

◇ 化 学

化 7－1～化 7－18 まで 18 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, S=32, Cl=35.5, Cu=64, Zn=65,
Ba=137

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

水のイオン積は、 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ 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1~5)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 次の a・b 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 純物質であるもの

- | | | |
|-------|---------|---------|
| ① 大理石 | ② 食酢 | ③ ステンレス |
| ④ 濃硝酸 | ⑤ グルコース | |

b 最外殻電子の数が窒素原子と同じである原子

- | | | |
|------|-----|-----|
| ① Li | ② C | ③ S |
| ④ Mg | ⑤ P | |

問2 互いに同位体である原子に関する記述 a~d のうち正しいのはどれか。最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- a 陽子の数が等しい。
b 中性子の数が等しい。
c 電子の数が等しい。
d 天然存在比が等しい。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① aのみ | ② bのみ | ③ cのみ | ④ dのみ |
| ⑤ aとb | ⑥ aとc | ⑦ aとd | ⑧ bとc |
| ⑨ bとd | ⑩ cとd | | |

問3 図1-1に示した実験装置を使用して化合物Aと酸化銅(Ⅱ)の粉末を混ぜたものを加熱した。この実験に関する下の問い(a・b)に答えよ。

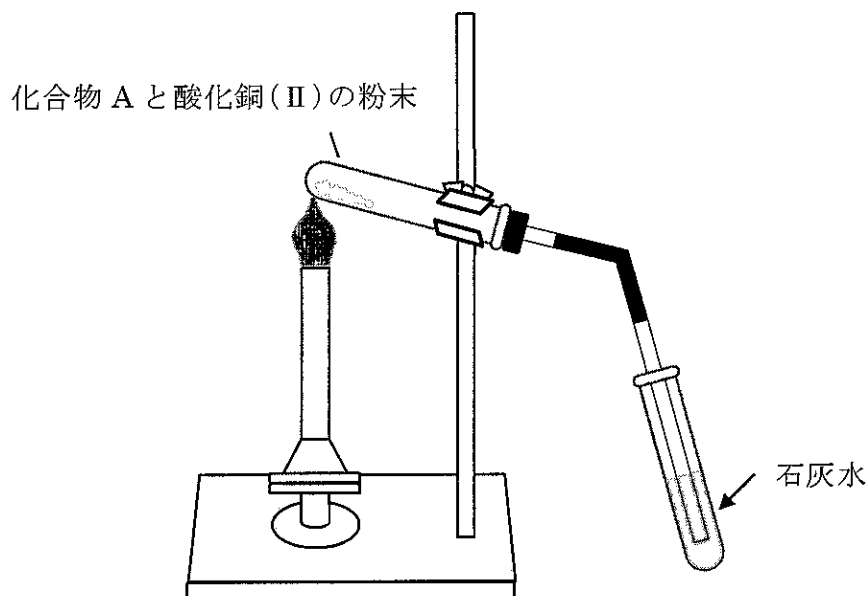


図1-1 化合物Aの加熱装置

a 化合物Aを入れていた試験管壁に液体が付着していた。この液体を白色の硫酸銅(Ⅱ)(無水物)に加えると青色になった。この結果から推定される化合物Aに含まれる成分元素として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 4

- ① 水素 ② 酸素 ③ 窒素 ④ 硫黄 ⑤ 塩素

b 発生した気体を石灰水が入った試験管に通じたところ、石灰水が白濁した。この結果から推定される化合物Aに含まれる成分元素として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 5

- ① 炭素 ② 臭素 ③ ヨウ素 ④ 塩素 ⑤ ナトリウム

問 4 イオン結晶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。 6

- ① イオン結晶を作る主要な力は，分子間力である。
- ② イオン結晶は，結晶全体としては電氣的に中性になっている。
- ③ イオン結晶は，結晶状態のままでも，電気を導く。
- ④ イオン結晶は，展性を示さないが延性を示す。

問 5 分子内の結合に極性があるが，分子全体として極性がない分子として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 7

- ① 水 ② アンモニア ③ 二酸化炭素 ④ 塩化水素
- ⑤ エタノール

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 8 ～ 14〕

問1 質量パーセント濃度 36.5 %の塩酸を用いて、0.250 mol/L の希塩酸を 300 mL 調製した。このときに必要な質量パーセント濃度 36.5%の塩酸の質量 [g] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 8 g

- ① 2.5 ② 5.0 ③ 7.5 ④ 10.0 ⑤ 12.5

問2 亜鉛に塩酸を加えると次の反応が起こる。亜鉛 0.325 g に濃度未知の塩酸を加えた時に発生する水素の標準状態での体積との関係を表 2-1 に表した。この実験に関する下の問い(a・b)に答えよ。



表 2-1 加えた塩酸の体積と発生した H₂ の体積の関係

加えた塩酸の体積 [mL]	50.0	100	150	200
発生した H ₂ の標準状態での体積 [mL]	44.8	89.6	112	112

a 亜鉛 0.325 g と過不足なく反応する濃度未知の塩酸の体積 [mL] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 9 mL

- ① 100 ② 125 ③ 150 ④ 175 ⑤ 200

b 濃度未知の塩酸の濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 10 mol/L

- ① 0.0300 ② 0.0400 ③ 0.0600 ④ 0.0800
⑤ 0.160

問 3 図 2-1 は、 0.10 mol/L の酸 A の水溶液 10 mL に 0.10 mol/L の塩基 B の水溶液を加えたときの滴定曲線である。酸 A と塩基 B の組合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 11

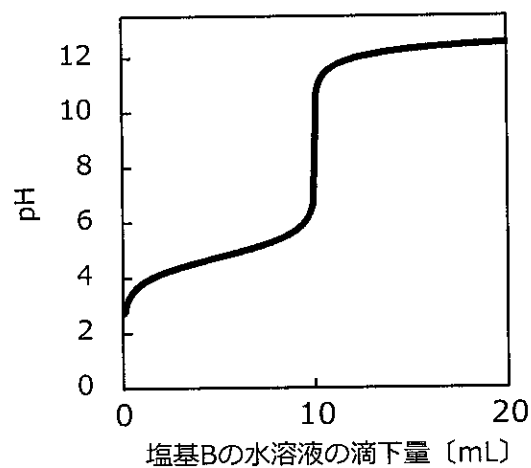


図 2-1 滴定曲線

	酸A	塩基B
①	塩酸	アンモニア
②	塩酸	水酸化バリウム
③	塩酸	水酸化ナトリウム
④	硫酸	アンモニア
⑤	硫酸	水酸化バリウム
⑥	硫酸	水酸化ナトリウム
⑦	酢酸	アンモニア
⑧	酢酸	水酸化バリウム
⑨	酢酸	水酸化ナトリウム

問 4 酸・塩基に関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 12

- a pH 6.0 の水溶液を 100 倍希釈すると、pH 8.0 になる。
 b 酢酸水溶液中の酢酸の電離度の値は、酢酸の濃度に比例する。
 c 炭酸ナトリウムの水溶液に塩酸を加えると二酸化炭素が発生する。

	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 5 次の化学反応式 a～d のうち酸化還元反応であるものはどれか。最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 13

- a $\text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} + 2\text{HCl}$
 b $\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
 c $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
 d $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$

- ① a のみ ② b のみ ③ c のみ ④ d のみ
 ⑤ a と b ⑥ a と c ⑦ a と d ⑧ b と c
 ⑨ b と d ⑩ c と d

問 6 次の記述 a～c は， Al， Ag， Cu， Ni について行った実験の結果を述べたものである。記述 a～c 中の A～D に当てはまる金属の組合わせとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 14

- a 希硫酸を加えたとき， A と B は溶けたが， C と D は溶けなかった。
- b A は高温の水蒸気と反応して水素を発生するが， B は高温の水蒸気と反応しない。
- c C の硝酸塩水溶液に D の金属片を入れると， C が析出した。

	A	B	C	D
①	Al	Ag	Cu	Ni
②	Al	Ag	Ni	Cu
③	Al	Ni	Ag	Cu
④	Al	Ni	Cu	Ag
⑤	Ag	Cu	Ni	Al
⑥	Cu	Ag	Al	Ni
⑦	Ni	Al	Ag	Cu
⑧	Ni	Al	Cu	Ag

第3問 次の問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 15 ～ 21〕

問1 図3-1は分子結晶をつくっている物質1molを大気圧下で加熱していったときの、加えた熱量と物質の温度の関係を示している。下の問い(a・b)に答えよ。

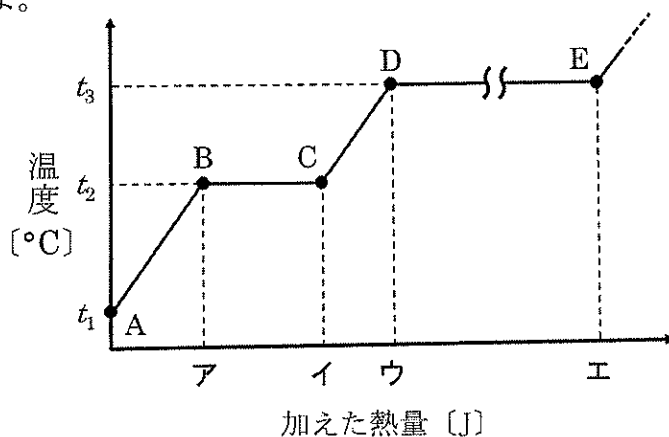


図3-1 加えた熱量と温度変化

- a AB間、DE間での物質の状態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。 15

	AB間	DE間
①	固体	液体
②	固体	液体+気体
③	固体+液体	液体+気体
④	固体+液体	気体
⑤	気体	液体
⑥	気体	気体+固体

- b ア～エでこの物質の融解熱 [J/mol] の大きさを示したものとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 16 J/mol

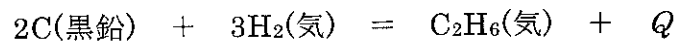
	融解熱
①	イーア
②	ウーイ
③	エーウ
④	ウーア

問2 一定量の水に酸素を溶かす実験を行った。この実験に関する次の記述(a～c)について、正誤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。 17

- a 一定温度で酸素の圧力を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ から $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に上げると、溶ける酸素の質量は2倍になる。
- b 一定温度で酸素と水が接触する面積を変えても、溶かすことのできる酸素の質量は変わらない。
- c 水の温度を上げると、溶ける酸素の質量が増加する。

	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 エタンの生成熱は、次の熱化学方程式で表される。次の結合エネルギーおよび熱化学方程式を用いて求めたエタンの生成熱 Q [kJ/mol] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 18



結合エネルギー

H—H 436 kJ/mol

C—H 413 kJ/mol

C—C 348 kJ/mol

熱化学方程式

$\text{C(黒鉛)} = \text{C(気)} - 715 \text{ kJ}$

- ① 88 ② 176 ③ 260 ④ 390 ⑤ 520

問4 水 94.65 g に塩化アンモニウム 5.35 g を加えると、溶液の温度は 3.6 K 低下すると見積もられる。塩化アンモニウムの水への溶解熱 [kJ/mol] 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、塩化アンモニウム水溶液の比熱は $4.2 \text{ J/(g} \cdot \text{K)}$ とする。 19 kJ/mol

- ① -15 ② -9.7 ③ -0.76 ④ 0.76
⑤ 9.7 ⑥ 15

問 5 アルカリマンガン乾電池に関する次の文章を読み、下の問い(a・b)に答えよ。

亜鉛が **ア** となり、電子を出して Zn^{2+} になり、**イ** の **ウ** が電子を受け取る。電解液として **エ** を用いることで比較的電気抵抗が小さくなり、大きな電流を取り出すことができる。

- a 文章中の **ア** ～ **エ** に入る語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。 **20**

	ア	イ	ウ	エ
①	負極活物質	正極活物質	KMnO_4	NH_4Cl
②	負極活物質	正極活物質	KMnO_4	KOH
③	負極活物質	正極活物質	MnO_2	NH_4Cl
④	負極活物質	正極活物質	MnO_2	KOH
⑤	正極活物質	負極活物質	KMnO_4	NH_4Cl
⑥	正極活物質	負極活物質	KMnO_4	KOH
⑦	正極活物質	負極活物質	MnO_2	NH_4Cl
⑧	正極活物質	負極活物質	MnO_2	KOH

- b アルカリマンガン乾電池の放電で、 0.10 A の電流が 5.4 時間流れた。生じた Zn^{2+} の物質量 $[\text{mol}]$ として最も適切な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 **21** mol

- ① 0.0050 ② 0.010 ③ 0.020 ④ 0.050 ⑤ 0.10

第4問 次の問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 22 ～ 28〕

問1 カルシウムに関する次の記述(a～c)について、正誤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。 22

- a 単体を空気中に放置すると酸素、水、二酸化炭素と反応する。
- b 単体を水に加えると容易に反応して酸素を発生する。
- c 水酸化カルシウム水溶液に二酸化炭素を通すと白色沈殿を生じる。

	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 2 次の記述(a～d)について、ケイ素 Si、リン P、硫黄 S のうちから当てはまるものを正しく選択している組合せを、後の選択肢から一つ選べ。

23

- a 単体に同素体が存在する。
- b 単体がダイヤモンドと同様の構造を持つ共有結合の結晶である。
- c 地殻中に単体として存在する。
- d 非金属元素である。

	a	b	c	d
①	P	Si	S	Si, P, S
②	P	P	P	Si, P
③	P	S	Si	Si, P, S
④	S	Si	S	Si, P, S
⑤	S	P	P	Si, P
⑥	S	S	Si	Si, P, S
⑦	P, S	Si	S	Si, P, S
⑧	P, S	P	P	Si, P
⑨	P, S	S	Si	Si, P, S

問3 ある金属元素 M が，その酸化物中での酸化数は一つである。この金属元素の単体 M と酸素 O_2 から生成する金属酸化物 M_xO_y の組成式を求めるために次の実験を考えた。

実験

M の物質量と O_2 の物質量の和を $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ に保ちながら，M の物質量を 0 から $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ まで変化させ，それぞれにおいて M と O_2 を十分に反応させたのち，生成した M_xO_y の質量を測定する。

実験で生成する M_xO_y の質量は，用いる M の物質量によって図 4-1 のように変化する。図 4-1 の結果が得られる M_xO_y 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。 24

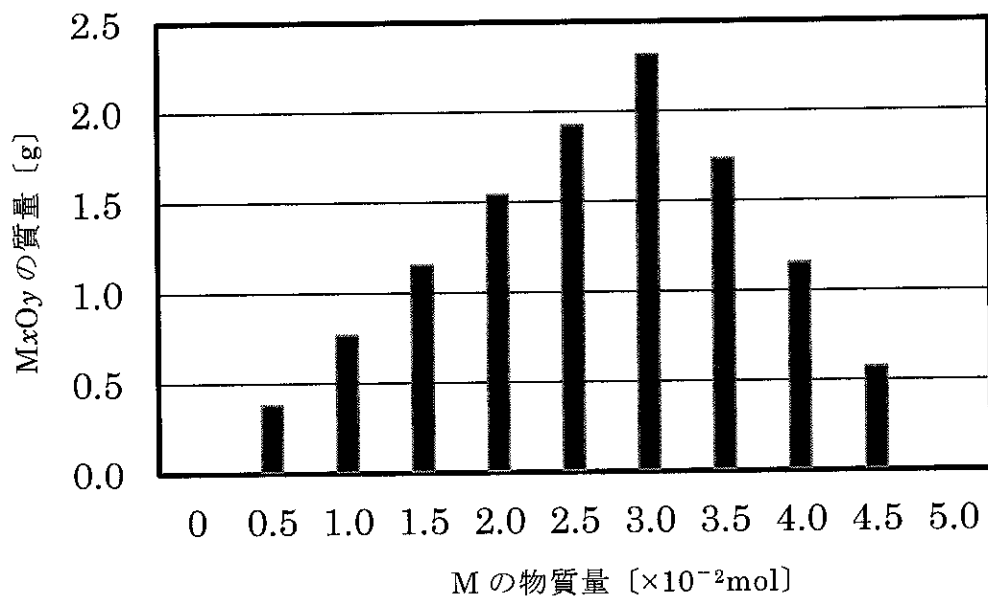


図 4-1 M の物質量と M_xO_y の質量の関係

- ① MO ② MO_2 ③ M_2O ④ M_2O_3 ⑤ M_3O_4

問 4 $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ の化学式で表される硫酸銅(Ⅱ)水和物の水和水（結晶水）の数 n を決定するために、次の実験を行った。この硫酸銅(Ⅱ)水和物 5.00 g を水に溶かし、塩化バリウム水溶液を十分に加えたところ 4.66 g の沈殿が得られた。 n の値として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。

25

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 5 分子式 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ および $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ で表される化合物のうち、カルボニル基をもつものはそれぞれいくつあるか。正しい数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。

26

	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$
①	1	2
②	1	3
③	1	4
④	2	2
⑤	2	3
⑥	2	4
⑦	3	2
⑧	3	3
⑨	3	4

問 6 エタノールを脱水してエチレン(エテン)を得るために図 4-2 のような装置を組み立てた。図中のアの物質，イの装置，ウの捕集方法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。 27

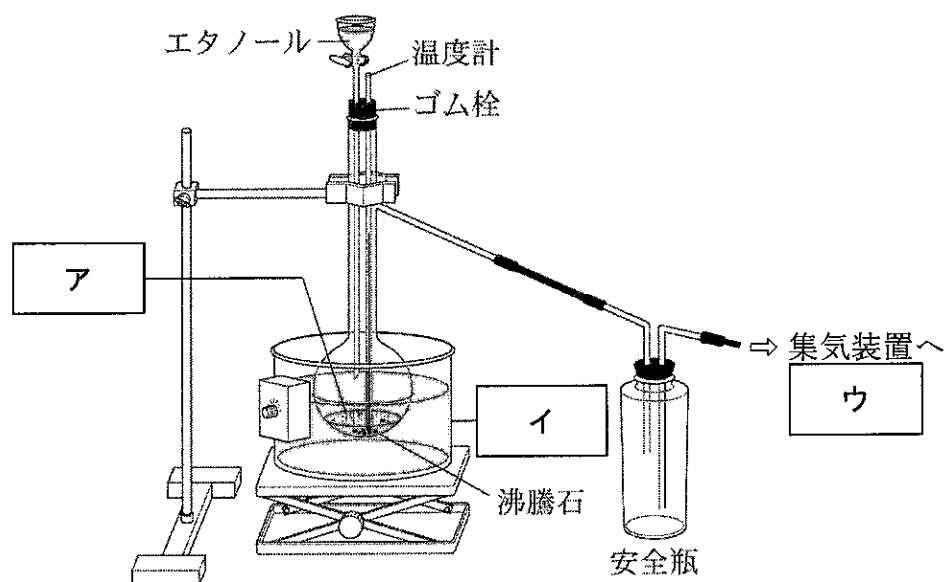


図 4-2 エチレンの合成装置

	ア	イ	ウ
①	希硫酸	水浴	上方置換
②	希硫酸	水浴	水上置換
③	希硫酸	油浴	上方置換
④	希硫酸	油浴	水上置換
⑤	濃硫酸	水浴	上方置換
⑥	濃硫酸	水浴	水上置換
⑦	濃硫酸	油浴	上方置換
⑧	濃硫酸	油浴	水上置換

問 7 炭素，水素，酸素からなる化合物 A に酢酸を作用させると，炭素数が 6 のエステル B が生成した。また，このエステル B 6.96 mg を完全に燃焼させたとき，15.84 mg の二酸化炭素と 6.48 mg の水が得られた。このときエステル B の化学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 $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2$ ② $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$ ③ $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$ ④ $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$
⑤ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ ⑥ $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_2$