

北里大学獣医学部化学 2024

各問題とその解がなきレベル

絶対に死守しろ!!



ココで差がつく!!



できる所までがんばれ



こんなの解くな!



化学の試験時間は60分

- ① 総合
- ② 理論
- ③ 構造
- ④ 変化
- ⑤ 有機
- ⑥ 有機

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} で表される。
- 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、その物質量[mol]と発生する気体の物質量[mol]が等しいものすべてを選べ。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)

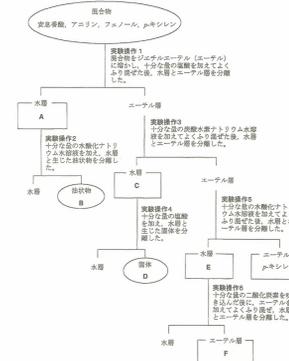
問6 次のうちから、電気陰性度と分子の極性に関する記述として正しいものを選べ。 6

- 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。

的中!!

演習 標準 分離の原則を理解しよう。

安息香酸、アニリン、フェノール、p-キシレンの混合物に対して、以下のフローチャートに従った実験操作を行い、それぞれを分離した。問1~7に答えよ。なお、反応は係数をつけた化学式を用いて示せ。ただし、芳香族化合物は構造式で示せ。



問1 化合物A~Fの構造式を書け。

- 問2 実験操作1, 3, 5, 6は分液ろうを用いた行った。
- (1) これらの実験操作は、有機溶媒としてエーテルを用いた。エーテルの代わりにエタノールやメタノールを用いることはできない。その理由を述べよ。
 - (2) 実験操作3において、エーテル層と水層をふるい混ぜる際にガスが発生したので、ふるい混ぜはコップを開く操作をひんぱんに繰り返した。このときに発生したガスは何か、化学式で答えよ。

的中!!

2 アルカリ土類金属

周期表の2族に属する元素を列挙するとBe, Ra, (a), (b), (c), (d), (e), (f)となり、Beと(a)以外は特異な性質が顕著なことから、アルカリ土類金属と呼ばれる。例えば、Beと(a)の単体や化合物は元素特有の炎色反応を示さないが、(c) (d) (e) (f)の単体や化合物は炎色反応を示す。(a)の単体は常温の水とはほとんど反応しないが、(c) (d) (e) (f)の単体は常温の水と反応する。また、(a)の硫酸塩は水によく溶けるが、(c) (d) (e) (f)の硫酸塩は水に溶けにくい。(c)はX線を透過させにくい性質をもつので、その硫酸塩は胃や腸のX線撮影の造影剤に用いられている。(d)の単体と水との反応で(b)が生ずるが、(a)から(b)が生成する。(e)の水溶液に二酸化炭素を吹き込むと白色の沈殿として(c)が生ずるが、(a)から二酸化炭素を吹き込むと、白色の沈殿は消える。無色透明な溶液が得られる。また、ホタル石の主成分である(c)は(f)の化合物である。(a)ホタル石の粉末に濃硫酸を加えて加熱すると反応が起る。

- (1) 文中の空欄(a)~(f)にあてはまる適切な語句を入れよ。ただし、空欄(a)~(f)には元素記号を、空欄(g)~(h)には分子式または組成式を用いよ。
- (2) 下線部①について、(c) (d) (e) (f)の単体や化合物の炎色反応で観察される色として最も適切なものを、下記の選択肢(a)~(h)からそれぞれ一つ選び、記号で答えよ。
- a: 黄 b: 橙 c: 紅(赤赤, 赤)
- d: 黄 緑 e: 青 緑 f: 白

問1 次のうちから、酸化還元反応ではないものを選び。 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2 ハロゲン(F, Cl, Br, I)に関する次の記述のうちから、誤っているものすべてを選び。 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 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ 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び。 1

- ① 2 ② 4 ③ 6 ④ 8 ⑤ 10

問2 次のうちから、0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において気体 1 g の体積が最も大きい物質を選び。 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び。 3

- ① 0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 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℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 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℃で $1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ である。20℃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、最も近い値を選び。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面心立方格子である。一方、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_2Cl_2)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。

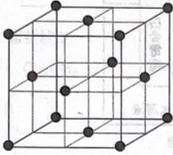
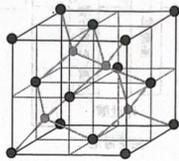


図1



● Mイオン
● 塩化物イオン

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 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

1

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/cm^3) を表す式を、次のうちから選べ。

- 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 $\frac{m}{4N_A a^3}$

2

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。

- 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 $4r$

3

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。

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

4

問5 文中下線部(イ)の塩化物 M_2Cl_2 100.0 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。

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

5

的中!!

2 銀の結晶は、図1に示す面心立方格子である。単位格子の一辺を a (cm)、モル質量を W (g/mol)、結晶の密度を d (g/cm³) とするとき、アボガドロ定数 N_A (/mol) を表す式として正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

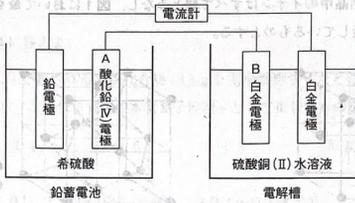


図1

- ① $\frac{W}{a^3 d}$ ② $\frac{2W}{a^3 d}$ ③ $\frac{4W}{a^3 d}$ ④ $\frac{Wd}{a^3}$ ⑤ $\frac{2Wd}{a^3}$
⑥ $\frac{4Wd}{a^3}$

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。

	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)

1

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。

- 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。

- ① 6.0 ② 12.1 ③ 18.2 ④ 24.2 ⑤ 30.3

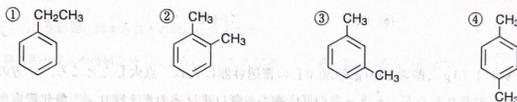
問4 電気分解後の硫酸銅(II)水溶液に水を加え、1.00 Lとした。この水溶液のpHはいくらか。次のうちから最も近い値を選べ。ただし、 $\log_{10}2 = 0.301$ とする。

- ① 1.10 ② 1.40 ③ 1.70 ④ 2.30 ⑤ 3.30

問5 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>



的中!!

確認問題 電気分解で扱う基本原理です。

ファラデー定数: $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、標準状態における気体1molの体積: 22.4L、 $\text{Cu} = 63.5$

問1 白金電極を用いて、硫酸銅(II) CuSO_4 水溶液を2.00Aの電流で32分10秒間電気分解した。次の記述のうち誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから2つ選べ。

- ① 流れた電子の物質量は $4.00 \times 10^{-4} \text{ mol}$ である。
② 電子は陽極から直流電源の正極に流れる。
③ SO_4^{2-} は、水分子より酸化されやすい。
④ 流れた電量は3860Cである。
⑤ 水分子は電子を陽極に与える。
⑥ 直流電源の負極につないだ電極を陰極と呼ぶ。
⑦ 発生した気体は、標準状態で0.448Lである。
⑧ 陰極に銅が析出した。

知識

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 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1.40gと酸素16.0gを30.0L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 3.88×10^4 | 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 |

的中!!

頻出例題 液体の水を生成するときのエタンの燃焼熱は1561 kJ/molである。二酸化炭素、水(液体)の生成熱はそれぞれ394 kJ/mol、286 kJ/molである。エタンの生成熱は何kJ/molか。(上智大)

$$2C + 3H_2 + (2O_2 + \frac{3}{2}O_2) \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O(液)$$

$$2 \times 286 \text{ kJ/mol} \times 3 \text{ mol} + 3 \times 286 \text{ kJ/mol} \times 2 \text{ mol}$$

$$= 852 \text{ kJ} + 1716 \text{ kJ} = 2568 \text{ kJ}$$

$$2CO_2 + 3H_2O(液)$$

$$C(固) + O_2 = CO_2 + 394 \text{ kJ}$$

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 = H_2O(液) + 286 \text{ kJ}$$

$$2x + 394 \times 2 + 3 \times 286 = 1561$$

$$2x = 852 \text{ kJ}$$

$$x = 426 \text{ kJ/mol}$$

的中!!

2 2つの耐熱・耐圧の容器AとBが活栓1によって連結され、Bには着火装置と活栓2が取り付けられた装置(図1)がある。Aの体積は4.0Lであり、酸素が0.45mol入っている。Bの体積は1.0Lであり、メタンが0.05mol入っている。この装置を用いて、次の操作A～操作Eを順次行った。ただし、実験をとおして容器の体積は変化しないものとする。



図1 装置

操作A 装置の温度を227℃に保ちながら活栓1を開けてAとBに入っている気体を十分に混合させた。

操作イ 着火装置を用いて点火し、混合気体中のメタンを水と二酸化炭素に完全燃焼させた。十分に時間が経過した後、装置の温度を227℃に保った。この時、容器内の物質はすべて気体として存在した。

原子量はH=1.0、C=12.0、O=16.0

問1 操作Aで生じた混合気体の平均分子量はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

問2 操作イにおいて、燃焼終了後に容器内に残っている酸素の物質量[mol]はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

問3 操作イの終了後における容器内の圧力[Pa]はいくらか。有効数字2桁で答えよ。ただし、気体は理想気体とし、気体定数は $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。