

令和4(2022)年度  
北海道大学工学部  
編入学試験(一般選抜)  
学士入学試験

【化 学】

試験時間 15:15~16:45

- ・ 試験時間中、机の上に置けるものは、受験票、黒の鉛筆、黒のシャープペンシル、消しゴム、鉛筆削り、眼鏡、時計(計時機能のみ有するもの)のみです。これ以外のものを試験時間中、机の上に置いてはいけません。
- ・ 携帯電話、スマートフォン等の電子機器類、及び時計のアラームは、試験時間中、使用してはいけません。これらの電子機器類は、あらかじめアラームの設定を解除して電源を切り、かばん等に入れなさい。

注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはいけません。
2. 問題紙は、このページを含めて6ページあります。
3. 解答用紙は「化学1/3」から「化学3/3」までの3枚、草案用紙は1枚あります。
4. 受験番号は、監督員の指示に従って、すべての解答用紙の指定された箇所に必ず記入しなさい。
5. 解答はすべて、解答用紙の指定された箇所に記入しなさい。なお、裏面を使用してはいけません。
6. 必要以外のことを解答用紙に書いてはいけません。
7. 解答用紙は3枚とも全部必ず提出しなさい。
8. 問題紙の余白は下書きに使用しても差し支えありません。
9. この問題紙と草案用紙は回収しません。

令和4(2022)年度  
北海道大学工学部  
編入学試験(一般選抜)  
学士入学試験

【化 学】

令和 4 (2022) 年度北海道大学工学部編入学試験(一般選抜)・学士入学試験問題【化学】

問 1. 銅に関する下記の文章を読み, 設問 1 ~ 設問 6 に答えなさい。

銅の鉱石は硫化物として産出することが多く, (i)黄銅鉱が代表的なものである。黄銅鉱をコークスや石灰石と混合して粉碎し, 高温の炉で加熱すると, 硫化銅(I)が生成する。(ii)この硫化銅(I)に酸素を吹き込みながら加熱すると, 不純物を含む粗銅が得られる。粗銅中には金, 銀, 鉄, ニッケルが不純物として含まれる。粗銅を [ (あ) ] 極, 純銅を [ (い) ] 極として(iii)硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液中に浸漬して電気分解すると, 高純度の銅を得ることができる。この方法を(iv)電解精錬とよぶ。銅は単体のみならず, (v)さまざまな合金として工業的に利用されている。

設問 1. 下線部(i)について, 黄銅鉱の化学式を答えなさい。

設問 2. 下線部(ii)について, 硫化銅(I)と酸素の反応によって銅が生成する化学反応式を記しなさい。

設問 3. 文中の [ (あ) ] および [ (い) ] に入る適切な語句を答えなさい。

設問 4. 下線部(iii)について, 市販の濃硫酸を用いて水溶液を調製した。用いた濃硫酸の質量パーセント濃度が 98%, 密度が 1.8 g/mL であるとき, この濃硫酸のモル濃度を整数で答えなさい。ただし, 硫酸の分子量は 98 としなさい。

設問 5. 下線部(iv)について, 下記の (カ) ~ (コ) のうち, 電解精錬中の粗銅に含まれる不純物の説明として最も適切な文章を 1 つ選び, 記号で答えなさい。

(カ) すべての不純物が水溶液中に溶け出す。

(キ) 金が電極の下に沈殿し, 銀, 鉄およびニッケルが水溶液中に溶け出す。

(ク) 金および銀が電極の下に沈殿し, 鉄およびニッケルが水溶液中に溶け出す。

(ケ) 金, 銀および鉄が電極の下に沈殿し, ニッケルが水溶液中に溶け出す。

(コ) すべての不純物が電極の下に沈殿する。

設問 6. 下線部(v)について, 銅と銀の合金は  $\alpha$  固溶体と  $\beta$  固溶体からなる共晶組織を生成することが知られている。このような合金系の状態図を共晶型状態図とよぶ。 $\alpha$  固溶体と  $\beta$  固溶体の共晶組織が生成する共晶型状態図の概略図を描きなさい。

問2. 同位体に関する下記の文章を読み、設問1～設問5に答えなさい。

原子番号が同じではあるが、中性子の数が異なる原子を互いに同位体とよぶ。多くの元素には、放射線を放出しない安定同位体が存在する。例えば、(i)ホウ素には質量数10と11の2種類、塩素には質量数35と37の2種類の安定同位体がある。一方、放射線を放出する同位体のことを放射性同位体とよぶ。例えば、(ii)質量数14の炭素は、質量数14の窒素にβ崩壊(壊変)する。放射性同位体の半減期を利用し、(iii)遺跡から発掘された生物の遺骸や木片に残っている質量数14の炭素の割合を測定することにより、それらが生存していた年代を知ることができる。また、(iv)質量数235のウランは、原子力発電の核燃料として利用されている。

設問1. 下線部(i)について、質量数10と11のホウ素の天然存在比をそれぞれ20.0%と80.0%、質量数35と37の塩素の天然存在比をそれぞれ75.0%と25.0%としたとき、天然のホウ素と塩素からなる三塩化ホウ素の分子量を小数第一位まで答えなさい。その際、同位体の相対質量として各質量数をそのまま用いなさい。

設問2. 下線部(i)について、これらのホウ素と塩素からなる三塩化ホウ素には何種類の相対質量の分子が存在するか答えなさい。

設問3. 下線部(ii)について、下記の(サ)～(セ)のうち、β崩壊により放出されるβ線の説明として最も適切な文章を1つ選び、記号で答えなさい。

(サ) β線はX線の流れである。

(シ) β線は電子 $e^-$ の流れである。

(ス) β線は質量数4のヘリウムの原子核の流れである。

(セ) β線は波長254 nmの紫外線の流れである。

設問4. 下線部(iii)について、ある遺跡から発掘された木片に含まれる質量数14の炭素の割合を測定すると、現在の大気中に存在する質量数14の炭素の6.25%であった。この木片は何年前のものか、整数で答えなさい。ただし、質量数14の炭素の半減期は5730年であり、大気中の質量数14の炭素の割合は時代によらず一定であるとする。

設問5. 下線部(iv)について、下記の(タ)～(テ)のうち、核燃料を入れる燃料被覆管に関する記述として最も適切な文章を1つ選び、記号で答えなさい。

(タ) 中性子吸収断面積の小さなジルコニウム合金が用いられる。

(チ) 化学的安定性に優れたイリジウム合金が用いられる。

(ツ) 融点が高いタングステン合金が用いられる。

(テ) 軽量で酸化還元電位の低いリチウム合金が用いられる。

問3. 次のA~Eの化合物に関する以下の設問1および設問2に答えなさい。

A フェノール B ジエチルエーテル C 酢酸 D グリセリン E 安息香酸

設問1. A~Eの構造式を書きなさい。

設問2. 次の(a)~(e)にあげた2つの化合物を互いに区別する適切な方法を(1)~(7)の記号から1つ, またその操作によってどちらか一方の化合物におこる変化を(イ)~(ト)の記号から1つ選びなさい。

(a) Aとサリチル酸 (b) Bとエタノール (c) Cとギ酸  
(d) Dとデンプン水溶液 (e) Eとサリチル酸

(1) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加える。  
(2) 炭酸水素ナトリウム水溶液を加える。  
(3) 塩化鉄(III)水溶液を加える。  
(4) 希塩酸を加える。  
(5) アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱する。  
(6) 金属ナトリウムを加える。  
(7) 水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液を加える。

(イ) 黄色沈殿を生じる。 (ロ) 赤紫色を呈する。 (ハ) 青色を呈する。  
(ニ) 二酸化炭素が発生する。 (ホ) 水素が発生する。 (ヘ) 塩素が発生する。  
(ト) 銀鏡が生じる。

問4. 次の(a)~(e)で生じる反応に関する以下の設問1および設問2に答えなさい。

(a) フタル酸を融点近くまで加熱する。  
(b) アニリンを希塩酸に溶かして氷冷し, 亜硝酸ナトリウム水溶液を加える。  
(c) エチレンに, 四塩化炭素中で臭素を加える。  
(d) ベンゼンに, 塩化鉄(III)の存在下で等モルの塩素ガスを加える。  
(e) サリチル酸に, 少量の濃硫酸の存在下で無水酢酸を加える。

設問1. (a)~(e)の反応で得られる主生成物の構造式を書きなさい。

設問2. (a)~(e)の反応の適切な名称を(1)~(13)の記号から1つ選びなさい。

(1) 縮合重合 (2) スルホン化 (3) 還元 (4) けん化 (5) カップリング  
(6) ジアゾ化 (7) 付加重合 (8) 付加 (9) ニトロ化 (10) 脱水  
(11) アセチル化 (12) 加水分解 (13) 置換

問5. 次のA~Eの高分子化合物を合成するために必要な全ての単量体を(1)~(10)の記号から選びなさい(1つとは限らない)。

A メタクリル樹脂 B 6,6-ナイロン C ポリエステル D ポリブタジエン  
E 尿素樹脂

- (1)  $C_6H_5-CH=CH_2$  (2)  $CH_3CHO$  (3)  $H_2N(CH_2)_6NH_2$  (4)  $CH_2=C(CH_3)CO_2CH_3$   
(5)  $CH_2O$  (6)  $HOCH_2CH_2OH$  (7)  $H_2NCONH_2$  (8)  $CH_2=CH-CH=CH_2$  (9)  $CH_2=CHCO_2CH_3$   
(10)  $HO_2C(CH_2)_4CO_2H$

問6. 次の(a)~(e)の反応で得られる主生成物の構造式を書きなさい。

- (a) 1-ヘキシンに、触媒量の硫酸水銀の存在下で硫酸水溶液を加える。  
(b) ベンゾニトリルに、濃硝酸と濃硫酸の混合物を加える。  
(c) 2,6-ヘプタンジオンに、エタノール中で水酸化ナトリウムを加える。  
(d) 2-メチル-2-ブタノールに、テトラヒドロフラン中で硫酸水溶液を加える。  
(e) エチルイソプロピルエーテルに、ヨウ化水素水溶液を加える。