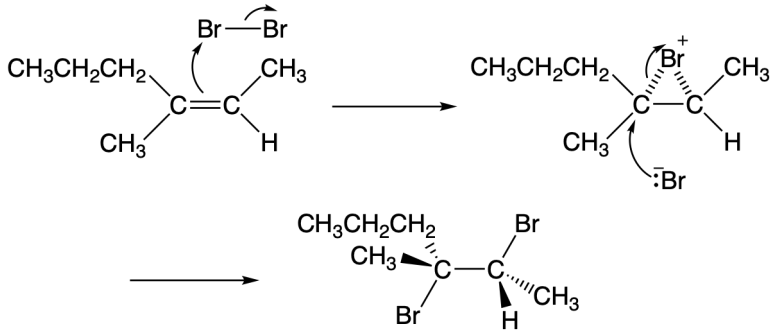
2026 年度　大学院 理工学研究科　博士前期課程　一般入学試験 1 期　化学専攻　専門科目
解答・出題意図

問 1

（1）　*cis*-3-methylhex-2-ene　または　(*Z*)-3-methylhex-2-ene

（2）



問 2

（1）　(*R*)

（2）　ベンズアルデヒドの分子式：C_6H_6O，分子量：94.0
生成物の分子式：$C_{10}H_{12}O_2$，分子量：164
2.65 g のベンズアルデヒドの物質量：0.0282 mol
90%の生成物の物質量：0.0254 mol
よって，生成物の質量：4.17 g

○出題意図

問 1 は，二重結合を有する化合物の命名法と反応に関する基本を問う問題である。まずは，有機化合物の幾何異性体を区別する仕方を知っていることは重要であり，それをマスターしているかどうかを問うている。また，二重結合の典型的な付加反応，及び，その付加の方法が理解できているかを問い，総合的に有機化学実験の理解度を判定するものである。一方，問 2 は，近年の有機化学のトレンドである有機分子触媒を用いた反応に関する出題である。絶対配置を区別することが可能かどうかを問うと共に，有機化学反応におけるモル計算の理解度を確認するものである。これらは，研究室で実践的研究が可能かどうかを判定するものである。

2026 年度　大学院 理工学研究科　博士前期課程　一般入学試験 1 期　化学専攻　専門科目
解答・出題意図

問 3

（1）　x ＝ 1，y ＝ 3　（※組成は AB_3 となる）

（2）　単純立方格子

（3）　単位胞の体積：$(0.352\ \mathrm{nm})^3 = 4.361\times10^{-2}\ \mathrm{nm}^3$

単位胞中の原子の重さ：

$(27.0\ \mathrm{g/mol} + 58.7\ \mathrm{g/mol}\times3)\div(6.02\times10^{23}\ \mathrm{/mol}) = 3.374\times10^{-22}\ \mathrm{g}$

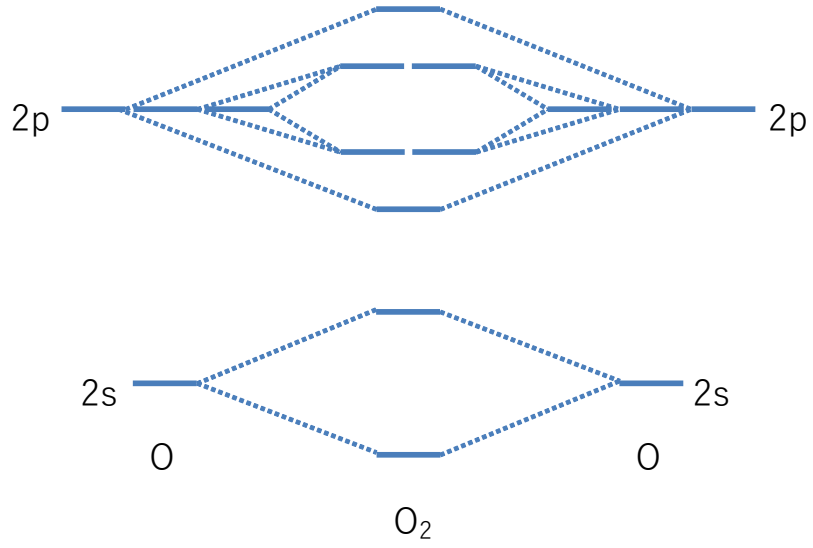
∴密度＝$7.74\ \mathrm{g/cm^3}$

○出題意図

Ni_3Al をモデルに，含まれる原子の数や単位格子の対称性を正しく判断できるのかを見るとともに，密度計算や原子 1 つの重さと原子量との関係などを理解できているのかを確認するための問題として出題した。

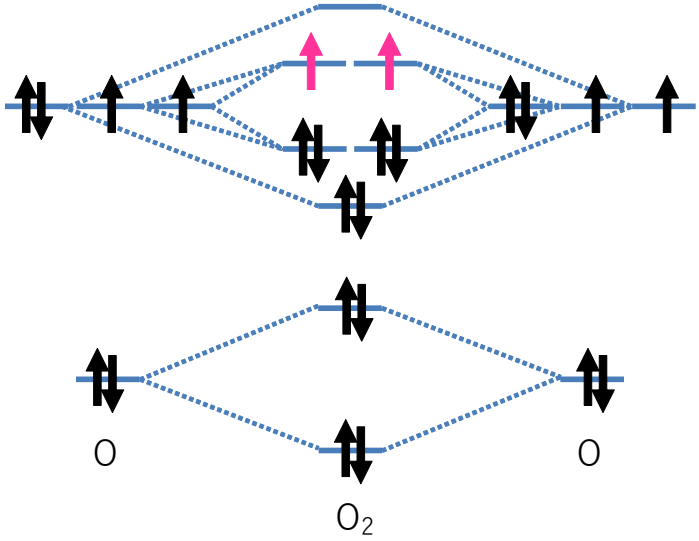
問 4

酸素原子 2 つの最外殻の軌道から O_2 分子の分子軌道が生じる際の軌道ダイヤグラムは以下の通り。



ここに O 原子 2 つ分の価電子を詰めていくと，2 つの軌道が縮退している π^* 軌道に電子が 2 つ入ることになる。この場合，電子間反発を避け 2 つの π^* 軌道に電子が分かれて入った方がエネルギーが低くなるため，電子配置は以下のようになり，不対電子を 2 つもつことがわかる。

2026 年度　大学院 理工学研究科　博士前期課程　一般入学試験 1 期　化学専攻　専門科目
解答・出題意図



○出題意図

分子軌道法は，分子の性質を理解するうえで最も基本となるものである。この設問は，O_2 という単純な系を題材に，それを十分に理解できているのかどうかを確認するためのものとなる。

問 5

【解答例】

名称：Native-PAGE

原理・特徴：ドデシル硫酸ナトリウム（SDS）や還元剤（DTT など）を使用せずに，タンパク質をポリアクリルアミドゲルを用いた電気泳動により分離する手法。タンパク質の変性が抑えられるため，タンパク質間の高次構造や生理活性などが保持されやすく，タンパク質の相互作用や複合体形成の解析に利用される。Native PAGE 法のほかに，タンパク質の高次構造を壊さずに，負電荷を帯びた色素であるクーマジー ブリリアントブルー（CBB）を利用した Blue-Native PAGE（BN-PAGE)や, 弱い陰イオン性界面活性剤を利用した High-Resolution-Clear Native PAGE(HR-CN-PAGE）もある。

○出題意図

生化学・分子生物学の分野において，ポリアクリルアミドゲル電気泳動は汎用性の高い分析手法である。タンパク質を変性させる SDS-PAGE の他，タンパク質の変性を抑えて，他のタンパク質・核酸などの高分子化合物との相互作用解析に用いられる Native-PAGE に関する知識を問う。

2026 年度　大学院 理工学研究科　博士前期課程　一般入学試験 1 期　化学専攻　専門科目
解答・出題意図

問 6

【解答例】

（a）　LC-MS：液体クロマトグラフ（Liquid Chromatograph, LC）により分離した成分を直接，液体のまま質量分析計（Mass Spectrometer, MS)に送り，各成分の分子量を測定する複合装置。LC ではカラムを用いて各成分を分離し，それぞれの成分がイオン化するタイミングをずらすことで個別に定性・定量しやすくする特徴を有する。液体試料をイオン化できるエレクトロスプレーイオン化法を用いることが多い。

（b）　電子顕微鏡：電子線を用いて測定対象物の拡大像を得ることができる。電子線の波長は，光学顕微鏡で用いる可視光線の波長より短いため，光学顕微鏡よりはるかに高い倍率での形態観察が可能となる。電子顕微鏡は，その用途や目的によって多種類に分類され，「透過電子顕微鏡」と「走査電子顕微鏡」の 2 種類に大別される。透過電子顕微鏡は試料に電子線をあてて，透過した電子を拡大して観察する。走査電子顕微鏡は，真空中で細く絞った電子線で試料表面を走査し，その時試料から出てくる信号を検出して，試料表面の拡大像を表示する。

〇出題意図

LC-MS，電子顕微鏡ともに，化学・生命科学分野でよく利用される分析機器である。大学院での研究活動において，実際に使用する機会がない可能性もあるが，関連性の高い基本的な知識として問う。

問 7

【解答例】

（1）　（a）プロパノール

プロパノールはヒドロキシ基（–OH）をもち，分子間で水素結合を形成する。一方，エチルメチルエーテルは酸素原子をもつものの，酸素原子に結合した水素原子をもたないため，分子同士では水素結合を形成できない。このため，プロパノールの方が分子間力が強く，分子を気体にするためにより多くのエネルギーを必要とするので，沸点が高い。

（2）　（a）ブタン

ブタンと 2-メチルプロパンは同じ分子式をもち，分子量も等しいが，ブタンは直鎖状であり，2-メチルプロパンよりも分子同士が接触できる表面積が大きい。そのため，ブタンでは分子間に働くロンドン分散力がより強くなり，2-メチルプロパンよりも沸点が高い。

〇出題意図

分子の構造と分子間力が物質の沸点にどのような影響を与えるかについて，基本的な理解を確認するための問題である。(1）では，水素結合の有無と沸点との関係を理解しているかを問う。

（2）では，同じ分子式をもつ構造異性体について，分子の形状や表面積の違いがロンドン分散力に影響し，沸点の違いとして現れることを理解しているかを確認する。

問 8

【解答例】

熱力学第一法則

エネルギー保存則を熱力学系に適用したものであり，系の内部エネルギーの変化は，系に加えられた熱と系になされた仕事によって決まる。例えば，系になされた仕事を正とすると，

$$\Delta U = q + w$$

と表される。

熱力学第二法則

自然に起こる変化の方向を規定する法則であり，孤立系ではエントロピーは減少しない。したがって，宇宙全体のエントロピー変化は，

$$\Delta S_{\text{univ}} \geq 0$$

となる。可逆過程では 0，非可逆過程では正となる。

熱力学第三法則

完全結晶のエントロピーは，絶対零度（0 K）において 0 となる。この法則により，物質の絶対エントロピーを定めることができる。

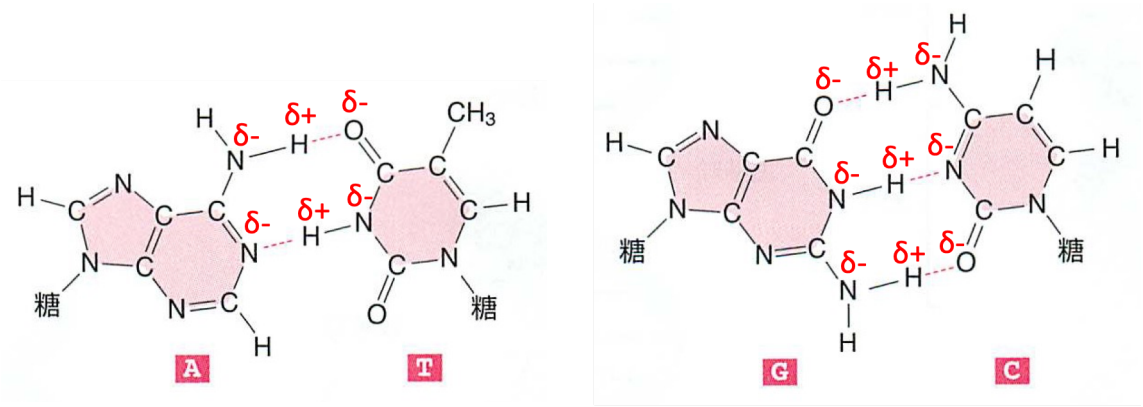
〇出題意図

　熱力学第一法則から第三法則は，化学反応や物質の状態変化，化学平衡などを理解するうえで基礎となる法則である。本問では，第一法則におけるエネルギー保存，第二法則におけるエントロピーと自然変化の方向，第三法則における絶対零度とエントロピーの関係について，それぞれの基本的な意味を正しく理解しているかを確認する。

2026 年度　大学院 理工学研究科　博士前期課程　一般入学試験 1 期　化学専攻　専門科目
解答・出題意図

問 9

（1）



（2）

ヒトゲノム DNA の一部の 1500bp の DNA は二本鎖であり，ワトソン・クリック塩基対を形成しているため，その塩基組成は[A] = [T]，[C] = [G]の関係にある。したがって，「DNA-1」の A 含量は 22%であることから，「DNA-1」の他の塩基組成は，T: 22%、C: 28%、G: 28%である。

（3）　ウ

DNA の融解温度（Tm）とは二本鎖 DNA の 50%が，一本鎖に解離する温度である。Tm は，DNA の長さ，塩基組成（G+C 含量），溶液中の塩濃度などの影響を受ける。(2) で「DNA-2」の C の含量は 28%とあるので，他の 3 種類の塩基の含量は A: 22%，T: 22%，G: 28%である。そうすると，「DNA-1」と「DNA-2」はいずれも G+C 含量が 56%であり，長さ（1500 bp）および溶液条件も同じであるため，Tm はほぼ同じになると考えられる。

〇出題意図

DNA の構造と性質に関する生化学・分子生物学の基礎知識の理解度を測る意図で出題した。具体的には以下のとおりである。

（1）では，二重らせんにおける塩基対の組み合わせと，塩基対における水素結合形成の原理を化学的に説明できるか。

（2）では，二本鎖の DNA 分子では，塩基組成において，[A] = [T]，[C] = [G]の関係にあることから，１つの塩基の含量から，他の 3 種類の塩基の含量を求められるか。

（3）では，二重鎖から一本鎖への変性過程と DNA の融解温度（Tm）に影響を及ぼす因子を理解し，２種類の DNA の Tm の比較を考察できるか。

2026 年度　大学院 理工学研究科　博士前期課程　一般入学試験 1 期　化学専攻　専門科目
解答・出題意図

問 10
【解答例】
（1）タンパク質の立体構造の形成とその安定化に重要な非共有結合は，次のとおりである。
1. 水素結合
水素原子を介して，電気陰性度の高い原子（O や N など）同士の間に形成される結合である。
2. イオン結合
正電荷をもつ側鎖と負電荷をもつ側鎖の間に働く静電的引力である。
3. 疎水性相互作用
非極性（疎水性）のアミノ酸残基が水との接触を避けるためにタンパク質内部に集まる現象である。
4. ファンデルワールス相互作用
原子や分子の間にはたらく弱い非共有結合性相互作用の総称であり，双極子–双極子相互作用，双極子–誘起双極子相互作用，および分散力（London 分散力）を含む。

（2）タンパク質の二次構造とは，ポリペプチド鎖の主鎖同士が形成する水素結合によって生じる規則的な立体構造であり，代表的なものとして，α ヘリックスと β シートがあげられる。
1. α ヘリックス
α ヘリックスは，ポリペプチド鎖が右巻きのらせん状になった構造である。主鎖のカルボニル基（C=O）と，4 残基先のアミノ基（N-H）の間で水素結合を形成する。側鎖は，らせんの外側に向かって突き出している。
2. β シート
β シートは，伸びたポリペプチド鎖同士が並び，水素結合によってシートが折り畳まれたような「ひだ状（pleated)」の構造である。平行 β シートと逆平行 β シートに分類される。

（3）タンパク質の三次構造では，一般に，疎水性（非極性）のアミノ酸残基が分子内部に存在し，親水性（極性）のアミノ酸残基が分子表面に存在するという特徴がある。これは，疎水性アミノ酸残基（バリン，ロイシン，イソロイシン，フェニルアラニンなど）は水との接触を避けようとして分子内部に集まり，疎水性相互作用が三次構造形成の重要な駆動力となる。一方，親水性アミノ酸残基（セリン，スレオニン，アスパラギン酸，グルタミン酸など）は水と相互作用しやすいため，分子表面に配置されることが多い。

〇出題意図
　タンパク質の立体構造の形成原理に関する生化学の基礎知識と概念の理解度を測る意図で出題した。具体的には以下のとおりである。
（1）タンパク質の立体構造形成を支える非共有結合性相互作用（水素結合，静電相互作用，ファンデルワールス相互作用，疎水性相互作用など）を説明できるか。
（2）タンパク質の代表的な二次構造である α ヘリックスおよび β シートについて，その構造

的特徴と主鎖間の水素結合による安定化機構を説明できるか。

（3）タンパク質の三次構造形成における疎水性相互作用の重要性を理解しているか。また，疎水性アミノ酸残基が分子内部に集まり，親水性アミノ酸残基が分子表面に配置される理由を説明できるか。