

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, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Al = 27, S = 32, Cl = 35.5, Ca = 40,

Cu = 63.5, Ag = 108

気体定数： $8.31 \times 10^3 (\text{Pa} \cdot \text{L}) / (\text{K} \cdot \text{mol})$, 気体の標準状態：0℃, $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ (1.00 atm),

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

1 水素は原子番号1番の元素で、1つの原子に対し1個の電子をもつ。また、窒素は原子番号7番の元素であり、1つの原子に対し7個の電子をもつ。3つの水素と1つの窒素が結合すると、安定な化合物である が生成する。このとき、水素原子と窒素原子との間は 結合で結ばれ、 構造をとる。また が水に溶解した 水には、水酸化物イオンと イオンが存在する。

一方、原子番号17番の元素である塩素はハロゲン的一种で、水中では1価の陰イオンとして安定に存在する。これに水素イオンと結合した化合物が水に溶解した は代表的な強酸の一つで、 水と容易に 反応し、 を生成する。

以下の各問いに答えよ。〔解答は - ~ 〕

(1) ~ に当てはまる語句を、以下の解答群よりそれぞれ選べ。

〔解答は - ~ 〕

〔解答群〕 ① 直線 ② 三角錐 ③ 正四面体 ④ イオン
⑤ 金属 ⑥ 共有 ⑦ アンモニア ⑧ アミド
⑨ シアン化合物 ⑩ アンモニウム

(2) ~ に当てはまる語句を、以下の解答群よりそれぞれ選べ。

〔解答は - ~ 〕

〔解答群〕 ① 酸化還元 ② 重合 ③ 中和 ④ 硝酸
⑤ 亜硝酸 ⑥ 塩酸 ⑦ 硝酸アンモニア
⑧ 塩化アンモニア ⑨ 塩化アンモニウム ⑩ 硝酸アンモニウム

2 以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ~ カ〕

(1) 水溶液 A は塩化カルシウムを水に溶解したものである。水溶液 B は硫酸ナトリウムを水に溶解したものである。水溶液 A と B を完全に混合したところ、白色沈殿が生じた。生じた沈殿の化学式を、以下の解答群から選べ。〔解答は 2 - ア〕

〔解答群〕 ① NaCl ② Na₂SO₄ ③ NaOH ④ Ca(OH)₂ ⑤ CaCl₂
⑥ CaSO₄ ⑦ Ca(HSO₄)₂ ⑧ NaHSO₄ ⑨ H₂SO₄

(2) エタンを十分な酸素を用いて完全燃焼させたところ、二酸化炭素 2.200 g と水が生成し、39.00 kJ の熱が発生した。この気体 1 mol あたりの燃焼熱は、イ ウ エ オ kJ/mol である。イ ~ オ に当てはまる 4 桁の数値をマークせよ。

〔解答は 2 - イ ~ オ〕

(3) 炭素棒を陽極に、銅板を陰極にして硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解したところ、陰極に銅が 25.4 g 析出した。この電気分解に要した電気量は何 C か、以下の解答群から選べ。

〔解答は 2 - カ〕

〔解答群〕 ① 7.72×10^4 ② 1.54×10^5 ③ 3.86×10^4
④ 7.72×10^5 ⑤ 7.72×10^3

3 次の文章について、以下の各問いに答えよ。

銅 Cu は 11 族に属する遷移元素で、化合物における安定な酸化数は +1 あるいは +2 である。単体は赤みを帯びた金属光沢をもち、展性、延性が大きく、電気や熱をよく導くので、電線、加熱容器およびスイッチなどに用いられている。また、合金である青銅や真鍮^{しんちゅう}は、美術品、装飾品、楽器およびファスナーなどに使用されている。また、銅はイオン化傾向が **ア** ので、希塩酸や希硫酸には溶けないが、**イ** の強い硝酸や熱濃硫酸には溶解する特徴をもつ。

〔解答は 3 - **ア** ~ **ク**〕

(1) 文中の **ア** および **イ** に当てはまる語句を、以下の解答群から選べ。

〔解答は 3 - **ア** , **イ**〕

〔解答群〕 ① 多い ② 少ない ③ 大きい ④ 小さい
⑤ 酸化力 ⑥ 還元力 ⑦ 分子間力

(2) 銅よりも導電性に優れる金属を、以下の解答群から選べ。

〔解答は 3 - **ウ**〕

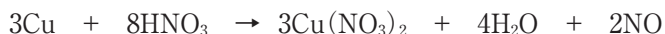
〔解答群〕 ① 金 ② 銀 ③ アルミニウム ④ 鉄 ⑤ 亜鉛 ⑥ マグネシウム

(3) 真鍮^{しんちゅう}の組成で、銅に続いて多く含まれる金属を、以下の解答群から選べ。

〔解答は 3 - **エ**〕

〔解答群〕 ① 金 ② 銀 ③ アルミニウム ④ 鉄 ⑤ 亜鉛 ⑥ 鉛

(4) 銅と希硝酸の反応は下記の化学反応式で表される。19.05 g の銅が完全に反応した時に発生する一酸化窒素は、標準状態で **オ** . **カ** **キ** L である。**オ** ~ **キ** に当てはまる数値をマークせよ。



〔解答は 3 - **オ** ~ **キ**〕

(5) 銅の化合物のうち黒色を示すものを、以下の解答群から選べ。

〔解答は 3 - **ク**〕

〔解答群〕 ① $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ② CuS ③ Cu(OH)₂ ④ Cu₂O ⑤ CuSO₄

4 以下の各問いに答えよ。

〔解答は 4 - ア ~ キ 〕

- (1) 硫酸銅のようなイオンからなる物質を水の中に入れると、結晶表面の Cu^{2+} には水分子中の負電荷を帯びた [A] 原子によって水分子が引きつけられ、 SO_4^{2-} には水分子中の正電荷を帯びた [B] 原子によって水分子が引きつけられる。このようにして、結晶をつくっている Cu^{2+} と SO_4^{2-} イオンに水分子が配位してこれらのイオンを水中に引き込み、イオン結合が切れて水中へ拡散していく現象を [C] と呼ぶ。

[A] ~ [C] に当てはまる語句の組み合わせを、以下の解答群から選べ。

〔解答は 4 - ア 〕

- 〔解答群〕
- | | | | |
|---|--------|--------|--------|
| ① | [A] 水素 | [B] 酸素 | [C] 溶解 |
| ② | [A] 酸素 | [B] 水素 | [C] 溶液 |
| ③ | [A] 窒素 | [B] 酸素 | [C] 溶媒 |
| ④ | [A] 酸素 | [B] 水素 | [C] 溶解 |
| ⑤ | [A] 水素 | [B] 酸素 | [C] 溶液 |

- (2) エタノールは、エチル基とヒドロキシ基が結合した構造の分子である。ヒドロキシ基には極性があるので、エタノールを水に入れると [A] が起こる。ヒドロキシ基のように [A] が起こりやすい基を [B]、エチル基のように [A] が起こりにくい基を [C] と呼ぶ。

[A] ~ [C] に当てはまる語句の組み合わせを、以下の解答群から選べ。

〔解答は 4 - イ 〕

- 〔解答群〕
- | | | | |
|---|--------|---------|---------|
| ① | [A] 溶解 | [B] 疎水基 | [C] 親水基 |
| ② | [A] 水和 | [B] 疎水基 | [C] 親水基 |
| ③ | [A] 溶液 | [B] 親水基 | [C] 疎水基 |
| ④ | [A] 溶解 | [B] 親水基 | [C] 疎水基 |
| ⑤ | [A] 水和 | [B] 親水基 | [C] 疎水基 |

- (3) 硫酸銅のように水に溶かすと陽イオンと陰イオンを生じる物質を [A] といい、溶液には電気が通る。溶液に電気を通すことによって [B] が起こる。これに対して、エタノールのように水に溶かしてもイオンを生じない物質を [C] といい、溶液には電気が通らない。

[A] ~ [C] に当てはまる語句の組み合わせを、以下の解答群から選べ。

〔解答は 4 - ウ 〕

- 〔解答群〕
- | | | | |
|---|----------|----------|----------|
| ① | [A] 電解質 | [B] 電気分解 | [C] 非電解質 |
| ② | [A] 非電解質 | [B] 電離 | [C] 電解質 |
| ③ | [A] 電解質 | [B] 電気泳動 | [C] 非電解質 |
| ④ | [A] 非電解質 | [B] 電通 | [C] 電解質 |
| ⑤ | [A] 電解質 | [B] 電離 | [C] 非電解質 |

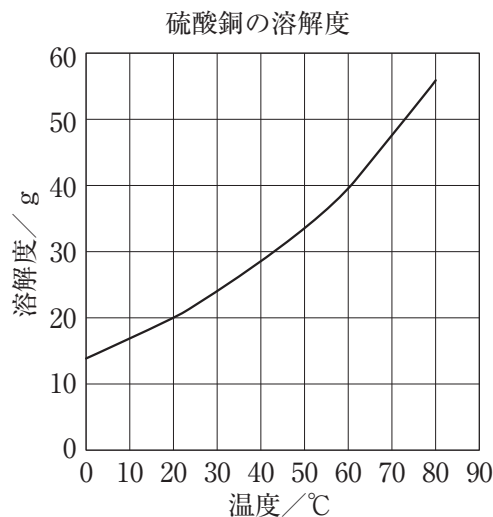
(4) ある温度において硫酸銅の結晶を水の中に入れると、溶けるに従って水中のイオン濃度は高くなっていく。単位時間に結晶から離れて水中に出て行くイオンと結晶に戻ってくるイオンの数が等しくなると、見かけ上は結晶が溶けなくなったように見える。このような状態になった溶液を [A] という。一定量の溶媒に溶ける溶質の最大量を、その溶媒に対する溶質の溶解度という。固体の溶解度は、一般的に温度が高くなるに従って [B] なり、溶解度と温度の関係を表した図は溶解度曲線とよばれる。固体を適当な溶媒に溶かした溶液から、温度による溶解度の差により再び固体を析出させる操作を [C] といい、物質の精製にしばしば用いられる。

[A] ~ [C] に当てはまる語句の組み合わせを、以下の解答群から選べ。

[解答は 4 - エ]

- [解答群] ① [A] 飽和溶液 [B] 大きく [C] 再沈殿
 ② [A] イオン溶液 [B] 小さく [C] 再沈殿
 ③ [A] イオン溶液 [B] 小さく [C] 再蒸留
 ④ [A] 飽和溶液 [B] 大きく [C] 再結晶
 ⑤ [A] 飽和溶液 [B] 小さく [C] 再結晶

(5) 下の図は、水 100 g に対する硫酸銅 (CuSO₄) の溶解度曲線を示している。



60 °C の硫酸銅飽和水溶液 100 g を 20 °C に冷却した場合、何グラムの硫酸銅の結晶が得られるか。最も適切な値を、以下の解答群から選べ。

[解答は 4 - オ]

- [解答群] ① 10 ② 15 ③ 20 ④ 25 ⑤ 30

(6) 以下は有機化合物に関する記述である。(A)～(E)のうち、正しいものはいくつあるか。当てはまる数値をマークせよ。

- (A) 直鎖状アルカンの沸点は、炭素原子の数が増加するにつれて高くなる。
- (B) アルケンの炭素-炭素の二重結合は、それを軸として回転できない。
- (C) シス・トランス異性体は置換基の空間的配置が異なるだけであり、融点や沸点は同じである。
- (D) 環状構造の炭素骨格をもつ飽和炭化水素をシクロアルカンという。
- (E) アルキンは、分子内に炭素-炭素の三重結合を含む不飽和炭化水素である。

[解答は -]

(7) 以下はアルコールに関する記述である。(A)～(E)のうち、正しいものはいくつあるか。当てはまる数値をマークせよ。

- (A) エタノールは、分子間に水素結合が形成されるため、同程度の分子量の炭化水素と比べたとき、沸点や融点が低い。
- (B) 2-メチル-2-プロパノールは、第二級アルコールである。
- (C) エタノールとナトリウムが反応すると、ナトリウムエトキシドができる。
- (D) メタノールは、水より重い無色の液体である。
- (E) 第二級アルコールを酸化すると、アルデヒドが生成する。

[解答は -]