

東京医科大学対策

東京医科大学 化学

■ 概要

東京医大といえば第1問の正誤問題5問が印象的でした。以前は一部を除いて短文の正誤問題で、標準的な知識を問う問題でしたが、近年は打って変わって正誤問題の選択肢が事実上の（難易度は標準的ながらも）小問集合かと思まがうばかりの長さに変化しました。今年度も注意が必要です。

昨年は、例年長文化していた正誤問題の長さが短くなり、そのほかの大問では**実験操作を問うような問題が数多く出題されました**。化学ではあまり使用頻度の少ない資料集を充分活用し、実験操作を事前にチェックしておきたいところです。

第1問に関しては、他の第2～4問のうち一つは標準的であることを勘案しても、一問一問（というより一選択肢ごとに）早く正確に正誤判定（正誤判定に計算を行う可能性もあります。）を行うことができるかがポイントです。

第2問以降は他の私大同様のマーク式試験で有機の割合はさして高くなく、理論の割合が高いことが特徴的であるといえます。頻出分野としては、「理論：酸化還元・電気化学」「無機：金属イオンの分離」です。有機・高分子の分野では**毎年「糖類」の出題がみられておらず、今後出題の可能性は十分にあるので注意が必要です**。また、特定の分野から出題することもあります。小問集合のような形で同じ大問であっても分野をまたいだ総合問題のような形の出題が目立ったことも特徴です。

第1問

解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量：H=1.0, C=12, N=14, O=16, S=32, Cl=35.5, K=39,
Ca=40 標準状態における気体 1mol の体積：22.4L

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

次の問 1~5 の各群には、①~⑤の中に誤りを含む文が一つあるか、①~⑤の全てに誤りがないかのいずれかである。誤りがある場合はその文の記号(①~⑤)を、誤りがない場合は⑥を選べ。

問 1

- ① 酸化銀 Ag_2O に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、 Ag_2O が溶けて無色の水溶液になる。
- ② 酸化亜鉛 ZnO は両性酸化物であり、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の両方に溶解する。
- ③ 水酸化銅(II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ を加熱すると脱水し、酸化銅(II) CuO が生じる。
- ④ 酸化マンガン(IV) MnO_2 に濃塩酸を加えて加熱すると、 MnO_2 が酸化剤としてはたらし、塩素 Cl_2 が発生する。
- ⑤ 酸化鉄(III) Fe_2O_3 を一酸化炭素で還元すると、単体の鉄 Fe が得られる。
- ⑥ (①~⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 2

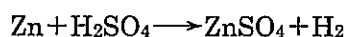
- ① アンモニウムイオン NH_4^+ は、 NH_3 に水素イオン H^+ が結合したものであり、その四つの N-H 結合の強さは同じである。
- ② 二酸化窒素は赤褐色、四酸化二窒素は無色であり、高温にすると平衡状態が変わって二酸化窒素が増える。すなわち気体の赤褐色が濃くなる。逆に冷却すると四酸化二窒素が増えて赤褐色が薄くなる。
- ③ NH_3 は、その分子の形が三角すい形であるので、極性分子である。
- ④ 四酸化二窒素から二酸化窒素になる反応は発熱反応である。
- ⑤ NH_3 は、銅(II)イオン Cu^{2+} と亜鉛イオン Zn^{2+} それぞれに結合すると、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ と $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ を生成するが、これらの錯イオンの形は互いに異なっている。
- ⑥ (①~⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問3

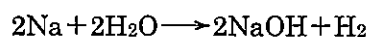
- ① ベンゼンは、分子中の6個の炭素原子が正六角形にならんだ環状構造をしており、炭素原子と水素原子はすべて同じ平面上にある。ベンゼンに鉄粉を加え塩素を反応させると、付加反応によりクロロベンゼンと塩化水素が生じる。一方、紫外線を照射しながら塩素を作用させると、ベンゼンは塩素と置換反応を行い、1,2,3,4,5,6-ヘキサクロロシクロヘキサンが生じる。
- ② 窒素と水素を触媒存在下、約 500°C、高圧で直接反応させるとアンモニアが生じる。アンモニアを約 800°Cで銅を触媒として空気中の酸素と反応させると一酸化窒素が生じる。一酸化窒素は空気ですらに酸化されると赤褐色の二酸化窒素となる。二酸化窒素を水と反応させると硝酸が得られる。
- ③ NH₃では N-H 間の結合に極性がある。しかし、NH₃には 3つの共有電子対があり、これらが正三角形の頂点方向に位置しているため、分子全体としては極性がない。このような分子を無極性分子という。
- ④ サリチル酸の工業的製法として主なものは、ナトリウムフェノキシドと二酸化炭素を反応させる方法である。サリチル酸の様々な誘導体の薬効を調べる中でサリチル酸メチルが開発され、それは現在も解熱鎮痛剤として使われている。
- ⑤ 同じ元素からできた化合物で、性質が異なる物質を互いに同素体という。炭素の同素体には、ダイヤモンドと黒鉛のほか、カーボンナノチューブなどがある。黒鉛は平面のシートが積み重なった構造をしているが、この 1枚のシートをグラファイトといい、大きな可能性を秘めた新規素材として期待されている
- ⑥ (①~⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問4

- ① 水素化物イオン H^- はヘリウム原子 2He と同じ電子配置をとり、このときのHの酸化数は-1である。このほか、金属の水素化合物には水素化カルシウム CaH_2 などがある。
- ② $\text{A}_m\text{B}_n \rightleftharpoons m\text{A}^{a+} + n\text{B}^{b-}$ という溶解平衡になっているとき、 $K_{sp} = [\text{A}^{a+}]^m [\text{B}^{b-}]^n$ が成立する。このときの K_{sp} を溶解度積という。一般に、 A^{a+} と B^{b-} を加えた時点におけるイオンのモル濃度の積について、 $K_{sp} > [\text{A}^{a+}]^m [\text{B}^{b-}]^n$ のときは、溶解速度の方が析出速度を上回っている状態であり、沈殿は生じない。しかし $K_{sp} < [\text{A}^{a+}]^m [\text{B}^{b-}]^n$ のときは、析出速度の方が溶解速度を上回っている状態であり沈殿が析出する。そして $[\text{A}^{a+}]^m [\text{B}^{b-}]^n$ が溶解度積と等しくなるときも沈殿は析出しない。
- ③ 亜鉛 Zn と希硫酸 H_2SO_4 の反応は次のように示される。



イオン化傾向が水素よりも大きい金属と酸との反応では水素が発生する。オン化傾向が非常に大きいナトリウムやカルシウムなどは、水とも反応して水素を発生する。



- ④ 非金属元素の単体は、酸素 O_2 や塩素 Cl_2 などのように、分子からできているものが多い。金属元素の単体は、金属結合によって集合した原子からできている。一方、非金属元素と金属元素からなる化合物はイオン結合をしていることが多い。
- ⑤ 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 は重曹（重炭酸曹達の略）とよばれ、水に溶けると弱い塩基性を示す。この性質などから、胃腸薬として用いられる。また、加熱や酸によって、気体の二酸化炭素が発生するため、ベーキングパウダー（ふくらし粉）や消火剤などにも用いられる。
- ⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

第2問

硫酸銅(II)に関する以下の A, B, C の文章を読んで、(1)から(10)の設問に対する解として、最も適切な選択肢をそれぞれの解答群から一つえらび、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

なお、本問では必要があれば以下の式量を使うものとする。ただし、M は第 6 周期の金属元素を表すものとする。



A 酸化銅(II)を試薬 R と反応させ、得られた溶液を濃縮させ、数日放置すると、硫酸銅(II)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の結晶 Q が生成した。

B 結晶 Q, 5.000g を質量 10.000g のルツボに入れ、電気炉で、 130°C に加熱して秤量すると、ルツボの質量は 13.56g であった。さらに、 250°C まで加熱したのち、ルツボの質量を秤量し、ルツボに残った粉末の質量を求めると $x[\text{g}]$ であった。

C 結晶 Q, $y[\text{g}]$ を水 300mL に溶解した。この溶液を加熱しながら、1%の MCl_2 (M は第 6 周期の金属元素を表す)溶液を加えて、激しくかき混ぜると、白色沈殿 MSO_4 が生成した。上澄みに MCl_2 溶液を加えても沈殿が生じないことを確認した後、さらに 1 時間ほど温めたのち、ろ過した。ろ紙上の沈殿を温水で洗浄し、洗液を少量とって硝酸銀溶液を加えて白濁しなくなるまで、洗浄を続けた。質量 10.000g のルツボに、ろ紙と沈殿を入れ、ガスバーナーでルツボを加熱し、 900°C で強熱すると白色粉末のみがルツボに残っていた。冷却後、全体の質量を秤量すると 10.466g であった。この時、ルツボに残った白色粉末にはろ紙の燃え残りは含まれていないとし、加熱と冷却によりルツボの質量は変化しないものとする。

(1) 試薬 R として最も適切なものを解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- ① 希硫酸 ② 希硝酸 ③ 濃硝酸 ④ 希塩酸 ⑤ 濃塩酸

(2) 下線(a)で生成した結晶 Q の中で Cu^{2+} イオンに 1 つも配位していない原子を以下の a, b, c, d の中から 2 つ選んで、その正しい組み合わせの番号を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

東京医科大学対策

a 硫酸イオンの酸素原子

b 硫酸イオンの硫黄原子

c 水分子の酸素原子

d 水分子の水素原子

解答群

① aとb

② aとc

③ aとd

④ bとc

⑤ bとd

⑥ cとd

(3) 下線(b)の反応で、水分子は $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1式量あたり何分子なくなったか。最も適切な数値を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

(4) 下線(c)のルツボに残った粉末の色は何色か。最も適切なものを解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

① 青色

② 黄色

③ 白色

④ 緑色

(5) 下線(c)でルツボに残った粉末の質量 $x[\text{g}]$ の値として最も適切な数値を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

① 0.2

② 1.6

③ 2.3

④ 3.2

⑤ 5.0

(6) 得られた下線(d)の溶液の液性として、最も適切なものを解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

① 強酸性

② 弱酸性

③ 中性

④ 弱塩基性

⑤ 塩基性

(7) 下線(e)で硝酸銀を添加して白濁する場合、存在するイオンとして最も適切なものを解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

① 水酸化物イオン

② 塩化物イオン

③ 硫酸イオン

④ 硝酸イオン

⑤ 水素イオン

東京医科大学対策

- (8) 下線(f)の粉末を炎色反応で調べると、何色の炎になるか。当てはまる色として最も適切なものを解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- ① 青 ② 黄緑 ③ 黄 ④ 橙 ⑤ 紫

- (9) 金属 M は何か。当てはまる元素記号として最も適切なものを解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- ① Mg ② Ca ③ Sr ④ Ba ⑤ Cu ⑥ Fe

- (10) 最初に溶解した結晶 Q の質量 y [g]として最も適切な数値を解答群の中から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- ① 0.2 ② 0.3 ③ 0.4 ④ 0.5 ⑤ 1.0 ⑥ 2.0

2 - 化学解答例

1

問1 ①

問2 ④

問3 ①

問4 ②

2

(1) 1 (2) 5 (3) 4 (4) 3 (5) 4

(6) 2 (7) 2 (8) 2 (9) 4 (10) 4