

本当によくわかる電験3種の過去問完全解説 2020年版 第1巻

目 次

はじめに	2
電験3種 試験の概要	3
収録年の合格点	5
本書の特長	6
理論	7
【コラム】電験1種の棚卸し	178
電力	179
【コラム】試験会場での過ごし方	333
機械	336
【コラム】確率高く適当にマークする方法	523
法規	525
関連書籍のご紹介	695

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 3 種の 4 科目についての 6 年間（2014～2019 年）を収録しています。出典元は電験王（<https://denken-ou.com>）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。

筆者ご挨拶

電験 3 種は近年合格率が 10 %を下回り、難関資格に分類されています。しかしながら、すべての受験生が適切な学習をされているとは言えない状況であることも事実で、正しい学習方法で勉強を続ければ確実に合格できる試験であると私は思っています。

どのような学問にも王道があるように電験にも最も効率の良い勉強法すなわち王道があります。電験の王道はある程度基礎を習得したら過去問に取り組み、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す。「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で、「電験王」という名称もそこから名付けました。

大手の出版社が多数の過去問集を発行しているため、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 3」のホームページ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 3 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一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>）で行っています。一方、編者はオーム社様発行の新電元で 2018 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 3 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電気業界の転職や、電験二種へのステップアップが実現できれば幸甚です。

2020 年 5 月

筆 者：電 験 王

編 者：山 岸 健 太

電験3種 試験の概要

1. 試験科目及び出題内容

電験3種の試験は、最も適切なものを選択する五肢択一式問題です。表1の4科目で実施されます。

表1 試験科目と出題範囲

科目	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

2. 試験内容

A問題とB問題で構成され、A問題は一问一答形式ですが、B問題は一问につき小問が二問あります。A問題よりもB問題の方が難しい場合が多いですが、A問題でも難しい問題、B問題でも簡単な問題も出題されます。

2-1.理論

配点5点のA問題14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100点満点。

合格点は60点ですが、難しい場合は合格点が下がります。

計算問題が多く出題され、試験で最も時間管理が必要な科目です。

2-2.電力

配点5点のA問題14題と配点10点のB問題3題の100点満点。

合格点は60点ですが、難しい場合は合格点が下がります。

計算問題が半分弱程度、論説問題が半分強出題されます。

2-3.機械

配点5点のA問題14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100点満点。

合格点は60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。

2-4.法規

配点6点のA問題10題と配点13点のB問題2題と配点14点のB問題1題の100点満点。

合格点は60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。

3. 試験日（目安です。年により異なります。）

9月第1日曜日

4. 試験の科目合格制度

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三種試験合格となりますが、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第三種電気主任技術者の資格が得られます。

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。

合格点ちょうどは合格となります。

表 3 各科目の合格点

科目	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
理論	54.38 点	55 点	55 点	55 点	55 点	55 点
電力	58 点	55 点	55 点	55 点	55 点	60 点
機械	54.39 点	55 点	55 点	55 点	55 点	60 点
法規	58 点	55 点	54 点	55 点	51 点	49 点

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 問題

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□に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べなさい。

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边の長さが 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 (1) であり、コンデンサに蓄えられたエネルギーは、(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 (3) で、電源に向かって供給されたエネルギーは、(4) である。また、外力がした仕事量は (5) である。

【問 1 の解答群】

(イ)	$\frac{\epsilon_0(\epsilon_r - 1)a^2}{d}E^2$	(ロ)	$\frac{1}{2}\frac{\epsilon_0(\epsilon_r - 1)a^2}{d}E^2$	(ハ)	$\frac{\epsilon_0\epsilon_r a^2}{d}E^2$
(ニ)	$\frac{\epsilon_0\epsilon_r a^2}{d^2}E^2$	(ホ)	$\frac{1}{2}\frac{\epsilon_0\epsilon_r a^2}{d}E^2$	(ヘ)	$\frac{\epsilon_0(\epsilon_r - 1)^2 a^2}{d}E$
(ト)	$\frac{\epsilon_0 a^2}{d}E^2$	(チ)	$\frac{3}{2}\frac{\epsilon_0(\epsilon_r - 1)a^2}{d}E^2$	(リ)	$\frac{\epsilon_0(\epsilon_r - 1)a^2}{d}E$
(ヌ)	$\frac{\epsilon_0 a^2}{d}E^2$	(ル)	$\frac{\epsilon_0(\epsilon_r^2 - 1)a^2}{d}E$	(ヲ)	$\frac{1}{2}\frac{\epsilon_0(\epsilon_r - 1)^2 a^2}{d}E^2$
(ワ)	$\frac{\epsilon_0(\epsilon_r - 1)^2 a^2}{d}E^2$	(力)	$\frac{1}{2}\frac{\epsilon_0 a^2}{d}E^2$	(ヨ)	0

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

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はないですが、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、 $C = \frac{\epsilon S}{d}$ 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、 $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ 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 $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ 、各極板の面積 $S = a^2$ であるから、静電容量 C は、 $C = \frac{\epsilon S}{d} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r a^2}{d}$ 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、 $W = \frac{1}{2} CE^2 = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 \epsilon_r a^2}{d} E^2$ 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

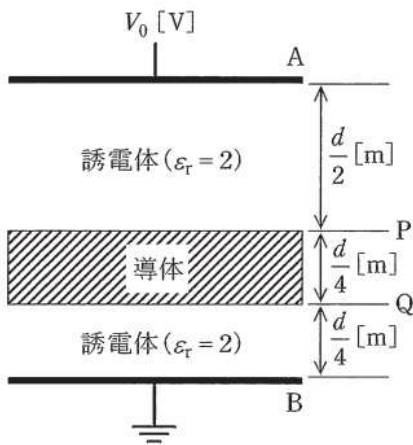
④

理論

2014 年 問 1

問題 【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

極板A－B間が比誘電率 $\epsilon_r = 2$ の誘電体で満たされた平行平板コンデンサがある。極板間の距離は d [m]、極板間の直流電圧は V_0 [V]である。極板と同じ形状と大きさを持ち、厚さが $\frac{d}{4}$ [m]の帯電していない導体を図に示す位置P－Q間に極板と平行に挿入したとき、導体の電位の値[V]として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、コンデンサの端効果は無視できるものとする。



- (1) $\frac{V_0}{8}$ (2) $\frac{V_0}{6}$ (3) $\frac{V_0}{4}$ (4) $\frac{V_0}{3}$ (5) $\frac{V_0}{2}$

【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

毎年のように出題される平行平板コンデンサの問題です。導体中の電位は同じであること、誘電体中の電位の傾き(＝電界)は等しいことを理解していれば難なく解けると思います。

1.平行平板コンデンサの静電容量Cの導出

平行平板コンデンサの極板の面積を S 、極板間の距離を d 、極板間の誘電率を ϵ とすると平行平板コンデンサの静電容量 C は、

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

となります。

2.平行平板コンデンサの電界Eと電圧Vの関係

極板間の距離 d の平行平板コンデンサに電圧 V をかけると、極板間の電界 E は、

$$E = \frac{V}{d}$$

となります。

【解答】

解答：(4)

誘電体の比誘電率はA－P間もQ－B間も等しいので、どちらの電界も大きさは等しい。よって、その電界を E とすると、A－P間の電位差 V_1 とQ－B間の電位差 V_2 は、

$$\begin{aligned} V_1 &= E \cdot \frac{d}{2} \\ V_2 &= E \cdot \frac{d}{4} \end{aligned}$$

となるので、 $V_1 = 2V_2$ となる。ここで、 $V_1 + V_2 = V_0$ であるから、 $V_1 = \frac{2}{3}V_0$ 、 $V_2 = \frac{1}{3}V_0$ と求められ、導体の電位は $\frac{V_0}{3}$ と求められる。

❗ 「電位」「電位差」「電圧」の概念を使い分けられるようにしましょう。「電位差」と「電圧」は同じ概念です。

2014 年 問 2

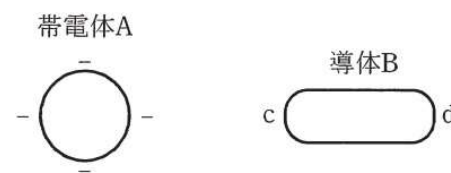
問題 【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

次の文章は、静電気に関する記述である。

図のように真空中において、負に帯電した帯電体Aを、帯電していない絶縁された導体Bに近づけると、導体Bと帯電体Aに近い側の表面c付近に〔ア〕の電荷が現れ、それと反対側の表面d付近に〔イ〕の電荷が現れる。

この現象を〔ウ〕という。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)及び(ウ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	正	負	静電遮へい
(2)	負	正	静電誘導
(3)	負	正	分 極
(4)	負	正	静電遮へい
(5)	正	負	静電誘導

【正答チェック表】

日にち	(ア)	(イ)	(ウ)

【ワンポイント解説】

静電誘導のメカニズムに関する問題ですが、(ア)と(イ)は絶対に間違えてはいけない設問です。電荷は異符号だと引き寄せられ、同符号だと離れます。

【解答】

解答：(5)

(ア)

負の電荷に引き寄せられるのは正の電荷です。

(イ)

負の電荷から離れるのは負の電荷です。

(ウ)

本現象は静電誘導と言います。

2014 年 問 3

問題 【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

環状鉄心に絶縁電線を巻いて作った磁気回路に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 磁気抵抗は、磁束の通りにくさを表している。毎ヘンリー[H^{-1}]は、磁気抵抗の単位である。
- (2) 電気抵抗が導体断面積に反比例するように、磁気抵抗は、鉄心の断面積に反比例する。
- (3) 鉄心の透磁率が大きいほど、磁気抵抗は小さくなる。
- (4) 起磁力が同じ場合、鉄心の磁気抵抗が大きいほど、鉄心を通る磁束は小さくなる。
- (5) 磁気回路における起磁力と磁気抵抗は、電気回路におけるオームの法則の電流と電気抵抗にそれぞれ対応する。

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

例年受験生を苦しめる誤答選択問題の中では比較的易しめの問題となっています。磁気回路は、慣れてしまえば電気回路と同じように考えて解くことができます。

1.磁気回路のオームの法則

磁気回路は図 1 のように鉄心にコイルを巻きつけた環状ソレノイドについて、鉄心内の磁束 ϕ と起磁力 NI 、磁気抵抗 R_m との間に、

$$\phi = \frac{NI}{R_m}$$

の関係が成立し、電気回路のオームの法則と同等に扱うことができるというものです。

ここで、磁気抵抗 R_m は、鉄心内の透磁率 μ 、断面積 S 、磁路の長さ l を用いて、

$$R_m = \frac{l}{\mu S}$$

で表すことができます。

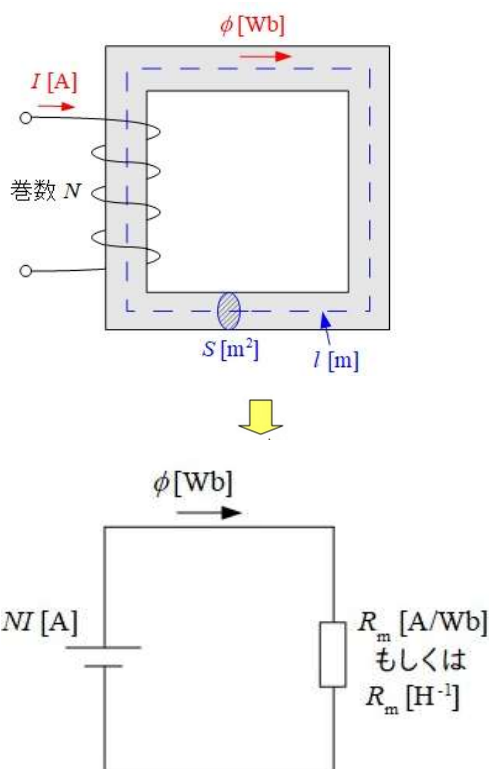


図 1

【解答】

解答：(5)**(1)：正しい**

問題文の通り，磁気抵抗は磁束の通りにくさを表しており，単位は，

$$R_m = \frac{l}{\mu S} \rightarrow \frac{[m]}{[H/m][m^2]} = [H^{-1}]$$

となります。

① 単位を次元で考える癖をつけましょう。力学では
 $[N] = [kg][m/s^2]$
 がよく使われます。

(2)：正しい

ワンポイント解説「1.磁気回路のオームの法則」の通り，磁気抵抗 R_m は，鉄心の断面積 S に反比例します。

(3)：正しい

ワンポイント解説「1.磁気回路のオームの法則」の通り，鉄心の透磁率 μ が大きいほど，磁気抵抗 R_m は小さくなります。

(4)：正しい

ワンポイント解説「1.磁気回路のオームの法則」の通り，鉄心の磁気抵抗 R_m が大きいほど，鉄心を通る磁束 ϕ は小さくは小さくなります。

(5)：誤り

ワンポイント解説「1.磁気回路のオームの法則」の通り，磁気回路における起磁力と磁気抵抗は，電気回路におけるオームの法則の起電力と電気抵抗にそれぞれ対応します。

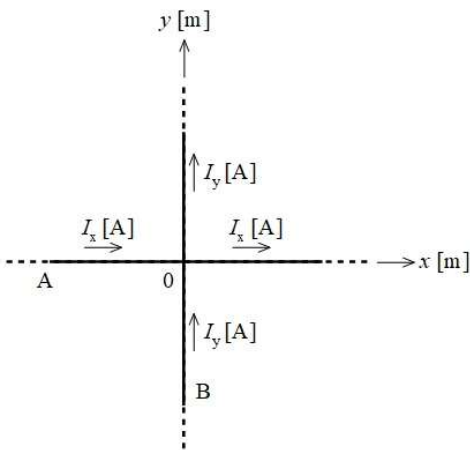
2014 年 問 4

問題 【難易度】★★★★☆☆（普通）

図のように、十分に長い直線状導体A、Bがあり、AとBはそれぞれ直角座標系の x 軸と y 軸に沿って置かれている。Aには $+x$ 方向の電流 I_x [A]が、Bには $+y$ 方向の電流 I_y [A]が、それぞれ流れている。 $I_x > 0$ 、 $I_y > 0$ とする。

このとき、 xy 平面上で I_x と I_y のつくる磁界が零となる点(x [m], y [m])の満たす条件として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、 $x \neq 0$ 、 $y \neq 0$ とする。



- (1) $y = \frac{I_x}{I_y}x$ (2) $y = \frac{I_y}{I_x}x$ (3) $y = -\frac{I_x}{I_y}x$
- (4) $y = -\frac{I_y}{I_x}x$ (5) $y = \pm x$

【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

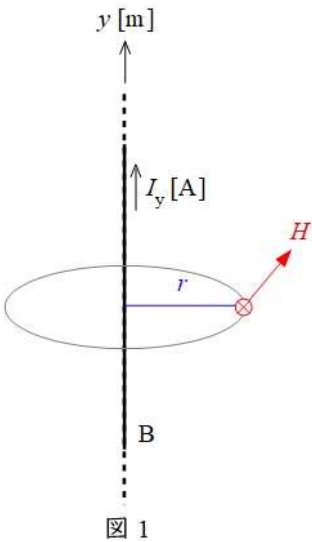
それぞれの電流が作る磁界を分けて考えることが肝となります。あとは、右ねじの法則とアンペールの周回積分の法則を使用して、計算間違いしないように解いて下さい。

1.アンペールの周回積分の法則

図1のように無限長直線電流 I が流れているとき、電線から距離 r の位置での磁界の強さ H は、

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

となります。



② 右ねじの法則とは、電流の向きにねじが進むように回した時、ねじを回転の向きが磁界の向きに一致することをいいます。

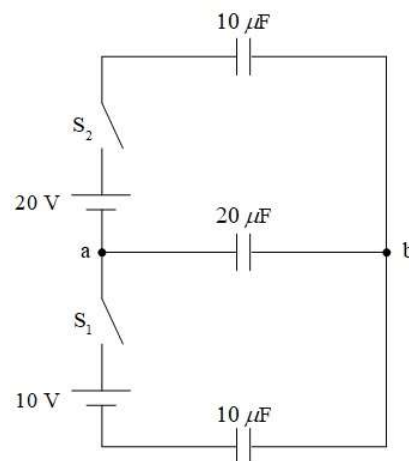
2014 年 問 5

問題 【難易度】★★★★☆☆（普通）

図のように、コンデンサ 3 個を充電する回路がある。スイッチ、 S_1 及び S_2 を同時に閉じてから十分に時間が経過し、定常状態となったとき、a 点からみた b 点の電圧の値[V]として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、各コンデンサの初期負荷は零とする。

- (1) $-\frac{10}{3}$ (2) -2.5 (3) 2.5 (4) $\frac{10}{3}$ (5) $\frac{20}{3}$



【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

普通に解いても解ける問題ですが、本問では重ね合わせの理を用いるのが最も楽な方法であると思います。

1. 重ね合わせの理

複数の電源で構成された回路は、電源毎に計算した電流を重ね合わせて求めることができます。この時、電圧源は短絡、電流源は開放します。本問の回路は図 1 のように分解できます。

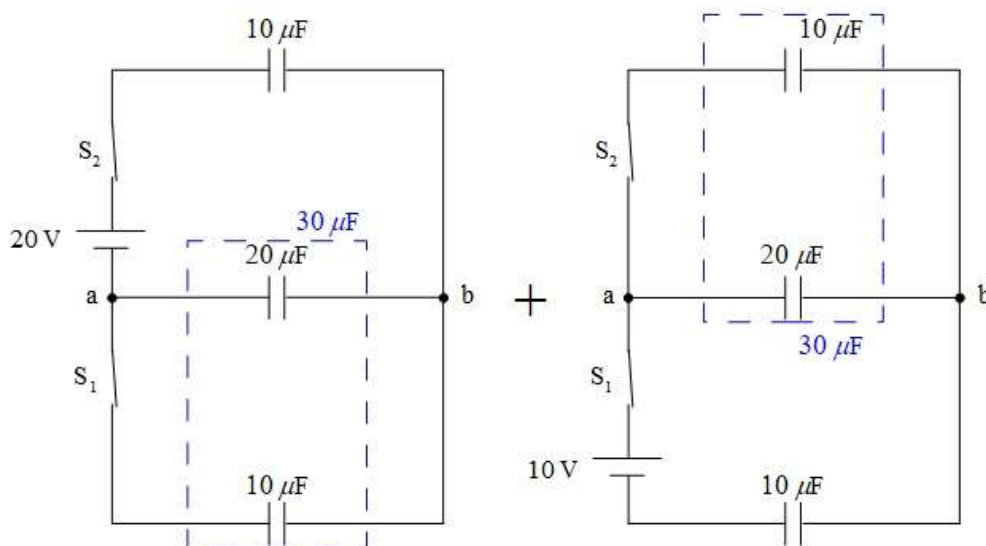


図 1

2. コンデンサの分圧

図 2 の回路において、各コンデンサに蓄えられる電荷が等しいので、

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{1}$$

となり、 V_1 と V_2 の合計が電源電圧と等しいので、

$$V_1 + V_2 = E \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{2}$$

となります。②より，

$$V_2 = E - V_1$$

であるので，これを①に代入すると，

$$\begin{aligned} C_1 V_1 &= C_2 (E - V_1) \\ (C_1 + C_2) V_1 &= C_2 E \\ V_1 &= \frac{C_2}{C_1 + C_2} E \end{aligned}$$

となり，同様に，

$$V_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} E$$

と求められます。

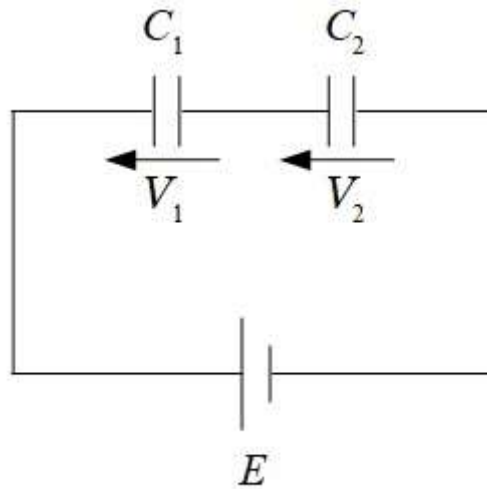


図 2

① コンデンサと電圧の添え字が逆転すること，比率計算の時に添え字の比にならないことを「逆比になる」といいます。

【解答】

解答：(3)

ワンポイント解説「1.重ね合わせの理」の通り，問題図は図 1 のように分解できる。図 1 左において□で囲んだ部分の並列合成静電容量は $30\ \mu\text{F}$ であるから，a点からみたb点の電圧 V_{ba1} は，

$$\begin{aligned} V_{ba} &= \frac{10}{10 + 30} \times 20 \\ &= 5\ [\text{V}] \end{aligned}$$

となる。同様に図 1 右においてa点からみたb点の

電圧 V_{ba2} は，電圧の向きに注意すると，

$$\begin{aligned} -V_{ba} &= \frac{10}{10 + 30} \times 10 \\ V_{ba} &= -2.5\ [\text{V}] \end{aligned}$$

となる。よって，a点からみたb点の電圧はそれぞれの電圧の合成であるから，

$$\begin{aligned} V_{ba} &= V_{ba} + V_{ba} \\ &= 5 - 2.5 \\ &= 2.5\ [\text{V}] \end{aligned}$$

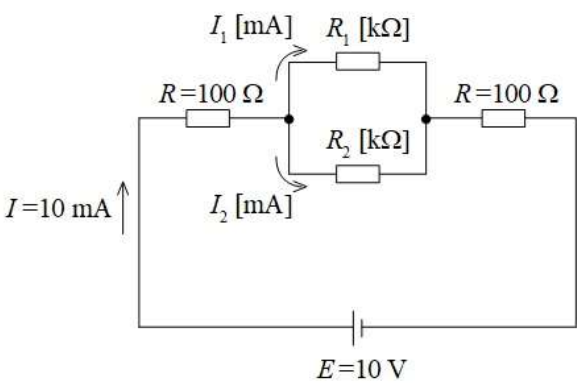
と求められる。

2014 年 問 6

問題 【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

図のように、抵抗を直並列に接続した直流回路がある。
この回路に流れる電流 I の値は、 $I = 10 \text{ mA}$ であった。こ
のとき、抵抗 $R_2 \text{ [k}\Omega\text{]}$ として、最も近い R_2 の値を次の(1)
～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、抵抗 $R_1 \text{ [k}\Omega\text{]}$ に流れる電流 $I_1 \text{ [mA]}$ と抵抗
 $R_2 \text{ [k}\Omega\text{]}$ に流れる電流 $I_2 \text{ [mA]}$ の電流比 $\frac{I_1}{I_2}$ の値は $\frac{1}{2}$ とする。



- (1) 0.3 (2) 0.6 (3) 1.2 (4) 2.4 (5) 4.8

【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

キルヒホッフの法則とオームの法則を用いれば
それほど難しい問題ではありません。落ち着いて
計算するようにして下さい。

【解答】

解答 : (3)

$R = 100 \text{ }\Omega$ の電圧降下 V_R は、

$$\begin{aligned} V_R &= RI \\ &= 100 \times 10 \times 10^{-3} \\ &= 1 \text{ [V]} \end{aligned}$$

であるので、 $R_2 \text{ [k}\Omega\text{]}$ にかかる電圧 V_{R2} は、

$$\begin{aligned} V_{R2} &= E - V_R - V_R \\ &= 10 - 1 - 1 \\ &= 8 \text{ [V]} \end{aligned}$$

となる。また、題意より $I_1 \text{ [mA]}$ と $I_2 \text{ [mA]}$ の電流比

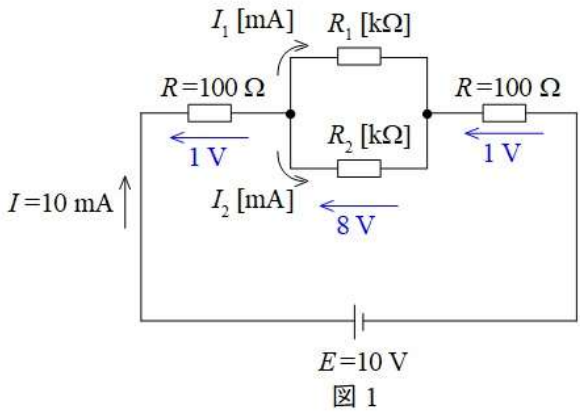
$\frac{I_1}{I_2}$ の値は $\frac{1}{2}$ であるので、

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{2}{3} I \\ &= \frac{2}{3} \times 10 \\ &= \frac{20}{3} \text{ [mA]} \end{aligned}$$

となる。よって、抵抗 R_2 の大きさは、

$$\begin{aligned} R_2 &= \frac{V_{R2}}{I_2} \\ &= \frac{8}{\frac{20}{3} \times 10^{-3}} \\ &= 1.2 \times 10^3 \text{ [}\Omega\text{]} \rightarrow 1.2 \text{ [k}\Omega\text{]} \end{aligned}$$

と求められる。

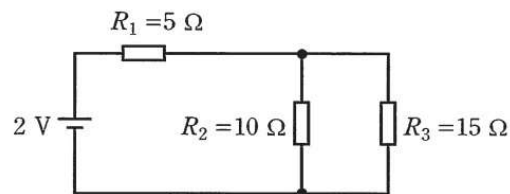


2014 年 問 7

問題 【難易度】★★★☆☆（普通）

図に示す直流回路において、抵抗 $R_1 = 5 \Omega$ で消費される電力は抵抗 $R_3 = 15 \Omega$ で消費される電力の何倍となるか。その倍率として、最も近い値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.9 (2) 1.2 (3) 1.5 (4) 1.8 (5) 2.1



【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

分流の計算と合成抵抗の計算、消費電力の計算の基本公式をすべて理解していることを問う問題です。いずれも基本公式なので、よく理解しておいて下さい。

1.並列回路の分流の計算

図 1 のような回路がある時、 R_1 及び R_2 に流れる電流 I_1 , I_2 は、

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I, \quad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

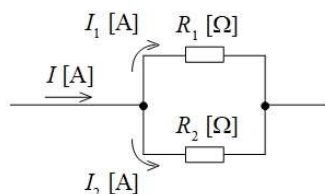


図 1

② 逆比かそうでないか迷ったときは、電圧降下が等しくなるような比にしましょう。上図で言うと、

$$I_1 R_1 = I_2 R_2$$
となるような I_1 及び I_2 を設定します。

2.並列回路の合成抵抗

図 1 のような回路が与えられている時、 R_1 と R_2 の合成抵抗 R は、

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

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

3.抵抗での消費電力

抵抗 R に電圧 V ががかかっており、電流 I が流れてい

る時、抵抗での消費電力 P は、

$$P = RI^2 = VI = \frac{V^2}{R}$$

【解答】

解答：(5)

ワンポイント解説「2.並列回路の合成抵抗」より、 R_2 と R_3 の合成抵抗 R_{23} は、

$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{10 \times 15}{10 + 15} = 6 [\Omega]$$

となるので、 R_1 , R_2 , R_3 の合成抵抗 R は、

$$R = R_1 + R_{23} = 5 + 6 = 11 [\Omega]$$

と求められる。よって、 R_1 に流れる電流 I_1 は、

$$I_1 = \frac{2}{R} = \frac{2}{11} [\text{A}]$$

となるので、ワンポイント解説「3.抵抗での消費電力」より R_1 での消費電力 P_1 は、

$$P_1 = R_1 I_1^2 = 5 \times \left(\frac{2}{11}\right)^2 = \frac{20}{121} [\text{W}]$$

と求められる。また、抵抗 R_3 にかかる電圧 V_3 は、

$$V_3 = \frac{R_{23}}{R_1 + R_{23}} \times 2 = \frac{6}{5 + 6} \times 2 = \frac{12}{11} [\text{V}]$$

となるので、抵抗 R_3 での消費電力 P_3 は、

$$P_3 = \frac{V_3^2}{R_3} = \frac{V_3^2}{R_3} = \frac{\left(\frac{12}{11}\right)^2}{15} = \frac{144}{121 \times 15} [\text{W}]$$

となる。よって、 R_1 と R_3 の消費電力の比は、

$$\frac{P_1}{P_3} = \frac{\frac{20}{121}}{\frac{144}{121 \times 15}} = \frac{20 \times 15}{144} \approx 2.08 \rightarrow 2.1$$

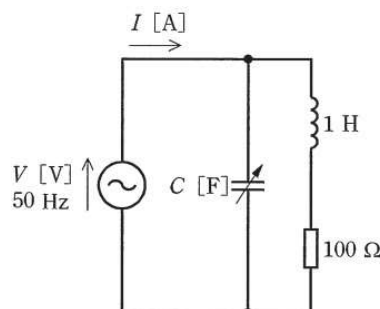
と求められる。

2014 年 問 8

問題 【難易度】★★★★☆☆ (普通)

図の交流回路において、電源を流れる電流 I [A] の大きさが最小となるように静電容量 C [F] の値を調整した。このときの回路の力率の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.11 (2) 0.50 (3) 0.71 (4) 0.87 (5) 1



【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

電気の勉強に習熟してくると 1 秒で解けてしまう問題です。本問の場合、電流は力率が 1 の時最小となることを知っていれば、下記のような計算は不要と思います。

1.リアクトル L とコンデンサ C のインピーダンス

インダクタンス L のリアクトルと静電容量 C のコンデンサのインピーダンスとアドミタンスは、電源の周波数を f とすると、

$$Z_L = j\omega L, \quad Y_L = \frac{1}{j\omega L}$$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C}, \quad Y_C = j\omega C$$

となります。

【解答】

解答：(5)

リアクトルと抵抗の合成インピーダンス Z は、

$$Z = R + j\omega L$$

であるから、コンデンサを含めた合成アドミタンス Y は、

$$\begin{aligned} Y &= j\omega C + \frac{1}{Z} \\ &= j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L} \\ &= j\omega C + \frac{R - j\omega L}{R^2 + (\omega L)^2} \\ &= \frac{R}{R^2 + (\omega L)^2} + j\omega \left[C - \frac{L}{R^2 + (\omega L)^2} \right] \end{aligned}$$

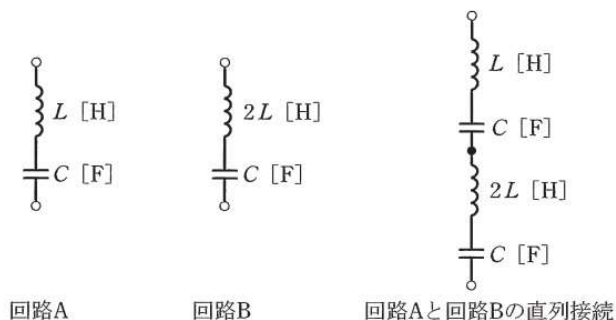
となる。ここで、 $I = |Y|V$ の関係があるので、 I が最小となるためには、 $|Y|$ が最小となる必要があり、 C は虚数部のみの変数であるため、虚数部が 0 となれば最小となる。

よって、電流と電圧は同位相となり、力率は 1 となる。

2014 年 問 9

問題 【難易度】★★★☆☆（普通）

図のように、二つのLC直列共振回路A, Bがあり、それぞれの共振周波数が f_A [Hz], f_B [Hz]である。これからA, Bをさらに直列に接続した場合、全体としての共振周波数が f_{AB} [Hz]になった。 f_A , f_B , f_{AB} の大小関係として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



- (1) $f_A < f_B < f_{AB}$ (2) $f_A < f_{AB} < f_B$ (3) $f_{AB} < f_A < f_B$ (4) $f_{AB} < f_B < f_A$ (5) $f_B < f_{AB} < f_A$

【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

直列回路の共振条件は非常に重要な概念となるので、どうしてそうなるのかも含め、必ず算出できるようにしておきましょう。

1.直列回路の共振条件

共振条件は電圧と電流が同位相になる状態を言い、回路のリアクタンスが零になる状態のことを言います。図1の回路のリアクタンスは、角周波数を $\omega = 2\pi f$ とすると、

$$\begin{aligned} j\omega L + \frac{1}{j\omega C} &= 0 \\ j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) &= 0 \\ \omega L &= \frac{1}{\omega C} \end{aligned}$$

の時共振となり、その共振角周波数と共振周波数は、

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{1}{\sqrt{LC}} \\ f &= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \end{aligned}$$

で求められます。

?

$\omega = 2\pi f$ の関係を利用して f を求めます。

【解答】

解答：(5)

ワンポイント解説「1.直列回路の共振条件回路」の通り、回路Aの共振周波数 f_A は、

$$f_A = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

であり、回路Bの共振周波数 f_B は、

$$f_B = \frac{1}{2\pi\sqrt{2LC}}$$

となり、さらに、A, Bを直列接続した場合の共振周波数 f_{AB} は、

$$\begin{aligned} f_{AB} &= \frac{1}{2\pi\sqrt{3L \cdot \frac{C}{2}}} \\ &= \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{3}{2}LC}} \end{aligned}$$

と求められるので、 $f_B < f_{AB} < f_A$ となる。

2014 年 問 10

問題 【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

交流回路に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、抵抗 R [Ω]、インダクタンス L [H]、静電容量 C [F]とする。

(1)正弦波交流起電力の最大値を E_m [V]、平均値を E_a [V]とすると、平均値と最大値の関係は、理論的に次のように表される。

$$E_a = \frac{2E_m}{\pi} \approx 0.637E_m \text{ [V]}$$

(2)ある交流起電力の時刻 t [s]における瞬時値が、 $e = 100\sin 100\pi t$ [V]であるとする、この起電力の周期は20 msである。

(3)RLC直列回路に角周波数 ω [rad/s]の交流電圧を加えたとき、 $\omega L > \frac{1}{\omega C}$ の場合、回路を流れる電流の位相は回路に加えた電圧より遅れ、 $\omega L < \frac{1}{\omega C}$ の場合、回路を流れる電流の位相は回路に加えた電圧より進む。

(4)RLC直列回路に角周波数 ω [rad/s]の交流電圧を加えたとき、 $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ の場合、回路のインピーダンス Z [Ω]は、 $Z = R$ [Ω]となり、回路に加えた電圧と電流は同相になる。この状態を回路の共振状態であるという。

(5)RLC直列回路のインピーダンス Z [Ω]、電力 P [W]及び皮相電力 S [V・A]を使って回路の力率 $\cos\theta$ を表すと、 $\cos\theta = \frac{R}{Z}$ 、 $\cos\theta = \frac{S}{P}$ の関係がある。

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

誤答選択問題ですが、中身は計算問題のような内容です。誤答が見つけやすい問題なので、できれば本番では間違えたくないレベルと言えると思います。

【解答】

解答：(5)

(1):正しい この選択肢を正確に解くためには積分の知識が必要です。わからない場合は保留にしておくと良いと思います。

正弦波交流の平均値を求めると、

$$\begin{aligned} E_a &= \frac{1}{\pi} \int_0^\pi E_m \sin \omega t \, d\omega t = \frac{E_m}{\pi} [-\cos \omega t]_0^\pi \\ &= \frac{E_m}{\pi} [1 + 1] = \frac{2E_m}{\pi} \end{aligned}$$

(2):正しい $e = 100\sin 100\pi t$ [V]において、 $\omega = \frac{2\pi}{T} = 100\pi$ であるから、

$$\begin{aligned} \frac{2\pi}{T} &= 100\pi \\ T &= 0.02 \text{ [s]} \rightarrow 20 \text{ [ms]} \end{aligned}$$

(3):正しい 問題点の通り、リアクトル L は電流の位相を遅らせ、 C は電流の位相を進ませます。従って、その大小により遅れと進みが決まります。

(4):正しい 問題文の通りです。

(5):誤り 皮相電力を S [V・A]、有効電力を P [W]、無効電力を Q [var]とすると、図1のような関係があり、力率 $\cos\theta$ は $\frac{P}{S}$ となります。

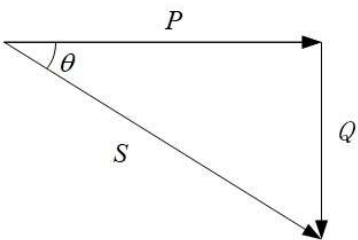
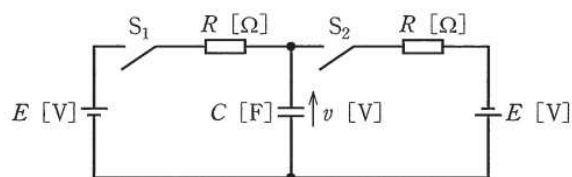


図 1

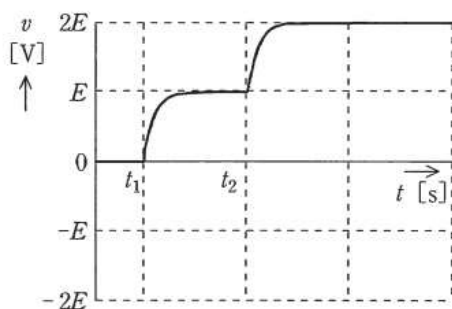
2014 年 問 11

問題 【難易度】 ★★★☆☆ (普通)

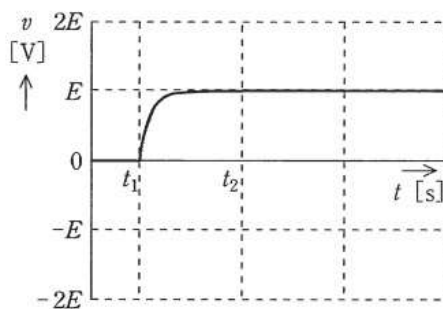
図のように、直流電圧 E [V]の電源が2個、 R [Ω]の抵抗が2個、静電容量 C [F]のコンデンサ、スイッチ S_1 と S_2 からなる回路がある。スイッチ S_1 と S_2 の初期状態は、共に開いているものとする。電源の内部インピーダンスは零とする。時刻 $t = t_1$ [s]でスイッチ S_1 を閉じ、その後、時定数 CR [s]に比べて十分に時間が経過した時刻 $t = t_2$ [s]でスイッチ S_1 を開き、スイッチ S_2 を閉じる。このとき、コンデンサの端子電圧 v [V]の波形を示す図として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、コンデンサの初期電荷は零とする。



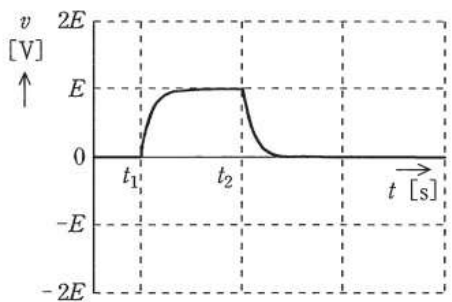
(1)



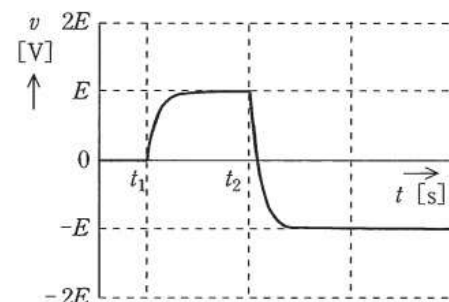
(2)



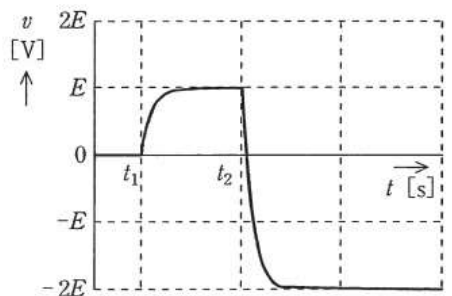
(3)



(4)



(5)



【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

過渡現象の内容を理解しているかを問う問題と

なっています。三種の場合は微分方程式の計算は必要ないので、解答を波形から暗記すると良いと

思います。

1.RC直列回路の過渡現象

図 1 のRC直列回路において、スイッチSを投入した時の過渡現象を考えます。

回路方程式は、

$$Ri + \frac{1}{C} \int i dt = E$$

$$R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = E$$

となる。定常解を q_s 、過渡解を q_t とすると、定常

解は $\frac{dq}{dt}$ であるから、

$$\frac{q_s}{C} = E$$

$$q_s = CE$$

となる。過渡解は $E = 0$ とすると、

$$R \frac{dq_t}{dt} + \frac{q_t}{C} = 0$$

$$R \frac{dq_t}{dt} = -\frac{q_t}{C}$$

$$\frac{1}{q_t} dq_t = -\frac{1}{RC} dt$$

と整理できるので、両辺積分すると、

$$\ln q_t = -\frac{1}{RC} t + C (C \text{は積分定数})$$

$$q_t = Ae^{-\frac{1}{RC} t} (A = e^C)$$

と求められる。よって、一般解は、

$$q = q_s + q_t$$

$$= CE + Ae^{-\frac{1}{RC} t}$$

と求められる。ここで、初期状態での蓄えられる電荷は零であるから、

$$0 = CE + Ae^{-\frac{1}{RC} \times 0}$$

$$A = -CE$$

となり、

$$q = CE \left(1 - e^{-\frac{1}{RC} t} \right)$$

となる。両辺微分すると、

$$i = \frac{E}{R} e^{-\frac{1}{RC} t}$$

と求められる。また、コンデンサの電圧 v は、

$$v = \frac{q}{C}$$

$$= E \left(1 - e^{-\frac{1}{RC} t} \right)$$

と求められる。

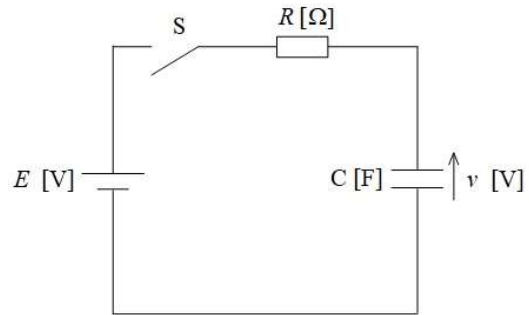


図 1

【解答】

解答：(4)

初期状態からスイッチ S_1 を閉じると、回路は図 2 のようになり、ワンポイント解説「1.RC直列回路の過渡現象」の通り、コンデンサの電圧 v は、

$$v = E \left(1 - e^{-\frac{1}{RC} t} \right)$$

であるため、十分時間が経った状態 $t \rightarrow \infty$ では、

$$v = E$$

となる。

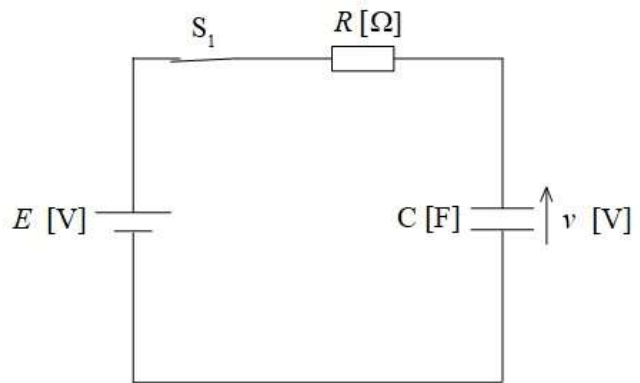


図 2

次にスイッチ S_1 を開き、スイッチ S_2 を閉じると図 3 のようになり、十分に時間が経った状態では、

$$v = -E$$

となる。よって、この条件を満たす選択肢は(4)となる。

2014 年 問 12

問題 【難易度】★★★☆☆（普通）

半導体のpn接合を利用した素子に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1)ダイオードに p 形が負, n形が正となる電圧を加えたとき, p形, n形それぞれの領域の少数キャリアに対しては, 順電圧と考えられるので, この少数キャリアが移動することによって, 極めてわずかな電流が流れる。
- (2)pn接合をもつ半導体を用いた太陽電池では, そのpn接合部に光を照射すると, 電子と正孔が発生し, それらがpn接合部で分けられ電子がn形, 正孔がp形のそれぞれの電極に集まる。その結果, 起電力が生じる。
- (3)発光ダイオードのpn接合領域に順電圧を加えると, pn接合領域でキャリアの再結合が起こる。再結合によって, そのエネルギーに相当する波長の光が接合部付近から放出される。
- (4)定電圧ダイオード(ツェナーダイオード)はダイオードにみられる順電圧・電流特性の急激な降伏現象を利用したものである。
- (5)空乏層の静電容量が, 逆電圧によって変化する性質を利用したダイオードの可変容量ダイオード又はバラクダイオードという。逆電圧の大きさを小さくしていくと, 静電容量は大きくなる。

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

半導体の特性を問う問題です。pn接合に関する問題は, 電子理論の中でも非常に出題されやすい問題なので, よく理解しておくようにしておきましょう。

【解答】

解答 : (4)

(1) : 正しい

問題文の通り, p形が負, n形が正となる電圧すなわち逆電圧を加えた場合でも, 少数キャリアがあるので, 極めてわずかな電流が流れます。

① pとはpositive (正), nとはnegative (負) を意味します。

(2) : 正しい

太陽電池の原理そのものの説明です。pn接合部に光を照射すると, 電子と正孔が発生し, それらがpn接合部で分けられ電子がn形, 正孔がp形のそれぞれの電極に集まる結果, 起電力が生じます。したがって, 発生する電気は直流となるので, 系統

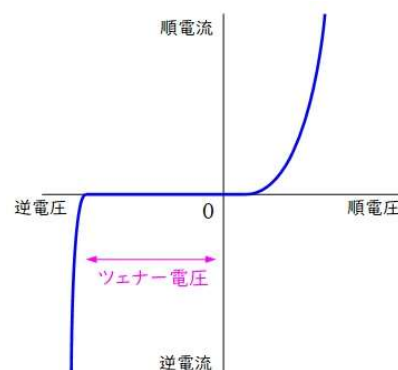
に連系する際はインバータが必要になります。

(3) : 正しい

発光ダイオードの原理そのものの説明となります。

(4) : 誤り

ツェナーダイオードは下図のように逆電圧の急激な降伏現象を利用し, 定電圧を出力させます。



(5) : 正しい

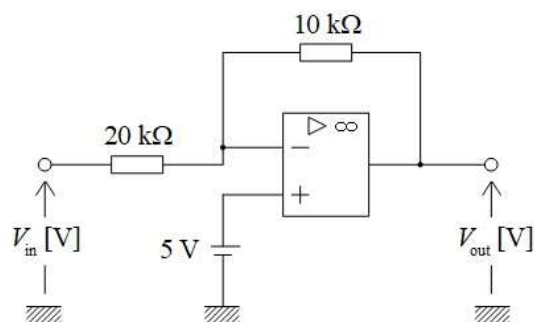
問題文の通り, 可変容量ダイオードはツェナー電圧以下の逆電圧を加えることによって, コンデンサとして利用します。逆電圧の大きさを小さくすると, 静電容量は大きくなります。

2014 年 問 13

問題 【難易度】★★☆☆☆ (やや易しい)

図のような、演算増幅器を用いた能動回路がある。直流入力電圧 V_{in} [V]が3 Vのとき、出力電圧 V_{out} [V]として、最も近い V_{out} の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。
ただし、演算増幅器は、理想的なものとする。

- (1) 1.5 (2) 5 (3) 5.5 (4) 6 (5) 6.5



【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

演算増幅器の特徴を理解していれば、あとは単純な計算となります。演算増幅器の問題はほぼパターン化されているので、確実に解けるように過去問を習熟しましょう。

1.理想的な演算増幅器の特徴

1. 電圧増幅率が無限大である。したがって、無限大でない有限数が出力される時、入力端子間の電圧は0V(バーチャルショート)となる。

② 実際に短絡（通電）しているわけではないですが、電位差がゼロとなるため、バーチャル（仮想的な）ショート（短絡）と言います。

2. 入力インピーダンスが無限大である。したがって入力端子に電流は流れない。
3. 出力インピーダンスがゼロである。

【解答】

解答：(4)

図1のように各部の電圧電流を置く。ワンポイント解説「1.理想的な演算増幅器の特徴」の通り、演算増幅器の入力端子間の電圧は零なので、 $V_- =$

5 Vとなる。したがって、20 kΩを流れる電流は右から左へ流れ、その大きさは、

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{5 - 3}{20 \times 10^3} \\ &= 1.0 \times 10^{-4} \text{ [A]} \end{aligned}$$

となる。ワンポイント解説「1.理想的な演算増幅器の特徴」より、入力端子には電流は流れないので、

$$\begin{aligned} I_2 &= I_1 \\ &= 1.0 \times 10^{-4} \text{ [A]} \end{aligned}$$

となるので、出力電圧 V_{out} は、

$$\begin{aligned} V_{out} &= V_- + 10 \times 10^3 \times I_2 \\ &= 5 + 10 \times 10^3 \times 1.0 \times 10^{-4} \\ &= 6 \text{ [V]} \end{aligned}$$

と求められる。

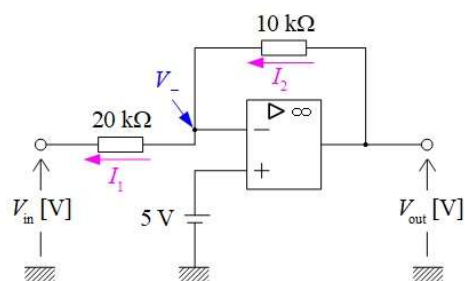
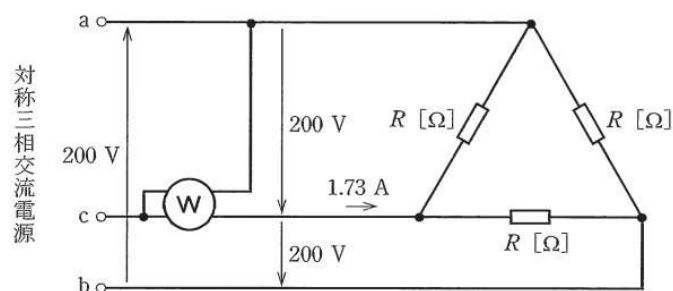


図1

2014 年 問 14

問題 【難易度】★★★★☆（やや難しい）

図のように200 Vの対称三相交流電源に抵抗 $R [\Omega]$ からなる平衡三相負荷を接続したところ、線電流は1.73 Aであった。いま、電力計の電流コイルをc相に接続し、電流コイルc-a相間に接続したとき、電力計の指示 $P [W]$ として、最も近い P の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



ただし、対称三相交流電源の相回転はa, b, cの順とし、電力計の電力損失は無視できるものとする。

- (1) 200 (2) 300 (3) 346 (4) 400 (5) 600

【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

問題図のような電力計ではc-a間電圧とc相電流から求められる有効電力であることを知っておかなければなりません。これはある程度問題慣れが必要だと思います。ただし、慣れてしまえばすんなり解ける問題なので、点数差が発生しやすい問題と言えます。

【解答】

解答：(2)

負荷がすべて抵抗であるので電圧と電流の位相は等しい。各相の電圧と電流を $E_a, E_b, E_c, I_a, I_b, I_c$ とすると、ベクトル図は図1のように描ける。また、c-a間電圧 V_{ca} と I_c のベクトルは図2のように描け、その位相差は $\frac{\pi}{6}$ となる。

よって、電力計の指示 P は、

$$\begin{aligned}
 P &= V_{ca} I_c \cos \frac{\pi}{6} \\
 &= 200 \times 1.73 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \\
 &\approx 300 [W]
 \end{aligned}$$

と求められる。

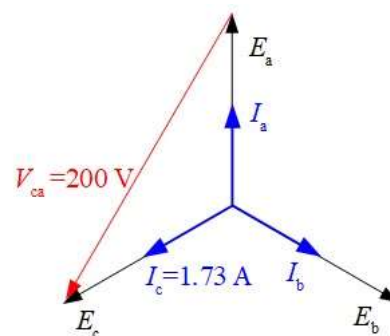


図1

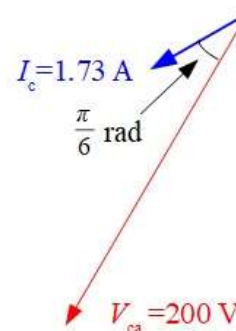
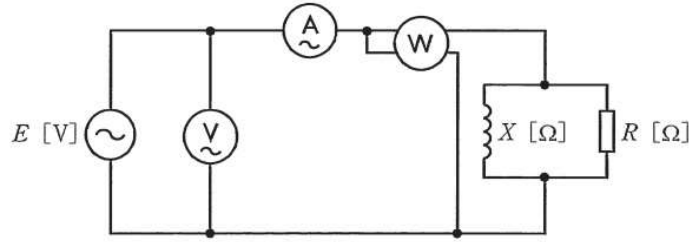


図2

2014 年 問 15

問題 【難易度】★★★★☆☆（普通）

図のように、正弦波交流電圧 E [V]の電源が誘導性リアクタンス X [Ω]のコイルと抵抗 R [Ω]との並列回路に電力を供給している。この回路において、電流計の指示値は12.5 A、電圧計の指示値は300 V、電力計の指示値は2250 Wであった。



ただし、電圧計、電流計及び電力計の損失はいずれも無視できるものとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a)この回路における無効電力 Q [var]として、最も近い Q の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 1800 (2) 2250 (3) 2750 (4) 3000 (5) 3750

(b)誘導性リアクタンス X [Ω]として、最も近い X の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

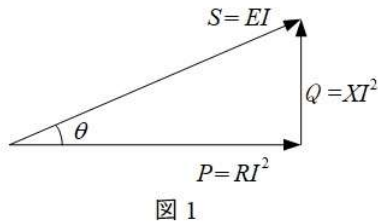
- (1) 16 (2) 24 (3) 30 (4) 40 (5) 48

【正答チェック表】

日にち					
(a)					
(b)					

【ワンポイント解説】

交流の問題は下図のようなベクトル図を描くことが重要です。電験では遅れ無効電力を正とする場合が多いので、図1のように、普段からリアクトルの場合は無効電力は正側に描いた方が良いでしょう。



【解答】

(a)解答：(4)

この回路の皮相電力 S [V・A]は、

$$\begin{aligned} S &= VI \\ &= 300 \times 12.5 \\ &= 3750 \text{ [V・A]} \end{aligned}$$

となる。図1より、有効電力 P が2250 Wであるので、無効電力 Q [var]の大きさは、

$$\begin{aligned} Q &= \sqrt{S^2 - P^2} \\ &= \sqrt{3750^2 - 2250^2} \\ &= 3000 \text{ [var]} \end{aligned}$$

と求められる。

(b)解答：(3)

リアクトルにかかる電圧は300 Vであるから、無効電力 Q との関係より、

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V^2}{X} \\ X &= \frac{V^2}{Q} \\ &= \frac{300^2}{3000} \\ &= 30 \text{ [Ω]} \end{aligned}$$

と求められる。

2014 年 問 16

問題 【難易度】★★★★☆ (やや難しい)

図 1 のように、線間電圧 200 V 、周波数 50 Hz の対称三相交流電源に $1\ \Omega$ の抵抗と誘導性リアクタンス $\frac{4}{3}\ \Omega$ のコイルとの並列回路からなる平衡三相負荷(Y結線)が接続されている。また、スイッチ S を介して、コンデンサ C (Δ 結線)を接続することができるものとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

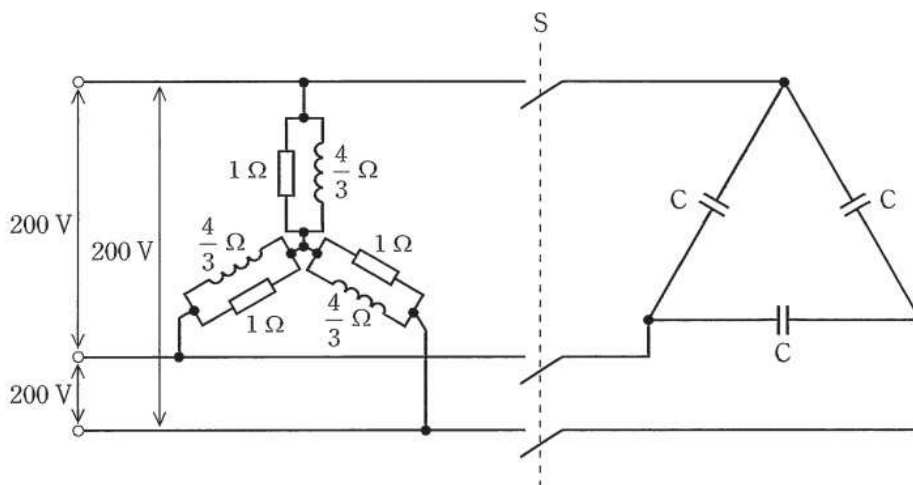


図 1

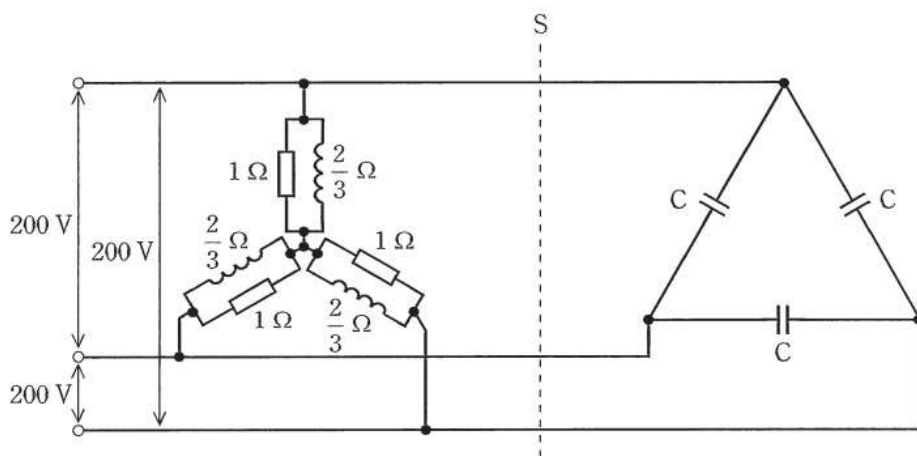


図 2

(a) スイッチ S が開いた状態において、三相負荷の有効電力 P の値[kW]と無効電力 Q の値[kvar]の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	P	Q
(1)	40	30
(2)	40	53
(3)	80	60
(4)	120	90
(5)	120	160

(b) 図 2 のように三相負荷のコイルの誘導性リアクタンスを $\frac{2}{3}\ \Omega$ に置き換え、スイッチ S を閉じてコンデンサ C を接続する。このとき、電源からみた有効電力と無効電力が図 1 の場合と同じ値になったとする。コンデンサ C の静電容量の値[μF]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 800 (2) 1200 (3) 2400 (4) 4800 (5) 7200

【正答チェック表】

日にち					
(a)					
(b)					

【ワンポイント解説】

$\Delta - Y$ 変換を用いる問題です。三種では不平衡負荷の $\Delta - Y$ 変換が出題されることは少ないですが、非常によく出題される公式なので、確実に覚えておくようにしておきましょう。

1.リアクトルとコンデンサのリアクタンスとセプタンス

インダクタンスが L [H] のリアクトルと静電容量 C [F] のコンデンサの各リアクタンス X_L [Ω] と X_C [Ω] 及び各セプタンス b_L [S] と b_C [S] の大きさは、角周波数を ω [rad/s] とすると、

$$X_L = j\omega L, \quad b_L = \frac{1}{j\omega C}$$

$$X_C = \frac{1}{j\omega C}, \quad b_C = j\omega C$$

となります。

2. $\Delta - Y$ 変換と $Y - \Delta$ 変換① $\Delta - Y$ 変換

図 3 において、

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

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

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

② $Y - \Delta$ 変換

図 3 において、

$$\dot{Z}_{ab} = \frac{\dot{Z}_a\dot{Z}_b + \dot{Z}_b\dot{Z}_c + \dot{Z}_c\dot{Z}_a}{\dot{Z}_c}$$

$$\dot{Z}_{bc} = \frac{\dot{Z}_a\dot{Z}_b + \dot{Z}_b\dot{Z}_c + \dot{Z}_c\dot{Z}_a}{\dot{Z}_a}$$

$$\dot{Z}_{ca} = \frac{\dot{Z}_a\dot{Z}_b + \dot{Z}_b\dot{Z}_c + \dot{Z}_c\dot{Z}_a}{\dot{Z}_b}$$

平衡三相回路においては、

$$\dot{Z}_{ab} = \dot{Z}_{bc} = \dot{Z}_{ca} = 3\dot{Z}_a = 3\dot{Z}_b = 3\dot{Z}_c$$

となります。

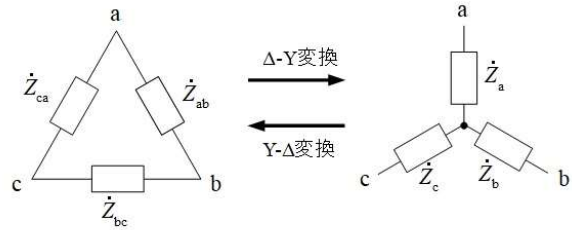


図 3

【解答】

(a)解答 : (1)

図 1 の一相分の等価回路は図 4 のようになる。図 4 より三相分の有効電力 P は、

$$P = 3 \cdot \frac{V^2}{R}$$

$$= 3 \cdot \frac{\left(\frac{200}{\sqrt{3}}\right)^2}{1}$$

$$= 40000 \text{ [W]} \rightarrow 40 \text{ [kW]}$$

と求められる。また、同様に三相分の無効電力 Q は、

$$Q = 3 \cdot \frac{V^2}{X}$$

$$= 3 \cdot \frac{\left(\frac{200}{\sqrt{3}}\right)^2}{\frac{4}{3}}$$

$$= 30000 \text{ [W]} \rightarrow 30 \text{ [kW]}$$

と求められる。

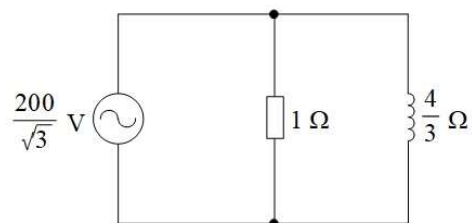


図 4

(b)解答 : (1)

図 2 において、ワンポイント解説「2. $\Delta - Y$ 変換と $Y - \Delta$ 変換」の通り、コンデンサ C を $\Delta - Y$ 変換すると、静電容量は $3C$ となるから、一相分の等価回路は図 5 の通りとなる。

❗ コンデンサCを $\Delta - Y$ 変換すると静電容量としては3倍になります。混乱ないようにしましょう。

題意に沿ってベクトル図を描くと図 6 のようになり、図 1 と図 2 の無効電力は正負が逆になり、同じ大きさの無効電力となる。

よって、その合成インピーダンス(アドミタンス)の大きさも等しくなる。

したがって、その合成アドミタンスは、

$$\begin{aligned}\frac{3}{4} &= \frac{3}{2} - 3 \times 2\pi f C \\ C &= \frac{\frac{3}{4}}{3 \times 2\pi \times 50} \\ &\approx 0.000796 \text{ [F]} \rightarrow 800 \text{ [\mu F]}\end{aligned}$$

と求められる。

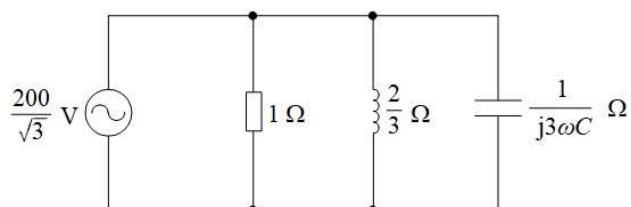


図 5

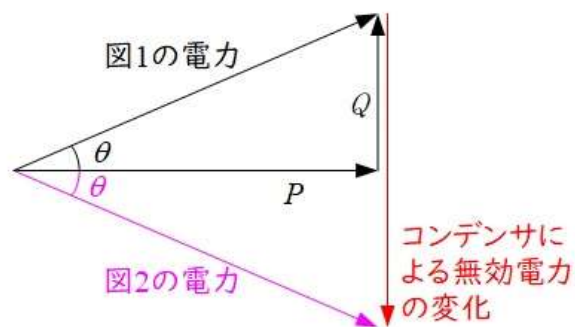
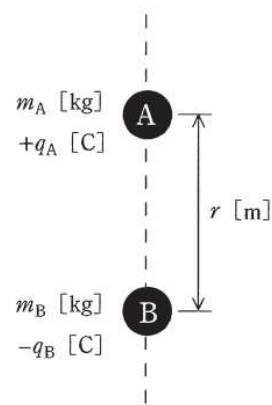


図 6

2014 年 問 17

問題 【難易度】★★★★☆☆（普通）

図のように、真空中において二つの小さな物体A, Bが距離 r [m]を隔てて鉛直線上に置かれている。Aは固定されており、Aの真下にBがある。物体A, Bはそれぞれ、質量 m_A [kg], m_B [kg]をもち、電荷 $+q_A$ [C], $-q_B$ [C]を帯びている。 $q_A > 0$, $q_B > 0$ とし、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]とする。次の(a)及び(b)の問に答えよ。ただし、小問(a)においては重力加速度 g [m/s²]の重力を、小問(b)においては無重力を、それぞれ仮定する。物体A, Bの間の万有引力は無視する。



(a)重力加速度 g [m/s²]の重力のもとでBを初速度零で放ったとき、BはAに近づくように上昇を始めた。このときの条件を表す式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $\frac{q_A q_B}{4\pi\epsilon_0 r^2} > m_B g$

(2) $\frac{q_A q_B}{4\pi\epsilon_0 r} > m_B g$

(3) $\frac{q_A q_B}{4\pi r} > m_B g$

(4) $\frac{q_A q_B}{2\pi\epsilon_0 r^2} > m_B g$

(5) $\frac{q_A q_B}{2\pi\epsilon_0 r} > m_B g$

(b)無重力のもとでBを下向きの初速度 v_B [m/s]で放ったとき、Bは下降を始めたが、途中で速度の向きが変わり上昇に転じた。このときの条件を示す式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $\frac{1}{2} m_B v_B^2 < \frac{q_A q_B}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

(2) $\frac{1}{2} m_B v_B^2 < \frac{q_A q_B}{4\pi\epsilon_0 r}$

(3) $m_B v_B < \frac{q_A q_B}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

(4) $m_B v_B < \frac{q_A q_B}{4\pi\epsilon_0 r}$

(5) $\frac{1}{2} m_B v_B < \frac{q_A q_B}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

【正答チェック表】

日にち					
(a)					
(b)					

【ワンポイント解説】

電磁気と力学を組み合わせたような問題となっています。(a)は力の大きさ、(b)はエネルギーの大きさのバランスで条件が決まります。

1.クーロンの法則

距離 r 離れた二つの電荷 q_A , q_B に加わる力 F は、真空の誘電率を ϵ_0 とすると、

$$F = \frac{q_A q_B}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

となります。法則なので、覚えるのが原則となります。

【解答】

(a)解答：(1)

Bに働く重力の大きさは、 $m_B g$ なので、クーロン力が重力より大きくなればよい。よって、ワンポ

イント解説「1.クーロンの法則」より、

$$\frac{q_A q_B}{4\pi\epsilon_0 r^2} > m_B g$$

と求められる。

(b)解答：(2)

Bの下向きの運動エネルギーの大きさは、 $\frac{1}{2} m_B v_B^2$ であり、クーロン力による上向きのエネルギーの大きさは、

$$F \cdot r = \frac{q_A q_B}{4\pi\epsilon_0 r}$$

であるから、上昇に転じる条件は、

$$\frac{1}{2} m_B v_B^2 < \frac{q_A q_B}{4\pi\epsilon_0 r}$$

と求められる。

2014 年 問 18

問題 【難易度】 ★★★☆☆ (普通)

図 1 は、代表的なスイッチング電源回路の原理図を示している。次の(a)及び(b)の問に答えよ。

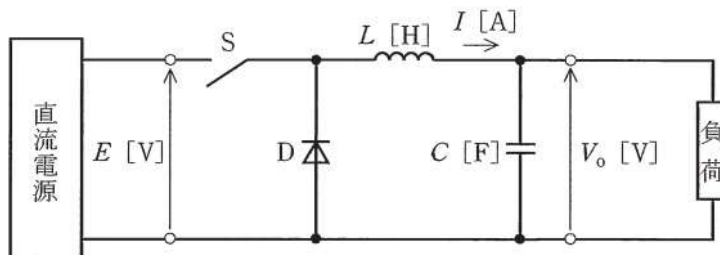


図 1

(a)回路の説明として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1)インダクタンス L [H]のコイルはスイッチ S がオンのときに電磁エネルギーを蓄え、 S がオフのときに蓄えたエネルギーを放出する。
- (2)ダイオード D は、スイッチ S がオンのときには電流が流れず、 S がオフのときに電流が流れる。
- (3)静電容量 C [F]のコンデンサは出力電圧 V_o [V]を平準化するための素子であり、静電容量 C [F]が大きいほどリプル電圧が小さい。
- (4)コイルのインダクタンスやコンデンサの静電容量値を小さくするためには、スイッチ S がオンとオフを繰り返す周期(スイッチング周期)を長くする。
- (5)スイッチの実現には、バイポーラトランジスタや電界効果トランジスタが使用できる。

(b)スイッチ S がオンの間にコイルの電流 I が増加する量を ΔI_1 [A]とし、スイッチ S がオフの間に I が減少する量を ΔI_2 [A]とすると、定常的には図 2 の太線に示すような電流の変化がみられ、 $\Delta I_1 = \Delta I_2$ が成り立つ。ここで出力電圧 V_o [V]のリプルは十分に小さく、出力電圧を一定とし、電流 I の増減は図 2 のような直線的であるとする。また、ダイオードの順方向電圧は 0 V と近似する。さらに、スイッチ S がオン並びにオフしている時間をそれぞれ T_{ON} [s]、 T_{OFF} [s]とする。

ΔI_1 と V_o を表す式の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

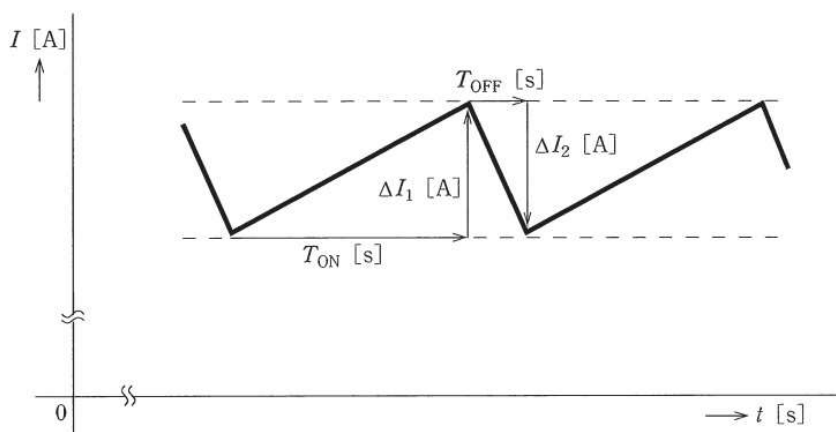


図 2

	ΔI_1	V_o
(1)	$\frac{(E - V_o)T_{ON}}{L}$	$\frac{T_{OFF}E}{T_{ON} + T_{OFF}}$
(2)	$\frac{(E - V_o)T_{ON}}{L}$	$\frac{T_{ON}E}{T_{ON} + T_{OFF}}$
(3)	$\frac{(E - V_o)T_{ON}}{L}$	$\frac{(T_{ON} + T_{OFF})E}{T_{OFF}}$
(4)	$\frac{(V_o - E)T_{ON}}{L}$	$\frac{(T_{ON} + T_{OFF})E}{T_{ON}}$
(5)	$\frac{(V_o - E)T_{ON}}{L}$	$\frac{(T_{ON} + T_{OFF})E}{T_{OFF}}$

【正答チェック表】

日にち						
(a)	(1)					
	(2)					
	(3)					
	(4)					
	(5)					
(b)						

【ワンポイント解説】

機械科目のパワーエレクトロニクスの直流チョップのような内容の問題です。下図のようにスイッチがオンの時とオフの時に導通する場所が変わります。電圧と電流がどうなるかよく考えて理解するようにしましょう。

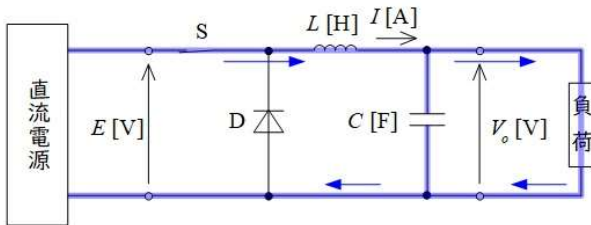


図 1-1 スイッチがオンのとき

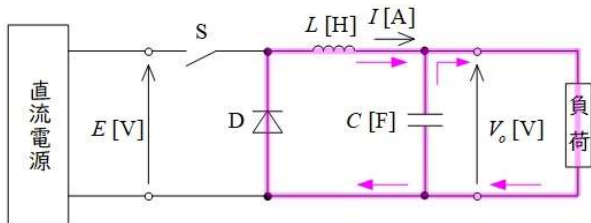


図 1-2 スイッチがオフのとき

【解答】

(a)解答 : (4)

(1): 正しい 問題文の通り、リアクトル L はスイッチ S がオンのときに電源からの電磁エネルギーを蓄え、スイッチ S がオフのときに電磁エネルギーを放出します。

(2): 正しい ワンポイント解説図 1-1、図 1-2 の通りダイオードはスイッチ S がオンの時は電流は流れず、オフの時電流が流れます。

(3): 正しい

静電容量が大きいほど、大きな電荷が蓄積されるため、電圧の変化が小さくなり、リップル(脈動)も小さくなります。

(4): 誤り

スイッチ周期を長くするためには、その分十分な静電容量とインダクタンスが必要となります。したがって、コイルのインダクタンスやコンデンサの静電容量値を小さくするためには、スイッチ S がオンとオフを繰り返す周期(スイッチング周期)を短くする必要があります。

(5): 正しい

問題文の通り、スイッチの実現にはトランジスタを使用します。

(b)解答 : (2)

図 1-1 において、コイルの電圧には、

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t} = E - V_o$$

$$\Delta I = \frac{E - V_o}{L} \Delta t$$

の関係があるので、 $\Delta I \rightarrow \Delta I_1$ 、 $\Delta t \rightarrow T_{ON}$ を代入すると、

$$\Delta I_1 = \frac{E - V_o}{L} T_{ON}$$

と求められる。

図 1-2 において、コイルの電圧には、

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t} = V_o$$

$$\Delta I = \frac{V_o}{L} \Delta t$$

の関係があるので、 $\Delta I \rightarrow \Delta I_2$ 、 $\Delta t \rightarrow T_{OFF}$ を代入すると、

$$\Delta I_2 = \frac{V_o}{L} T_{OFF}$$

となる。ここで、 $\Delta I_1 = \Delta I_2$ であるから、

$$\frac{E - V_o}{L} T_{ON} = \frac{V_o}{L} T_{OFF}$$

$$V_o = \frac{T_{ON} E}{T_{ON} + T_{OFF}}$$

と求められる。

$$I_B = \frac{E}{\sqrt{R_B^2 + \left(\frac{1}{2\pi f \cdot 3C}\right)^2}}$$
$$= \frac{\frac{200}{\sqrt{3}}}{\sqrt{10^2 + \left(\frac{1}{2\pi \times 50 \times 3 \times 0.1 \times 10^{-6}}\right)^2}}$$
$$= \frac{\frac{200}{\sqrt{3}}}{\sqrt{10^2 + 10610^2}}$$
$$= \frac{\frac{200}{\sqrt{3}}}{10610}$$
$$\approx 0.011 \text{ [A]} \rightarrow 11 \text{ [mA]}$$

と求められる。

<電気設備技術基準の解釈第 17 条(抜粋)>

- A 種接地工事は、次の各号によること。
- 一 接地抵抗値は、10 Ω 以下であること。
- 2 B 種接地工事は、次の各号によること。
- 一 接地抵抗値は、17-1 表に規定する値以下であること。

17-1表

接地工事を施す変圧器の種類	当該変圧器の高圧側又は特別高圧側の電路と低圧側の電路との混触により、低圧電路の対地電圧が150Vを超えた場合に、自動的に高圧又は特別高圧の電路を遮断する装置を設ける場合の遮断時間	接地抵抗値 (Ω)
下記以外の場合		150/I _g
高圧又は35,000V以下の特別高圧の電路と低圧電路を結合するもの	1秒を超え2秒以下	(a)300/I _g
	1秒以下	600/I _g

(備考) I_g は、当該変圧器の高圧側又は特別高圧側の電路の1線地絡電流 (単位：A)

- 3 C 種接地工事は、次の各号によること。
- 一 接地抵抗値は、10 Ω (低圧電路において、地絡を生じた場合に 0.5 秒以内に当該電路を自動的に遮断する装置を施設するときは、500 Ω) 以下であること。
- 4 D 種接地工事は、次の各号によること。
- 一 接地抵抗値は、100 Ω (低圧電路において、地絡を生じた場合に 0.5 秒以内に当該電路を自動的に遮断する装置を施設するときは、500 Ω) 以下であること。

関連書籍のご紹介

本当によくわかる過去問完全解説シリーズ

電験 3 種から 1 種まで幅広く試験に対応していきます。

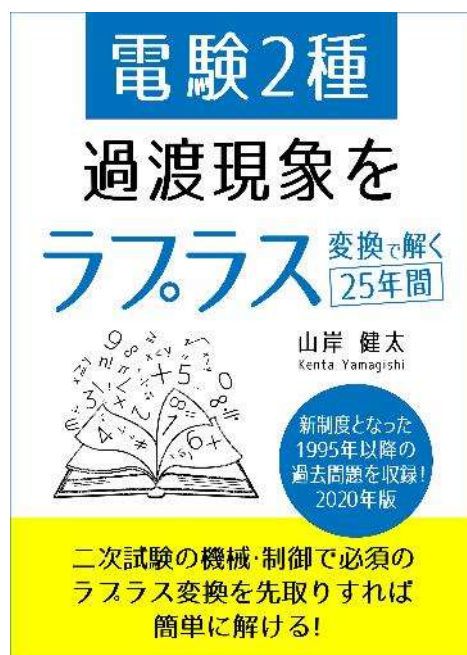
書籍名	販売予定日
本当によくわかる電験 3 種の過去問完全解説 2020 年版 第 1 巻	販売中
本当によくわかる電験 3 種の過去問完全解説 2020 年版 第 2 巻	未定
本当によくわかる電験 2 種一次試験の過去問完全解説 2020 年版 第 1 巻	販売中
本当によくわかる電験 2 種一次試験の過去問完全解説 2020 年版 第 2 巻	未定
本当によくわかる電験 2 種二次試験の過去問完全解説 2020 年版 第 1 巻	2020 年 7 月
本当によくわかる電験 2 種二次試験の過去問完全解説 2020 年版 第 2 巻	未定
本当によくわかる電験 1 種一次試験の過去問完全解説 2020 年版 第 1 巻	2020 年 5 月
本当によくわかる電験 1 種一次試験の過去問完全解説 2020 年版 第 2 巻	未定
本当によくわかる電験 1 種二次試験の過去問完全解説 2020 年版 第 1 巻	2020 年 6 月
本当によくわかる電験 1 種二次試験の過去問完全解説 2020 年版 第 2 巻	未定

※すべて 著者：電験王，編者：山岸 健太

本書籍を含めて、全て電子書籍（本での購入よりも安価な販売価格としています）でも販売する予定です。

電子書籍の販売先は STORES (<https://den1-tanaoroshi.stores.jp>) と Amazon Kindle です。前者であれば、お持ちのプリンタで印刷できる PDF ファイルを入手できますので、学習したい年や科目が決まっている方であれば、低コストで紙での学習が可能です。また、STORES 版は低価格ですので、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 25 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 25 年となります。

紙書籍は Amazon で、電子書籍は STORES (<https://den1-tanaoroshi.stores.jp>) でお買い求めできます。後者であれば、お持ちのプリンタで印刷できる PDF ファイルを入手できますので、学習したい年や科目が決まっている方であれば、低コストで紙での学習が可能です。

※著者：山岸 健太

本当によくわかる電験 3 種の過去問完全解説 2020 年版 第 1 巻

2020 年 5 月 10 日 第 1 版

著 者：電験王

ホームページ：電験王

URL：https://denken-ou.com

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

- 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。
- 本書の無断複写（電子化含む）は著作権法上での例外を除き禁じられています。個人使用以外の用途において複写される場合は、その都度事前に著者の許諾を得てください。また本書を代行業者等の第三者に依頼してスキャンやデジタル化することはたとえ個人や家庭内での利用であっても一切認められません。