

2025 年度
青山学院大学
大学院理工学研究科理工学専攻
博士前期課程(9月)入学試験

機能物質創成コース

「専門科目」
問題冊子

受験番号：

氏名：

[注意事項]

1. 志願したコースの問題冊子であることを確認すること。
2. 本問題冊子は表紙を含めて全25枚である。
3. 問題冊子及び解答用紙一枚ごとに、受験番号と氏名を必ず記入すること。
4. 選択必須問題を1問、選択問題から2問の合計3問を解答すること。

選択必須問題 右の3問の中から1問解答	1	物性物理学
	2	固体化学
	3	電子物性学
選択問題 右の15問の中から2問選択	4	力学(物理分野)
	5	電磁気学(物理分野)
	6	量子力学(物理分野)
	7	統計力学(物理分野)
	8	物理化学(化学分野)
	9	無機・分析化学(化学分野)
	10	有機化学(化学分野)
	11	電磁気学(電気電子分野)
	12	電気回路(電気電子分野)
	13	電波工学(電気電子分野)
	14	情報・通信工学(電気電子分野)
	15	電気電子計測(電気電子分野)
	16	電子回路(電気電子分野)
	17	制御工学(電気電子分野)
	18	パワーエレクトロニクス(電気電子分野)

5. 解答冊子、問題冊子とも全て回収するので、綴じたままにしておくこと。

1

物性物理学

以下の設問 1-3 のなかから 2 問を選択し、解答せよ。

1. 以下の a, b に解答せよ。

- a. 質量 m [kg], 運動量 p [kg m/s]の自由電子の運動エネルギー E [J]は, $E = p^2/2m$ である。電子波の波数ベクトルを k [m⁻¹]としたとき、 E が k^2 に比例することを示せ。
- b. 結晶中の電子波には結晶格子による影響が現れる。格子間隔が a [m]の1次元格子の場合の、 $E - k$ 曲線を $-2\pi/a \leq k \leq 2\pi/a$ の範囲で描き、その特徴を説明せよ。

2. 電子が半径 r の円軌道上を回転運動し、内部に磁束密度 B の磁束を閉じこめている場合を考える。電気素量を e , 円周率を π とする。以下のことを参考に、設問 a-b に答えよ。

- ・電子波の波長 λ は, プランク定数を h として, $\lambda = h/|p|$ の関係にある。
- ・軌道上のベクトルポテンシャル A の軌道に沿った成分は, $A = rB/2$ で, 電子の運動量 p は, $p = -eA = -erB/2$ である。
- ・円軌道上の電子波が定常波になっている条件は n を整数として, $2\pi r/n = \lambda$ である。
- ・円軌道内の全磁束 Φ は, $\Phi = \pi r^2 B$ である。

a. Φ を n, h, e を用いて表せ。

b. $n = 1$ のとき, Φ は最小となり磁束量子と呼ばれる。しかし超伝導体内の磁束量子の Φ はその半分である。その理由を述べよ。

3. 以下の a, b に解答せよ。

可視光の波長域はおおよそ400~800 nmであり、これは1.6~3.1 eVに相当する。

- a. ダイヤモンド, シリコンの室温でのバンドギャップはそれぞれ5.6 eV, 1.2 eVである。可視光の下において、不純物や欠陥の少ないダイヤモンドの結晶は透明であるのに対し、シリコンの結晶は灰黒色である。その理由を説明せよ。
- b. ドープした半導体では、室温付近で導電率の温度依存性が小さくなる、出払い領域と呼ばれる状態がある。n型半導体の場合の出払い領域での電子準位と電子励起の様子を説明せよ。説明には図を用いてよい。

2

固体化学

以下の設問（1）（2）のすべてに答えよ。

- （1） 固体表面の電子状態を解析する代表的な方法として X 線光電子分光法（XPS）や紫外線光電子分光法（UPS）があげられる。これらの解析方法の原理を解説し、酸化物表面を解析する場合の注意事項を説明せよ。
- （2） 固体表面の構造・形状を高分解能で解析する手法として走査型電子顕微鏡（SEM）があげられる。この解析手法の原理を解説せよ。また、付属に設置されている EDX や EPMA により元素組成の定量的な解析が可能である。これらの原理に関しても解説せよ。

3

電子物性学

以下の問に答えよ。

電気抵抗の観点から物質を 3 つに分類した例を示し、その起源を説明せよ。また、それらを実験的に識別する方法例をあげ、原理を説明せよ。

4 力学

質量 m_1 の惑星 E、質量 m_2 の衛星 M と、質量 m_3 が十分小さいもう一つの衛星 S を考える。 $m_1 > m_2$ とし、E,M,S は質点と見なせ、他の恒星、惑星などからの影響は無視できるとし、万有引力定数を G とする。以下の問に答えよ。

問 1. E と M の重心 G の周りの等速円運動を考える。EM 間の距離 a と ω の関係式および E,M それぞれの重心からの距離 ℓ_1, ℓ_2 を求めよ。

問 2. S は常に E と M を結ぶ線分上で M からの距離 ax が一定の位置 L にある。L は線分 GE 上と線分 GM 上のどちらにあるか、その理由とともに記せ。さらに ax の満たす式を求めよ。

問 3. $\delta = m_2/(m_1 + m_2)$ とおく。 $\delta \rightarrow 0$ での x の極限值 x_0 、および $\delta = 0$ 近傍で $x = x_0 + c\delta^p$ とおいたときの実定数 c, p を求めよ。

5

電磁気学

真空の誘電率を ϵ_0 、真空の透磁率 μ_0 として以下の問いに答えよ。

問 1. 半径 a の球内に一様な密度 ρ で電荷が分布している。

- (1) 球の内外の電場を積分形のガウスの法則を用いて求めよ。
- (2) 球の内外の静電ポテンシャルを求めよ。ただし、無限遠を基準点とする。

問 2. 無限に広い xy 平面上を面電流密度 i の電流が y 軸の正方向に流れている。

- (1) 磁場の向きと大きさを積分型のアンペールの法則を用いて求めよ。
- (2) ベクトル・ポテンシャルの向きと大きさを求めよ。ただし、 $z=0$ を基準点とする。

問 3. 極板の面積が S で極板間の間隔が d の平行板コンデンサーを考える。

- (1) コンデンサーの電気容量 C を求めよ。
- (2) 両極板に交流電圧 $V = V_0 \sin \omega t$ をかけたときに、コンデンサー内に生じる変位電流の大きさを求めよ。

6 量子力学

質量 m の粒子が、区間 $0 \leq x \leq L$ に閉じ込められている。

このとき、位置エネルギーは井戸型ポテンシャル

$$V(x) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq L \\ \infty & \text{それ以外} \end{cases}$$

で与えられるものとする。運動量演算子を $\hat{p} = \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial x}$ とする。以下の問に答えよ。

問 1. シュレディンガー方程式と境界条件を具体的に示せ。

問 2. エネルギー準位 E_n と波動関数 $\varphi_n(x)$ をすべて求めよ。ここで $n = 1, 2, 3, \dots$ で、 E_n はエネルギーの低い順に並ぶものとする。

これ以降、基底状態 ($n = 1$ のもっともエネルギーの低い状態) についてのみ考えることにする。

問 3. この状態が、運動量の自乗 p^2 および運動エネルギーの固有状態であることを具体的に計算して示せ。

問 4. 運動量の期待値 $\langle p \rangle$ を計算し、運動量の不確定性 $\Delta p = \sqrt{\langle p^2 \rangle - \langle p \rangle^2}$ の値を求めよ。

問 5. 粒子は区間 $0 \leq x \leq L$ に分布して存在するので、位置の不確定性について $\Delta x \propto L$ が成り立つ。この基底状態について、不確定性原理を述べよ。

問 6. 同じ位置エネルギー $V(x)$ について、古典力学に従う粒子の最低エネルギー状態は $E = 0$ となる。問 4~5 の結果をもとに、量子力学においては $E > 0$ となることを説明せよ。

7 統計力学

固体中の電子の単純化したモデルとして、理想フェルミ気体を考える。体積が V の立方体容器の中に、相互作用しない質量 m 、スピン $S = 1/2$ のフェルミ粒子が N 個含まれ、温度 T の熱浴に接している。 μ を化学ポテンシャルとすると、エネルギー準位 ϵ にある粒子の数 (占有数) の分布は、次のフェルミ分布関数により与えられる。

$$f(\epsilon) = \frac{1}{e^{(\epsilon-\mu)/k_B T} + 1}$$

プランク定数を $h (= 2\pi\hbar)$ 、ボルツマン定数を k_B とする。

問 1. 絶対零度 $T = 0$ と有限温度 $T \neq 0$ のそれぞれの場合について、フェルミ分布関数の概形を示せ。横軸を ϵ として、関数形の特徴がわかるように適宜必要な値 (物理量) を書き込むこと。特に、 $T = 0$ での化学ポテンシャルがフェルミエネルギー ϵ_F であることに留意すること。

エネルギーの期待値 $\langle E \rangle$ は次の式により計算される。

$$\langle E \rangle = \int_0^\infty \epsilon D(\epsilon) f(\epsilon) d\epsilon$$

ここで、 $D(\epsilon)$ は次式で与えられる一粒子状態密度である。

$$D(\epsilon) = \frac{\sqrt{2} V m^{3/2}}{\pi^2 \hbar^3} \epsilon^{1/2}$$

問 2. 絶対零度 $T = 0$ におけるエネルギーの期待値を計算し、 $V, m, \hbar, \epsilon_F$ を用いて表せ。

問 3. フェルミエネルギーの表式 $\epsilon_F = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{3\pi^2 N}{V} \right)^{2/3}$ を用いて、[問 2] の結果を書き直し、 $\langle E \rangle = \frac{3}{5} N \epsilon_F$ となることを示せ。

有限温度の場合を考える。 $k_B T \ll \epsilon_F$ の低温では、エネルギーの期待値は次の式で近似される。

$$\langle E \rangle = \frac{3}{5} N \epsilon_F + \frac{\pi^2}{4} N \frac{(k_B T)^2}{\epsilon_F}$$

問 4. 熱容量を計算せよ。

問 5. [問 4] の結果について、古典理想気体の熱容量と比較し、どのようなことが言えるか考察せよ。

8 物理化学

次の問 1～問 4の中から 3 問を選び、答を解答用紙に記入せよ。

問 1. 分子分光学と統計熱力学に関する以下の設問に答えよ。ただし、必要ならば、以下の定数を用いよ。プランク定数 $h=6.63\times 10^{-34}$ J s、 $\hbar=h/2\pi=1.05\times 10^{-34}$ J s、光の速度 $c=3.00\times 10^8$ m s⁻¹、原子質量単位 $u=1.66\times 10^{-27}$ kg、アボガドロ定数 $N_A=6.02\times 10^{23}$ mol⁻¹。また、必要ならば、以下の原子質量を用いよ。³⁹K の質量 39.0 u、³⁵Cl の質量 35.0 u。さらに、必要ならば、 $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ 、 $\sqrt{5}=2.24$ 、 $\sqrt{7}=2.65$ と、以下の一次元調和振動子のシュレーディンガー方程式と波動関数および数学公式を用いよ。

調和振動子のシュレーディンガー方程式、ただし、 μ は換算質量、 k は力の定数、 v は振動量子数、 $\psi_v(x)$ は振動量子数 v の波動関数、 E_v は振動量子数 v の振動エネルギー

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2\mu} \frac{d^2}{dx^2} + \frac{1}{2} kx^2 \right] \psi_v(x) = E_v \psi_v(x)$$

調和振動子の波動関数 ($v=1$)、ただし、 $\alpha=(k\mu)^{1/2}/\hbar$ で、 k は力の定数、 μ は換算質量

$$\psi_1(x) = \left(\frac{4\alpha^3}{\pi} \right)^{1/4} x e^{-\alpha x^2/2}$$

数学公式

$$\int_0^\infty x^{2n} e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdots (2n-1)}{2^{n+1} \alpha^n} \left(\frac{\pi}{\alpha} \right)^{1/2} \quad (n \text{ は正の整数})$$

- (1) ³⁹K³⁵Cl の遠赤外吸収スペクトルには、278 cm⁻¹ に強い吸収線が観測される。
 - ① ³⁹K³⁵Cl の力の定数(単位 N m⁻¹)を有効数字 3 桁で求めよ。
 - ② ³⁹K³⁵Cl の 278 cm⁻¹ に観測される分子振動の振動周期(単位 s)を有効数字 3 桁で求めよ。
- (2) CO₂ 分子のラマンスペクトルには、1330 cm⁻¹ に対称伸縮振動に由来するバンドが観測される。
 - ① CO₂ 分子の対称伸縮振動について、絶対温度 T (K)における、振動基底状態(振動量子数 $v=0$)と第一振動励起状態(振動量子数 $v=1$)に存在する分子数の比を計算する式を答えよ。ただし、この設問では、プランク定数 h 、光の速度 c 、ボルツマン定数 k_B 、絶対温度 T は、記号のまま使ってよい(数値計算しなくてもよい)。
 - ② 絶対零度($T=0$ K)では、CO₂ 分子の対称伸縮振動に由来するストークスラマン散乱とアンチ(反)ストークスラマン散乱のどちらかの散乱が観測されなくなる。絶対零度で散乱強度がゼロになるのは、どちらの散乱と考えられるか、理由とともに答えよ。
- (3) 一次元調和振動子の振動量子数 $v=1$ の状態では、平均運動エネルギー $\langle K \rangle$ が、対応する振動エネルギー E_1 の $\frac{1}{2}$ になることを具体的に示せ。

問2 熱力学的な系 (例えば物質質量 N の気体が封入されたピストンつきシリンダー) の内部エネルギー U は、エントロピー S と体積 V の関数であるとみなすとき、熱力学的に完全な関数となる。このとき U は微分形式で

$$dU = T \cdot dS - p \cdot dV \quad \text{①}$$

と書ける。ここで p は圧力、 T は温度である。式①は熱力学におけるエネルギー保存則を示しており、エンタルピー H や Helmholtz の自由エネルギー A 、Gibbs の自由エネルギー G などの熱力学的関数はいずれも、式①から導出することができる。

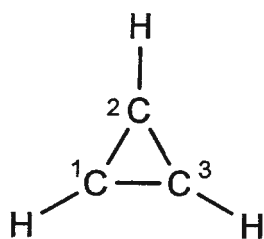
設問(1)～(6)の手順に従って定圧熱容量 $C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$ と定容熱容量 $C_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v$ との差が

$$C_p - C_v = T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p \quad \text{②}$$

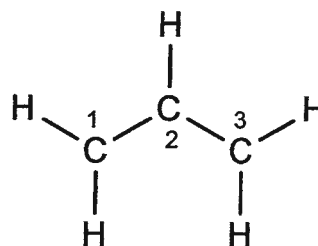
となることを導け。解答の際には、途中の式変形も省略せずに示すこと。

- (1) U を p と T の関数とみなして、その完全微分を示せ。
- (2) U を V と T の関数とみなして、その完全微分を示せ。
- (3) 熱力学的な系において p と T を定めると V は一意に定まる。そこで、 V の完全微分を設問(2)の結果に代入せよ。また、得られた式の係数を設問(1)の結果と比較することにより、得られる2つの関係式をそれぞれ示せ。
- (4) H と U の関係を示す式を C_p の定義に代入して、 C_p を U および p 、 T 、 V を用いて表せ。
- (5) 式①より $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ を求めよ。
- (6) 設問(3)(4)(5)の結果から式②を導け。

問 3. 単純 Hückel 法を用いて、下図に示す 3 π 電子系のシクロプロペニルラジカルとアリルラジカルの π 分子軌道を考える。全ての原子は x - y 平面上にあり、各炭素原子の $2p_z$ 軌道を χ_i ($i = 1, 2, 3$) とする。以下の設問に答えよ。



シクロプロペニルラジカル



アリルラジカル

- (1) LCAO 法 (Linear Combination of Atomic Orbitals method) では k 番目の分子軌道を以下のように表す。

$$\psi_k = c_{1k}\chi_1 + c_{2k}\chi_2 + c_{3k}\chi_3$$

原子軌道の係数 c_{1k} 、 c_{2k} 、 c_{3k} ($k = 1, 2, 3$) は規格直交条件を満たす。全ての炭素原子の $2p_z$ 軌道に関するクーロン積分を α 、隣接炭素原子間の $2p_z$ 軌道に関する共鳴積分を β とする。

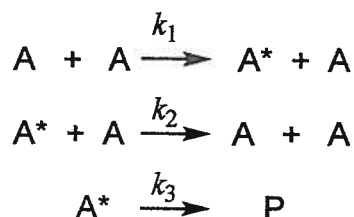
各分子の永年行列式を示し、 π 分子軌道の軌道エネルギー ε_1 、 ε_2 、 ε_3 ($\varepsilon_1 \leq \varepsilon_2 \leq \varepsilon_3$) を求めよ。また軌道エネルギー準位図を示せ。

- (2) シクロプロペニルラジカルとアリルラジカルの相対的な安定性について説明せよ。

シクロプロペニルラジカルの π 分子軌道の軌道エネルギー ε_1 、 ε_2 、 ε_3 に対応する π 分子軌道 ψ_1 、 ψ_2 、 ψ_3 を求め、それぞれの分子軌道を図示せよ。

問 4. 化学反応に関する以下の問[I]と[II]に答えよ。

[I] 気相中におけるシクロプロパン(A)の 1-プロペン(P)への異性化反応は、3つの素反応によって進むことが知られている。



ここで、 k_1 、 k_2 、 k_3 は各素反応における反応速度定数であり、 A^* は活性化分子を表す。以下の設問(1)～(5)に答えよ。必要であれば $\log_e 2 = 0.69$ 、 $\log_e 3 = 1.10$ を用いよ。

- (1) A^* の濃度が定常状態にあるものとして、P の濃度の時間変化を示す速度式を示せ。
- (2) 圧力が高い場合、この異性化反応は一次反応となる。その理由を説明せよ。
また、この時の一次反応の速度定数 k_{obs} を各素反応における反応速度定数を用いて表せ。
- (3) 設問(2)において、見かけの活性化エネルギーを各素反応の活性化エネルギーを用いて表せ。
- (4) 設問(2)の反応条件において、 500°C における反応速度定数は $6.9 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ であった。半減期を求めよ。
- (5) 圧力が低い場合、この異性化反応は二次反応となる。その理由を説明せよ。

[II] 次の対になっている語句について、図などを用いて詳しく説明せよ。

- (1) 触媒と活性化エネルギー
- (2) 素反応と律速段階
- (3) 一次反応・二次反応と半減期
- (4) 反応経路と鞍点
- (5) 衝突断面積と平均自由行程

9

無機・分析化学

次の問 1 ～問 3 に解答せよ。

問 1 以下の設問 A ～ C に答えよ。ただし、原子量は Cl 35、Ag 108 とし、必要であれば、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{5} = 2.24$ 、 $\sqrt{7} = 2.65$ を用いよ。

問 A

化学種 **A** が以下のように反応して、生成物 **B** と **C** を与える。

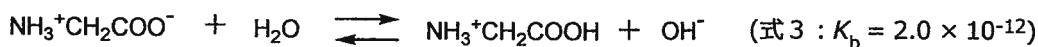
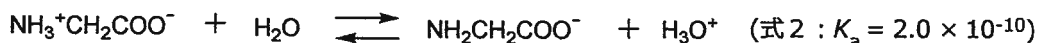
平衡定数 K は 2.0×10^{-6} (mol / L) である。以下の設問 (1), (2) に答えよ。



- (1) **A** の初濃度が 0.10 mol / L の時、平衡時の **C** の濃度 (mol / L) を有効数字 2 桁で求めよ。
- (2) 反応溶液に **B** を 0.20 mol / L の濃度となるように添加した。**A** の初濃度が 0.10 mol / L の時、平衡時における **C** の濃度 (mol / L) を有効数字 2 桁で求めよ。

問 B

陽イオン型のアミノ酸と陰イオン型のアミノ酸の濃度が等しくなるような溶媒の pH は等電点と呼ばれ、アミノ酸の特性を表す物理定数である。グリシンの水溶液では、下記の式 1 ～ 3 に示す三つの反応が生じ、式 2 および式 3 の平衡定数はそれぞれ K_a 、 K_b で表される。グリシンの等電点を有効数字 2 桁で求めよ。なお、水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ (mol / L)² とする。



問 C

塩化銀の飽和溶液 **D** を 1.0 L 作成した。この飽和溶液中に溶解していた塩化銀は 1.43×10^{-3} g であった。塩化銀の溶解度積 (mol² / L²) を有効数字 2 桁で求めよ。

問2 以下の設問 (1) ~ (3) のすべてに答えなさい。

- (1) 窒素の無機化合物を、それらの化学結合状態に注目し 3 種類に分類し、それらの具体的な例と特徴を解説せよ。また、金属の窒素物には、窒素の原子価を満たした形のものと、そうでないものがある。分類をするときに、これに関しても言及すること。
- (2) 3 つの電極 (動作電極、参照電極、補助電極) を使用する電気化学測定に関して、測定系を図示し、それぞれの電極の意味を解説せよ。なぜ、2 極ではなく 3 極を用いるのかの理由も説明すること。また、参照電極に関しては、3 種類の例をあげよ。
- (3) ネルンストの式を用いて PH メータの原理を説明せよ。「 H^+ 感応性ガラス」を組み込んだガラス電極を用いた場合を解説すること。

博士前期課程 機能物質創成コース「専門科目」問題用紙 (2025 年度 9 月入学試験)

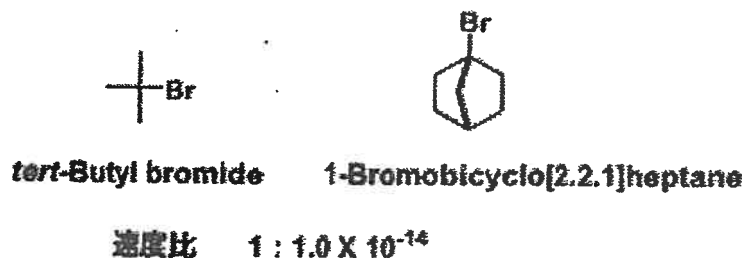
問3 次の設問に答えよ。

- (1) アルフレッド・ウェルナーの提唱した副原子価について、彼の行った実験とともに説明せよ。
- (2) キレート効果とエントロピーの関係について具体的な化合物の例を挙げて説明せよ。
- (3) アンモニアを配位子とした白金(II)錯体 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]$ を出発物質とし、塩化物イオンを逐次的に作用させると、どのような化合物が形成されるか。途中の反応式も含めて説明せよ。
- (4) (3)の反応を一般にどのような効果としてよばれるか。またそのような反応となる理由を説明せよ。
- (5) d^8 電子配置の金属錯体は、Ni, Pt あるいは Pd を中心に有する。この中で、Ni はスピントクロスオーバーを示す。この時の d 軌道の分裂と電子配置および配位構造について説明せよ。

10 有機化学

次の問 1～問 4 に解答せよ。

問 1. 以下に示す第 3 級臭化アルキルを 25°C で 80%エタノール-20%水によって加溶媒分解を行うと、その反応速度比には極端な相違がある。この理由について説明しなさい。



問 2. 以下に示した 2 つの立体異性体 A と B のそれぞれについてエタノール中 EtONa を用いて脱離反応を行なった。それぞれの反応の主生成物の構造式を示し、それらが得られる反応機構について説明しなさい。



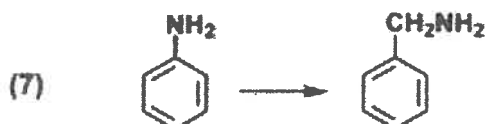
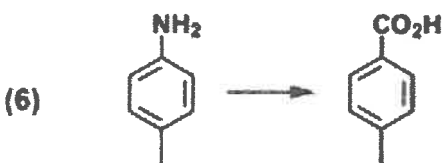
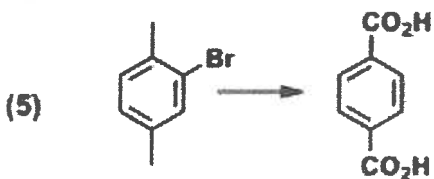
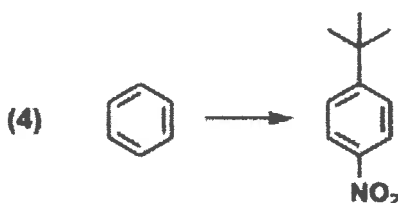
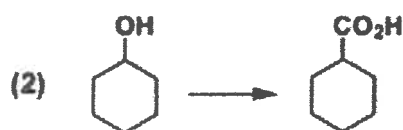
問 3. 以下の設問(1)～(2)に答えなさい。

(1) (*E*)-3-hexene を (*Z*)-3-hexene に変換する方法を示しなさい。

(2) (*Z*)-3-hexene を (*E*)-3-hexene に変換する方法を示しなさい。

博士前期課程 機能物質創成コース「専門科目」問題用紙 (2024 年度 9 月入学試験)

問 4. 以下の設問(1)~(7)に答えなさい。以下の化合物を与えられた出発物質から合成する方法を示しなさい。各段階で必要となる有機試薬、無機試薬も記載すること。



11

電磁気学

以下の設問に答えなさい。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 , 透磁率を μ_0 とする。

(1) 真空中のマクスウェルの方程式を書きなさい。

(2) 真空中のマクスウェルの方程式と以下のベクトル公式から電界 $\vec{E}$ に関する波動方程式を導きなさい。

$$\text{ベクトル公式: } \nabla \times (\nabla \times \vec{E}) = \nabla(\nabla \cdot \vec{E}) - \nabla^2 \vec{E}$$

ここで $\nabla = (\partial/\partial x, \partial/\partial y, \partial/\partial z)$, $\nabla^2 = (\partial^2/\partial x^2, \partial^2/\partial y^2, \partial^2/\partial z^2)$ である。

(3) (2) で求めた波動方程式の解が $\vec{E}(z, t) = (E_0 \sin(kz - \omega t), 0, 0)$ であるとする。波数

k と角周波数 ω の関係を求めよ。ただし、 $c = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$ である。

12 電気回路

図 1 の回路において、図 2 の電圧 $v(t)$ [V] を印加する。

（ただし、インダクタには初期電流は無い。）

- (1) 回路に流れる $i(t)$ [A] を時間 t の関数として求めよ。
- (2) 電流 $i(t)$ の時間変化を横軸 t [s]、縦軸 $i(t)$ [A] として図示せよ。

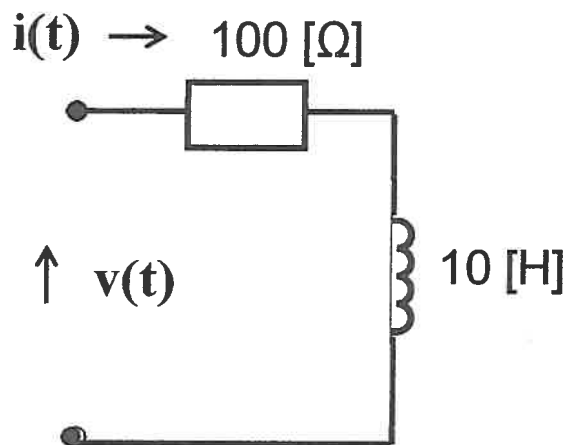


図 1

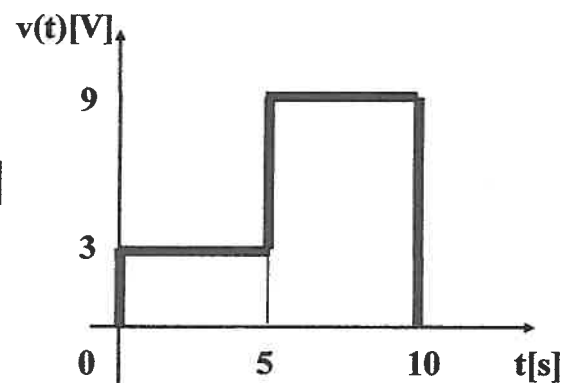


図 2

13

電波工学

誘電体スラブ導波路の伝搬モードの解析について、その解析プロセスを説明しなさい。

14 情報・通信工学

符号長が $l_1, l_2, \dots, l_M$ である r 元瞬時符号が一意復号可能であるためには,

$$\sum_{i=1}^M r^{-l_i} \leq 1$$

が必要十分であることを示せ.

15

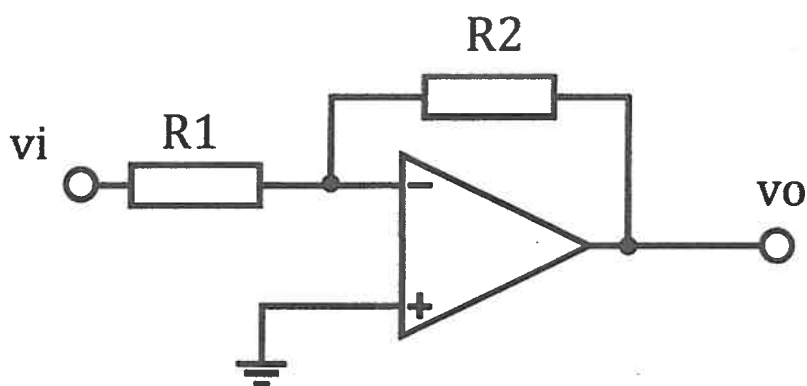
電気電子計測

容量分圧器を用いた高電圧の計測について回路図を用い説明せよ。

16 電子回路

下記の条件において下に示す反転増幅回路の出力抵抗を計算し、 A 、 R_1 、 R_2 、 r_o を用いて表せ。

[条件] 増幅器利得： A ，増幅器出力抵抗： r_o ，増幅器入力抵抗： ∞



反転増幅回路

17 制御工学

つぎの微分方程式で表される 2 つのシステムを考える。ここで、 $u(t), y(t)$ はそれぞれシステムの入力、出力である。また、 α はある有限の定数である。初期条件は $y(0) = y'(0) = y''(0) = 0, u(0) = 0$ とする。なお、' (プライム) は時間 t による微分を表している。

$$\text{システム A : } \frac{d^2 y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + 4y(t) = \frac{du}{dt} + 3u(t), \quad t > 0$$

$$\text{システム B : } \frac{d^4 y}{dt^4} + 2 \frac{d^3 y}{dt^3} + 3 \frac{d^2 y}{dt^2} + \alpha \frac{dy}{dt} + 2y(t) = \frac{du}{dt} + 4u(t), \quad t > 0$$

- (i) システム A の入力 $u(t)$ から出力 $y(t)$ までの伝達関数を求めよ。
- (ii) システム A の入力を $u(t) = 1$ とした時のステップ応答 $y(t)$ を求めよ。
- (iii) 入力 $u(t) = e^{-3t} - e^{-5t}$ に対するシステム A の応答 $y(t)$ を求めよ。
- (iv) ラウスまたはフルビッツの安定判別法を用いて、システム B が安定であるための α の値の範囲を求めよ。
- (v) システム B が安定である時、入力を $u(t) = 1$ とした時の出力 $y(t)$ の定常値 (時間 t が十分経過した時の値) を求めよ。

18 パワーエレクトロニクス

問1 図1に示す周期 $2T$ の繰り返し電圧波形 v の実効値 V_e , 基本波実効値 V_1 として総合ひずみ率 (THD) を求めよ。

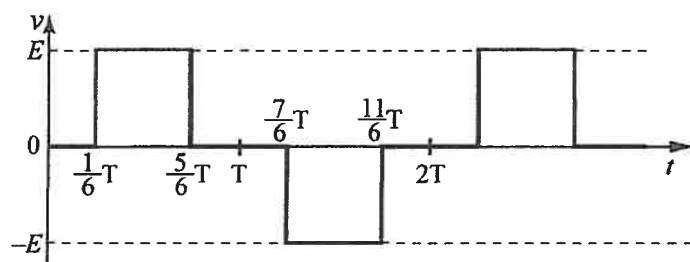


図 1

問2 図2は SEPIC である。 V_{c1}/V_{in} 及び V_{out}/V_{in} を導出せよ (必ず過程を示すこと)。ただし, C_1 と C_{out} は非常に大きいため V_{c1} と V_{out} は一定とみなせるとし, また L_1 と L_2 には電流が連続して流れるとする。さらにスイッチ S は周期 T , デューティ比 D の PWM で動作するとする。

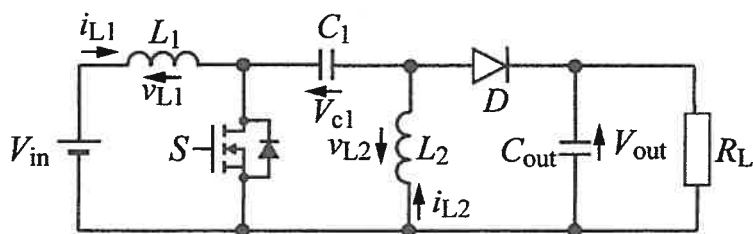


図 2