

化 学

(注意) 解答はすべて解答用紙にマークすること。

なお、気体はすべて標準状態として存在するものとする。

必要があれば、以下の数値を用いて計算せよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5, Fe = 56.0

気体定数： $8.3 \times 10^3 (\text{Pa} \cdot \text{L}) / (\text{mol} \cdot \text{K}) = 8.3 (\text{Pa} \cdot \text{m}^3) / (\text{mol} \cdot \text{K}) = 0.082 (\text{atm} \cdot \text{L}) / (\text{mol} \cdot \text{K})$

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{C/mol}$

気体の標準状態： 0°C , $1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{Pa}$

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

1 以下の各問いに答えよ。〔解答は 1 - ア ～ セ 〕

問1. 次の文中の空欄 A ～ B に入る用語の組み合わせとして正しいものを、以下の解答群より選べ。〔解答は 1 - ア 〕

分子や原子は決まった質量をもつが、その値は非常に小さいため、このままの数値では扱いにくい。扱いやすい数値にするために、アボガドロ定数個の原子をひとまとまりに考える。アボガドロ定数個の粒子の集団を A という。このように粒子の個数に着目して表した物質の量を B という。

- | | | | | | |
|-------|---|---|------|---|-----|
| 〔解答群〕 | ① | A | 1 当量 | B | 質量 |
| | ② | A | 1 質量 | B | 化学量 |
| | ③ | A | 1 モル | B | 物質量 |
| | ④ | A | 1 当量 | B | 化学量 |
| | ⑤ | A | 1 質量 | B | 物質量 |
| | ⑥ | A | 1 モル | B | 質量 |

問2. 次の文中の空欄 ～ に入る用語の組み合わせとして正しいものを、以下の解答群より選べ。〔解答は - 〕

酸と塩基の定義においてブレンステッドとローリーは、「酸とは、水素イオン(H^+)を 分子やイオンであり、塩基とは、水素イオン(H^+)を 分子やイオンである」とした。この定義において塩化水素の電離反応では、水は と定義される。

- 〔解答群〕
- | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| ① | <input type="text" value="C"/> 与える | <input type="text" value="D"/> 受け取る | <input type="text" value="E"/> 酸 |
| ② | <input type="text" value="C"/> 与える | <input type="text" value="D"/> 受け取る | <input type="text" value="E"/> 塩基 |
| ③ | <input type="text" value="C"/> 与える | <input type="text" value="D"/> 受け取る | <input type="text" value="E"/> 中性 |
| ④ | <input type="text" value="C"/> 受け取る | <input type="text" value="D"/> 与える | <input type="text" value="E"/> 酸 |
| ⑤ | <input type="text" value="C"/> 受け取る | <input type="text" value="D"/> 与える | <input type="text" value="E"/> 塩基 |
| ⑥ | <input type="text" value="C"/> 受け取る | <input type="text" value="D"/> 与える | <input type="text" value="E"/> 中性 |

問3. 次の文中の空欄 ～ に入る用語の組み合わせとして正しいものを、以下の解答群より選べ。〔解答は - 〕

硫酸と水酸化ナトリウムとからできる塩には、硫酸ナトリウムと硫酸水素ナトリウムがある。硫酸ナトリウムのように、酸の H も塩基の OH も残っていない塩を という。これに対して、硫酸水素ナトリウムのように、酸の H が残った塩を とよび、塩化水酸化カルシウムのように、塩基の OH が残った塩を という。

- 〔解答群〕
- | | | | |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ① | <input type="text" value="F"/> 正塩 | <input type="text" value="G"/> 塩基性塩 | <input type="text" value="H"/> 酸性塩 |
| ② | <input type="text" value="F"/> 中性塩 | <input type="text" value="G"/> 酸性塩 | <input type="text" value="H"/> 塩基性塩 |
| ③ | <input type="text" value="F"/> 中性塩 | <input type="text" value="G"/> 塩基性塩 | <input type="text" value="H"/> 酸性塩 |
| ④ | <input type="text" value="F"/> 正塩 | <input type="text" value="G"/> 酸性塩 | <input type="text" value="H"/> 塩基性塩 |
| ⑤ | <input type="text" value="F"/> 中和塩 | <input type="text" value="G"/> 塩基性塩 | <input type="text" value="H"/> 酸性塩 |
| ⑥ | <input type="text" value="F"/> 中和塩 | <input type="text" value="G"/> 酸性塩 | <input type="text" value="H"/> 塩基性塩 |

問4. 地下から採取された原油は混合物である。原油は加熱し沸点の違いによって数種類に分離する。そのうち、200℃前後の温度で分離されるのはどれか。〔解答は - 〕

- 〔解答群〕
- | | | |
|--------|-------|--------------|
| ① 軽油 | ② ナフサ | ③ 石油ガス (LPG) |
| ④ ガソリン | ⑤ 灯油 | ⑥ 重油 |

問5. 元素の分類について、以下の A ～ D の各内容にあてはまるものを、解答群よりそれぞれ選べ。

〔解答は - ～ 〕

A. 1 個の価電子をもつ。〔解答は - 〕

B. 水溶液中では 1 価の陰イオンとして安定に存在する。〔解答は - 〕

C. 単原子で安定な気体として存在し、化学的に不活性である。〔解答は - 〕

D. 水溶液中では 2 価の陽イオンとして安定に存在する。〔解答は - 〕

〔解答群〕 ① アルカリ金属 ② アルカリ土類金属 ③ ハロゲン
 ④ 貴ガス(希ガス) ⑤ ランタノイド

問6. 次のうち、無機物質はどれか。〔解答は - 〕

〔解答群〕 ① エタノール ② アンモニア ③ 酢酸
 ④ ヘキサン ⑤ メタン ⑥ スクロース

問7. 次の文中の空欄 ～ にあてはまる一桁の数値を、それぞれマークせよ。

〔解答は - ～ 〕

「酢酸の電離度が 0.010 であるとき、0.10 mol/L の酢酸水溶液の水素イオン濃度は $\times 10^{-$ mol/L であり、pH は である。」

問8. 次の文中の空欄 ～ にあてはまる一桁の数値を、それぞれマークせよ。

〔解答は - ～ 〕

「0.10 mol/L の水酸化カリウム水溶液 10.0 mL が、0.10 mol/L の硫酸 5.0 mL と完全に中和反応したとき、その溶液の水素イオン濃度は $\times 10^{-$ mol/L であり、pH は である。」

2 以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ～ セ 〕

問 1. 次の A ～ F の文中の空欄 ア ～ カ にあてはまる金属元素を、解答群の中から選べ。

〔解答は 2 - ア ～ カ 〕

- A. ア のイオンを含む水溶液に臭素イオンを加えると淡黄色の沈殿が生成する。
B. 青銅は Cu と イ の合金で、古代から使用されていた。
C. トタンは Fe に ウ をメッキしたもので、屋根などに使用されている。
D. ステンレス鋼は Fe に エ や Ni を添加した合金で、耐食性がよい。
E. オ の + 2 価イオンを含む塩基性～中性の水溶液に硫化水素を通じると、淡桃色の沈殿が生成する。
F. カ の + 2 価イオンを含む水溶液に硫化水素を通じると、水溶液の pH に関係なく黒色の沈殿が生成する。

〔解答群〕 ① Sn ② Cr ③ Mn ④ Fe
 ⑤ Ti ⑥ Ag ⑦ Zn ⑧ Cu

問 2. 以下の操作で、溶液中に白色沈殿が生ずるものはどれか。

〔解答は 2 - キ 〕

- 〔解答群〕 ① 塩化ナトリウム水溶液に濃硫酸を数滴加えた。
 ② 塩化カルシウム水溶液に硝酸銀水溶液を数滴加えた。
 ③ 塩化カリウム水溶液に硫化ナトリウム水溶液を加えた。
 ④ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に硫化ナトリウム水溶液を加えた。
 ⑤ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に濃塩酸を数滴加えた。
 ⑥ 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液に、ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)カリウム水溶液を加えた。

問 3. 以下に示す、A ～ C の三つの水溶液がある。

水溶液 A : pH = 3.5 の塩酸

水溶液 B : pH = 3.5 の酢酸水溶液

水溶液 C : 濃度 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液

同体積の水溶液 A と B に対し、これらをそれぞれ中和するのに必要な水溶液 C の体積について、正しい記述はどれか。〔解答は 2 - ク 〕

- 〔解答群〕 ① 水溶液 A を中和するために必要な水溶液 C の方が多い。
 ② 水溶液 B を中和するために必要な水溶液 C の方が多い。
 ③ 水溶液 A, B どちらを中和するのにも、同じ体積の水溶液 C を必要とする。
 ④ 上記条件では、水溶液 A, B どちらを中和するのに必要な水溶液 C が多いか判別できない。

問4. 次のA～Fの各記述のうち、正しいものには①を、誤りを含むものには②を、それぞれマークせよ。

〔解答は 2 - ケ ～ セ〕

A. 単体のナトリウムは水と激しく反応し、水素が発生する。〔解答は 2 - ケ〕

B. 水酸化カリウムにおけるカリウムの酸化数は、 -1 である。〔解答は 2 - コ〕

C. 炭酸ナトリウムは、塩化ナトリウムと炭酸カルシウムから合成できる。〔解答は 2 - サ〕

D. 炭酸バリウムを加熱すると熱分解が起こり、二酸化炭素が発生する。〔解答は 2 - シ〕

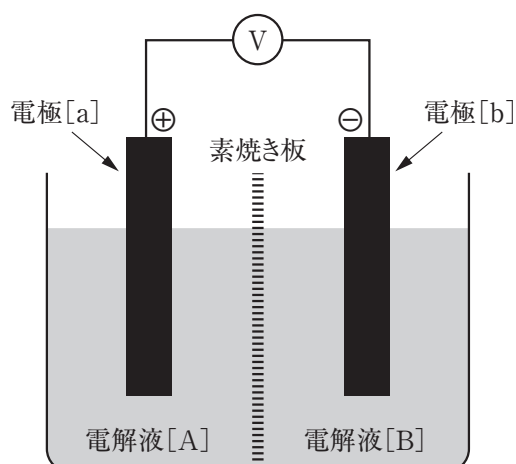
E. 臭素を塩化カリウム水溶液に加えると、塩素が発生する。〔解答は 2 - ス〕

F. 一酸化窒素は、銅に濃硝酸を反応させると得られる。〔解答は 2 - セ〕

3 以下の各問いに答えよ。〔解答は 3 - ア ~ ソ〕

問1. 図のように、二種の金属板（銅板および亜鉛板）を電極として使い、中間に素焼き板を入れてそれぞれの電極が浸るように十分な量の電解質溶液を入れた装置を使って電池の実験を行った。その結果、図の左側の電極が正極、右側の電極が負極として、電流の流れが見られた。これについて、以下の問いに答えよ。

〔解答は 3 - ア ~ オ〕



(1) 以下のうち、この実験のモデルに相当するものは次のどれか。〔解答は 3 - ア〕

- 〔解答群〕 ① 鉛蓄電池 ② 電気分解 ③ リチウムイオン二次電池
④ ボルタ電池 ⑤ ダニエル電池 ⑥ 燃料電池

(2) この実験で用いた電極板および電解質の組み合わせとして適切なものは、次のどれか。

〔解答は 3 - イ〕

〔解答群〕

	電極 (正極) [a]	電極 (負極) [b]	電解液 [A]	電解液 [B]
①	Cu	Zn	H ₂ SO ₄	CuSO ₄
②	Cu	Zn	CuSO ₄	ZnSO ₄
③	Cu	Zn	ZnSO ₄	CuSO ₄
④	Zn	Cu	H ₂ SO ₄	ZnSO ₄
⑤	Zn	Cu	CuSO ₄	ZnSO ₄
⑥	Zn	Cu	ZnSO ₄	CuSO ₄

(3) この実験において、正極および負極で起こった反応を、解答群よりそれぞれ選べ。

〔解答は 3 - ウ ~ エ〕

正極： 3 - ウ 負極： 3 - エ

- 〔解答群〕 ① $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
② $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$
③ $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$
④ $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{O}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{e}^-$
⑤ $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$
⑥ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

(4) この実験に関する説明として、誤りを含むものはどれか。

〔解答は 3 - オ 〕

- 〔解答群〕 ① 電流が流れるに従い、正極の電極板の表面には金属の析出が見られる。
② 電流が流れると、仕切りに用いた素焼き板を通じて、正極から負極へのイオンの移動が起こる。
③ 電流が流れると、仕切りに用いた素焼き板を通じて、負極から正極へのイオンの移動が起こる。
④ 電流が流れると、正極では H^+ が電子を受け取る。
⑤ この電池の起電力は、約 1.1 V であった。

問 2. 以下の問いに答えよ。〔解答は 3 - カ ~ ケ 〕

(1) 次の①～⑥のうち、酸化還元反応はどれか。〔解答は 3 - カ 〕

- 〔解答群〕 ① $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} + 2\text{H}^+$
② $\text{Al}^{3+} + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}^+$
③ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4^+$
④ $\text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + 2\text{H}^+$
⑤ $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{KI} \rightarrow \text{Cu}_2\text{I}_2 + \text{I}_2 + 4\text{K}^+$
⑥ $2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{CaSO}_4 \rightarrow 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

(2) 次の文中の空欄 キ ~ ケ にあてはまる三桁の数値をマークせよ。

〔解答は 3 - キ ~ ケ 〕

「一酸化炭素を用いて、232 g の四酸化三鉄をすべて金属の鉄に還元するとき、一酸化炭素は少なくとも キ ク ケ g 必要となる。」

問 3. 次の A ~ F の各反応を行ったときに発生する気体として最も適切なものを、解答群よりそれぞれ選べ。〔解答は 3 - コ ~ ソ 〕

- A. 過酸化水素水に二酸化マンガンを触媒として加える。〔解答は 3 - コ 〕
B. 炭酸カルシウムに塩酸を加える。〔解答は 3 - サ 〕
C. 金属の亜鉛に希硫酸を加える。〔解答は 3 - シ 〕
D. 金属の銅に熱濃硫酸を加える。〔解答は 3 - ス 〕
E. 金属の銅に濃硝酸を加える。〔解答は 3 - セ 〕
F. 硫化鉄に希硫酸を加える。〔解答は 3 - ソ 〕

- 〔解答群〕 ① 水素 ② 窒素 ③ 酸素
④ 二酸化硫黄 ⑤ 塩素 ⑥ 二酸化窒素
⑦ 一酸化窒素 ⑧ 硫化水素 ⑨ 二酸化炭素

4 以下の各問いに答えよ。〔解答は 4 - ア ~ ケ 〕

次の文中の空欄 ア ~ ケ に入る用語として正しいものを、以下の各解答群からそれぞれ選べ。〔解答は 4 - ア ~ ケ 〕

エテン（エチレン）のように、分子内に $C=C$ 二重結合を含む炭化水素を ア と呼ぶ。一般に、 ア では $C=C$ 結合の炭素原子とこれに直結する 4 個の原子は同一平面上にあり、単結合とは異なり $C=C$ 結合を軸としてその両端の原子団を回転させることはできない。そのため置換基の空間配置が異なる異性体が存在する。この異性体のうち、 $C=C$ 結合に対して同じ側に置換基が結合したものを イ , 互いに反対側に置換基が結合したものを ウ という。

$C=C$ 結合は、その両方の炭素原子にほかの原子や原子団が結合する反応が起こりやすい。このような反応を エ といい、 HX 型 ($H-Cl$, $H-OH$ など) の分子と反応する場合、 H 原子が $C=C$ 結合のどちらの炭素原子と反応するかによって、生成物が異なる場合がある。数多くの実験結果から、 オ 炭素原子に H が反応するという カ が経験則として知られている。 $C=C$ 結合は、強い酸化剤を作用させると酸化されて炭素-炭素結合が キ する。このような強力な酸化剤として ク や ケ が知られ、酸化反応の生成物からもとの ア の構造を決定できる。

(1) ア の解答群〔解答は 4 - ア 〕

- | | | |
|---------|--------|--------|
| ① アルケン | ② アルキン | ③ アルカン |
| ④ アルコール | ⑤ ケトン | ⑥ エーテル |

(2) イ の解答群〔解答は 4 - イ 〕

- | | | |
|---------|-------|--------|
| ① シス形 | ② 船形 | ③ 平面形 |
| ④ トランス形 | ⑤ いす形 | ⑥ 三角錐形 |

(3) ウ の解答群〔解答は 4 - ウ 〕

- | | | |
|---------|-------|--------|
| ① シス形 | ② 船形 | ③ 平面形 |
| ④ トランス形 | ⑤ いす形 | ⑥ 三角錐形 |

(4) エ の解答群〔解答は 4 - エ 〕

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 転移反応 | ② 置換反応 | ③ 脱離反応 |
| ④ 付加反応 | ⑤ 水和反応 | ⑥ 中和反応 |

(5) オ の解答群〔解答は 4 - オ 〕

- | | |
|--------------------|--------------------|
| ① 水素原子の数が多い方の | ② 水素原子の数が少ない方の |
| ③ 水素原子の数が 0 個である方の | ④ 水素原子の数が 1 個である方の |
| ⑤ 水素原子の数が 2 個である方の | ⑥ 水素原子の数に関係なく両方の |

(6) カ の解答群〔解答は 4 - カ〕

- | | |
|------------|--------------|
| ① アボガドロの法則 | ② マルコフニコフの法則 |
| ③ ヘンリーの法則 | ④ シャルルの法則 |
| ⑤ ヘスの法則 | ⑥ ルシャトリエの原理 |

(7) キ の解答群〔解答は 4 - キ〕

- | | | |
|------|------|------|
| ① 結合 | ② 置換 | ③ 付加 |
| ④ 開裂 | ⑤ 転移 | ⑥ 重合 |

(8) ク の解答群〔解答は 4 - ク〕

- | | | |
|------|------|-------|
| ① 酸素 | ② 塩素 | ③ ヨウ素 |
| ④ 窒素 | ⑤ 炭素 | ⑥ オゾン |

(9) ケ の解答群〔解答は 4 - ケ〕

- | | |
|-------------|--------------|
| ① 過酸化水素 | ② 過マンガン酸カリウム |
| ③ シュウ酸ナトリウム | ④ 二酸化マンガン |
| ⑤ 一酸化炭素 | ⑥ 濃硫酸 |