2026 年度

佐賀大学大学院入学試験問題

一般入試

理工学研究科

機能材料化学コース

専門科目－1

解答上の注意事項

1　出題された５問から選択し，合計４問解答しなさい。解答用紙には１問に１枚を使用し，解答用紙の左上隅に問題番号を書きなさい。なお、１枚の解答用紙に２問以上解答した場合、その解答用紙の解答は無効とする。

2　「解答始め」の合図があるまで問題を見てはならない。

3　「解答始め」の合図があったら，全ての解答紙の所定欄に受験番号を記入すること。

4　問題の解答は，別に指示がある場合を除き，所定の解答欄に記入すること。

5　試験時間中，試験問題の内容について質問がある場合は，手をあげて監督者に申し出ること。

6　その他，監督者の指示に従うこと。

科目名	専門科目－１

機能材料化学コース

問題１－５のうち、４問を選択して解答しなさい。解答用紙は１問に１枚を使用し、解答用紙の左上隅に問題番号を書きなさい。

問題１　以下の設問に答えなさい。

1-1　下記の例にならって、Mn の電子配置を示しなさい。

（例）Li　　$[He]2s^1$

1-2　1-1 の例にならって、Mn^{2+}イオンの電子配置を示しなさい。

1-3　Mn^{2+}イオンを中心金属とする正八面体型錯体について、可能なすべての電子配置を結晶場理論に基づき図示しなさい。

1-4　1-3 で図示した電子配置の各々に対して、スピンのみによる有効磁気モーメントを小数点第２位まで求めなさい。ただし、$\sqrt{2} = 1.414$、$\sqrt{3} = 1.732$、$\sqrt{5} = 2.236$、$\sqrt{7} = 2.646$とし、計算過程も記しなさい。

1-5　Mn^{2+}イオンを中心金属とする正八面体型錯体について、σ 結合のみを考慮した分子軌道エネルギー準位図を配位子場理論に基づき示しなさい。ただし、スピン対生成エネルギーPが 25500 cm^{-1}、配位子場分裂パラメーターΔ_Oが 7800 cm^{-1}であるとする。

科目名	専門科目－１

機能材料化学コース

問題２　無機化合物に関する以下の設問に答えなさい。

2-1　下記５つの分子またはイオンのルイス構造式を描き、立体構造の名称（形）をそれぞれ答えなさい。

ClF_3，NF_3，BF_3，O_3，I_3^-（I：17 族元素）

2-2　二酸化炭素分子は無極性であるが、二酸化硫黄分子には極性がある。これら二つの分子の構造と双極子モーメントを図示し、構造と極性が異なる理由を説明しなさい。

2-3　チオシアン酸イオン SCN^- の全ての共鳴構造を、ルイス構造式で描きなさい。各原子に形式電荷がある場合は、その原子の右肩に形式電荷を記入しなさい。

2-4　次の３つの分子（アンモニア、水、メタン）の水素原子と中心原子の成す角（∠HNH、∠HOH、∠HCH）を、角度の大きなものから順に並べ、その順序となる理由を説明しなさい。

2-5　２族元素の過酸化物は熱分解により酸化物を生成するが、この熱分解反応は後周期元素の過酸化物ほど起こりにくくなる傾向がある。この理由を、過酸化物と酸化物の格子エネルギーの観点から説明しなさい。

科目名	専門科目－1

機能材料化学コース

問題３　金属やセラミックスに関する以下の設問に答えなさい。

3-1　一つの元素からなる金属の結晶構造のほとんどは、3 つの結晶構造のうちのどれかとなる。これらの 3 つの結晶構造の名称をすべて答えなさい。また、それらの結晶構造の模式図を描いてその図について説明しなさい。

3-2　格子定数が「$a \neq b \neq c$　$\alpha=\beta=\gamma=90°$」である結晶系の名称を答えなさい。また、単斜晶系におけるブラベ空間格子（ブラベー格子）の名称を答えなさい。

3-3　欠陥に関する①と②の語句について、簡単な模式図を描いて説明しなさい。

①ショットキー欠陥　　②刃状転位

3-4　固体内での原子やイオンの拡散機構について、簡単な模式図を描いて説明しなさい。

3-5　成形に関する①と②の語句について説明しなさい。

①　鋳込み成形　　②ドクターブレード法

科目名	専 門 科 目 － 1

機 能 材 料 化 学コース

問題４　質量 m をもち、x 軸方向を運動する粒子に関する以下の設問に答えなさい。ただし、hをプランク定数、$\hbar = \frac{h}{2\pi}$、$i^2 = -1$とする。

4-1　ポテンシャルエネルギーがゼロの場合について、波動関数を$\psi(x)$、エネルギーをEとして時間に依存しないシュレーディンガー方程式を答えなさい。

4-2　波動関数 $\psi(x) = A\,e^{ikx}$ が 4-1 のシュレーディンガー方程式の解であることを示しなさい。ただし A は任意の定数、k は正の定数とする。

4-3　4-2 において m、k、$\hbar$を用いて、エネルギーEを表す式を答えなさい。

4-4　4-2 の波動関数 $\psi(x)$ について、確率密度を答えなさい。

4-5　波動関数のボルンの解釈について簡単に説明しなさい。

科目名	専門科目－1

機能材料化学コース

問題５　エタン（$C_2H_6(g)$）1.00 mol と完全燃焼に十分な量の酸素を、容積の変わらない容器内に密閉し、初期圧力が 1.00 bar の状態から完全燃焼させた。以下の設問に答えなさい。

ただし、取り扱う気体は完全気体とし、系の温度は 25.0 ℃とする。生成される水はすべて液体として扱い、その体積は気体の体積に比べて無視できるものとする。なお、必要に応じて以下の数値を用いてよい。

- 気体定数 $R = 8.31\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}$
- この反応の燃焼エンタルピー変化$\Delta_r H$： $-1560\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}}$
- この反応の燃焼エントロピー変化$\Delta_r S$： $-310\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}$

5-1　この反応は、吸熱反応かそれとも発熱反応か、理由をつけて答えなさい。

5-2　エタン（$C_2H_6(g)$）の完全燃焼反応の化学反応式を、例にならって答えなさい。

例: $H_2\,(g) + 1/2O_2\,(g) \rightarrow H_2O\,(l)$　$\Delta_r H = -286\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}}$

5-3　内部エネルギー変化ΔU、エントロピー変化ΔS、および絶対温度 T を用いてヘルムホルツエネルギー変化ΔA を表しなさい。

5-4　この燃焼反応における、反応前後の気体分子の物質量変化$\Delta \nu_g$を求めなさい。

5-5　5-3 の式から、エンタルピー変化ΔH、エントロピー変化ΔS、絶対温度 T、反応前後の気体分子の物質量変化$\Delta \nu_g$、および気体定数 R を用いてヘルムホルツエネルギー変化ΔA を表しなさい。

5-6　この燃焼反応（定容・等温条件）において、系から取り出せる最大仕事 W_{max} を求めなさい。

2026 年度

佐賀大学大学院入学試験問題

一般入試

理工学研究科

機能材料化学コース

専門科目－２

解答上の注意事項

1　出題された６問から選択し，合計４問解答しなさい。解答用紙には１問に１枚を使用し，解答用紙の左上隅に問題番号を書きなさい。なお、１枚の解答用紙に２問以上解答した場合、その解答用紙の解答は無効とする。

2　「解答始め」の合図があるまで問題を見てはならない。

3　「解答始め」の合図があったら，全ての解答紙の所定欄に受験番号を記入すること。

4　問題の解答は，別に指示がある場合を除き，所定の解答欄に記入すること。

5　試験時間中，試験問題の内容について質問がある場合は，手をあげて監督者に申し出ること。

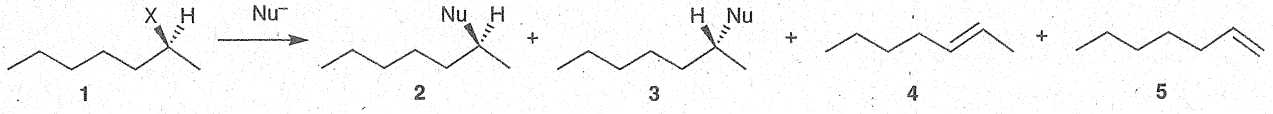
6　その他，監督者の指示に従うこと。

科目名	専門科目－２

機能材料化学コース

問題１－６のうち、４問を選択して解答しなさい。解答用紙は１問に１枚を使用し、解答用紙の左上隅に問題番号を書きなさい。

問題１　次に示す反応に関する以下の設問に答えなさい。



1-1　X は脱離基、Nu^-は求核剤である。これらの反応を促進するためには、どのような脱離基 X が適しているか。①例と②その性質を示しなさい。

1-2　化合物 **1** から化合物 **2** と化合物 **3** を等量生成する反応の反応機構を示しなさい。

1-3　1-2 の反応において、①反応速度はどのような式で表されるか。ここで反応速度定数を k とする。②また、その理由を示しなさい。

1-4　1-2 の反応には、①どのような種類の溶媒が適しているか。②また、その理由を示しなさい。

1-5　化合物 **3** を選択的に合成するとき、①どのような種類の溶媒が適しているか。②また、その理由を示しなさい。

1-6　化合物 **4** および **5** の生成を抑えて、化合物 **1** より(*R*)-2-ヘプタノールを合成したい。どのような経路で選択的に合成できるか、合成経路を書きなさい。反応機構は答えなくて良い。

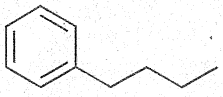
1-7　ある条件で、化合物 **2** と **3** の生成率がそれぞれ、15%と 85%であったとき、S_N1 反応と S_N2 反応が進行した割合を示しなさい。

1-8　化合物 **5** に HBr を付加したときの、主な生成物とその反応機構を示しなさい。

科目名	専門科目－２

機能材料化学コース

問題２　ベンゼンからブチルベンゼン（右図）の合成について以下の設問に答えなさい。



2-1　ベンゼンを直接 Friedel-Crafts アルキル化でブチル化しようと試み、ベンゼンを大過剰の 1-クロロブタンと塩化アルミニウムで処理したところ、目的化合物であるブチルベンゼンはほとんど得られず、主生成物として、$C_{14}H_{22}$ の化合物が得られた。この反応の①主生成物と、②その反応機構を示しなさい。

2-2　ベンゼンを Friedel-Crafts アシル化でアシル化することにした。このアシル化の反応機構を書きなさい。

2-3　2-2 のアシル化は、2-1 のアルキル化とは異なり、モノ置換しかおこらない。その理由を説明しなさい。

2-4　目的物であるブチルベンゼンは、ベンゼンよりどのような経路で選択的に合成できるか、合成経路を書きなさい。反応機構は答えなくて良い。

2-5　ブチルベンゼンを硝酸-濃硫酸でモノニトロ化すると得られる主な生成物と反応機構を示しなさい。なお、求電子剤の生成から書き、中間体の共鳴構造を示すこと。

科目名	専門科目－２

機能材料化学コース

問題３　化学平衡に関する以下の設問に答えなさい。

3-1　次の pH を示す強酸または強塩基の水溶液を体積比 1:1 で混合したときの水素イオン濃度[H^+]を有効数字 3 桁で答えなさい。ただし、混合による溶液の収縮や膨張はないものとする。また、水のイオン積から pK_w = 14.0 とする。

(a) pH 1.00 と pH 2.00

(b) pH 1.00 と pH 5.00

(c) pH 1.00 と pH 13.0

(d) pH 5.00 と pH 9.00

3-2　弱酸 HA とその共役塩基のナトリウム塩 NaA からなる水溶液の pH と HA および A^-の濃度との関係を示す式を導きなさい。ただし、弱酸の酸解離定数を K_a とする。

3-3　塩化銀(I)（AgCl）とクロム酸銀(I)（Ag_2CrO_4）の飽和水溶液について、それぞれの塩の溶解度積$K_{SP,AgCl}$およびK_{SP,Ag_2CrO_4}から塩化物イオンならびにクロム酸イオンの濃度を示す式をそれぞれ導きなさい。

3-4　エチレンジアミン四酢酸（EDTA）標準水溶液を用いて亜鉛(II)イオンを含んだ水溶液を滴定する。指示薬であるエリオクロムブラック T は終点において、赤色から青色に変色する。この変色の機構について説明しなさい。

科目名	専門科目－２

機能材料化学コース

問題４　以下の設問に答えなさい。

4-1　可視光線、紫外線、赤外線、X 線、マイクロ波の中で、波長が最も長いものはどれか、答えなさい。

4-2　物質量 2.5×10^{-4} mol の色素を水に完全に溶解し、水溶液 100 cm^3 を調製した。この水溶液を、光路長 1.0 cm のセルに入れて、波長 400 nm の吸光度を測定したところ、0.50 であった。この色素のモル吸光係数を有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、単位も記載しなさい。

4-3　水分子の基準振動モードのうち、変角振動を図示しなさい。

4-4　(a) 分子の振動は二つのおもりをバネで結んだものとみなせる。このときの振動数 ν を、力の定数 f と換算質量 μ を用いて表しなさい。
(b) 水素原子（^1H）が重水素原子（^2H）に置換された場合、その分子の振動数は増加するか、減少するか、または変化しないか、理由をつけて説明しなさい。ただし、力の定数 f は変わらないとする。

4-5　質量分析のイオン化法について、以下の①～⑤の中のいずれか一つを選び、その原理を説明しなさい。ただし、選んだイオン化法がわかるように番号を記しなさい。

①　化学イオン化法（CI）　　②　電子イオン化法（EI）
③　エレクトロスプレーイオン化法（ESI）　　④　高速原子衝撃法（FAB）
⑤　マトリックス支援レーザー脱離イオン化法（MALDI）

科目名	専門科目－２

機能材料化学コース

問題５　生物化学に関する以下の記述を読み、設問に答えなさい。

細胞膜は脂質二分子膜とそれに埋め込まれた膜タンパク質からなる。脂質二分子膜の基本構造単位は、両親媒性のリン脂質分子である。これらは水中で自発的に自己集合し、疎水性の脂肪酸鎖が膜の内側に、親水性のリン酸基が外側に向く構造をとる。膜は流動性をもつが、①流動性の程度は脂肪酸の飽和度、炭化水素鎖の長さ、そしてステロール（真核細胞ではコレステロール）の有無に影響される。

脂質二分子膜には多数の膜タンパク質が存在する。これらは大きく分けて②１回膜貫通型タンパク質と複数回膜貫通型タンパク質、さらには③脂質アンカー型タンパク質や膜面タンパク質に分類される。膜貫通型タンパク質の疎水領域は通常、αヘリックス構造をとるが、いくつかの例では④βバレル構造も知られている。膜タンパク質は、物質輸送、シグナル伝達、細胞認識、酵素反応など多彩な機能を担っている。例えば水分子の移動ではアクアポリンという膜タンパク質を介した促進拡散が主要な経路であることが明らかになっている。アクアポリンは、６回膜貫通構造を持つタンパク質で、選択的に水分子を通過させる。水チャネルの内部は狭く、⑤水分子のみが通過できるがプロトンやイオンの通過は防がれるため、⑥静止膜電位への影響を及ぼさない。

脂質二分子膜は非対称であり、⑦細胞膜の内外でリン脂質の種類や分布が異なる。ホスファチジルセリンは通常、細胞内側に存在するが、アポトーシス時には外側に露出する。

5-1　下線部①において、飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の違いが脂質二分子膜の相転移温度に与える影響を説明しなさい。

5-2　下線部②で一次構造から膜貫通領域を推定する方法を説明しなさい。

5-3　下線部③の脂質修飾において１つのタイプをあげてその特徴を説明しなさい。

5-4　下線部④のβバレル構造とはどのような特徴を持つか説明しなさい。

5-5　下線部⑤のアクアポリンの機能がどのように達成されているか説明しなさい。

5-6　下線部⑥の静止膜電位は生細胞内でおよそ－60 mV である。どのようにして生細胞で静止膜電位が維持されているかを説明しなさい。

5-7　下線部⑦の膜の内外で、なぜ非対称性が必要であるか、またそれが維持される機構について説明しなさい。

科目名	専門科目－2

機能材料化学　コース

問題6　以下の設問に答えなさい。

6-1　48.0 g の炭素を 720 g の空気（窒素 80.0 mol%、酸素 20.0 mol%の混合ガス）で完全燃焼させた。次の問いに答えなさい。ただし、C、N、O の原子量はそれぞれ 12.0、14.0、16.0 とする。

(a)　この燃焼の反応式を書きなさい。

(b)　反応前の各成分の物質量を求めなさい。

(c)　反応後の各成分の物質量を求めなさい。

6-2　長さ 1.00 m、内径 100 mm の直線状の円管内を水が体積流量 47.1×10^{-3} $m^3 \cdot s^{-1}$ で流れているとして次の問いに答えなさい。ただし、水の密度と粘度をそれぞれ 1.00×10^3 $kg \cdot m^{-3}$、1.00×10^{-3} $Pa \cdot s$ とする。

(a)　円管内の水の平均流速を求めなさい。

(b)　円管内流れのレイノルズ数を求めなさい。また、この流れは層流と乱流のいずれであるか答えなさい。

6-3　$A+B \xrightarrow{k} C$ で表される液相反応がある。A と B の初濃度が同じであるとして次の問いに答えなさい。

(a)　ある時間 t における A の濃度 C_A を、A の初濃度 C_{A0} と反応速度定数 k を用いて表しなさい。

(b)　半減期 $t_{1/2}$ を C_{A0} と k を用いて表しなさい。