

無線電學習叢書之七

無線電學 (上)

增訂三版

楊士芳 編

(電工機械無線電科學文叢書)

無線電學習社



編輯大意

爲什麼編輯這部小叢書 無線電可以說是大衆化的科學，因爲它最容易引起人們的興趣，所以便成爲一般業餘研究的對象。學習和研究無線電除了實驗以外，必需要先瞭解它的基本原理和常識，才能達到成功的大道；但是許多學習同志，因爲一般無線電書本和參考書籍的內容是包羅萬象，未免目不暇接，更因爲被深奧的原理和複雜的公式所打擾，影響了學習的情緒，偏向着裝修實驗而忽略了對基本原理的認識，祇知其然而不知其所以然，這是不合理的。我們爲了配合學習同志的需要，搜集了實用而精簡的材料，以淺明詳盡的敘述和有次序的編排，刊行這一部份小叢書；使學習同志在閱讀後能充分瞭解基本原理，而且進一步把它運用到實驗上去。

怎樣編輯這部小叢書 爲適合學習的需要，這部叢書的編排，是從最淺的基本原理起，包括收音機的裝製實驗，修理，發射機的實驗，對電路的認識，各種通訊方法，直到無線電工程。更爲了數學和英文在無線電應用上的重要，另外增編無線電數學和無線電英文，全部十餘本，每一本的內容都以精簡實用爲主，力求切合實際的需要，遇到極重要而極繁雜的地方，則儘量用詳細淺顯的舉例方式很透澈的加以解釋，務使學習者不單能够瞭解理會，並且能够達到自由運用的地步。

怎樣使用這部小叢書 學習同志可以利用這部小叢書作爲自修和研究時參攷輔助之用，學校、訓練班、電台等則可以用作課本教材或參考書，這樣對於教導和學習雙方，都會感到便利的。

目 錄

(上 冊)

第一章 文字數	1
普通數 代數式 求數值 指數 演算次序	
第二章 加法和減法	8
負數 數字絕對值 符號數 同類項 多項式	
第三章 乘法	18
乘法圖解 指數定律 加法和乘法	
第四章 除法	29
指數除法 零指數 負指數	
第五章 方程式	36
方程式解答 公理 覆驗 方程式形成和解答 文字方 程式 公式 比和比例 正比 反比 混合比	
第六章 十的乘冪 有效數字	56
十乘冪的乘除 有效數字 倒數 乘冪的乘冪 分數乘 冪 乘冪根	
第七章 單位	67
伏脫 安培 歐姆 姆歐(漢) 瓦特 享利 法拉特 週率 單位範圍 毫單位 微單位 微微單位 千單 位 百萬單位 換算因數	
第八章 歐姆定律——串連電路	74
電的綫路 功率 瓦特 效率 串連電阻	
第九章 電阻	92
圓密爾 圓密爾呎 導綫量度 導綫因數	
第十章 特種乘積和因數分解	104
素數 單項式的平方 立方 平方根和立方根 單項公 因數 二數和與差的乘積 分解二次方的差 二項式的 乘方 分解三項式 開方法	
附 錄 答案 表格	117

第 一 章

文 字 數 Literal Number

在普通的算術裏我們所學到的是：

整 數 整個的數字如 4, 18, 553 等

分 數 就是幾分之幾如 $\frac{1}{4}$, $\frac{11}{16}$, $\frac{22}{7}$ 等

小 數 不足整數的零數如 0.5, 0.08, 0.0005 等

混合數 就是整數和分數的混合如 $2\frac{1}{2}$, $5\frac{3}{4}$ 等

整數和小數的混合如 6.3, 12.6, 3.14 等

在算術裏就是將上列的幾種用 加(+) 減(-) 乘(×) 除(÷) 來計算各種問題，雖然這些都是數學裏基本的方法，如果祇限於這個範圍的話，那末有許多的問題就無法解答，尤其是無線電方面的問題，就發生了很多困難，所以我們就要將計算的方法來加以變化融通，就是利用數學的方法。例如有些問題，只要運用極簡單的代數法，就可以毫無困難的得到解答。

1-1 普通數字 (The General Number). 代數也可以說是算術的續編，在代數裏用文字或記號來代替某種數字，這數字在實際上，可以作為已知的確數，或者是未知數，好像在普通數學上常用 b 來代表矩形底的長度，用 a 來代表它的高度，在無線電裏，常用 I 或 i 代表電流； E 或 e 代表電

1831年 法拉第(Faraday)在完全分離的兩個線圈發現電磁感應性

壓；和 R 或 r 代表電阻；……等。這些文字或記號，用來代表某種數量，稱作普通數字，或稱作文字數。

關於電學和無線電學裏的各種定律和事實，雖然可以由字句來說明，但是如果用數學公式來表示，更覺簡單明瞭。例如歐姆定律(Ohm's Law)說：『電路裏的電流強弱，和電壓成正比，和電阻成反比』。如果用數學來說明，就可以用 $I = \frac{E}{R}$ 公式來表示。公式裏的 I 代表電流， E 代表電壓，和 R 代表電阻。

用公式來說明各種定律，比較來得簡單明瞭；並且能幫助學者，更進一步的瞭解無線電和電學的基本原理。

1-2 代數式 (Algebraic Expressions). 代數式是由幾個數字和文字，加以各種符號，如： $+$ 、 $-$ 、 $\times$ 、 $\div$ 和 $=$ 組織而成，例如： $a+b$ ， $2x-3y$ ， $b \times h$ ， $E \div R$ 等。

1-3 積 (The Product). 在 $2a$ —式子中，意思是 2 乘 a 或者可寫成 $2 \times a$ 。乘法的符號 ($\times$)，通常省略不用，好像 IR 就是等於 $I \times R$ 。 $2\pi fl$ 也就是等於 2 乘 π 乘 f 再乘 l 。由這樣乘出來的答數，叫做積。用來相乘的每一數字，我們叫做因數，或稱因子 (Factors)，有時也叫做生數。因此 $5ab$ 是積，5 與 a 與 b 是因數。有時在因數之間，加一點 ($\cdot$)，也是作為乘的表示。例如： $I \cdot R$ 即等於 $I \times R$ ，或 IR 。

1-4 係數 (The Coefficient). 在乘法裏的每一個數字是同一式子裏其他數字的係數。例如： $2xy$ ，2 是 xy 的係數；也可以說 $2x$ 是 y 的係數，也可以說 $2y$ 是 x 的係數。如

1888 年 施泰英 (Stein) 發現應用大地為電路網絡

果公式裏沒有數字係數，那末1就是數字係數，不過不必寫出而已，好像 abc ，就是等於 $1abc$ 。

1-5 求數值 (Evaluation). 求代數式的數值，須先知道文字數所代表的數值，然後代入式子裏去，就可以求得總數，這個總數就叫作這個代數式的值。

例1. 求 $2ayz$ 的數值，已知 $a=1$ ， $y=2$ ， $z=4$

解：將已知數代入式中 $2ayz = 2 \times 1 \times 2 \times 4 = 16$

例2. 求 $2\pi fl$ 的數值，已知 $\pi=3.14$ ， $f=50$ ， $l=10$

解：將已知數代入式中 $2\pi fl = 2 \times 3.14 \times 50 \times 10 = 3140$

例3. 求 $4z-2ay$ 等於多少？已知 $a=1$ ， $y=2$ ， $z=4$

解：將已知數代入式中 $4z-2ay = 4 \times 4 - 2 \times 1 \times 2 = 16-4$ 或 12

習題 1-1

1. $8E$ 是什麼意思？ $3i$ 是什麼意思？ $11R$ 是什麼意思？
2. $4E$ 等於多少？如已知 $E=8$ 伏 (Volt)？又如 $E=0.5V$ ，時如何？
3. 電阻每枚值 \$3. 問七枚電阻價值若干？ n 枚電阻價值若干？
4. 電阻十六枚，計值洋四元。問一枚價值幾何？
5. n 枚電阻，值洋二元五角，問每枚價值幾何？如果有 n 枚電阻，值價幾何？
6. 某電路兩端的電壓，是 $12E$ 伏 (Volts)，如電壓加倍，則其數值將為幾何？
7. 甲水電公司，電費每度 (Kilowatt-Hour) x 分；而乙水電公司電費，僅收甲水電公司價的一半。試將乙水電公司，每度收費，列作算式。
8. 有三種電壓：第二種電壓，比第一種電壓高五倍；第三種電壓

比第二種電壓高六倍。如果以 E 代表第一種電壓，則第二種及第三種電壓，將如何表示？

9. 有四種不同電流：第二種電流，是第一種電流的一半；第三種電流，是第二種電流的三倍；第四種電流，是第三種電流的十倍。今以 I 代表第一種電流，試將其他三種電流列式表示之。

10. (a) 3 元是 24 元中的幾份？ 4 元呢？ 8 元？ 1 元？

(b) $3R$ 是 $24R$ 中的幾份？ $4R$ ？ $8R$ ？ $1R$ ？ R ？

11. 算出下列各式的數值，已知 $a=2$ ， $b=8$ ，及 $c=5$ ：

(a) $b+c$ (b) $b+a-c$ (c) abc

(d) $\frac{b}{a}$ (e) $\frac{a+b}{c}$ (f) $2b-3a$

(g) $\frac{b+6a}{2c}$ (h) $\frac{2abc}{5}$ (i) $\frac{24ba}{7c}$

12. 試將下列各事項，用算式來表示：

(a) 某電壓比 E 伏高 10 伏 (Volts)。

(b) 某電壓比 E 伏低 v 伏。

(c) 某電流比 $60I$ 安小 6 安 (Amperes)。

(d) 某電流比 $60I$ 安大 a 安。

(e) 某電阻比 25 歐姆少 R 歐姆 (Ohm)。

(f) 某電阻比 R 歐姆多 10 歐姆。

13. 甲電路 (Circuit) 裏的電流是 12 安。試用式子說明，另一電路，其電流是甲電流的五倍，再減去 I 安。

14. 某電壓 E ，比另一電壓 E_1 高 220 伏。(a) 試用 E_1 說明 E 電壓。(b) 試用 E 說明 E_1 電壓。

例： a 比 c 大 5，那末我們可以寫成下列二式子： $a=c+5$ ，
或 $c=a-5$ 。

在第一式裏，我們說：用 c 來說明 a 的數值；在第二式裏，是用 a 來說明 c 的數值。

15. 某電流 I ，比另一電流 I_1 多出 25 安。(a) 試用 I_1 來說明 I 的電流。(b) 試用 I 來說明 I_1 的電流。

16. 電阻 R_1 的阻值，比 R_2 小 8Ω (Ohm)。(a) 試用 R_2 來說明 R_1 的數值。(b) 試用 R_1 來說明 R_2 的數值。

1-6 指數 (The Exponent). $a \cdot a$ 可以寫成 a^2 ，稱做二乘幂，或稱平方，同樣的 $a \cdot a \cdot a$ 可以寫成 a^3 ，稱做三乘幂，或稱立方。在底數右上角的小數字，叫做指數。指數是表示底數的乘幂次數，因此指數是 2，那末底數自乘 1 次，也叫做二次方，指數是 3，就是底數自乘 2 次，也叫做 3 次方，餘類推。例如：

$$i^2 = i \times i$$

$$e^3 = e \times e \times e$$

$$5^4 = 5 \times 5 \times 5 \times 5 \text{ 或 } = 625$$

凡數字上沒有指數，意思就是說，底數的指數是 1。因為指數 1，我們可以略而不寫的。例如： $x^1 = x$ 。

1-7 演算次序 (Order of Operations). 在算式中，包括 $+$ $-$ $\times$ $\div$ 各項演算的次序，先乘，次除，再加，後減，不可隨意顛倒演算。例如：

$$16 \div 4 + 8 + 4 \times 5 - 3 = (16 \div 4) + 8 + (4 \times 5) - 3 = 4 + 8 + 20 - 3 = 29$$

習題 1-2

下列 1—12 的算式中，如果 $e=3$ ， $i=2$ ，及 $r=5$ 。求其數值：

1. e^2 2. i^5 3. r^3 4. $6e^2$

5. $2i^5$ 6. $4r^3$ 7. $3i^2r$ 8. $6eir^2$

9. $2e^3i^2r$ 10. $3e^2i^4r$ 11. $\frac{15e^2}{r}$ 12. $\frac{4}{ir^2} - \frac{1}{i^3r}$

13. $a=32$ ，及 $t=5$ 。求 $\frac{1}{2}at^2$ 的數值？

14. $\pi=3.14$ ，及 $r=3$ 。求 πr^2 的數值？

15. $r=4$ ，及 $x=3$ 。求 r^2+x^2 的數值？

16. $h=10$ ， $\pi=3.14$ ，及 $r=4$ 。求 $\frac{h\pi r^2}{3}$ ？

17. $A = \pi r^2$ 是求圓面積的公式。 A = 面積 (Area)， $\pi=3.14$ ，及 r = 半徑 (Radius)。求圓面積，如果半徑是：(a) 2 吋？
(b) 0.5 吋？

18. $P = I^2 R$ ，是電路中求電力 (Power) 公式。 P = 電力，單位瓦特 (Watt)； I = 電流，單位是安培 (Ampere)； R = 電阻，單位是歐姆 (Ohm)。求電路中電力消耗：(a) 如果電流 = 5 安培，電阻 = 6 Ω (歐姆)？(b) 電流 = 0.020 a (安培)，電阻 = 500 Ω ？

19. $P = \frac{E^2}{R}$ 是求電力的另一公式。 P = 電力，單位瓦特 (Watt)； E = 電壓，單位伏脫 (Volt)；及 R = 電阻，單位歐姆 (Ohm)。求電路中電力消耗：(a) 當 $E=110$ v (Volt)， $R=200$ Ω (Ohm)？(b) 電壓 = 220 v，電阻 = 50 Ω ？

20. 將下列各點，寫成代數記號：

(a) I 的平方乘 R 的積。

(b) R 除 E 平方的商 (Quotient)。

(c) E 減 I 乘 R 的積。

(d) 4 乘 x 立方，減去 y 的平方。

(e) $x + y$ 的平方。

(f) R 的平方，等於 Z 的平方減去 X 的平方。

(g) R 減去 X ，除 R 加 X 的商。

21. $628 \times 10^5 = ?$

22. $0.00345 \times 10^6 = ?$

23. 假如甲圓的半徑，比乙圓的半徑大一倍。求甲乙兩圓的面積比？

24. 習題 18. 裏的公式，如果電阻不變動，求：(a) 如果電流加倍，則電路中的電力將如何？(b) 如果電流三倍，則電路中的電力又將如何？

25. 習題 19. 裏的公式，如果電阻不變動，求：(a) 如果電壓 E 加倍，則電路中的電力將如何？(b) E 3 倍， $P = ?$ (c) $E = 4$ 倍， $P = ?$

26. 習題 19. 裏的公式，電壓不變動，如果電阻加倍，則電力將如何？

您閱讀過無線電原理的書籍嗎？

是否感到公式的煩擾和因蔽而不合乎你的需要？

那末你不妨首先閱讀本社出版的：

無線電學習叢書 (之一)

怎樣學習無線電

原理講得透澈，公式毫不繁複，為你打開學習之門

性的放電能產生放射的電磁波並證明它的性質與光相同

第 二 章

加法和減法 Addition And Subtraction

在算術裏所運用到的，全都是正數 (Positive Number)。正數的定義：凡數字大於零都是正數。正數的加，減，乘和除，答案也是正數。因此減法的演算，祇可以把較小的數，從較大的數裏減去。決不能把較大的數，從較小的數裏減去。因為算術的定則 (Rule) 裏，沒有這種演算法。如果在算術裏遇到了小數被大數減的話，它的答案是無法得到的。

2-1 負數 (Negative Number). 在數學裏，如果我們仍僅限於使用正數，那末有許多地方，是無法演算而感到棘手，因為在數學裏，時常遇到所謂負數，在數字的前面加上減號『-』，表示那個數是負數，如 -1 ， -5 ， -10 ， $-a$ ， $-xy$ 等。又如：在攝氏溫度計 (Centigrade Thermometer)，以冰點作為零度 (0°)。有些地方的天氣，比零度還要冷 10 度，那末可以寫做 -10° (就是零下十度的意思)，假如在零度上面的 10 度，可以寫成 10° ，作為分別。

2-2 負數的需要 在無線電中，時常需要負數來解釋各種電壓，和電流的現像。通常以大地 (Ground) 作為接地點，稱做零電位 (Zero Potential)。但這並不是說，在接地點，或零電位下，不能再有電位差，例如：將電池兩端串連

1879年 赫志 (Hertz) 發明振盪檢波器 (Coherer)

兩隻阻力相同的電阻，如圖 2-1。

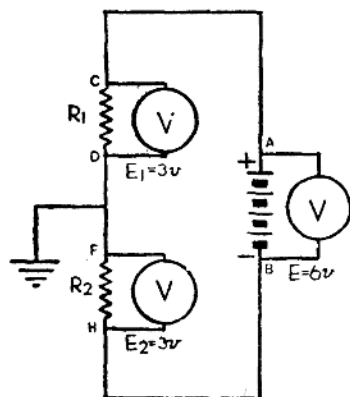
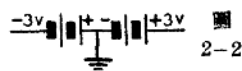


圖 2-1

用電壓表在 A 和 B 上測量，可讀得 6 伏脫的電位差。假設接綫是沒有阻力的，那末在 C 同 H 上，測得電位差也是 6 伏脫。按照串連電路的電壓分佈定則，在 C 和 D ，及 F 和 H 上，讀得的電壓，都是三伏脫，因為我們知道 R_1 和 R_2 的阻值是相等的，如果在 C 點上和接地

點或零電位 D 所測得電壓，是正的 $3V$ 。因為 F 和 D 間同是接地點或零電位，那末從 F 和 H 點上所測得的 $3V$ ，是負電壓，我們可以寫作 $-3V$ 。

又如兩組電池串連，串連點接地作零電位時，假定兩組電池的電壓都



是 $3V$ ，那末正極的一端稱作 $+3V$ ，負的一端稱作 $-3V$ 。

2-3 數的絕對值 (The Absolute Value of a Number).

不論正負數字的大小，去掉了符號關係來說，叫做絕對值。例如： -1 ， $+4$ ， -6 ，牠們的絕對值是： 1 ， 4 ， 6 。因此可見 $+9$ 與 -9 ，它們的絕對值是相同的，爲了要表明該數是絕對值起見，在二邊加兩條直豎綫，例如： 9 ，它的絕

對值就寫做 $|9|$ 。

正號及負號，祇不過是表示該數和零的關係而已。在電路裏，某一點，它的電壓從接地點來說是負 $1000V$ ，我們可以寫成 $-1000V$ ，你不要以為負 $1000V$ ，沒有正的 $1000V$ 那樣危險，可是我告訴你，這 $-1000V$ 的危險程度和 $+1000V$ ，沒有一絲上下。如果一不留意，而着實的接觸一下，那末有很大很大的機會送你到『來的路上去』——觸電而死！

2-4 有符號或指示數字 (Signed or Directed Numbers).
負數可以說是正數的對比，假如 $+5$ 是在記數表尺上，零的一面，(圖2-3) 那末 -5 是在該記數表尺上零的另一面。圖2-3 是記數表尺：

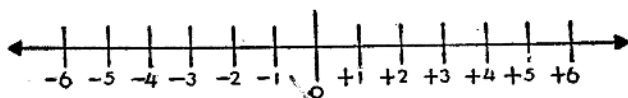


圖 2-3

這種記數表尺用來說明正負數是最簡單明瞭的方法。然而這正負數並不一定要用零來做取決點。例如 $+5$ 元，是某人的收入，但和某人的財產是沒有關係的，所以 -5 元，可以代表某人的支出。同樣的 $+10$ 年，可作為在你現在的年紀，加十年， -10 年可作為從你現在的年紀，減去十年。也可以用走路來表示， $+10$ 里意思就是從某一點向前走 10 里， -10 里可以說向後走十里。所以正數和負數可以認為有符號的，或是有指示的數字。

2-5 符號數字的加法。

例1. $+8$ 加 $+4 = +12$

解： $+8$ 可作為8個收穫，加上 $+4$ ，作為再有4個收穫，結果共有12個收穫。

例2. -8 加 $-4 = -12$

解： -8 可作為8個損失，加上 -4 ，作為再損失4個，結果共損失12個。

例3. -8 加 $+4 = -4$

解： -8 可作為8個損失，加上 $+4$ ，可作為損失後又收穫了四個，結果損失四個。

例4. $+8$ 加 $-4 = +4$

解：收穫8個後，損失4個，結果僅收穫4個。

二個或幾個符號數字加起來的答案，稱做 **代數和** (Algebraic Sum)。

習 題 2-1

求下列各代數和：

1.
$$\begin{array}{r} 9 \\ + 2 \\ \hline \end{array}$$

2.
$$\begin{array}{r} -9 \\ + -2 \\ \hline \end{array}$$

3.
$$\begin{array}{r} -9 \\ + 2 \\ \hline \end{array}$$

4.
$$\begin{array}{r} 9 \\ + -2 \\ \hline \end{array}$$

5.
$$\begin{array}{r} 16 \\ + -30 \\ \hline \end{array}$$

6.
$$\begin{array}{r} 23 \\ + -6 \\ \hline \end{array}$$

7.
$$\begin{array}{r} -63 \\ + 46 \\ \hline \end{array}$$

8.
$$\begin{array}{r} 21 \\ + 37 \\ \hline \end{array}$$

9.
$$\begin{array}{r} -54 \\ + 33 \\ \hline \end{array}$$

10.
$$\begin{array}{r} 54 \\ + -33 \\ \hline \end{array}$$

11.
$$\begin{array}{r} -83 \\ + -24 \\ \hline \end{array}$$

12.
$$\begin{array}{r} 48 \\ + -96 \\ \hline \end{array}$$

13.
$$\begin{array}{r} 682 \\ + -934 \\ \hline \end{array}$$

14.
$$\begin{array}{r} -347 \\ + 405 \\ \hline \end{array}$$

15.
$$\begin{array}{r} 382 \\ + -590 \\ \hline \end{array}$$

16.
$$\begin{array}{r} -34.03 \\ + 16.98 \\ \hline \end{array}$$

17.
$$\begin{array}{r} 0.0025 \\ + -0.1024 \\ \hline \end{array}$$

18.
$$\begin{array}{r} -0.206 \\ + 8.802 \\ \hline \end{array}$$

19.
$$\begin{array}{r} 3.02 \\ + -1.65 \\ \hline \end{array}$$

20.
$$\begin{array}{r} -5.96 \\ + 4.68 \\ \hline \end{array}$$

1882年 陶爾柏 (Dolbear) 得到開通第一種無線電報專利權

$$\begin{array}{r} 21. \quad -\frac{1}{2} \\ \quad \quad \frac{1}{2} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22. \quad \frac{1}{2} \\ \quad \quad -\frac{1}{2} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23. \quad 2\frac{3}{4} \\ \quad \quad 3\frac{1}{4} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24. \quad -4\frac{1}{2} \\ \quad \quad 6\frac{3}{4} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25. \quad 7 \\ \quad \quad -5 \\ \hline \quad \quad 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26. \quad -12 \\ \quad \quad -18 \\ \hline \quad \quad 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 27. \quad -75 \\ \quad \quad 32 \\ \hline \quad \quad -9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28. \quad 3.54 \\ \quad \quad -2.15 \\ \hline \quad \quad 4.96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 29. \quad -27 \\ \quad \quad 3\frac{1}{2} \\ \quad \quad 10 \\ \hline \quad \quad -8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 30. \quad 1.6 \\ \quad \quad -2.8 \\ \quad \quad -0.6 \\ \hline \quad \quad 0.9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 31. \quad 3\frac{1}{2} \\ \quad \quad -2\frac{1}{4} \\ \quad \quad -5\frac{3}{4} \\ \hline \quad \quad 4\frac{3}{4} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32. \quad 75 \\ \quad \quad -25 \\ \quad \quad -35 \\ \hline \quad \quad -15 \end{array}$$

2-6 符號數字加法的法則。 用下列的法則來求代數和是比較方便的：

1. 求二個或二個以上同符號數字的代數和，可用它們的絕對值相加，然後在它們和的前面加上原來的符號。例如：

$$+8 \text{ 加 } +2 = +10$$

2. 正數同負數相加的時候，可先求它們的絕對數的差，然後用絕對數較大的符號，作為代數和的符號。例如：

$$-8 \text{ 加 } +2 = -6$$

2-7 符號數字的減法。 由甲數減去乙數和乙數加上什麼數，可以等於甲數的情形一樣。因此 9 減 5 的答數是 4，也就是 5 必須加上 4，然後等於 9，所以減法和加法是相反的。

例 1. 從 +5 減去 +2。

解：我們可以這樣問：「+2 加上什麼數，等於 +5？」答數是 +3。那末 $+5 - (+2) = +3$ 。

例 2. 從 +5 減去 -2。

解：我們也可以問：「-2 加上什麼數，等於 +5？」如果利用

圖2-4來解釋，當更能明瞭，從-2一點數向+5，我們須經過七個單位，因為是數向正的方向，所以答案是+7。



圖 2-4

例3. 從-5減+2。

解：我們可以同樣問：『+2加上什麼數，等於-5？』答案是-7，因在圖中+2一點數向-5，須經過七個單位，因為向負的一方進行，所以答案是-7。

例4. 從-5減-2。

解：同樣可以問：『-2加什麼數，等於-5？』在圖中-2一點數到-5，需要三單位，這三個單位是數向負的方面去，所以答案是-3。

習 題 2-2

1. 求溫度計升高度數：

(a) 從 $+3^{\circ}$ 到 $+14^{\circ}$

(b) 從 -20° 到 -4°

(c) 從 -6° 到 $+18^{\circ}$

(d) 從 $+13^{\circ}$ 到 $+40^{\circ}$

2. 求溫度計降落度數：

(a) 從 $+6^{\circ}$ 到 -4°

(b) 從 -3° 到 -14°

(c) 從 -2° 到 -21°

(d) 從 $+98^{\circ}$ 到 $+20^{\circ}$

3. 求下列每對個數之差：

$$\begin{array}{r} (a) \quad +8 \\ \quad +4 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (b) \quad +12 \\ \quad -10 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (c) \quad -24 \\ \quad +18 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (d) \quad -76 \\ \quad -35 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (e) \quad -35 \\ \quad +15 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (f) \quad -45 \\ \quad -37 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (g) \quad +64.06 \\ \quad -9.83 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} (h) \quad +0.0025 \\ \quad +0.64 \\ \hline \end{array}$$

(i) $\begin{array}{r} +3\frac{3}{4} \\ -4\frac{1}{2} \end{array}$	(j) $\begin{array}{r} -9\frac{3}{4} \\ -8\frac{1}{2} \end{array}$	(k) $\begin{array}{r} -8\frac{5}{8} \\ +4\frac{7}{8} \end{array}$	(l) $\begin{array}{r} +16\frac{4}{5} \\ -8\frac{3}{5} \end{array}$
(m) $\begin{array}{r} +147 \\ -104 \end{array}$	(n) $\begin{array}{r} -10.36 \\ +21.63 \end{array}$	(o) $\begin{array}{r} -1054 \\ +8623 \end{array}$	(p) $\begin{array}{r} +105.25 \\ -6.07 \end{array}$

4. 在電路裏，某點和接地點，測得正電壓 440 V。在另一點和接地點測得負電壓 220 V。求兩點間電位差？

5. 在電路裏，甲點和接地點，測得負電壓 110 V。乙點和接地點，測得負電壓 50 V。求甲乙兩點間的電位差？

2-8 減法的法則。 從 2-7 節四例題裏，我們可以總結如下：

$\begin{array}{r} +5 \\ +2 \\ \hline +3 \end{array}$	$\begin{array}{r} +5 \\ -2 \\ \hline +7 \end{array}$	$\begin{array}{r} -5 \\ +2 \\ \hline -7 \end{array}$	$\begin{array}{r} -5 \\ -2 \\ \hline -3 \end{array}$
--	--	--	--

從上列四式中，可以體會到下面的兩個假設：

1. 減去一正數，等於加一同絕對數的負數。
2. 減去一負數，等於加一同絕對數的正數。

由這兩個假設，我們得到減法的法則：

『一個數減去另一個數時，祇須將減數的符號，正負對掉，然後求該二數的代數和』。

2-9 同類項 (Similar Terms) 的加減。 加或減的演算，必須是同單位的同類項。我們決不能以寸加升，也不能將伏脫加安培，千週加法拉特，或歐姆加瓦特。

項 (Term) 是代數學中，不用加減，等或不等……的記號連結的單式。如： $3e^2$ ， IR ， $-2E$ ， $3ab$ 等。如果在 $3a-2b$ 和 x^2+4y 兩式子裏就各含有二項。

1887 年 赫志 (Hertz) 試驗證明電磁波存在並測定波速及其性質