

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, Ca = 40.0

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 ~ ソ 〕

問1. 以下の説明にあてはまるものを、解答群よりそれぞれ選べ。〔解答は 1 - ア ~ ケ 〕

(1) 次の原子が電離した場合、二価の陽イオンになるもの。〔解答は 1 - ア 〕

〔解答群〕 ① K ② O ③ Cl
 ④ Li ⑤ Ba ⑥ I

(2) 次の原子が電離した場合、一価の陰イオンになるもの。〔解答は 1 - イ 〕

〔解答群〕 ① K ② N ③ C
 ④ S ⑤ Cl ⑥ P

(3) 液体から固体への状態変化の名称。〔解答は 1 - ウ 〕

〔解答群〕 ① 蒸発 ② 融解 ③ 凝縮
 ④ 凝固 ⑤ 昇華 ⑥ 沸騰

(4) O^{2-} , Na^+ , F^- , Mg^{2+} のイオン半径の序列。〔解答は 1 - エ 〕

〔解答群〕 ① $\text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{F}^- > \text{Mg}^{2+}$
 ② $\text{O}^{2-} > \text{F}^- > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$
 ③ $\text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{F}^- > \text{O}^{2-}$
 ④ $\text{Mg}^{2+} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{F}^-$
 ⑤ $\text{Na}^+ > \text{F}^- > \text{Mg}^{2+} > \text{O}^{2-}$
 ⑥ $\text{Na}^+ > \text{O}^{2-} > \text{Mg}^{2+} > \text{F}^-$
 ⑦ $\text{F}^- > \text{Na}^+ > \text{O}^{2-} > \text{Mg}^{2+}$
 ⑧ $\text{F}^- > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$

(5) 次の文のうち、誤りを含むもの。〔解答は - 〕

- 〔解答群〕 ① 塩化ナトリウムの結晶は、ナトリウムイオンと塩化物イオンが静電的な力で結合している。
- ② 金属が展性・延性を示すのは、原子同士が自由電子によって結合しているからである。
- ③ ダイヤモンドは炭素の単体で、炭素原子間の結合は共有結合である。
- ④ オキソニウムイオンの3つのOH結合のうち、1つは配位結合であり、この結合は他の2つの共有結合と区別することができる。
- ⑤ 塩化カリウムの結晶は、イオン結合でできている。
- ⑥ 黄銅（真ちゅう）は、銅と亜鉛の合金である。

(6) 0.250 mol の理想気体が、 1.01×10^5 Pa、 27.0°C で占める体積(L)。

〔解答は - L〕

- 〔解答群〕 ① 3.08 ② 6.16 ③ 12.2
- ④ 24.6 ⑤ 30.8 ⑥ 61.6

(7) 分子量が40.0の物質12.0 gを、100 gの水に溶解した水溶液の密度は1.20 g/mLであった。

この水溶液の質量パーセント濃度(%)。〔解答は - %〕

- 〔解答群〕 ① 5.40 ② 6.00 ③ 10.7
- ④ 12.0 ⑤ 18.0 ⑥ 21.0

(8) グルコース ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 3.6 gを純水に溶かして250 mLの水溶液を調製した。この水溶液におけるグルコースのモル濃度 (mol/L)。〔解答は - mol/L〕

- 〔解答群〕 ① 0.010 ② 0.020 ③ 0.025
- ④ 0.050 ⑤ 0.080 ⑥ 0.10

(9) 300°C の電気量を得るために必要となる、0.50 Aの電流を通じる時間(分)。

〔解答は - 分〕

- 〔解答群〕 ① 2.0 ② 2.5 ③ 5.0
- ④ 10 ⑤ 15 ⑥ 20

問2. 以下の文中の空欄にあてはまる数値を、それぞれマークせよ。なお、コ～スにはそれぞれ一桁の数値で、セ ソには二桁の数値で解答せよ。〔解答は1-コ～ソ〕

(1) 水分子がもつ共有電子対の数はコ個である。〔解答は1-コ〕

(2) 水酸化カリウムの電離度は1.0である。このとき、 $1 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ の水酸化カリウム水溶液の水素イオン濃度はサ $\times 10^{-$ シ mol/L であり、pHはスである。
〔解答は1-サ～ス〕

(3) 銅の原子量は63.55である。その同位体には、原子量62.93の ^{63}Cu と、原子量64.93の ^{65}Cu の2種類が存在する。よって、 ^{63}Cu の存在比(%)を二桁の整数で求めると、セ ソ%である。
〔解答は1-セ ソ%〕

2 以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ~ コ〕

問1. 次の(1)~(3)の文章中の空欄に入る用語の組み合わせとして正しいものを、以下の各解答群からそれぞれ選べ。〔解答は 2 - ア ~ ウ〕

- (1) 「すべての物質は、それぞれ化学エネルギーを持っている。化学反応が起こり、反応物が生成物に変化すると、反応物がもっている化学エネルギーと生成物がもっている化学エネルギーの差が熱として現れることになる。エネルギーをエンタルピー（記号 H 、単位は J ）という量で表せば、一定圧力のもと、化学反応によって放出、または吸収される熱量は、エンタルピーの変化 ΔH で表される。これを **A** という。発熱反応では ΔH は **B** となる。自然界には、物質の構成粒子の散らばり度合い、あるいは乱雑さが大きい状態へ変化しようとする性質があり、これらはエントロピーという量で表される。物質の変化は、エンタルピーが **C** して安定化する方向のほかに、エントロピーが **D** する方向に進もうとする。」

〔解答は 2 - ア〕

- 〔解答群〕
- | | | | | |
|---|------------|-------|------|------|
| ① | A 生成エンタルピー | B 負の値 | C 増大 | D 減少 |
| ② | A 生成エンタルピー | B 正の値 | C 減少 | D 増大 |
| ③ | A 生成エンタルピー | B 負の値 | C 増大 | D 増大 |
| ④ | A 生成エンタルピー | B 正の値 | C 減少 | D 減少 |
| ⑤ | A 反応エンタルピー | B 負の値 | C 減少 | D 増大 |
| ⑥ | A 反応エンタルピー | B 正の値 | C 減少 | D 減少 |
| ⑦ | A 反応エンタルピー | B 正の値 | C 増大 | D 増大 |
| ⑧ | A 反応エンタルピー | B 負の値 | C 減少 | D 減少 |

- (2) 「電池において、電子が放出される極を **A**，電子を受け取る極を **B** という。その一方で電気分解においては、電解物質から電子を引き抜く極を **C**，電子を与える極を **D** という。」

〔解答は 2 - イ〕

- 〔解答群〕
- | | | | | |
|---|------|------|------|------|
| ① | A 陽極 | B 陰極 | C 負極 | D 正極 |
| ② | A 陽極 | B 陰極 | C 正極 | D 負極 |
| ③ | A 陰極 | B 陽極 | C 負極 | D 正極 |
| ④ | A 陰極 | B 陽極 | C 正極 | D 負極 |
| ⑤ | A 負極 | B 正極 | C 陰極 | D 陽極 |
| ⑥ | A 負極 | B 正極 | C 陽極 | D 陰極 |
| ⑦ | A 正極 | B 負極 | C 陰極 | D 陽極 |
| ⑧ | A 正極 | B 負極 | C 陽極 | D 陰極 |

- (3) 「触媒とは、反応の前後でそれ自身は , を変えるはたらきをする物質である。例えば、過酸化水素の水溶液に少量の酸化マンガン(Ⅳ)を加えると、常温で激しく過酸化水素が分解する。この反応では、 が触媒として機能している。」

〔解答は - 〕

- | | | | |
|-------|--|-------------------------------------|--|
| 〔解答群〕 | ① <input type="text" value="A"/> 変化せず | <input type="text" value="B"/> 反応次数 | <input type="text" value="C"/> 酸化マンガン(Ⅳ) |
| | ② <input type="text" value="A"/> 変化せず | <input type="text" value="B"/> 反応熱 | <input type="text" value="C"/> 過酸化水素 |
| | ③ <input type="text" value="A"/> 変化せず | <input type="text" value="B"/> 反応熱 | <input type="text" value="C"/> 酸化マンガン(Ⅳ) |
| | ④ <input type="text" value="A"/> 変化せず | <input type="text" value="B"/> 反応速度 | <input type="text" value="C"/> 酸化マンガン(Ⅳ) |
| | ⑤ <input type="text" value="A"/> 変化しつつ | <input type="text" value="B"/> 反応次数 | <input type="text" value="C"/> 過酸化水素 |
| | ⑥ <input type="text" value="A"/> 変化しつつ | <input type="text" value="B"/> 反応熱 | <input type="text" value="C"/> 過酸化水素 |
| | ⑦ <input type="text" value="A"/> 変化しつつ | <input type="text" value="B"/> 反応熱 | <input type="text" value="C"/> 酸化マンガン(Ⅳ) |
| | ⑧ <input type="text" value="A"/> 変化しつつ | <input type="text" value="B"/> 反応速度 | <input type="text" value="C"/> 過酸化水素 |

問2. 以下の説明にあてはまるものを、解答群よりそれぞれ選べ。〔解答は - ～ 〕

- (1) 化学反応が平衡状態にあるとき、成分の濃度や圧力、温度などの条件を変化させると、その影響によって平衡状態が一時的に崩れるが、最終的に新しい条件に対応した平衡状態に達する。この原理を提唱した人物は、次のどれか。〔解答は - 〕

- 〔解答群〕
- | | | |
|---------|----------|--------|
| ① アボガドロ | ② ドルトン | ③ シャルル |
| ④ ヘンリー | ⑤ ルシャトリエ | ⑥ ヘス |

- (2) 原子番号と常に同じ数となるものは、次のどれか。〔解答は - 〕

- 〔解答群〕
- | | | |
|------------|-----------|---------------|
| ① 陽子の数 | ② 中性子の数 | ③ 陽子+中性子の数 |
| ④ 電子+中性子の数 | ⑤ 陽子+電子の数 | ⑥ 陽子+電子+中性子の数 |

- (3) 金属アルミニウム (Al) に関する以下の文について、誤りを含むものはどれか。

〔解答は - 〕

- 〔解答群〕
- ① 濃硝酸に入れると容易に反応し、硝酸アルミニウムを生成する。
 - ② 腐食されにくい金属で、表面に酸化物の被膜を形成されると内部がさびにくい。
 - ③ 酸化鉄と混ぜて点火すると、鉄が金属となり、アルミニウムが酸化物となる。
 - ④ 塩酸を加えると、金属表面で反応が起こり水素を発生する。

- (4) アンモニア (NH₃) の特徴として誤りを含むものは、次のどれか。〔解答は - 〕

- 〔解答群〕
- ① 水に溶けて NH₄OH を生成し、その溶液は塩基性を示す。
 - ② 工業的にはハーバー・ボッシュ法によって、N₂とH₂から高压下で合成される。
 - ③ 工業原料として重要な化合物であり、肥料の原料としても用いられる。
 - ④ 0℃の標準状態では液体であるが、20℃では気体として存在する。

(5) 次の各反応について誤りを含むものは、次のどれか。〔解答は 2 - ク 〕

- 〔解答群〕 ① 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えると、二酸化硫黄が発生する。
② 金属の銅に希塩酸を加えると、水素が発生する。
③ 塩化水素とアンモニアが反応すると、塩化アンモニウムの白煙が発生する。
④ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、塩化水素が発生する。

問 3. 金属イオンの分離法として、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^{+} の3つのイオンを含む水溶液からそれぞれを分離したい。正しい手順は次のどれか。〔解答は 2 - ケ 〕

- 〔解答群〕 ① まず塩酸を加えて Fe を沈殿させ分離し、ろ液に硫化水素を通じさせ Cu を沈殿させる。
② まず塩酸を加えて Fe を沈殿させ分離し、ろ液に硫化水素を通じさせ Ag を沈殿させる。
③ まず塩酸を加えて Cu を沈殿させ分離し、ろ液に硫化水素を通じさせ Fe を沈殿させる。
④ まず塩酸を加えて Cu を沈殿させ分離し、ろ液に硫化水素を通じさせ Ag を沈殿させる。
⑤ まず塩酸を加えて Ag を沈殿させ分離し、ろ液に硫化水素を通じさせ Fe を沈殿させる。
⑥ まず塩酸を加えて Ag を沈殿させ分離し、ろ液に硫化水素を通じさせ Cu を沈殿させる。

問 4. アセチレンに塩化水素を 1 : 1 のモル比（分子比）で触媒を用いて付加させた。この反応により生成する化合物は、次のどれか。〔解答は 2 - コ 〕

- 〔解答群〕 ① エチレン ② 塩化エチル ③ 1,2-ジクロロエタン
④ アクリロニトリル ⑤ 四塩化炭素 ⑥ 塩化ビニル

3 以下の酸化鉄(Ⅲ)水溶液に関する文について、あとの問いに答えよ。

〔解答は 3 - ア ~ ク 〕

- (A) 沸騰水に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を少量加えると、水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液が得られる。
- (B) この溶液に横から光束を当てると、光の通路が輝いて見える。この現象を ア 現象という。水酸化鉄(Ⅲ)コロイド溶液に少量の電解質を加えると沈澱が生じる。このように少量の電解質によって沈澱するコロイドを イ とよび、この沈澱する現象を ウ という。このコロイド溶液に電圧を加えると、コロイド粒子が陰極に移動する。これは水酸化鉄(Ⅲ)コロイド粒子が エ の電荷を持っているためである。このようなコロイドが電極に移動する現象を オ という。

問1. 文中の空欄 ア ~ オ にあてはまる語句として適切なものを、解答群よりそれぞれ選べ。

〔解答は 3 - ア ~ オ 〕

- 〔解答群〕
- | | | |
|----------|----------|----------|
| ① 親水コロイド | ② 疎水コロイド | ③ 保護コロイド |
| ④ チンダル | ⑤ 電気泳動 | ⑥ 塩析 |
| ⑦ 凝析 | ⑧ 透析 | ⑨ 正 |
| ⑩ 負 | | |

問2. 下線部(A)の水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液は何色を呈しているか。解答群より選べ。

〔解答は 3 - カ 〕

- 〔解答群〕
- | | | |
|------|-------|-------|
| ① 無色 | ② 紫色 | ③ 青色 |
| ④ 緑色 | ⑤ 黄褐色 | ⑥ 赤褐色 |
| ⑦ 黒色 | ⑧ 灰色 | ⑨ 白色 |

問3. 下線部(B)について、このような現象が観測されるのは、コロイドの粒径の大きさにより光が散乱されるからである。一般的なコロイド粒子の大きさ(粒径)の範囲として適切なものはどれか。

〔解答は 3 - キ 〕

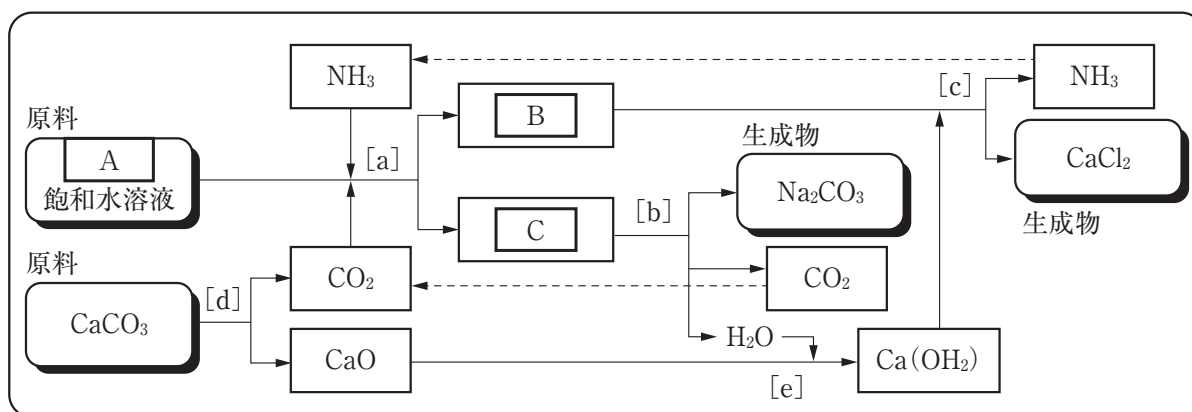
- 〔解答群〕
- | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| ① $10^{-13} \sim 10^{-11} \text{ m}$ | ② $10^{-11} \sim 10^{-9} \text{ m}$ | ③ $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{ m}$ |
| ④ $10^{-8} \sim 10^{-6} \text{ m}$ | ⑤ $10^{-6} \sim 10^{-5} \text{ m}$ | ⑥ $10^{-5} \sim 10^{-4} \text{ m}$ |
| ⑦ $10^{-4} \sim 10^{-3} \text{ m}$ | ⑧ $10^{-3} \sim 10^{-2} \text{ m}$ | ⑨ $10^{-2} \sim 10^{-1} \text{ m}$ |

問4. 次のうち、コロイドを含まないものはどれか。解答群より選べ。〔解答は 3 - ク 〕

- 〔解答群〕
- | | | |
|--------|---------|------|
| ① 色ガラス | ② 墨汁 | ③ 煙 |
| ④ ゼリー | ⑤ マヨネーズ | ⑥ 牛乳 |
| ⑦ 雲 | ⑧ 石鹼の泡 | ⑨ 泥水 |

4 以下の各問いに答えよ。〔解答は 4 - ア ～ ク 〕

問1. 次の図は、炭酸ナトリウムなどの工業的生産に用いられている「アンモニアソーダ法」の反応過程の概略を示したものである。なお、各化合物の係数は省略してある。本反応プロセスの原料(H_2O 以外)は A および CaCO_3 であり、[a] ～ [e] の各反応を経て、 Na_2CO_3 および CaCl_2 が生成物として得られる。これについて、以下の問いに答えよ。



(1) 図中の A , B および C にあてはまる化合物を、解答群よりそれぞれ選べ。

化合物 A 〔解答は 4 - ア 〕

化合物 B 〔解答は 4 - イ 〕

化合物 C 〔解答は 4 - ウ 〕

- 〔解答群〕
- | | | |
|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| ① HCl | ② NH_4OH | ③ NaCl |
| ④ NH_4Cl | ⑤ Na_2CO_3 | ⑥ NaOH |
| ⑦ H_2CO_3 | ⑧ NaHCO_3 | ⑨ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ |

(2) 図中の [a] ～ [e] の各反応の中で、熱分解による反応は次のどれか。最も適切なものを解答群より選べ。〔解答は 4 - エ 〕

- 〔解答群〕
- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| 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 [b] と [c] | ⑧ [b] と [d] | ⑨ [a] と [d] |

(3) 「本反応により、原料の CaCO_3 を 100 kg 使うと、オ カ キ kg の Na_2CO_3 が得られることになる。」

オ カ キ にあてはまる 3 桁の数値をマークせよ。

〔解答は 4 - オ カ キ 〕

【次ページに続く】

(4) 本反応に関する以下の説明について、誤りを含むものはどれか。〔解答は 4 - ク〕

- 〔解答群〕
- ① アンモニアソーダ法は、ソルベー法とも呼ばれ、炭酸ナトリウムの代表的な工業的製法である。
 - ② 炭酸カルシウムは、石灰石などで天然から産出され、加熱すると二酸化炭素を発生する。
 - ③ 炭酸ナトリウム十水和物は無色の結晶で、空気中に放置すると白色の一水和物に風解する。
 - ④ 炭酸水素ナトリウムは重曹（じゅうそう）などとも呼ばれる白色粉末で、強酸と反応し二酸化炭素を発生する。
 - ⑤ 水酸化カルシウムは水によく溶け、その水溶液は弱い酸性を示す。