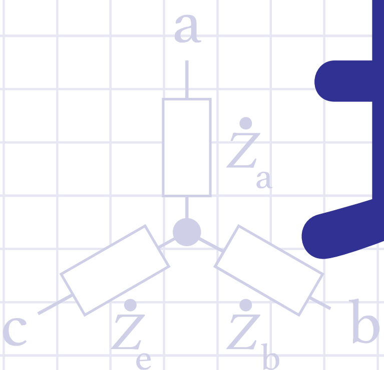
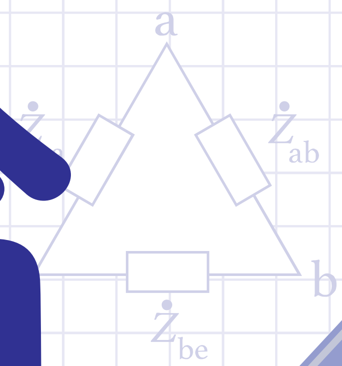
令和5年度版

電子書籍版
電験王

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」）

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23年～令和4年

最新12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５年度版（年度順）

目 次

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 12 年間（令和４年～平成 23 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５年１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

一次試験：令和 5 年 8 月下旬

二次試験：令和 5 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 23 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 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

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
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

NO.	論点	分類
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
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	円電流が作り出す磁束密度に関する計算問題	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

NO.	論点	分類
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
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

分野順　問題一覧

電磁気

NO.	論点
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	円電流が作り出す磁束密度に関する計算問題
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
H23 問 5	静電容量と接地抵抗に関する計算問題

電気回路

NO.	論点
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

NO.	論点
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
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

NO.	論点
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

電子理論

NO.	論点
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

NO.	論点
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
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

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

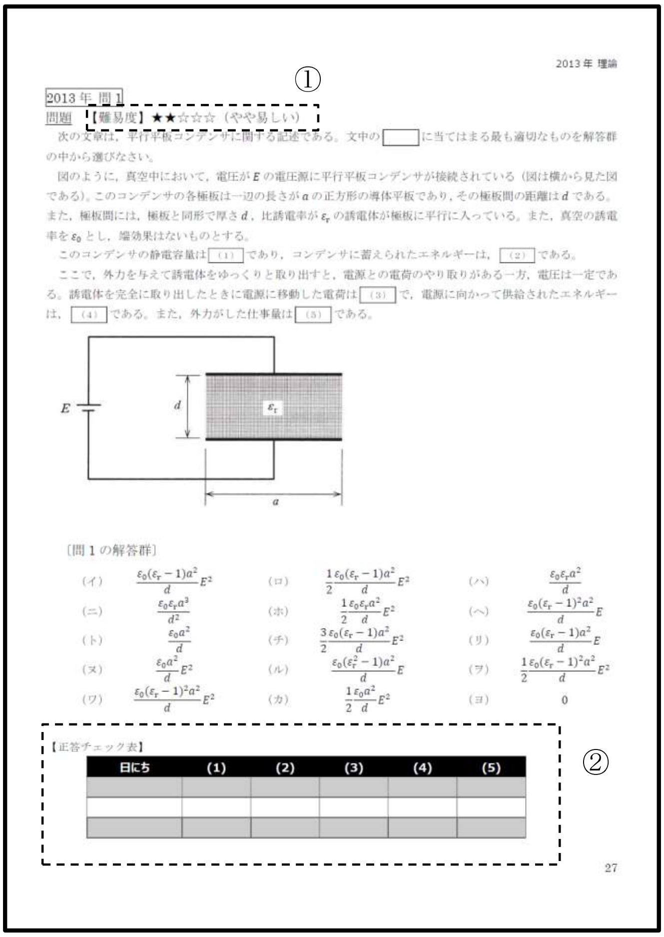
○：少し悩んだが解けた

△：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。



2013 年 理論

①

2013 年 問 1

問題 【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

次の文章は，平行平板コンデンサ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びなさい。

図のように，真空中において，電圧が E の電圧源に平行平板コンデンサが接続されている（図は横から見た図である）。このコンデンサの各極板は一辺の長さが a の正方形の導体平板であり，その極板間の距離は d である。また，極板間には，極板と同形で厚さ d，比誘電率が ε_r の誘電体が極板に平行に入っている。また，真空の誘電率を ε_0 とし，端効果はないものとする。

このコンデンサの静電容量は $\boxed{(1)}$ であり，コンデンサに蓄えられたエネルギーは，$\boxed{(2)}$ である。

ここで，外力を与えて誘電体をゆっくりと取り出すと，電源との電荷のやり取りがある一方，電圧は一定である。誘電体を完全に取り出したときに電源に移動した電荷は $\boxed{(3)}$ で，電源に向かって供給されたエネルギーは，$\boxed{(4)}$ である。また，外力がした仕事量は $\boxed{(5)}$ である。

〔問 1 の解答群〕

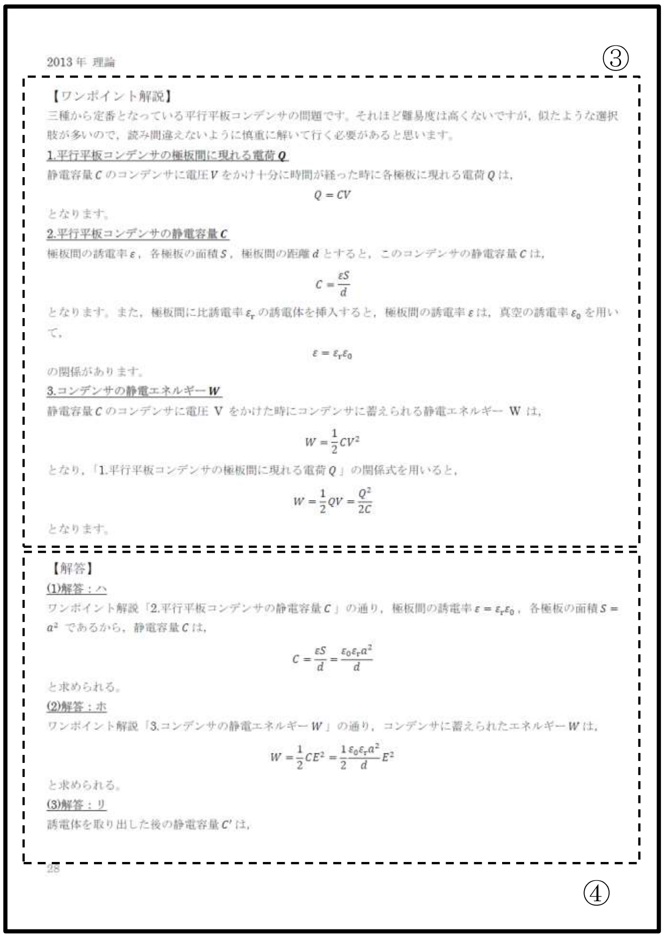
（イ）	$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)a^2}{d}E^2$	（ロ）	$\dfrac{1}{2}\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)a^2}{d}E^2$	（ハ）	$\dfrac{\varepsilon_0\varepsilon_r a^2}{d}$
（ニ）	$\dfrac{\varepsilon_0\varepsilon_r a^3}{d^2}$	（ホ）	$\dfrac{1}{2}\dfrac{\varepsilon_0\varepsilon_r a^2}{d}E^2$	（ヘ）	$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)^2a^2}{d}E$
（ト）	$\dfrac{\varepsilon_0 a^2}{d}$	（チ）	$\dfrac{3}{2}\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)a^2}{d}E^2$	（リ）	$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)a^2}{d}E$
（ヌ）	$\dfrac{\varepsilon_0 a^2}{d}E^2$	（ル）	$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r^2-1)a^2}{d}E$	（ヲ）	$\dfrac{1}{2}\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)^2a^2}{d}E^2$
（ワ）	$\dfrac{\varepsilon_0(\varepsilon_r-1)^2a^2}{d}E^2$	（カ）	$\dfrac{1}{2}\dfrac{\varepsilon_0 a^2}{d}E^2$	（ヨ）	0

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

②

27



2013 年 理論

③

【ワンポイント解説】

三種から定番となっている平行平板コンデンサの問題です。それほど難易度は高くないですが，似たような選択肢が多いので，読み間違えないように慎重に解いて行く必要があると思います。

1.平行平板コンデンサの極板間に現れる電荷 Q

静電容量 C のコンデンサに電圧 V をかけ十分に時間が経った時に各極板に現れる電荷 Q は，

$$Q=CV$$

となります。

2.平行平板コンデンサの静電容量 C

極板間の誘電率 ε，各極板の面積 S，極板間の距離 d とすると，このコンデンサの静電容量 C は，

$$C=\frac{\varepsilon S}{d}$$

となります。また，極板間に比誘電率 ε_r の誘電体を挿入すると，極板間の誘電率 ε は，真空の誘電率 ε_0 を用いて，

$$\varepsilon=\varepsilon_r\varepsilon_0$$

の関係があります。

3.コンデンサの静電エネルギー W

静電容量 C のコンデンサに電圧 V をかけた時にコンデンサに蓄えられる静電エネルギー W は，

$$W=\frac{1}{2}CV^2$$

となり，「1.平行平板コンデンサの極板間に現れる電荷 Q」の関係式を用いると，

$$W=\frac{1}{2}QV=\frac{Q^2}{2C}$$

となります。

【解答】

(1)解答：ハ

ワンポイント解説「2.平行平板コンデンサの静電容量 C」の通り，極板間の誘電率 $\varepsilon=\varepsilon_r\varepsilon_0$，各極板の面積 $S=a^2$ であるから，静電容量 C は，

$$C=\frac{\varepsilon S}{d}=\frac{\varepsilon_0\varepsilon_r a^2}{d}$$

と求められる。

(2)解答：ホ

ワンポイント解説「3.コンデンサの静電エネルギー W」の通り，コンデンサに蓄えられたエネルギー W は，

$$W=\frac{1}{2}CE^2=\frac{1}{2}\frac{\varepsilon_0\varepsilon_r a^2}{d}E^2$$

と求められる。

(3)解答：リ

誘電体を取り出した後の静電容量 C' は，

28

④

理　論

令和４年 問１

問題　【難易度】★★★☆☆（普通）

次の文章は，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，$z=x+\mathrm{j}y$ で表される複素平面上で，$y=0$，$x\geqq 0$ で記述される原点が端で無限に長く細い電極に電圧が印加されているとき，等角写像法を用いて平面上の電界及び電位を解析的に求めることができる。

等角写像法では，電気力線と等電位線が既知である別の複素平面 $w=u+\mathrm{j}v$ を考え，z に写像する写像関数 $z=f(w)$ を与える。$f(w)$ が連続で微分可能であれば，電気力線と等電位線が $\boxed{(1)}$ という関係が，写像を行っても保たれる。

ここで，図２のように，複素平面 w の $v\geqq 0$ の範囲において，u 軸上に置かれた無限に長い電極は，$f(w)=w^2$ により，$x+\mathrm{j}y=(u+\mathrm{j}v)^2$ の関係が成り立つことより，z 上において図１に示す電極に写像される。w には，u 軸と平行に等電位線が，v 軸と平行に電気力線が構成されるので，それらを z 上に写像すれば z 上での等電位線と電気力線が解析的に求められることになる。

例えば，図３において $v=1$ の式で表される等電位線は，z 上では $\boxed{(2)}$ の式で表される。また，$u=0$ 及び $u=1$ の式で表される２本の電気力線は，z 上ではそれぞれ $\boxed{(3)}$ 及び $\boxed{(4)}$ の式で表される。ただし，各図において，実線の矢印は電気力線，破線は等電位線を表す。

これらのことにより，図３に描かれた電気力線と等電位線を z 上に写像すると $\boxed{(5)}$ の図が得られる。

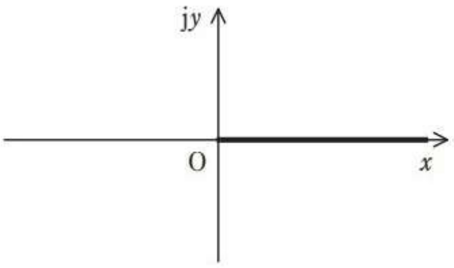


図1

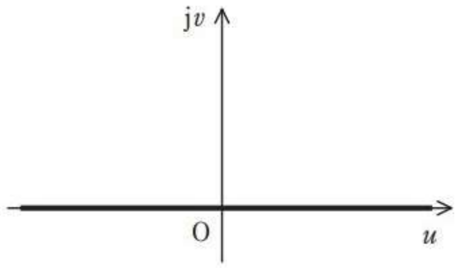


図2

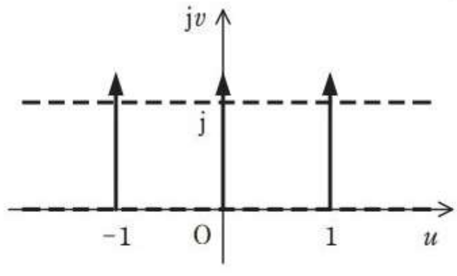
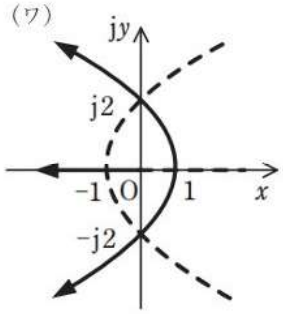
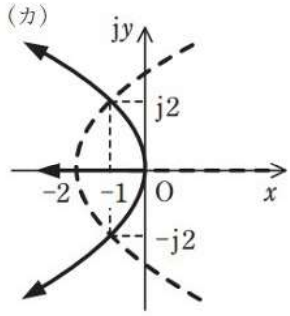


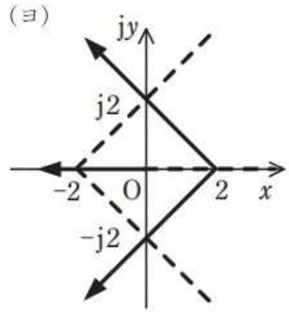
図3

〔問１の解答群〕

（イ）	１点に収束する	（ロ）	$x=\lvert y\rvert-2$
（ハ）	$x=-\lvert y\rvert+2, y\geqq 0$	（ニ）	$x=\dfrac{y^2}{4}-1$
（ホ）	$x=1-\dfrac{y^2}{4}, y\geqq 0$	（ヘ）	$x=-\dfrac{y^2}{4}, y\geqq 0$
（ト）	$y=0, x\leqq -1$	（チ）	$x=\dfrac{y^2}{4}-2$
（リ）	$y=0, x\leqq 0$	（ヌ）	直交する
（ル）	$x=-\lvert y\rvert$	（ヲ）	交わらない







【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

等角写像法を使用して電界及び電位を求める問題です。

一見難しそうですが，中身は文章の読解問題となっています。問題文を読んでその場で考えさせる典型的な 1 種らしい問題と言えるでしょう。

落ち着いて文章を読み解き，計算するようにしましょう。

【解答】

(1)解答：ヌ

題意より解答候補は，（イ） 1 点に収束する，（ヌ）直交する，（ヲ）交わらない，になると思います。

電気力線と等電位線は静電界中では常に直交します。電気力線の考え方がわからない方は電験王 3 種令和 4 年上期理論問 1 を見ておいて下さい。

(2)解答：ニ

$v=1$ で表される複素平面 w は，

$$
\begin{aligned}
w &= u+\mathrm{j}v \\
&= u+\mathrm{j}1
\end{aligned}
$$

であり， $z=f(w)=w^2$ より，

$$
\begin{aligned}
z &= w^2 \\
&= (u+\mathrm{j}1)^2 \\
&= u^2-1+\mathrm{j}2u
\end{aligned}
$$

となり， $z=x+\mathrm{j}y$ と係数比較すると，

$$x = u^2-1 \qquad \cdots\cdots\cdots ①$$

$$y = 2u \qquad \cdots\cdots\cdots ②$$

となる。②より， $u=\frac{y}{2}$ であるから，これを①に代入すると，

$$
\begin{aligned}
x &= \left(\frac{y}{2}\right)^2-1 \\
&= \frac{y^2}{4}-1
\end{aligned}
$$

と求められる。

(3)解答：リ

(2)と同様に， $u=0$ で表される複素平面 w は，

$$w = \mathrm{j}v$$

であり， $z=f(w)=w^2$ より，

$$
\begin{aligned}
z &= w^2 \\
&= (\mathrm{j}v)^2 \\
&= -v^2
\end{aligned}
$$

となり， $z=x+\mathrm{j}y$ と係数比較すると，

$$x = -v^2$$
$$y = 0$$

となる。図 3 より，$v \geqq 0$ であるから，

$$x \leqq 0$$
$$y = 0$$

と求められる。

(4)解答：ホ

(2)及び(3)と同様に，$u=1$ で表される複素平面 w は，

$$\begin{aligned} w &= u + \mathrm{j}v \\ &= 1 + \mathrm{j}v \end{aligned}$$

であり，$z = f(w) = w^2$ より，

$$\begin{aligned} z &= w^2 \\ &= (1 + \mathrm{j}v)^2 \\ &= 1 - v^2 + \mathrm{j}2v \end{aligned}$$

となり，$z = x + \mathrm{j}y$ と係数比較すると，

$$x = 1 - v^2 \quad \cdots\cdots \quad ③$$
$$y = 2v \quad \cdots\cdots \quad ④$$

となる。④より，$v = \frac{y}{2}$ であるから，これを③に代入すると，

$$\begin{aligned} x &= 1 - \left(\frac{y}{2}\right)^2 \\ &= 1 - \frac{y^2}{4} \end{aligned}$$

と求められる。また図 3 より，$v \geqq 0$ であるから，$y \geqq 0$ である。

(5)解答：ワ

(2)解答式に $x = 0$ もしくは $y = 0$ を代入すると，

$$\begin{aligned} 0 &= \frac{y^2}{4} - 1 \\ \frac{y^2}{4} &= 1 \\ y^2 &= 4 \\ y &= \pm 2 \\ x &= \frac{0^2}{4} - 1 \\ &= -1 \end{aligned}$$

であるから，等電位線は $(0, \mathrm{j}2)$，$(0, -\mathrm{j}2)$，$(-1, 0)$ を通る。

同様に，(4)解答式に $x = 0$ もしくは $y = 0$ を代入すると，

$$\begin{aligned} 0 &= 1 - \frac{y^2}{4} \\ \frac{y^2}{4} &= 1 \\ y^2 &= 4 \\ y &= \pm 2 \\ x &= 1 - \frac{0^2}{4} \\ &= 1 \end{aligned}$$

となるので，$u = 1$ で表される電気力線は $(0, \mathrm{j}2)$，$(0, -\mathrm{j}2)$，$(1, 0)$ を通る。

これらと(3)の解答式の条件を満たすグラフは（ワ）と求められる。

令和４年 問２

問題　【難易度】★★★★☆（やや難しい）

次の文章は，電磁誘導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。ただし，$\boldsymbol{E}$，$\boldsymbol{B}$ はそれぞれ電界ベクトル及び磁束密度ベクトルを表す。

一般に，空間に固定されたループ(閉曲線) C に発生する起電力 V は，

$$V = \oint_C \boldsymbol{E}\cdot \mathrm{d}\boldsymbol{l} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ①$$

と表される。ここで，$\mathrm{d}\boldsymbol{l}$ はループに沿った線素ベクトルである。$\boxed{（１）}$ の定理を適用すると，①式は，

$$V = \int_S (\nabla\times\boldsymbol{E})\cdot\boldsymbol{n}\mathrm{d}S \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ①'$$

と変形できる。ただし，S はループ C に囲まれた面，$\boldsymbol{n}$ はその面の単位法線ベクトル，$\mathrm{d}S$ は面素である。磁束密度 $\boldsymbol{B}$ が時間 t に応じて変化する場合には，マクスウェル方程式

$$\nabla\times\boldsymbol{E} = \boxed{（２）} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ②$$

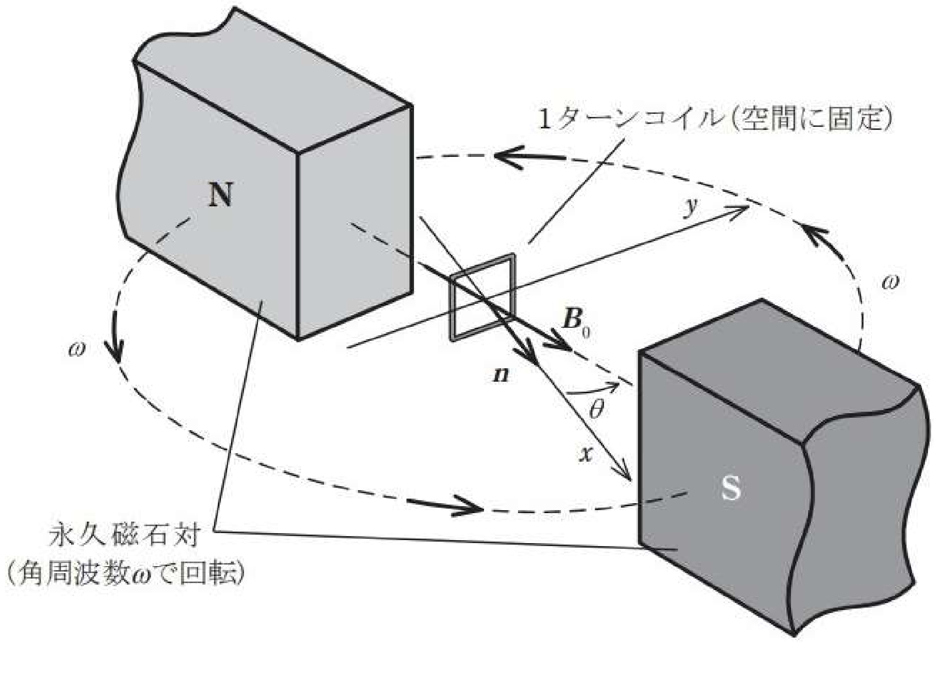
を ①′ 式に代入し，面 S を貫く磁束は $\Phi = \int_S \boldsymbol{B}\cdot\boldsymbol{n}\mathrm{d}S$ と表せることを用いると，

$$V = \boxed{（３）} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ①''$$

のようにファラデーの法則が得られる。

図のように，座標原点を中心として対向する永久磁石が形成する一様な磁束密度 B_0 の中に，一辺の長さが a の正方形状の１ターンコイルが設置されており，コイル面の法線ベクトルは x 軸の方向を向いている。永久磁石対は座標原点を中心として xy 平面内を角速度 ω で回転しており，磁界と x 軸とのなす角は $\theta = \omega t$ と表される。このとき，磁束密度のコイル面法線方向成分は $\boldsymbol{B}\cdot\boldsymbol{n} = \boxed{（４）}$ となるので，上記の関係式を用いてコイルに発生する交流起電力を求めることができる。

例えば，１T の磁束密度を発生する永久磁石対が毎分 3 000 回転している場合を考えると，一辺の長さ $a = 10$ cm の正方形状の１ターンコイルに発生する交流起電力の振幅はおよそ $\boxed{（５）}$ V となる。



〔問２の解答群〕

(イ)	$B_0 \sin \omega t$	(ロ)	$\boldsymbol{E} \times \boldsymbol{B}$	(ハ)	$B_0 \cos \omega t$
(ニ)	$B_0 \tan \omega t$	(ホ)	300	(ヘ)	ガウス
(ト)	3	(チ)	$-\int \Phi \mathrm{d}t$	(リ)	$-\dfrac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$
(ヌ)	$\nabla \cdot \boldsymbol{B}$	(ル)	ストークス	(ヲ)	ヘルムホルツ
(ワ)	$\nabla \times \boldsymbol{B}$	(カ)	0.03	(ヨ)	$-\dfrac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}$

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

マクスウェル方程式からファラデーの電磁誘導を導き出し，コイルに発生する交流起電力を求める問題です。内容は電磁気ですが，中身はほぼ数学の式変形の問題です。

電験としては少し特殊な問題となりますが， 1 種では高い数学力が問われるので，本問の式の意味が全くわからない方は大学の数学の参考書等を確認してみるようにして下さい。

1.内積

二つのベクトル $\boldsymbol{A}$ 及び $\boldsymbol{B}$ がある際に，そのなす角が θ であるとき，内積 $\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{B}$ は，

$$\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{B} = |\boldsymbol{A}||\boldsymbol{B}| \cos \theta$$

で定義されます。交流回路において，電圧と電流から有効電力を求める式は内積と同じになります。

2. rot (回転)

数学における rot (回転)は，

$$\mathrm{rot}\boldsymbol{E} = \left(\frac{\partial E_\mathrm{z}}{\partial y} - \frac{\partial E_\mathrm{y}}{\partial z}, \ \frac{\partial E_\mathrm{x}}{\partial z} - \frac{\partial E_\mathrm{z}}{\partial x}, \ \frac{\partial E_\mathrm{y}}{\partial x} - \frac{\partial E_\mathrm{x}}{\partial y} \right)$$

で定義され，外積を用いて表すと，

$$\begin{aligned} \mathrm{rot}\boldsymbol{E} &= \nabla \times \boldsymbol{E} \\ &= \begin{vmatrix} \mathrm{i} & \mathrm{j} & \mathrm{k} \\ \dfrac{\partial}{\partial x} & \dfrac{\partial}{\partial y} & \dfrac{\partial}{\partial z} \\ E_\mathrm{x} & E_\mathrm{y} & E_\mathrm{z} \end{vmatrix} \end{aligned}$$

となります。

(i ， j ， k は x 軸， y 軸， z 軸の単位ベクトルです)

∂ を用いて表される微分は偏微分といいます。例えば， E_z が変数 x, y, z の関数で表されたとき， $\frac{\partial E_\mathrm{z}}{\partial y}$ は y 以外の変数を定数として E_z を y で微分をすることを意味します。つまり $E_\mathrm{z} = 2xy + \frac{1}{3}y^2 z$ とすると，

$$\frac{\partial E_\mathrm{z}}{\partial y} = 2x + \frac{2}{3}yz$$

となります。

$$\mathrm{rot}\boldsymbol{H} = \begin{bmatrix} \mathrm{i} & \mathrm{j} & \mathrm{k} \\ \dfrac{\partial}{\partial x} & \dfrac{\partial}{\partial y} & \dfrac{\partial}{\partial z} \\ H_\mathrm{x} & H_\mathrm{y} & H_\mathrm{z} \end{bmatrix}$$

は行列式の要素に単位ベクトルが含まれる形で表されています。一部を抜き出して説明すると

$$\mathrm{i}\frac{\partial}{\partial y} H_\mathrm{z} = (1,0,0)\frac{\partial}{\partial y} H_\mathrm{z} = \left(\frac{\partial}{\partial y} H_\mathrm{z}, 0, 0 \right)$$

となり，全てを計算すると

$$\mathrm{rot}\boldsymbol{H} = \left(\frac{\partial H_\mathrm{z}}{\partial y} - \frac{\partial H_\mathrm{y}}{\partial z}, \ \frac{\partial H_\mathrm{x}}{\partial z} - \frac{\partial H_\mathrm{z}}{\partial x}, \ \frac{\partial H_\mathrm{y}}{\partial x} - \frac{\partial H_\mathrm{x}}{\partial y} \right)$$

となります。

3.ストークスの定理

面積分と線積分を対応させる定理で，マクスウェルの方程式からアンペールの周回積分の法則を導き

出す際等に用いられる定理です。

$$\int_S (\nabla \times \boldsymbol{E})\, \mathrm{d}\boldsymbol{S} \quad = \quad \int_C \boldsymbol{E} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{l}$$

> ! $\boldsymbol{E} \cdot \mathrm{d}\boldsymbol{l}$ 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。左辺も同様にスカラー量です。

4.マクスウェル方程式(微分形)

電磁気における各性質を４つの式にまとめたものです。

$$\begin{aligned}
\mathrm{div}\boldsymbol{D} &= \rho & \Leftrightarrow \quad \nabla \cdot \boldsymbol{D} &= \rho \\
\mathrm{div}\boldsymbol{B} &= 0 & \Leftrightarrow \quad \nabla \cdot \boldsymbol{B} &= 0 \\
\mathrm{rot}\boldsymbol{H} &= i + \frac{\partial \boldsymbol{D}}{\partial t} & \Leftrightarrow \quad \nabla \times \boldsymbol{H} &= i + \frac{\partial \boldsymbol{D}}{\partial t} \\
\mathrm{rot}\boldsymbol{E} &= -\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t} & \Leftrightarrow \quad \nabla \times \boldsymbol{E} &= -\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}
\end{aligned}$$

【解答】

(1)解答：ル

題意より解答候補は,（ヘ）ガウス,（ル）ストークス,（ヲ）ヘルムホルツ，になると思います。

ワンポイント解説「3.ストークスの定理」の通り，問題文における式変形は**ストークス**の定理を用いた変形となります。

(2)解答：ヨ

ワンポイント解説「4.マクスウェル方程式」の通り，

$$\nabla \times \boldsymbol{E} = -\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}$$

と求められる。

(3)解答：リ

②式を①′式に代入すると，

$$\begin{aligned}
V &= \int_S \left(-\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}\right) \cdot \boldsymbol{n}\mathrm{d}S \\
&= \int_S \left(-\frac{\partial}{\partial t}\boldsymbol{B} \cdot \boldsymbol{n}\right) \mathrm{d}S \\
&= -\frac{\partial}{\partial t}\int_S \boldsymbol{B} \cdot \boldsymbol{n}\mathrm{d}S
\end{aligned}$$

となり，問題文より，$\Phi = \int_S \boldsymbol{B} \cdot \boldsymbol{n}\mathrm{d}S$ であるから，Φ が時間変化のみの関数であるとすれば，

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

と求められる。

(4)解答：ハ

磁束密度のコイル面法線方向成分は，$\boldsymbol{n}$ はその面の単位法線ベクトルであり，その大きさは１であるから，ワンポイント解説「1.内積」の通り，

$$\begin{aligned}
\boldsymbol{B} \cdot \boldsymbol{n} &= B_0 \times 1 \times \cos\theta \\
&= B_0 \cos\omega t
\end{aligned}$$

と求められる。

(5)解答：ト

(3)，(4)より，

$$\begin{aligned}
V &= -\frac{\partial}{\partial t}\int_S \boldsymbol{B} \cdot \boldsymbol{n}\mathrm{d}S \\
&= -\frac{\partial}{\partial t}\int_S B_0 \cos\omega t\, \mathrm{d}S \\
&= -\frac{\partial}{\partial t}(B_0 a^2 \cos\omega t) \\
&= B_0 a^2 \omega \sin\omega t
\end{aligned}$$

となるので，その振幅の大きさ $B_0 a^2 \omega$ は，

$B_0 = 1$ [T]， $a = 0.1$ [m]，

$\omega = \frac{2\pi \times 3\,000}{60} = 100\pi$ [rad／s] を代入すると，

$$\begin{aligned}
B_0 a^2 \omega &= 1 \times 0.1^2 \times 100\pi \\
&\fallingdotseq 3.14 \text{ [V]}
\end{aligned}$$

と求められる。

令和４年 問３

問題　【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

次の文章は，直流回路の合成抵抗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において，電源側から見た回路全体の合成抵抗 R を求めたい。なお，抵抗 R_a は 60 W の電力を消費しており，５ Ω より小さいことが分かっている。

まず，抵抗 4 Ω， 8 Ω 及び 12 Ω からなる Δ 形抵抗に対して Δ − Y 変換を施し，図２の等価回路に変換すると， $R_\mathrm{b} =$ $\boxed{（1）}$ Ω， $R_\mathrm{c} =$ $\boxed{（2）}$ Ω， $R_\mathrm{d} =$ $\boxed{（3）}$ Ω が得られる。

次に， R は，回路を流れる電流 I と電源電圧から得られるので， I を求めることとする。

I を求めると， $I =$ $\boxed{（4）}$ A となる。したがって，電源側から見た回路全体の合成抵抗は， $R =$ $\boxed{（5）}$ Ω となる。

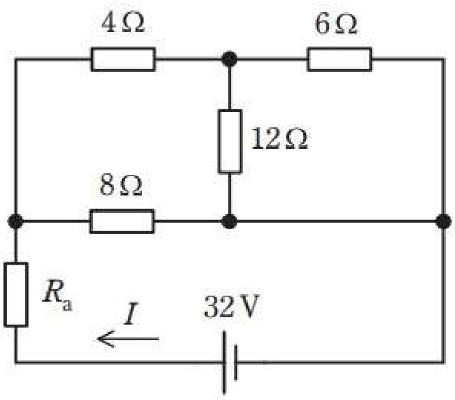


図１

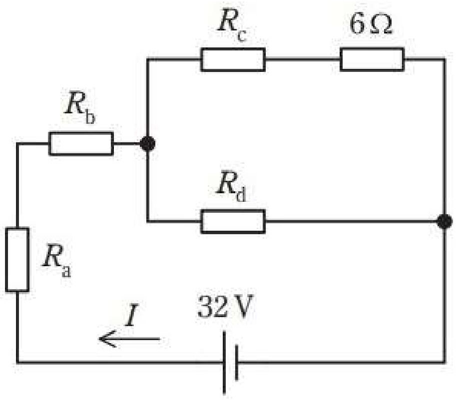


図２

〔問３の解答群〕

（イ）	$\frac{4}{3}$	（ロ）	2.4	（ハ）	6.4
（ニ）	$\frac{3}{4}$	（ホ）	$\frac{1}{3}$	（ヘ）	4
（ト）	$\frac{2}{3}$	（チ）	3	（リ）	8
（ヌ）	3.2	（ル）	2	（ヲ）	10
（ワ）	12	（カ）	5	（ヨ）	6

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

Δ − Y 変換を含む直流回路の合成抵抗の導出に関する問題です。

(4)が少し特殊な解き方ですが，受験生のレベルを考えると多くの受験生が解いてくると予想されますので，確実に理解するようにして下さい。

不平衡負荷の Δ − Y 変換が必要な問題は 1 種では毎年のように出題されているので，必ずマスターしておきましょう。

1.不平衡負荷のΔ − Y変換とY − Δ変換

a.Δ − Y変換

$$\dot{Z}_{\mathrm{a}} = \frac{\dot{Z}_{\mathrm{ab}}\dot{Z}_{\mathrm{ca}}}{\dot{Z}_{\mathrm{ab}}+\dot{Z}_{\mathrm{bc}}+\dot{Z}_{\mathrm{ca}}}$$

$$\dot{Z}_{\mathrm{b}} = \frac{\dot{Z}_{\mathrm{bc}}\dot{Z}_{\mathrm{ab}}}{\dot{Z}_{\mathrm{ab}}+\dot{Z}_{\mathrm{bc}}+\dot{Z}_{\mathrm{ca}}}$$

$$\dot{Z}_{\mathrm{c}} = \frac{\dot{Z}_{\mathrm{ca}}\dot{Z}_{\mathrm{bc}}}{\dot{Z}_{\mathrm{ab}}+\dot{Z}_{\mathrm{bc}}+\dot{Z}_{\mathrm{ca}}}$$

b.Y − Δ変換

$$\dot{Z}_{\mathrm{ab}} = \frac{\dot{Z}_{\mathrm{a}}\dot{Z}_{\mathrm{b}}+\dot{Z}_{\mathrm{b}}\dot{Z}_{\mathrm{c}}+\dot{Z}_{\mathrm{c}}\dot{Z}_{\mathrm{a}}}{\dot{Z}_{\mathrm{c}}}$$

$$\dot{Z}_{\mathrm{bc}} = \frac{\dot{Z}_{\mathrm{a}}\dot{Z}_{\mathrm{b}}+\dot{Z}_{\mathrm{b}}\dot{Z}_{\mathrm{c}}+\dot{Z}_{\mathrm{c}}\dot{Z}_{\mathrm{a}}}{\dot{Z}_{\mathrm{a}}}$$

$$\dot{Z}_{\mathrm{ca}} = \frac{\dot{Z}_{\mathrm{a}}\dot{Z}_{\mathrm{b}}+\dot{Z}_{\mathrm{b}}\dot{Z}_{\mathrm{c}}+\dot{Z}_{\mathrm{c}}\dot{Z}_{\mathrm{a}}}{\dot{Z}_{\mathrm{b}}}$$

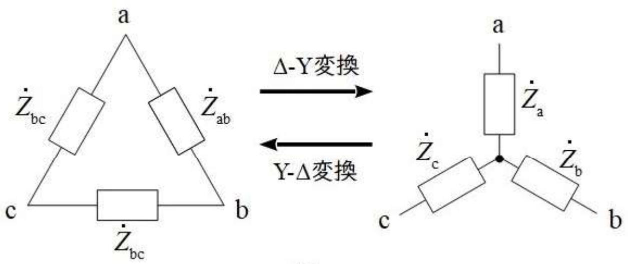


図 3

2.二次方程式の解の公式

x に関する二次方程式 $ax^2+bx+c=0$ の解は，

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$$

となりますが，仮に $b=2B$ と表すことができる場合には，二次方程式 $ax^2+2Bx+c=0$ の解は，

$$x = \frac{-B \pm \sqrt{B^2-ac}}{a}$$

となります。

?

$b=2B$ のとき，解は次のように計算されます。

$$x = \frac{-2B \pm \sqrt{(2B)^2-4ac}}{2a} = \frac{-2B \pm 2\sqrt{B^2-ac}}{2a} = \frac{-B \pm \sqrt{B^2-ac}}{a}$$

【解答】

(1)解答：イ

図 1 の 4 Ω， 8 Ω， 12 Ω の抵抗を Δ − Y 変換して R_{b} を求めると，ワンポイント解説「1.不平衡負荷の Δ − Y 変換と Y − Δ 変換」の通り，

$$R_{\mathrm{b}} = \frac{4\times 8}{4+8+12} = \frac{4}{3}\ [\Omega]$$

と求められる。

(2)解答：ル

(1)と同様に，図 1 の 4 Ω， 8 Ω， 12 Ω の抵抗を Δ − Y 変換して R_{c} を求めると，

$$R_{\mathrm{c}} = \frac{4\times 12}{4+8+12} = 2\ [\Omega]$$

と求められる。

(3)解答：ヘ

(1)，(2)と同様に，図 1 の 4 Ω， 8 Ω， 12 Ω の抵抗を Δ − Y 変換して R_{d} を求めると，

$$R_{\mathrm{d}} = \frac{8\times 12}{4+8+12} = 4\ [\Omega]$$

と求められる。

(4)解答：カ

$R_{\mathrm{b}}=\frac{4}{3}\ [\Omega]$， $R_{\mathrm{c}}=2\ [\Omega]$， $R_{\mathrm{d}}=4\ [\Omega]$， 6 Ω の合成抵抗 $R'\ [\Omega]$ は，

$$R' = R_{\mathrm{b}}+\frac{(R_{\mathrm{c}}+6)R_{\mathrm{d}}}{(R_{\mathrm{c}}+6)+R_{\mathrm{d}}} = \frac{4}{3}+\frac{(2+6)\times 4}{(2+6)+4} = 4\ [\Omega]$$

であるので，回路を流れる電流 I は，

$$
\begin{aligned}
I &= \frac{32}{R_\mathrm{a}+R'} \\
&= \frac{32}{R_\mathrm{a}+4}\ [\mathrm{A}]
\end{aligned}
$$

となる。R_a での消費電力 $P_\mathrm{a}=60$ [W] を求める式より，

$$
\begin{aligned}
P_\mathrm{a} &= R_\mathrm{a}I^2 \\
60 &= R_\mathrm{a}\left(\frac{32}{R_\mathrm{a}+4}\right)^2 \\
&= \frac{1024R_\mathrm{a}}{R_\mathrm{a}^2+8R_\mathrm{a}+16} \\
60R_\mathrm{a}^2+480R_\mathrm{a}+960 &= 1024R_\mathrm{a} \\
60R_\mathrm{a}^2-544R_\mathrm{a}+960 &= 0 \\
15R_\mathrm{a}^2-136R_\mathrm{a}+240 &= 0 \\
R_\mathrm{a} &= \frac{68\pm\sqrt{68^2-15\times240}}{15} \\
&\fallingdotseq 2.4,\ 6.67\ [\Omega]
\end{aligned}
$$

となり，題意より R_a が 5 Ω より小さいことが分かっているので，$R_\mathrm{a}=2.4$ [Ω] と求められる。したがって，回路を流れる電流 I [A] は，

$$
\begin{aligned}
I &= \frac{32}{R_\mathrm{a}+4} \\
&= \frac{32}{2.4+4} \\
&= 5\ [\mathrm{A}]
\end{aligned}
$$

と求められる。

(5)解答：ハ

回路全体の合成抵抗 R [Ω] は,

$$
\begin{aligned}
R &= R_\mathrm{a}+R' \\
&= 2.4+4 \\
&= 6.4\ [\Omega]
\end{aligned}
$$

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	平成 23 年～令和４年上期の 12 回分	販売中
電験３種 理論科目	平成 23 年～令和４年上期の 12 回分	販売中
電験３種 電力科目	平成 23 年～令和４年上期の 12 回分	販売中
電験３種 機械科目	平成 23 年～令和４年上期の 12 回分	販売中
電験３種 法規科目	平成 23 年～令和４年上期の 12 回分	販売中
電験２種一次試験 全科目	平成 23 年～令和４年の 12 年分	販売中
電験２種一次試験 理論科目	平成 23 年～令和４年の 12 年分	販売中
電験２種一次試験 電力科目	平成 23 年～令和４年の 12 年分	販売中
電験２種一次試験 機械科目	平成 23 年～令和４年の 12 年分	販売中
電験２種一次試験 法規科目	平成 23 年～令和４年の 12 年分	販売中
電験２種二次試験 全科目	平成 23 年～令和４年の 12 年分	令和５年４月
電験１種一次試験 全科目	平成 23 年～令和４年の 12 年分	販売中
電験１種一次試験 理論科目	平成 23 年～令和４年の 12 年分	販売中
電験１種一次試験 電力科目	平成 23 年～令和４年の 12 年分	販売中
電験１種一次試験 機械科目	平成 23 年～令和４年の 12 年分	販売中
電験１種一次試験 法規科目	平成 23 年～令和４年の 12 年分	販売中
電験１種二次試験 全科目	平成 23 年～令和４年の 12 年分	令和５年４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。

電験２種 過渡現象をラプラス変換で解く 26 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 26 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５年度版（年度順）

令和５年１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/c1/
twitter：@denkenou

表 紙：どんぶらこ design

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