

# 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	1～12	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	13～23	
生 物	24～36	

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、また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下記の該当欄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

解答する分野名二つを○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	④	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。鉛筆の色や消しにくく残ったり、 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、つぎの数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Al = 27, B = 11,

Be = 9.0, Ca = 40, Cl = 35.5, Fe = 56, K = 39,

Li = 7.0, Mg = 24, Na = 23, P = 31, S = 32, Si = 28,

Sr = 88, Zn = 65

酢酸の電離定数： $K_a = 2.80 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$

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

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

**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 天然に存在する銅には2種類の同位体が存在する。一つは $^{65}\text{Cu}$ で、存在比は30.8%である。銅の原子量は63.6であることから、もう一つの同位体は $^{63}\text{Cu}$ である。
- ② 160gの $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を水600gに溶かした。この溶液の質量パーセント濃度は11.5%である。
- ③ 理想気体の物質量を $n$ [mol]、圧力を $P$ [Pa]、体積を $V$ [l]、絶対温度を $T$ [K]、気体定数を $R$ [ $\text{Pa}\cdot\text{l} / (\text{K}\cdot\text{mol})$ ]とすると、 $PV / (nRT)$ の値は常に1である。
- ④ aグラムの金属Mを用いてbグラムの塩化物を得た。Mの原子価を3とすると、Mの原子量は $(106.5 \times a) / (b - a)$ で表される。
- ⑤ ヘモグロビンを分析したところ、質量パーセント濃度で0.34%の鉄を含むことがわかった。ヘモグロビン1分子には4原子の鉄が含まれていることから、ヘモグロビンの分子量はおよそ $6.6 \times 10^4$ と計算される。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 2 2

- ① 反応速度は、温度一定のとき反応物の濃度を高くすると大きくなるが、反応速度定数は、温度が一定なら反応物の濃度に無関係である。
- ② ヨウ化水素の熱分解でヨウ素と水素が生成する反応では、ヨウ化水素の分解速度とヨウ素の生成速度は等しい。
- ③ 一定温度において、過酸化水素が分解し酸素と水を生じる反応では、過酸化水素の分解速度は反応の進行とともに小さくなるが、この反応の反応速度定数は反応時間によらず一定である。
- ④ 反応温度を上げると、活性化エネルギーより大きいエネルギーをもつ分子の割合が増加するので、反応速度は増大する。
- ⑤ 触媒がないときの正反応と逆反応の活性化エネルギーをそれぞれ  $E_1$ 、 $E_2$ 、触媒を用いた逆反応の活性化エネルギーを  $E_3$  とすると、触媒を用いた正反応の活性化エネルギーは  $E_3 - E_2 + E_1$  で表される。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 3 3

- ① 酸性水溶液中と塩基性水溶液中では、過マンガン酸カリウムが相手の物質から受け取る電子数は異なる。
- ② 水溶液中でオゾンが酸化剤としてはたらく場合、2個の電子を相手の物質から受け取る。
- ③ ヨウ化カリウム水溶液に塩素を通じると、水溶液の色が褐色になる。この反応で、塩素は酸化剤、ヨウ化カリウムは還元剤としてはたらいっている。
- ④ 二酸化硫黄や硫化水素は、相手の物質によって酸化剤にも還元剤にもなりうる。
- ⑤ 過酸化水素は、酸性水溶液中で酸化剤としてはたらくときは水を生成し、還元剤としてはたらくときは、酸素を生成する。
- ⑥ ①～⑤に誤りはない。

問 4

4

- ① 酸素分子 1 個の質量は、約  $5.3 \times 10^{-23}$  g である。
- ② マグネシウム、ナトリウム、ダイヤモンドの固体では、自由電子が原子を結びつけている。
- ③ 陽子の質量と中性子の質量は、ほぼ等しい。
- ④ 内側から  $n$  番目の電子殻には、最大  $2n^2$  個の電子を収容できる。
- ⑤  $^{56}\text{Fe}^{2+}$  に含まれる電子数は 24、中性子数は 30 である。
- ⑥ ①～⑤ に誤りはない。

問 5

5

- ① 油脂は脂肪酸と 3 価アルコールに加水分解される脂質であるが、加水分解されない脂質もある。
- ② 球状タンパク質やアミロースの水溶液は親水コロイドである。
- ③ 脂肪の構成成分には飽和脂肪酸が多く含まれ、脂肪油の構成成分には不飽和脂肪酸が多く含まれる。
- ④ グリシンの等電点では、陽イオン、陰イオン、双性イオンの平衡混合物の電荷が全体として 0 になっている。
- ⑤ 動植物に存在する油脂を構成する脂肪酸には、炭素原子数が 16、17、18 の脂肪酸が多い。
- ⑥ ①～⑤ に誤りはない。

第2問 次の問い(問1～2)に答えよ。

問1 内容積10 lの容器を排気して水4.5 gを入れた。この容器内の温度を60℃に保ったとき、容器内に液体として存在する水は何gか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。ただし、60℃における飽和水蒸気圧は200 hPaである。

g

- ① 0.70                      ② 1.3                      ③ 2.0  
④ 2.5                      ⑤ 3.2                      ⑥ 3.8

問2 メタン(気体)の生成熱は74.4 kJ/molである。また、水素分子のH-HおよびメタンのC-Hの結合エネルギーは、それぞれ432 kJ/mol, 411 kJ/molである。炭素(黒鉛)の昇華熱として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

kJ/mol

- ① 506                      ② 706                      ③ 780  
④ 880                      ⑤ 938                      ⑥ 1570

### 第3問 次の文を読み、問い(問1～5)に答えよ。

12種類の典型元素ア～シがある。この中で、ア～オの5種類は金属元素であり、他は全て非金属元素である。一方、カ、キ、クは同族元素であり、イ、キ、ケは周期表で同じ周期の元素である。ウ、エ、オ、コ、サ、シの原子の最外殻は、M殻である。

- (1) 常温における単体を比較すると、キ、ケ、コは気体、ア、カは液体で、他は全て固体である。
- (2) 単体が二原子分子からなるものは、カ、キ、ク、ケである。
- (3) ウ、エ、オ、ケ、サの酸化物の性質を調べると、エ、オからの酸化物は酸と反応し、ケ、サの酸化物は塩基と反応したが、ウの酸化物は酸とも塩基とも反応した。
- (4) サの水素化合物をアの陽イオンの酸性水溶液に通じると黒色沈殿を生じた。
- (5) 単体がダイヤモンドに似た共有結合の結晶を形成するのはシである。
- (6) イ、エ、オの炎色反応を行ったところ、オだけ炎色反応を示した。

問1 イとシの原子の最外殻電子数の和はいくつか。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから選べ。

- |     |     |     |      |
|-----|-----|-----|------|
| ① 3 | ② 4 | ③ 5 | ④ 6  |
| ⑤ 7 | ⑥ 8 | ⑦ 9 | ⑧ 10 |

問2 水素化合物の水溶液が弱酸性を示すものを、次の①～⑥のうちから全て選び、解答番号9の解答欄にマークせよ。

- |     |     |     |
|-----|-----|-----|
| ① エ | ② オ | ③ カ |
| ④ キ | ⑤ ケ | ⑥ サ |

問 3 ケ、コの記述として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから選べ。

ケ       コ

- ① 単体は反応性が小さく、他の原子と結合しにくい。
- ② 亜鉛に希硫酸を加えると単体が発生する。
- ③ 単体を水酸化カルシウムに吸収させてつくった化合物は、漂白剤として用いられる。
- ④ 単体には、同素体がある。
- ⑤ 単体は、水と激しく反応する。
- ⑥ 単体は、植物の光合成で生成される。
- ⑦ 水素化合物の分子の形は、三角すいである。
- ⑧ 陽子の数と中性子の数の和は4である。

問 4 ウ、エ、オ、コ、サ、シの中で、イオン化エネルギーが2番目に大きい原子を、次の①～⑥のうちから選べ。

- |     |     |     |
|-----|-----|-----|
| ① ウ | ② エ | ③ オ |
| ④ コ | ⑤ サ | ⑥ シ |

問 5 ウとエの単体の混合物 X がある。この半分をとり空气中で完全に燃焼させたところ、白色粉末が 56 g 得られた。一方、残りに過剰の塩酸を加え十分反応させると、標準状態で 36.4 l の気体が発生した。混合物 X に含まれるエの質量はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

g

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| ① 3.0 | ② 4.8 | ③ 6.0 |
| ④ 9.0 | ⑤ 12  | ⑥ 22  |

第4問 次の文を読み、問い(問1～5)に答えよ。

酢酸水溶液 A の濃度を求めるため、以下のような実験を行った。

- (1) シュウ酸二水和物  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  2.52 g を正確にはかりとり 100 ml のビーカーに加えた。ここに純水を加え完全に溶解したのち、500 ml のメスフラスコ<sup>㉑</sup>に移した。用いたビーカーを少量の純水で洗い、この液もメスフラスコ<sup>㉑</sup>に入れた。さらに、メスフラスコの標線まで純水を加えて 500 ml とし、栓をしてよく振った。
- (2) ホールピペットで(1)のシュウ酸水溶液 20.0 ml をコニカルビーカー<sup>㉒</sup>に取り、フェノールフタレイン<sup>㉓</sup>を加えた。
- (3) 水酸化ナトリウム水溶液 B をビュレット<sup>㉔</sup>に入れた。
- (4) (2)の溶液を(3)の水酸化ナトリウム水溶液 B で滴定したところ、中和点に達するのに 12.5 ml を要した。
- (5) 酢酸水溶液 A 10.0 ml をホールピペットでコニカルビーカーに取り、フェノールフタレインを加えた。(3)の水酸化ナトリウム水溶液 B で滴定したところ、中和点に達するのに 8.00 ml を要した。

問 1 濃度が正確な水酸化ナトリウム水溶液を調製するのは困難である。この理由の1つとして、水酸化ナトリウムの固体を空気中に放置すると、水蒸気を吸収してその水にとける現象をあげることができる。このような性質をもつ物質を、次の①～⑧のうちから全て選び、解答番号 14 の解答欄にマークせよ。

14

- |                            |                   |                            |                            |
|----------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① $\text{Al}(\text{OH})_3$ | ② $\text{CaCl}_2$ | ③ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | ④ $\text{CaCO}_3$          |
| ⑤ $\text{KOH}$             | ⑥ $\text{MgCl}_2$ | ⑦ $\text{NaHCO}_3$         | ⑧ $\text{Zn}(\text{OH})_2$ |

問 2 酢酸水溶液 A のモル濃度として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから選べ。

15 mol/l

- |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① $2.56 \times 10^{-2}$ | ② $5.12 \times 10^{-2}$ | ③ $7.17 \times 10^{-2}$ |
| ④ $1.02 \times 10^{-1}$ | ⑤ $1.43 \times 10^{-1}$ | ⑥ $2.04 \times 10^{-1}$ |



問 3 酢酸水溶液 A 20.0 ml に水酸化ナトリウム水溶液 B を 10.0 ml 滴下した。このときの溶液の水素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。

16 mol/l

- ①  $4.15 \times 10^{-6}$       ②  $5.60 \times 10^{-6}$       ③  $8.30 \times 10^{-6}$   
 ④  $1.12 \times 10^{-5}$       ⑤  $1.66 \times 10^{-5}$       ⑥  $2.24 \times 10^{-5}$

問 4 pH が 12.0 の溶液をつくりたい。0.10 mol/l の塩酸水溶液 15.0 ml に、水酸化ナトリウム水溶液 B 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。

17 ml

- ① 8.02    ② 10.1    ③ 14.0    ④ 17.5    ⑤ 22.8    ⑥ 30.6

問 5 次の①～⑦の記述の中で誤りを含むものを全て選び、解答番号 18 の解答欄にマークせよ。

18

- ① 指示薬としてメチルオレンジを用いて、酢酸水溶液 A 10.0 ml を水酸化ナトリウム水溶液 B で滴定した。水酸化ナトリウム水溶液 B を 8.00 ml 滴下する間、溶液の色に変化は見られなかった。
- ② 酢酸水溶液 A のモル濃度を C、水素イオン濃度を  $[H^+]$  としたとき、酢酸の電離定数  $K_a$  は  $[H^+]^2 / (C - [H^+])$  と表せる。
- ③ 酢酸水溶液 A を純水で希釈して、濃度を  $\frac{1}{5}$ 、 $\frac{1}{10}$  の溶液としても、温度が一定であれば、酢酸の電離定数  $K_a$  は一定である。
- ④ 酢酸水溶液 A の電離度を  $\alpha$  としたとき、酢酸水溶液 A の濃度を  $\frac{1}{4}$  にすると、その濃度における酢酸の電離度は  $2\alpha$  と表せる。
- ⑤ 酢酸水溶液 A 10.0 ml に水酸化ナトリウム水溶液 B 4.00 ml を加えた溶液は、緩衝作用を示す。
- ⑥ 酢酸水溶液 A 10.0 ml に水酸化ナトリウム水溶液 B 8.00 ml を加えた溶液の pH は 7 である。
- ⑦ 問題文中のガラス器具②から⑥のうち、純水で洗浄後、ぬれたまま使用してよいのは、②、⑤、⑥である。

**第5問** 次の文を読み、問い(問1～5)に答えよ。

炭素、水素、酸素からなる化合物 A から E は、2 価カルボン酸のエステル(分子量 300 以下)である。A から E をそれぞれ 32.0 mg はかりとり完全燃焼させたところ、いずれも水 21.6 mg と二酸化炭素 61.6 mg が得られた。また、A から E を炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると、E だけ二酸化炭素を発生した。

- (1) 化合物 A を加水分解すると、2 価カルボン酸 F と 2 種類のアアルコール G, H が得られた。
- (2) 化合物 B 40 mg を加水分解すると、2 価カルボン酸 I 26 mg と 1 種類のアアルコール G 23 mg が得られた。
- (3) 化合物 C を加水分解すると、還元性を示す 2 価カルボン酸 J と 2 種類のアアルコール G, K が得られた。K を酸化すると中性の化合物が生成した。
- (4) 化合物 D を加水分解すると、還元性を示す 2 価カルボン酸 J と 2 種類のアアルコール H, L が得られた。アアルコール L は不斉炭素原子をもつ。
- (5) 化合物 E を加水分解すると、還元性を示す 2 価カルボン酸 J と 1 種類のアアルコール M が得られた。



問 3 アルコールH, K, Lの記述として適当なものを, 次の①~⑧のうちから全て選び, それぞれ解答番号 21, 22, 23 の解答欄にマークせよ。なお, 同じ番号をそれぞれ別の解答欄に選んでもよい。

H  K  L

- ① 分子内の脱水反応でアルケンが生成する。
- ② 触媒存在下, 高温高压のもとでエチレンに水蒸気を作用させてつくる。
- ③ 濃硫酸を加えて, 約 140 °C に加熱すると揮発性液体を生じる。
- ④ 酸化するとアルデヒドが生成する。
- ⑤ デンプンの発酵で生成する。
- ⑥ 酸化して生成した化合物は, クメン法でも合成される。
- ⑦ 触媒存在下, 一酸化炭素と水素から合成される。
- ⑧ ヨードホルム反応を示す。

問 4 アルコールMとしてさまざまな異性体が考えられる。不斉炭素原子を含むアルコールは何種類あるか。最も適当な数値を次の①~⑧のうちから選べ。

- |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| ① 0 | ② 1 | ③ 2 | ④ 3 |
| ⑤ 4 | ⑥ 5 | ⑦ 6 | ⑧ 7 |

問 5 2価カルボン酸IとアルコールLから合成したエステルNを, 炭酸水素ナトリウム水溶液に加えても二酸化炭素は発生しなかった。エステルNの分子量として最も適当な数値を, 次の①~⑥のうちから選べ。

- |       |       |       |
|-------|-------|-------|
| ① 132 | ② 146 | ③ 188 |
| ④ 202 | ⑤ 216 | ⑥ 230 |

平成 21 年度 一般入学試験問題正誤表 [ 理 科 ]

( 化 学 )

頁	行	問題	誤	正
18	上から 1 行目	第 3 問 問 3	ㄨ, コの記述…	サ, コの記述…
18	上から 2 行目	第 3 問 問 3	ㄨ <input type="text" value="10"/>	サ <input type="text" value="10"/>
20	上から 5 行目	第 4 問 問 3	② $5.60 \times 10^{-6}$ (誤植がある場合)	② $5.60 \times 10^{-6}$

( 生 物 )

頁	行	問題	誤	正
24	下から 11 行目	第 1 問 問 1	…感知し, B 細胞からの…	…感知し, ランゲルハンス島の B 細胞からの…
35	上から 11 行目 注 3	第 4 問 問 7	… <u>DAN</u> 複製は, …	… <u>DNA</u> 複製は, …
	上・下 から 行目			