受験番号		氏名	

令和８年度

大学院理工学研究科
博士前期課程入学試験（一般第１期）

物質応用化学専攻試験問題

表　　紙

試験についての注意事項

（1）　解答時間は１２０分です.
（2）　試験開始の合図があるまで，この問題を開いてはいけません.
（3）　問題用紙は，表紙を除いて＿＿4＿＿枚です.
（4）　全ての用紙に受験番号，氏名を必ず記入しなさい.
（5）　問題等に関する質問がある場合は，着席のまま手をあげなさい.
（6）　電卓は使用可です. ただし，プログラム機能や通信機能を持ったもの（携帯電話・ウェアラブル端末を含む）は除きます.

採点欄	
問題―1	
問題―2	
問題―3	
問題―4	
合計	/100

令和７年７月６日実施

日本大学大学院理工学研究科

物質応用化学専攻志望	受験番号		氏名	

[問題－1]

以下の文章中の空欄(①) から(⑫)に適切な言葉または式を記入し，文章を完成させなさい．

1.(1) 光は(①) と (②) の二重性を有することが知られている．1923年に，de Broglieは，電子のように，粒子と信じられている物質にもこの性質があると考えた．Einstein の相対性理論（$E = mc^2$; E: エネルギー，m: 質量，c: 光の速度）をもとに，波の波長 λ と，粒子の運動量 $p = mv$（v: 速度）の間に，Planck 定数 h (=6.626×10^{-34} J s) を用いて，

(③)

という関係，すなわち，de Broglie の式を導いた．

先進医療に重粒子線治療があるが，420 MeV の炭素（^{12}C）イオン線が使用される．このとき重粒子が光速のどれくらいの速度で照射しているかを考える．^{12}C 原子の質量 m_C を，1 u = 1.66054×10^{-27} kg の関係を用いて計算すると m_C = (④) kg となり，420 MeV に加速された粒子の運動エネルギー E_k は 1 eV = 1.602×10^{-19} J を用いて (⑤) J が得られる．したがって，これらの関係から，速度 v は (⑥) m/s で，このときの波長 λ は (⑦) m になる．光の速度 c を 3.0×10^{8} m/s とすると炭素イオンは，光の速度の (⑧) %まで加速させる必要があることがわかる．ただし，ここでは相対論補正などは行わないものとする．

1.(2) 化合物 A が 1 次反応により化合物 B に変化する実験を行った．このとき，反応速度式は，速度定数 k を用いて，

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A] \qquad (1)$$

と書き表せる．ここで，時間 t における A の濃度を $[A]_t$，初濃度を $[A]_0$ とする．式(1) の微分方程式を積分すると，

$[A]_t$ = (⑨)

が得られる．400 ℃ にて，$[A]_0$ = 2.0 mol L^{-1} の A を反応させたところ，反応時間 20 分において $[A]_{20}$ = 1.2 mol L^{-1} であった．この関係から，速度定数 k = (⑩) $\times10^{-4}$ s^{-1} が得られる．次に，500 ℃ にて A を反応させたところ，k は，0.12 s^{-1} となった．この反応における活性化エネルギー E_a = (⑪) $\times10^{5}$ J mol^{-1} で，頻度因子 A = (⑫) $\times10^{15}$ s^{-1} が得られる．ここで，気体定数 R =8.31 J K^{-1} mol^{-1} とする．

採点欄 問題―1	

日本大学大学院理工学研究科

物質応用化学専攻志望	受験番号		氏名	

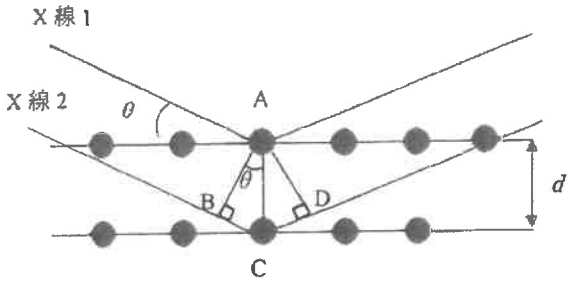
[問題－2]

以下の文章中の空欄（ ① ）から（ ⑩ ）に適切な言葉または式を記入し，文章を完成させなさい．

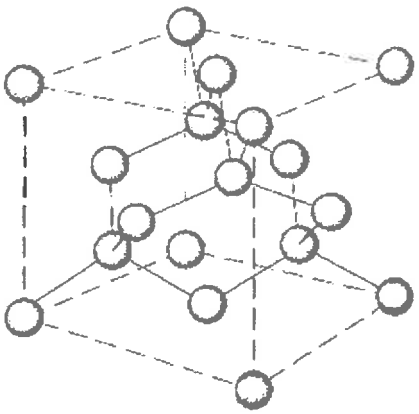
2.(1) 下図のように周期的な構造を持つ物質に波長（λ）のX線1およびX線2が角度θで入射されたとする．

X線1とX線2が強め合うためには光路差（BC+CD）が波長の整数倍（n）になればよい．

三角形 ABC の BC は（ ① ）で表すことができる．光路差は面間隔 d および入射角 θ を用いて表すと（ ② ）となる．すなわち，光路差が波長の整数倍になることを式で表すと（ ③ ）となり，この式が（ ④ ）の条件である．この式を応用すると面心立方格子であるMgOの単位格子の1辺の長さ(格子定数 a)を求めることができる．X 線の波長が 0.15418 nm であり，$\lambda^2/4\,a^2 = 0.0335$ の場合，MgO の格子定数は（ ⑤ ）nm である．



2.(2) ダイヤモンドの構造を右図に示す． は炭素原子を表している．この単位格子は立方格子であり，（ ⑥ ）格子とそれが体対角線に（ ⑦ ）ずれたものとの複合単位格子である．単位格子の中に炭素原子は（ ⑧ ）個ある．単位格子の1辺の長さをaとした場合，体対角線の長さは$\sqrt{3}\ \times a$ で示される．この長さは炭素原子の半径の（ ⑨ ）倍に相当する．これらのことから，単位格子中の炭素原子の占有率を求めることができ，占有率は（ ⑩ ）%になる．



2.(3) 石灰石（炭酸カルシウム）を焼成すると脱炭酸により二酸化炭素が排出される．この焼成過程で排出される二酸化炭素は原料由来のものと燃料由来のものがある．原料由来の二酸化炭素が全体の 60%を占める場合，石灰石 1t を焼成した時の二酸化炭素の排出量は何 t になるか計算せよ．なお，二酸化炭素の分子量は 44，炭酸カルシウムの式量は 100，そして石灰石の純度は 100%とする．

採点欄 問題―2	

日本大学大学院理工学研究科

物質応用化学専攻志望	受験番号		氏名	

[問題－３]

3.(1) Benzaldehyde と Phenol のモノニトロ化について下記の問いに答えなさい.

(1)-a) Benzaldehyde と Phenol のモノニトロ化で得られる主生成物の構造を右記の解答欄にそれぞれ書きなさい.

(1)-b) モノニトロ化の反応性が大きいのは Benzaldehyde と Phenol のどちらか答えなさい.

(Benzaldehyde)	(Phenol)

(1)-b) 解答欄

(1)-c) (1)-b)で解答した理由を共鳴構造を用いて説明しなさい.

(1)-c) 解答欄

3.(2) Pyridine と Pyrrole の塩基性について，下記の問いに答えなさい.



Pyridine　　Pyrrole

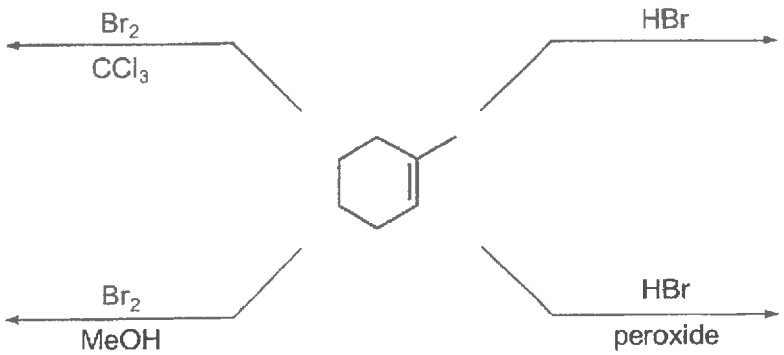
(2)-a) 塩基性が大きいのはどちらか答えなさい.

(2)-a) 解答欄

(2)-b) Pyridine と Pyrrole の N 原子はどちらも sp^2 混成軌道であるが，塩基性が異なる理由を説明しなさい.

(2)-b) 解答欄

3.(3) 下記の反応について，立体化学を考慮して主生成物の構造式を書きなさい.



採点欄 問題―３	

日本大学大学院理工学研究科

物質応用化学専攻志望	受験番号		氏名	

［ **問題－4** ］

4.(1) 次の説明文または空欄に合う用語を指定された文字数で書きなさい.

(a) メセルソンとスタールにより行われた実験（^{15}N, ^{14}N を含む培地による大腸菌の培養と，そこで得られた DNA の塩化セシウムを用いた平衡密度勾配遠心）により，DNA の○○○○○○が証明された（漢字 6 文字）.

(b) DNA の複製において，ラギング鎖が合成される際に出来る不連続な短い鎖（漢字 2 文字＋カタカナ 6 文字）.

(c) DNA を鋳型にして RNA を合成する反応・過程（漢字 2 文字）.

(d) 染色体の末端部にある DNA の特殊な配列．哺乳類では 5'-(TTAGGG)-3'の繰り返しになっている（カタカナ 4 文字）.

(e) 真核生物の染色体構造の基本単位．タンパク質と DNA で構成される（カタカナ 7 文字）.

(a) (b) (c) (d) (e)

4.(2) アミノ酸について以下の問いに答えよ.

(2)-a) L-アミノ酸・D-アミノ酸の化学構造上の違いを，それぞれのフィッシャー投影式（カルボキシ基を上側に配置して描くこと．側鎖は R とする）を描いて説明せよ．また，「L-, D-の記号」と「旋光度の符号（＋，－）」の関係について説明せよ.

(2)-b) ペプチド結合を形成したアミノ基は塩基性が弱まる．その理由について図（化学構造式）を用いて説明せよ.

4.(3) 植物油の水素添加反応によってマーガリンを製造する際に，天然には通常存在しない化合物が副生成物として出来ることがある．①この物質（副生成物）の化学的な特徴を通常の油脂の化学構造と対比して説明せよ．②この物質（副生成物）をヒトが摂取した時の問題点を説明せよ.

採点欄 問題―4	

日本大学大学院理工学研究科

問 1

① 波動性 or 粒子性, ② 粒子性 or 波動性, ③ $p = h/\lambda$, ④ 1.9926×10^{-26}, ⑤ 6.7284×10^{-11}, ⑥ 8.22×10^{7}, ⑦ 4.05×10^{-16}, ⑧ 27.4, ⑨ $[A]_0 \cdot \exp(-kt)$, ⑩ 4.3, ⑪ 2.4, ⑫ 2.0

問 2

① dsinθ, ② $2d$ sinθ, ③ $2d\sin\theta = n\lambda$, ④ Bragg (ブラック), ⑤ 0.4212,
⑥ 面心立方, ⑦ 1/4, ⑧ 8, ⑨ 8, ⑩ 34
2.(3) 0.73t

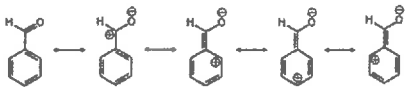
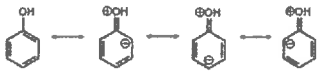
問 3

1-a) Benzaldehyde Phenol




1-b) フェノール

1-c) Benzaldehyde の共鳴構造 Phenol の共鳴構造

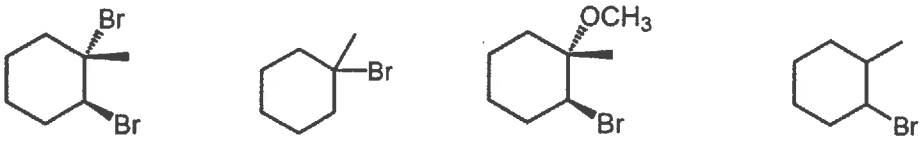



理由
ニトロ化はニトロニウムイオンの芳香族求電子置換反応である．フェノールの o, p 位は δ-のため，ニトロニウムイオンが付加しやすいため，反応しやすい．ベンズアルデヒドの o, p 位が δ+であり，ニトロニウムイオンは m 位に付加するが，フェノールの o, p 位と比較し，電子密度が低いために反応性が低い．

2-a) ピリジン

2-b) ピリジンとピロールの N 原子はどちらも sp^2 混成軌道であるが，ピリジンの非共有電子対は 6 員環の外側に突出した sp^2 混成軌道に存在するため，H^+の付加が容易に起こる．対して，ピロールの非共有電子対は p 軌道に存在し，π 結合の形成により，非局在化され H^+の付加が起こりにくいため，塩基性が非常に低下する．

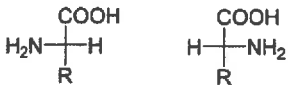
3 左上 右上 左下 右下



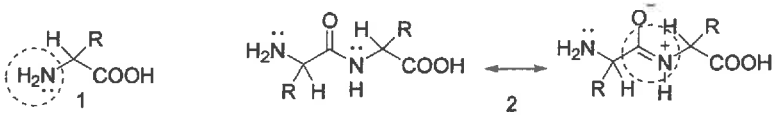
問 4

4.(1) 半保存的複製 (2) 岡崎フラグメント (3) 転写 (4) テロメア (5) ヌクレオソーム

4.(2)-(a) L-, D-アミノ酸の一般式はフィッシャー投影式で描いた時に下図のようになる．旋光度の符号は L-, D-の記号とは関係がない．



4.(2)-(b) アミノ基が塩基性を示す原因は窒素の非共有電子対の存在（図 1）によるが，ペプチド結合では，窒素上の非共有電子対が共鳴構造により非局在化しており（図 2），水素に対する親和性（結合性）が低下する結果，塩基性が下がる．



1　　2

4.(3)① 通常の油脂（トリアシルグリセロール）中に含まれる不飽和脂肪酸は基本的に立体化学がシス形であるが，水素添加（還元）反応を行うと，副生成物としてトランス二重結合を有する脂肪酸（トランス脂肪酸）が生じることがある．

4.(3)② トランス脂肪酸の摂取量が多い人は，少ない人に比べて心臓疾患のリスクが上がることが知られており，健康面での問題がある．

令和８年度
日本大学大学院 理工学研究科
出題意図

種別	博士前期課程入学試験（一般第１期）
専攻	物質応用化学専攻

[問題－１]
物理化学の分野からの出題で，1. は光の二重性について問い，de Broglie の式を導出して，相互の関係を理解しているかを問いました．2. は１次反応に関する出題で，反応速度式への理解や受験生の計算力について問いました．

[問題－２]
問題-2 は無機固体化学の分野から出題しており，2.(1)では構造解析で必要な Bragg の条件を理解しているかを問う問題を選びました．また，2.(2)ではダイヤモンドの構造を理解しているかを問う問題としました．ヒントを出しながら最終的にはダイヤモンドの炭素の充填率を求めてもらいました．2.(3)においては文章問題として読解力および計算能力をみる．

[問題－３]
有機化学分野からの出題で，1.は芳香族求電子置換反応における置換基効果を理解しているか問いました．2.は混成軌道，芳香属性，塩基性の関係を問いました．3.はアルケンへのハロゲンの付加および立体化学に関して理解度を確認いたしました．

[問題－４]
問題-4 は生命科学の分野から出題しており，4.(1)では核酸に関する基本的な用語の理解，4.(2)ではアミノ酸・ペプチドに関する構造・性質を化学的に説明できるか，4.(3)では基本的な脂質である油脂と脂肪酸の構造・性質に関する理解を問いました．

受験番号	

氏名	

令和８年度

大学院理工学研究科
博士前期課程入学試験（一般第２期）

物質応用化学専攻試験問題

表　紙

試験についての注意事項

（１）　解答時間は１２０分です.
（２）　試験開始の合図があるまで，この問題を開いてはいけません.
（３）　問題用紙は，表紙を除いて＿＿４＿＿枚です.
（４）　全ての用紙に受験番号，氏名を必ず記入しなさい.
（５）　問題等に関する質問がある場合は，着席のまま手をあげなさい.
（６）　電卓は使用可です. ただし，プログラム機能や通信機能を持ったもの（携帯電話・ウェアラブル端末を含む）は除きます.

採点欄	
問題―１	
問題―２	
問題―３	
問題―４	
合計	/100

令和７年９月７日実施

日本大学大学院理工学研究科

物質応用化学専攻志望	受験番号		氏名	

［ **問題－１** ］

以下の文章中の空欄（ ① ）から（ ⑩ ）に適切な言葉，数値または式を記入し，文章を完成させなさい．

1.(1) 物質の構造解析や化学反応などの化学現象において，さまざまな場でそれぞれに相応しいエネルギーが介在している．次に示す単位系もエネルギーを表すものだが，これらの単位系を基本的な物理定数を用いて 1 mol 当たりのエネルギー J mol^{-1} に換算しなさい．必要であれば，以下の基本的な物理定数の値を使用しなさい．

$F = 9.64853383\times10^{4}$ C mol^{-1}, $h = 6.6260693\times10^{-34}$ J s, $\kappa_B = 1.3806505\times10^{-23}$ J K^{-1}

$R = 8.314472$ J K^{-1} mol^{-1}, $N_A = 6.0221415\times10^{23}$ mol^{-1}, $c = 2.99792458\times10^{8}$ m s^{-1}

[1] 1 Hz =（ ① ）J mol^{-1}

[2] 1 K =（ ② ）J mol^{-1}

[3] 1 eV =（ ③ ）J mol^{-1}

2.(2) 異核 2 原子分子の多くには，分子内に電荷の偏りが生じることがある．この偏りを表す物理量として双極子モーメント μ があり，μ がゼロの場合を（ ④ ）分子，それ以外を（ ⑤ ）分子と呼ぶ．μ は，部分電荷 $+q$ と $-q$ が距離 r だけ離れて存在するとき $\mu =$（ ⑥ ）と定義される．ここで，μ を表す際に使用される単位系について考える．μ の SI 単位は C m (クーロン･メートル) であるが，慣用的に D (デバイ) が使用される．真空中に 1 cm の間隔で置かれた等しい電荷の間に働く力を 1 dyn = 10^{-5} kg m s^{-2} としたとき各電荷の値を 1 esu と定義する．距離 r を隔てた 2 個の電荷 e_1 に働く力 f は $f = e_1^2/(4\pi\varepsilon_0 r^2)$ と表せて，ε_0 は真空の誘電率 8.854×10^{-12} s^2 C^2 m^{-3} kg^{-1} であるから，1 esu =（ ⑦ ）C となる．

1 D = 10^{-18} esu cm から，したがって，1 D =（ ⑧ ）C m の関係が導ける．μ を実測することで，共有結合にイオン結合性がどの程度含まれるかを調べることができる．例えば，HCl 分子では $\mu = 3.70\times10^{-30}$ C m，結合距離 $r = 1.27\times10^{-10}$ m であり，仮に，H-Cl がすべてイオン結合で形成しているとすると，このときの双極子モーメント μ_0 は，電気素量 1.6022×10^{-19} C を用いて，$\mu_0 =$（ ⑨ ）C m となる．したがって，これらの比($=\mu/\mu_0$)を取ることで，$\mu/\mu_0 =$（ ⑩ ），すなわち，HCl の結合には（ ⑩ ）× 100 % 程度のイオン結合性があると考えられる．

採点欄 問題―１	

日本大学大学院理工学研究科

物質応用化学専攻志望	受験番号		氏名	

[問題－２]

2.(1) 以下の文章中の空欄（ ① ）から（ ⑩ ）に適切な言葉，数値または式を記入し，文章を完成させなさい．

(1)-(a) 単一酸化物としては MO，M_2O_3，MO_2 および M_2O_5 などがある．これらが複合した複合酸化物の代表例としては $AO \cdot B_2O_3$ で表される（ ① ）と $AO \cdot BO_2$ で表わされる（ ② ）がある．①の代表例として図 1 に示す $MgAl_2O_4$ がある．X は O^{2-} イオン，R は（ ③ ）イオンを示しており，（ ④ ）配位をしている．また，M は（ ⑤ ）配位している．また，最近では②の名前の付いた材料として（ ⑥ ）が注目されて，利用されはじめている．

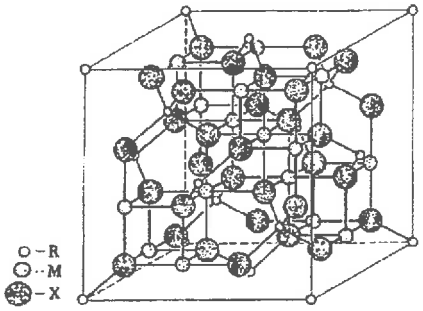
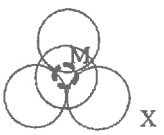


図 1　$MgAl_2O_4$ の構造

(1)-(b) 小型の陽イオンが大型の陰イオンに囲まれていることを配位という．配位の形を考える．配位数 3(MX_3)では sp^2 混成による（ ⑦ ）の形をとる．配位数 4(MX_4)では sp^3 混成による（ ⑧ ）の形をとる．配位数 6 になるとイオン結晶となり，NaCl 型構造をとるものが多い．Na^+ は（ ⑨ ）個の Cl^- に囲まれており，その形は（ ⑩ ）となる．

2.(2) 陽イオンを M，陰イオンを X として，配位の基本形を球充填モデルで 4 配位を図示した例を下図に示す．3 配位および 6 配位をそれぞれ図示しなさい．そして，3 配位および 6 配位となる陽イオンのイオン半径/陰イオンのイオン半径の比の最小値を求めなさい．

4 配位の球充填モデル	3 配位の球充填モデル	6 配位の球充填モデル
		

3 配位のイオン半径比の解答欄

6 配位のイオン半径比の解答欄

採点欄 問題―２	

日本大学大学院理工学研究科

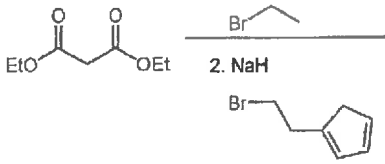
物質応用化学専攻志望	受験番号		氏名	

[問題－3]

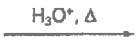
3. (1) 下記の反応式について，下記の問いを答えなさい．

(1)-(a) この反応式で生成する化合物の構造を解答欄(A)，(B)に書きなさい．

(1)-(b) (A)の合成反応において，適した溶媒を答えなさい．また，その理由を答えなさい．



(A)



(B)

(1)-(b)解答欄　　理由）

適した溶媒：

3. (2) シクロヘキサン類ついて，下記の問いに答えなさい．環に直接結合している水素は省略してもよい．

(2)-(a) *cis*-1, 2-ジメチルシクロヘキサンおよび *trans*-1, 2-ジメチルシクロヘキサンの最も安定な立体配座と最も不安定な立体配座を書きなさい．

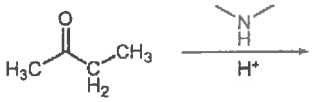
(2)-(b) *trans*-1-*tert*-ブチル-3-メチルシクロヘキサンの最も安定な立体配座を書きなさい．

(2)-(c) (b)の解答を最も安定な立体配座とした理由を説明しなさい。

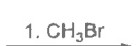
(a) 最も安定	(a) 最も不安定	(b)

(c) 解答欄

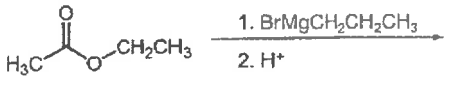
3. (3) 下記の反応で生成する化合物の構造を解答欄(A), (B), (C)に書きなさい．



(A)



(B)



(C)

採点欄 問題—3	

日本大学大学院理工学研究科

物質応用化学専攻志望	受験番号		氏名	

［ 問題－４ ］

4.(1) 以下の文章中の空欄 (①) から(⑤) に適切な言葉，数値または式を記入し，文章を完成させなさい．

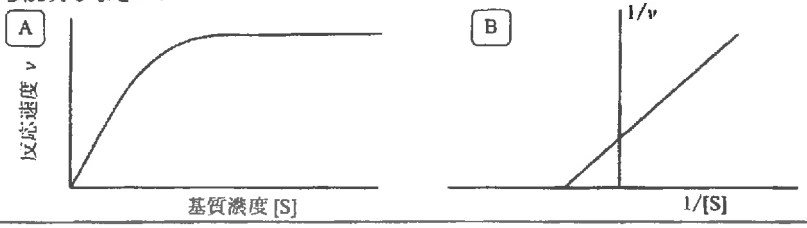
(1)-(a) 塩基・五炭糖・リン酸が結合した核酸の基本構造単位を(①)と呼ぶ．アデノシン三リン酸(ATP)はアデノシン(アデニンとリボースが結合した分子)にリン酸が 3 分子結合した構造を持つが，リン酸はリボースの(②)位水酸基に結合した形で存在する．

(1)-(b) スフィンゴシンのアミノ基に脂肪酸がアミド結合した分子を(③)と呼び，③のスフィンゴシンに存在する水酸基がさらに糖と結合した分子を(④)と呼ぶ．④の例としてセレブロシド，ガングリオシドなどが知られる．

(1)-(c) 鎖状グルコースの(⑤)位炭素に存在する水酸基が同一分子内の 1 位炭素に攻撃をして環状ヘミアセタール構造をとったものはグルコピラノースと呼ばれる．

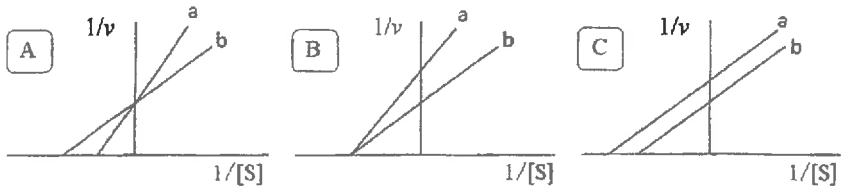
4.(2) 酵素反応に関する下記の問いに答えよ．

(2)-(a) 下図 A は，酵素反応における基質濃度[S]と反応速度 v の関係を示したグラフである．このグラフ中に補助線を引いて最大速度 Vmax，ミカエリス定数 *Km* を書き入れよ．また，下図 B は反応速度 v と基質濃度[S]に関する逆数プロット（ラインウィーバー・バークの逆数プロット）である．図 B から Vmax，*Km* を求める方法を解答欄のミカエリス・メンテン式を完成させてから説明しなさい．



[図 B : 解答欄]　ミカエリス・メンテン式　v = ①・[S]/(② + [S])　　①=＿＿＿＿＿　②=＿＿＿＿＿

(2)-(b) 性質の異なる 3 種類の阻害剤に対する酵素反応の阻害実験を行った．結果をラインウィーバー・バークの逆数プロットにより解析したところ，下記 3 種類の図 A～C が得られた（a は阻害剤あり，b は阻害剤なしの結果）．図 A～C のうち，どれが競合阻害の実験結果であると考えられるか．理由とともに答えよ．



［図・理由］

採点欄 問題－４	

日本大学大学院理工学研究科
博士前期課程入学試験（一般第２期）
物質応用化学専攻

問題－1

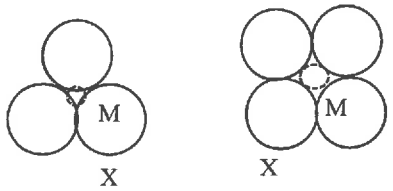
1.(1) ① 3.990313×10^{-10}, ② 8.314472, ③ $9.648453383 \times 10^{4}$,

2. (2) ④ 無極性, ⑤ 極性 あるいは 有極性, ⑥ $r \times q$, ⑦ 3.34×10^{-10}, ⑧ 3.34×10^{-30}, ⑨ 2.03×10^{-29}, ⑩ 0.18

問題－2

2.(1)
(1)-(a) ① スピネル, ②ペロブスカイト, ③Mg^{2+}, ④4, ⑤6, ⑥太陽電池,
(1)-(b) ⑦平面三角形, ⑧正四面体, ⑨6, ⑩八面体,

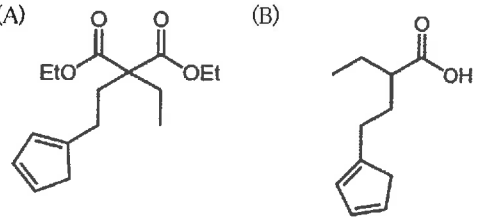
2. (2) 3 配位　　6 配位



3 配位のイオン半径比　0.155 6 配位の
イオン半径比　0.414

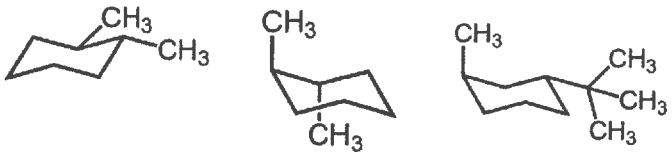
問題-3

3.(1) (1) -(a) (A)　(B)



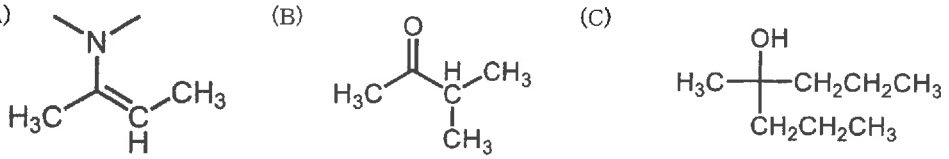
(1)-(b) 非プロトン性極性溶媒
理由　求核剤の溶解性が高く，SN2 反応で進行するため，求核剤と水素結合を起こさずに反応性が向上する非プロトン性極性溶媒が最適

3.(2) (2)-(a) (a)安定　　(a) 不安定　　(2)-(b) (b)



(2)-(c)かさ高い tert-ブチル基がアキシアルに配置すると，1,3-ジアキシアル反発による立体障害が大きくなる．立体障害が小さいメチル基がアキシアル，かさ高い tert-ブチル基はエカトリアルの配置が最も立体障害が小さくなるため

3. (3)　(A)　(B)　(C)

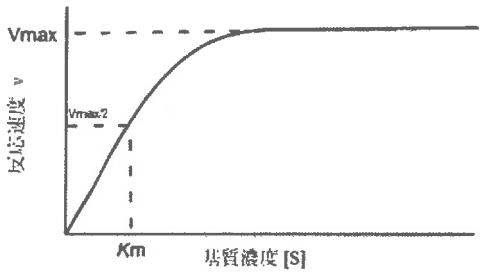


問題-4

4.(1) ① ヌクレオチド ② 5'(または5) ③ セラミド ④ スフィンゴ糖脂質 ⑤ 5

4.(2)-(a)

[図 A の問題]



[図 B の問題]

① = Vmax ② = Km

ミカエリス・メンテンの式を変形すると 1/v=(Km/Vmax)・(1/[S]) + 1/Vmax が誘導される. x 軸に 1/v, y 軸に 1/[S]をプロットしたグラフを作成すると, y 軸との交点(切片)は 1/Vmax となり, x 軸との交点は-1/Km となり, グラフから Vmax, Km を求めることが出来る.

4.(2)-(b)

[グラフ] A

[理由] 競合阻害では, 阻害剤が基質と競って酵素の活性中心に結合し阻害作用を示す為, 基質濃度が高くなるに従い阻害剤の効果が無視出来るようになる. 従って Vmax(y 軸の交点)は阻害剤の存在下でも変わらない.

令和８年度
日本大学大学院 理工学研究科
出題意図

種別	博士前期課程入学試験（一般第２期）
専攻	物質応用化学専攻

[問題－１]物理化学の分野について基礎的な知識を問う．
2.(1) エネルギーに関する取り扱いと単位操作について．
2.(2) 異核２原子分子の双極子モーメントに関する理解力について．

[問題－２]
無機化学の分野について基礎的な知識を問う．
2.(1)-(a) 複合酸化物の構造について．
2.(1)-(b) 配位数の形について．
2.(2) 配位数の構造について．

[問題－３]
有機化学の分野について基礎的な知識を問う．
3.(1) マロン酸エステル合成，S_N2 反応における溶媒効果を理解力について．
3.(2) シクロヘキサンの立体配座の安定性と置換基の関係について．
3.(3) カルボニル化合物の反応に関する理解力について．

[問題－４]
生命科学の分野について基礎的な知識を問う．
4.(1) 生物を構成する基本的な分子である核酸・脂質・糖質に関する化学構造について．
4.(2) 生命活動に関わる重要な分子の一つである酵素の性質および解析方法に関する理解力について．

受験番号	

氏名	

令和８年度

大学院理工学研究科
博士前期課程入学試験（一般第３期）

物質応用化学専攻試験問題

表　紙

試験についての注意事項

（１）　解答時間は１２０分です.
（２）　試験開始の合図があるまで，この問題を開いてはいけません.
（３）　問題用紙は，表紙を除いて　4　枚です.
（４）　全ての用紙に受験番号，氏名を必ず記入しなさい.
（５）　問題等に関する質問がある場合は，着席のまま手をあげなさい.
（６）　電卓は使用可です. ただし，プログラム機能や通信機能を持ったもの（携帯電話・ウェアラブル端末を含む）は除きます.

採点欄	
問題―１	
問題―２	
問題―３	
問題―４	
合計	/100

令和８年３月７日実施

日本大学大学院理工学研究科

物質応用化学専攻志望	受験番号		氏名	

[問題－１]

1.(1) 熱浴に接して温度 $T = 300$ K に保たれた理想気体 1 mol が，体積 V_1 から $V_2 = 2V_1$ へ等温膨張する．気体定数 $R = 8.314\ \mathrm{J\ mol^{-1}\ K^{-1}}$ を用いて，次の設問に答えなさい．なお，有効数字は 3 桁とし，気体のする仕事を w，系が外界にした仕事を負としなさい．

[1] 等温可逆膨張の仕事 w_{rev} および熱量 q_{rev} を求めなさい．

[2] 外圧を一定 $P_{ext} = P_2$（膨張後の平衡圧力）に保ったとき，等温不可逆膨張の仕事 w_{irr} および熱量 q_{irr} を求めなさい．

1.(2) 熱浴に接して温度 $T_1 = 420$ K に保たれている単原子からなる理想気体 1 mol がある．気体分子 1 個あたりの内部自由度を 3（並進運動のみ）とし，気体定数 $R = 8.314\ \mathrm{J\ mol^{-1}\ K^{-1}}$ を用いて，次の設問に答えなさい．なお，有効数字は 3 桁とする．

[1] この気体 1 mol あたりの平均並進運動エネルギー $\langle E \rangle$ を求めなさい．

[2] 定積条件の下で，この気体のエントロピー S を求めなさい．その際に，定積モル比熱 $C_v = (3/2)R$ および $dS = dQ_{rev}/T$ の関係を用い，積分定数はエントロピー変化 ΔS に影響しないものとする．

[3] 定積・可逆条件下において，この気体が T_1 から $T_2 = 840$ K に加熱されたとき，1 mol あたりの ΔS を求めなさい．

採点欄 問題―１	

日本大学大学院理工学研究科

物質応用化学専攻志望	受験番号		氏名	

[問題－２]

以下の文章中の空欄（ ① ） から（ ⑨ ） に適切な言葉または式を記入し，文章を完成させなさい．また，{ } 内では正しいものを○で囲みなさい．

2.(1) NaCl 格子中のイオン間距離について考える．ある Na^+ イオンからもっとも近い Cl^- イオンまでの距離を r とする．Na^+ イオンから最も近い Na^+ イオンは（①　　）個あり，その距離は（②　　）r である．また，ある Na^+ から $\sqrt{5}\,r$ 離れたイオンは {Na^+　　Cl^- } イオンであり，その数は（③　　）個ある．さらに，ある Na^+ から $\sqrt{6}\,r$ 離れたイオンの数は（④　　）個ある．

2.(2) 常圧において炭酸カルシウムには，（⑤　　），（⑥　　）および（⑦　　）の 3 つの多形（変態）が存在する．石灰石を X 線回折測定すると（ ⑤ ）であり，（ ⑦ ）は天然に存在しない．石灰石を加熱すると酸化カルシウムと二酸化炭素に分解するがその温度はおおよそ {700, 800, 900, 1000} ℃である．また，石灰石の溶解度は低く，100 ml の水中に {0.1, 0.01, 0.001} g 程度溶解する．

2.(3) 2 種類の結晶 AC，BC が互いに組み合わさって形成される複合結晶（A_xB_y）C を（⑧　　）または（⑨　　）という．（ ⑧ ）は $x : y$ の比は一定ではないが，（ ⑨ ）は一定である．Fe_3O_4 は { ⑧ ， ⑨ } である．

採点欄 問題―２	

日本大学大学院理工学研究科

物質応用化学専攻志望	受験番号		氏名	

[問題－３]

3. (1) 分子式 $C_4H_4O_4$ で示される鎖状不飽和ジカルボン酸について，以下の問いに答えなさい．

(1)-(a) 上記の鎖状不飽和ジカルボン酸には二つの異性体が存在する．融点の低い方の構造式を解答欄(A)，融点の高い方の構造式を解答欄(B)に書きなさい．

(1)-(b) 強い酸は(A)と(B)のどちらか答えなさい．

(1)-(c) 二つ目のカルボキシ基の解離（第２解離）が起こりやすいのは，(A)と(B)のどちらか答えなさい．

(1)-(d) (b)および(c)で解答した理由を説明しなさい．

解答欄(A)	解答欄(B)

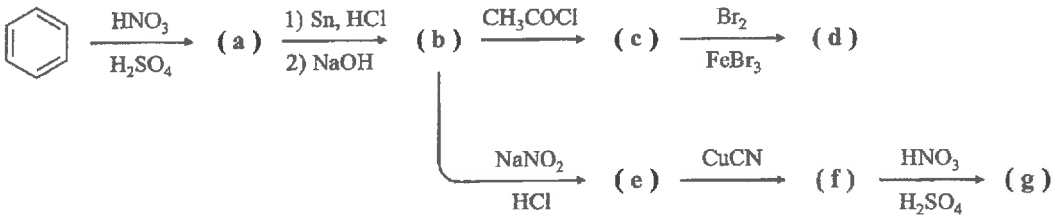
(1)-(b) 解答欄＿＿＿＿＿＿＿＿，　(1)-(c) 解答欄＿＿＿＿＿＿＿＿

(1)-(d) 解答欄

3. (2) 分子式 C_6H_{12} を示す環状化合物のうち，旋光性を示すものの構造を全て書きなさい．互いに鏡像異性体の関係にあるものは一つと見なし，いずれか一方のみを示すこと．

3. (2) 解答欄

3. (3) 以下の反応式において，(a)から(g)の主生成物の構造式を下の指定した解答欄に書きなさい．



(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)

採点欄	
問題－３	

日本大学大学院理工学研究科

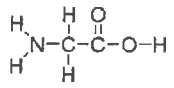
物質応用化学専攻志望	受験番号		氏名	

［ 問題－４ ］

4.(1) 純粋なα-D-グルコピラノースの比旋光度は$[\alpha]_D$ = +112.2 °であり，また，純粋なβ-D-グルコピラノースの比旋光度は$[\alpha]_D$ = +18.7 °である．これらを別々に水に溶解して放置すると旋光度が徐々に変化し，どちらも最終的に同じ比旋光度$[\alpha]_D$ = +52.6 °を示すようになる．この現象の名称およびこの現象が起こる理由を説明しなさい．

4.(2) トリペプチド Ala-Gly-Ser の化学構造を例に倣って書きなさい．ただし，イオン化していない状態で書きなさい．また，立体化学は考慮しなくて良い．

書き方の例



グリシン

4.(3) 生体内で見られる（高分子）RNA は 3 種類に大別される．それらの名称と主な機能を書きなさい．

採点欄 問題―4	

令和８年度
日本大学大学院 理工学研究科
解答

種別	博士前期課程入学試験（一般第３期）
専攻	物質応用化学専攻

［問題-1］

1.(1)[1] $w_{rev} = -1.73 \times 10^3 J$, $q_{rev} = 1.73 \times 10^3$ J

1.(1)[2] $w_{irr} = -1.25 \times 10^3$ J, $q_{irr} = 1.25 \times 10^3$ J

1.(2)[1] 5.24×10^3 J mol^{-1}

1.(2)[2] 75.3 J mol^{-1} K^{-1}

1.(2)[3] 8.64 J mol^{-1} K^{-1}

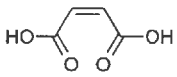
[問題-２]

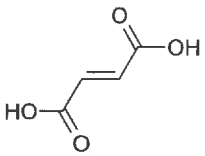
① 6, ② $\sqrt{2}$, ③ 24, ④ 24, ⑤ カルサイト, ⑥ アラゴナイト,
⑦ バテライト, ⑧ 固溶体, ⑨ 複塩

選択問題 Cl-, 900, 0.001, ⑨

[問題-3]

(1)-(a) (A) (B)





(1)-(b) A

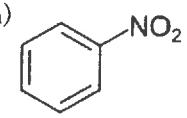
(1)-(c) B

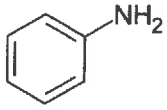
(1)-(d) B（フマル酸）は分子間水素結合のため，水素は電離しにくい．A（マレイン酸）は水素を電離すると，分子内水素結合の形成により安定化する．水素に電離しやすい A が強い酸である．また，第１解離した A（マレイン酸）は分子内水素結合のため，第２解離が起こりにくい．

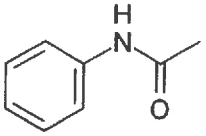
3.(2)

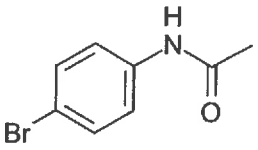


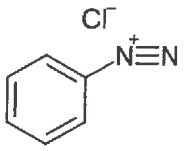
3.(3)

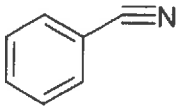
(a) 

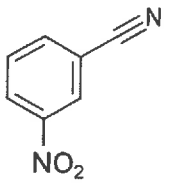
(b) 

(c) 

(d) 

(e) 

(f) 

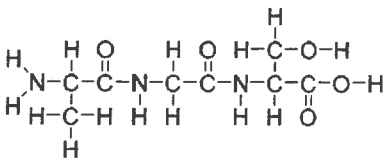
(g) 

[問題-4]

4. (1)

この現象は変旋光と呼ばれる．環状構造を持つグルコースを水に溶解すると，水中で開環して鎖状グルコースとなり，再度閉環する際にα-アノマーまたはβ-アノマーを生じ混合物となる．この混合物は，最終的にα-アノマー：β-アノマーの比が一定の割合の平衡混合物となる．この為，純粋なα-D-グルコピラノース，β-D-グルコピラノースはどちらも水溶液にすると同じ旋光度を示すようになる．

4. (2)



4. (3)

生体内で見られる（高分子）RNA には，メッセンジャーRNA（mRNA），トランスファーRNA(tRNA)，およびリボソーム RNA(rRNA)がある．mRNA は DNA の持つタンパク質の構造情報（一次構造）を転写してタンパク質の合成の場へ運ぶ役割を持つ．tRNA はアミノ酸を結合してタンパク質合成の場へ運ぶ役割を持つ．rRNA はタンパク質と複合体を形成してリボソームを形成する役割を持つ．

令和８年度
日本大学大学院 理工学研究科
出題意図

種別	博士前期課程入学試験（一般第３期）
専攻	物質応用化学専攻

[問題－１] 物理化学の分野について基礎的な知識を問う.
1.(1) 熱力学に関する基本的な理解について.
1.(2) 統計熱力学に関する基本原理と論理的な理解について.

[問題－２] 無機化学の分野について基礎的な知識を問う.
2.(1) NaCl 構造の理解について.
2.(2) 炭酸カルシウムの性質に関する基本的な理解について.
2.(3) 固溶体および酸素酸塩に関する基本的な理解について.

[問題－３] 有機化学の分野について基礎的な知識を問う.
3.(1) 鎖状不飽和ジカルボン酸における構造と物性に関する理解について.
3.(2) 構造異性体，立体異性体，鏡像異性体の関係の理解について.
3.(3) 芳香族の置換反応，官能基の反応，配向性に関しての理解について.

[問題－４] 生命科学の分野について基礎的な知識を問う.
4.(1) 糖質に関する理解について.
4.(2) アミノ酸・ペプチドに関する理解について.
4.(3) 生命活動に関わる重要な分子の一つである核酸の種類・機能に関する理解について.