

受験番号					氏名
------	--	--	--	--	----

2014 年度

# 理 科

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりである。

出題分野	頁	選 択 方 法
物 理	1～18	左の3分野のうちから2分野を選択し、 解答しなさい。
化 学	19～29	
生 物	30～42	

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の該当欄に下記のようにそれぞれ正しく記入し、マークせよ。

① 受験番号欄

受験番号を4ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する4ケタをマークせよ。(例)受験番号 0025 番→ 

0	0	2	5
---	---	---	---

 と記入。

② 氏名欄 氏名・フリガナを記入せよ。

③ 解答分野欄

解答する分野名2つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークせよ。

5. 受験番号および解答する分野が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。

6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークせよ。


例えば 

15
----

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークせよ。薄いもの、不完全なものは解答したことはない。

(例)

解答番号	解 答 欄									
15	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

7. 解答を修正する場合は必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消すこと。鉛筆の色や消しくずが残ったり、 のような消し方などをした場合は、修正したことにならない。
8. 解答をそれぞれの問題に指定された数と異なる数をマークした場合は無解答とする。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはならない。
10. 試験終了後、問題冊子および解答用紙を机上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

# 化 学

(注意) 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, Na = 23, Mg = 24,

S = 32, Cl = 35.5, Cu = 63.5

ファラデー定数： $9.65 \times 10^4$  C/mol

アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23}$  /mol；0 °C の絶対温度： $T = 273$  K

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

標準状態における気体 1 mol の体積：22.4 L

**第1問** 次の問1～5の各群には、①～⑤の中に誤りを含む文が1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

- ① He, Pb, Zn は、いずれも典型元素である。
- ② K 殻に 2 個, L 殻に 8 個, M 殻に 5 個の電子をもつ中性の原子はリンである。
- ③ 第 2 周期に属する, 最外殻電子数 3 と 7 の原子を比較すると, 後者のイオン化エネルギーの方が大きい。
- ④ Mg, Ca, Ba は、いずれもアルカリ土類金属である。
- ⑤ 原子番号 19 の元素はアルカリ金属である。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 2

2

- ① 14 族元素の水素化合物は無極性分子であり、分子量が大きいほど沸点が高くなる。
- ② ドライアイスの分子結晶では、二酸化炭素分子間にファンデルワールス力がはたらいっている。
- ③ 炭素の同素体であるダイヤモンドと黒鉛は、炭素原子どうしの結合のしかたが異なるため、異なる性質を示す。
- ④ 金属結晶における面心立方格子と六方最密構造は、同じ大きさの原子を最も密に空間に詰め込んだ構造になっている。
- ⑤ 固体の塩化セシウムや硝酸ナトリウムは電気を導かないが、融解するとイオンが自由に動けるようになるので電気を導く。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 3

3

- ① フッ化物イオン、塩化物イオン、ヨウ化物イオンをそれぞれ含む水溶液に硝酸銀水溶液を加えると、いずれも沈殿が生じる。
- ② 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加え、加熱して発生させた塩素には、不純物として塩化水素と水が含まれるので、まず水、ついで濃硫酸に通じてこれらを除く。
- ③ フッ素は水と激しく反応し、酸素を発生する。
- ④ フェノールの水溶液に臭素水を加えると、白色沈殿が生成する。
- ⑤ KI 水溶液を電気分解すると、陽極で  $I_2$  が生じる。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 4 4

- ① 25℃において、0.10 mol/Lのグルコース水溶液と同じ浸透圧を示す硫酸カリウム水溶液 1.0 Lをつくるためには、硫酸カリウム(式量 174)5.8 gを水に溶かして全量を 1.0 Lにすればよい。
- ② 硫酸銅(Ⅱ)CuSO<sub>4</sub>(式量 160)の水に対する溶解度は 20℃で 20、80℃で 50である。80℃の硫酸銅(Ⅱ)の飽和水溶液 300 gを 20℃に冷却すると、106 gの硫酸銅(Ⅱ)五水和物 CuSO<sub>4</sub>・5H<sub>2</sub>O(式量 250)が析出する。
- ③ 水 1.00 kgに尿素(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO(分子量 60)3.00 gを溶かした水溶液より、水 2.00 kgに塩化ナトリウム 5.85 gを溶かした水溶液のほうが、凝固点は低い。
- ④ スクロースの水溶液の蒸気圧は、同じ温度の水の蒸気圧より低い。
- ⑤ 1.0 gの硝酸カリウム(式量 101)と 1.0 gの塩化カルシウム(式量 111)を、それぞれ 1.0 kgの水に溶かした水溶液がある。沸点は硝酸カリウム水溶液のほうが高い。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 5 5

- ① 水溶液中では、フルクトースは六員環構造と五員環構造および鎖状構造の間の平衡状態にある。
- ② グルコースの六員環構造には、5つの不斉炭素原子がある。
- ③ デンプン 81 gを完全に加水分解すると、90 gのグルコースが得られる。
- ④ pH 2のアラニン水溶液に電極を浸して直流電流を流すと、アラニンは陽極に移動する。
- ⑤ グリシン、アラニン、フェニルアラニン、それぞれ 1分子からなる鎖状のトリペプチドには、光学異性体を考慮しなければ 6種類ある。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

第2問 次の文章を読み、問い(問1～5)に答えよ。

アンモニアを水に溶かすと、次のような電離平衡がなりたつ。



水溶液中の水のモル濃度 $[\text{H}_2\text{O}]$ はほぼ一定とみなせるので、アンモニアの電離定数 $K_b$ は次のように表される。

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

また、25℃では、水のイオン積 $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ である。

問1 25℃において、0.10 mol/Lのアンモニア水(電離度 $1.3 \times 10^{-2}$ )の水酸化物イオン濃度として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

mol/L

- ①  $1.0 \times 10^{-4}$       ②  $1.3 \times 10^{-4}$       ③  $6.5 \times 10^{-4}$   
④  $1.0 \times 10^{-3}$       ⑤  $1.3 \times 10^{-3}$       ⑥  $6.5 \times 10^{-3}$

問2 25℃において、0.10 mol/Lのアンモニア水(電離度 $1.3 \times 10^{-2}$ )の電離定数 $K_b$ として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

mol/L

- ①  $1.7 \times 10^{-5}$       ②  $2.1 \times 10^{-5}$       ③  $2.3 \times 10^{-5}$   
④  $1.7 \times 10^{-4}$       ⑤  $2.1 \times 10^{-4}$       ⑥  $2.3 \times 10^{-4}$

問3 25℃において、0.10 mol/Lのアンモニア水(電離度 $1.3 \times 10^{-2}$ )のpHとして最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから選べ。必要ならば次の数値を利用せよ。

$$\log 1.3 = 0.11, \log 2.0 = 0.30, \log 4.7 = 0.67, \log 7.7 = 0.89$$

- ① 8.7      ② 9.1      ③ 9.3      ④ 9.9  
⑤ 10.4      ⑥ 11.1      ⑦ 11.8      ⑧ 12.9

問 4 25℃において、アンモニア水の電離度を  $1.0 \times 10^{-2}$  とするためには、  
0.10 mol/L のアンモニア水 100 mL に 0.50 mol/L のアンモニア水を何 mL 加  
えればよいか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。ただし、混合  
後の体積は、混合前の体積の和とする。

mL

- ① 21      ② 28      ③ 38      ④ 48      ⑤ 50      ⑥ 57

問 5 次の記述のうち誤りを含むものを、次の①～⑥のうちからすべて選び、解答  
番号 10 の解答欄にマークせよ。

- ① 0.10 mol/L のアンモニア水を純水で 10 倍に希釈すると、水素イオン濃度  
は増加する。
- ② 0.10 mol/L の塩化アンモニウム水溶液の pH は 7 である。
- ③ 0.10 mol/L のアンモニア水 100 mL と、0.10 mol/L の塩化アンモニウム  
水溶液 100 mL の混合溶液は緩衝作用を示す。
- ④ 0.10 mol/L のアンモニア水の  $\text{NH}_4^+$  の濃度と、0.10 mol/L の塩化アンモ  
ニウム水溶液の  $\text{NH}_4^+$  の濃度は等しい。
- ⑤ 0.10 mol/L のアンモニア水 10 mL に、0.10 mol/L の塩酸 12 mL を加えた  
ときの水溶液は酸性を示す。
- ⑥ 0.10 mol/L のアンモニア水 10 mL に、0.10 mol/L の塩酸 10 mL を加えた  
ときの水溶液は酸性を示す。

第3問 次の文章を読み、問い(問1～5)に答えよ。

7種類の金属元素ア～キは、次のいずれかである。

Al, Ba, Ca, Fe, Mg, Na, Zn

- 1) エ, オ, カの単体は室温で水と反応して、強い塩基性を示す水酸化物を生成した。オ, カの水酸化物は水によく溶けたが、エの水酸化物は水に少し溶けた。
- 2) ア, イ, ウ, キの陽イオンをそれぞれ含む水溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、いずれも水酸化物が沈殿した。ア, イ, ウの水酸化物の沈殿に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、イ, ウでは無色透明な溶液になったが、アの赤褐色の水酸化物は溶けなかった。一方、アの水酸化物を加熱すると赤褐色の化合物Xが生じた。
- 3) ア, イ, ウの水酸化物に過剰のアンモニア水を加えると、ア, ウの水酸化物は溶けなかったが、イでは無色透明な溶液となった。
- 4) エ, オ, カ, キの陽イオンをそれぞれ含む水溶液に希硫酸を加えると、エ, カでは白色沈殿が生じた。

問1 イ, エ, カ, キとして最も適当なものを、次の①～⑦のうちから選べ。

イ:       エ:   
カ:       キ:

- ① Al                      ② Ba                      ③ Ca                      ④ Fe  
⑤ Mg                      ⑥ Na                      ⑦ Zn

問2 ア～キのなかで、第3周期に属する元素を次の①～⑦のうちからすべて選び、解答番号15の解答欄にマークせよ。

- ① ア                      ② イ                      ③ ウ                      ④ エ  
⑤ オ                      ⑥ カ                      ⑦ キ

問 3 イの水酸化物に、水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えて生成する化合物として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから選べ。ただし、イの元素記号をイと表すものとする。

16

- ①  $\text{Na}[\text{イ}(\text{OH})_2]$       ②  $\text{Na}_2[\text{イ}(\text{OH})_2]$       ③  $\text{Na}[\text{イ}(\text{OH})_4]$   
④  $\text{Na}_2[\text{イ}(\text{OH})_4]$       ⑤  $\text{Na}[\text{イ}(\text{OH})_6]$       ⑥  $\text{Na}_2[\text{イ}(\text{OH})_6]$

問 4 オの単体の結晶構造では、原子は立方体の中心と各頂点に位置しており、単体格子の一辺の長さは、 $4.3 \times 10^{-8} \text{ cm}$  である。この単体格子中に含まれる原子の数と、この結晶の密度として最も適当な数値を、それぞれ次の①～⑥のうちから選べ。

単体格子中に含まれる原子の数

17

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 6

密度

18

$\text{g/cm}^3$

- ① 0.91      ② 0.96      ③ 1.92      ④ 2.7      ⑤ 3.6      ⑥ 5.4

問 5 化合物 X にウの単体の粉末を混ぜて点火したところ、激しく反応してアの単体と化合物 Y が生じた。化合物 Y として最も適当なものを、次の①～⑦のうちから選べ。

19

- ①  $\text{Al}_2\text{O}_3$       ②  $\text{BaO}$       ③  $\text{CaO}$       ④  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   
⑤  $\text{MgO}$       ⑥  $\text{Na}_2\text{O}$       ⑦  $\text{ZnO}$



第4問 次の問い(問1～4)に答えよ。

問1 白金電極を用いて、硫酸銅(Ⅱ)  $\text{CuSO}_4$  水溶液を 2.00 A の電流で 32 分 10 秒間電気分解した。次の記述のうち誤りを含むものを、次の①～⑧のうちから2つ選び、解答番号 20 の解答欄にマークせよ。

20

- ① 流れた電子の物質量は  $4.00 \times 10^{-2}$  mol である。
- ② 電子は陽極から直流電源の正極に流れる。
- ③  $\text{SO}_4^{2-}$  は、水分子よりも酸化されやすい。
- ④ 流れた電気量は 3860 C である。
- ⑤ 水分子は電子を陽極に与える。
- ⑥ 直流電源の負極につないだ電極を陰極と呼ぶ。
- ⑦ 発生した気体は、標準状態で 0.448 L である。
- ⑧ 陰極に銅が析出した。

問2 銅鉱石を還元して得られた粗銅には、不純物として銀、金、鉄、ニッケルの4種類の金属が含まれていた。この粗銅板と純銅板を電極に用いて、硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電圧約 0.3 V で電気分解したところ、高純度の銅を得ることができた。これを銅の電解精錬という。次の記述のうち誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから2つ選び、解答番号 21 の解答欄にマークせよ。

21

- ① 金が陽極に析出した。
- ② 銀が粗銅板の下に沈殿した。
- ③ 鉄が陰極の下に沈殿した。
- ④ ニッケルは陽イオンとなって溶け出し、溶液中に残った。
- ⑤ 粗銅板を陽極に、純銅板を陰極に用いた。
- ⑥ 粗銅板を外部の直流電源の正極と接続した。

問 3 問 2 の電解精錬を行った結果、純銅板の重さが 12.7 g 増加した。この反応で流れた電気量として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

22
----

 C

- ①  $1.93 \times 10^3$       ②  $1.93 \times 10^4$       ③  $3.86 \times 10^4$   
④  $4.83 \times 10^4$       ⑤  $9.65 \times 10^4$       ⑥  $1.14 \times 10^5$

問 4 問 2 の電解精錬において、粗銅板に不純物として鉛だけが入っていた場合の記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから選べ。

23
----

- ① 純銅板に鉛が析出する。  
② 粗銅板に鉛が析出する。  
③ 陽極の下に鉛が沈殿する。  
④ 陰極の下に鉛が沈殿する。  
⑤ 溶液に変化は見られない。  
⑥ 容器の底に白色の物質が沈殿する。

第5問 次の文章を読み、問い(問1～4)に答えよ。

組成式  $C_3H_6O$  で表される、環状構造をもたない5種類の安定な有機化合物 A～E がある。A を加水分解するとカルボン酸 F とアルコール G が生成した。G を硫酸酸性の二クロム酸カリウムで酸化すると B が得られた。また、C を酸化すると F が得られた。一方、不斉炭素原子をもつ D の加水分解では、カルボン酸 H と不斉炭素原子をもつアルコール I が生成した。I を硫酸酸性の二クロム酸カリウムで酸化すると化合物 J が得られた。E に水素を付加反応させて生成した化合物 K と、F の混合物に少量の硫酸を加え加熱すると、A と同じ分子式の化合物が得られた。

A、D のそれぞれ 1 mol を完全燃焼させるためには、いずれも 8 mol の酸素が必要であった。H は、工業的には塩化パラジウム(II)と塩化銅(II)を触媒に用いたエチレンの酸化で製造される化合物を、さらに酸化して合成される。

問1 ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、特異臭をもつ黄色沈殿を生じる化合物を、次の①～⑥のうちからすべて選び、解答番号24の解答欄にマークせよ。

24

- ① C      ② E      ③ F      ④ G      ⑤ J      ⑥ K

問2 I の構造異性体は I も含め何種類あるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。ただし、光学異性体は考慮しないものとする。

25

- ① 3      ② 4      ③ 5      ④ 6      ⑤ 7      ⑥ 8

問 3 次の記述のうち誤りを含むものを、次の①～⑥のうちからすべて選び、解答番号 26 の解答欄にマークせよ。

26

- ① H と水酸化カルシウムから生成する塩を熱分解すると B が得られる。
- ② E, I は第二級アルコールである。
- ③ B と J の沸点を比較すると、J の方が高い。
- ④ G を分子内で脱水反応させて得られる化合物を、付加重合させて生成したポリマーは熱可塑性樹脂である。
- ⑤ C をフェーリング液とともに加熱すると、赤色の沈殿が生成する。
- ⑥ K と F の分子量は等しい。

問 4 A と D の混合物 6.96 g を完全に加水分解して得られたアルコール G と I の質量は、合計で 4.30 g であった。A と D の混合物中の D の質量 (g) として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

27 g

- ① 1.16    ② 1.85    ③ 2.24    ④ 3.24    ⑤ 4.72    ⑥ 5.80