

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 = 1.0, He = 4.0, C = 12, N = 14, O = 16, Si = 28.1, S = 32, Cl = 35.5

Ar = 40, Cu = 63.5, Ag = 108, Au = 197

気体定数： 8.31×10^3 (Pa·L)/(K·mol), 気体の標準状態：0 °C, 1.01×10^5 Pa

アボガドロ定数： 6.02×10^{23} /mol

1 次の文章について、以下の問いに答えよ。〔解答は 1 - ア ~ カ〕

世間を見渡してみると、自動車や電車、飛行機などの乗り物、橋やビルなどの建築物、機械や器具などの工具、また、携帯端末やテレビ、洗濯機、電子レンジなどの電気機器など、至る所に様々な金属材料が用いられており、現代においては金属なしでは成り立たない社会になっていることがわかる。宝飾品、硬貨、食器として人類に馴染みの深い金属である(A)金、銀、銅が早期に利用されたのは、比較的純度の高いものが自然から採取されたためである。それに対して、その他の多くの金属は、化合物として産出されたことから、(B)単体として取り出す適切な方法が開発されてから広く利用されるようになった。

(1) 下線(A)の金属において、周期表では何族に属するか。解答群から一つ選べ。

〔解答は 1 - ア〕

〔解答群〕 ① 3族 ② 4族 ③ 5族 ④ 6族 ⑤ 7族
⑥ 8族 ⑦ 9族 ⑧ 10族 ⑨ 11族

(2) 下線(A)の金属において、イオン化傾向が最も小さく、自然界では単体として存在する金属はどれか。解答群から一つ選べ。〔解答は 1 - イ〕

〔解答群〕 ① 金 ② 銀 ③ 銅

(3) 下線(A)の金属において、地殻中における含有量の序列として適切なものはどれか。解答群から一つ選べ。〔解答は 1 - ウ〕

〔解答群〕 ① 金 > 銀 > 銅 ② 銀 > 銅 > 金 ③ 銅 > 金 > 銀
④ 金 > 銅 > 銀 ⑤ 銅 > 銀 > 金 ⑥ 銀 > 金 > 銅

(4) 下線 (A) の金属において、電気の通りやすさの序列として適切なものはどれか。解答群から一つ選べ。〔解答は - 〕

- 〔解答群〕 ① 金 > 銀 > 銅 ② 銀 > 銅 > 金 ③ 銅 > 金 > 銀
④ 金 > 銅 > 銀 ⑤ 銅 > 銀 > 金 ⑥ 銀 > 金 > 銅

(5) 下線 (A) の金属の中には、長く風雨にさらすことで、表面に緑色のさびが生じる。このさびのことを何と呼ぶか。解答群から一つ選べ。〔解答は - 〕

- 〔解答群〕 ① 緑黒 ② 緑青 ③ 緑黄 ④ 緑赤 ⑤ 緑白

(6) 下線 (B) の方法として適切なものはどれか。解答群から一つ選べ。〔解答は - 〕

- 〔解答群〕 ① ろ過 ② 昇華法 ③ 抽出
④ 蒸留 ⑤ 精錬 ⑥ 乾燥

2 以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ~ サ〕

(1) ある気体は 27.0°C 、 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ で密度が 1.28 g/L であった。この気体として適切なものはどれか。解答群から一つ選べ。〔解答は 2 - ア〕

- 〔解答群〕 ① ヘリウム ② 窒素 ③ 酸素
 ④ アルゴン ⑤ 二酸化炭素 ⑥ 塩素

(2) 以下の (A) ~ (D) の記述に最も関連する用語を、解答群からそれぞれ一つ選べ。

〔解答は 2 - イ ~ オ〕

(A) 化学反応において、反応物が遷移状態となるために必要な最小のエネルギー

〔解答は 2 - イ〕

(B) 原子が1個の電子を受け取って陰イオンになるときに放出されるエネルギー

〔解答は 2 - ウ〕

(C) 原子の最外殻から1個の電子を取り去って陽イオンにするために必要なエネルギー

〔解答は 2 - エ〕

(D) 原子が共有電子対を引きつける強さ

〔解答は 2 - オ〕

- 〔解答群〕 ① イオン化エネルギー ② ファンデルワールス力 ③ 電気陰性度
 ④ 活性化エネルギー ⑤ イオン化傾向 ⑥ 電子親和力

(3) 単体でない物質はどれか。解答群から一つ選べ。〔解答は 2 - カ〕

- 〔解答群〕 ① 黄リン ② エチレン ③ ケイ素 ④ オゾン ⑤ 黒鉛

(4) 標準状態において液体である化合物はどれか。解答群から一つ選べ。〔解答は 2 - キ〕

- 〔解答群〕 ① 二酸化炭素 ② 一酸化窒素 ③ アンモニア
 ④ ベンゼン ⑤ エチレン

(5) 有色の気体はどれか。解答群から一つ選べ。〔解答は 2 - ク〕

- 〔解答群〕 ① 一酸化炭素 ② 二酸化窒素 ③ メタン
 ④ 硫化水素 ⑤ アセチレン

(6) いわゆる温室効果ガスとして働く気体はどれか。解答群から一つ選べ。

〔解答は 2 - ケ〕

- 〔解答群〕 ① アルゴン ② ヘリウム ③ メタン
 ④ 水素 ⑤ 酸素

- (7) ケイ素の単体はダイヤモンド型の共有結合結晶を形成する。ケイ素の単体において1個のケイ素原子は、他の何個のケイ素原子と共有結合しているか。解答群から一つ選べ。

〔解答は - 〕

〔解答群〕 ① 4個 ② 6個 ③ 8個 ④ 10個 ⑤ 12個 ⑥ 16個

- (8) ケイ素の単体が炭素同様にダイヤモンド型の結晶を形成する理由として適当なものはどれか。

解答群から一つ選べ。〔解答は - 〕

- 〔解答群〕 ① ケイ素と炭素の原子番号がほぼ等しいため。
② ケイ素と炭素がいずれも金属元素であるため。
③ ケイ素と炭素の原子量がほぼ等しいため。
④ ケイ素と炭素が周期表で同じ周期の元素であるため。
⑤ ケイ素と炭素が周期表で同じ族の元素であるため。

- 3 次の枠内の (a) ~ (c) の実験は、 Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Zn^{2+} の4つのイオンを含む溶液 A から、それぞれの金属イオンを沈殿などとして分離する実験の手順である。これらについて、以下の問いにあてはまるものを解答群から一つ選べ。〔解答は 3 - ア ~ オ〕

【実験】

- (a) Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Zn^{2+} を含む溶液 A に、塩化ナトリウムを加えた。十分に反応後ろ過し、沈殿 B とろ液 C に分離させた。
- (b) ろ液 C に、水酸化ナトリウムを加え塩基性とした。十分に反応後ろ過し、沈殿 D とろ液 E に分離させた。ろ液 E に硫化水素を通じると白色沈殿が生成した。
- (c) 沈殿 D にアンモニア水に加え、十分に反応後ろ過し、沈殿 F とろ液 G に分離させた。沈殿 F は赤褐色を呈し、ろ液 G は深青色に呈色した。

- (1) 沈殿 B となる化合物は、次のどれか。〔解答は 3 - ア〕

〔解答群〕

- ① AgCl ② CuCl_2 ③ FeCl_3 ④ ZnCl_2

- (2) ろ液 E に含まれる化合物ないしイオンは、次のどれか。〔解答は 3 - イ〕

〔解答群〕

- ① AgOH ② $[\text{Ag}(\text{OH})_2]^-$ ③ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ④ $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$
 ⑤ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ⑥ $[\text{Fe}(\text{OH})_6]^{3-}$ ⑦ $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ⑧ $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$

- (3) 沈殿 F となる化合物は、次のどれか。〔解答は 3 - ウ〕

〔解答群〕

- ① AgOH ② Ag_2O ③ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ④ CuO
 ⑤ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ⑥ Fe_2O_3 ⑦ $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ⑧ ZnO

- (4) ろ液 G に含まれるイオンは、次のどれか。〔解答は 3 - エ〕

〔解答群〕

- ① $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ② $[\text{Ag}(\text{OH})_2]^-$ ③ $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ④ $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$
 ⑤ $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ⑥ $[\text{Fe}(\text{OH})_6]^{3-}$ ⑦ $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ⑧ $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$

- (5) この実験で、溶液 A の中に少量のバリウムイオン (Ba^{2+}) が含まれていた場合、実験 (a) ~ (c) の操作を行うと Ba^{2+} はどこに存在するか。〔解答は 3 - オ〕

〔解答群〕

- ① 沈殿 B ② ろ液 E ③ 沈殿 F ④ ろ液 G

4 以下の各問いに答えよ。〔解答は 4 - ア ~ ケ〕

(1) 次の (a) ~ (e) の有機化合物に当てはまる最も適切な記述はどれか。解答群からそれぞれ一つ選べ。

- (a) フェノール [解答は 4 - ア]
(b) エチレン [解答は 4 - イ]
(c) エタノール [解答は 4 - ウ]
(d) アセトン [解答は 4 - エ]
(e) ギ酸 [解答は 4 - オ]

〔解答群〕

- ① 脂肪酸の中では最も強い酸性を示す。
② 酵母によるグルコースの発酵で生じる。
③ 25℃において水に溶けると、強塩基性を示す。
④ 無色の芳香のある液体(沸点 56℃)で、水、エタノール、エーテルなどと任意の割合で混じり合う。
⑤ 石炭の乾留によって得ることができる。
⑥ 炭化カルシウムに水を加えることによってつくることができる。
⑦ 分子の形が正四面体形である。
⑧ H 原子 1 個をメチル基で置き換えるとプロペンになる。
- (2) ある 1 価のアルコールに酢酸と濃硫酸を加えて反応させたところ、最初のアルコールより分子量が 1.7 倍かつ、分子量が 42 大きい化合物を生成した。最初のアルコールの示性式である C_xH_yOH の X と Y を決定し、適切な一桁の数値をそれぞれマークせよ。

- ・ X [解答は 4 - カ]
・ Y [解答は 4 - キ]

(3) 解答群に示された電子式のうち、電気的に中性ではないものはどれか。

〔解答は 4 - ク〕

〔解答群〕

- ① $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$ ② $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{N}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$ ③ $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H}:\text{C}::\text{C}:\text{H} \end{array}$
④ $\text{H}:\text{C}::\text{C}:\text{H}$ ⑤ $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$ ⑥ $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$

(4) 以下の (a) ~ (i) に示す物質を化学式で表す場合、組成式ではなく分子式で表すことが適切なものはいくつあるか。該当する数値をマークせよ。〔解答は - 〕

- | | | |
|--------------|------------|--------------|
| (a) 硫酸アンモニウム | (b) 塩化カリウム | (c) ヨウ素 |
| (d) 硫化ナトリウム | (e) ドライアイス | (f) 酸化アルミニウム |
| (g) 二酸化窒素 | (h) ダイヤモンド | (i) 黒鉛 |

余 白 (計算など自由にお使い下さい)