

◇ 化 学

化 6-1~化 6-15 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。

H=1, C=12, O=16, Na=23, S=32, Cu=64, Ba=137

標準状態での気体の体積を 22.4 L/mol とする。

ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4$ 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~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 典型元素の組合せ

- ① Mg と Zn ② Na と Fe ③ Be と Au ④ K と Cu
⑤ Al と Ni

b イオン半径が最も大きいもの

- ① O^{2-} ② S^{2-} ③ Cl^- ④ K^+ ⑤ Ca^{2+}

c 懸濁液を固体と液体に分けるのに最も適切な操作

- ① 蒸留 ② 昇華 ③ ろ過 ④ 塩析 ⑤ 再結晶

問2 水に溶けて，その水溶液が電気をよく導く化合物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 一酸化炭素 ② 二酸化窒素 ③ 二酸化ケイ素
④ エタノール ⑤ グルコース

問3 原子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。 5

- ① 原子の大きさは、原子核の大きさよりもはるかに大きい。
- ② 自然界に存在するすべての原子の原子核は陽子と中性子とからできている。
- ③ 陽子の数と中性子の数の和が、その原子の質量数である。
- ④ 陽子の数が等しく、中性子の数が異なる原子どうしを、たがいに同位体という。
- ⑤ 原子核のまわりの電子の数が原子番号と異なる粒子も存在し、そのような粒子をイオンと呼ぶ。

問4 次の記述 a・b は、ダイヤモンド、塩化ナトリウム、アルミニウムの性質に関するものである。記述中の物質ア～ウ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。 6

- a ア、イ、ウのうち、固体状態で最も電気伝導性がよいのはアである。
- b アとウの融点に比べて、イの融点は非常に高い。

	ア	イ	ウ
①	塩化ナトリウム	ダイヤモンド	アルミニウム
②	塩化ナトリウム	アルミニウム	ダイヤモンド
③	ダイヤモンド	塩化ナトリウム	アルミニウム
④	ダイヤモンド	アルミニウム	塩化ナトリウム
⑤	アルミニウム	塩化ナトリウム	ダイヤモンド
⑥	アルミニウム	ダイヤモンド	塩化ナトリウム

問5 分子からなる物質の固体の状態に関する記述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。 7

- ① 分子が高速で移動している。
- ② 分子の位置が互いに入れ替わる。
- ③ 分子間力がほとんど無視できる。
- ④ 物質の三態のうちでエネルギーの最も低い状態である。
- ⑤ 物質の三態のうちで密度が最も低い状態である。

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 アボガドロ数を N 、分子量を M 、標準状態の体積を v [L] とするとき、分子 n [個] の質量 [g] を表す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。

- ① $\frac{n}{M}$ ② $\frac{22.4v}{M}$ ③ $\frac{Nv}{22.4}$ ④ $\frac{nM}{N}$ ⑤ $\frac{22.4n}{N}$

問2 質量パーセント濃度15%の塩化ナトリウム水溶液10 gと12%の塩化ナトリウム水溶液15 gを混合した。混合した塩化ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度 [%] 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。 %

- ① 3.3 ② 6.6 ③ 9.9 ④ 13 ⑤ 26

問3 十分な量の水にナトリウムを加えたところ、次のように反応し水素を発生した。

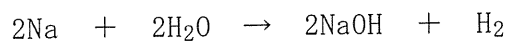


図1に反応したナトリウムの質量と発生した水素の関係を表した。反応したナトリウムの質量と発生した水素の標準状態における体積の関係を表す直線として最も適当なものを、図1中の選択肢のうちから1つ選べ。

10

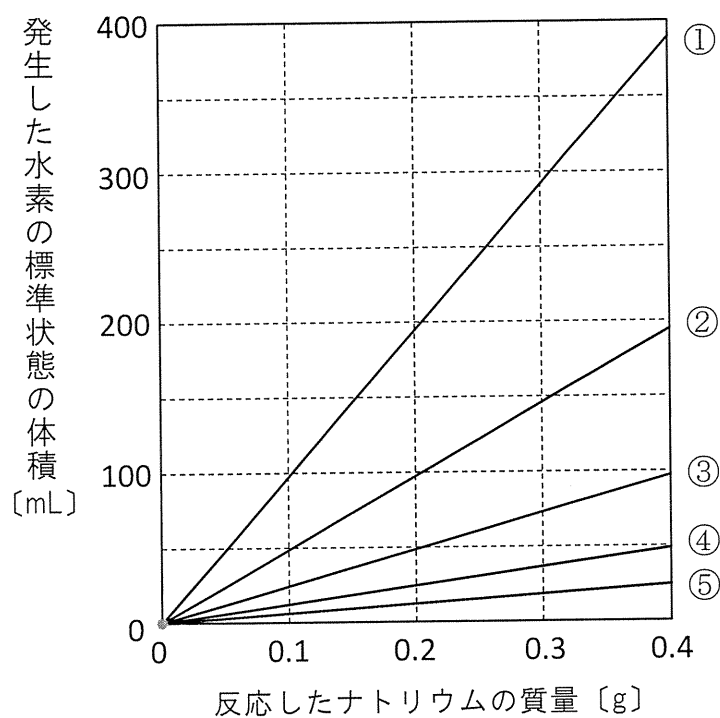


図1 反応したナトリウムの質量と発生した水素の体積の関係

問4 0.10 mol/Lの硫酸10 mL, 水10 mLをホールピペットを用いてコニカルビーカーにとり, 指示薬としてフェノールフタレイン溶液を2滴加えた。濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットから滴下したところ, 12 mL加えたところでフェノールフタレインが変色した。この滴定実験に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 次の実験操作方法に関する記述ア～ウ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

ア ビュレットの内部を蒸留水で洗ってから, 滴定に用いる水酸化ナトリウム水溶液で洗った。

イ コニカルビーカーの内部を蒸留水で洗い, 内壁がぬれたまま, 0.10 mol/Lの硫酸を入れた。

ウ 指示薬のフェノールフタレインの赤色を示さなくなったときのビュレットの目盛を読んだ。

	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

b 濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度 [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 0.083 ② 0.12 ③ 0.17 ④ 0.24 ⑤ 0.33

問5 酸化還元反応において過酸化水素 H_2O_2 と二酸化硫黄 SO_2 は反応する相手によって、それぞれ次の a または b, c または d のいずれかの反応をすることが知られている。

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

操作ア・イで起こる酸化還元反応において、過酸化水素と二酸化硫黄はそれぞれどちらの反応をするか。反応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。 13

- ア 過酸化水素水に二酸化硫黄を通じる。
- イ 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液に二酸化硫黄を通じる。

	ア	イ
①	a	c
②	a	d
③	b	c
④	b	d

問6 電池に関する記述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。 14

- ① 電池は酸化還元反応によって、化学エネルギーを電気エネルギーに変換して取り出す装置である。
- ② 導線に向かって電子が流れ出る電極を正極と呼ぶ。
- ③ 正極と負極のイオン化傾向の差が小さい方が、電池の起電力が大きくなる。
- ④ アルカリマンガン乾電池は、二次電池である。
- ⑤ 燃料電池の燃料として水が使用されている。

第3問 次の問い(問1~4)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 図2は水の状態図で、圧力 P と温度 T の変化と水の状態の関係を示している。次の問い(a・b)に答えよ。

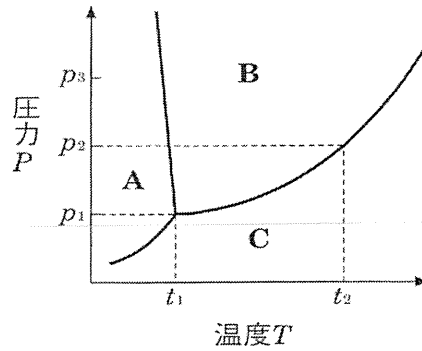


図2 水の状態図

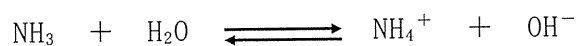
a 図2のA, B, Cはそれぞれ氷(固体)、水(液体)、水蒸気(気体)のどれに当てはまるか。正しい組合せとして最も適当なものを、次の選択肢のうちから1つ選べ。

	A	B	C
①	氷(固体)	水(液体)	水蒸気(気体)
②	氷(固体)	水蒸気(気体)	水(液体)
③	水(液体)	水蒸気(気体)	氷(固体)
④	水(液体)	氷(固体)	水蒸気(気体)
⑤	水蒸気(気体)	水(液体)	氷(固体)
⑥	水蒸気(気体)	氷(固体)	水(液体)

b 図2に関する記述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 水の融点は、圧力に関係なく一定である。
- ② 圧力が p_1 より低いとき、温度が上昇すると氷は固体から直接気体になる。
- ③ 圧力が p_2 から p_3 になると、水の沸点は低くなる。
- ④ 温度が t_1 より低いときは、圧力を変えても水は液体では存在しない。

問2 0.10 mol/L のアンモニア水溶液は、次のような電離平衡にある。水溶液中のアンモニアの電離度を α とし、水のモル濃度 [mol/L] ほぼ一定であるものとする。次の問い (a・b) に答えよ。



a このアンモニア水溶液中に存在する NH_3 , NH_4^+ , OH^- の濃度 [mol/L] 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。

mol/L

	NH_3	NH_4^+	OH^-
①	0.10α	0.10α	0.10α
②	0.10α	0.10α	$0.10(1-\alpha)$
③	0.10α	$0.10(1-\alpha)$	0.10α
④	0.10α	$0.10(1-\alpha)$	$0.10(1-\alpha)$
⑤	$0.10(1-\alpha)$	0.10α	0.10α
⑥	$0.10(1-\alpha)$	0.10α	$0.10(1-\alpha)$
⑦	$0.10(1-\alpha)$	$0.10(1-\alpha)$	0.10α
⑧	$0.10(1-\alpha)$	$0.10(1-\alpha)$	$0.10(1-\alpha)$

b このアンモニア水溶液の電離度 α は 1.3×10^{-2} である。このアンモニア水溶液の電離定数 K_b [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 0.85×10^{-5} ② 1.7×10^{-5} ③ 3.4×10^{-5}
 ④ 5.1×10^{-5} ⑤ 0.85×10^{-4}

問3 図3は硫酸銅(Ⅱ)水溶液と硫酸マグネシウム水溶液の電気分解を表す模式図である。下の問い(a・b)に答えよ。

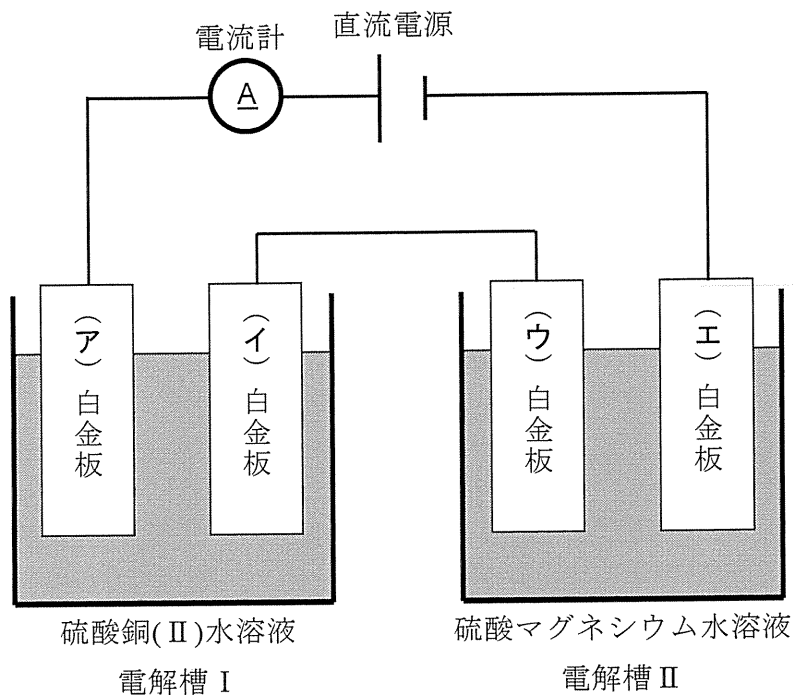


図3 直列につないだ電解槽

a この電気分解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。 19

- ① 電極イの質量は、電気分解の前後で減少する。
- ② 電極ウの質量は、電気分解の前後で増加する。
- ③ 電極ア、ウ付近では、同じ種類の気体が発生する。
- ④ 電極エでは、酸化反応が起こる。
- ⑤ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度は、反応の前後で変化しない。

b 2.0 A の電流を 64 分 20 秒間流した。このとき、電解槽 I，電解槽 II で発生する気体の標準状態での体積の合計は何 L になるか。最も適当な数値を、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 L

- ① 0.90 ② 1.8 ③ 2.7 ④ 3.6 ⑤ 4.5 ⑥ 5.4

問 4 水素は、 0°C ， $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 1 L の水に 22 mL 溶ける。 0°C ， $3.039 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 2 L の水にとける水素の物質質量 [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。 mol

- ① 1.9×10^{-3} ② 2.9×10^{-3} ③ 3.9×10^{-3}
④ 4.9×10^{-3} ⑤ 5.9×10^{-3}

第4問 次の問い(問1~6)に答えよ。〔解答番号 ~ 〕

問1 次の(a・b)に述べた元素アとイは、Ca, Cl, Mg, N, Na, O, P, Fのいずれかである。アとイに当てはまる元素として最も適当なものを、下の選択肢のうちから1つずつ選べ。ア— , イ—

a アは天然には単体として存在しない。元素の周期表でアの1つ左に位置する同一周期の元素は地殻中に酸素(O)について多く含まれる。アは骨や歯に多く含まれる。

b イの単体は常温で気体である。一方、元素の周期表でイの1つ下に位置する同族元素の単体は常温で液体であり、水素と高温で反応する。

- ① Ca ② Cl ③ Mg ④ N ⑤ Na ⑥ O
⑦ P ⑧ F

問2 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると気体Aが発生した。発生した気体Aとその捕集方法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。

	気体A	捕集方法
①	N ₂	上方置換
②	N ₂	下方置換
③	N ₂	水上置換
④	NH ₃	上方置換
⑤	NH ₃	下方置換
⑥	NH ₃	水上置換

問 3 $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ の化学式で表される硫酸銅(Ⅱ)の水和水(結晶水)の数 n を決めるために、次の実験を行った。この硫酸銅(Ⅱ)水和物 5.00g 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 4.66g の沈殿が得られた。 n の値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。 25

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 4 有機化合物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 エチレンの炭素原子間の結合距離は、アセチレンの炭素原子間の結合距離よりも長い。
- ② プロパンの沸点はブタンの沸点に比べて低い。
- ③ シクロヘキサンよりもシクロプロパンのほうが反応性は高い。
- ④ ヒドロキシ基を持つ炭素原子に炭化水素基が 2 つ結合したアルコールを 2 価アルコールという。
- ⑤ マレイン酸はフマル酸に比べて加熱による分子内脱水が起こりやすい。

問 5 芳香族化合物に関する以下のような実験 1~3 を行った。これらの実験に関する下の問い (a・b) に答えよ。

実験 1 フェノールに無水酢酸を作用させて化合物 A を得た。

実験 2 サリチル酸にメタノールと濃硫酸を作用させて化合物 B を得た。

実験 3 フェノールに水酸化ナトリウム水溶液を作用させて得られた化合物の固体結晶に、高温・高圧下で二酸化炭素を反応させて化合物 C を得た。

a 構造の中にエステル結合をもつ化合物として適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 27

- | | |
|----------------|----------------|
| ① 化合物 A | ② 化合物 B |
| ③ 化合物 C | ④ 化合物 A と化合物 B |
| ⑤ 化合物 A と化合物 C | ⑥ 化合物 B と化合物 C |

b 塩化鉄(III)水溶液によって赤紫に呈色する化合物として適当なものを、次の選択肢のうちから 1 つ選べ。 28

- | | |
|----------------|----------------|
| ① 化合物 A | ② 化合物 B |
| ③ 化合物 C | ④ 化合物 A と化合物 B |
| ⑤ 化合物 A と化合物 C | ⑥ 化合物 B と化合物 C |

問 6 炭素、水素および酸素からなる化合物 X 6.00 mg を完全燃焼させた。その結果、二酸化炭素 8.80 mg、水 3.60 mg が生成した。化合物 X の組成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。 29

- ① CH_2O ② $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ③ $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ④ $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ⑤ $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$