

平成 22 年度技術士第二次試験問題【化学部門】

必須科目 10 時 ~ 12 時 30 分

我が国の化学工業の持続的発展を図るために必須である人材育成及び国際競争力の強化に関して、次の 2 問題( -1, -2)に解答せよ。(問題ごとに答案用紙を替えて、問題番暑を明記すること。)

- 1 科学技術立国を目指す我が国にとって、その担い手となる人材をいかに養成・確保して行くかは重要な問題である。これについて、次の問いに答えよ。(答案用紙 1 枚以内にまとめよ。)

(1)個々の人材が生きる環境の形成について述べよ。

(2)あなたの立場でどのように化学技術者、研究者を育成すればよいか考えを述べよ。

- 2 平成 7 年に「科学技術基本法(平成 7 年法律第 130 号)」が制定され、平成 8 年から「科学技術基本計画」が実施されている。(現在は第三期計画実施中)。他方、平成 14 年に「知的財産基本法(平成 14 年法律第 122 号)」が制定され、平成 15 年から「知的財産の創造、保護及び活用に関する推進計画(現在は"知的財産推進計画"と名称変更)」が実施され、逐次国家予算がつけられている。これらが両輪となって日本の科学技術政策は推進されている。

しかしながら、現在の我が国の化学企業は、欧米の化学企業とは技術開発競争で、BRICs・アジアの化学企業とはコスト競争でしのぎを削るという厳しい二面作戦を強いられている。

そこで、あなたが専門とする技術分野について、次の問いに答えよ。(答案用紙 2 枚以内にまとめよ。)

(1)この状況の中で日本の化学企業が生き残り、持続的な発展をするためには、欧米の化学企業、BRICs・アジアの化学企業それぞれとの間で、技術開発あるいは事業での差別化・棲み分けが必要であると同時に、相互補完・連携も必要となる。このような視点に立って、あなたが専門とする技術分野内での現状を俯瞰し、今後どのような差別化・棲み分け及び相互補完・連携策を取るのが好ましいかについて、あなたの考えを具体的に述べよ。

(2)欧米の化学企業との技術開発競争、BRICs・アジアの化学企業とのコスト競争の各々について、知的財産を用いた戦略は欠かすことが出来ない。あなたが専門とする技術分野で画期的な新製品や新技術が生まれた場合、我が国の化学企業として持続的発展を図るための「特許出願戦略」と「特許権活用戦略」について、あなたの考えを述べよ。

平成 22 年度技術士第二次試験問題【化学部門】

選択科目【5 - 1】セラミックス及び無機化学製品

次の 2 問題( - 1, - 2 )について解答せよ。

- 1 次の 9 設問のうち 3 設問を選んで解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ 1 枚以内にまとめよ。)

-1-1 耐火物について、以下の問いに答えよ。

(1)耐火れんがと不定形耐火物の例を各々 1 つずつ挙げ、それらの特徴と主な用途を述べよ。

(2)上記(1)で答えた 2 つの耐火物のうちの 1 つについて、その耐火物の技術的な課題と解決策を説明せよ。

-1-2 電子顕微鏡を用いた無機材料の評価方法について、以下の問いに答えよ。

(1)電子顕微鏡による代表的な評価方法を 2 つ挙げ、その原理と特徴について述べよ。

(2)上記(1)で答えた評価方法のうちの 1 つを取り上げ、その問題点と解決策について具体的に説明せよ。

-1-3 ファインセラミックスについて、以下の問いに答えよ。

(1)ファインセラミックスと伝統的セラミックス(陶磁器・ほうろう・セメントなど)との相違を述べよ。

(2)代表的なファインセラミックスを 2 つ挙げ、各々について特徴、製造方法及び課題について説明せよ。

-1-4 ガラス製造過程の 1 つである溶融プロセスにおいて、資源とエネルギーコストの削減や、地球温暖化防止のための二酸化炭素排出量削減の観点から期待されている新しい溶融技術について、以下の問いに答えよ。

(1)新しい溶融技術として、ガラス融液への直接通電加熱、酸素燃焼法、そして重油からガスへの燃料転換などが実践されている。それぞれについて上記の観点から説明せよ。

(2)ガラス溶融方法をさらに革新する技術として開発が進められている「気中加熱技術」について説明せよ。

-1-5 陶磁器はそのほとんどが安定な天然原料から作られており、環境に配慮した材料とも言える。しかし、釉薬及び加飾に使用される一部の絵具は、鉛や重金属などの環境影響成分を含んでいる。これらは食品衛生法により厳しく規制されてきたが、2008 年に一層厳しい国際基準である ISO6486-2 1999 に適合する基準値に改正された。

(1)これらの環境影響成分の溶出が危惧される理由について説明せよ。

(2)絵具に含まれる重金属元素のうち、上記の鉛(Pb)以外の人体に影響を与える成分(元素名)を 2 つ挙げるとともに、これらの危険性を回避するために考えられる方法を述べよ。

-1-6 歴史的建造物を除く現存建造物の多くは、構成材料としてコンクリートと鉄鋼が主に用いられており、これらの建造物の使用中の破損は構成材料であるコンクリートや鉄鋼に固有の破壊機構によるものである。このうちコンクリートは、以下の ~ に示すような劣化機構によって強度が低下し、破壊に至る。

中性化 塩害 凍害 アルカリ骨材反応 化学的腐食 疲労

以上の ~ のうちから 3 つを選び、各々についてコンクリートに則して説明せよ。

-1-7 カーボンナノチューブの基本的な構造は、1 枚のグラフェンシートを巻いた中空の筒状構造である。このグラフェンシートの巻き方によって異なるいくつかのタイプがあり、それぞれ導電性に違いがある。

(1) これらのカーボンナノチューブに共通する特徴と期待される用途を述べよ。

(2) カーボンナノチューブに関連する研究開発が活発な一方で、実用化が遅れている要因について説明せよ。

-1-8 バイオセラミックスの代表例である水酸アパタイトについて、以下の問いに答えよ。

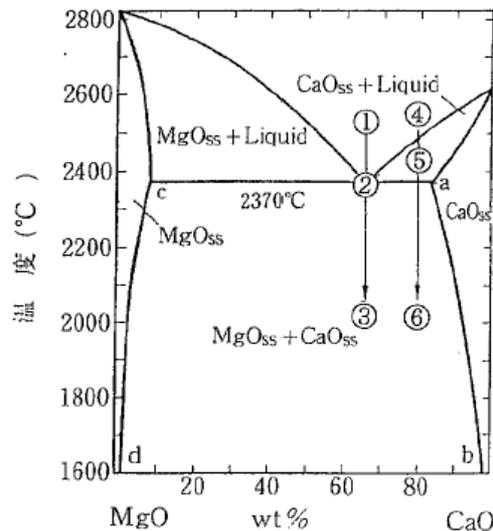
(1) 水酸アパタイトの代表的な合成法を 2 つ挙げ、各々の方法の要点と特長を述べよ。

(2) 水酸アパタイトがバイオセラミックスとして満たすべき要件を 3 つ挙げ、説明せよ。

1-1-9 下図は MgO-CaO 系の状態図である。以下の問いに答えよ。

(1) この状態図から知り得るこの系の状態や物性について箇条書きに記せ。

(2) 図中の ① の状態にある試料を 及び ② の温度まで徐冷したときの各々の相変化と、同様に ③ の状態の試料を 及び ④ まで徐冷したときの相変化を説明せよ。



(出典:「セラミックスの基礎科学」, 守吉祐介・笹本 忠・植松敬三・伊熊泰郎 共著, p. 90 (内田老鶴圃))

- 2 次の3設問のうち1設問を選んで解答せよ。(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,3枚以内にまとめよ。)

-2-1 太陽電池について,以下の問いに答えよ。

- (1)太陽電池の原理と二酸化炭素削減の意義を説明せよ。
- (2)代表的な太陽電池を3つ挙げ,各々の特徴と製造方法を説明せよ。
- (3)現在,太陽電池は徐々に導入が進められているが,さらなる市場展開を進めていくにはいくつかの課題がある。それらのうちから重要な課題を3つ挙げ,それらについてのあなたの解決策を述べよ。

1-2-2 フラットパネルディスプレイ(平面表示装置)には,液晶ディスプレイの他,いくつかあり,今後とも,開発,実用化が盛んに進められる分野である。これらに関して以下の問いに答えよ。

- (1)液晶ディスプレイ以外のフラットパネルディスプレイを2つ挙げ,各々について概略を述べよ。
- (2)液晶ディスプレイに用いられるセラミック材料について述べよ。
- (3)液晶ディスプレイの製造プロセスにおける代表的な薄膜製造法を1つ挙げ,その原理と特長を説明せよ。
- (4)液晶ディスプレイの製造において,枯渇も視野に入れた希少資源の代替技術として研究開発すべき材料についてあなたの考えを述べよ。

-2-3 環境対策の1つとして低消費電力で製品寿命の長いLED照明が注目を集めている。これについて以下の問いに答えよ。

- (1)LEDの原理とLED用半導体材料について説明せよ。
- (2)LEDの特長とそれに基づく用途について説明せよ。
- (3)さらに普及させるために必要な解決すべき課題についてあなたの考えを述べよ。

## 選択科目【5 - 2】有機化学製品

次の2問題( - 1, - 2)について解答せよ。

- 1 次の6設問のうち3設問を選んで解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,それぞれ1枚以内にまとめよ。)

-1-1 ケトンは,種々の化学製品を製造する時の中間体として有用である。次の2種類の化学製品について,下記の問いに答えよ。

アセトン シクロヘキサノン

(1)現在日本国内で工業的に行われているそれぞれの製造法を反応式で示し,反応の特徴を説明せよ。

(2)それぞれを原料として製造される工業製品のうち,現在国内で大量に生産されている製品をそれぞれについて1つ挙げ,その製造法を反応式で示し,反応の特徴を説明せよ。

-1-2 乳化現象を利用して作られる製品について異なる分野の例を2つ挙げ,それぞれの用途における分散相成分,界面活性剤成分,乳化方法を示せ。また,その乳化安定の技術的ポイントを説明せよ。なお,油分が連続相となる油中水滴分散型乳化を例に挙げる場合は,連続相,界面活性剤成分,分散相成分をそれぞれ示せ。

-1-3 プロピレンの反応性は,反応性の高いアリル位の水素の存在,二重結合の2個の炭素原子が等価でないことに由来して,エチレンの反応性と比べて大きく異なる。

(1)酸化エチレンと酸化プロピレンの工業的製造方法と触媒を共に記述し,エチレンに適用した直接酸化方法が工業的にはプロピレンに適用できない理由を説明せよ。

(2)エチレンから1段階酸化で酢酸が,プロピレンからは2段階酸化でアクリル酸が工業的に製造されている。後者の製造方法と触媒を共に記述し,エチレンに適用した方法が工業的にはプロピレンに適用できない理由を説明せよ。

(3)プロピレンを出発物質として工業的に製造されている1級アルコールを2つ挙げ,その工業的製造方法を示せ。

-1-4 天然物合成あるいは抗生物質の骨格形成における立体選択的な環形成反応は重要で,その合成過程のキー反応になっているケースが良く見られる。例を2つ挙げ,反応基質,反応条件,立体選択性を示すメカニズムを説明せよ。ただし,例は,具体的な化合物名又は構造式で示せ。

-1-5 6,6-ナイロンの製造には,ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸が使用される。

(1)1,3-ブタジエンを出発原料としてそれぞれを合成するルートを反応式で示せ。

(2)アジピン酸について,ナイロン以外の工業的用途2例を挙げ,説明せよ。

-1-6 トリレンジイソシアネート(TDI)は,工業的には通常トルエンを出発原料として,大きく分けて3段階の工程を経て製造されている。各工程を反応式で示し,その特徴を説明せよ。

- 2 次の 2 設問のうち 1 設問を選んで解答せよ。(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,3 枚以内にまとめよ。)

-2-1 含窒素化合物に関する次の(1)~(3)の問いに答えよ。

(1)一級アミンは,ハロゲン化アルキルにアンモニアを反応させることで得られるが,一級アミンだけでなく二級アミン,三級アミンなどが副生する。工業的には生成物を分留しそれぞれの成分を利用しているが,目的物のみを得たいとき副生物は少ない方が良い。そこで,一級アミンを選択的に合成する方法について,例を2つ挙げ説明せよ。挙げる例は,工業的な方法でも,実験室的な方法でもよい。

(2) - アミノ酸はたんぱく質を構成する成分として合成法が研究されてきた。

アラニンの合成法を反応式で示せ。

生体が用いる - アミノ酸は光学活性体に限定されることから,人工的に光学活性体を作る努力が成されてきた。そこで,同じくアラニンを例に光学活性体を得る方法について述べよ。なお,光学活性体を作る方法については,現在実施されている方法にこだわらない。

同じ - アミノ酸であるアラニンとフェニルアラニンの光学活性体を合成するとき,その難易度の違いについて,あなたの考えを述べよ。

(3)ピロール,イミダゾール,ピリジン,ピリミジンは図に示すとおり窒素と不飽和結合を含む化合物であり,ピリミジンが核酸塩基の構成部分であることをはじめ,他の化合物も生体内物質の部分構造としてよく見ることが出来る。



ピロール



イミダゾール



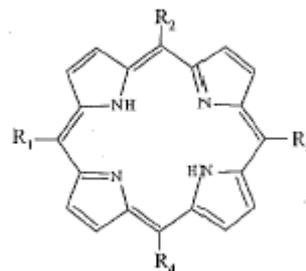
ピリジン



ピリミジン

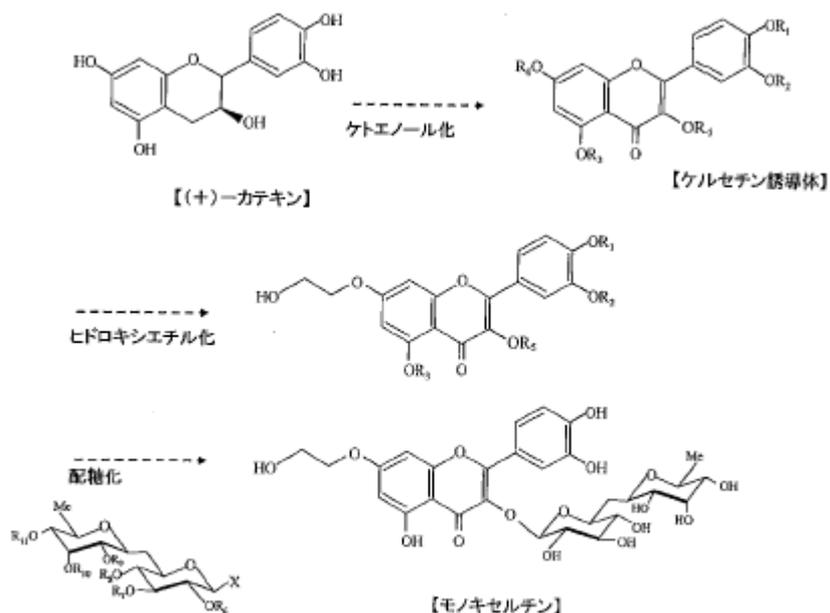
これらの化合物は不飽和結合を持ちながら付加反応性は乏しく,ベンゼンのように芳香族性を示す。その理由を,ヒュッケル則を用いてそれぞれについて述べよ。

4分子のピロールと4分子のアルデヒドからなるポルフィリンはクロロフィルやヘムなどの構成要素として生体内で重要な役割を担うとともに,色素や触媒としてもよく利用される。ポルフィリンが示す性質のうち,芳香族性に由来するものを1つ挙げ,その性質を変化させるためにはR置換基をどのようにすればよいか,あなたの考えを述べよ。



-2-2 高純度緑茶カテキン(e.g.ポリフェノン E)は,化粧品,食品添加剤,医薬(e.g.皮膚用塗り薬)に使用されている。もし,あなたが大学の産学連携本部に在籍し,担当教授が「カテキン並びにエピカテキン類の簡易な合成法を開発し,様々な類縁体を高純度に得ることができる合成方法」について日本及び外国特許を取り,企業への技術移転を考えると,次の(1)~(3)の問いに答えよ。

(1)(+) - カテキンから医薬品「モノキセルチン」が,下図の様に(イ)ケトエノール化,(ロ)ヒドロキシエチル化,(ハ)配糖化の順序で合成できると仮定する。この3つの反応工程の中から2つの工程を選び,その合成反応条件をあなたが妥当と考える理由を添えて提案せよ。なお,記載にあたっては,分子式を簡略化してもよい。



なお、図中の $R_1 \sim R_{11}$ は保護基を示す。

- (2)天然品の緑茶カテキンが化粧品, 食品添加物, 医薬品として既に上市されている場合, さらに合成品の上市を目指すための研究開発の計画を立てる上で, あなたが考えるべき課題を述べよ。
- (3)産学連携により(2)で挙げた課題を解決し, その後の事業化を目指すとき, 「産」及び「学」それぞれの役割分担を提案せよ。

選択科目【5 - 3】燃料及び潤滑油

次の2問題( - 1, - 2)について解答せよ。

- 1 次の6設問のうち3設問を選んで解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,それぞれ1枚以内にまとめよ.)

-1-1 水素燃料はCO<sub>2</sub>を排出しないクリーンな燃料として注目されている。その水素製造でCO<sub>2</sub>排出を伴う製造方法2例及びCO<sub>2</sub>排出を伴わないCO<sub>2</sub>フリーの製造方法2例について述べよ。

-1-2 ガソリン及び軽油に使用されている添加剤それぞれ2例について説明せよ。

-1-3 非在来型の天然ガスが,米国においてシェールガスを中心に注目されている。開発生産が進んでいるシェールガスの現状(生産量,開発技術など)について述べよ。

-1-4 自動車の排ガスは大気汚染に直接的に影響する。そのため排ガス後処理装置が重要な役割を担っている。排ガス後処理装置の概要と,それに及ぼすエンジン油の影響について述べよ。

-1-5 合成系基油と鉱油系基油の違いについて述べ,更に合成系基油2例を挙げてその特徴について述べよ。

-1-6 石炭の主要生産国である中国,アメリカ,オーストラリア3国の現状(消費,生産など)を説明せよ。

- 2 次の 2 設問のうち 1 設問を選んで解答せよ。(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,3 枚以内にまとめよ。)

-2-1 ATF(自動変速機油)による燃費改善について

(1)ATF による燃費改善が求められている理由について説明せよ。

(2)ATF による燃費改善への課題と対策について述べよ。

(3)ATF に使用する VII(粘度指数向上剤)の燃費改善への課題と対策について述べよ。

-2-2 石油コンビナートで石油精製企業や石油化学企業め高度統合が進展している。これについて次の問いに答えよ。

(1)高度統合がどのような段階を経て進展しているかについて述べよ。

(2)高度統合化することの経済的な利点と社会的な意義について述べよ。

(3)高度統合化が今後どのように展開するか考えを述べよ。

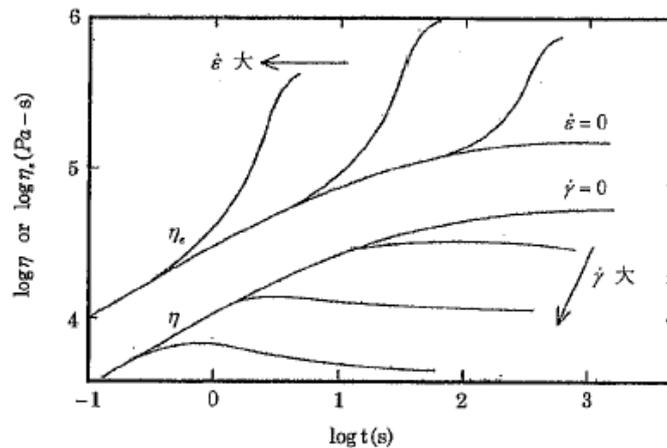
選択科目【5 - 4】高分子製品

次の2問題( - 1, - 2)について解答せよ。

- 1 次の6設問のうち3設問を選んで解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,それぞれ1枚以内にまとめよ。)

-1-1 射出成形,押出成形等の成形加工において,ポリマーの粘弾性現象を理解することは必要である。下図は低密度ポリエチレン(以下 LDPE)を用い,ひずみ速度を変化させたときのせん断粘度及び伸長粘度の経時変化をみたグラフである。このグラフに関して,次の問いに答えよ。

図:LDPE の粘度成長関数  
 上側は1軸伸張粘度  $\eta_e(t, \dot{\epsilon})$   
 下側はずり粘度  $\eta(t, \dot{\gamma})$   
 $\dot{\epsilon}$  はひずみ速度( $s^{-1}$ )を示す



出所:尾崎邦宏著,「レオロジーの世界」,P97,工業調査会(2004)

- (1)せん断粘度はひずみ速度の増加と共に減少し,伸長粘度はひずみ速度の増加に伴いある時間から大きくなっている。LDPE がこのような挙動を示す理由を述べよ。
- (2)せん断粘度及び伸長粘度の測定方法について説明せよ。

-1-2 射出成形におけるポリマーの金型充填後の冷却時間(固化時間)は,非定常熱伝導理論に基づいて導かれる。次の問いに答えよ。

- (1)理論的に冷却時間を決定する因子を5つ挙げよ。
- (2)溶融ポリマーが充填された瞬間における樹脂と金型の界面温度  $T_i$  は次式で表される。この式から言えることを述べよ。その考えに基づき,成形品の外観をよくする方策について説明せよ。

$$T_i = \frac{\sqrt{\rho_1 C_{p1} k_1} T_{10} + \sqrt{\rho_2 C_{p2} k_2} T_{20}}{\sqrt{\rho_1 C_{p1} k_1} + \sqrt{\rho_2 C_{p2} k_2}}$$

ここで  $\rho$ :密度[ $kg/m^3$ ],  $C_p$ :比熱[ $J/kgK$ ],  $k$ :熱伝導率[ $W/mK$ ],  $T$ :温度[K]である。

数字 1 は樹脂, 数字 2 は金型の各特性値である。  $T_{10}$  は樹脂の初期温度、  $T_{20}$  は金型の初期温度を表す。

-1-3 次の高分子反応法について述べ, それぞれについて具体的な高分子を 1 つ挙げて反応機構を説明せよ。

- (1) ブロック共重合
- (2) 開環メタセシス重合
- (3) 重付加

-1-4 複合則によれば、短繊維強化材料の強度は界面接着強度, アスペクト比, 配向度などのパラメーターに支配される。ガラス繊維強化材料の射出成形を例にして, 次の問いに答えよ。

- (1) 繊維の表面処理剤による界面接着強度の発現機構について説明せよ。
- (2) アスペクト比及び配向度の制御による強度向上策について説明せよ。

-1-5 光学レンズには軽量化, 小型化などの利点からポリメチルメタクリレート, 環状ポリオレフィン, フルオレン系樹脂などの透明プラスチックが使用されている。これらのプラスチックについて, 次の問いに答えよ a

- (1) 光学レンズの要求性能を 5 つ挙げ, 材料設計の観点から上述の各プラスチックの得失を比較せよ。
- (2) 高精度な非球面レンズを射出成形する上での課題と解決するための工法について述べよ。

-1-6 プラスチックの中で現在大量に製造されているポリプロピレン(以下 PP)について, 次の問いに答えよ。

- (1) PP の重合触媒にチーグラ-ナッタ(Ziegler-Natta)触媒が用いられている理由について, 立体規則性の面から説明せよ。
- (2) PP がプラスチックの中で大量に製造消費されている理由について, その基本物性の面から説明せよ。

- 2 次の3設問のうち1設問を選んで解答せよ。(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,3枚以内にまとめよ。)

-2-1 高分子ゲル製品は食品,医療品,工業製品などに広く利用されている。これについて,次の問いに答えよ。

- (1)架橋方法の違いから物理ゲルと化学ゲルと呼ばれるゲルがあるが,各ゲルの特徴を説明しそれぞれの事例を2つ挙げよ。
- (2)近年高分子ゲル技術の発展に寄与した「体積相転移」について説明せよ。
- (3)現在注目されている高分子ゲルを1つ挙げ,今後期待される新しい分野への展開についてあなたの考えを述べよ。

-2-2 電子機器,LED 照明器具などの発熱源を有する部品では放熱性をよくするため高熱伝導性プラスチックの開発が進められている。熱伝導性を向上させるために熱伝導性フィラーを充填する方法が取られている。このことに関し,次の問いに答えよ。

- (1)フィラー充填による熱伝導率向上メカニズムについて説明せよ。
- (2)熱伝導性フィラーを3つ挙げ,これらを配合する材料設計の考え方について述べよ。
- (3)高熱伝導性プラスチックを放熱部品として使用するための課題とそれを克服する技術開発について,あなたの考えを述べよ。

-2-3 昨今,地球規模の環境問題の対策として,生分解性プラスチックが注目されている。現在すでに実用化されている生分解性プラスチックについて,次の問いに答えよ。

- (1)生分解性プラスチックとして実用化されている例を3つ挙げて,それぞれの出発原料と製造プロセスの概要について述べよ。
- (2)上記の3例の生分解性プラスチックについて,それぞれの基本物性の概要及び主な用途について述べよ。
- (3)生分解性プラスチックの現在の課題について説明し,それを解決するための方策についてあなたの考えを述べよ。

選択科目【5 - 5】化学装置及び設備

次の2問題( - 1, - 2)について解答せよ。

- 1 次の6設問のうち3設問を選んで解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,それぞれ1枚以内にまとめよ。)

-1-1 気液固触媒反応装置の1つであるトリクルベッド反応器の構造を図示し,その特徴と設計上重要と考えられる項目について説明せよ。

-1-2 伝熱には,伝導,対流,輻射の3つの機構がある.各機構を促進させるための方法を(1)各機構に共通のものと,(2)各機構に固有のものに分けて述べよ。

-1-3 固体の粉碎に必要なエネルギーを算定するのに,リッティンガーの法則,キックの法則,ボンドの法則の3つがある。これら仕事法則と呼ばれる各経験則は,1つの一般式における指数をそれぞれ変えたものを積分することで導出されることを説明し,各法則ではどのような物理的解釈が成り立つか説明せよ。

-1-4 ヒートポンプ技術の1つであるケミカルヒートポンプの原理を図示して説明し,媒体の選択及びシステムを構築する上での課題を示せ。

-1-5 クロマトグラフィーによる分離に利用される物理化学的原理である分配,吸着,分子ふるい,イオン交換を用いた方法のうち2つを選び,その原理と特徴について述べよ。

-1-6 水素の貯蔵・輸送法として注目される有機ハイドライドの利用について,その原理と特徴を述べ,高圧法,水素吸蔵合金法との比較をせよ。

- 2 次の 2 設問のうち 1 設問を選んで解答せよ。(答案用紙を替えて鯛答設問番号を明記し,3 枚以内にまとめよ。)

-2-1 我が国の化学工業は,ナフサ分解を出発原料とした石油化学製晶を中心とする従来分野から,高付加価値化を目指した新たな分野への転換が迫られている。そのような分野において,マイクロチャネルを用いた反応器やシステムの研究開発輝進められている。マイクロチャネルに関して以下の問いに答えよ。

- (1) マイクロチャネルを用いた反応器の構造と特徴について説明せよ。
- (2) どのような分野に適用可能か具体的な反応システムを 1 つ挙げ,実用化に向けた課題についてあなたの考えを述べよ。
- (3) スケールアップ手法について説明し,その課題についてあなたの考えを述べよ。

-2-2 最近の計算機高速化に伴い数値計算技術が発達し,比較的容易に 3 次元の大きなシミュレーションや複雑な物理化学現象解析が可能となっている。一方,シミュレーションモデルやその根拠,計算内容がブラックボックス化してしまい,結果の評価が困難になってきている。ブラックボックス化に関して以下の問いに答えよ。

- (1) ブラックボックス化による弊害について,あなたの経験した例を 2 つ挙げて説明せよ。
- (2) ブラックボックス部分を可視化するためにはどのような方鐘斌あるか,あなたの考を 2 つ挙げて述べよ。
- (3) 今後,ブラックボックス化がさらに進むことが考えられる中で,技術伝承に対するあなたの考えを述べよ。