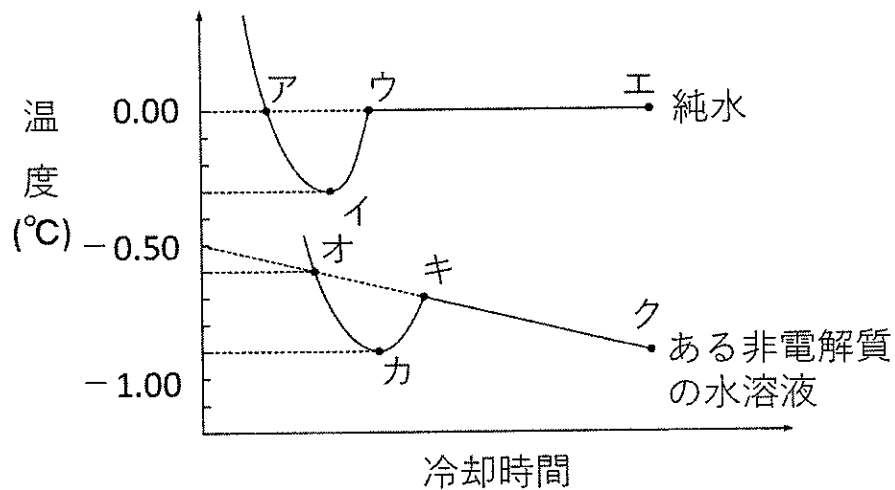


図1 純水とある非電解質の水溶液の冷却曲線

- ① 非電解質の水溶液の凝固点は、 $-0.50\text{ }^{\circ}\text{C}$ である。
- ② ア～イ、オ～カの区間は、固体と液体が共存している。
- ③ イ～ウ、カ～キの区間の温度上昇は、水の凝固熱が生じるためである。
- ④ ウ～エ、キ～クの区間は、固体のみである。
- ⑤ 非電解質 2.0 g と同じ物質の塩化ナトリウムを水 100 g に溶かした水溶液の冷却曲線は、非電解質水溶液の冷却曲線と一致する。

問 4 27℃において、0.10 mol/L のグルコース $C_6H_{12}O_6$ 水溶液の浸透圧 [Pa] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 18 Pa

- ① 1.3×10^4 ② 2.5×10^4 ③ 5.0×10^4 ④ 7.5×10^4
⑤ 1.3×10^5 ⑥ 2.5×10^5 ⑦ 5.0×10^5 ⑧ 7.5×10^5

問 5 0.20 mol/L の酢酸水溶液 100 mL に、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 100 mL を混合した水溶液がある。この水溶液に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 19

- ① 水溶液中では、酢酸分子がほとんど電離している。
② 水溶液は、緩衝作用を持たない。
③ 少量の塩酸を滴下すると、酢酸分子が増加する。
④ 水溶液は、塩基性を示す。
⑤ 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液をさらに 100 mL 加えると、水溶液は中性となる。

問6 図2に示したような燃料電池(リン酸型)は水素と酸素の反応によって発生するエネルギーを取り出している。後の問い(a・b)に答えよ。

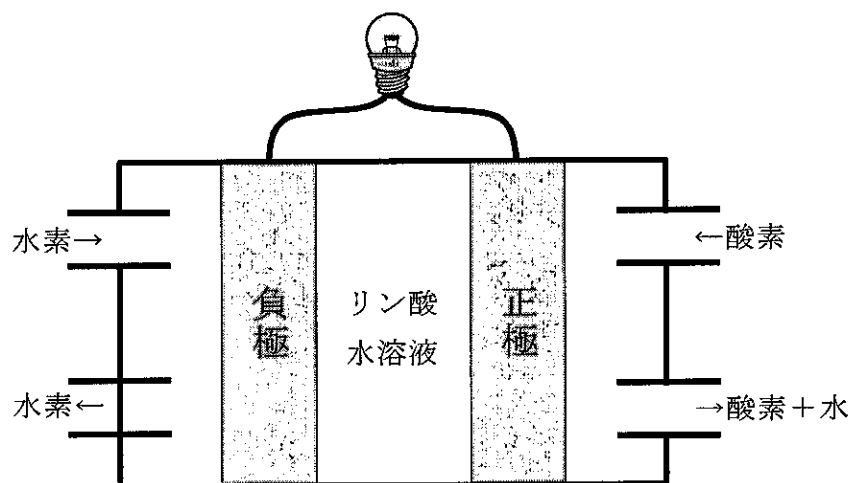


図2 燃料電池(リン酸型)

a 正極で起こっている反応として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 20

- ① $2\text{H}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
- ② $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- ③ $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^-$
- ④ $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

b 水素 1.0 g を消費する際に流れる電気量 [C] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、酸素は十分に存在しており、水素はすべて利用されたものとする。 21 C

- ① 1.9×10^4 ② 3.9×10^4 ③ 4.8×10^4 ④ 9.7×10^4
- ⑤ 1.9×10^5 ⑥ 3.9×10^5 ⑦ 4.8×10^5 ⑧ 9.7×10^5

第4問 次の問い(問1~7)に答えよ。〔解答番号 22 ~ 28〕

問1 第5周期までのハロゲンに関する記述のうち誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 22

- ① 銀のハロゲン化物はいずれも水に溶けやすい。
- ② ハロゲン原子の最外殻電子は、フッ素ではL殻、塩素ではM殻、臭素ではN殻に存在する。
- ③ ハロゲンの単体は、二原子分子である。
- ④ ハロゲンの単体の酸化力は、フッ素>塩素>臭素の順に強くなる。
- ⑤ ヨウ素の単体は常温・常圧で固体である。

問2 ケイ素，スズ，鉛に関する次のa~cの記述の正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 23

- a いずれも遷移元素である。
- b いずれの単体も半導体である。
- c いずれも酸化数が+4の化合物をつくる。

	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3 銅に関する記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。

24

- ① 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に、希塩酸を加えて硫化水素を通じると黒色沈殿が生じる。
- ② 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に、アンモニア水を少量加えると沈殿が生じるが、さらに加えると生じた沈殿が溶ける。
- ③ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に、亜鉛の粒を加えると、単体の銅が析出する。
- ④ 銅の電解精錬では、陽極に高純度の銅が析出する。
- ⑤ 銅の単体は塩酸に溶けない。

問4 異性体に関する記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。

25

- ① 2-プロパノールには、鏡像異性体(光学異性体)が存在する。
- ② 2-ブタノール1分子から水1分子がとれると、立体異性体を区別しなければ2種類のアルケンが生成する。
- ③ スチレンには、幾何異性体(シス・トランス異性体)が存在しない。
- ④ 互いに異性体の関係にある化合物に、分子量の異なるものはない。
- ⑤ 分子式 $C_4H_{10}O$ であらわされる化合物には、エーテル結合を含む構造異性体が3種類存在する。

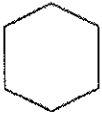
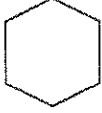
問5 カルボン酸に関する記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。

26

- ① ギ酸は還元性を示す。
- ② 酢酸分子2個から水分子1個がとれると無水酢酸ができる。
- ③ 硬水中でセッケンの洗浄力が低下するのは、セッケンが Ca^{2+} や Mg^{2+} と反応して水に溶けにくい塩をつくるためである。
- ④ フマル酸を約 $160^{\circ}C$ に加熱すると、分子内の脱水反応により酸無水物が得られる。
- ⑤ 酢酸はアセトアルデヒドの酸化によって得られる。

問 6 次の a~c の記述に当てはまる物質の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。 27

- a 赤熱した鉄に触れさせると、ベンゼンが生成する。
 b フェーリング液とともに加熱すると、赤色沈殿が生じる。
 c ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、ヨードホルムが生成する。

	a	b	c
①		$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$
②		$\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\text{C}}-\text{CH}_3$ H	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$
③	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	$\text{C}_2\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$
④	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	$\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\text{C}}-\text{CH}_3$ H	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$
⑤	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	$\text{C}_2\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$
⑥	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$
⑦	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	$\text{C}_2\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$
⑧	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	$\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\text{C}}-\text{CH}_3$ H	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$

問7 炭素，水素，酸素からなる有機化合物 4.4 mg を完全燃焼させた。その結果，二酸化炭素 8.8 mg と水 3.6 mg が生じた。この化合物の組成式として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 28

- | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| ① CH_3O | ② $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ | ③ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ | ④ $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ |
| ⑤ $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ | ⑥ $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ | ⑦ $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ | ⑧ $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ |