

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57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 4～23ページ  
 化学 24～37ページ  
 生物 38～57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 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子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：He=4.0

$\log_{10}2=0.301$ ,  $\log_{10}3=0.477$ ,  $\log_{10}7=0.845$

$\sqrt{2}=1.41$ ,  $\sqrt{3}=1.73$ ,  $\sqrt{7}=2.65$ ,  $\sqrt{10}=3.16$ ,  $\sqrt{11}=3.32$

1 次の(1)~(10)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。〔解答番号  ~  〕

(1) 無極性分子であるもの。

- ① ホルムアルデヒド      ② ジクロロメタン      ③ アセトン  
④ トランス-1,2-ジクロロエチレン      ⑤ ジメチルエーテル

(2) フェノールフタレインを赤変させる水溶液。

- ① 塩化カルシウム水溶液      ② 塩化アンモニウム水溶液  
③ 硫酸カリウム水溶液      ④ 硫化ナトリウム水溶液  
⑤ 硝酸カリウム水溶液

(3) 塩酸を加えてから硫化水素を吹き込むことによって、分離することが可能な金属イオンの組み合わせ。

- ①  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$       ②  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$       ③  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$   
④  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$       ⑤  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$

(4) 酸化還元反応ではないもの。 4

- ① 硫酸酸性のヨウ化カリウム水溶液に塩化鉄(Ⅲ)を加えると、溶液の色が黄褐色に変わる反応。
- ② 炭酸ナトリウム塩基性の過マンガン酸カリウム水溶液に、シクロヘキセンを加えて加熱すると、二価カルボン酸が生成する反応。
- ③ 酸化マンガン(Ⅳ)に臭化カリウムと濃硫酸を加えて加熱すると、赤褐色の気体が発生する反応。
- ④ 二酸化窒素を温水に加えると、硝酸が生じる反応。
- ⑤ 塩化ナトリウムの飽和水溶液に、アンモニアと二酸化炭素を作用させると沈殿が生じる反応。

(5) 白金電極を入れて電気分解したとき、水溶液の pH が増大していくもの。ただし、生成した気体の電解液への溶解は無視してよい。 5

- ① 塩化銅(Ⅱ)水溶液                      ② 塩化ナトリウム水溶液                      ③ 希硫酸
- ④ 硫酸ナトリウム水溶液                      ⑤ 硝酸銀水溶液

(6) コロイドに関する記述のうち、正しいもの。 6

- ① デンプン溶液に横から光を当てると、光の通路が輝いて見える。これは、コロイド粒子が光を吸収するからである。
- ② 流動性を示す液体状のコロイド溶液をゾル、流動性を失って固体状となったものをゲルという。
- ③ 負の電荷を帯びた硫黄のコロイド溶液を凝析させるためには、硫酸アルミニウムよりも塩化ナトリウム溶液の方が有効である。
- ④ ブラウン運動は、コロイド粒子同士の衝突によって起こる現象である。
- ⑤ 親水コロイド溶液は、多量の電解質を加えても塩析が起こらない。

(7) ある不飽和脂肪酸 A があり、分子中に三重結合をもたない。A 2.7 g は、0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 44.7 mL と過不足なく中和反応した。また、A 0.85 g を、0.20 mol/L の臭素のテトラクロロメタン溶液 100 mL に加えると、臭素の濃度は 0.060 mol/L まで低下した。A 1 分子中に含まれる炭素-炭素間の二重結合の数はいくらか。ただし、反応による体積変化は無視してよい。 7

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5

(8) 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。 8

- ① エチレンに塩素を付加させた後、熱分解して得られる有機化合物は、熱可塑性樹脂の原料となる。
- ② アセチレンを赤熱鉄と接触させて得られる有機化合物は、フェーリング液を還元する。
- ③ 酢酸カルシウムを乾留して得られる有機化合物は、ヨードホルム反応を呈する。
- ④ エタノールと濃硫酸を混合して 160℃ に加熱すると得られる有機化合物は、臭素水を脱色する。
- ⑤ ギ酸を濃硫酸とともに加熱して得られる気体を、酸化亜鉛触媒存在下で水素と反応させて得られる有機化合物は、ナトリウムと反応して水素を発生する。

(9) 有機化合物の異性体に関する次の記述のうち、正しいもの。 9

- ① 分子式  $C_9H_{12}O$  で表され、金属ナトリウムと反応するベンゼン一置換体のうち、中性の物質は、構造異性体で 8 種類考えられる。
- ② 分子式  $C_{10}H_{12}$  で表され、ニッケル触媒存在下、常温常圧で水素付加を行う芳香族炭化水素のうち、一置換体の構造異性体は 8 種類考えられる。
- ③ 分子式  $C_8H_8O_2$  で表される芳香族化合物のエステル類は、構造異性体で 7 種類考えられる。
- ④ 分子式  $C_{10}H_{12}O$  で表されるベンゼン一置換体のうち、銀鏡反応を行う物質は、立体異性体も含めると 7 種類考えられる。
- ⑤ 分子式  $C_9H_{10}$  で表される芳香族化合物の異性体は、立体異性体も含めると 8 種類考えられる。

(10) アミノ酸とタンパク質に関する次の記述のうち、誤りを含むもの。 10

- ①  $\alpha$ -アミノ酸に水酸化ナトリウム水溶液を加え、さらに硫酸銅(II)水溶液を加えると、赤紫～青紫色に呈色する。
- ② チロシンなどの芳香族アミノ酸に濃硝酸を加えて加熱すると、黄色に呈色する。さらに冷却後アンモニア水を加えると黄橙色に変色する。
- ③ アスパラギン酸などの酸性アミノ酸は、 $pH=7$  の緩衝溶液に溶かして電気泳動を行うと、陽極側に移動する。
- ④ グリシン 1 分子とアラニン 2 分子からなる鎖状のペプチドには、3 種類の構造異性体が考えられる。
- ⑤ タンパク質は、水素結合により  $\alpha$ -ヘリックス構造や  $\beta$ -シート構造などの基本的な立体構造をつくる。この構造を、タンパク質の二次構造という。

2 次の文章を読み、下の問1～3に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

0.50 mol/L 酢酸水溶液(A液)、0.50 mol/L ギ酸水溶液(B液)および0.50 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液(C液)がある。これらの溶液や、これらを混合して得られた混合溶液について、水素イオン濃度やpH等を考えてみる。ただし、溶液の混合後の体積は、混合前の体積の和としてよい。温度は一定とする。また、酢酸の電離度 $\alpha$ は「 $1-\alpha \approx 1$ 」と近似できるが、ギ酸の電離度は近似できないものとする。

電離定数は、以下の値を用いなさい。

$$\text{酢酸の電離定数 } K = 2.8 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$$

$$\text{ギ酸の電離定数 } K' = 2.8 \times 10^{-4} \text{ (mol/L)}$$

問1 A液の電離度はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ①  $2.7 \times 10^{-3}$       ②  $4.1 \times 10^{-3}$       ③  $5.3 \times 10^{-3}$   
④  $7.5 \times 10^{-3}$       ⑤  $1.1 \times 10^{-2}$       ⑥  $1.6 \times 10^{-2}$

問2 A液 20.0 mL に、C液 10.0 mL を加えた混合溶液のpHの値はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 4.0      ② 4.2      ③ 4.4      ④ 4.6      ⑤ 4.8      ⑥ 5.0

問3 B液 0.40 mL に水を加え、5.00 L に希釈した。この希釈したギ酸水溶液の電離度を、次のように求めた。  ~  にあてはまるものを、それぞれの選択肢から一つずつ選びなさい。

ギ酸の濃度を  $c(\text{mol/L})$ 、電離度を  $\alpha$  とすると、ギ酸の電離定数は次のように表される。

$$K' = \text{} = 2.8 \times 10^{-4} (\text{mol/L}) \dots\dots\dots(i)$$

いま、0.50 mol/L のギ酸水溶液を希釈した後の濃度は  mol/L となるので、これを(i)式に代入して整理すると、 $\alpha$  について次の2次方程式が得られる。

$$\text{} = 0 \dots\dots\dots(ii)$$

(ii)式を解いて、 $\alpha = \text{}$  が得られた。

の選択肢

- |                              |                                  |                                |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| ① $\frac{c\alpha}{1-\alpha}$ | ② $\frac{c\alpha}{(1-\alpha)^2}$ | ③ $\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$ |
| ④ $\frac{1-\alpha}{c\alpha}$ | ⑤ $\frac{(1-\alpha)^2}{c\alpha}$ | ⑥ $\frac{1-\alpha}{c\alpha^2}$ |

の選択肢

- |                        |                        |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① $4.0 \times 10^{-5}$ | ② $4.8 \times 10^{-5}$ | ③ $6.2 \times 10^{-5}$ |
| ④ $6.8 \times 10^{-5}$ | ⑤ $8.0 \times 10^{-5}$ | ⑥ $9.6 \times 10^{-5}$ |

の選択肢

- |                                   |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ① $7.0\alpha^2 + 7.0\alpha - 1.0$ | ② $1.0\alpha^2 + 7.0\alpha - 1.0$ | ③ $7.0\alpha^2 + 1.0\alpha - 7.0$ |
| ④ $1.0\alpha^2 + 7.0\alpha - 7.0$ | ⑤ $1.0\alpha^2 + 1.0\alpha - 7.0$ | ⑥ $1.0\alpha^2 + 1.0\alpha - 1.0$ |

の選択肢

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| ① 0.10 | ② 0.30 | ③ 0.55 |
| ④ 0.70 | ⑤ 0.85 | ⑥ 0.90 |

3 実在気体に関する以下の問1～4に答えなさい。ただし、気体定数は  $8.3 \times 10^3$  Pa · L / (K · mol) とする。〔解答番号  ～  〕

問1 次の文中の  ～  にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

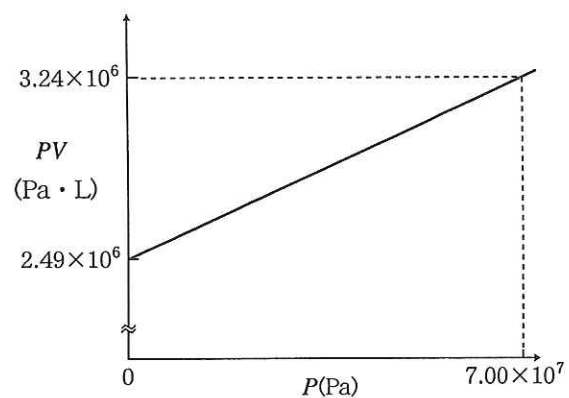
理想気体は、 と  を無視した仮想的な気体である。実在気体において、 が強く影響する条件では、その気体が占める体積は、同じ圧力、温度、物質量の理想気体が占める体積よりも大きくなる。一方、 が強く影響する条件では、その気体が占める体積は、同条件の理想気体よりも小さくなる。そして、 の条件では、 と  の影響が無視できるようになるため、実在気体の体積は、同条件の理想気体の体積に近づく。

	ア	イ	ウ
①	分子間力	分子自身の体積	高温高圧
②	分子間力	分子自身の体積	高温低圧
③	分子間力	分子自身の体積	低温高圧
④	分子自身の体積	分子間力	高温高圧
⑤	分子自身の体積	分子間力	高温低圧
⑥	分子自身の体積	分子間力	低温高圧

問2 実在の気体は、理想気体の状態方程式に厳密には従わない。1 mol のヘリウムについて、300 K における圧力  $P$  と  $PV$  値の関係を調べると、右のグラフのように直線関係になった。このグラフの範囲内では、1 mol の気体ヘリウムについて次のような状態方程式が成り立つ。

$$P(V-k) = RT$$

ただし、 $P$  は圧力(Pa),  $V$  は体積(L),  $T$  は絶対温度(K),  $R$  は気体定数





[Pa · L/(K · mol)],  $k$  は気体の種類によって決まる定数である。

$k$  の値をグラフから求め、最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ①  $1.1 \times 10^{-6}$                       ②  $1.1 \times 10^{-5}$                       ③  $1.1 \times 10^{-4}$   
④  $1.1 \times 10^{-3}$                       ⑤  $1.1 \times 10^{-2}$                       ⑥  $1.1 \times 10^{-1}$

問3 300 K,  $4.0 \times 10^7$  Pa におけるヘリウムのモル体積は、理想気体のモル体積の何倍に相当するか。問2のグラフを利用して求め、最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  倍

- ① 0.85                      ② 0.93                      ③ 1.2  
④ 1.5                      ⑤ 1.8                      ⑥ 2.2

問4 300 K,  $4.0 \times 10^7$  Pa において、 $1 \text{ m}^3$  の実在気体ヘリウムの質量は何 g か。最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  g

- ①  $8.5 \times 10^3$                       ②  $3.5 \times 10^4$                       ③  $4.5 \times 10^4$   
④  $5.5 \times 10^4$                       ⑤  $7.5 \times 10^4$                       ⑥  $9.0 \times 10^4$

4

次の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

問1 次の文中の  ～  にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

単体の鉄は、希硫酸には溶けて、 色の水溶液になるが、 には溶けない。これは、表面がち密な  の被膜で保護された状態になるからである。

	ア	イ	ウ
①	黄褐	熱濃硫酸	酸化物
②	黄褐	希硝酸	酸化物
③	黄褐	希塩酸	塩化物
④	淡緑	熱濃硫酸	酸化物
⑤	淡緑	希硝酸	酸化物
⑥	淡緑	希塩酸	塩化物

問2 ケイ素に関する次の記述 a～cのうち、正しいものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- a ケイ素は地殻に、炭素よりも多く存在する。  
 b ケイ素の単体は、ダイヤモンドよりも電気を通す。  
 c 二酸化ケイ素の結晶は、二酸化炭素の結晶と同じ結晶構造をもつ。

- ① aのみ                      ② bのみ                      ③ cのみ  
 ④ aとb                      ⑤ aとc                      ⑥ bとc

問3 ハロゲンに関する次の記述 a ~ c のうち、正しいものはどれか。下の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 3

- a フッ素，塩素，臭素の単体の酸化力は，フッ素>塩素>臭素の順に強い。
- b すべてのハロゲン化銀は水に難溶性である。
- c フッ化水素酸，塩酸，臭化水素酸はすべて強酸である。

- ① aのみ
- ② bのみ
- ③ cのみ
- ④ aとb
- ⑤ aとc
- ⑥ bとc

問4 次の文中の ア ~ ウ にあてはまる語句の組み合わせとして正しいものはどれか。下の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 4

銅は，黄銅鉱などの形で天然に産する。銅の製錬では，黄銅鉱中の銅を ア の形で取り出し，これを酸素と反応させる。このとき，ア の一部が酸化銅(I)に変化し，さらに ア と酸化銅(I)とが反応して単体の銅ができる。このとき，気体の イ が発生する。得られた銅は粗銅と呼ばれ，不純物を含むので，硫酸酸性硫酸銅(II)水溶液を電解液として電解精錬を行い，ウ 極から純銅を得る。

	ア	イ	ウ
①	硫化物	二酸化硫黄	陽
②	硫化物	二酸化硫黄	陰
③	硫化物	二酸化窒素	陽
④	塩化物	二酸化窒素	陰
⑤	塩化物	二酸化窒素	陽
⑥	塩化物	二酸化硫黄	陰

5

次の問1, 2に答えなさい。〔解答番号  ~  〕問1 分子式  $C_7H_{14}O_3$  の化合物 A について, 以下の実験(1)~(5)を行った。

実験(1) A を, 炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると, 気体を発しながら溶けた。

実験(2) A を, 硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液とともにおだやかに加熱すると, 有機化合物 B が得られた。

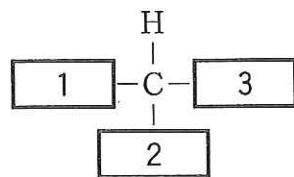
実験(3) B に, ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えて加熱したのち, 水酸化ナトリウム水溶液を加えると, 黄色の沈殿とともに, 有機化合物 C の塩が得られた。

実験(4) B と C をそれぞれ水に溶かし, 平面偏光を入射したところ, B の水溶液は透過光の偏光面を回転させたが, C の水溶液は偏光面を回転させなかった。

実験(5) C を加熱すると, 六員環構造の中性物質が生じた。

A の構造式を次の図のようにしたとき,  ~  にあてはまる構造を, それぞれ下の①~⑨のうちから一つずつ選びなさい。ただし, 原子団の炭素原子数が  <  <  となるように答えること。

化合物 A の構造式



- |  |  |  |
|--|--|--|
| ① $\text{CH}_3-$   | ② $\text{CH}_3-\text{CH}_2-$   | ③ $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$                                |
| ④ $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$                                 | ⑤ $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}- \\   \\ \text{OH} \end{array}$          | ⑥ $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{OH} \end{array}$                      |
| ⑦ $\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}- \\    \\ \text{O} \end{array}$ | ⑧ $\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2- \\    \\ \text{O} \end{array}$ | ⑨ $\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}-\text{CH}- \\    \quad   \\ \text{O} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ |

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

問2 次に示す化合物Ⅰ～Ⅳが混合したジエチルエーテル溶液がある。これらの化合物を下のフローチャートで示す実験により分離した。

【化合物Ⅰ～Ⅳの説明】

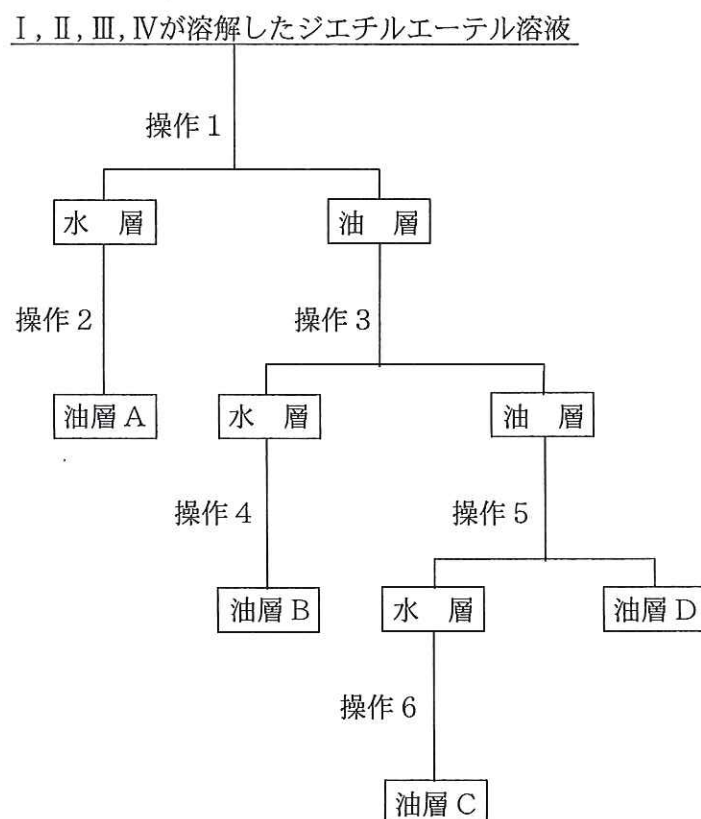
化合物Ⅰ トルエンをおだやかな条件下で酸化して得られる物質を、さらに還元して得られる酸素を含む有機化合物。

化合物Ⅱ 塩化ベンゼンジアゾニウム水溶液を加熱して得られる有機化合物。

化合物Ⅲ ナトリウムフェノキシドの水溶液に高温高圧で二酸化炭素を吹き込み、さらに希硫酸を加えて得られる有機化合物。

化合物Ⅳ ニトロベンゼンをニッケル触媒存在下で水素と反応させて得られる有機化合物。

【分離実験のフローチャート】



操作1：塩酸とともに振り混ぜる。

操作2：水酸化ナトリウム水溶液を十分に加えてから、ジエチルエーテルとともに振り混ぜる。

操作3：炭酸水素ナトリウム水溶液を十分に加えて振り混ぜる。

操作4：塩酸を十分に加えてから、ジエチルエーテルとともに振り混ぜる。

操作5：水酸化ナトリウム水溶液とともに振り混ぜる。

操作6：塩酸を十分に加えてから、ジエチルエーテルとともに振り混ぜる。

油層 A～D には、それぞれ一種類ずつ有機化合物が分離された。それぞれの有機化合物の構造式を、次の①～⑩のうちから一つずつ選びなさい。

A :  , B :  , C :  , D :

