

一般入学試験

理 科 (100分)

I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は41ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。  
 物理 4～13ページ  
 化学 14～29ページ  
 生物 30～41ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚、下書き用紙は1枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
  - ① 受験番号欄  
 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。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ります。
  - ② 氏名欄  
 氏名・フリガナを記入しなさい。
  - ③ 解答科目欄  
 解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 問題冊子の表紙および下書き用紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。問題冊子と下書き用紙は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問①の③と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号			

# 化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を用いなさい。

原子量：H=1.0, C=12, O=16, Al=27

アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

1 次の問1, 2に答えなさい。〔解答番号  ~  〕

問1 次の(1)~(8)に答えなさい。答えは、それぞれの①~⑤のうちから一つずつ選びなさい。

(1) 半径が最も大きいもの。

- ①  $\text{Mg}^{2+}$       ②  $\text{S}^{2-}$       ③  $\text{Cl}^-$       ④  $\text{K}^+$       ⑤  $\text{Ca}^{2+}$

(2) 以下の各反応において、下線を引いた物質のうち酸化剤として働いているもの。

- ①  $\underline{\text{SO}_2} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$   
②  $\underline{\text{SnCl}_2} + 2\text{HgCl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4 + \text{Hg}_2\text{Cl}_2$   
③  $\underline{\text{K}_2\text{CrO}_4} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbCrO}_4 + 2\text{KNO}_3$   
④  $\underline{\text{FeCl}_3} + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$   
⑤  $\underline{\text{KClO}_3} + 3\text{SO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{SO}_4$

(3) 水溶液にフェノールフタレインを加えると、溶液の色が赤くなるもの。

- ①  $\text{Na}_3\text{PO}_4$       ②  $\text{Na}_2\text{SO}_4$       ③  $\text{NaClO}_4$       ④  $\text{NaCl}$   
⑤  $\text{NaI}$

(4) 次の文章のうち、誤りを含むもの。 4

- ① 水に不揮発性溶質を加えた水溶液の沸点は、水よりも高くなる。
- ② 水と反応しない気体の水に対する溶解度は、高温で小さくなる。
- ③ 溶液と、その溶媒とを、半透膜をはさんで接触させると、溶媒は溶液側に浸透しようとする。
- ④ 電池において、電解槽の溶液中を正極側から負極側へと移動するイオンは陽イオンである。
- ⑤ 電気分解の陽極で起こる反応は酸化である。

(5)  $C_nH_m$  の分子式で示される炭化水素がある。この炭化水素 1 mol を完全燃焼するのに 10 mol の酸素を必要とする。このとき、 $m$  と  $n$  の関係式として正しいもの。 5

- ①  $n + \frac{m}{4} = 10$
- ②  $2n + \frac{m}{2} = 10$
- ③  $\frac{n}{2} + m = 10$
- ④  $\frac{n}{2} + 2m = 10$
- ⑤  $n + 2m = 10$

(6) 脂肪族化合物の反応に関する次の記述のうち、誤りを含むもの。 6

- ① エチレンに塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)触媒存在下酸素を作用させて得られる有機化合物は、フェーリング反応をしめす。
- ② アセチレンに硫酸水銀(Ⅱ)存在下水を作用させて得られる有機化合物は、ヨードホルム反応をしめす。
- ③ プロペンに水を付加させて得られる2種の有機化合物のうち1つは、酢酸カルシウムの乾留によっても得られる。
- ④ メタノールの蒸気の中に、赤熱した銅線を入れると、ホルムアルデヒドが生じる。
- ⑤ 酢酸に十酸化四リンを加えて熱すると、無水酢酸が生じる。

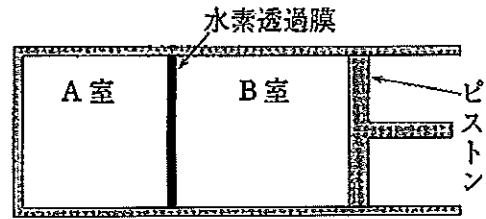
(7) 芳香族化合物の反応に関する次の記述のうち、正しいもの。 7

- ① ベンゼンに紫外線照射下塩素を反応させたのち、水酸化ナトリウム水溶液と高温高圧で反応させると、ナトリウムフェノキシドが得られる。
- ② ナトリウムフェノキシドの水溶液に常温常圧で二酸化炭素を吹き込むと、サリチル酸ナトリウムが得られる。
- ③ サリチル酸に無水酢酸を加えておだやかに加熱したのち、反応液を常温まで冷却してから飽和炭酸水素ナトリウム水溶液に注ぐと、アセチルサリチル酸が分離する。
- ④ 濃硝酸と濃硫酸の混合物にベンゼンを加えて60℃で反応させ、常温まで冷却すると、ニトロベンゼンの油滴が反応液の上部に分離する。
- ⑤ ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を加え、加熱下で反応させた後、常温まで冷却すると、アニリンの油滴が反応液の上部に分離する。

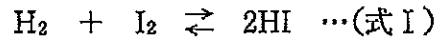
(8) アミノ酸と糖類に関する次の記述のうち、誤りを含むもの。 8

- ① タンパク質を構成する $\alpha$ -アミノ酸のうち、グリシン以外の $\alpha$ -アミノ酸は、すべて光学異性体の混合物である。
- ② アスパラギン酸、アラニン、リシンの混合水溶液を pH10 に保ち、直流電源を接続して電気泳動したとき、最も陽極側に移動しやすいものはアスパラギン酸である。
- ③ フルクトース、スクロース、アミロースのうち、フルクトースだけは顕著な還元性をしめす。
- ④  $\alpha$ -グルコースと $\beta$ -グルコースは、光学異性体の関係にはない。ただし、光学異性体とは、実像と鏡像の関係にある立体異性体である。
- ⑤ 鎖状グルコースと $\alpha$ -グルコースは、構造異性体の関係にある。

問2. 右図のようなピストン付きの装置を用いて実験を行った。A室とB室は、水素のみを自由に透過し、他の気体を透過しない水素透過膜で仕切られている。水素は、A室とB室の体積比に応じて分配される。



いま、体積  $2.0\text{ l}$  の A 室で式 I の反応を行った。以下の(1), (2)に答えなさい。なお、容器の熱膨張は無視でき、水素透過膜の変形や、膜に取り込まれる気体の量は無視できる。また、容器内の物質はすべて理想気体であり、式 I 以外の化学反応は起こらないものとする。



(1) A 室にヨウ化水素を  $2.0\text{ mol}$  入れ、温度を  $300\text{ K}$  とすると、圧力は  $P(\text{Pa})$  を示した。その後、B 室の体積を  $0.50\text{ l}$  に固定し、A, B 室の温度を  $600\text{ K}$  にすると反応が起こり、やがて化学平衡に到達した。このときの A 室の圧力は  $1.95 P(\text{Pa})$  であった。 $600\text{ K}$  における式 I の濃度平衡定数はいくらか。最も近い数値を、次の①~⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 30      ② 45      ③ 60      ④ 90      ⑤ 120

(2) (1)の平衡状態から、A, B 室の温度を  $600\text{ K}$  に保ち、B 室の体積を  $8.0\text{ l}$  に増やすと、別の平衡状態に達した。このとき B 室に存在する水素  $\text{H}_2$  の物質は何  $\text{mol}$  か。最も近い数値を、次の①~⑤のうちから一つ選びなさい。

mol

- ① 0.21      ② 0.26      ③ 0.32      ④ 0.40      ⑤ 0.50

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

2 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

$\text{Ag}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  の硝酸塩を混合した水溶液がある。各金属イオンの濃度は  $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$  で等しい。この水溶液に対して以下の操作を連続して行った。必要があれば以下の平衡定数を用いなさい。

硫化水素の電離平衡定数

$$\frac{[\text{H}^+]^2[\text{S}^{2-}]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 1.0 \times 10^{-21} (\text{mol/l})^2$$

硫化物の溶解度積

$$[\text{Cu}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 6.0 \times 10^{-36} (\text{mol/l})^2$$

$$[\text{Pb}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 1.0 \times 10^{-28} (\text{mol/l})^2$$

$$[\text{Zn}^{2+}][\text{S}^{2-}] = 1.0 \times 10^{-22} (\text{mol/l})^2$$

操作1：この水溶液 100 ml をとり、 $1.0 \text{ mol/l}$  硫酸 2.0 ml を加えたところ、沈殿 A が生じたのでこれをろ過して取り除いた。

操作2：操作1のろ液に  $1.0 \text{ mol/l}$  塩酸 1.0 ml を加えたところ、沈殿 B が生じたので、これをろ過して取り除いた。

操作3：操作2のろ液に硫化水素を吹き込むと、沈殿 C が生じた。このとき水中の  $\text{H}_2\text{S}$  濃度は  $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/l}$ 、水素イオン濃度は  $0.50 \text{ mol/l}$  だった。

操作4：操作3のろ液中の  $\text{H}_2\text{S}$  濃度を  $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/l}$  に保ちながら、水酸化ナトリウムを加えて塩酸を中和してゆくと、やがて沈殿 D が生じ始めた。

問1 沈殿 A、B の化学式として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから一つずつ選びなさい。A：  ， B：

- |                            |                   |                   |                   |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ | ② $\text{CuSO}_4$ | ③ $\text{PbSO}_4$ | ④ $\text{ZnSO}_4$ |
| ⑤ $\text{AgCl}$            | ⑥ $\text{CuCl}_2$ | ⑦ $\text{PbCl}_2$ | ⑧ $\text{ZnCl}_2$ |



問2 沈殿 C, D の化学式として最も適切なものを, 次の①~⑧のうちから一つずつ  
選びなさい。C: , D:

- ①  $\text{Ag}_2\text{S}$                       ②  $\text{CuS}$                       ③  $\text{PbS}$                       ④  $\text{ZnS}$   
⑤  $\text{Ag}_2\text{O}$                       ⑥  $\text{Cu}(\text{OH})_2$               ⑦  $\text{Pb}(\text{OH})_2$               ⑧  $\text{Zn}(\text{OH})_2$

問3 操作3で沈殿 C が生じることは, このときの金属イオンの濃度  $[\text{M}]$  と  $[\text{S}^{2-}]$   
の積  $[\text{M}] \times [\text{S}^{2-}]$  の値が, この金属の溶解度積よりも大きいことから判断でき  
る。このときの金属イオンの濃度  $[\text{M}]$  と  $[\text{S}^{2-}]$  の積  $[\text{M}] \times [\text{S}^{2-}]$  の値として最も  
近い数値を, 次の①~⑤のうちから一つ選びなさい。ただし, 金属イオンの濃度  
は  $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$  とする。   $(\text{mol/l})^2$

- ①  $4.0 \times 10^{-24}$                       ②  $6.0 \times 10^{-24}$                       ③  $1.0 \times 10^{-23}$   
④  $5.0 \times 10^{-23}$                       ⑤  $8.0 \times 10^{-23}$

問4 操作4で, 沈殿 D が生じ始めるときの pH はいくらか。最も近い数値を, 次  
の①~⑤のうちから一つ選びなさい。ただし, 金属イオンの濃度は  $1.0 \times 10^{-2}$   
 $\text{mol/l}$  とする。

- ① 1                      ② 2                      ③ 3                      ④ 4                      ⑤ 5

3 ハロゲンに関する次の文章を読み、下の問1～3に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

ハロゲン原子は最外殻電子の数が  個で、電子を1個取り込んで陰イオンになりやすく、例えば、フッ化物イオンはネオンと、塩化物イオンは  と、それぞれ同じ電子配置をとって安定化する。ヨウ素は室温で固体であり、固体から直接気体に変化する  性のある分子結晶を形成する。また、ハロゲン単体の酸化力は、周期表の下に行くほど低下する。

問1 文中の  ～  にあてはまる数字、または語句の組合せとして正しいものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

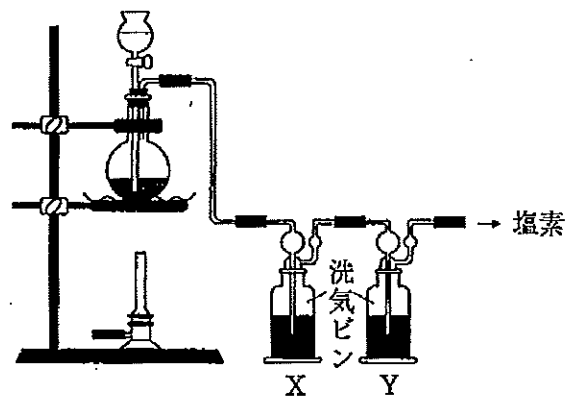
	ア	イ	ウ
①	7	ヘリウム	揮発
②	7	アルゴン	昇華
③	7	クリプトン	揮発
④	17	ヘリウム	昇華
⑤	17	アルゴン	揮発
⑥	17	クリプトン	昇華

問2 次のA～Dのうち、反応が起こらないものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- A. 塩化カリウム水溶液に臭素水を加える。
- B. 臭化カリウム水溶液に塩素ガスを通す。
- C. ヨウ化カリウム水溶液に臭素水を加える。
- D. ヨウ化カリウム水溶液に塩素ガスを通す。

- ① Aのみ            ② Bのみ            ③ Cのみ            ④ Dのみ
- ⑤ A, B            ⑥ A, D            ⑦ B, C            ⑧ B, D

問3 試薬として、酸化マンガン(IV)と濃塩酸を用い、下図の実験装置で塩素を発生させた。以下の(1)、(2)に答えなさい。



(1) 洗気ビン X, Y に入れる物質名と、捕集法の組合せとして正しいものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

	X	Y	捕集法
①	濃硫酸	水酸化ナトリウム水溶液	上方置換
②	水	濃硫酸	下方置換
③	水酸化ナトリウム水溶液	水	水上置換
④	濃硫酸	水	上方置換
⑤	水	水酸化ナトリウム水溶液	下方置換
⑥	水酸化ナトリウム水溶液	濃硫酸	水上置換

(2) 塩素の性質を示す記述として正しいものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- A. 塩基性の気体である。
- B. 黄緑色の気体である。
- C. 濃塩酸をつけたガラス棒を近づけると白煙を生じる。
- D. 地球温暖化の主な原因となっている。

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ① Aのみ  | ② Bのみ  | ③ Cのみ  | ④ Dのみ  |
| ⑤ A, B | ⑥ A, D | ⑦ B, C | ⑧ B, D |

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

4 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

アルミニウムは、ボーキサイトから取り出した酸化アルミニウムを融解塩電解することによって製造される。

化学式  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  で示されるボーキサイトに、(a)濃い水酸化ナトリウムを作用させ、不純物をろ過により除く。次いで、(b)ろ液に多量の水を加えて沈殿を生じさせた後、この沈殿を強熱して純粋な酸化アルミニウムを得る。

酸化アルミニウムの融点は高いので、これを氷晶石と混合して低温で融解させ、炭素を電極として電気分解する。(c)陽極では一酸化炭素と二酸化炭素の混合気体が得られ、陰極ではアルミニウムが得られる。

問1 下線部(a)で起こる反応によって生成する物質として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ①  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, \text{H}_2$       ②  $\text{Al}(\text{OH})_3$       ③  $\text{Al}(\text{OH})_3, \text{O}_2$   
④  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$       ⑤  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4], \text{O}_2$

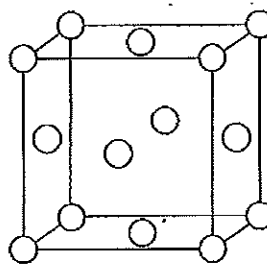
問2 下線部(b)について、質量%で60%の酸化アルミニウム一水和物  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  を含有するボーキサイト10tを用いると、この沈殿は何t得られるか。最も近い数値を、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、反応、分離は完全に行われるものとする。  t

- ① 3.9      ② 4.6      ③ 6.5      ④ 7.8      ⑤ 13

問3 下線部(c)について、陽極で炭素が 1.5 kg 消費されたとき、陰極からアルミニウム 2.7 kg が得られた。このとき陽極で発生した二酸化炭素は何 mol か。最も近い数値を、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。  mol

- ① 10                      ② 25                      ③ 50  
 ④ 75                      ⑤ 100

問4 アルミニウムの結晶は、右図のような面心立方格子をとる。なお、白丸は原子の中心点を表したものであり、実際には最近接原子どうしは剛体球として接している。



アルミニウム 10 g 中には、単位格子は何個含まれていることになるか。最も近い数値を、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

個

- ①  $1.1 \times 10^{22}$                       ②  $5.6 \times 10^{22}$                       ③  $1.1 \times 10^{23}$   
 ④  $5.6 \times 10^{23}$                       ⑤  $1.1 \times 10^{24}$

5

次の文章を読み、下の問1～3に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

同じ分子式  $C_9H_{18}O_2$  をもつ脂肪族化合物 A, B は、いずれも不斉炭素原子を持っている。

A を加水分解すると、アルコール C とカルボン酸 E が、B を加水分解すると、アルコール D とカルボン酸 F が得られた。C と F は、いずれも不斉炭素原子を持っている。

C を硫酸酸性二クロム酸カリウムで酸化すると、中性物質 G を生じ、D を同様に酸化すると、中性物質 H を生じた。

G はヨウ素の水酸化ナトリウム水溶液と反応して、ヨードホルムと E のナトリウム塩を生じた。 H はアンモニア性硝酸銀水溶液と反応して、銀と E のアンモニウム塩を生じた。

C に濃硫酸を加えて加熱すると、I および J が得られた。I, J とともに臭素の四塩化炭素溶液と反応し、その赤褐色を直ちに脱色した。I に水を付加させると第3級アルコールが得られた。

問1 下線部の記述より、アルコール C の炭素数が類推できる。C に含まれる炭素数は何個か。最も適切な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

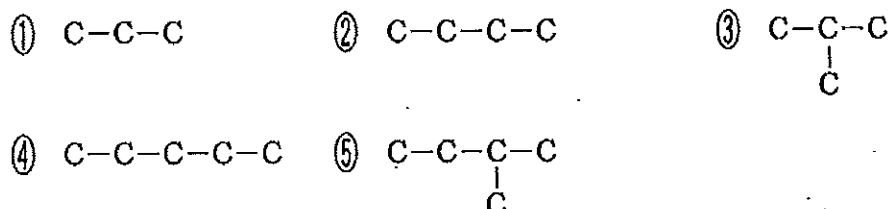
個

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

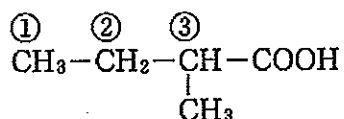


問2 アルコール C, D, カルボン酸 E, F は, 下の①~⑤の炭素骨格に, ヒドロキシ基またはカルボキシル基が結合したものである。C~Fの炭素骨格として正しいものはどれか。次の①~⑤のうちから一つずつ選びなさい。

C: , D: , E: , F:



問3 炭素原子の級数とは, その炭素原子に結合している炭化水素基やカルボキシル基の数である。例えば, 次の化合物の①は1級炭素, ②は2級炭素, ③は3級炭素である。



C, Dについて, ヒドロキシ基が結合している炭素原子の級の数として正しいものはどれか。次の①~③のうちから一つずつ選びなさい。

C: , D:

① 1                      ② 2                      ③ 3