

現場・技術系資格専門

 SAT

消防設備士

甲種第4類・乙種第4類

共通テキスト①



消防設備士 甲種第4類・乙種第4類 共通テキスト①

目次

第1章	電気に関する基礎知識(物理、計算)	
はじめに	学習のポイント	6
Theme1	オームの法則とキルヒホッフの法則	12
Theme2	合成抵抗と抵抗率	18
Theme3	ブリッジ回路	24
Theme4	電流と電圧の分配	28
Theme5	電圧計及び電流計の接続法	32
Theme6	電力と電力量	36
Theme7	クーロンの法則と静電容量	40
Theme8	電気と磁気	46
Theme9	正弦波交流と位相差	50
Theme10	2つのリアクタンスとインピーダンス	56
Theme11	交流の電力と力率	62
Theme12	指示電気計器の分類	66
Theme13	その他の電気計器と測定値	70
Theme14	変圧器	78
Theme15	蓄電池	82
Theme16	三相誘導電動機	86
Theme17	演習問題	88

第1章

電気に関する 基礎知識

第1章では、電気に関する基礎知識を学習します。計算問題も出題されますし、覚えることが多い分野です。

中学～高校で理科が得意だった人は復習と思い組みましょう。

苦手な受験生の多い科目ですが、出題箇所には傾向があるため、繰り返し問題を解き、理解を意識しましょう。

甲種目標得点: 10点満点中6点以上
乙種目標得点: 5点満点中3点以上



Navigation 要点をつかもう!

-ADVICE-



目に見えない電気という正体不明のものを扱うこと、計算問題等も多く、数字や記号の羅列に頭が痛くなる受験生が多くいるようです。

しかし、記号の意味するところを理解すれば、あとは簡単な四則の計算問題です！分数の計算を苦手にする人も多いみたいですが、ケーキをイメージして理解しましょう!!

～学習を進めるうえで、意識したいポイント～

- ① 計算問題における答えの単位 [W・s] の記載があり、そこから計算式を読み解くことができる！単位の変換等は、要注意!!
- ② 計算問題は、計算過程を理解して学習しよう。くれぐれも、暗記はしない!! 単位の記号は、その意味を表す英語の頭文字。英語の意味を少し理解して、掛け算と割り算の省略記号を理解すれば、計算式が理解できる!!

Lecture 詳細をチェック!

1

計算問題における単位と変換

小学校の授業で学習した、「速さ・時間・距離」を例に復習してみましょう。「は・じ・き」として学習した方もいるかもしれませんが、わかりやすいのは

「**木**」の下に「**歯**」抜けの「**じ**」じい」です。それぞれの頭文字を表しています。

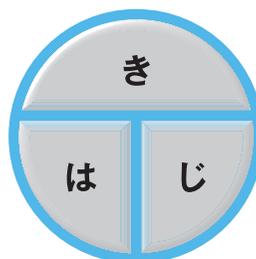
速さ:「は」、距離:「き」、時間:「じ」

つまり、距離は速さと時間の掛け算(積)

速さは距離と時間の割り算(商)

時間は距離と速さの割り算(商)

となります。



「計算式は分かったけど、単位が絡むと分かりづらいんだ」

筆者は、多くの受験生やその予備軍からこのような質問を受けます。以下を例に見てみましょう。

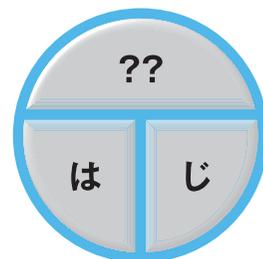
(例) 時速50kmの車を運転して、30分後には何km進んだか?

上記の公式に従えば、距離=速さ×時間 となります。

求めるのは、距離です。右図の通り、距離が分からない場合にはどうするのか? 距離の下にある、隣り合わせの速さと時間を掛け算すればよいのです。

問題文より、速さは時速50kmとなります。

この時、50km/hと表記します。「/」は、割り算の表記です。



$$\frac{50\text{km}}{1\text{h}}$$

分子は50kmですが、分母のhは「時間(hourの略)」を意味します。このとき分母の1は省略しますので、1時間当たり50kmの速度という意味の単位になるのです。

今度は時間です。問題文中では30分と表記があります。現在の速度は、1時間当たりとなっていますので、30分はその半分の時間です。よって、

距離=50km/h×0.5=25kmとなります。

今度は、消防設備士の試験でも問われる電力量を例に見てみましょう。

具体的な定義については後ほど説明しますが、電力をどのくらい消費したかを電力量といいます。この電力量ですが、単位が**ワット秒** [W・s] や **ワット時** [W・h] で表されることから、以下の式で求めることができます。

電力量 [W・s] = 電力 [W] × 秒 [s] ※「s」は秒を表す英語「second」の頭文字

電力量 [W・h] = 電力 [W] × 時間 [h] ※「h」は時間を表す英語「hour」の頭文字

単位中の「・」は、掛け算(積)を表す省略記号です。よって、電力と加えた時間の積が電力量であると分かります。

このように、単位記号(「/」や「・」)と公式中の記号の意味が分かれば、難解と思われる計算問題も、ちょっとした掛け算と割り算の組み合わせなんだと分かるのです!!

分数の計算が苦手という受験生を講師はよく耳にします。ここでは、ケーキの取り分けを例に分数を学習してみましょう。

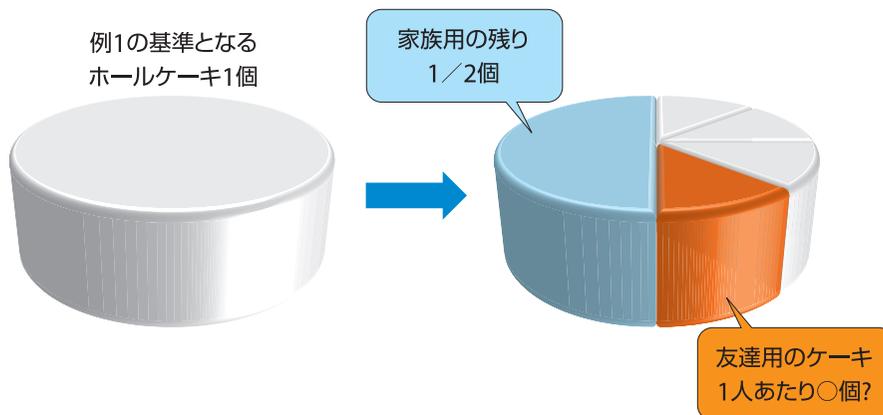
「今更分数だなんて、小学校の復習じゃないか!」

そうなんです!そうなんです、この分数の理解が不十分な人は本当に多いのです!学校で公務員の先生が教えるのは機械的な計算法ばかりで、実際の生活に活かした知識や知恵は教えてくれません。ごくごく当たり前で、今更ではあるけれど、ケーキを例に3つの事例を見ていきましょう。

例 1

大山さんのお父さんが、大山さんのために大きな丸いホールのケーキを1個買ってきました。友達4人が遊びに来ることになっていたので、大山さんはケーキの半分を明日家族で食べる用にして、残りを均等に分けることにしました。友達4人が食べることのできるケーキは、元のケーキの何個分になるでしょうか。

そもそも論をお話すると、皆が苦手(!?)な「分数」とは、読んで字の通り、**数**を**分**けたものです。つまり、元々は1つだったものをさらに分割した数字のことなんです!!それでは早速本題に入ります。ここでは分数を分かりやすく学習して頂くため、皆さんの大好き(!?)なケーキを取り分けるイメージをビジュアル化していきます。



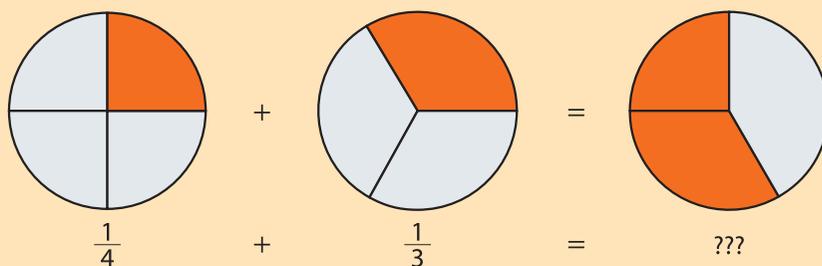
まず、ホールケーキ丸ごと一個を「1」とイメージしてください。その上で、数式をそのままケーキに当てはめて計算します。取り置くホールケーキ半分 ($1/2$ サイズ) をイメージして、残りのケーキを4人で均等 ($1/4$ サイズ) に切り分けます。

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$$

分数の掛け算(積)は、分母は分母、分子は分子同士の単純な掛け算で、求めることができると分かりました。

例2

大山さんのお父さんが、親戚一同を集めてパーティをすることにしました。奮発して、大きな丸いホールのケーキを2個買ってきました。パーティは盛り上がり、ケーキも食べられましたが、1つのケーキは $\frac{1}{4}$ 個、もう一つのケーキは $\frac{1}{3}$ 個余ってしまいました。ケーキは全部で何個分余ってしまったのでしょうか。



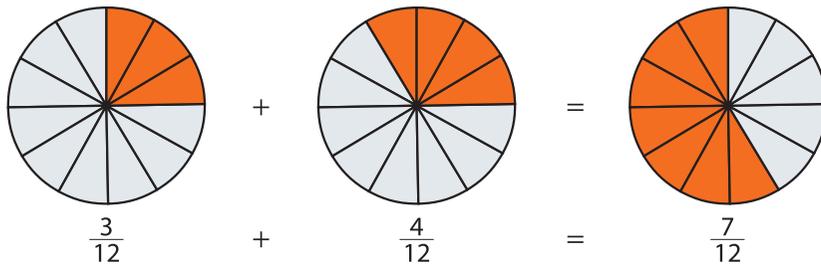
分数の足し算を苦手にする人は本当に多いものです。機械的には‘通分’という方法で解くことを義務教育では学習しますが、その通分する理由までは教えてくれません。

大切な要点は2つありますが、1つ目は冒頭でも記載した通り、分数とは、読んで字のごとく**数**を**分**けたものです。つまり、元々は1つだったものをさらに分割した数の集まりであることを覚えておきましょう。その上で、2つ目は基準(分母)の異なる分数は、基準(分母)をそろえてから計算するということです。基準の違うもの同士を単純に計算することはできないので、そのために『通分』をするというわけです。

通分は、分母の数の最小公倍数(分母と分母同士を掛けて得られる一番小さい数のこと)にそろえて計算します。このとき、分数の数値(分母及び分子)に数値を掛け算しても、約分すれば元の数値になることは忘れないでおいください。今回の計算では、□枠の通分した数値同士で足し算をします。

$$\frac{1}{4} = \frac{1 \times 2}{4 \times 2} = \frac{1 \times 3}{4 \times 3} = \frac{1 \times 4}{4 \times 4} = \frac{1 \times 5}{4 \times 5} = \frac{1 \times 6}{4 \times 6}$$

$$\frac{1}{3} = \frac{1 \times 2}{3 \times 2} = \frac{1 \times 3}{3 \times 3} = \frac{1 \times 4}{3 \times 4} = \frac{1 \times 5}{3 \times 5} = \frac{1 \times 6}{3 \times 6}$$



1/4、1/3をそれぞれ12分割で均等に分けて
足し算をすると、12分割したケーキが7個あ
るとわかるように！

ここまでケーキで見えてきましたが、分数(分母・分子)と整数は以下の関係にあると気付かれた人も居るかもしれません。

分母: 丸いケーキを切り分けた数(若しくは丸いケーキを1個作るのに必要な欠片の数)

分子: 切り分けて余った欠片の数

整数: 丸いキレイなケーキの数

例3

1/2個のケーキを1/3人で分ける場合、1人分のケーキは何個になるか。

最後は分数同士の割り算です。1/2個のケーキを3人で分ける場合は、例1で見た通り分数の掛け算 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$ となります。これを1/3人(人が分けられるかはさておき)で分ける場合、というわけです。

理論上の計算式は、 $\frac{1}{2} \div \frac{1}{3}$ となります。この問題を解くうえでの考え方を説明すると、以下の通りです。要は、比例計算と一緒になんです！

$\frac{1}{3}$ 人で $\frac{1}{2}$ 個
 $\rightarrow \frac{1}{3}K = \frac{1}{2}$
 1人では○個??
 ※○をKとします。 $K = \frac{1}{2} \times 3 = \frac{3}{2}$

専門的に言えば、分数同士の割り算の場合、「÷」記号の後ろの分数の逆数(分母分子を入れ替えたもの)を掛け算することで求めることができます。とはいえ、上記の通り1単位当たりの量の考え方で比例の計算でも答えは導けるのです。

memo

Navigation 要点をつかもう!

-ADVICE-



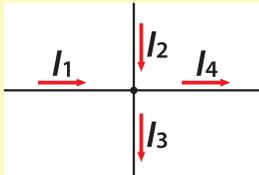
このThemeでは、今後の学習の基本となるオームの法則についてみていきます(別名エリちゃんの法則)。オームの法則はそのまま計算に用いる場合もあれば、公式を変換する応用問題も良く出ていますので注意しましょう。

オームの法則では求めることが難しい複雑な回路の場合には、キルヒホッフの法則を用います(第1・第2とありますが、第1をメインに第2は概要だけ理解すればOKです)。

キーワードマップ

キルヒホッフの法則:

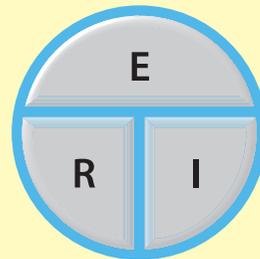
$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$



オームの法則:

$$E = RI$$

$$R = \frac{E}{I} \quad I = \frac{E}{R}$$

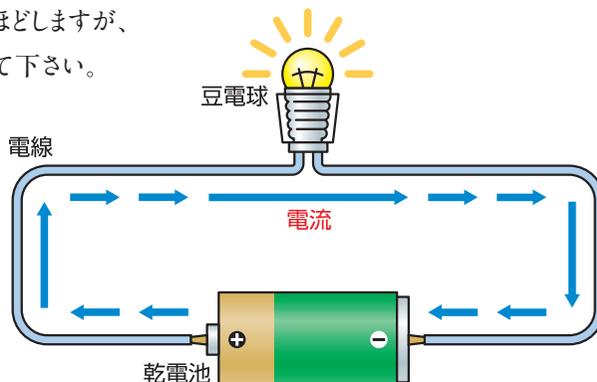


Lecture 詳細をチェック!

1

電気の基本は、電流・電圧

難しい説明は後ほどしますが、
まずは下図を見て下さい。



ちまたで普通に売られている乾電池と豆電球を電線で図のようにつなぐと、豆電球が‘パツ’と点灯します。乾電池と豆電球をつなぐ電線の中には、電球を点灯させる何かがあって、電線の中を流れているというわけです。

この豆電球を点灯させる「何か」の正体を**電流**(読んで字の通り、電気の流れ)といい、単位は**アンペア**(記号:A)、電流は**プラスからマイナスに向かって流れる**と定義されています。

【電気と電子の歴史～進化～】

1800年頃に世界初の電池が完成したときに、よくわからないけど電池の中を何か流れていて、それは、「プラスからマイナスに流れている」として電流を定義しました。その後の研究で、電気の正体が実は『電子』の流れによるものと分かり、電子は、マイナスからプラスに流れていることが分かったのです。

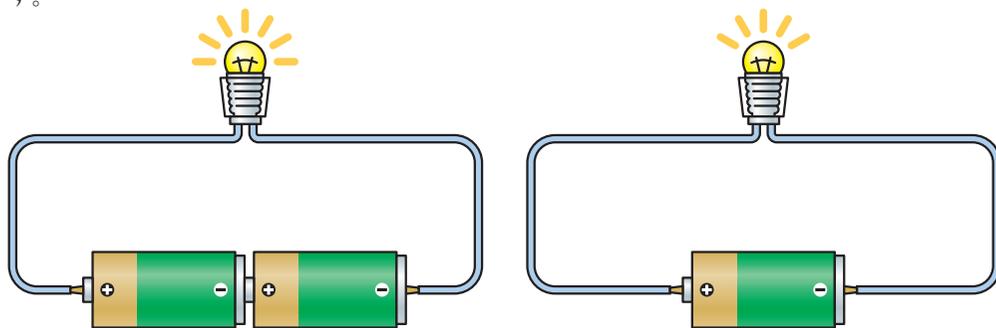
「逆って、変じゃね?」

そうなのですが、電流は「 $+\rightarrow-$ 」、電子は「 $-\rightarrow+$ 」という1つの**決め事**だと理解して頂ければ幸いです。



電池と豆電球を繋げる電線の中を、電気が流れていることが分かりました。電池の+から出て-に戻ってくる電線内の回路に電気を流そうとする力を**電圧**(読んで字の通り、電気的な圧力)といい、単位はボルト(記号:V)で表されます。

この電圧は、水と同じように考えると良いでしょう。水の出(圧力)が弱いとちよろちよろしか水が出ませんが、放水する圧力が強ければ、高压洗浄機のように大きな力で洗浄等に使用されるわけです。電気についても同様で、電圧が大きいほどより多くの電流が流れるので、同じ豆電球でも明るさが異なってきますし、大きな電気エネルギーで大きな運動をすることも出来るのです。



乾電池1個の電圧は _____ Vなので、

左は _____ $V \times 2 =$ _____ V

右は、 _____ $V \times 1 =$ _____ V

ここまでの説明を読むと、多くの受験生はこう思います。

「電圧を上げて電流を無限に流せれば、大きな仕事ができるし都合が良いじゃないか！」

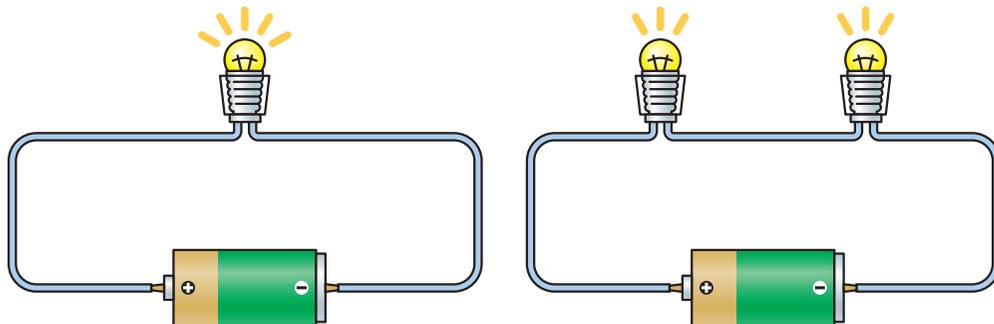
理論上はそうかもしれませんが、しかし、回路内を無限大に電流が流れるとなると、それに耐えられなくなった電気機器の回路はショート(短絡ともいう)してしまい、感電や火花放電による火災などが発生する危険な状態になることもあります。

「過ぎたるは猶及ばざるが如し」

これは中国の思想家である孔子が、「論語・先進」の中で語ったもので、意味は「何事も程ほどが肝心で、やり過ぎることはやり足りないことと同じように良いこととはいえない。良いといわれることでも、やり過ぎは害になる」という意味です。

電気も同じで、大量に流れて害悪が発生しないように、電流の流れる量をコントロールする「何か」が必要になってきます。この「電流の流れにくさ」を抵抗といい、単位はオーム(記号:Ω)で表されます。

電圧が電流の流れを生み出すということは、電流は電圧の大きさに比例します。一方、抵抗は電流の流れを妨げるものですから、抵抗が大きいほど電流の流れは小さく(悪く)なります。つまり、電流は抵抗の大きさに反比例するといえます。



同じ電圧(乾電池1個)でも抵抗が大きい右の方が、電流の流れる量が少ないので、明るさが劣っている様子が分かります。

一般的な電気機械の多くは、使用できる電圧や電流に指定があるので、目的とする電気抵抗値を得る目的で使用する抵抗器(電子部品)が別部品としてある場合もありますが、電気機械そのものが抵抗器というものもあり、先ほどまで見てきた乾電池と豆電球を電線でつないだ回路では、豆電球そのものがそれになります。

2

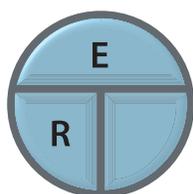
オームの法則(別名エリちゃん)

これまで学習してきた、電流・電圧・抵抗の3つの数値の関係性を表したものを、ドイツの物理学者オームの名前にちなんで、**オームの法則**(別名エリ(ERI)ちゃん)といいます。この法則の変換は試験でも頻出で、冒頭「はじめに」でふれた「距離・速さ・時間」を「木の下に歯抜きのじい」としたものの応用と考えると分かりやすいです。

- 電圧は、抵抗と電流の積(掛け算) $\Rightarrow E=RI$
- 電流は、電圧と抵抗の商(割り算) $\Rightarrow I=\frac{E}{R}$
- 抵抗は、電圧と電流の商(割り算) $\Rightarrow R=\frac{E}{I}$



E = 電圧
I = 電流
R = 抵抗



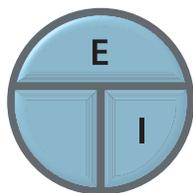
E = 電圧
I = ?
R = 抵抗

$$I = \frac{E}{R}$$



E = ?
I = 電流
R = 抵抗

$$E = R \cdot I$$



E = 電圧
I = 電流
R = ?

$$R = \frac{E}{I}$$

3

キルヒホッフの法則(第1・第2)

Theme冒頭のアドバイスにも記載しましたが、電源や抵抗等の回路が複雑になると、オームの法則を用いて電流や電圧の値を求めることが出来なくなってしまいます。そんなときに用いるのが**キルヒホッフの法則**です。この法則は第1と第2の2種類があり、絶対に覚えておきたいのは、第1です。第2は余裕のある人や極めたい人がよく見ておくと良いでしょう!!

【合格アドバイス～取捨選択～】

皆さんの目標は、テストで満点を取ることでしょうか?

否、試験に合格して資格を取得することですね!

合格ラインは、各科目40%以上で全体で60%以上です。電気に関する分野は出題数が、他の科目より少ないので、最低ラインをクリアすることに注力しましょう(計算嫌いには朗報?)

皆さん普段のお仕事や学業、プライベートで忙しいと思いますから、特に試験に頻出の分野から集中して学習をする。これが、合格への最短経路なんです!!



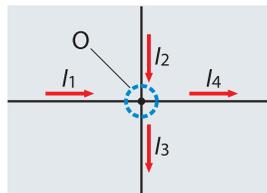
では、個別に見ていきましょう(キルヒホッフの第2法則はあまり深入りしなくてOKです!)

1 電流に関する法則:「入る」と「出る」が一緒

キルヒホッフの第1法則

回路内の任意の分岐点(中心Oのような集まる一点のこと)に流れ込む電流の和は、流れ出る電流の和に等しくなることをいいます。

右図を見ると、電流 I_1 と I_2 が中央の分岐点Oに流れ込み、電流 I_3 と I_4 として流れ出ていることが分かります。このとき、以下の等式が成立します。



$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

2 電圧に関する法則:スイッチの入った回路で成立する

キルヒホッフの第2法則

第1法則と同じ様に法則の定義を記すと、回路中の任意の閉回路における起電力の和と電圧降下の和は等しいことをいいます。

まず説明すると、「閉回路」とは、スイッチが閉じていて電流が流れる経路が確立されている電気回路のことです。

Theme4を学習後に再度読むと良いですが、並列回路では電圧は各々の抵抗に等しく加わります。

右上図における電圧の関係は、 $V_2 = V_3$ より、

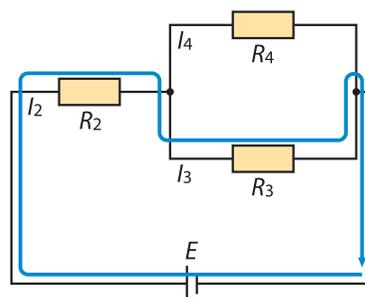
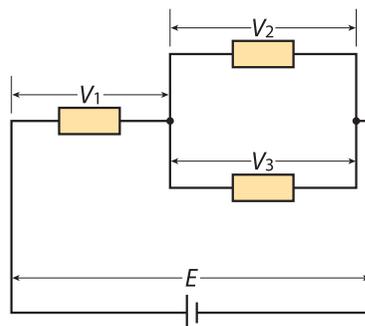
$E = V_1 + V_2 = V_1 + V_3 \dots \textcircled{1}$ となります。

右下図の青色の経路において時計回りを正、電力を E とします。すると、この起電力は、青線図において時計回りに電流を流そうとして電位上昇させるので、正、つまり $+E$ です。一方、 R_2 は電位を降下させるので、負で、オームの法則より $E = R_2 I_2$ 。

R_3 も電位を降下させようとするので、負で、 $R_3 I_3$ 。

つまり、 $E = V_1 + V_3 = R_2 I_2 + R_3 I_3$

$E - R_2 I_2 + R_3 I_3 = 0$ となるのです。



Navigation 要点をつかもう!

-ADVICE-



このThemeでは、2個以上抵抗を接続(直列・並列)した場合における抵抗値がどう変化するのか学習します。

試験では、①直列のみ、②並列のみというシンプルなものから、③直+並の組み合わせ問題まで多岐にわたりますが、直列・並列の原則を基に紐解きしましょう。

抵抗率は、公式の意味するところを理解しましょう!!

キーワードマップ

合成抵抗

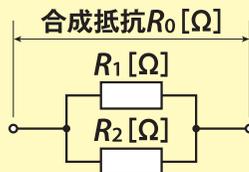
● 直列回路は単純な足し算⇒ $R_0=R_1+R_2$

● 並列回路は逆数の足し算⇒ $\frac{1}{R_0}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$

※ 抵抗が2の並列の場合、

和分母の積子 $R_0=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}$

● 抵抗率: $R=\rho\frac{\ell}{A}[\Omega]$ ℓ :長さ A :断面積



Lecture 詳細をチェック!

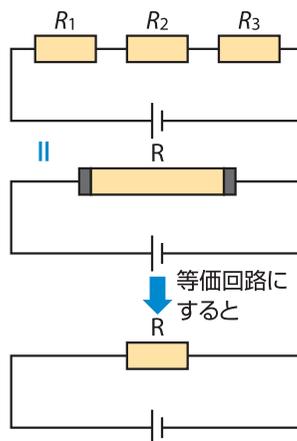
1

直列の合成抵抗は、足し算!

右上図のように、抵抗 $R_1 \cdot R_2 \cdot R_3$ を直列に接続したときの合成抵抗を考えてみましょう。

直列に接続した抵抗は、右中図にあるような、1本の長ーく伸びた抵抗と同じで、直列に接続する抵抗が増えれば増えるほど(長さが伸びるほど)抵抗値は大きくなります(のちに学習する抵抗率も同じです!!)。

このとき、複数の抵抗を合わせた回路全体の抵抗を**合成抵抗**といい、回路図として表した右下図を**等価回路**といいます。直列回路の合成抵抗は、シンプルに**各抵抗の和**となります。



$$R=R_1+R_2+R_3+\dots$$

※接続する抵抗が増えれば、 R_3 の「…」以降、加算します。

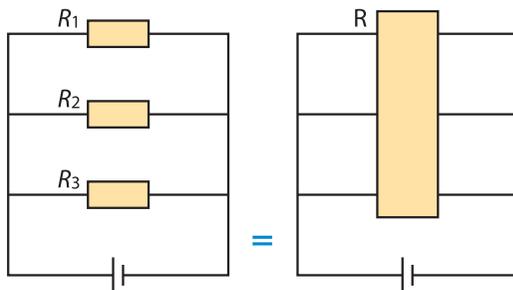
2

並列の合成抵抗は、逆数の足し算！

今度は抵抗 R_1 ・ R_2 ・ R_3 を回路内で並列に接続した場合(左下図)を見てみましょう。

先ほど見てきた直列接続の場合、抵抗が伸びることで、1本の大きな抵抗器になることを学習してきました。

並列の場合は、右下図の太い1本の抵抗の様になり、並列に接続する抵抗が増えれば増えるほど(断面積が大きくなるほど)抵抗値が小さくなります(抵抗率と一緒にですね!!)。



並列回路の合成抵抗(逆数)は、分数の足し算として計算し、下記の通りです。

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

※接続する抵抗が増えれば、 R_3 の「…」以降、加算します。

3

抵抗が2の並列接続は、和分母の積子！

『普通の計算問題ですら嫌なのに、分数の足し算なんてもっと嫌だ〜!!』

冒頭「はじめに」で分数計算の考え方(ケーキの切り分け)でお話しましたが、それでも苦手意識のなくなる受験生は多いものです。「もっと簡単に、ラクして解く方法」が…**あります!!**

これは、**抵抗の数が2の並列接続の場合に限定**した方法で、その名も**和分母の積子**といいます。

意味は読んで字の通り、2つの抵抗が並列接続の場合、**分母**は2つの抵抗の**和**、**分子**は2つの抵抗の**積**で計算できるよというもの(「和分の積」というフレーズが他の書籍には多いのですが、より分かりやすく名称を変えています)。

和分母の積子によれば、 $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ となります。

右図の合成抵抗を、シンプルに求めてみましょう。

