電子書籍版

電験王

令和7年度版

電験1種 一次試験
理論
過去問徹底解説

No.1 電験ブログ

「電験王」の解説を完全書籍化！

著者 電験王　編者 山岸 健太
（ブログ「電験1種の棚卸し」）

収録年
平成21年
～令和6年

最新16年分の過去問題を収録！

【電子書籍版電験王】電験１種一次試験 過去問徹底解説 理論 令和７年度版（年度順）

目　次

※目次の各項目をクリックすると該当ページにジャンプします。
※PDF 表示ウィンドウ右側のボタンより，目次を表示することもできます。

はじめに

本書をお選びいただきありがとうございます。

本書は電験１種一次試験の理論科目についての 16 年間（令和 6 年～平成 21 年）を収録しています。出典元は電験王（https://denken-ou.com/c1/）であり，そこで解説されている内容についてかみ砕いた説明を適宜追加することにより作成しています。

本書は「電験王」ホームページ（https://denken-ou.com/c1/）を閲覧しながらの学習を推奨しています。図のカラー版や誤植修正・追記等ホームページを見ることで確認することができ，より効果的な学習が可能となります。

筆者ご挨拶

本書を手に取って下さりありがとうございます。本書を手にされている方のほとんどは合格率５％以下の難関資格である電験２種を見事合格された方であると思います。

その中を勝ち抜いてきた皆さまならば電験の学習方法は十分に理解されていると思いますが、電験１種においても合格への最短距離は、過去問に取り組み、問題の難易度・出題傾向を探り、その中で知識を定着して、それを繰り返していくことに変わりはありません。（「電験王」はその「電験」学習の「王」道である過去問解説をしたホームページという意味で、名称もそこから取っています。）

電験１種においては参考書や過去問集自体の発刊が少なくその学習手助けのためと思いホームページを開設し、当初はホームページのみで解説を続けていく方針でしたが、メモを取りたい、間違えた問題をチェックしたい、紙の方がやりやすい等ユーザーの方々から「ぜひ書籍化してほしい」との声が多数寄せられるようになりました。私自身はそのノウハウもなく、作業時間も割けない状況の中、本書の編者である山岸氏からご提案を受け、本書発行に至ることとなりました。

本書は「電験王１」のホームページのうち、一次試験の内容をまとめたものを、山岸氏のノウハウを加えさらに改良されたものとなっており、電験受験生のバイブルとなることを期待しています。

本書を繰り返し学習されることで、より多くの受験生が一次試験に合格されることを祈願致します。

編者ご挨拶

電験の合格には過去問題の演習が欠かせません。しかし，過去問題の解説は計算問題の過程や選択肢を絞る過程の説明が省略されたものが多く，解説を読んでもそもそもの理解が及ばないという受験者は数多くいらっしゃいます。

そこで今回，解説が分かりやすいと評判の電験王とコラボをして，電験１種の過去問題集を発行することとしました。電験王は編者と同じく独学で電験１種まで合格しており，独自の視点に基づいて分かりやすく過去問題の解説をホームページ（https://denken-ou.com/c1/）で行っています。一方，編者は電験に関するブログ運営（http://den1-tanaoroshi.com）やオーム社様発行の新電気で平成 30 年から「ケンタが教える！　電験突破法」の連載をしており，電験を合格するうえでのテクニックの解説を稚拙ながら行っていました。

電験王のホームページには書籍化のご要望が殺到していたところで，このタイミングでこうした二者が電験１種の過去問題集を発行することになったのは正に偶然ですが，本書を使ってより多くの受験生が資格を取得し，電気業界の転職等のご希望の実現に繋がれば幸甚です。

令和 6 年 12 月

筆 者：電 験 王

編 者：山 岸　健 太

電験１種 試験の概要

1. 試験科目及び出題内容

電験１種の試験は，一次試験と二次試験を行います。一次試験を全科目合格しないと二次試験を受験することができません。

1-1.一次試験(マークシート方式)

一次試験は表 1 の 4 科目で実施されます。解答群の中から最も適切なものを選択する多肢択一式問題です。

表 1 一次試験科目と出題範囲

科目(試験時間)	出題範囲
理論(90 分)	電気理論，電子理論，電気計測及び電子計測
電力(90 分)	発電所及び変電所の設計及び運転，送電線路及び配電線路（屋内配線を含む。）の設計及び運用並びに電気材料
機械(90 分)	電気機器，パワーエレクトロニクス，電動機応用，照明，電熱，電気化学，電気加工，自動制御，メカトロニクス並びに電力システムに関する情報伝送及び処理
法規(65 分)	電気法規（保安に関するものに限る。）及び電気施設管理

1-2.二次試験(記述方式)

二次試験は表 2 の 2 科目で実施されます。記述式で各科目とも問題を選択(電力・管理は 6 問中 4 問，機械・制御は 4 問中 2 問)し解答します。

表 2 二次試験科目と出題範囲

科目(試験時間)	出題範囲
電力・管理(120 分)	発電所及び変電所の設計及び運転，送電線路及び配電線路（屋内配線を含む。）の設計及び運用，電気施設管理
機械・制御(60 分)	電気機器、パワーエレクトロニクス、自動制御、メカトロニクス

2. 試験内容

2-1.一次試験

多肢択一式のマークシート方式です。電験 2 種と異なり，A 問題よりも B 問題の配点が高いです。B 問題を解けるかどうかが合否に大きく影響します。

2-1-1.理論

配点 10 点の A 問題 4 題と配点 20 点の B 問題 2 題(ただし，2 題中 1 題は選択式)の 80 点満点。

合格点は 48 点ですが，難しい場合は合格点が下がります。

一次試験では最も時間管理が必要な科目です。B 問題で難解な問題が出題されることもあり，A 問題の出来が良かったからといって油断していると，足元をすくわれる可能性があります。

2-1-2.電力

配点 10 点の A 問題 4 題と配点 20 点の B 問題 2 題の 80 点満点。

合格点は 48 点ですが，難しい場合は合格点が下がります。

一種では計算問題が二次試験で出題されるため，一次試験では計算問題が少なめです

2-1-3.機械

配点 10 点の A 問題 4 題と配点 20 点の B 問題 2 題(ただし，2 題中 1 題は選択式)の 80 点満点。

合格点は 48 点ですが，難しい場合は合格点が下がります。

出題範囲が最も広く，勉強時間を最も要する科目と言えます。

2-1-4.法規

配点 10 点の A 問題 4 題と配点 20 点の B 問題 2 題の 80 点満点。

合格点は 48 点ですが，難しい場合は合格点が下がります。（法規の場合は少ないです。）

時間が唯一 65 分ですが，記憶に頼る問題が多いため，時間的には余裕があります。また，難易度も二種三種と同等の科目となります。

2-2.二次試験

出題範囲は一次試験より狭いですが，その中でより深い知識と計算能力が要求されます。

合格点は 180 点中 108 点かつ各科目平均点以上。ただし，問題が難しい場合は，合格点が 105 点かつ各科目平均点-5 点以上→102 点かつ各科目平均点-5 点以上と 3 点刻みで下がります。

2-2-1.電力・管理

1 問あたり 30 点の問題を 6 問中 4 問選択する。120 点満点。

目安は一題あたり 30 分程度です。計算問題 3 問と論述問題 3 問が出題される場合と計算問題 2 問と論述問題 4 問が出題される場合があります。非常に計算量の多い計算問題も出題され，時間との勝負となる可能性もあります。

2-2-2.機械・制御

1 問あたり 30 点の問題を 4 問中 2 問選択する。60 点満点。

目安は一題あたり 30 分程度です。主に計算問題が出題され，時間が非常に短いです。選択する問題を瞬時に見極め，速やかに問題を解く必要があります。

3. 試験日（目安です。年により異なります。）

一次試験：令和 7 年 8 月下旬

二次試験：令和 7 年 11 月中旬

4. 一次試験の科目合格制度及び二次試験の一次試験免除制度

一次試験の結果は科目別に合否が決まり，4 科目すべてに合格すれば第 1 種試験の一次試験に合格となりますが，一部の科目だけ合格した場合には科目合格となって，翌年度及び翌々年度の試験では申請によりその科目の試験が免除されます。

つまり，3 年間で 4 科目の試験に合格すれば二次試験の受験資格が得られます。

二次試験は一次試験に合格した年度の二次試験に不合格となった場合は，翌年度の一次試験が免除されます。

収録年の合格点

本書に収録している年の合格点は表 3 の通りです。

平成 21 年から平成 26 年については 100 点満点換算に対する合格点となります。平成 27 年以降は 100 点満点換算ではなく，80 点満点に対する合格点となります。また，合格点ちょうどは合格となります。

表 3　各科目の合格点

	理論	電力	機械	法規
令和 6 年	48 点	48 点	48 点	48 点
令和 5 年	48 点	48 点	48 点	48 点
令和 4 年	48 点	48 点	48 点	47 点
令和 3 年	48 点	48 点	48 点	48 点
令和 2 年	48 点	48 点	48 点	48 点
令和元年	39 点	47 点	47 点	47 点
平成 30 年	48 点	48 点	48 点	48 点
平成 29 年	42 点	47 点	47 点	42 点
平成 28 年	48 点	48 点	45 点	48 点
平成 27 年	42 点	45 点	42 点	45 点
平成 26 年	52.74 点	56.00 点	48.98 点	56.00 点
平成 25 年	49.36 点	60.00 点	59.79 点	60.00 点
平成 24 年	42.32 点	56.00 点	56.00 点	56.00 点
平成 23 年	57.00 点	60.00 点	60.00 点	59.43 点
平成 22 年	51.67 点	60.00 点	59.88 点	60.00 点
平成 21 年	54.86 点	60.00 点	60.00 点	60.00 点

年度順　問題一覧

※電子書籍版では問題 NO.をクリックすると該当問題のページにジャンプできます。

令和６年

NO.	論点	分類
問 1	同心導体球殻で蓄えられる電荷や球殻の電位に関する計算問題	電磁気
問 2	２つの円形コイルの作る磁界に関する計算問題	電磁気
問 3	直流電圧源と抵抗を直並列した回路の消費電力に関する計算問題	電気回路
問 4	抵抗とインダクタンスの直並列回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 5	高調波発生源を含む三相回路に関する計算問題	電気回路
問 6	円電流が作る磁界中を通過する電子の運動に関する計算問題	電子理論
問 7	MOSFET のソース接地増幅回路に関する計算問題	電子理論

令和５年

NO.	論点	分類
問 1	平行平板コンデンサの電極に働く力に関する計算問題	電磁気
問 2	ポインティングベクトルに関する計算問題	電磁気
問 3	直流回路における等価回路への変換に関する計算問題	電気回路
問 4	ラプラス変換を利用した電気回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 5	不平衡三相負荷において線路を流れる電流及び消費電力に関する計算問題	電気回路
問 6	半導体の熱電効果の原理及び導出に関する計算問題	電子理論
問 7	演算増幅器を用いた回路に関する計算問題	電子理論

令和４年

NO.	論点	分類
問 1	複素数を用いて 2 次元の電界を解析的に求める手法に関する計算問題	電磁気
問 2	ファラデーの電磁誘導の法則に関する計算問題	電磁気
問 3	Δ-Y 変換を用いた直流回路の合成抵抗に関する計算問題	電気回路
問 4	不平衡三相交流回路の中性点電圧の導出に関する計算問題	電気回路
問 5	電源を二つ含む RC 回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 6	真空中において交流電界から力を受けた電子の運動に関する計算問題	電子理論
問 7	エミッタ接地増幅回路とその小信号等価回路に関する計算問題	電子理論

令和３年

NO.	論点	分類
問 1	誘電体の近くに存在する電荷による界面の状態に関する計算問題	電磁気
問 2	２つのコイルを使用した環状鉄心のインダクタンスに関する計算問題	電磁気
問 3	２端子対抵抗回路の電流，電圧に関する計算問題	電気回路
問 4	抵抗とリアクトルを組み合わせた三相交流回路に関する計算問題	電気回路
問 5	交流電源に接続した RL 直列回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 6	ホール効果測定のメカニズムに関する計算問題	電子理論
問 7	バイポーラトランジスタの電流増幅率に関する計算問題	電子理論

令和２年

NO.	論点	分類
問 1	円板状の電荷分布が作り出す電界に関する計算問題	電磁気
問 2	アンペア（アンペール）の周回積分の法則に関する計算問題	電磁気
問 3	直流回路を利用した２進数を出力する回路の電流に関する計算問題	電気回路
問 4	RL 並列回路における過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 5	三相交流回路に対するテブナンの定理の適用に関する計算問題	電気回路
問 6	真空中の電子電流の外部印加電圧による制御に関する計算問題	電子理論
問 7	直流電流が流れる場合の演算増幅器を用いた回路に関する計算問題	電子理論

令和元年

NO.	論点	分類
問 1	リング状電荷が作る電界に関する計算問題	電磁気
問 2	磁界によって生じる力に関する計算問題	電磁気
問 3	直流回路に関する計算問題	電気回路
問 4	半導体 PIN ダイオードに関する計算問題	電子理論
問 5	不平衡三相負荷に関する計算問題	電気回路
問 6	電気回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 7	負帰還増幅回路に関する計算問題	電子理論

平成 30 年

NO.	論点	分類
問 1	円電流が作り出す磁束密度に関する計算問題	電磁気

NO.	論点	分類
問 2	非対称三相起電力を平衡三相負荷に接続した回路に関する計算問題	電気回路
問 3	回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 4	真空中の電界下で運動する単一電子による電流に関する計算問題	電子理論
問 5	直流電圧源に接続された 2 端子対抵抗回路に関する計算問題	電気回路
問 6	平行平板コンデンサに関する計算問題	電磁気
問 7	ウィーンブリッジ発振回路に関する計算問題	電子理論

平成 29 年

NO.	論点	分類
問 1	コイルに関する計算問題	電磁気
問 2	同軸円筒中の電界に関する計算問題	電磁気
問 3	回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 4	半導体の電気伝導に関する計算問題	電子理論
問 5	三相交流回路に関する計算問題	電気回路
問 6	2 端子対抵抗回路に関する計算問題	電気回路
問 7	トランジスタを用いた回路に関する計算問題	電子理論

平成 28 年

NO.	論点	分類
問 1	同心球コンデンサに関する計算問題	電磁気
問 2	ベクトルポテンシャルに関する計算問題	電磁気
問 3	直流回路の合成抵抗に関する計算問題	電気回路
問 4	電界内の電子の動きに関する計算問題	電子理論
問 5	三相交流回路に関する計算問題	電気回路
問 6	分布定数回路に関する計算問題	電気回路
問 7	演算増幅器を用いた回路に関する計算問題	電子理論

平成 27 年

NO.	論点	分類
問 1	誘電体中の静電界の基本性質に関する空欄穴埋問題	電磁気
問 2	磁気回路に関する計算問題	電磁気
問 3	テブナンの定理に関する計算問題	電気回路

NO.	論点	分類
問 4	npn バイポーラトランジスタに関する計算問題	電子理論
問 5	三相交流回路に関する計算問題	電気回路
問 6	分布定数回路に関する計算問題	電気回路
問 7	演算増幅器に関する計算問題	電子理論

平成 26 年

NO.	論点	分類
問 1	誘電体が挿入された平行平板コンデンサに関する空欄穴埋問題	電磁気
問 2	導体及び抵抗体周辺における電界・磁界に関する空欄穴埋問題	電磁気
問 3	直流回路に関する計算問題	電気回路
問 4	回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 5	三相交流回路に関する計算問題	電気回路
問 6	MIS 構造においてのしきい値に関する計算問題	電子理論
問 7	MOSFET と抵抗を用いた回路に関する計算問題	電子理論

平成 25 年

NO.	論点	分類
問 1	真空中の静電界に関する諸法則の微分形	電磁気
問 2	直流回路の電流計算(等価変換)に関する計算問題	電気回路
問 3	RC 回路に関する計算問題	電気回路
問 4	pn 接合ダイオードの電流に関する計算問題	電子理論
問 5	三相交流回路に関する計算問題	電気回路
問 6	電流が作る磁界に関する計算問題	電磁気
問 7	演算増幅器を用いた回路に関する計算問題	電子理論

平成 24 年

NO.	論点	分類
問 1	線電荷周囲の電界及び力の大きさに関する計算問題	電磁気
問 2	不平衡負荷のΔ-Y 変換を用いた直流回路の解法に関する計算問題	電気回路
問 3	分布定数回路を用いた無損失線路の計算に関する計算問題	電気回路
問 4	n チャネルの MOS トランジスタに関する計算問題	電子理論
問 5	不平衡負荷を接続した三相交流回路に関する計算問題	電気回路

NO.	論点	分類
問 6	環状鉄心の磁気回路に関する計算問題	電磁気
問 7	差動増幅回路の出力電圧に関する計算問題	電子理論

平成 23 年

NO.	論点	分類
問 1	相互インダクタンスに関する計算問題	電磁気
問 2	直流回路に関する計算問題	電気回路
問 3	三相回路に関する計算問題	電気回路
問 4	過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 5	静電容量と接地抵抗に関する計算問題	電磁気
問 6	マイクロ波真空管に関する計算問題	電子理論
問 7	バイポーラトランジスタに関する計算問題	電子理論

平成 22 年

NO.	論点	分類
問 1	直線状の無限長導体に流れる電流が作る磁界に関する計算問題	電磁気
問 2	ミルマンの定理を用いた回路演算に関する計算問題	電気回路
問 3	分布定数回路における電流値の時間的変化に関する計算問題	電気回路
問 4	２極真空管の原理とその特徴に関する空欄穴埋問題	電子理論
問 5	中性線を含む不平衡三相交流回路に関する計算問題	電気回路
問 6	誘電体挿入時の平行平板コンデンサの特性に関する計算問題	電磁気
問 7	MOSFET を用いた直流で動作する回路に関する計算問題	電子理論

平成 21 年

NO.	論点	分類
問 1	平行往復回路の外部自己インダクタンスに関する計算問題	電磁気
問 2	不平衡負荷を接続した三相交流回路に関する計算問題	電気回路
問 3	交流電源を接続した RC 直列回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 4	ケルビンダブルブリッジによる抵抗の測定に関する計算問題	電気及び電子計測
問 5	誘電率の異なる誘電体を接したときに働く力に関する計算問題	電磁気
問 6	網目電流法を用いた直流回路の電流値の導出に関する計算問題	電気回路
問 7	バイポーラトランジスタを用いた増幅回路に関する計算問題	電子理論

分野順　問題一覧

※電子書籍版では問題 NO.をクリックすると該当問題のページにジャンプできます。

電磁気

NO.	論点
R06 問 1	同心導体球殻で蓄えられる電荷や球殻の電位に関する計算問題
R06 問 2	２つの円形コイルの作る磁界に関する計算問題
R05 問 1	平行平板コンデンサの電極に働く力に関する計算問題
R05 問 2	ポインティングベクトルに関する計算問題
R04 問 1	複素数を用いて 2 次元の電界を解析的に求める手法に関する計算問題
R04 問 2	ファラデーの電磁誘導の法則に関する計算問題
R03 問 1	誘電体の近くに存在する電荷による界面の状態に関する計算問題
R03 問 2	２つのコイルを使用した環状鉄心のインダクタンスに関する計算問題
R02 問 1	円板状の電荷分布が作り出す電界に関する計算問題
R02 問 2	アンペア（アンペール）の周回積分の法則に関する計算問題
R01 問 1	リング状電荷が作る電界に関する計算問題
R01 問 2	磁界によって生じる力に関する計算問題
H30 問 1	円電流が作り出す磁束密度に関する計算問題
H30 問 6	平行平板コンデンサに関する計算問題
H29 問 1	コイルに関する計算問題
H29 問 2	同軸円筒中の電界に関する計算問題
H28 問 1	同心球コンデンサに関する計算問題
H28 問 2	ベクトルポテンシャルに関する計算問題
H27 問 1	誘電体中の静電界の基本性質に関する空欄穴埋問題
H27 問 2	磁気回路に関する計算問題
H26 問 1	誘電体が挿入された平行平板コンデンサに関する空欄穴埋問題
H26 問 2	導体及び抵抗体周辺における電界・磁界に関する空欄穴埋問題
H25 問 1	真空中の静電界に関する諸法則の微分形
H25 問 6	電流が作る磁界に関する計算問題
H24 問 1	線電荷周囲の電界及び力の大きさに関する計算問題
H24 問 6	環状鉄心の磁気回路に関する計算問題
H23 問 1	相互インダクタンスに関する計算問題

NO.	論点
H23 問 5	静電容量と接地抵抗に関する計算問題
H22 問 1	直線状の無限長導体に流れる電流が作る磁界に関する計算問題
H22 問 6	誘電体挿入時の平行平板コンデンサの特性に関する計算問題
H21 問 1	平行往復回路の外部自己インダクタンスに関する計算問題
H21 問 5	誘電率の異なる誘電体を接したときに働く力に関する計算問題

電気回路

NO.	論点
R06 問 3	直流電圧源と抵抗を直並列した回路の消費電力に関する計算問題
R06 問 4	抵抗とインダクタンスの直並列回路の過渡現象に関する計算問題
R06 問 5	高調波発生源を含む三相回路に関する計算問題
R05 問 3	直流回路における等価回路への変換に関する計算問題
R05 問 4	ラプラス変換を利用した電気回路の過渡現象に関する計算問題
R05 問 5	不平衡三相負荷において線路を流れる電流及び消費電力に関する計算問題
R04 問 3	Δ-Y 変換を用いた直流回路の合成抵抗に関する計算問題
R04 問 4	不平衡三相交流回路の中性点電圧の導出に関する計算問題
R04 問 5	電源を二つ含む RC 回路の過渡現象に関する計算問題
R03 問 3	２端子対抵抗回路の電流，電圧に関する計算問題
R03 問 4	抵抗とリアクトルを組み合わせた三相交流回路に関する計算問題
R03 問 5	交流電源に接続した RL 直列回路の過渡現象に関する計算問題
R02 問 3	直流回路を利用した 2 進数を出力する回路の電流に関する計算問題
R02 問 4	RL 並列回路における過渡現象に関する計算問題
R02 問 5	三相交流回路に対するテブナンの定理の適用に関する計算問題
R01 問 3	直流回路に関する計算問題
R01 問 5	不平衡三相負荷に関する計算問題
R01 問 6	電気回路の過渡現象に関する計算問題
H30 問 2	非対称三相起電力を平衡三相負荷に接続した回路に関する計算問題
H30 問 3	回路の過渡現象に関する計算問題
H30 問 5	直流電圧源に接続された 2 端子対抵抗回路に関する計算問題

NO.	論点
H29 問 3	回路の過渡現象に関する計算問題
H29 問 5	三相交流回路に関する計算問題
H29 問 6	2 端子対抵抗回路に関する計算問題
H28 問 3	直流回路の合成抵抗に関する計算問題
H28 問 5	三相交流回路に関する計算問題
H28 問 6	分布定数回路に関する計算問題
H27 問 3	テブナンの定理に関する計算問題
H27 問 5	三相交流回路に関する計算問題
H27 問 6	分布定数回路に関する計算問題
H26 問 3	直流回路に関する計算問題
H26 問 4	回路の過渡現象に関する計算問題
H26 問 5	三相交流回路に関する計算問題
H25 問 2	直流回路の電流計算(等価変換)に関する計算問題
H25 問 3	RC 回路に関する計算問題
H25 問 5	三相交流回路に関する計算問題
H24 問 2	不平衡負荷のΔ-Y 変換を用いた直流回路の解法に関する計算問題
H24 問 3	分布定数回路を用いた無損失線路の計算に関する計算問題
H24 問 5	不平衡負荷を接続した三相交流回路に関する計算問題
H23 問 2	直流回路に関する計算問題
H23 問 3	三相回路に関する計算問題
H23 問 4	過渡現象に関する計算問題
H22 問 2	ミルマンの定理を用いた回路演算に関する計算問題
H22 問 3	分布定数回路における電流値の時間的変化に関する計算問題
H22 問 5	中性線を含む不平衡三相交流回路に関する計算問題
H21 問 2	不平衡負荷を接続した三相交流回路に関する計算問題
H21 問 3	交流電源を接続した RC 直列回路の過渡現象に関する計算問題
H21 問 6	網目電流法を用いた直流回路の電流値の導出に関する計算問題

電子理論

NO.	論点
R06 問 6	円電流が作る磁界中を通過する電子の運動に関する計算問題
R06 問 7	MOSFET のソース接地増幅回路に関する計算問題
R05 問 6	半導体の熱電効果の原理及び導出に関する計算問題
R05 問 7	演算増幅器を用いた回路に関する計算問題
R04 問 6	真空中において交流電界から力を受けた電子の運動に関する計算問題
R04 問 7	エミッタ接地増幅回路とその小信号等価回路に関する計算問題
R03 問 6	ホール効果測定のメカニズムに関する計算問題
R03 問 7	バイポーラトランジスタの電流増幅率に関する計算問題
R02 問 6	真空中の電子電流の外部印加電圧による制御に関する計算問題
R02 問 7	直流電流が流れる場合の演算増幅器を用いた回路に関する計算問題
R01 問 4	半導体 PIN ダイオードに関する計算問題
R01 問 7	負帰還増幅回路に関する計算問題
H30 問 4	真空中の電界下で運動する単一電子による電流に関する計算問題
H30 問 7	ウィーンブリッジ発振回路に関する計算問題
H29 問 4	半導体の電気伝導に関する計算問題
H29 問 7	トランジスタを用いた回路に関する計算問題
H28 問 4	電界内の電子の動きに関する計算問題
H28 問 7	演算増幅器を用いた回路に関する計算問題
H27 問 4	npn バイポーラトランジスタに関する計算問題
H27 問 7	演算増幅器に関する計算問題
H26 問 6	MIS 構造においてのしきい値に関する計算問題
H26 問 7	MOSFET と抵抗を用いた回路に関する計算問題
H25 問 4	pn 接合ダイオードの電流に関する計算問題
H25 問 7	演算増幅器を用いた回路に関する計算問題
H24 問 4	n チャネルの MOS トランジスタに関する計算問題
H24 問 7	差動増幅回路の出力電圧に関する計算問題

NO.	論点
H23 問 6	マイクロ波真空管に関する計算問題
H23 問 7	バイポーラトランジスタに関する計算問題
H22 問 7	MOSFET を用いた直流で動作する回路に関する計算問題
H21 問 7	バイポーラトランジスタを用いた増幅回路に関する計算問題

電気及び電子計測

NO.	論点
H21 問 4	ケルビンダブルブリッジによる抵抗の測定に関する計算問題

本書の特長

本書は４科目に分けて掲載し，更に科目の中では年毎に問題を掲載しています。全体構成については目次をご参照ください。

各問題では，最初に５段階の**① 難易度**を示しています。問題文の下には**② 正答チェック表**を付けています。正答チェック表では問題を複数回解いていくうえでできるだけ演習時間をセーブするように，過去の自身の解答の出来を記録できるようにしています。使い方はお任せしますが，一例として編者は以下のマークを使っていました。ご参考までに。

◎：スムーズに解けた

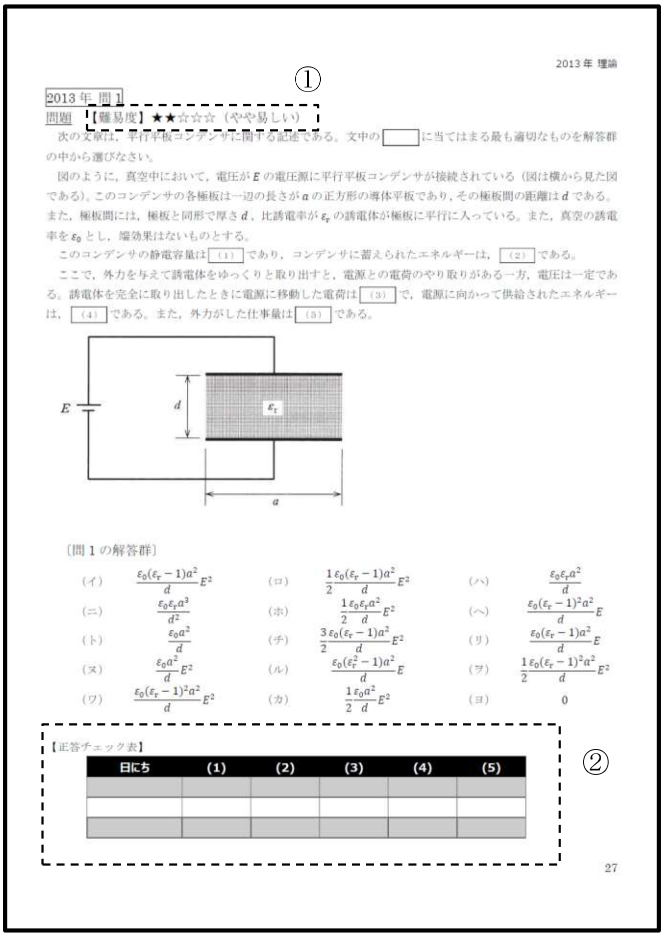
○：少し悩んだが解けた

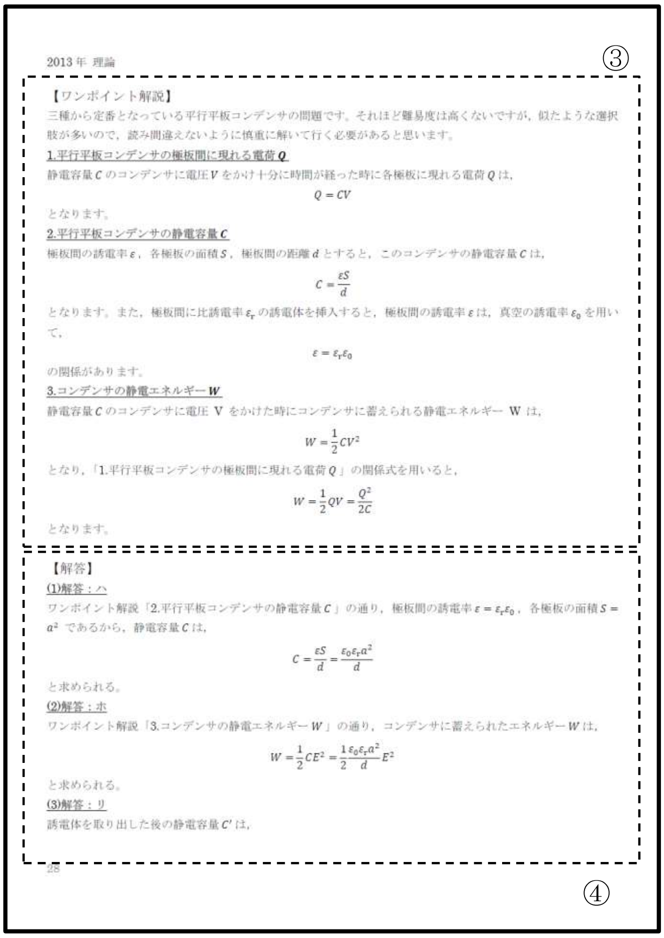
△：勘で解けた

×：解けなかった

解説の前には，小問のエッセンス部分を中心に問題を解くうえでの**③ ワンポイント解説**を掲載しています。解答に行き詰まってしまった場合は，当該小問のワンポイント解説だけを読んで，問題を解き直すのも１つの方法です。

最後に**④ 解説**を掲載しています。問題を解くうえでエッセンスとなるワンポイント解説以外に，知っておくと便利なことや，更に基本的な事項について一言形式で独立的に簡易解説をしています。





理　論

令和６年 問１

問題　【難易度】★★★★☆（やや難しい）

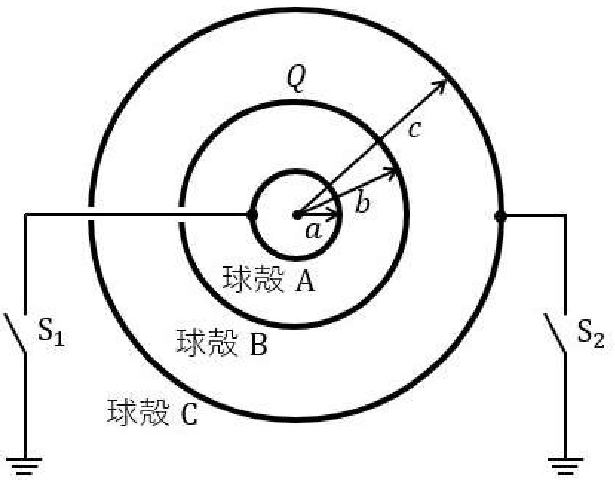
次の文章は，三つの同心導体球殻 A， B， C 上の電荷と電位に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図のように，球殻 A， B， C は同心となるように真空中（誘電率 ε_0 ）に置かれている。それぞれの半径は a， b， c であり，球殻の厚さは無視できる。また，各球殻の初期電荷は零である。球殻 B 及び C には穴が開けられて導線が引き出されており，スイッチ S_1 を閉じることで球殻 A を接地できる。また，スイッチ S_2 を閉じることで球殻 C を接地できる。穴は十分小さく，かつ導線及びスイッチは周りの空間と絶縁されており，その影響は無視できる。

S_1 及び S_2 が共に開いている状態で，球殻 B に電荷 Q を与える場合，無限遠を接地電位（零）としたときの球殻 A の電位は $\boxed{(1)}$ となる。

S_1 のみを閉じている状態で，球殻 B に電荷 Q を与える場合，球殻 A に電荷 $\boxed{(2)}$ が生じ，無限遠を接地電位（零）としたときの球殻 B の電位は $\boxed{(3)}$ となる。これより，球殻 B の対地静電容量を $\boxed{(4)}$ と求めることができる。

S_1 と S_2 を共に閉じている状態で球殻 B に電荷 Q を与える場合，球殻 C の電荷は $\boxed{(5)}$ となる。



〔問１の解答群〕

（イ）	Q	（ロ）	$-Q$	（ハ）	0
（ニ）	$-\dfrac{(c-b)a}{(c-a)b}Q$	（ホ）	$\dfrac{(b-a)Q}{4\pi\varepsilon_0 a^2}$	（ヘ）	$-\dfrac{(b-a)c}{(c-a)b}Q$
（ト）	$4\pi\varepsilon_0 b$	（チ）	$\dfrac{(c-b)Q}{4\pi\varepsilon_0 bc}$	（リ）	$\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 b}$
（ヌ）	$\dfrac{4\pi\varepsilon_0 ab}{b-a}$	（ル）	$\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 a}$	（ヲ）	$-\dfrac{a}{b}Q$
（ワ）	$\dfrac{(b-a)Q}{4\pi\varepsilon_0 b^2}$	（カ）	$-\dfrac{(b-a)b}{(c-a)c}Q$	（ヨ）	$\dfrac{4\pi\varepsilon_0 b^2}{b-a}$

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

三つの同心導体球に電荷を加えたときの電荷や電位を求める問題です。

問題はシンプルですが，難易度は比較的高いいかにも１種らしい問題です。

⑵以降は内側に蓄えられる電荷を一旦 Q' とおいて解くところがポイントとなります。

1.ガウスの定理

Q [C] から出る電気力線は $\frac{Q}{\varepsilon}$ 本，電束は Q 本であり，電界 E [V/m] 及び電束密度 D [C/m²] との関係は，任意の閉曲面において，

$$\int_S \boldsymbol{E}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S}=\frac{Q}{\varepsilon}$$

$$\int_S \boldsymbol{D}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{S}=Q$$

となり，これをガウスの定理といいます。閉曲面が球で，点電荷に蓄えられている電荷 Q [C] があれば，電界 E [V/m] は，

$$4\pi r^2\cdot E = \frac{Q}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon r^2}$$

となります。

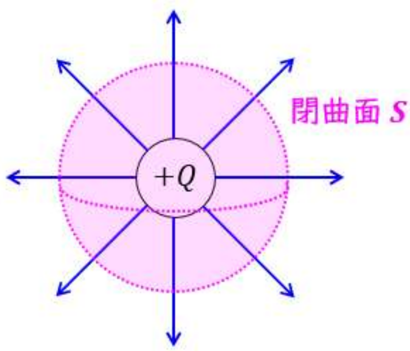


図 1

> ⓘ $\boldsymbol{E}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{S}$ は行列表示となっていますが、内積となっているためスカラー量になります。

2.空間上の電位 V

中心からの距離 r [m] に関する電界 E_r [V/m] が与えられている時，その場所の電位 V [V] は無限遠を基準とすると，

$$V = -\int_\infty^r E_\mathrm{r}\mathrm{d}r$$

で求められます。

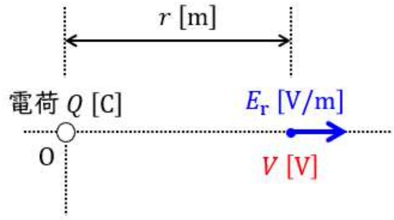


図 2

【解答】

⑴解答：リ

ワンポイント解説「1.ガウスの定理」の通り，球殻 B の内側の電界は 0 であり，球殻 B の外側の電界 E_r は，

$$4\pi r^2 E_\mathrm{r} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$E_\mathrm{r} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

となるので，無限遠を基準とした球殻 A の電位 V_A は，ワンポイント解説「2.空間上の電位 V」の通り，

$$\begin{aligned}V_\mathrm{A} &= -\int_b^a 0\mathrm{d}r-\int_\infty^b E_\mathrm{r}\mathrm{d}r\\ &= -\int_\infty^b E_\mathrm{r}\mathrm{d}r\\ &= -\int_\infty^b \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\mathrm{d}r\\ &= -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\int_\infty^b \frac{1}{r^2}\mathrm{d}r\\ &= -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\frac{1}{r}\right]_\infty^b\\ &= -\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{1}{b}\right)\\ &= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 b}\end{aligned}$$

と求められる。

⑵解答：ヲ

$\mathrm{S_1}$ のみを閉じているときの球殻 A に蓄えられる電荷を Q' とすると，球殻 B の内側の電界 E_r1 は，ワンポイント解説「1.ガウスの定理」の通り，

$$E_\mathrm{r1} = \frac{Q'}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

となり，球殻 B の外側の電界 E_r2 は，

$$E_\mathrm{r2} = \frac{Q+Q'}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

となる。よって，無限遠を基準とした球殻 A の電位 V_A' は，ワンポイント解説「2.空間上の電位 V」の通り，

$$
\begin{aligned}
V'_\mathrm{A} &= -\int_b^a E_\mathrm{r1}\mathrm{d}r - \int_\infty^b E_\mathrm{r2}\mathrm{d}r \\
&= -\int_b^a \frac{Q'}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\mathrm{d}r - \int_\infty^b \frac{Q+Q'}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\mathrm{d}r \\
&= -\frac{Q'}{4\pi\varepsilon_0}\int_b^a \frac{1}{r^2}\mathrm{d}r - \frac{Q+Q'}{4\pi\varepsilon_0}\int_\infty^b \frac{1}{r^2}\mathrm{d}r \\
&= -\frac{Q'}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\frac{1}{r}\right]_b^a - \frac{Q+Q'}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\frac{1}{r}\right]_\infty^b \\
&= -\frac{Q'}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{1}{a}+\frac{1}{b}\right) - \frac{Q+Q'}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{1}{b}\right) \\
&= -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{Q'}{a}+\frac{Q'}{b}-\frac{Q+Q'}{b}\right) \\
&= -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{Q'}{a}-\frac{Q}{b}\right) \\
&= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{Q'}{a}+\frac{Q}{b}\right)
\end{aligned}
$$

となり，球殻Ａは接地されているので，$V'_\mathrm{A}=0$ であるから，

$$
\begin{aligned}
\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{Q'}{a}+\frac{Q}{b}\right) &= 0 \\
\frac{Q'}{a}+\frac{Q}{b} &= 0 \\
\frac{Q'}{a} &= -\frac{Q}{b} \\
Q' &= -\frac{a}{b}Q
\end{aligned}
$$

と求められる。

<u>**(3)解答：ワ**</u>

(2)より，球殻Ｂの外側の電界 E_r2 は，

$$
\begin{aligned}
E_\mathrm{r2} &= \frac{Q+Q'}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \\
&= \frac{Q-\frac{a}{b}Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \\
&= \frac{b-a}{b}\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}
\end{aligned}
$$

となるので，無限遠を基準とした球殻Ｂの電位 V'_B は，ワンポイント解説「2.空間上の電位 V 」の通り，

$$
\begin{aligned}
V'_\mathrm{B} &= -\int_\infty^b E_\mathrm{r2}\mathrm{d}r \\
&= -\int_\infty^b \frac{b-a}{b}\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\mathrm{d}r \\
&= -\frac{(b-a)Q}{4\pi\varepsilon_0 b}\int_\infty^b \frac{1}{r^2}\mathrm{d}r \\
&= -\frac{(b-a)Q}{4\pi\varepsilon_0 b}\left[-\frac{1}{r}\right]_\infty^b \\
&= -\frac{(b-a)Q}{4\pi\varepsilon_0 b}\left(-\frac{1}{b}\right) \\
&= \frac{(b-a)Q}{4\pi\varepsilon_0 b^2}
\end{aligned}
$$

と求められる。

<u>**(4)解答：ヨ**</u>

(3)解答式より，球殻Ｂの対地静電容量 C_B は，

$$
\begin{aligned}
C_\mathrm{B} &= \frac{Q}{V'_\mathrm{B}} \\
&= \frac{Q}{\frac{(b-a)Q}{4\pi\varepsilon_0 b^2}} \\
&= \frac{4\pi\varepsilon_0 b^2}{b-a}
\end{aligned}
$$

と求められる。

<u>**(5)解答：ヘ**</u>

(2)と同様に，$\mathrm{S_1}$ と $\mathrm{S_2}$ を共に閉じているときの，球殻Ａの電荷を Q'' とすると，図３に示すように球殻Ｃが接地されているため，球殻Ｃに蓄えられる電荷は $-Q-Q''$ となる。

このとき(2)と同様に，球殻Ｂの内外の電界 E'_r1 及び E'_r2 は，ワンポイント解説「1.ガウスの定理」の通り，

$$
\begin{aligned}
E'_\mathrm{r1} &= \frac{Q''}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \\
E'_\mathrm{r2} &= \frac{Q+Q''}{4\pi\varepsilon_0 r^2}
\end{aligned}
$$

となり，球殻Ｃを基準とした球殻Ａの電位 V''_A は，ワンポイント解説「2.空間上の電位 V 」の通り，

$$
\begin{aligned}
V''_{\mathrm{A}} &= -\int_b^a E'_{\mathrm{r1}}\mathrm{d}r - \int_c^b E'_{\mathrm{r2}}\mathrm{d}r \\
&= -\int_b^a \frac{Q''}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\mathrm{d}r - \int_c^b \frac{Q+Q''}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\mathrm{d}r \\
&= -\frac{Q''}{4\pi\varepsilon_0}\int_b^a \frac{1}{r^2}\mathrm{d}r - \frac{Q+Q''}{4\pi\varepsilon_0}\int_c^b \frac{1}{r^2}\mathrm{d}r \\
&= -\frac{Q''}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\frac{1}{r}\right]_b^a - \frac{Q+Q''}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\frac{1}{r}\right]_c^b \\
&= -\frac{Q''}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{1}{a}+\frac{1}{b}\right) - \frac{Q+Q''}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{1}{b}+\frac{1}{c}\right) \\
&= -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{Q''}{a}+\frac{Q''}{b}-\frac{Q+Q''}{b}+\frac{Q+Q''}{c}\right) \\
&= -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\frac{Q''}{a}-\frac{Q}{b}+\frac{Q+Q''}{c}\right) \\
&= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{Q''}{a}+\frac{Q}{b}-\frac{Q+Q''}{c}\right)
\end{aligned}
$$

となり，球殻 A は接地されているので，$V'_{\mathrm{A}} = 0$ であるから，

$$
\begin{aligned}
\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{Q''}{a}+\frac{Q}{b}-\frac{Q+Q''}{c}\right) &= 0 \\
\frac{Q''}{a}+\frac{Q}{b}-\frac{Q+Q''}{c} &= 0 \\
\frac{Q''}{a}-\frac{Q''}{c} &= \frac{Q}{c}-\frac{Q}{b} \\
\frac{c-a}{ac}Q'' &= \frac{b-c}{bc}Q \\
Q'' &= \frac{b-c}{bc}Q \times \frac{ac}{c-a} \\
&= \frac{(b-c)a}{(c-a)b}Q
\end{aligned}
$$

となり，球殻 C には $-Q-Q''$ の電荷が蓄えられるので，

$$
\begin{aligned}
-Q-Q'' &= -Q-\frac{(b-c)a}{(c-a)b}Q \\
&= \frac{-(c-a)b-(b-c)a}{(c-a)b}Q \\
&= \frac{-bc+ab-ab+ac}{(c-a)b}Q \\
&= \frac{-bc+ac}{(c-a)b}Q \\
&= \frac{(a-b)c}{(c-a)b}Q \\
&= -\frac{(b-a)c}{(c-a)b}Q
\end{aligned}
$$

と求められる。

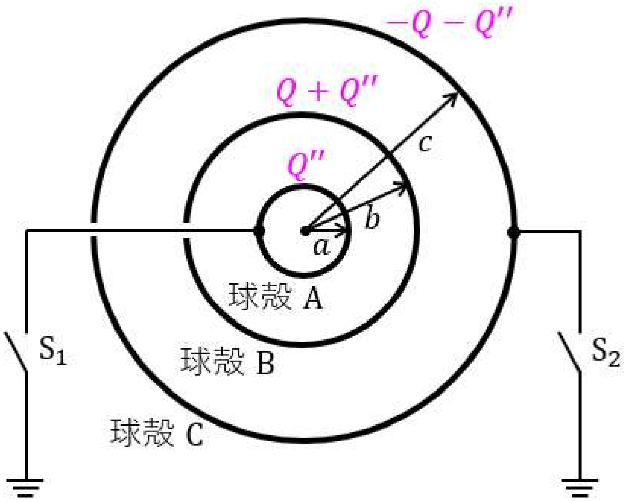


図 3

令和６年 問２

問題　【難易度】★★★☆☆（普通）

次の文章は，円形コイルの作る磁界に関する記述である。文中の $\boxed{}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

真空中において半径 R で一巻きの円形コイルに電流 I が流れている。図 1 のように x 軸の原点 O に円形コイルの中心があり，x 軸上に正の向きの磁束を生じるように置かれているときの x 軸上の磁束密度の大きさ $B(x)$ は，ビオ・サバールの法則により次のように求められる。ただし，μ_0 は真空中の透磁率である。

$$B(x) \quad = \quad \frac{\mu_0 I R^2}{2(x^2+R^2)^{\frac{3}{2}}}$$

次に，この円形コイル二つを図 2 のように原点 O に対称に距離 R だけ離して置く。このコイルをヘルムホルツコイル (Helmholtz coil) という。ここで，ヘルムホルツコイルの x 軸上の磁束密度の大きさ $B_{\mathrm{H}}(x)$ について考察する。

$B_{\mathrm{H}}(x)$ を $B(x)$ で表すと，$\boxed{（1）}$ である。

ここで，$B_{\mathrm{H}}(x)$ を次のようにマクローリン展開することを考える。ただし，$B_{\mathrm{H}}^{(n)}(x)$ は $B_{\mathrm{H}}(x)$ の n 階微分を表す。

$$B_{\mathrm{H}}(x) \quad = \quad B_{\mathrm{H}}(0) + B_{\mathrm{H}}{}'(0)x + \frac{B_{\mathrm{H}}{}''(0)}{2!}x^2 + \cdots + \frac{B_{\mathrm{H}}{}^{(n)}(0)}{n!}x^n + \cdots$$

まず，x の 2 乗の項を取り出して考えると，$B_{\mathrm{H}}''(0) = \boxed{（2）}$ である。

$\left(\text{関数 } f(x) = \frac{1}{(x^2+a^2)^{\frac{3}{2}}} \text{ について，} f''(x) = \frac{12x^2-3a^2}{(x^2+a^2)^{\frac{7}{2}}} \text{ である。} \right)$

一方，$B(x)$ は $B(-x) = B(x)$ が成り立つため，偶関数である。したがって，$B_{\mathrm{H}}(x)$ は $\boxed{（3）}$ である。このため，x の奇数乗の項は全てゼロとなる。

これまでの考察で，マクローリン展開した項のうち，定数項を除き，x の $\boxed{（4）}$ の項までがゼロになることが分かった。このことから，ヘルムホルツコイルを用いると原点近傍で $\boxed{（5）}$ 磁界が得られることが分かる。

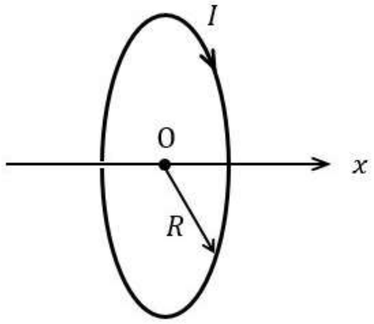


図 1

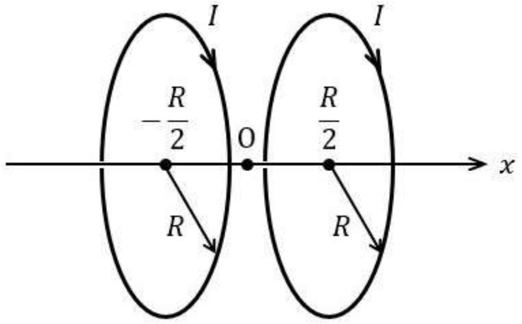


図 2

〔問２の解答群〕

（イ）	x に比例する	（ロ）	急峻に変化する	（ハ）	ほぼ一定の
（ニ）	1 乗	（ホ）	2 乗	（ヘ）	3 乗
（ト）	奇関数	（チ）	偶関数	（リ）	0
（ヌ）	$\frac{144\sqrt{2}}{R^3}\mu_0 I$	（ル）	$\frac{216}{R^3}\mu_0 I$	（ヲ）	$B(x+R)+B(x-R)$
（ワ）	$\sqrt{2}B(x)$	（カ）	$2B(x)$	（ヨ）	$B\left(x+\frac{R}{2}\right)+B\left(x-\frac{R}{2}\right)$

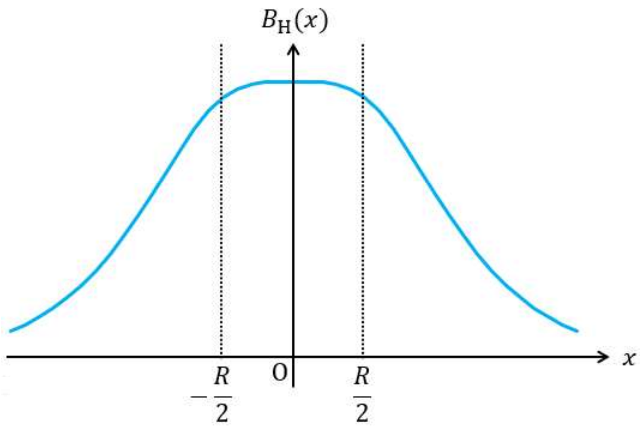
【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

二つの円形コイルが作る磁界の大きさを考える問題です。

(1)で導出できる式のグラフを実際に描くと下図のようになりますが，問題を見ながら右ねじの法則等で磁束密度（磁界の大きさ）の概要をイメージできると特に計算をしなくても(2)以降の解答が類推できるかと思います。



1.偶関数と奇関数

①偶関数

偶関数は図３のように，y 軸を軸として左右対称となる関数のことをいい， $f(-x)=f(x)$ の関係があります。

一般に $y=f(x)$ が偶数乗の項のみで構成されるもの（例： $y=x^4-2x^2+3$ ）が偶関数となります。

三角関数の $y=\cos x=1-\frac{x^2}{2!}+\frac{x^4}{4!}-\cdots$ 等も偶関数の一つです。

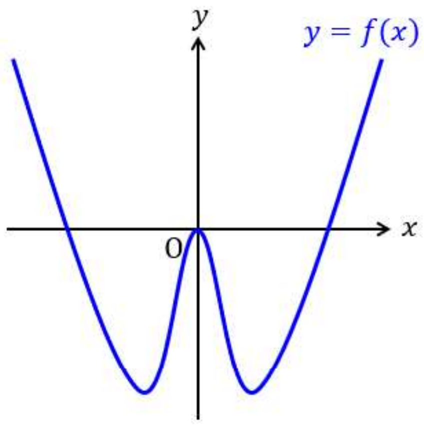


図３　偶関数の例

②奇関数

奇関数は図４のように，原点０を中心とした点対称となる関数のことをいい，$f(-x)=-f(x)$ の関係があります。

一般に $y=f(x)$ が奇数乗の項のみで構成されるもの（例：$y=x^5-2x^3-3x$ ）が奇関数となります。

三角関数の $y=\sin x=x-\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}-\cdots$ 等も奇関数の一つです。

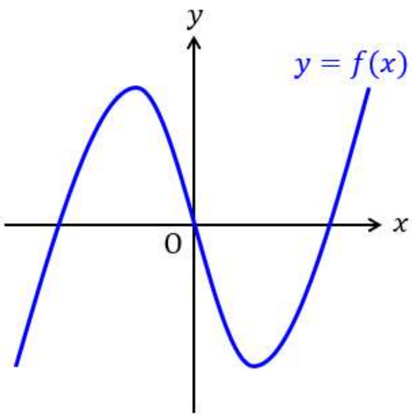


図４　奇関数の例

【解答】

(1)解答：ヨ

図 2-1 に示すように，まず $x=-\frac{R}{2}$ に中心がある円形コイルについて考えると，x 軸上の磁束密度の大

きさは,

$$B\left(x+\frac{R}{2}\right) = \frac{\mu_0 I R^2}{2\left\{\left(x+\frac{R}{2}\right)^2+R^2\right\}^{\frac{3}{2}}}$$

となる。同様に, $x=\frac{R}{2}$ に中心がある円形コイルの x 軸上の磁束密度の大きさは,

$$B\left(x-\frac{R}{2}\right) = \frac{\mu_0 I R^2}{2\left\{\left(x-\frac{R}{2}\right)^2+R^2\right\}^{\frac{3}{2}}}$$

となるので，ヘルムホルツコイルの x 軸上の磁束密度の大きさ $B_{\mathrm{H}}(x)$ は,

$$B_{\mathrm{H}}(x) = B\left(x+\frac{R}{2}\right)+B\left(x-\frac{R}{2}\right)$$

と求められる。

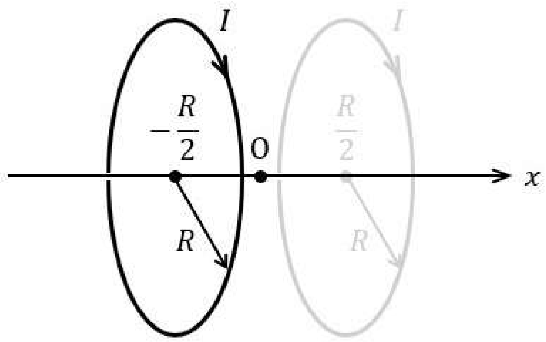


図２－１

(2)解答：リ

与えられている２階微分の公式より,

$$\begin{aligned}
B_{\mathrm{H}}''(x) &= \left[\frac{\mu_0 I R^2}{2\left\{\left(x+\frac{R}{2}\right)^2+R^2\right\}^{\frac{3}{2}}}+\frac{\mu_0 I R^2}{2\left\{\left(x-\frac{R}{2}\right)^2+R^2\right\}^{\frac{3}{2}}}\right]'' \\
&= \frac{\mu_0 I R^2}{2}\left[\frac{1}{\left\{\left(x+\frac{R}{2}\right)^2+R^2\right\}^{\frac{3}{2}}}+\frac{1}{\left\{\left(x-\frac{R}{2}\right)^2+R^2\right\}^{\frac{3}{2}}}\right]'' \\
&= \frac{\mu_0 I R^2}{2}\left[\frac{12\left(x+\frac{R}{2}\right)^2-3R^2}{\left\{\left(x+\frac{R}{2}\right)^2+R^2\right\}^{\frac{7}{2}}}+\frac{12\left(x-\frac{R}{2}\right)^2-3R^2}{\left\{\left(x-\frac{R}{2}\right)^2+R^2\right\}^{\frac{7}{2}}}\right]
\end{aligned}$$

となるから， $B_{\mathrm{H}}''(0)$ は,

$$\begin{aligned}
B_{\mathrm{H}}''(0) &= \frac{\mu_0 I R^2}{2}\left[\frac{12\left(\frac{R}{2}\right)^2-3R^2}{\left\{\left(\frac{R}{2}\right)^2+R^2\right\}^{\frac{7}{2}}}+\frac{12\left(-\frac{R}{2}\right)^2-3R^2}{\left\{\left(-\frac{R}{2}\right)^2+R^2\right\}^{\frac{7}{2}}}\right] \\
&= \frac{\mu_0 I R^2}{2}\left[\frac{3R^2-3R^2}{\left\{\left(\frac{R}{2}\right)^2+R^2\right\}^{\frac{7}{2}}}+\frac{3R^2-3R^2}{\left\{\left(-\frac{R}{2}\right)^2+R^2\right\}^{\frac{7}{2}}}\right] \\
&= 0
\end{aligned}$$

と求められる。

(3)解答：チ　$B_{\mathrm{H}}(x)$ においても，原点Oを基準に左右対称とした関数となるので**偶関数**となり， x の奇数乗の項は全てゼロとなる。

(4)解答：ヘ　(2)及び(3)より， x の **３乗**の項までがゼロとなることがわかる。

(5)解答：ハ　原点付近で微分した値が零であることから，磁界は原点付近で**ほぼ一定の**磁界となることがわかる。

令和６年 問３

問題　【難易度】★☆☆☆☆（易しい）

次の文章は，直流回路の消費電力に関する記述である。文中の［　　］に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

電圧 E_1，E_2 の直流電圧源及び抵抗 R_1，R_2，R_3 で構成される回路における R_3 の消費電力 P を求めたい。

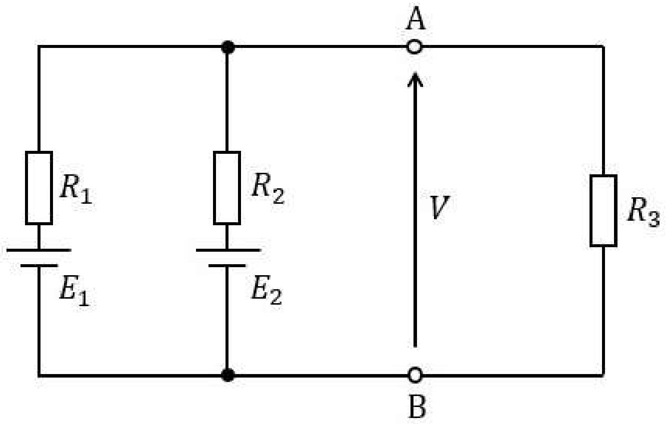
図中の端子 A − B 間の電圧を V とすれば，$P=\frac{V^2}{R_3}$ なので，まずは V を求めてみる。

最初に，図の電圧源を短絡除去した回路を考えて，端子 A − B 間から見た回路全体のコンダクタンスを求めると［（1）］となる。次に，図の端子 A − B 間を短絡した回路を考えて，端子 B から R_1 及び R_2 を介して端子 A に流れる電流を求めると［（2）］となる。ここで，上記のように求めたコンダクタンス及び電流を用いて次式のように V を求めることができる。

$$V=\frac{\boxed{(2)}}{\boxed{(1)}}$$

このように，直列接続された電圧源と抵抗が複数並列接続された回路の電圧を求める定理は［（3）］の定理と呼ばれる。

次に，P が最大になるような R_3 の値を求めてみる。消費電力が最大になるのは，図の電圧源を短絡除去した回路を考えて，端子 A − B から見た左側の合成抵抗が R_3 と等しい場合である。したがって，$R_3=$［（4）］を満足するとき，最大電力が［（5）］となる。



〔問３の解答群〕

（イ）	テブナン	（ロ）	ジュール	（ハ）	ミルマン
（ニ）	$\frac{R_1+R_2}{R_1R_2}$	（ホ）	$\frac{E_2}{R_1}+\frac{E_1}{R_2}$	（ヘ）	$\frac{E_1}{R_1}+\frac{E_2}{R_2}$
（ト）	$\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$	（チ）	$\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}$	（リ）	$\frac{R_3}{R_1R_2}$
（ヌ）	$R_1E_1+R_2E_2$	（ル）	R_1+R_2	（ヲ）	$R_1+R_2+R_3$
（ワ）	$\frac{(R_2E_1+R_1E_2)^2}{2R_1R_2(R_1+R_2)}$	（カ）	$\frac{(R_2E_1+R_1E_2)^2}{4R_1R_2(R_1+R_2)}$	（ヨ）	$\frac{R_2E_1+R_1E_2}{4R_1R_2(R_1+R_2)}$

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

直流電圧源と抵抗を直並列した回路の消費電力を求める問題です。

おそらく多くの受験生がノーヒントで解ける問題ですが，誘導に沿って解いていく必要があります。試験全体の難易度を考えると，本問はぜひ完答を目指したい問題と言えるかと思います。

1.ミルマンの定理

図 1 のような，電源 E_1 [V]， E_2 [V]， ⋯， E_n [V] と抵抗 R_1 [Ω]， R_2 [Ω]， ⋯， R_n [Ω] が直並列された回路における全体の電圧 V [V] は，

$$V = \frac{\dfrac{E_1}{R_1}+\dfrac{E_2}{R_2}+\dfrac{E_3}{R_3}+\cdots+\dfrac{E_\mathrm{n}}{R_\mathrm{n}}}{\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}+\dfrac{1}{R_3}+\cdots+\dfrac{1}{R_\mathrm{n}}}$$

で求められます。電源が繋がっていない場合は $E=0$ [V]，電源が逆向きの場合は $-E$ [V] とすればミルマンの定理はそのまま適用できます。

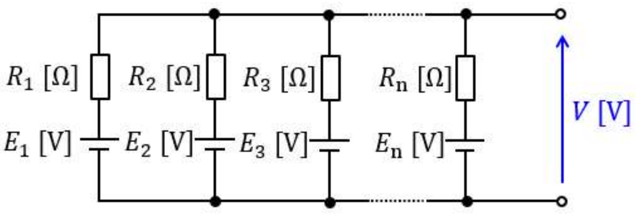


図 1

【解答】

(1)解答：チ

電圧源を短絡除去した回路において，端子 A − B 間から見た回路全体のコンダクタンス G は，R_1，R_2，R_3 の並列回路であるから，

$$G = \frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}$$

と求められる。

(2)解答：へ

図の端子 A − B 間を短絡した回路を考えて，端子 B から R_1 及び R_2 を介して端子 A に流れる電流 I は，

$$I = \frac{E_1}{R_1}+\frac{E_2}{R_2}$$

と求められる。

(3)解答：ハ

ワンポイント解説「1.ミルマンの定理」の通り，直列接続された電圧源と抵抗が複数並列接続された回路の電圧を求める定理は**ミルマン**の定理となる。

(4)解答：ト

図の電圧源を短絡除去した回路を考えて，端子 A − B から見た左側の合成抵抗 R_3 は，

$$R_3 = \frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$$

と求められる。

(5)解答：カ

(1)，(2)及び(4)より，最大電力 P は，

$$\begin{aligned}
P &= \frac{V^2}{R_3} \\
&= \frac{\left(\dfrac{\dfrac{E_1}{R_1}+\dfrac{E_2}{R_2}}{\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}+\dfrac{1}{R_3}}\right)^2}{\dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2}} \\
&= \frac{\left(\dfrac{\dfrac{E_1}{R_1}+\dfrac{E_2}{R_2}}{\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}+\dfrac{R_1+R_2}{R_1R_2}}\right)^2}{\dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2}} \\
&= \left(\frac{\dfrac{E_1}{R_1}+\dfrac{E_2}{R_2}}{\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}+\dfrac{R_1+R_2}{R_1R_2}}\right)^2 \times \frac{R_1+R_2}{R_1R_2} \\
&= \left(\frac{\dfrac{R_2E_1+R_1E_2}{R_1R_2}}{\dfrac{R_2+R_1+R_1+R_2}{R_1R_2}}\right)^2 \times \frac{R_1+R_2}{R_1R_2} \\
&= \left\{\frac{R_2E_1+R_1E_2}{2(R_1+R_2)}\right\}^2 \times \frac{R_1+R_2}{R_1R_2} \\
&= \frac{(R_2E_1+R_1E_2)^2}{4(R_1+R_2)^2} \times \frac{R_1+R_2}{R_1R_2} \\
&= \frac{(R_2E_1+R_1E_2)^2}{4R_1R_2(R_1+R_2)}
\end{aligned}$$

と求められる。

関連書籍のご紹介

電子書籍版 過去問徹底解説シリーズ

電験３種から１種まで幅広く試験に対応しています。

収録問題	収録年数	販売予定日
電験３種 全科目	令和５年上期～平成 22 年の 15 回分	販売中
電験３種 理論科目	令和５年上期～平成 22 年の 15 回分	販売中
電験３種 電力科目	令和５年上期～平成 22 年の 15 回分	販売中
電験３種 機械科目	令和５年上期～平成 22 年の 15 回分	販売中
電験３種 法規科目	令和５年上期～平成 22 年の 15 回分	販売中
電験２種一次試験 全科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	販売中
電験２種一次試験 理論科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	販売中
電験２種一次試験 電力科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	販売中
電験２種一次試験 機械科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	販売中
電験２種一次試験 法規科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	販売中
電験２種二次試験 全科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	2024 年３月
電験１種一次試験 全科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	販売中
電験１種一次試験 理論科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	販売中
電験１種一次試験 電力科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	販売中
電験１種一次試験 機械科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	販売中
電験１種一次試験 法規科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	販売中
電験１種二次試験 全科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	2024 年３月

※すべて 著者：電験王，編者：山岸 健太

電子書籍版は STORES（https://denken-ou-tanaoroshi.com）で PDF として購入可能です。お持ちのプリンタで学習したい年や科目を低コストで印刷でき，紙での学習が可能です。また，STORES 版は低価格なので，既にお持ちの過去問題集との解答比較にもお使いいただけます。

みんなが欲しかった！電験三種の実践問題集シリーズ（TAC 出版）

電験テキストで一番人気のみん欲しシリーズの実践問題集！
すべてオリジナル問題で尾上（電験王管理人）が作問。
テキストの内容を確認する確認問題から、本試験レベルの応用問題までステップを踏んで力を養うことができます。
再受験、苦手科目がある方、過去問だけでは不安な方にオススメです。

電験 2 種 過渡現象をラプラス変換で解く 28 年間

電験 2 種一次試験の理論科目における過渡現象について，電験 2 種二次試験で必要となるラプラス変換を使用して微分方程式よりも簡単に解けることを解説しています。
収録年数は，現行の試験制度になった 1995 年以降の 28 年となります。

本書も STORES（https://denken-ou-tanaoroshi.com）でお買い求めできます。

※著者：山岸 健太

【電子書籍版電験王】電験１種一次試験 過去問徹底解説 理論 令和７年度版（年度順）

令和６年 12 月 15 日 第１版

著　者：電験王
ホームページ：電験王
URL：https://denken-ou.com/c1/
twitter：@denkenou

編　者：山岸健太
ホームページ：電験１種の棚卸し
URL：https://den1-tanaoroshi.com
e-mail：info@den1-tanaoroshi.com
twitter：@den1_tanaoroshi

表　紙：どんぶらこ design

■正誤のお問い合わせにつきましては，編者の e-mail アドレスにお知らせ下さい。内容を確認次第ホームページに正誤表を掲載させていただきます。