

令和2年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（前期）【化学】

次の(1)～(7)の設問に答えなさい。設問に特別指示のないものについては、解答群の中から答えとして適したものを1つ選びなさい。指示のある設問については、それに従って答えなさい。複数選択の指示がある場合は、同一の解答欄に複数マークしなさい。数値の解答は、指定されている桁数に従い解答すること。〔解答番号 ～ 〕

必要があれば次の値を用いなさい。

原子量 H:1 C:12 N:14 O:16 Na:23 S:32 Cl:35.5 Ca:40 Mn:55 Cu:64 Ag:108
アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$
 $\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73, \sqrt{5} = 2.24$ $\log 2 = 0.30, \log 3 = 0.48, \log 5 = 0.70$

(1) 次の文を読み、(i)、(ii)の問いに答えなさい。

同じ元素であっても が同じで、 が異なる原子があることが知られている。そのような原子同士のことを互いに であるという。炭素にも が存在する。質量数が14の炭素原子の は 個である。

(i) 文中の ～ に当てはまる語を選びなさい。

- ① 価電子の数 ② 中性子の数 ③ 陽子の数 ④ 異性体 ⑤ 同位体 ⑥ 同素体 ⑦ 同族体

(ii) 文中の に当てはまる数字をマークしなさい。

(2) 次の①～⑤の記述のうち、下線を付けた物質が酸化剤としてはたらくものはどれか。

また、その酸化剤において、反応の前後で酸化数が変わる原子では、酸化数はどのように変化するか。

酸化数の変化： →

ただし、、 は符号(＋または－)をマークしなさい。なお、酸化数が0の場合は、＋および－の両方の符号をマークしなさい。、 は数字をマークしなさい。

- ① 亜鉛を塩酸に溶かす。
② 鉄を空气中で燃焼させる。
③ 酸化カルシウムを水と反応させる。
④ 硫化水素を二酸化硫黄と反応させる。
⑤ 酸化銅(II)を炭素と高温で反応させる。

(3) 次の文を読み、(i)～(iii)の問いに答えなさい。

リチウムイオン電池は、現在、携帯電話やデジタルカメラ、ノートパソコンなどの電源として広く利用されている 電池である。リチウムイオン電池は、 極にコバルト(III)酸リチウム、 極にリチウムを蓄えた黒鉛を用いる。黒鉛は、炭素原子が正六角形を基本構造とする平面状網目構造をもち、層と層の間は で結びついている。また、 極も層状になっていることから、両極ともに層と層の間をリチウムイオンが出たり入ったりすることができる。

リチウムイオン電池の放電時の反応は下記の式のように表すことができる。 極はリチウムイオンと電子を放出し、 極がリチウムイオンを受け取ることによって電流が流れる。



(i) 文中の ～ に当てはまる語を選びなさい。

- ① 一次 ② 二次 ③ 三次 ④ 正 ⑤ 負 ⑥ イオン結合 ⑦ 共有結合
⑧ 金属結合 ⑨ 水素結合 ⑩ ファンデルワールス力

(ii) 反応式の(a)と(b)に当てはまる化学式を選び、両方を解答欄 にマークしなさい。

- ① C ② CF_4 ③ CoO_2 ④ Li ⑤ LiC ⑥ LiCoO_2 ⑦ MnO_2 ⑧ Ni(OH)_2

(iii) 電極に炭素を用いることなどでリチウムイオン電池の実用化に貢献し、2019年のノーベル化学賞を受賞したのは誰か。

- ① 大隅良典 ② 下村 脩 ③ 鈴木 章 ④ 田中耕一 ⑤ 中村修二 ⑥ 根岸英一
⑦ 野依良治 ⑧ 本庶 佑 ⑨ 山中伸弥 ⑩ 吉野 彰

令和2年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（前期）【化学】

(4) (i) ~ (iii) の間に答えなさい。操作条件は常圧、25℃とする。

(i) 0.01 mol / L の硫酸水溶液を 10 L 調製したい。必要な濃硫酸（含有量 96.0 %，密度 1.8 g / cm³）の量は何 mL か。なお、5.0 mL のような場合は . としてマークしなさい。 . mL

(ii) 問い(i)で調製した硫酸水溶液 10 mL と 0.01 mol / L の水酸化ナトリウム水溶液 10 mL を混合した。混合後の水溶液の pH を求めなさい。ただし、硫酸および水酸化ナトリウムの電離度は 1 とする。なお、pH = 5.0 のような場合は . としてマークしなさい。 pH = .

(iii) 問い(ii)の混合後の水溶液中に存在する水酸化イオンの数を求めなさい。なお、10⁵ のような場合は としてマークしなさい。 . × 10 個

(5) 金属結合によって原子が規則正しく配列してできた結晶を金属結晶といい、主な結晶構造として、体心立方格子、面心立方格子、六方最密構造がある。(i), (ii) の間に答えなさい。

(i) それぞれの単位格子中に含まれる原子の数は何個か。

体心立方格子： 個，面心立方格子： 個，六方最密構造： 個

(ii) 銀 (Ag) の単体は面心立方格子の結晶構造をとっている。いま、銀の原子が完全な球であると仮定する。そして、単位格子中では原子が互いに接しており、単位格子の一辺の長さが 4.0×10^{-8} cm であるとする。(a) ~ (c) の間に答えなさい。

(a) 1 cm³ 中には何個の銀原子が含まれているか。なお、10⁵ のような場合は としてマークしなさい。

. × 10 個

(b) 隣接する原子の中心間の距離は何 cm か。 . × 10⁻ cm

(c) 銀の結晶の密度は何 g / cm³ か。なお、5 g / cm³ のような場合は としてマークしなさい。 g / cm³

(6) 次の文を読み、(i) ~ (iii) の間に答えなさい。

C₉H₁₀O の分子式で表される芳香族化合物 A, B, C, D, E がある。A, B, C はベンゼン環に 2 つの置換基をもち、その位置はオルト位である。また、D と E はベンゼン環に 1 つの置換基をもち、E は不斉炭素原子を有する。A, B, C と金属ナトリウムを反応させると、A と B は水素を発生したが、C は反応しなかった。B を強い酸化剤によって酸化すると、2 価のカルボン酸である F が生成した。また、D を穏やかに酸化すると、還元性を示す化合物が生成した。

(i) 化合物 C の置換基を 2 つ選びなさい。

- ① -CH₃ ② -CH₂CH₃ ③ -CH₂CHO ④ -CHO ⑤ -CH₂OH
⑥ -COCH₃ ⑦ -COOH ⑧ -OCH₃ ⑨ -OCH₂CH₃ ⑩ -OH

(ii) 化合物 D の置換基を選びなさい。

- ① -CH₂CH₃ ② -CH₂CHO ③ -CH₂CH₂OH ④ -CH₂COOH ⑤ -CH₂OCH₃
⑥ -CH(OH)CH₃ ⑦ -COOCH₃ ⑧ -OCH₂CH₃ ⑨ -OCOCH₃

(iii) 化合物 B, E, F それぞれに関する ① ~ ③ の記述について、正しいものをすべて選び、それぞれの解答欄にマークしなさい。

化合物 B：

- ① B は FeCl₃ と反応して呈色反応を示す。
② B を穏やかな条件で酸化すると、還元性の物質が得られる。
③ B を硫酸と共に加熱すると、脱水反応によりアルケンを生じる。

化合物 E：

- ① E に水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を作用させると、黄色沈殿を生じる。
② E に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、大部分がナトリウム塩に変わる。
③ E を硫酸と共に加熱して分子内で脱水反応をさせると、シス体とトランス体の幾何異性体が得られる。

化合物 F：

- ① F を加熱すると酸無水物が生じる。
② o-キシレンを酸化すると F が生じる。
③ F の異性体とエチレングリコールを縮合重合させた高分子は、ポリエステルとして広く用いられている。

令和2年度 金沢医科大学医学部入学試験問題
一般入学試験（前期）【化学】

(7) 次の文を読み、(i)～(iv)の問いに答えなさい。

ペプチドAは、表に示した6種類の α -アミノ酸が、1分子ずつペプチド結合で直鎖状に結合したものである。ペプチドAの一次構造を決めるために、実験1～6を行った。

(注) ペプチド鎖の両末端には、結合に使われていないアミノ基とカルボキシ基がそれぞれ存在する。アミノ基がある末端をN末端、カルボキシ基がある末端をC末端という。

名称	側鎖 (置換基, R)	分子量	等電点
イソロイシン	$-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	131	6.0
グリシン	$-\text{H}$	75	6.0
グルタミン酸	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	147	3.2
システイン	$-\text{CH}_2-\text{SH}$	121	5.1
チロシン	$-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$	181	5.7
リシン	$-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}_2$	146	9.7

実験1 ペプチドAの両末端のアミノ酸をそれぞれ分析すると、N末端のアミノ酸は不斉炭素原子を2個もち、C末端のアミノ酸は塩基性アミノ酸であった。

実験2 ベンゼン環をもつアミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合のみを加水分解する酵素でペプチドAを分解すると、ペプチドBとペプチドCが生成した。

実験3 ペプチドBとペプチドCのそれぞれの水溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、少量の硫酸銅(II)水溶液を加えると、ペプチドBの水溶液のみが赤紫色になった。

実験4 酸性アミノ酸のカルボキシ基側のペプチド結合のみを加水分解する酵素でペプチドBを分解すると、ペプチドDとペプチドEが生成した。

実験5 ペプチドA～Eのそれぞれの水溶液に、濃硝酸を加えて加熱すると、ペプチドA、ペプチドB、ペプチドEの水溶液が黄色になり、冷却後アンモニア水を加えると橙黄色になった。

実験6 ペプチドA～Eのそれぞれの水溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、酢酸を加えて中和後、酢酸鉛(II)水溶液を加えると、ペプチドAとペプチドCの水溶液に黒色沈殿が生じた。

(i) 実験3, 実験5, 実験6の呈色反応をそれぞれ選びなさい。

実験3: , 実験5: , 実験6:

- | | | |
|---------------|-------------|------------|
| ① 硫黄の検出 | ② 銀鏡反応 | ③ 窒素の検出 |
| ④ キサントプロテイン反応 | ⑤ ニンヒドリン反応 | ⑥ ビウレット反応 |
| ⑦ フェーリング液の還元 | ⑧ ヨウ素デンプン反応 | ⑨ ヨードホルム反応 |

(ii) ペプチドAの分子量を求めなさい。ただし、アミノ酸の分子量は表の数値を用いること。

(iii) 以下にペプチドAの一次構造を、左側をN末端、右側をC末端として示した。 ～ に入るアミノ酸を選びなさい。

(N末端) $\text{H}_2\text{N}-$ - - - - - - COOH (C末端)

- ① イソロイシン ② グリシン ③ グルタミン酸 ④ システイン ⑤ チロシン ⑥ リシン

(iv) 表の6種類のアミノ酸のうち、pH2の水溶液中で、イオン化している官能基を最も多く含むアミノ酸はどれか。

- ① イソロイシン ② グリシン ③ グルタミン酸 ④ システイン ⑤ チロシン ⑥ リシン