

2024年度
化 学

2024年2月1日実施
獣医学部 獣医学科，動物資源科学科，生物環境科学科
海洋生命科学部 海洋生命科学科

受験番号		氏 名	
------	--	-----	--

【注 意 事 項】

1. 試験監督による解答始めの指示があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は60分です。
3. この問題冊子は1ページから9ページまであります。
4. 解答は解答用紙(マークシート)の所定欄に記入しなさい。
5. 解答は所定欄に濃くはっきりとマークしなさい。その際，ボールペン・サインペン・万年筆等は使用してはならない。その他マークの仕方に関しては，解答用紙(マークシート)の注意事項をよく読むこと。
6. 試験監督の指示により，解答用紙(マークシート)に氏名(フリガナ)および受験番号を記入し，さらに受験番号および志望学科をマークしなさい。
7. 試験監督の指示により，問題冊子にも受験番号および氏名を記入しなさい。
8. 解答用紙(マークシート)は折り曲げたり，メモやチェック等で汚したりしないように注意しなさい。
9. 計算用紙はないので，問題冊子の余白部分を使用すること。
10. 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，手を高く挙げて試験監督に知らせなさい。
11. 試験終了後，問題冊子と解答用紙(マークシート)はともに机上に置いておくこと。持ち帰ってはいけません。

注意：必要があれば次の値を用いよ。

原子量 H : 1.0 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 S : 32.0 Cl : 35.5

Ar : 40.0 Cu : 63.5 Pb : 207

0℃ : 273 K

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

ファラデー定数 : $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

気体定数 : $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

0℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における気体 1 mol の体積 : 22.4 L

問題文中の気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

I 次の問1～問8に答えよ。

問1 飽和炭化水素に関する記述として、鎖式炭化水素と環式炭化水素のいずれにも当てはまるものを、次のうちからすべて選べ。 1

- ① 一分子に含まれる水素原子の数は奇数である。
- ② 炭素原子と水素原子のみから構成される。
- ③ 分子内の炭素数が1個増えると、分子量は14増加する。
- ④ 炭素原子の数を n とすると、一般式は C_nH_{2n} で示される。
- ⑤ 分子内に二重結合をもたない。

問2 次のうちから、金属の単体に関する記述として誤っているものを選べ。 2

- ① カルシウムは、水と反応して水素を発生する。
- ② アルミニウムは、希塩酸と反応して水素を発生する。
- ③ 亜鉛は、水酸化ナトリウム水溶液に溶解して水素を発生する。
- ④ 銅は、希硫酸に溶解して水素を発生する。
- ⑤ 白金は、濃硝酸と濃塩酸の混合液(王水)に溶解する。

問3 次のうちから、下線部の化合物がすべて反応したとき、その物質質量[mol]と発生する気体の物質質量[mol]が等しいものをすべて選べ。ただし、発生する気体の水への溶解ならびに発生する水蒸気は無視できるものとする。 3

- ① 硫化鉄(II) に過剰量の希硫酸を加える。
- ② 塩素酸カリウム の水溶液に酸化マンガン(IV)を加えて加熱する。
- ③ 過酸化水素 の水溶液に酸化マンガン(IV)を加える。
- ④ 炭酸水素ナトリウム に過剰量の希塩酸を加える。
- ⑤ 亜硫酸水素ナトリウム に過剰量の希硫酸を加える。

問4 トルエンとフェノールを含むジエチルエーテル溶液に、物質Aの水溶液を加えて振り混ぜた後、静置すると、このジエチルエーテル溶液からフェノールのみを取り除くことができる。この物質Aを次のうちから選べ。 4

- ① 炭酸水素ナトリウム
- ② 水酸化ナトリウム
- ③ 塩化水素
- ④ 硫酸
- ⑤ 塩化ナトリウム

問5 次のうちから、炎色反応を示す元素のみからなる組み合わせを選べ。 5

- ① (K, Mg, Na) ② (Ca, K, Na) ③ (Ca, Mg, Na)
- ④ (Ca, K, Mg) ⑤ (Be, Ca, K)

問6 次のうちから、電気陰性度と分子の極性に関する記述として正しいものを選べ。 6

- ① 共有結合において、電気陰性度の小さい原子は共有電子対をより強く引きつける。
- ② 元素の周期表の第3周期の元素の中では、マグネシウムが最も電気陰性度が大きい。
- ③ 元素の周期表の第5周期までのハロゲン元素の中では、フッ素が最も電気陰性度が大きい。
- ④ 同じ元素からなる二原子分子は、極性をもつ。
- ⑤ 酸素原子と炭素原子の電気陰性度には差があるので、二酸化炭素は極性分子である。

問7 次のうちから、酸化還元反応ではないものを選べ。 7

- ① $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- ② $2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- ③ $2\text{KI} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$
- ④ $2\text{KMnO}_4 + 5(\text{COOH})_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{MnSO}_4 + 10\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$
- ⑤ $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

問8 ハロゲン(F, Cl, Br, I)に関する次の記述のうちから、誤っているものをすべて選べ。

8

- ① ハロゲンの単体は、原子番号が大きいほど酸化力が強い。
- ② フッ素 F_2 は、水と激しく反応して酸素を発生する。
- ③ 塩素 Cl_2 は水に溶け、その一部が水と反応して塩化水素や次亜塩素酸を生じる。
- ④ ヨウ素 I_2 は、常温・常圧下で固体である。
- ⑤ 臭化カリウム水溶液に塩素水を加えても溶液の色に変化は見られない。

Ⅱ 次の問1～問4に答えよ。

問1 分子式が C_4H_nO で表される有機化合物18 mgを完全燃焼させたところ、水18 mgが生じた。次のうちから、この分子式中の水素原子の数 n として正しいものを選べ。 1

- ① 2 ② 4 ③ 6 ④ 8 ⑤ 10

問2 次のうちから、 0°C 、 $1.013\times 10^5\text{Pa}$ において気体1 gの体積が最も大きい物質を選べ。 2

- ① Ar ② Cl_2 ③ N_2 ④ O_2 ⑤ SO_2

問3 次のうちから、下線部の数値が最も大きいものを選べ。 3

- ① 0°C 、 $1.013\times 10^5\text{Pa}$ におけるアンモニア22.4 Lに含まれる水素原子の数
② 1 molのエタノールに含まれる炭素原子の数
③ 0°C 、 $1.013\times 10^5\text{Pa}$ におけるヘリウム22.4 Lに含まれる電子の数
④ 1 mol/Lの硫酸ナトリウム水溶液1 Lに含まれるナトリウムイオンの数
⑤ 12 gのダイヤモンドに含まれる炭素原子の数

問4 塩化銀の水に対する溶解度積は、 20°C で $1.8\times 10^{-10}(\text{mol/L})^2$ である。 20°C の塩化銀の飽和水溶液1.0 Lに、0.010 molの塩化ナトリウムを溶解した。この水溶液中の銀イオンの濃度[mol/L]はいくらになるか。次のうちから、最も近い値を選べ。ただし、塩化ナトリウムの溶解による体積の変化および温度の変化は無視できるものとする。 4

- ① 1.8×10^{-8} ② 1.8×10^{-9} ③ 1.8×10^{-10}
④ 1.8×10^{-11} ⑤ 1.8×10^{-12}

Ⅲ 結晶構造に関する次の文を読み、問1～問5に答えよ。

ある金属 M の結晶構造は、図1に示すような立体の各頂点と各面の中心に金属原子が配列された_(ア)面心立方格子である。一方、_(イ)金属 M の陽イオン(M イオン)と塩化物イオンからなる化合物(組成式： M_xCl_y)の結晶は、図2のような単位格子をもつ。M イオンが形成する面心立方格子は8個の立方体に分けることができ、このうち4つの中心に塩化物イオンが含まれている。ここで、結晶中のイオンはすべて球とみなし、図1において最も近い距離にある原子どうしは互いに接しているものとする。

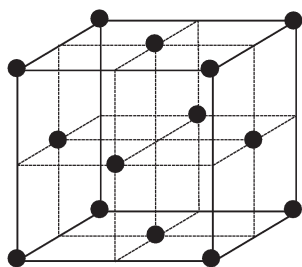


図1

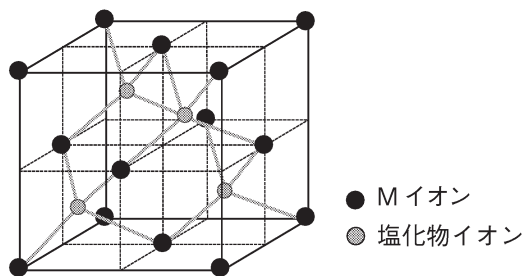


図2

問1 次のうちから、文中下線部(ア)の面心立方格子の単位格子中に含まれる原子の数を選べ。

1

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問2 金属 M のモル質量を m [g/mol]、単位格子一辺の長さを a [cm]、アボガドロ定数を N_A [/mol] とするとき、金属 M の密度 [g/cm³] を表す式を、次のうちから選べ。

2

- ① $\frac{2m}{N_A a}$ ② $\frac{4m}{N_A a}$ ③ $\frac{2m}{N_A a^3}$ ④ $\frac{4m}{N_A a^3}$ ⑤ $\frac{m}{2N_A a^3}$ ⑥ $\frac{m}{4N_A a^3}$

問3 金属 M の原子半径を r [cm] とするとき、金属 M の結晶の単位格子一辺の長さ a [cm] を表す式として最も適当なものを、次のうちから選べ。

3

- ① $\sqrt{2} r$ ② $\frac{2\sqrt{3}}{3} r$ ③ $2r$ ④ $\frac{4\sqrt{3}}{3} r$ ⑤ $2\sqrt{2} r$ ⑥ $4r$

問4 文中下線部(イ)の塩化物の組成式 M_xCl_y の (x, y) に当てはまる数字の組み合わせを、次のうちから選べ。ただし、 x および y が1のとき、通常は示さない。

4

- ① (1, 1) ② (1, 2) ③ (1, 3) ④ (1, 4) ⑤ (2, 3) ⑥ (2, 5)

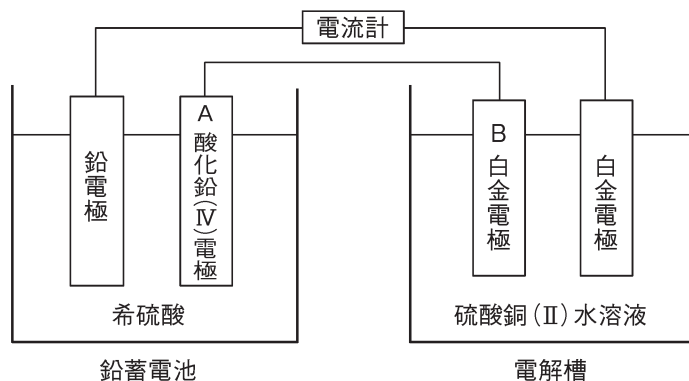
問5 文中下線部(イ)の塩化物 M_xCl_y 100.0 g 中に含まれる塩素の質量は 35.9 g であった。次のうちから、金属 M の原子量として最も近い値を選べ。

5

- ① 42.3 ② 63.4 ③ 65.4 ④ 84.5 ⑤ 95.2 ⑥ 111

Ⅳ 電池に関する次の文を読み、問1～問4に答えよ。

鉛蓄電池と、白金を電極とする電解槽を接続し、図のような装置を組み立てた。この装置を用いて0.100 mol/L 硫酸銅(Ⅱ)水溶液 500 mL の電気分解を2.00 A の電流で 3.86×10^3 秒間行った。鉛蓄電池の酸化鉛(Ⅳ)電極(図中A)は ア 極で、電解槽の白金電極(図中B)では イ が生成する。



問1 文中の ア , イ に当てはまる語句として、正しい組み合わせを次のうちから選べ。

1

	ア	イ
①	正	銅(単体)
②	負	銅(単体)
③	正	酸素(気体)
④	負	酸素(気体)
⑤	正	水素(気体)
⑥	負	水素(気体)

問2 鉛蓄電池のように、充電によって繰り返し使うことができる電池を二次電池とよぶ。

次のうちから、二次電池であるものをすべて選べ。

2

- ① 空気(空気亜鉛)電池 ② 酸化銀(銀)電池 ③ ニッケル水素電池
④ リチウム電池 ⑤ リチウムイオン電池

問3 文中の条件で電気分解が行われたとき、鉛蓄電池の放電によって両極板に生じた化合物(硫酸鉛(Ⅱ))の質量[g]の合計はいくらか。次のうちから最も近い値を選べ。

3

- ① 6.0 ② 12.1 ③ 18.2 ④ 24.2 ⑤ 30.3

問4 電気分解後の硫酸銅(Ⅱ)水溶液に水を加え、1.00 Lとした。この水溶液のpHはいくらか。次のうちから最も近い値を選べ。ただし、 $\log_{10}2 = 0.301$ とする。

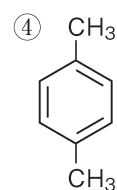
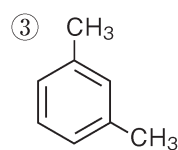
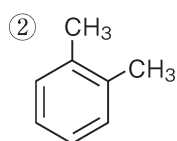
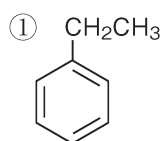
4

- ① 1.10 ② 1.40 ③ 1.70 ④ 2.30 ⑤ 3.30

V 分子式 C_8H_{10} で示される 4 種の芳香族炭化水素 **A**, **B**, **C**, **D** を過マンガン酸カリウムで酸化すると, **A** からは安息香酸, **B**, **C**, **D** からは分子式 $C_8H_6O_4$ で示される芳香族化合物のジカルボン酸 **B'**, **C'**, **D'** がそれぞれ得られた。これらのうち **B'** を加熱すると脱水反応が起こり, 分子式 $C_8H_4O_3$ で示される化合物に変化した。また, **B** および **D** のベンゼン環に直接結合する水素原子一つを臭素原子で置換した構造をもつ化合物には, それぞれ 2 種および 3 種の異性体が考えられる。一方, **C** のベンゼン環に直接結合する水素原子一つを臭素原子で置換すると 1 種類の化合物のみが得られた。**A** ~ **D** の構造式を, 下記の＜選択肢＞からそれぞれ選べ。

A : 1 **B** : 2 **C** : 3 **D** : 4

＜選択肢＞



Ⅵ エチレン(エテン)に関する次の文を読み、問1～問5に答えよ。

(ア) エチレンは実験室では、1と濃硫酸の混合物を160～170℃に加熱すると得られる。
我が国では、工業的には石油のナフサ(粗製ガソリン)を熱分解して製造されており、様々な化学製品の原料として用いられている。エチレンにリン酸を触媒として水を付加させると2が生成する。また、エチレンに塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)を触媒として酸素と反応させると3が生成する。3は、4に触媒存在下で水を付加させても得ることができる。また、4を赤熱した鉄に触れさせると5になる。

エチレンを塩素と反応させた後、塩化水素を脱離させて塩化ビニルが製造されている。

(イ) 塩化ビニルをアクリロニトリルに混ぜて重合反応を行って得た物質から、合成繊維が得られる。

問1 文中の1～5に当てはまる化合物名はどれか。次の＜選択肢＞からそれぞれ選べ。ただし、同じ選択肢を繰り返し選んでもよい。1～5

＜選択肢＞

- | | | |
|--------------|------------|----------|
| ① アセチレン(エチン) | ② アセトアルデヒド | ③ アセトン |
| ④ エタン | ⑤ エタノール | ⑥ 酢酸 |
| ⑦ ジエチルエーテル | ⑧ ジメチルエーテル | ⑨ ステアリン酸 |
| ⑩ 1-プロパノール | ⑪ 2-プロパノール | ⑫ ベンゼン |
| ⑬ ホルムアルデヒド | ⑭ メタノール | ⑮ メタン |

問2 下線部(ア)で生じたエチレンを回収するための捕集法と同じ捕集法が用いられる気体を、次のうちからすべて選べ。6

- | | | |
|---------|---------|--------|
| ① アンモニア | ② 一酸化窒素 | ③ 塩化水素 |
| ④ 二酸化硫黄 | ⑤ 塩素 | ⑥ メタン |

問3 水(液体)、二酸化炭素(気体)の生成熱はそれぞれ286, 394 kJ/molであり、エチレン(気体)の燃焼熱は1412 kJ/molである。エチレン(気体)の生成熱[kJ/mol]はいくらか。次のうちから選べ。ただし、燃焼によって生成する水の状態は液体とする。7

- | | | | |
|--------|--------|--------|-------|
| ① -732 | ② -446 | ③ -338 | ④ -52 |
| ⑤ 52 | ⑥ 338 | ⑦ 446 | ⑧ 732 |

問4 エチレン 1.40 g と酸素 16.0 g を 30.0 L の密閉容器に入れ、点火したところ、一方の反応物はすべて消費されたが、もう一方の反応物の一部は未反応のまま残り、二酸化炭素と液体の水が生じた。反応後の容器内の温度を 7℃ に保ったとき、容器内の圧力 [Pa] はいくらか。次のうちから最も近い値を選べ。ただし、液体の水の体積、水の蒸気圧ならびに気体の水への溶解は無視できるものとする。

8

① 3.88×10^3

② 7.76×10^3

③ 1.55×10^4

④ 2.71×10^4

⑤ 3.49×10^4

⑥ 4.27×10^4

問5 文中下線部(イ)の合成繊維の平均分子量は 5.68×10^4 で、含まれるアクリロニトリルと塩化ビニルの物質量の比は 3 : 2 であった。この合成繊維 1 分子中に、平均して何個の塩素原子が含まれるか。次のうちから選べ。ただし、共重合体の平均分子量は十分大きいので、両末端の構造は無視できるものとする。

9

① 2.0×10^2

② 4.0×10^2

③ 6.0×10^2

④ 1.0×10^3

⑤ 2.0×10^3

⑥ 4.0×10^3

