電子書籍版
電験王

令和6年度版

電験2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」）

- 難易度表示付きでレベル別に攻略できる
- 正誤チェック機能で繰り返し学習をサポート

収録年 平成22年～令和5年

最新14年分の過去問題を収録！

【電子書籍版電験王】電験２種一次試験 過去問徹底解説 理論 令和６年度版（年度順）

目　次

はじめに......2
電験２種 試験の概要......3
収録年の合格点......5
年度順 問題一覧......6
分野順 問題一覧......11
本書の特長......16
理論......17
令和５年......18
令和４年......41
令和３年......64
令和２年......86
令和元年......105
平成 30 年......123
平成 29 年......142
平成 28 年......160
平成 27 年......176
平成 26 年......196
平成 25 年......213
平成 24 年......231
平成 23 年......251
平成 22 年......274
関連書籍のご紹介......298

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２種一次試験の理論科目についての 14 年間（令和５年～平成 22 年）を収録しています。出典元は電験王（https://denken-ou.com/c2/）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/c2/）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難関資格である電験３種を合格された方であると思います。そして，ほとんどの方が過去問を中心に取り組まれ見事合格を勝ち取られた方と思います。

既に電験の学習方法は理解されていると思いますが，電験２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で変わりありません。（「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。）

大手の出版社が多数の過去問集を発刊しているため，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２」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３種を合格してきた皆さんであればご存じの通り，電験の合格には過去問題の演習が欠かせません。これは電験２種以降で特に，一度不合格となってしまった科目については圧倒的な過去問題の演習が不可欠です。そこで今回，解説が分かりやすいと評判の電験王と作成した電験２種一次試験の過去問題集について，科目別に再編纂して発売することとしました。本書はその理論科目編となります。

そこで今回，電験王とコラボをして，電験２種一次試験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で行っています。一方，編者は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」を連載しており，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す。

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２種一次試験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二次試験に進めることができれば幸甚です。

令和５年 11 月

筆 者：電 験 王

編 者：山 岸　健 太

電験 2 種 試験の概要

1. 試験科目及び出題内容

電験 2 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

3 種では五者択一式でしたが，2 種では多肢択一式のマークシート方式です。従って，ある程度解答が絞れないと勘だけで合格することは難しくなります。A 問題の方が B 問題よりも配点が高いです。難易度の違いはあまり感じませんが，B 問題の方が若干高い気がします。なので，A 問題を確実に抑えることが重要となります。

2-1-1.理論

配点 15 点の A 問題 4 題と配点 10 点の B 問題 3 題(ただし，3 題中 1 題は問題選択式)の 90 点満点。

合格点は 54 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。三種の鬼門は機械，2 種の鬼門は理論とも言われています。

2-1-2.電力

配点 15 点の A 問題 4 題と配点 10 点の B 問題 3 題の 90 点満点。

合格点は 54 点ですが，難しい場合は合格点が下がります。

2 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ほとんど出題されません。

2-1-3.機械

配点 15 点の A 問題 4 題と配点 10 点の B 問題 3 題(ただし，3 題中 1 題は問題選択式)の 90 点満点。

合格点は 54 点ですが，難しい場合は合格点が下がります。

3 種同様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が， 2 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ほとんど出題されません。

2-1-4.法規

配点 15 点の A 問題 4 題と配点 10 点の B 問題 3 題の 90 点満点。

合格点は 54 点ですが，難しい場合は合格点が下がります。

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，難易度も多肢択一式であることを除けば， 3 種と同等の難易度となります。

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 問が出題されることが多いですが，計算問題 2 問と論述問題 4 問という出題のされ方もすることがあります。一種のような異常に計算量が多い問題は出題されませんが，時間配分は意識する必要があります。

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 6 年 8 月下旬

二次試験：令和 6 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 2 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 22 年から 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，90 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 5 年	54 点	54 点	54 点	54 点
令和 4 年	54 点	54 点	54 点	54 点
令和 3 年	54 点	51 点	54 点	54 点
令和 2 年	54 点	54 点	54 点	54 点
令和元年	51 点	53 点	53 点	50 点
平成 30 年	49 点	52 点	52 点	52 点
平成 29 年	54 点	54 点	54 点	54 点
平成 28 年	50 点	50 点	50 点	47 点
平成 27 年	42 点	51 点	50 点	51 点
平成 26 年	55.25 点	55.76 点	56.30 点	58.00 点
平成 25 年	53.30 点	55.00 点	50.77 点	55.00 点
平成 24 年	46.50 点	58.00 点	58.00 点	58.00 点
平成 23 年	54.73 点	55.00 点	54.26 点	45.65 点
平成 22 年	55.32 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５年

NO.	論点	分類
問 1	誘電率が変化する同軸円筒導体間の電界に関する計算問題	電磁気
問 2	無限長の直線電流が作る磁束による誘導電圧の発生に関する計算問題	電磁気
問 3	二端子対抵抗回路の考え方に関する計算問題	電気回路
問 4	テブナンの定理を利用した正弦波交流回路の演算に関する計算問題	電気回路
問 5	RL 回路の過渡現象における電流値とリアクトル電圧の導出に関する計算問題	電気回路
問 6	真空中における交流電界中の電子の運動に関する計算問題	電子理論
問 7	MOSFET を用いた回路に関する計算問題	電子理論
問 8	熱電形の交流電力計の測定原理に関する計算問題	電気及び電子計測

令和４年

NO.	論点	分類
問 1	電荷を帯びた球の作る電界及び電位に関する計算問題	電磁気
問 2	磁気回路のオームの法則に関する計算問題	電磁気
問 3	異なる４種類の電源及び５つの抵抗を接続した直流回路に関する計算問題	電気回路
問 4	抵抗及びコイル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	変成器を接続した交流回路に関する計算問題	電気回路
問 6	半導体の降伏電界と発生メカニズムに関する空欄穴埋問題	電子理論
問 7	理想的な演算増幅器に関する計算・空欄穴埋問題	電子理論
問 8	電流比較器による電力計の校正に関する計算問題	電気及び電子計測

令和３年

NO.	論点	分類
問 1	２種類の誘電体を挿入した平行平板コンデンサに関する計算問題	電磁気
問 2	強磁性体の磁気特性（ヒステリシスループ）に関する空欄穴埋問題	電磁気
問 3	重ね合わせの理を用いた直流回路の解法に関する計算問題	電気回路
問 4	正弦波交流電源に接続された回路に関する計算問題	電気回路
問 5	直列回路に接続された RLC 回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 6	静電界による電子の運動に関する計算問題	電子理論

NO.	論点	分類
問 7	発光ダイオード（ＬＥＤ）の点灯回路に関する計算問題	電気回路
問 8	ブリッジの平衡条件を利用した静電容量の測定に関する計算問題	電気及び電子計測

令和 2 年

NO.	論点	分類
問 1	導体球における影像（鏡像）電荷を用いた静電界解析に関する計算問題	電磁気
問 2	鉄心を移動することによるコイルに蓄えられるエネルギーに関する計算問題	電磁気
問 3	電圧源と電流源の等価変換及び抵抗での最大消費電力に関する計算問題	電気回路
問 4	電圧を微分方程式としたコンデンサ回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 5	交流回路における進み及び遅れ無効電力の特性に関する計算問題	電気回路
問 6	直流ブリッジ回路の平衡条件を利用した抵抗測定に関する計算問題	電気及び電子計測
問 7	n 形半導体内の電子による電気伝導に関する計算問題	電子理論
問 8	演算増幅器を用いた電圧安定化回路の回路演算に関する計算問題	電子理論

令和元年

NO.	論点	分類
問 1	平行平板コンデンサに関する計算問題	電磁気
問 2	直流及び交流の混在する回路に関する計算問題	電気回路
問 3	キャパシタ及び抵抗の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 4	コンデンサ形計器用変圧器に関する計算問題	電気及び電子計測
問 5	円柱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 6	直流電源と抵抗からなる回路の電流に関する計算問題	電気回路
問 7	磁界中の電子の運動に関する計算問題	電子理論
問 8	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 30 年

NO.	論点	分類
問 1	点電荷が真空中に作り出す電界に関する計算問題	電磁気
問 2	磁気回路に関する計算問題	電磁気
問 3	LC 並列回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 4	半導体のキャリア濃度に関する計算問題	電子理論
問 5	直流回路の重ね合わせの理を用いた電流の導出に関する計算問題	電気回路

NO.	論点	分類
問 6	交流回路のアドミタンスに関する計算問題	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
問 8	抵抗の測定に関する計算問題	電気及び電子計測

平成 29 年

NO.	論点	分類
問 1	誘電体境界面における電気力線の屈折に関する計算問題	電磁気
問 2	環状ソレノイド中の磁界に関する計算問題	電磁気
問 3	正弦波交流電圧源に接続された，抵抗終端リアクタンス回路に関する計算問題	電気回路
問 4	エアトン分流器を使った直流電流測定に関する計算問題	電気回路
問 5	直流回路に関する計算問題	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	金属の熱電子放出に関する空欄穴埋問題	電気及び電子計測
問 8	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 28 年

NO.	論点	分類
問 1	自己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	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	平行平板コンデンサに関する計算問題	電磁気
問 6	交流回路に関する計算問題	電気回路
問 7	エミッタフォロワに関する計算問題	電子理論
問 8	周波数の測定に関する計算問題	電気･電子計測

平成 27 年

NO.	論点	分類
問 1	誘電体又は導電体に満たされた同軸円筒導体に関する計算問題	電磁気
問 2	交流回路の電流及び電圧の計算方法に関する計算問題	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	ホール測定に関する計算問題	電気及び電子計測

NO.	論点	分類
問 5	変圧器に関する計算問題	電磁気
問 6	回路の等価変換に関する計算問題	電気回路
問 7	MOSFET を用いた増幅回路に関する計算問題	電子理論
問 8	接地抵抗計に関する計算問題	電気及び電子計測

平成 26 年

NO.	論点	分類
問 1	影像電荷による静電界の解法に関する計算問題	電磁気
問 2	テブナンの定理に関する計算問題	電気回路
問 3	交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	環状ソレノイドに関する計算問題	電磁気
問 6	交流ブリッジの平衡条件に関する計算問題	電気及び電子計測
問 7	半導体の pn 接合に関する空欄穴埋問題	電子理論
問 8	発振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	平行平板コンデンサに関する計算問題	電磁気
問 2	磁気回路に関する計算問題	電磁気
問 3	変圧器のある交流回路に関する計算問題	電気回路
問 4	RC 回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 5	重ね合わせの理に関する計算問題	電気回路
問 6	電子のサイクロトロン共鳴に関する計算問題	電子理論
問 7	トランジスタ増幅回路の設計に関する計算問題	電子理論
問 8	可動コイル形計器の測定範囲拡大に関する計算問題	電気及び電子計測

平成 24 年

NO.	論点	分類
問 1	磁気回路のオームの法則に関する計算問題	電磁気
問 2	RLC 正弦波交流回路に関する計算問題	電気回路
問 3	RLC 回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路

NO.	論点	分類
問 4	pn 接合ダイオードに関する計算問題	電子理論
問 5	平行平板コンデンサに関する計算問題	電磁気
問 6	抵抗数を増加させた直流回路に関する計算問題	電気回路
問 7	オシロスコープの等価回路に関する計算問題	電気及び電子計測
問 8	演算増幅器を用いた負性抵抗回路に関する計算問題	電子理論

平成 23 年

NO.	論点	分類
問 1	同軸円筒導体中の電界に関する計算問題	電磁気
問 2	三相リアクトルに三相交流電源を接続した際の各相の電圧に関する計算問題	電磁気
問 3	電流源を含む RL 回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
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	電流源と抵抗からなる直流回路の電圧に関する計算問題	電気回路
問 6	三相回路のベクトル演算に関する計算問題	電気回路
問 7	抵抗の測定に関する計算問題	電気及び電子計測
問 8	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 22 年

NO.	論点	分類
問 1	2 導体間及び大地に平行に張られた電線の静電容量に関する計算問題	電磁気
問 2	交流回路の重ね合わせの理を用いた演算に関する計算問題	電気回路
問 3	抵抗とコンデンサを直並列した回路の過渡現象に関する計算問題	電気回路
問 4	ヘイブリッジ回路を使用した周波数の特定に関する計算問題	電気及び電子計測
問 5	円筒導体及び円柱導体の磁界分布及び電界分布に関する計算問題	電磁気
問 6	直流ブリッジ回路に流れる電流に関する計算問題	電気回路
問 7	pn 接合で形成されるダイオードに関する空欄穴埋問題	電子理論
問 8	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

電磁気

NO.	論点
R05 問 1	誘電率が変化する同軸円筒導体間の電界に関する計算問題
R05 問 2	無限長の直線電流が作る磁束による誘導電圧の発生に関する計算問題
R04 問 1	電荷を帯びた球の作る電界及び電位に関する計算問題
R04 問 2	磁気回路のオームの法則に関する計算問題
R03 問 1	２種類の誘電体を挿入した平行平板コンデンサに関する計算問題
R03 問 2	強磁性体の磁気特性（ヒステリシスループ）に関する空欄穴埋問題
R02 問 1	導体球における影像（鏡像）電荷を用いた静電界解析に関する計算問題
R02 問 2	鉄心を移動することによるコイルに蓄えられるエネルギーに関する計算問題
R01 問 1	平行平板コンデンサに関する計算問題
R01 問 5	円柱導体に流れる電流が作る磁界に関する計算問題
H30 問 1	点電荷が真空中に作り出す電界に関する計算問題
H30 問 2	磁気回路に関する計算問題
H29 問 1	誘電体境界面における電気力線の屈折に関する計算問題
H29 問 2	環状ソレノイド中の磁界に関する計算問題
H28 問 1	自己インダクタンスに関する計算問題
H28 問 5	平行平板コンデンサに関する計算問題
H27 問 1	誘電体又は導電体に満たされた同軸円筒導体に関する計算問題
H27 問 5	変圧器に関する計算問題
H26 問 1	影像電荷による静電界の解法に関する計算問題
H26 問 5	環状ソレノイドに関する計算問題
H25 問 1	平行平板コンデンサに関する計算問題
H25 問 2	磁気回路に関する計算問題
H24 問 1	磁気回路のオームの法則に関する計算問題
H24 問 5	平行平板コンデンサに関する計算問題
H23 問 1	同軸円筒導体中の電界に関する計算問題
H23 問 2	三相リアクトルに三相交流電源を接続した際の各相の電圧に関する計算問題
H22 問 1	2 導体間及び大地に平行に張られた電線の静電容量に関する計算問題
H22 問 5	円筒導体及び円柱導体の磁界分布及び電界分布に関する計算問題

電気回路

NO.	論点
R05 問 3	二端子対抵抗回路の考え方に関する計算問題
R05 問 4	テブナンの定理を利用した正弦波交流回路の演算に関する計算問題
R05 問 5	RL 回路の過渡現象における電流値とリアクトル電圧の導出に関する計算問題
R04 問 3	異なる４種類の電源及び５つの抵抗を接続した直流回路に関する計算問題
R04 問 4	抵抗及びコイルの直並列回路の過渡現象に関する計算問題
R04 問 5	変成器を接続した交流回路に関する計算問題
R03 問 3	重ね合わせの理を用いた直流回路の解法に関する計算問題
R03 問 4	正弦波交流電源に接続された回路に関する計算問題
R03 問 5	直列回路に接続された RLC 回路の過渡現象に関する計算問題
R03 問 7	発光ダイオード（ＬＥＤ）の点灯回路に関する計算問題
R02 問 3	電圧源と電流源の等価変換及び抵抗での最大消費電力に関する計算問題
R02 問 4	電圧を微分方程式としたコンデンサ回路の過渡現象に関する計算問題
R02 問 5	交流回路における進み及び遅れ無効電力の特性に関する計算問題
R01 問 2	直流及び交流の混在する回路に関する計算問題
R01 問 3	キャパシタ及び抵抗の並列回路における過渡現象に関する計算問題
R01 問 6	直流電源と抵抗からなる回路の電流に関する計算問題
H30 問 3	LC 並列回路の過渡現象に関する計算問題
H30 問 5	直流回路の重ね合わせの理を用いた電流の導出に関する計算問題
H30 問 6	交流回路のアドミタンスに関する計算問題
H29 問 3	正弦波交流電圧源に接続された，抵抗終端リアクタンス回路に関する計算問題
H29 問 4	エアトン分流器を使った直流電流測定に関する計算問題
H29 問 5	直流回路に関する計算問題
H29 問 6	電気回路の過渡現象に関する計算問題
H28 問 2	直流回路に関する計算問題
H28 問 3	回路の過渡現象に関する計算問題
H28 問 6	交流回路に関する計算問題

NO.	論点
H27 問 2	交流回路の電流及び電圧の計算方法に関する計算問題
H27 問 3	回路の過渡現象に関する計算問題
H27 問 6	回路の等価変換に関する計算問題
H26 問 2	テブナンの定理に関する計算問題
H26 問 3	交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
H25 問 3	変圧器のある交流回路に関する計算問題
H25 問 4	RC 回路の過渡現象に関する計算問題
H25 問 5	重ね合わせの理に関する計算問題
H24 問 2	RLC 正弦波交流回路に関する計算問題
H24 問 3	RLC 回路の過渡現象に関する計算問題
H24 問 6	抵抗数を増加させた直流回路に関する計算問題
H23 問 3	電流源を含む RL 回路の過渡現象に関する計算問題
H23 問 5	電流源と抵抗からなる直流回路の電圧に関する計算問題
H23 問 6	三相回路のベクトル演算に関する計算問題
H22 問 2	交流回路の重ね合わせの理を用いた演算に関する計算問題
H22 問 3	抵抗とコンデンサを直並列した回路の過渡現象に関する計算問題
H22 問 6	直流ブリッジ回路に流れる電流に関する計算問題

電子理論

NO.	論点
R05 問 6	真空中における交流電界中の電子の運動に関する計算問題
R05 問 7	MOSFET を用いた回路に関する計算問題
R04 問 6	半導体の降伏電界と発生メカニズムに関する空欄穴埋問題
R04 問 7	理想的な演算増幅器に関する計算・空欄穴埋問題
R03 問 6	静電界による電子の運動に関する計算問題
R02 問 7	n 形半導体内の電子による電気伝導に関する計算問題
R02 問 8	演算増幅器を用いた電圧安定化回路の回路演算に関する計算問題

NO.	論点
R01 問 7	磁界中の電子の運動に関する計算問題
R01 問 8	演算増幅器を用いた回路に関する計算問題
H30 問 4	半導体のキャリア濃度に関する計算問題
H30 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
H29 問 8	演算増幅器を用いた回路に関する計算問題
H28 問 4	半導体の電気伝導に関する計算問題
H28 問 7	エミッタフォロワに関する計算問題
H27 問 7	MOSFET を用いた増幅回路に関する計算問題
H26 問 7	半導体の pn 接合に関する空欄穴埋問題
H26 問 8	発振回路に関する計算問題
H25 問 6	電子のサイクロトロン共鳴に関する計算問題
H25 問 7	トランジスタ増幅回路の設計に関する計算問題
H24 問 4	pn 接合ダイオードに関する計算問題
H24 問 8	演算増幅器を用いた負性抵抗回路に関する計算問題
H23 問 4	npn バイポーラトランジスタに関する計算問題
H23 問 8	演算増幅器を用いた回路に関する計算問題
H22 問 7	pn 接合で形成されるダイオードに関する空欄穴埋問題
H22 問 8	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
R05 問 8	熱電形の交流電力計の測定原理に関する計算問題
R04 問 8	電流比較器による電力計の校正に関する計算問題
R03 問 8	ブリッジの平衡条件を利用した静電容量の測定に関する計算問題
R02 問 6	直流ブリッジ回路の平衡条件を利用した抵抗測定に関する計算問題
R01 問 4	コンデンサ形計器用変圧器に関する計算問題
H30 問 8	抵抗の測定に関する計算問題
H29 問 7	金属の熱電子放出に関する空欄穴埋問題

NO.	論点
H28 問 8	周波数の測定に関する計算問題
H27 問 4	ホール測定に関する計算問題
H27 問 8	接地抵抗計に関する計算問題
H26 問 6	交流ブリッジの平衡条件に関する計算問題
H25 問 8	可動コイル形計器の測定範囲拡大に関する計算問題
H24 問 7	オシロスコープの等価回路に関する計算問題
H23 問 7	抵抗の測定に関する計算問題
H22 問 4	ヘイブリッジ回路を使用した周波数の特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

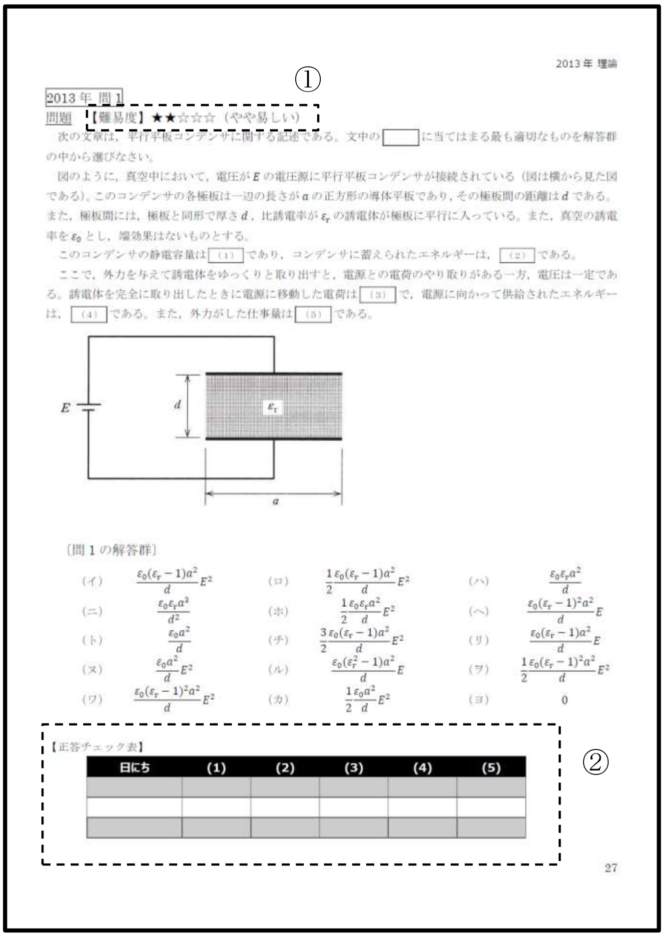
○：少し悩んだが解けた

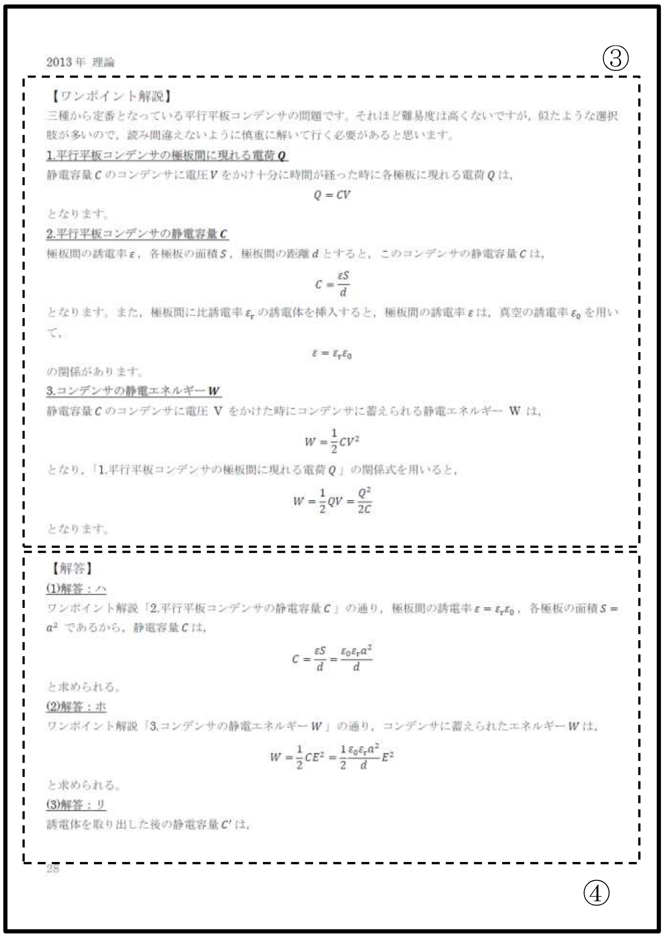
△：勘で解けた

×：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５年 問１

問題　【難易度】★★★★★（難しい）

次の文章は，同軸円筒導体間の電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。

図１のように，内部導体の外半径を a，外部導体の内半径を b とする同軸円筒導体を想定する。外部導体を接地し，内部導体に電圧 V を印加するとき，内部導体に蓄えられる単位長さ当たりの電荷を Q とする。

内外導体間の誘電体の誘電率が ε_1 の場合，半径 r における電界 $E(r)$ は①式のように表される。

$$E(r) = \boxed{(1)} \quad \cdots\cdots\cdots ①$$

このときの $E(r)$ の最小値を $E_{\min}$，最大値を $E_{\max}$ とする。なお，$E(r)$ を r について a から b まで積分した値が内外円筒間の電位差 V に等しいことから，この同軸円筒導体の単位長さ当たりの静電容量 C は②式のようになる。

$$C = \boxed{(2)} \quad \cdots\cdots\cdots ②$$

次に，図２のように内外導体間の誘電体の誘電率が r の一次関数 $\varepsilon(r)$ として $\varepsilon(a) = \varepsilon_2$ から $\varepsilon(b) = \varepsilon_1$ まで変化する同軸円筒導体を考える。この場合，$\varepsilon(r)$ は③式のように表される。

$$\varepsilon(r) = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{b - a} r + \boxed{(3)} \quad \cdots\cdots\cdots ③$$

この場合に，内部導体に図１と同じ電荷 Q を与える場合の内外導体間の電界を $E_1(r)$ と表記する。①式で $E_{\max}$ となる $r = r_{\max}$ において，$E_1(r_{\max}) \leqq E_{\min}$ となるための ε_2 の条件は，①式の ε_1 を $\varepsilon(r)$ に置き換えることにより，$\varepsilon_2 \geqq \boxed{(4)}$ と算出される。$\varepsilon_2 = \boxed{(4)}$ のとき，$E_1(r)$ は $r = \boxed{(5)}$ において最小となる。

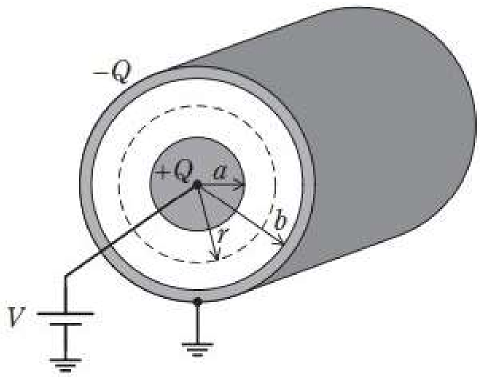


図１

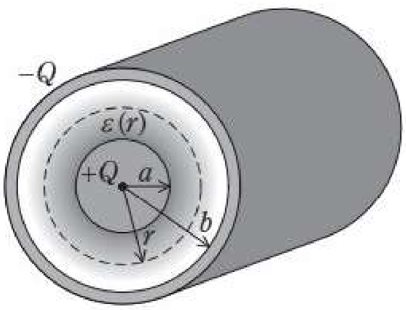


図２

〔問１の解答群〕

（イ）	$\dfrac{\varepsilon_2 b - \varepsilon_1 a}{b - a}$	（ロ）	$\varepsilon_1 - \varepsilon_2$	（ハ）	$\dfrac{\varepsilon_1 b - \varepsilon_2 a}{b - a}$
（ニ）	$\dfrac{2\pi\varepsilon_1}{\ln\dfrac{b}{a}}$	（ホ）	$\dfrac{a + b}{2}$	（ヘ）	$\dfrac{Q}{4\pi r\varepsilon_1}$
（ト）	$\dfrac{a}{b}\varepsilon_1$	（チ）	$\dfrac{Q}{2\pi r\varepsilon_1}$	（リ）	$\dfrac{Q}{2\pi r^2\varepsilon_1}$
（ヌ）	$\dfrac{2\pi\varepsilon_1}{b - a}$	（ル）	$\dfrac{2\pi\varepsilon_1}{\ln\dfrac{a}{b}}$	（ヲ）	b
（ワ）	ε_1	（カ）	$\dfrac{b}{a}\varepsilon_1$	（ヨ）	a

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

同軸円筒導体間の電界に関する問題です。

(4)以降の計算量が多く，問題文もわかりにくいため，かなり受験生は苦戦したと考えられます。

(3)までできたら，とりあえずは合格圏内と考えると良いかと思います。

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/m^2] 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。

> ! $\boldsymbol{E}\mathrm{d}\boldsymbol{S}$ はベクトルの内積を表しています。つまり積分の中身はスカラー量となります。

閉局面が球で，点電荷に蓄えられている電荷 Q [C] があれば，単位長さ当たりの電界 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。

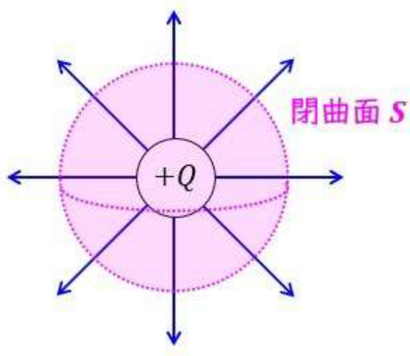


図 3

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。

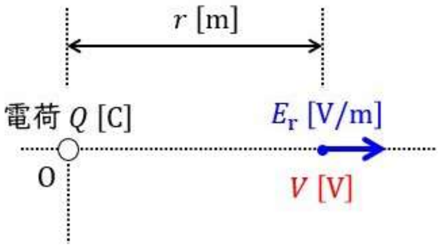


図 4

【解答】

(1)解答：チ

単位長さあたりの電荷が Q であるから，ワンポイント解説「1.ガウスの定理」より，

$$2\pi r \times 1 \times E(r) = \frac{Q}{\varepsilon_1}$$

$$E(r) = \frac{Q}{2\pi r\varepsilon_1}$$

と求められる。

(2)解答：ニ

(1)解答式より，内外円筒間の電位差 V は，ワンポイント解説「2.空間上の電位 V 」の通り，

$$V = -\int_b^a E(r)\mathrm{d}r = -\int_b^a \frac{Q}{2\pi r\varepsilon_1}\mathrm{d}r = \int_a^b \frac{Q}{2\pi r\varepsilon_1}\mathrm{d}r$$

$$= \frac{Q}{2\pi\varepsilon_1}\int_a^b \frac{1}{r}\mathrm{d}r = \frac{Q}{2\pi\varepsilon_1}[\ln r]_a^b$$

$$= \frac{Q}{2\pi\varepsilon_1}(\ln b - \ln a) = \frac{Q}{2\pi\varepsilon_1}\ln\frac{b}{a}$$

となるので，静電容量 C は，

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\frac{Q}{2\pi\varepsilon_1}\ln\frac{b}{a}} = \frac{1}{\frac{1}{2\pi\varepsilon_1}\ln\frac{b}{a}} = \frac{2\pi\varepsilon_1}{\ln\frac{b}{a}}$$

と求められる。

(3)解答：イ

誘電体の誘電率が r の一次関数なので，$\varepsilon(r) = Ar + B$ とおく。$\varepsilon(a) = \varepsilon_2$ 及び $\varepsilon(b) = \varepsilon_1$ であるから，

$$\begin{cases} \varepsilon_2 = Aa + B & \cdots\cdots\cdots\cdots ④ \\ \varepsilon_1 = Ab + B & \cdots\cdots\cdots\cdots ⑤ \end{cases}$$

となる。⑤−④ より，

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 - \varepsilon_2 &= Ab - Aa \\ &= A(b-a) \\ A &= \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{b-a} \end{aligned}$$

となり，これを④式に代入すると，

$$\begin{aligned} \varepsilon_2 &= \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{b-a} \cdot a + B \\ B &= \varepsilon_2 - \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{b-a} \cdot a \\ &= \frac{\varepsilon_2(b-a)}{b-a} - \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)a}{b-a} \\ &= \frac{\varepsilon_2 b - \varepsilon_2 a - \varepsilon_1 a + \varepsilon_2 a}{b-a} \\ &= \frac{\varepsilon_2 b - \varepsilon_1 a}{b-a} \end{aligned}$$

となるので，

$$\varepsilon(r) = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{b-a} r + \frac{\varepsilon_2 b - \varepsilon_1 a}{b-a}$$

と求められる。

(4)解答：カ

①式で $E_{\max}$ 及び $E_{\min}$ となる $r = r_{\max}$ 及び $r = r_{\min}$ は，

$$\begin{aligned} r_{\max} &= a \\ r_{\min} &= b \end{aligned}$$

であり，(1)解答式より，$E_{\min}$ は，

$$E_{\min} = \frac{Q}{2\pi b \varepsilon_1}$$

である。次に，(1)解答式の ε_1 に $\varepsilon(r) = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{b-a} r + \frac{\varepsilon_2 b - \varepsilon_1 a}{b-a}$ と代入すると，

$$\begin{aligned} E_1(r) &= \frac{Q}{2\pi r \varepsilon(r)} \\ &= \frac{Q}{2\pi r \left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{b-a} r + \frac{\varepsilon_2 b - \varepsilon_1 a}{b-a}\right)} \end{aligned}$$

となるので，$E_1(r_{\max})$ は，

$$E_1(r_{\max}) = \frac{Q}{2\pi a \left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{b-a} a + \frac{\varepsilon_2 b - \varepsilon_1 a}{b-a}\right)}$$

となる。よって，$E_1(r_{\max}) \leqq E_{\min}$ となるための ε_2 の条件は，

$$\begin{aligned} \frac{Q}{2\pi a \left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{b-a} a + \frac{\varepsilon_2 b - \varepsilon_1 a}{b-a}\right)} &\leqq \frac{Q}{2\pi b \varepsilon_1} \\ \frac{1}{a \left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{b-a} a + \frac{\varepsilon_2 b - \varepsilon_1 a}{b-a}\right)} &\leqq \frac{1}{b \varepsilon_1} \\ a \left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{b-a} a + \frac{\varepsilon_2 b - \varepsilon_1 a}{b-a}\right) &\geqq b \varepsilon_1 \\ a \cdot \frac{\varepsilon_1 a - \varepsilon_2 a + \varepsilon_2 b - \varepsilon_1 a}{b-a} &\geqq b \varepsilon_1 \\ a \cdot \frac{-\varepsilon_2 a + \varepsilon_2 b}{b-a} &\geqq b \varepsilon_1 \\ a \cdot \frac{\varepsilon_2 (b-a)}{b-a} &\geqq b \varepsilon_1 \\ a \varepsilon_2 &\geqq b \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 &\geqq \frac{b}{a} \varepsilon_1 \end{aligned}$$

と求められる。

(5)解答：ホ

$\varepsilon_2 = \frac{b}{a} \varepsilon_1$ のとき，$E_1(r)$ は，

$$\begin{aligned} E_1(r) &= \frac{Q}{2\pi r \left(\frac{\varepsilon_1 - \frac{b}{a} \cdot \varepsilon_1}{b-a} r + \frac{\frac{b}{a} \varepsilon_1 \cdot b - \varepsilon_1 a}{b-a}\right)} \\ &= \frac{Q}{2\pi r \left\{\frac{a\varepsilon_1 - b\varepsilon_1}{a(b-a)} r + \frac{b^2 \varepsilon_1 - a^2 \varepsilon_1}{a(b-a)}\right\}} \\ &= \frac{Q}{2\pi r \left\{\frac{(a-b)\varepsilon_1}{a(b-a)} r + \frac{(b+a)(b-a)\varepsilon_1}{a(b-a)}\right\}} \\ &= \frac{Q}{2\pi r \left\{-\frac{\varepsilon_1}{a} r + \frac{(b+a)\varepsilon_1}{a}\right\}} \\ &= \frac{Q}{\frac{2\pi \varepsilon_1}{a} r \{-r + (b+a)\}} \\ &= \frac{Q}{\frac{2\pi \varepsilon_1}{a} \{-r^2 + (a+b) r\}} \end{aligned}$$

となるので，$f(r) = -r^2 + (a+b)r$ とすると，$f(r)$ が最大となるとき $E_1(r)$ が最小となる。したがって，このときの r は，

$$\begin{aligned} \frac{\mathrm{d}f(r)}{\mathrm{d}r} = -2r + (a+b) &= 0 \\ 2r &= a+b \\ r &= \frac{a+b}{2} \end{aligned}$$

と求められる。

令和５年 問２

問題　【難易度】★★★★☆（やや難しい）

次の文章は，無限長の直線電流が作る磁束に関する記述である。文中の $\boxed{\quad}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。ただし，真空中の透磁率を μ_0 とする。

真空中に無限長の直線電流 I が流れている。このとき，直線電流から距離 $r(r>0)$ 離れた場所の磁束密度の大きさ $B(r)$ は，①式である。

$$B(r) = \boxed{(1)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots ①$$

次に，直線電流と同一平面上に，図１のような巻数１の長方形コイルを置く。ただし，コイルの導体は十分細く，コイルに流れる電流は十分小さいものとする。直線電流が作り出す磁束のうち，直線電流から距離 l 離れた長方形コイルに鎖交する磁束を $\Phi(l)$ とする。ただし，紙面の手前から奥に鎖交する磁束の向きを正とする。

ここで，図２のように，長方形コイルを $\mathrm{d}l$ だけ直線電流から微小に遠ざけたときの鎖交磁束の変化 $\mathrm{d}\Phi(l)$ を考える。図２において，ハッチングした領域の磁束の増減を考えれば良いので，B を用いて $\mathrm{d}\Phi(l) = \boxed{(2)}\,b\mathrm{d}l$ と表せる。これより，②式が成り立つ。

$$\frac{\mathrm{d}\Phi(l)}{\mathrm{d}l} = \boxed{(2)}\,b \quad \cdots\cdots\cdots\cdots ②$$

ここで，t を時間とする。コイルが速度 v で直線電流から遠ざかっているとき③式が成り立つ。

$$v = \boxed{(3)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots ③$$

ファラデーの法則により，コイルに誘起される電圧 $V(l)$ は④式で表せる。

$$V(l) = \boxed{(4)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots ④$$

④式に①式，②式及び③式を代入すると，$V(l)$ は⑤式のように計算できる。

$$V(l) = \boxed{(5)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots ⑤$$

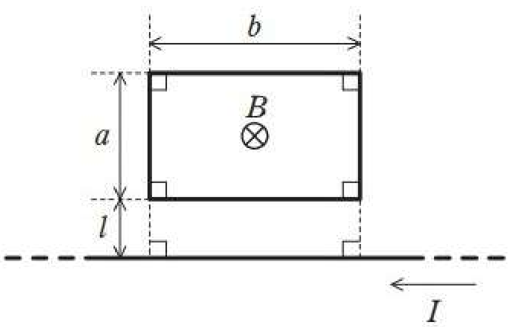


図１

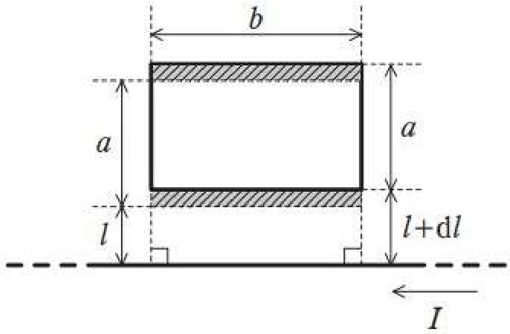


図２

〔問２の解答群〕

（イ）	$[B(l+a)-B(l)]$	（ロ）	$-\dfrac{\mathrm{d}\Phi(l)}{\mathrm{d}t}$	（ハ）	$\dfrac{\mu_0 I}{2r}$
（ニ）	$\dfrac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}t}$	（ホ）	$\dfrac{\mu_0 I}{\pi r^2}$	（ヘ）	$-\dfrac{\mathrm{d}\Phi(l)}{\mathrm{d}a}$
（ト）	$\dfrac{\mu_0 abvI}{\pi l^2(l+a)}$	（チ）	$\dfrac{\mathrm{d}a}{\mathrm{d}t}$	（リ）	$\dfrac{\mathrm{d}b}{\mathrm{d}t}$
（ヌ）	$[B(l+\mathrm{d}l)-B(l)]$	（ル）	$\dfrac{\mu_0 abvI}{2l(l+a)}$	（ヲ）	$-\dfrac{\mathrm{d}\Phi(l)}{\mathrm{d}l}$
（ワ）	$\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$	（カ）	$[B(l+b)-B(l)]$	（ヨ）	$\dfrac{\mu_0 abvI}{2\pi l(l+a)}$

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

無限長の直線電流が作る磁束に関する問題です。
３種の頃にはあまり出て来なかった概念が出題されているので，微分積分の考え方を理解していない受験生には苦しい問題であったかなという印象です。
一方で，しっかりと理解していれば完答も狙えるいかにも２種らしい良問と言えるかなと思います。

1.アンペア（アンペール）の周回積分の法則

空間上の磁界ベクトルを $\boldsymbol{H}$， C を閉曲線， $\mathrm{d}\boldsymbol{l}$ を C 上の微小区間ベクトル，I を C と鎖交する電流の総量とすると，

$$\oint_{\mathrm{C}} \boldsymbol{H}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{l} = I$$

の関係があり，これをアンペアの周回積分の法則といいます。

> $\boldsymbol{H}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{l}$ はベクトルの内積を表しています。つまり積分の中身はスカラー量となります。

例えば，図 3 のように無限長直線電流 I [A] が流れているとき，電線から距離 r [m] の位置での磁界の強さ H [A/m] は， $l=2\pi r$ なので，

$$\begin{aligned} 2\pi r H &= I \\ H &= \frac{I}{2\pi r} \end{aligned}$$

となります。

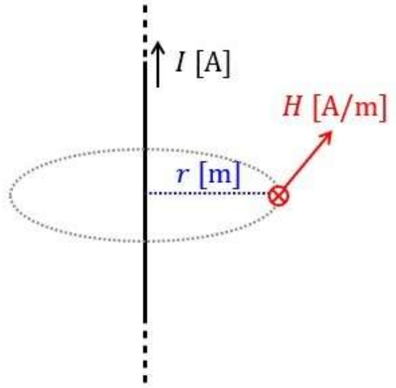


図 3

2.磁束密度 B

単位面積あたりに通過する磁束のことで，微小な面積 $\mathrm{d}\boldsymbol{S}$ を通過する磁束が $\mathrm{d}\Phi$ であるとき，磁束密度 $\boldsymbol{B}$ との関係は，

$$\begin{aligned} \mathrm{d}\Phi &= \boldsymbol{B}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{S} \\ \Phi &= \int_{\mathrm{S}} \boldsymbol{B}\cdot\mathrm{d}\boldsymbol{S} \end{aligned}$$

となります。

3.磁束密度 B と磁界の強さ H の関係

透磁率が μ [H/m] の時，磁束密度 B [T] と磁界の大きさ H [A/m] の関係は，

$$B = \mu H$$

となります。

4.ファラデーの電磁誘導の法則と自己インダクタンス L

図 4 において，巻数 N のコイルを貫通する磁束 ϕ [Wb] があるとき，ファラデーの電磁誘導の法則より，コイルに発生する誘導起電力 e [V] は，磁束の時間変化に比例し，

$$e = -N\frac{\mathrm{d}\phi}{\mathrm{d}t}$$

で求められます。これをファラデーの電磁誘導の法則といいます。このとき，電流変化によりコイル内の磁束が変化したと考えれば，

$$e = -L\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}$$

という関係も成り立ち， L [H] を自己インダクタンスと言います。これらの関係から，

$$\begin{aligned} -N\frac{\mathrm{d}\phi}{\mathrm{d}t} &= -L\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t} \\ N\phi &= LI \end{aligned}$$

の関係があります。

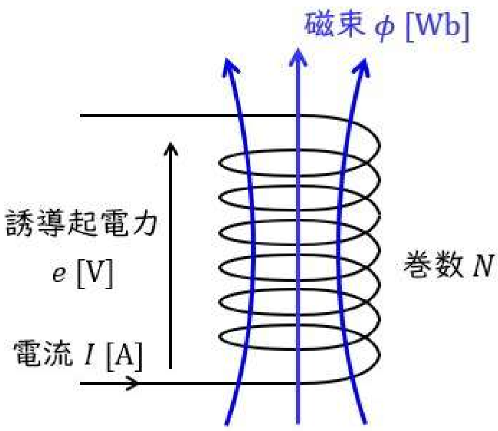


図 4

【解答】

(1)解答：ワ

直線電流から距離 r 離れた場所の磁界の大きさ $H(r)$ は，ワンポイント解説「1.アンペア（アンペール）の周回積分の法則」の通り，

$$H(r) = \frac{I}{2\pi r}$$

であるから，磁束密度の大きさ $B(r)$ は，ワンポイント解説「3.磁束密度 B と磁界の大きさ H の関係」の通り，

$$\begin{aligned} B(r) &= \mu_0 H(r) \\ &= \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \end{aligned}$$

と求められる。

(2)解答：イ

鎖交磁束の変化は，図 2 における 2 つのハッチングした領域を通過する磁束の差である。面積 $\mathrm{d}S$ はともに，

$$\mathrm{d}S = b\mathrm{d}l$$

であり，通過する磁束が増える部分の磁束密度が $B(l+a)$，通過する磁束が減る部分の磁束密度が $B(l)$ であるから，鎖交磁束の変化 $\mathrm{d}\Phi(l)$ は，

$$\begin{aligned} \mathrm{d}\Phi(l) &= B(l+a)\mathrm{d}S - B(l)\mathrm{d}S \\ &= [B(l+a) - B(l)]\mathrm{d}S \\ &= [B(l+a) - B(l)]b\mathrm{d}l \\ \frac{\mathrm{d}\Phi(l)}{\mathrm{d}l} &= [B(l+a) - B(l)]b \end{aligned}$$

と求められる。

(3)解答：ニ

速度 v は位置の時間変化であるから，今回は $\mathrm{d}t$ の間に $\mathrm{d}l$ 変化したので，

$$v = \frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}t}$$

と求められる。

(4)解答：ロ

本問のコイルは巻き数 1 であるから，ファラデーの電磁誘導の法則より，コイルに誘起される電圧 $V(l)$ は，ワンポイント解説「4.ファラデーの電磁誘導の法則と自己インダクタンス L」の通り，

$$V(l) = -\frac{\mathrm{d}\Phi(l)}{\mathrm{d}t}$$

と求められる。

(5)解答：ヨ

(4)解答式を計算していくと，

$$\begin{aligned} V(l) &= -\frac{\mathrm{d}\Phi(l)}{\mathrm{d}t} \\ &= -\frac{\mathrm{d}\Phi(l)}{\mathrm{d}l}\cdot\frac{\mathrm{d}l}{\mathrm{d}t} \\ &= -[B(l+a) - B(l)]b\cdot v \\ &= -\left\{\frac{\mu_0 I}{2\pi(l+a)} - \frac{\mu_0 I}{2\pi l}\right\}b\cdot v \\ &= -\frac{\mu_0 bvI}{2\pi}\left(\frac{1}{l+a} - \frac{1}{l}\right) \\ &= -\frac{\mu_0 bvI}{2\pi}\cdot\frac{l-(l+a)}{l(l+a)} \\ &= \frac{\mu_0 abvI}{2\pi l(l+a)} \end{aligned}$$

と求められる。

令和５年 問３

問題　【難易度】★☆☆☆☆（易しい）

次の文章は，二端子対抵抗回路に関する記述である。文中の $\boxed{\quad}$ に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

図 1 に示すように，二次側が抵抗 R_1 で終端された 3 Ω， 6 Ω， 5 Ω の抵抗からなる T 形二端子対回路を考える。端子対 a– b 間の電圧を V_0，端子対 c– d 間の電圧を V_1，6 Ω の抵抗に掛かる電圧を V_m とする。$R_1 =$ 7 Ω のとき，端子対 a– b から二次側を見たときのインピーダンスを Z_1 とすると， $Z_1 = \boxed{（1）}$， $\frac{V_\mathrm{m}}{V_0} = \boxed{（2）}$， $\frac{V_1}{V_\mathrm{m}} = \boxed{（3）}$ となる。

次に，図 2 に示すように，図 1 の T 形二端子対回路を二段縦続接続して図 1 と同じ抵抗 R_1 で終端した回路を考える。 $R_1 = 7$ Ω のとき， R_1 に掛かる電圧を V_2 とすると，図 2 の回路の端子対 a– b 並びに端子対 c– d から二次側を見たときのインピーダンスはいずれも図 1 の Z_1 と等しいので $\frac{V_1}{V_0} = \frac{V_2}{V_1}$ が成立し， $\frac{V_2}{V_0} = \boxed{（4）}$ となる。このとき，図 2 の抵抗 $R_1 = 7$ Ω で消費する電力は V_0 を使って表すと $\boxed{（5）}$ [W] となる。

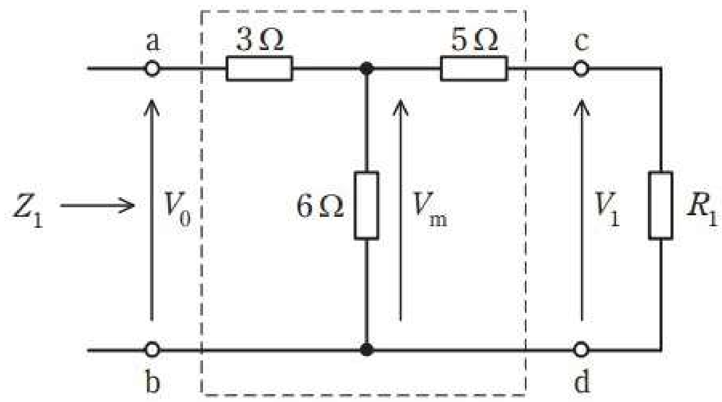


図 1

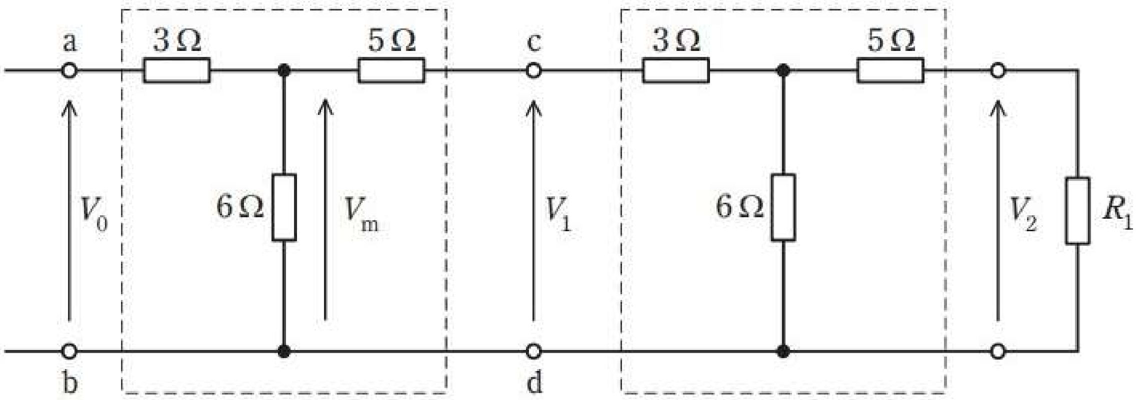


図 2

〔問３の解答群〕

(イ)	$\frac{7}{12}$	(ロ)	$\frac{4}{7}$	(ハ)	$\frac{V_0^2}{163}$
(ニ)	$\frac{1}{3^2}$	(ホ)	$\frac{1}{2^2}$	(ヘ)	$\frac{1}{4^2}$
(ト)	$\frac{V_0^2}{567}$	(チ)	$\frac{V_0^2}{112}$	(リ)	$\frac{3}{7}$
(ヌ)	$\frac{5}{7}$	(ル)	4 Ω	(ヲ)	5 Ω
(ワ)	$\frac{11}{12}$	(カ)	$\frac{5}{12}$	(ヨ)	7 Ω

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

二端子対抵抗回路に関する問題です。

合成抵抗や分圧の法則を理解していれば，十分に完答を狙える問題であり，合格のためには是非とも完答したい問題となります。文章を読み解き，計算間違いに注意しながら解いていくようにして下さい。

1.合成抵抗

抵抗 R_1 [Ω] と R_2 [Ω] が与えられている時，それぞれの合成抵抗 R [Ω] は以下の式で与えられます。

①直列

直列合成抵抗 R [Ω] は，

$$R = R_1 + R_2$$

となります。

②並列

並列合成抵抗 R [Ω] は，

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

となり，整理すると，

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

となります。

2.分圧・分流の法則

①分圧の法則

図３に示した直列回路において，各抵抗にかかる電圧は以下の通りとなります。

$$V_{\mathrm{R1}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E$$

$$V_{\mathrm{R2}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

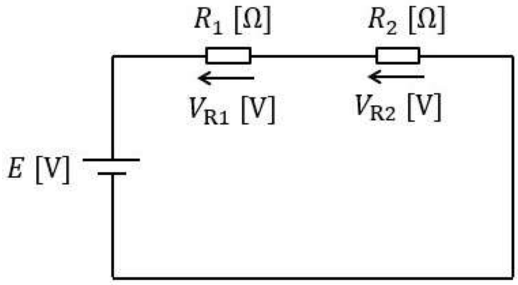


図３

②分流の法則

図４に示した並列回路において，各抵抗に流れる電流は以下の通りとなります。分子の抵抗が分圧の法則と逆となることに注意して下さい。

$$I_{\mathrm{R1}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$$

$$I_{\mathrm{R2}} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

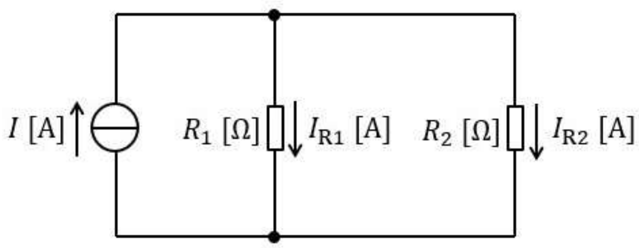


図４

3.抵抗での消費電力

ある抵抗 R [Ω] に電圧 V [V] をかけたとき，抵抗に電流 I [A] が流れたとすると， R [Ω] での消費電力 P [W] は，

$$P = VI$$

となります。オームの法則 $V = RI$ より上式は，

$$\begin{aligned} P &= RI^2 \\ &= \frac{V^2}{R} \end{aligned}$$

と変形できます。

【解答】

(1)解答：ヨ

$R_1 = 7\left[\Omega\right]$と 5 Ω が直列に接続され，さらに 6 Ω が並列に接続されているので，その合成抵抗 R_m [Ω] は，ワンポイント解説「1.合成抵抗」の通り，

$$\begin{aligned} R_\mathrm{m} &= \frac{(R_1+5)\times 6}{(R_1+5)+6} \\ &= \frac{(7+5)\times 6}{(7+5)+6} \\ &= 4\ [\Omega] \end{aligned}$$

となる。さらに 3 Ω が直列に接続されているので，端子対 a– b から二次側を見たときのインピーダンス Z_1 は，

$$\begin{aligned} Z_1 &= R_\mathrm{m}+3 \\ &= 4+3 \\ &= 7\ [\Omega] \end{aligned}$$

と求められる。

(2)解答：ロ

V_m は V_0 のうち R_m [Ω] に加わる電圧の大きさであるから，ワンポイント解説「2.分圧・分流の法則」の通り，

$$\begin{aligned} V_\mathrm{m} &= \frac{R_\mathrm{m}}{3+R_\mathrm{m}}V_0 \\ &= \frac{4}{3+4}V_0 \\ &= \frac{4}{7}V_0 \\ \frac{V_\mathrm{m}}{V_0} &= \frac{4}{7} \end{aligned}$$

と求められる。

(3)解答：イ

V_1 は V_m のうち $R_1 = 7$ [Ω] に加わる電圧の大きさであるから，ワンポイント解説「2.分圧・分流の法則」の通り，

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{R_1}{5+R_1}V_\mathrm{m} \\ &= \frac{7}{5+7}V_\mathrm{m} \\ &= \frac{7}{12}V_\mathrm{m} \\ \frac{V_1}{V_\mathrm{m}} &= \frac{7}{12} \end{aligned}$$

と求められる。

(4)解答：ニ

（２）及び（３）より，

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{V_0} &= \frac{V_1}{V_\mathrm{m}}\cdot\frac{V_\mathrm{m}}{V_0} \\ &= \frac{7}{12}\times\frac{4}{7} \\ &= \frac{1}{3} \end{aligned}$$

となるので，

$$\begin{aligned} \frac{V_2}{V_0} &= \frac{V_2}{V_1}\cdot\frac{V_1}{V_0} \\ &= \frac{1}{3}\times\frac{1}{3} \\ &= \frac{1}{3^2} \end{aligned}$$

と求められる。

(5)解答：ト

（４）解答式より， $V_2 = \frac{V_0}{9}$ なので， $R_1 = 7$ [Ω] で消費する電力 P [W] は，ワンポイント解説「3.抵抗での消費電力」の通り，

$$\begin{aligned} P &= \frac{V_2^2}{R_1} \\ &= \frac{\left(\frac{V_0}{9}\right)^2}{7} \\ &= \frac{V_0^2}{567} \end{aligned}$$

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	2023 年 12 月
電験１種一次試験 理論科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	2023 年 12 月
電験１種一次試験 電力科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	2023 年 12 月
電験１種一次試験 機械科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	2023 年 12 月
電験１種一次試験 法規科目	令和５年～平成 22 年の 14 年分	2023 年 12 月
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２種一次試験 過去問徹底解説 理論 令和６年度版（年度順）

令和５年 11 月 20 日 第１版

著 者：電験王
ホームページ：電験王
URL：https://denken-ou.com/c2/
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。