

受験番号					氏名
------	--	--	--	--	----

2013 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	1～10	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	11～22	
生 物	23～34	

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にはならない。

(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よりも多くマークした場合は無解答とみなされる。
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, He = 4.0, C = 12, N = 14, O = 16, Ne = 20,

Na = 23, Mg = 24, Cl = 35.5, K = 39, Zn = 65, Ag = 108

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)

**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

- ① 127 °C, 600 kPa で, 830 mL を占める気体分子の数は  $9.0 \times 10^{22}$  個である。
- ② 標準状態でヘリウム 1.0 g が占める体積は, 標準状態でネオン 1.0 g が占める体積の 5 倍である。
- ③ シャルルの法則によれば,  $-273$  °C では気体の体積は 0 になると予想される。
- ④ ボイルの法則から, 温度一定のとき, 圧力を  $n$  倍にすると, 一定量の気体の体積は  $\frac{1}{n}$  倍になることがわかる。
- ⑤ 分子量 70 の揮発性物質 1.40 g を 1.00 L の密閉真空容器に入れ, 完全に蒸発させたところ, 77 °C で  $5.81 \times 10^4$  Pa の圧力を示した。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 2 2

- ① 水の比熱を  $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ 、氷の融解熱を  $6.0 \text{ kJ}/\text{mol}$ 、 $100^\circ\text{C}$  での水の蒸発熱を  $41 \text{ kJ}/\text{mol}$  とするとき、 $0^\circ\text{C}$  の氷  $900 \text{ g}$  を  $100^\circ\text{C}$  の水蒸気にするために必要な熱量は、 $2.7 \times 10^3 \text{ kJ}$  である。
- ② 発熱反応では、生成物のもつエネルギーの総和と反応によって発生する熱量との和は、反応物のもつエネルギーの総和に等しい。
- ③ アセチレン(気)の燃焼熱および  $\text{CO}_2$ (気)と  $\text{H}_2\text{O}$ (液)の生成熱から、アセチレン(気)の生成熱を求めることができる。
- ④ 溶解熱には、発熱の場合も吸熱の場合もある。
- ⑤  $1 \text{ mol}/\text{L}$  の酸と  $1 \text{ mol}/\text{L}$  の塩基の中和反応によって、水が生成するときの反応熱を中和熱という。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 3 3

- ① 液体の蒸気圧は、容器内に他の気体が共存すると小さくなる。
- ② 一般に、気体分子の平均速度は、同じ温度では分子量が小さいほど大きい。
- ③ 一般に、粒子間に働く結合力が強い物質ほど、融解熱や蒸発熱が大きい。
- ④ 面積  $1 \text{ m}^2$  あたりに  $1 \text{ N}$ (ニュートン)の力が働いたときの圧力が  $1 \text{ Pa}$  である。
- ⑤ ジエチルエーテル(沸点  $34^\circ\text{C}$ )とエタノール(沸点  $78^\circ\text{C}$ )の  $20^\circ\text{C}$  における蒸気圧を比べると、エタノールのほうが低い。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 4 4

- ① イソプレンの付加重合で生成した高分子には、二重結合が残っている。
- ② アセチレンにシアン化水素を付加させると、アクリロニトリルが得られる。
- ③ ギ酸を酸化すると、二酸化炭素が発生する。
- ④ *p*-キシレンを酸化すると、フタル酸が生成する。
- ⑤ サリチル酸を炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると、二酸化炭素が発生する。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 5 5

- ① 塩化マグネシウムのみを不純物として含む塩化ナトリウム中のマグネシウムを分析したところ、マグネシウムは質量パーセントで1%含まれていた。したがって、この塩化ナトリウムの純度は、質量パーセントでおよそ96%である。
- ② 塩化カリウムと塩素酸カリウムの混合物 2.72 g に酸化マンガン(IV)を加え、加熱して完全に反応させたところ、標準状態で 336 mL の気体が発生した。もとの混合物中の塩化カリウムと塩素酸カリウムの物質量は等しい。
- ③ 質量百分率で、亜鉛 41.4%、窒素 17.8%、酸素 40.8% を含む化合物の組成式は  $\text{ZnN}_2\text{O}_4$  である。
- ④ 炭酸ナトリウムの結晶 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 2.86 g を水に溶かして、全体の体積を 100 mL にしたときの水溶液の濃度は 0.100 mol/L である。
- ⑤ 質量モル濃度  $A$  [mol/kg] の溶液の密度を  $\rho$  [g/mL]、溶質の分子量を  $M$  とするとき、この溶液のモル濃度 [mol/L] は  $(A \times \rho \times 1000) / (1000 + A \times M)$  と表される。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。



第2問 次の問い(問1～6)に答えよ。

問1 両性酸化物を、次の①～⑧のうちからすべて選び、解答番号6の解答欄にマークせよ。

6

- ①  $\text{Al}_2\text{O}_3$       ②  $\text{CaO}$       ③  $\text{CO}_2$       ④  $\text{CuO}$   
⑤  $\text{Na}_2\text{O}$       ⑥  $\text{SiO}_2$       ⑦  $\text{SO}_3$       ⑧  $\text{ZnO}$

問2 アンモニア水と反応する両性水酸化物として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから選べ。

7

- ①  $\text{Al}(\text{OH})_3$       ②  $\text{Ba}(\text{OH})_2$       ③  $\text{Ca}(\text{OH})_2$       ④  $\text{Cu}(\text{OH})_2$   
⑤  $\text{Fe}(\text{OH})_2$       ⑥  $\text{Fe}(\text{OH})_3$       ⑦  $\text{Mg}(\text{OH})_2$       ⑧  $\text{Zn}(\text{OH})_2$

問3 共有結合からなる酸化物を、次の①～⑧のうちからすべて選び、解答番号8の解答欄にマークせよ。

8

- ①  $\text{Al}_2\text{O}_3$       ②  $\text{CaO}$       ③  $\text{Cl}_2\text{O}_7$       ④  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   
⑤  $\text{Na}_2\text{O}$       ⑥  $\text{P}_4\text{O}_{10}$       ⑦  $\text{SiO}_2$       ⑧  $\text{SO}_3$

問4 水と反応し、酸性が最も強い化合物を生じるのはどれか。最も適当なものを、次の①～⑧のうちから選べ。

9

- ①  $\text{BaO}$       ②  $\text{CaO}$       ③  $\text{CO}_2$       ④  $\text{Cl}_2\text{O}_7$   
⑤  $\text{Na}_2\text{O}$       ⑥  $\text{P}_4\text{O}_{10}$       ⑦  $\text{SiO}_2$       ⑧  $\text{SO}_2$

問 5 元素の酸化数が +6 以上の第 3 周期元素の酸化物を，次の①～⑧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。

10

- ①  $\text{Al}_2\text{O}_3$       ②  $\text{CaO}$       ③  $\text{Cl}_2\text{O}_7$       ④  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   
⑤  $\text{P}_4\text{O}_{10}$       ⑥  $\text{SiO}_2$       ⑦  $\text{SO}_3$       ⑧  $\text{ZnO}$

問 6 次の記述のうち誤っているものを，次の①～⑧のうちから 2 つ選び，解答番号 11 の解答欄にマークせよ。

11

- ① 炭素を電極に用いて酸化アルミニウムを融解塩電解すると，陰極でアルミニウムの単体が得られる。  
② 二酸化ケイ素に水酸化ナトリウムを加え融解すると，シリカゲルが生成する。  
③ 鉛蓄電池では，正極に酸化鉛(IV)が用いられる。  
④ 十酸化四リンは，吸湿性が強く，乾燥剤として利用される。  
⑤ 有機化合物の元素分析では，試料を完全燃焼させるための酸化剤として，酸化銅(II)を用いる。  
⑥ マンガン乾電池では，酸化マンガン(IV)が酸化剤として電子を受け取る。  
⑦ 赤さびの主成分は四酸化三鉄である。  
⑧ ナトリウムの単体は空気中で速やかに酸化される。

**第3問** 次の文章を読み、問い(問1～6)に答えよ。

硝酸は、工業的には次の方法でつくられる。

反応1：ハーバー・ボッシュ法で合成された化合物アを空気と混合し、白金を触媒として約800℃で反応させ、化合物イをつくる。

反応2：化合物イを空気中で酸化して化合物ウとする。

反応3：化合物ウを水に吸収させて硝酸とする。

問1 反応1で、化合物ア 1.00 mol を完全に反応させるのに必要な酸素の物質質量として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから選べ。

mol

- ① 0.50                      ② 0.75                      ③ 1.00                      ④ 1.25  
⑤ 1.50                      ⑥ 1.75                      ⑦ 2.00                      ⑧ 2.25

問2 化合物イ、ウの記述として最も適しているものを、それぞれ次の①～⑧のうちから選べ。

イ：                      ウ：

- ① 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると得られる。  
② 常温で二量化しやすく、一部は無色の化合物に変化する。  
③ 亜硝酸アンモニウム水溶液を加熱すると得られる。  
④ シアン酸アンモニウムの加熱によって得られる。  
⑤ 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加えると得られる。  
⑥ 水に溶解しやすい無色の気体である。  
⑦ 血管を拡張させる作用を示す。  
⑧ 水に溶けて塩基性を示す。

問 3 反応 3 で、化合物ウ 1.00 mol を完全に反応させた。生成した硝酸の物質質量として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから選べ。

mol

- ① 0.333      ② 0.500      ③ 0.667      ④ 1.00  
⑤ 1.25      ⑥ 1.50      ⑦ 1.75      ⑧ 2.00

問 4 反応 1～3 は、1つの化学反応式にまとめることができる。反応 1～3 が完全に進み、5.1 kg の化合物アが全て硝酸になったとすると、70 % 硝酸は何 kg 得られるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

kg

- ① 9.6      ② 14      ③ 19      ④ 27      ⑤ 38      ⑥ 54

問 5 次の値を利用して窒素(N<sub>2</sub>)の結合エネルギーを計算すると、何 kJ/mol になるか。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから選べ。

生成熱 [kJ/mol] : ア(気) 46,    イ(気) -90,    ウ(気) -33

結合エネルギー [kJ/mol] : H—H 436,    O=O 498,    N—H 391

kJ/mol

- ① 589      ② 810      ③ 858      ④ 946      ⑤ 978      ⑥ 1130

問 6 銀に希硝酸を加えると、気体を発生しながら銀が完全に反応した。生成した気体をすべて水上置換で捕集したところ、27℃、996 hPa の大気圧のもとで 2.0 L の気体が得られた。ただし、27℃での水蒸気圧は 36 hPa とし、全ての気体が捕集され、水への溶解や空気との反応はなかったものとする。反応した銀の質量(g)として最も適当な数値を、次の①～③のうちから選べ。

g

- ① 0.083      ② 0.25      ③ 4.2      ④ 8.3  
⑤ 13      ⑥ 17      ⑦ 25      ⑧ 28



第4問 次の文章を読み、問い(問1～5)に答えよ。

$\text{Ag}^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  の4種類の金属イオンを含む水溶液アがある。各イオンを分離するために、次の操作を行った。

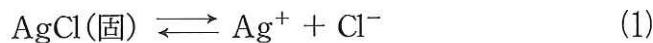
操作1：水溶液アに塩酸を加え、生じた沈殿イをろ過した。

操作2：操作1のろ液に硫化水素を通じた後、沈殿ウとろ液に分けた。

操作3：操作2のろ液を煮沸して硫化水素を追い出した後、アンモニア水を過剰に加え、生じた沈殿エをろ過した。

操作4：操作3のろ液に硫化水素を通じた後、沈殿オとろ液カに分けた。

このように、金属イオンを分離するために沈殿生成反応が利用される。また、沈殿が析出するかどうかは、溶解度積  $K_{sp}$  から知ることができる。水に難溶性の塩化銀の飽和水溶液では、次の平衡が成り立つ。これを溶解平衡という。

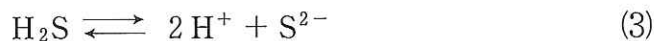


これに化学平衡の法則を適用し、 $[\text{AgCl(固)}]$ を一定とみなすと、水溶液中の銀イオンのモル濃度 $[\text{Ag}^+]$ と塩化物イオンのモル濃度 $[\text{Cl}^-]$ の積は、温度が変わらなければ一定となる。

$$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = K_{sp} \quad (2)$$

この  $K_{sp}$  を溶解度積という。 $\text{AgCl}$  の沈殿を含む飽和水溶液に塩化ナトリウムを加えると、(1)式の平衡が **a** に移動して  $\text{AgCl}$  の沈殿の量は **b** する。すなわち、**c** の場合、 $\text{AgCl}$  の沈殿が生じる。

水溶液中に硫化水素を通じると、金属イオンを沈殿させることができる。硫化水素は、水に溶けると次のように電離する。



沈殿ウとオも難溶性の塩であり、これらの飽和水溶液でも、塩化銀と同様な溶解平衡が成り立っている。溶解度積の比較的 **d** い沈殿オは、 $[\text{S}^{2-}]$ が **e** い酸性水溶液では **f** となり **g** が、水溶液を塩基性にするると、(3)式の平衡が **h** に移動して  $[\text{S}^{2-}]$ が **i** くなるため、**j** となり **k**。一方、溶解度積の比較的 **l** い沈殿ウは、 $[\text{S}^{2-}]$ が **m** い酸性水溶液でも、**n** となり **o**。

問 1  $\text{Cu}^{2+}$  イオンはどこに含まれるか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから選べ。

19

- ① 沈殿イ                      ② 沈殿ウ                      ③ 沈殿エ  
④ 沈殿オ                      ⑤ ろ液カ

問 2 沈殿エの色として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから選べ。

20

- ① 淡桃色                      ② 青白色                      ③ 黒色  
④ 暗褐色                      ⑤ 黄色                      ⑥ 白色

問 3 問題文中の  $\boxed{d}$ 、 $\boxed{k}$  にあてはまる語句として最も適当なものを、次の①～④のうちから選べ。

d :  $\boxed{21}$                       k :  $\boxed{22}$

- ① 沈殿する                      ② 沈殿しない                      ③ 小                      ④ 大

問 4 問題文中の  $\boxed{f}$ 、 $\boxed{n}$  にあてはまるものとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから選べ。

f :  $\boxed{23}$                       n :  $\boxed{24}$

- ①  $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] > K_{\text{sp}}$                       ②  $[\text{Al}^{3+}]^2[\text{S}^{2-}]^3 > K_{\text{sp}}$   
③  $[\text{Cu}^{2+}][\text{S}^{2-}] > K_{\text{sp}}$                       ④  $[\text{Zn}^{2+}][\text{S}^{2-}] > K_{\text{sp}}$   
⑤  $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] < K_{\text{sp}}$                       ⑥  $[\text{Al}^{3+}]^2[\text{S}^{2-}]^3 < K_{\text{sp}}$   
⑦  $[\text{Cu}^{2+}][\text{S}^{2-}] < K_{\text{sp}}$                       ⑧  $[\text{Zn}^{2+}][\text{S}^{2-}] < K_{\text{sp}}$

問 5 次の記述のうち誤っているものを、次の①～⑧のうちから2つ選び、解答番号25の解答欄にマークせよ。

25

- ① 塩化銀の飽和水溶液の濃度が  $1.4 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  のとき、この温度での塩化銀の溶解度積は  $2.0 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$  である。
- ②  $\text{Ag}_2\text{S}$ ,  $\text{MnS}$ ,  $\text{FeS}$  はいずれも中性～塩基性溶液でのみ沈殿する。
- ③ アンモニア水に塩化アンモニウムを加えると、溶液の塩基性が弱まる。
- ④ 塩化銀の沈殿を含む飽和水溶液に硝酸銀を加えると、塩化銀の沈殿は増加する。
- ⑤ 塩化ナトリウムの飽和水溶液に濃塩酸を加えると、塩化ナトリウムの結晶が析出する。
- ⑥ 硫酸バリウムの沈殿を水で洗うよりも、希硫酸で洗浄するほうが、硫酸バリウムは溶けにくくなる。
- ⑦ 塩化銀の沈殿を含む飽和水溶液にアンモニア水を加えると、塩化銀の沈殿は溶解する。
- ⑧ 溶解度積の大きい塩ほど、その塩は沈殿しやすい。

第5問 次の文章を読み、問い(問1～4)に答えよ。

油脂A 6.42 g は、1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 22.5 mL で完全に加水分解された。この反応液に塩酸を加え、十分に酸性にしてからジエチルエーテルを用いて抽出したところ、飽和脂肪酸Bと、いずれも三重結合を持たない2種類の不飽和脂肪酸C、Dが得られた。一方、油脂A 3.21 g を触媒存在下、完全に水素化したところ、標準状態で252 mLの水素が付加し、油脂Eが得られた。これを水酸化ナトリウム水溶液で完全に加水分解した後、塩酸を加え、十分に酸性にしてからジエチルエーテルで抽出したところ、飽和脂肪酸BとFが得られた。脂肪酸B 14.2 mg を完全燃焼させると、二酸化炭素 39.6 mg と水 16.2 mg が得られた。

一般に、過マンガン酸カリウムを用いてアルケンの酸化開裂反応を行うと、次のような反応が起こる。



この反応を脂肪酸Dについて行うと、炭素原子数9の2価カルボン酸と炭素原子数7の1価カルボン酸が生成した。

問1 油脂Aの分子量として最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから選べ。

26

- ① 830                      ② 832                      ③ 856                      ④ 858  
⑤ 860                      ⑥ 886                      ⑦ 888                      ⑧ 890

問2 脂肪酸C 4.20 g に触媒存在下で水素を完全に付加させた場合、反応した水素は標準状態で何 mL か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

27 mL

- ① 336                      ② 504                      ③ 672  
④ 756                      ⑤ 1008                      ⑥ 1344



問 3 油脂 E 4.31 g を完全に加水分解するのに必要な 1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液は何 mL か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

mL

- ① 1.50                      ② 3.00                      ③ 5.00  
④ 9.00                      ⑤ 12.0                      ⑥ 15.0

問 4 次の記述のうち誤っているものを、次の①～⑤のうちからすべて選び、解答番号 29 の解答欄にマークせよ。

- ① 脂肪酸 B の融点は、脂肪酸 F の融点より高い。  
② 脂肪酸 C の融点は、脂肪酸 B の融点より高い。  
③ 脂肪酸 D の融点は、脂肪酸 F の融点より高い。  
④ 油脂 A の融点より、油脂 E の融点のほうが高い。  
⑤ 同じ質量の油脂 A と油脂 E をけん化するために必要な水酸化ナトリウムの質量は、油脂 A の場合の方が少ない。