

選 択 科 目

(医 学 部)

— 2月6日 —

物 理 }
化 学 } この中から1科目を選択して解答しなさい。
生 物 }

科 目	問 題 の ペ ー ジ
物 理	1～6
化 学	7～11
生 物	12～16

化 学

[注意] 解答に必要ながあれば、つぎの値を用いて計算しなさい。

原子量 : H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.0, Cl = 35.5, Ca = 40.0, Cu = 63.5,

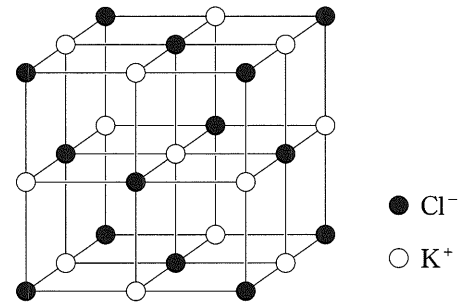
Ag = 108

気体定数 = 8.31×10^3 [Pa · l/(mol · K)], 水のイオン積 = 1.0×10^{-14} [(mol/l)²]

ファラデー定数 = 9.65×10^4 [C/mol]

1

右図は塩化カリウムの単位格子を示したものである。ただし、それぞれのイオンはその中心位置を示しただけであり、それぞれのイオンの大きさについては考慮していない。以下の各問いに答えなさい。



問1 1個の塩化物イオン Cl^- と接しているカリウムイオン K^+ の数を a ~ f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : 2 b : 4 c : 6 d : 8 e : 10 f : 12

問2 単位格子に含まれる塩化物イオン Cl^- の数を a ~ f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

a : 2 b : 4 c : 6 d : 8 e : 10 f : 12

問3 塩化カリウム中のカリウムイオン K^+ と塩化物イオン Cl^- の大きさに関する最も適切な記述を a ~ f の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

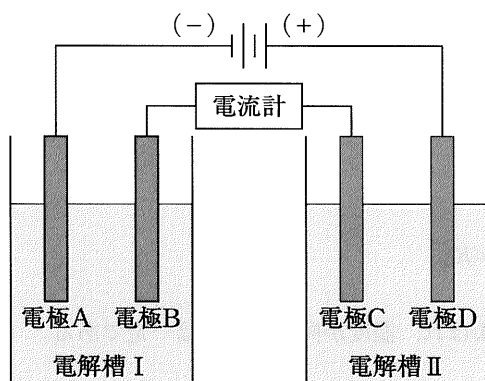
- a : 両者のイオンの最外殻電子数は同じであるが、カリウムイオンの方が大きい
- b : 両者のイオンの最外殻電子数は同じであるが、塩化物イオンの方が大きい
- c : 両者のイオンの最外殻電子数は同じであることから、両者のイオンの大きさも等しい
- d : 両者のイオンの最外殻電子数は異なり、カリウムイオンの方が大きい
- e : 両者のイオンの最外殻電子数は異なり、塩化物イオンの方が大きい
- f : 両者のイオンの最外殻電子数は異なるが、両者のイオンの大きさは等しい

問4 塩化カリウムの式量を M, カリウムイオン K^+ と塩化物イオン Cl^- の半径をそれぞれ R_{K} [cm], および R_{Cl} [cm], およびアボガドロ定数を N_{A} [/mol] とし、塩化カリウムの密度 [g/cm³] を求め、解答欄に記しなさい。ただし、カリウムイオン K^+ と塩化物イオン Cl^- は接しているものとする。

2

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

下図の電解槽 I には未知の電解質水溶液が、電解槽 II にはフェノールフタレインを含む濃度 2.0 mol/l の塩化ナトリウム水溶液 1.0 l が入っており、電極は全て白金電極である。この装置を用いて 3.00 A の一定電流を流して電気分解を行うと、電極 A には白色の光沢をもつ金属の単体が 27.0 g 析出し、電極 B のまわりには無色透明な気体が発生した。以下の各問いに答えなさい。



問1 電解槽 I に入っている電解質水溶液として最も適切なものを a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a : 硫酸銅 (II) 水溶液 b : 塩化銅 (II) 水溶液 c : 硝酸銀水溶液
d : 塩化カルシウム水溶液 e : 希硫酸

問2 電解直後の電解槽 II の水溶液の様子を説明する文として最も適切なものを a～d の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、フェノールフタレインは pH が 8.0 以下の場合には無色であるが、 9.8 以上の場合には赤色となる。

- a : 電極 C 付近の水溶液は赤色になるが、電極 D 付近の水溶液の色は変化しない
b : 電極 C 付近の水溶液の色は変化しないが、電極 D 付近の水溶液は赤色になる
c : 電極 C 付近と電極 D 付近の水溶液が同時に赤色になる
d : 電極 C 付近と電極 D 付近の水溶液はともに変化しない

問3 電極 B より発生する気体の 27°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積 [l] として最も適切な値を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、発生する気体は理想気体であり、電解液への溶解は無視する。

- a : 1.40 b : 1.54 c : 3.08 d : 5.60 e : 6.15

問4 電解槽 II から発生した気体をすべて回収する。回収した気体の 27°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における体積 [l] として最も適切な値を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。ただし、発生する気体は理想気体であり、電解質水溶液への溶解は無視する。また発生した気体どうしは反応しないものとする。

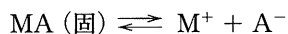
- a : 1.54 b : 3.08 c : 5.60 d : 6.15 e : 9.23

問5 この電気分解に要した時間 [秒] を有効数字 3 桁で解答欄に書きなさい。

3

つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

難溶性の電解質 (MA) を水に入れてよくかき混ぜると、わずかに溶けて飽和水溶液を生ずる。溶けた MA は、ほぼ完全に電離し、固体の MA との間につきの電離平衡が成り立つ。



このときの平衡定数はつぎのように表される。

$$K = \frac{[\text{M}^+][\text{A}^-]}{[\text{MA (固)}]}$$

なお、 $[\text{M}^+]$ 、 $[\text{A}^-]$ および $[\text{MA (固)}]$ はそれぞれの物質、またはイオンのモル濃度を表している。ここで分母の $[\text{MA (固)}]$ は定数と考えてよいから、

$$[\text{M}^+][\text{A}^-] = K[\text{MA (固)}] = K_{\text{sp}}$$

となる。この定数 K_{sp} は (ア) とよばれ、温度が同じであれば一定である。

問1 文中の空欄 (ア) に適する語句を解答欄に漢字で書きなさい。

問2 25 °C において、塩化銀の飽和水溶液 90 ml を用意する。これに濃度 0.10 mol/l の塩化ナトリウム水溶液 10 ml を加えて混合水溶液をつくる。この混合水溶液中に存在する銀イオン Ag^+ のモル濃度 [mol/l] を求め、有効数字 2 桁で解答欄に書きなさい。なお、塩化銀の (ア) は、25 °C で $K_{\text{sp}} = 1.8 \times 10^{-10}$ (mol/l)² であり、また、いずれの水溶液も密度は同じであり、混合による溶液の体積変化はないものとする。

問3 塩化銀 (固) を含む飽和水溶液に過剰のアンモニア水を加えた場合に認められる状態を a ~ d の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a : 酸化銀を生成して褐色になる b : 塩化銀 (固) が溶ける c : 銀が析出する
d : 何も変化しない

問4 難溶性の塩である CuS と ZnS の (ア) は、それぞれ 6.3×10^{-30} (mol/l)² および 2.1×10^{-18} (mol/l)² である。Cu²⁺ イオンと Zn²⁺ イオンの濃度がいずれも 0.10 mol/l である混合水溶液に関するつぎの各問いに答えなさい。

I 硫化水素を通じて S^{2-} の濃度を 1.0×10^{-19} mol/l に保つ場合、水溶液中に存在する Cu²⁺ イオンおよび Zn²⁺ イオンのモル濃度 [mol/l] として最も適切な値を a ~ f の中からそれぞれ一つずつ選び、解答欄の記号にマークしなさい。なお、同じ記号をくり返し用いてもよい。

- a : 6.3×10^{-49} b : 6.3×10^{-11} c : 2.1×10^{-2} d : 0.10 e : 0.21 f : 21

II 硫化水素を通じて CuS だけを沈殿させるための $[\text{S}^{2-}]$ の濃度 [mol/l] 範囲は、つぎの式のように与えられる。式中の ① と ② に入る値を、有効数字 2 桁で解答欄に書きなさい。

$$(\text{ ① }) \text{ mol/l} < [\text{S}^{2-}] < (\text{ ② }) \text{ mol/l}$$

4

つぎの亜鉛に関する文を読み、以下の各問いに答えなさい。

亜鉛は周期表では(ア)族の元素であり、その単体は青みを帯びた銀白色の金属である。亜鉛は塩酸とも水酸化ナトリウムとも反応して(イ)を発生して溶ける。このような元素を(ウ)元素という。亜鉛はマンガン乾電池の負極として、また銅との合金は(エ)とよばれ、五円硬貨などに用いられる。

亜鉛を燃焼すると白色の(オ)を生じるが、これは(ウ)酸化物であり、塩酸とも水酸化ナトリウム水溶液とも反応する。また、亜鉛イオンを含む水溶液に少量の水酸化ナトリウムやアンモニア水を加えると、白色の(カ)の沈殿を生じる。(カ)は(ウ)水酸化物であり、塩酸とも水酸化ナトリウム水溶液とも反応して溶ける。

①

問1 文中の空欄(ア)～(カ)に当てはまる最も適切な数値、語句、または化合物名を解答欄に書きなさい。

問2 下線部①における(カ)と塩酸との反応式を解答欄に書きなさい

問3 下線部①における(カ)と水酸化ナトリウム水溶液との反応式を解答欄に書きなさい。

5

つぎのI、IIに示した各々2種類の有機化合物の特徴を、それぞれの下に①～⑤として示す。これらの特徴のうち、2種類の化合物に共通する特徴である場合は解答欄の記号aに、どちらか一方だけの化合物の特徴である場合は解答欄の記号bに、両者のいずれにも該当しない特徴である場合には解答欄の記号cにマークしなさい。

I エチルアルコールとフェノール

- ① ヒドロキシ基を有する
- ② ナトリウムと反応して水素を発生する
- ③ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液と反応し、呈色反応を示す
- ④ カルボン酸と反応してエステルを生じる
- ⑤ アンモニア性硝酸銀水溶液と反応し、銀を析出する

II アセトアルデヒドとアセトン

- ① カルボニル基を有する
- ② 強い刺激臭がある
- ③ 不斉炭素原子が存在する
- ④ フェーリング液と反応し、呈色反応を示す
- ⑤ アンモニア性硝酸銀水溶液と反応し、銀を析出する

6 つぎの文を読み、以下の各問いに答えなさい。

化合物 A は炭素、水素および酸素からなる有機化合物である。化合物 A 15.0 mg を燃焼させたところ、二酸化炭素 39.6 mg と水 16.2 mg が得られた。化合物 A を酸化すると単一の化合物 B となった。化合物 B 9.80 mg を燃焼させたところ、二酸化炭素 26.4 mg と水 9.00 mg が得られた。他の分析方法によって、化合物 A と化合物 B の分子量はともに 150 以下であることが明らかとなり、いずれの化合物にもシクロプロパン構造が含まれている。また、化合物 A の溶液は平面偏光の振動面を回転させるが、化合物 B の溶液は回転させない。なお、化合物 B にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、黄色の結晶を生じた。

問 1 化合物 A の分子式を解答欄に書きなさい。

問 2 化合物 B の分子式を解答欄に書きなさい。

問 3 下線部 ① およびそれまでの記述から明らかになる内容として最も適切なものを a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a : 化合物 A には炭素—炭素二重結合が存在しない
- b : 化合物 B には炭素—炭素二重結合がある
- c : 化合物 A と化合物 B はともに炭素数 5 の化合物である
- d : 化合物 A と化合物 B にはシクロプロパン以外の環構造が含まれる可能性がある
- e : 化合物 B のシクロプロパン構造は酸化反応によって作られた

問 4 下線部 ② に関する以下の記述で誤った内容を a～e の中から一つ選び、解答欄の記号にマークしなさい。

- a : 化合物 A には光学異性体が存在する
- b : 化合物 B に不斉炭素は無い
- c : 化合物 A の不斉炭素は酸化されて不斉炭素でなくなる
- d : 化合物 A の溶液は偏光を通すが、化合物 B の溶液は偏光を通さない
- e : 化合物 B には光学異性体が存在しない

問 5 下線部 ③ の黄色結晶の分子式を解答欄に書きなさい。

問 6 上記の記述から推定される化合物 B として可能な構造式の一つを解答欄に書きなさい。