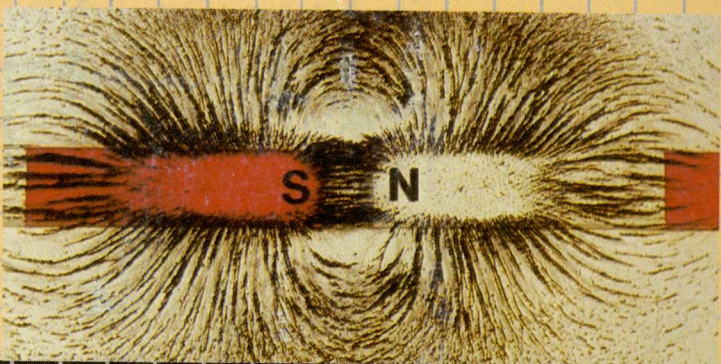
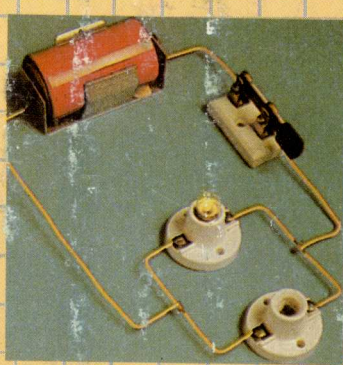
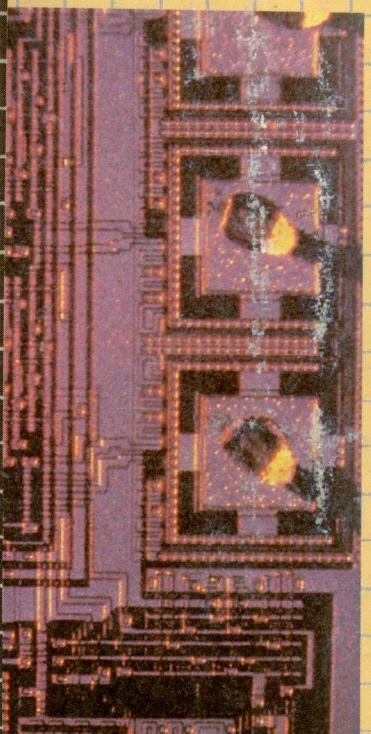
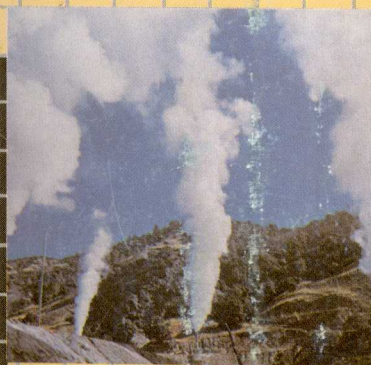


國民中學選修科目

# 理化

第四冊

國立編譯館主編



157065

中華民國七十八年一月 正式本初版

中華民國八十年一月 三 版

國民中學 理化教科書 第四冊  
選修科目

定價：（由教育部核定後公告）

主編者 國立編譯館

編審者 國立編譯館國民中學理化科教科用書編審委員會

主任委員 吳大猷

委員 王松茂 毛松霖 牟中原 吳美玲

林克瀛 林明瑞 林振霖 陳文典

陳鍾英 陳鏡潭 郭鴻銘 郭鳳翥

張炳南 張敏雄 張綱英 黃長司

黃振麟 楊訓庭 趙 銘 趙金祁

廖淑媛 劉國柱 劉廣定 劉謹輔

鄭師中 閻愛德 藍步堃 魏明通

編輯小組 王松茂 牟中原 林克瀛 林明瑞

陳文典 黃長司 劉廣定 魏明通

總訂正 吳大猷

插圖繪製 孔憲馨 任燕儀

封面設計 莊紋岳

出版者 國立編譯館

地址：臺北市大安區 10770 舟山路二四七號

電話：三六二六一七一 傳真：三六二九二五六

印行者 九十一家書局（名稱詳見背面）

經銷者 臺灣書店

辦公地址：臺北市中正區 10023 忠孝東路一段一七二號

電話：三九二二八六一・三九二二八六七

門市：臺北市中正區 10023 忠孝東路一段一七二號

電話：三九二二八八四

郵撥帳號：〇〇七八二一五

印刷者 內文：大甲彩色印刷公司  
封面：合同美術印刷公司

G634.7/924

# 編 輯 大 意

- 一、本書係依據教育部民國七十四年四月修訂公布之國民中學理化課程標準編輯。
- 二、國中理化爲物理及化學的統整教材，分成四冊，前兩冊（第一、第二冊）供國民中學第二學年上、下學期教學之用；後兩冊（第三、第四冊）供國民中學第三學年上、下學期選修教學之用，其章節、內容銜接第一、第二冊。各冊教學時數，每週俱爲四小時。
- 三、本書各單元均以學生有興趣的探討活動爲主，教師講解爲輔，期望學生能認識物質與能量的世界，熟練科學的方法與技巧，發展研究探討的興趣，以養成能運用科學知識，富於創造性，具有科學素養的國民爲目的。
- 四、本書的編輯，盡量銜接國民小學自然科學課程及高中基礎科學課程。
- 五、本書編有活動紀錄本，以供學生實驗使用；另編教師手冊，供教師教學之參考。
- 六、本書如有未盡完善之處，尙請任課教師，就實際教學情況，向國立編譯館提供改進意見，以作再修訂時之參考。

## 讀者注意

1. 爱护公共图书切勿任意卷折和涂写。损坏或遗失照章赔偿。
2. 请在借书期限前送还以便他人阅读请赐予合作。

# 國民中學 理化

## 第四冊

### 目 次

064/022824-3

江南大學圖書館



91195784

#### 第二十五章 電壓、電流與電阻 ..... 1

|                        |    |
|------------------------|----|
| 25-1 電量的單位.....        | 1  |
| 25-2 電位能、電位能差與電位差..... | 2  |
| 25-3 電壓與電流.....        | 5  |
| 25-4 電阻與歐姆定律.....      | 11 |
| 25-5 二極體的導電性質.....     | 15 |
| 25-6 直流電路.....         | 19 |
| 25-7 電流的熱效應.....       | 26 |
| 習 題.....               | 32 |

#### 第二十六章 電池與電解 ..... 35

|                   |    |
|-------------------|----|
| 26-1 伏打電池.....    | 35 |
| 26-2 鉛電池與乾電池..... | 39 |
| 26-3 電流的化學效應..... | 42 |
| 26-4 電鍍.....      | 44 |

|    |    |
|----|----|
| 習題 | 47 |
|----|----|

## 第二十七章 磁與電磁感應 .....48

|                 |    |
|-----------------|----|
| 27-1 磁鐵的性質      | 49 |
| 27-2 磁鐵的成因      | 51 |
| 27-3 磁力線和磁場     | 53 |
| 27-4 地球的磁場      | 55 |
| 27-5 電流的磁效應     | 58 |
| 27-6 感應電流       | 68 |
| 27-7 電流和磁場的交互作用 | 71 |
| 習題              | 76 |

## 第二十八章 能源及其利用 .....82

|                  |    |
|------------------|----|
| 28-1 能的轉換與能量守恆   | 82 |
| 28-2 煤與石油——重要的能源 | 84 |
| 28-3 煤的燃燒與用途     | 86 |
| 28-4 石油及天然氣的利用   | 88 |
| 28-5 能的轉換與功      | 89 |
| 28-6 天然能源        | 92 |
| 28-7 核能          | 94 |
| 28-8 能的利用與能源開發   | 97 |
| 習題               | 99 |

## 第二十五章 電壓、電流與電阻

在第三冊第二十四章，我們曾討論過靜電現象，由帶電體之間相互作用的情形可推知：

- (1) 電荷有兩種，分別稱為正電與負電。
- (2) 正負電荷彼此相吸引，同種的電荷則相互排斥。若正負電荷完全等量中和時，靜電的作用就顯現不出了。
- (3) 電荷之間的相互作用，不需要接觸或媒介來傳遞。
- (4) 庫倫發現，兩帶電體之間相互作用力的大小，與每一帶電體所帶的電量成正比，與兩者間的距離平方成反比關係。

由於庫倫靜電力作用與萬有引力作用均與距離平方成反比，所以觀察許多對重力作用的經驗，可借助來了解電的作用現象。但是，電荷卻有兩種，同種電荷是互斥的，不像萬有引力總是相吸引的。

### 25-1 電量的單位

實用的電量計量單位是「庫倫」。

科學研究發現，電荷的電量有一個最小的自然單位，那就是一個「電子」所攜帶的電量  $e$ 。若以庫倫單位來表示，則  $e = -1.6 \times 10^{-19}$  庫倫（負號表示電子帶的是負電，其他基本粒子如「質子」則帶的電量為  $+1.6 \times 10^{-19}$  庫倫）。我們相信，任何帶電體所攜帶的電量  $Q$ ，均是由此小單位電量的累積。對電子的電量  $e$  來說，庫倫是一個很大的電量單位，累積  $10^{19}$  個電子所帶的電量，才能積成 1.6 庫倫。

## 25-2 電位能、電位能差與電位差

電荷在電場中，受到靜電力的作用。如圖 25-1 所示， $+q$  庫倫的電荷受到吸引力，若要將  $+q$  由 A 處移到 B 處，則需施一外力。若所施的外力僅足夠抵消靜電吸引力，而使帶電體由 A 移到 B，施力對帶電體所作的功為  $W$ ，則此功所供應的能量將以「電位能」的形式儲存。若將  $+q$  在 B 處的電位能記為  $U_B$ ，在 A 處的電位能記為  $U_A$ ，則：

(增加的電位能) = (外力提供的功)

$$U_B - U_A = W$$

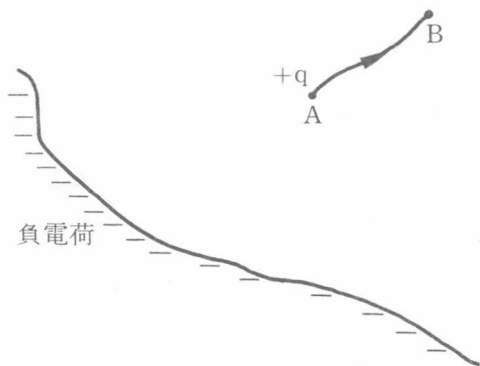


圖 25-1 負電荷對  $+q$  施靜電作用力

我們關心的不是  $U_B$  及  $U_A$  的電位能有多少，但是我們知道  $+q$  由 A 移到 B，則其電位能增加了  $W$ ，也就是電荷在電場的 B 處比在 A 處的位能相對的高出  $W$ 。

這儲存的電位能可以轉換成別的能量。若將  $+q$  電荷在 B 處釋放，因受電場的吸引力，帶電體獲得加速度，就自然的往 A 處移動。當帶電體到達 A 處時，獲得動能  $\frac{1}{2}mv^2$ ，此動能係由(電)位能轉換而來，故：

(減少的位能) = (帶電體獲得的動能)

$$U_B - U_A = \frac{1}{2}mv^2$$

這種情形與圖 25-2(a) 的泵水裝置相似；水泵將 A 處的水，接送到高處 B，水泵對水做功，使水升到高處，具有較高的位能。若高處 B 的水往 A 處流下，下沖的水可以用來推動水車來做工作，等於將原來儲存的位能轉換來做功。

若把電量比喻成水量，把電流比喻成水流，把水在高低不同處的不同位能，比喻成電荷在電場中位置不同而有不同的（電）位能，就知道兩者情況是很相似的。

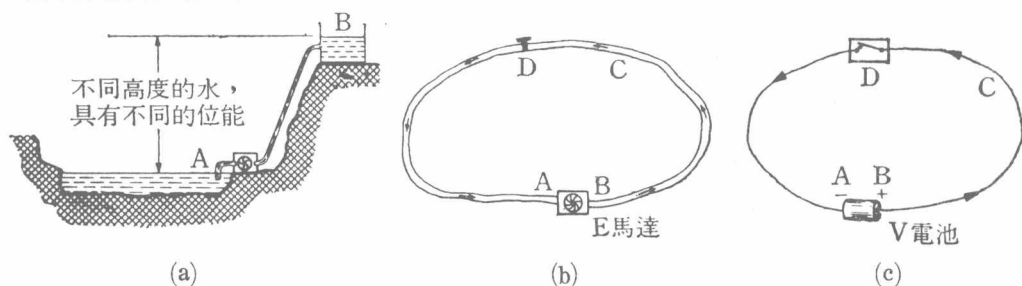


圖 25-2 泵水裝置

使用乾電池或發電機來產生電流的現象，則改以如 (b) 的馬達泵水裝置來比喻較為傳真，與 (c) 圖比較如下：

|                                                                                      |                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| ※馬達泵水，使 B 端產生水壓大於 A 端，使水由 $B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow B$ 迴流。          | 電池使 B 端（正極）產生電壓（定義見下文）大於 A 端，使正電荷由 $B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow B$ 迴流。 |
| ※D 為水栓，可開關，D 若關住，水流不通，泵水停止。                                                          | D 為開關，若沒有接通，呈斷路，電池不作用，亦不耗損。                                                          |
| ※水流由 $B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow B$ 中，所受到的阻力，或對外作功所需的推力和能量，均由馬達 E 提供。 | 電荷在導線中所受的阻力及產生的熱能等所需的能量，均由電池 V 提供。                                                   |

乾電池、發電機等裝置，能使電荷在經過此裝置的兩端造成高低不同的（電）位能。因此，只要以導線把此兩端聯接起來，電荷即由位能高的一端往位能低的一端流動，形成電流，而且在流動的過程中把（電）位能轉換成熱能或其他能量。

由於電荷有正和負兩種，若在圖 25-1 的情況中，將  $+q$  庫侖的電荷更換為  $-q$  庫侖，則本來是吸引力的，一改為排斥力，雖然靜電力的大小一樣，方向卻反過來，因此， $-q$  庫侖的電荷在 A 處的電位能  $U_A'$  反而比在 B 處的電位能  $U_B'$  為高：

$$U_A' - U_B' = W$$

為了能明確的比較在電場裏，電荷的位置不同，則電位能有高也有低，我們取正一庫侖為基準來討論：

「一庫侖的正電荷，在 A 處的電位能與在 B 處的電位能之差值，稱為 A、B 兩處的電位差」。電位差經常以  $V$  代號表示，有時像圖 25-2(c) 的情形，亦稱為「電壓」。

若是在 A 處的位能高於 B 處，則稱 A 處於高電位，B 處於低電位。實際上，這「高」、「低」都是以正電荷來定義的。

若一庫侖的正電荷在 A 處比在 B 處的電位能要多出一焦耳，則我們稱 A、B 兩處的「電位差」為一「伏特」，其單位等於焦耳／庫侖。

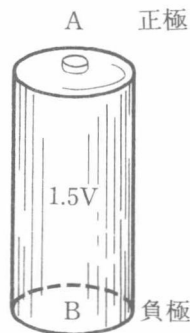


圖 25-3 乾電池

例如圖 25-3，在一乾電池上面標示出 1.5 伏特（或 1.5V），圖中的 A 稱為正極，B 為負極。由於電池內部的化學反應，將化學能轉換成電位能，使得電荷在 A、B 間有能差，即電位能差。由以上「伏特」的定義，一庫倫的正電荷在正極 A 處比在負極 B 處高出電位能 1.5 焦耳（或者說，負一庫倫的電荷，在負極比在正極高出電位能 1.5 焦耳）。

**【例題 1】** 已知 A、B 兩處之間的電位差是 5 伏特，2 庫倫的正電荷在 A 處比在 B 處的電位能高出多少焦耳？

**解：**由「伏特」的定義，可知：

$$U_A - U_B = 5 \text{ 伏特} \times 2 \text{ 庫倫} = 5 \times 2 \frac{\text{焦耳}}{\text{庫倫}} = 10 \text{ 焦耳}$$

## 25-3 電壓與電流

電池或發電機在正負兩極間生成電位差，電位差有時稱為「電壓」。當我們以導線連結正負兩極的時候，這電壓（或稱電位差）是驅使電荷流動的原動力。電流的流向是以正電荷流動方向來代表，因此，當導線接通時，因正電荷在正極的電位能較高，故電荷由正極經導線往負極流動，也就是電荷總是由高電位能處往低電位能處流動。

在第二十章作電解質導電的實驗 20-1 中，我們發現在溶液裏的正離子和負離子都能移動（圖 25-4），因此，正離子往負極移動，在負極處獲得電子，而負離子則往正極移動供給電子。

金屬導線中，只有帶負電的電子可以自由移動，因此，如圖 25-5(a) 當導線接通時，帶負電的電子由  $B \rightarrow C \rightarrow A \rightarrow B$  流動。

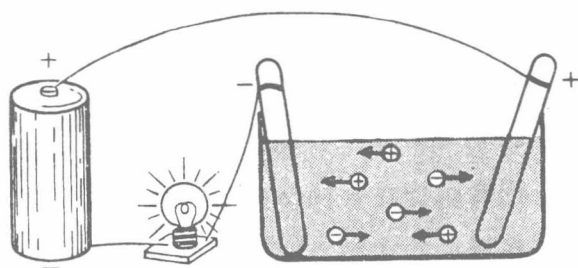


圖 25-4 電解質溶液的導電

正離子移往負極，負離子移往正極。電子由負極出發，在負極處供給正離子，正離子獲得電子，電性中和，成為原子而附在負極上。負離子在正極處供給電子，電子由正極處經導線回到電池，形成整個循環的導電過程。

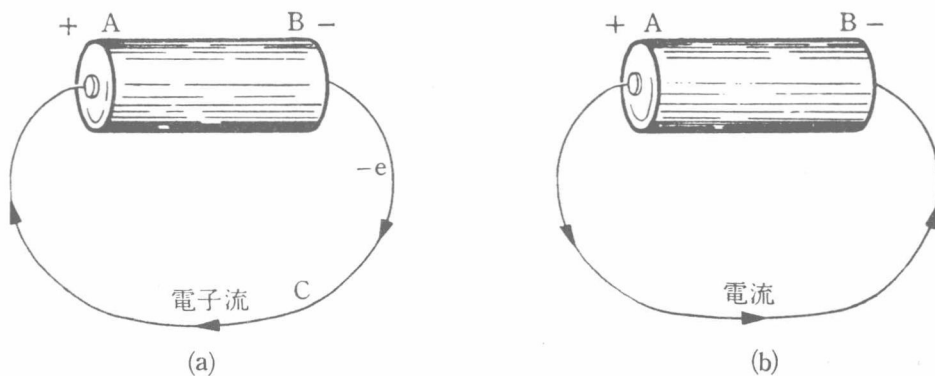


圖 25-5 金屬導體導電

雖然，在導體(如金屬)中，流動的是帶負電荷的電子[圖25-5(a)]，可是若我們把它想成等量的正電荷由正極流往負極[圖25-5(b)]，在產生電的各種效應上，並沒有什麼差別。因此，一般習慣上都以正電荷由正極流向負極來想，正電荷流動的方向定義為電流的方向。電子(負電荷)流動就以反向的電子流來代替。往後談到導電的現象，一概用「電流」來描述。

在實驗 24-1 中，我們發現如玻璃、木棒等都無法導電，也就是說，在這類物質裏，雖然兩端有了電位差，卻沒有自由的電荷可以順應正負極的推力而游移，因此不能導電。

以下，我們來學習如何去測量電位差（電壓）和電流，並認識一些常用的電表。

### 實驗 25-1 電壓的測量

#### 【實驗目的】

利用伏特計測量電壓。

#### 【實驗器材】

乾電池三個（各1.5伏特）、小燈泡一個、附鱷魚夾電線一條、單刀開關一個、伏特計一個（圖 25-6）。

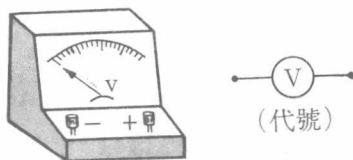


圖 25-6 伏特計

伏特計（又稱電位計）有 $\oplus$ 、 $\ominus$ 兩接頭；在測量兩點之間的電位差時， $\oplus$ 端接於高電位， $\ominus$ 端接於低電位，與欲測的線段並聯接著。

#### 【實驗步驟】

1. 將伏特計正端接到電池正極，負端接負極，測量每個乾電池的電壓，讀出伏特計的刻度（圖 25-7），記入表 25-1 中。

表 25-1 三個電池各別及串聯時之電壓

|                         |
|-------------------------|
| 乾電池 1 的電壓_____伏特        |
| 乾電池 2 的電壓_____伏特        |
| 乾電池 3 的電壓_____伏特        |
| 電池 1 及電池 2 串聯的電壓_____伏特 |
| 3 個電池串聯的電壓_____伏特       |

2. 如圖 25-7 裝置，測量二個、三個乾電池串聯時的兩端電壓，記入表 25-1 中。

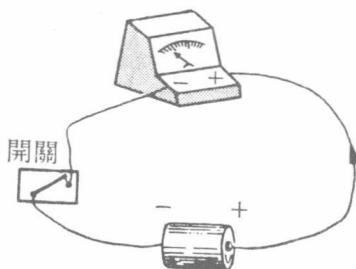


圖 25-7 測量電池兩端的電壓

3. 將伏特計更換為小燈泡，觀察並比較當串接一個、二個及三個電池時，燈泡的亮度。
4. 將伏特計、小燈泡和一個電池並聯，接連如圖 25-8 所示，按下開關，讀出伏特計刻度，和表 25-1 比較，並觀察燈泡的亮度。
5. 更改電池數，將一個及二個電池串聯起來，重複步驟 4。

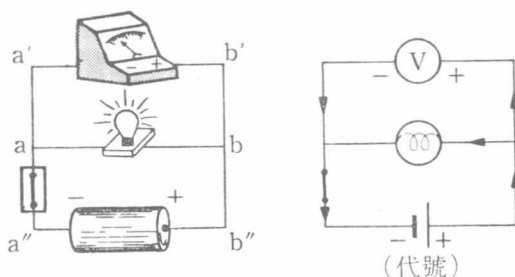


圖 25-8 電壓的測量

伏特計與燈泡並聯，按下開關， $a$ 、 $a'$ 、 $a''$  可視為同一點， $b$ 、 $b'$ 、 $b''$  亦視為一點，則乾電池兩端的電壓  $V_{b''a''}$ ，或燈泡兩端的電位差  $V_{ba}$ ，也就是伏特計指針所指的電壓  $V_{b'a'}$ 。

### 【實驗討論】

1. 由表 25-1 的資料來看，電池串聯時，總電壓和各電池的電壓之間有何關係？

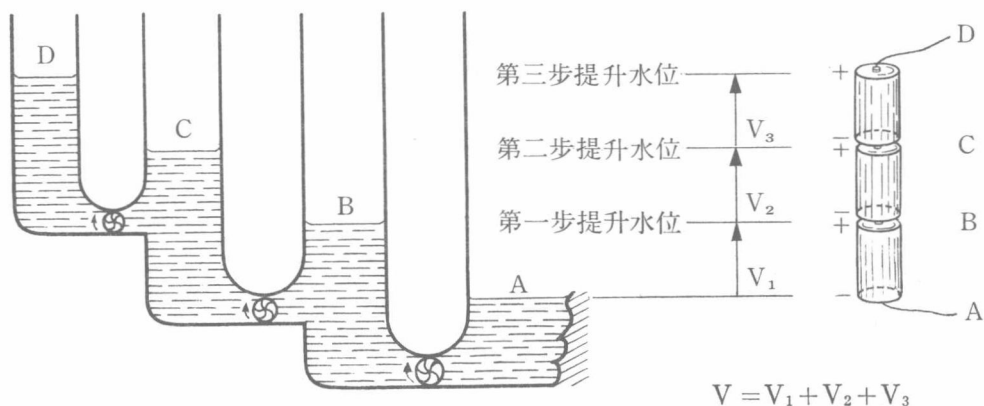
2. 在步驟 3 中，燈泡串聯的電池數量與燈泡的明亮程度有何關係？
3. 在步驟 4 及 5 中，伏特計所量的電壓，是否與表 25-1 所測得的量值很接近？

在本章開頭我們曾將電池及發電機比喻做水泵。電池利用化學能轉換成（電）位能，使電荷在正、負極兩端有電位差。三個電池串聯就如同三臺水泵分階提升水的水位一般（圖 25-9），故串聯的電池兩端電壓，為個別電壓的和。設以  $V$  表示電壓伏特數，則：

$$V = V_1 + V_2 + \dots$$

其中  $V_1, V_2, \dots$  為串聯中各電池的電壓。設若每個小電池電壓都是 1.5 伏特，則三個電池串聯的電壓為： $1.5 + 1.5 + 1.5 = 4.5$  伏特。每一庫倫的正電荷由正極流到負極，就釋出 4.5 焦耳的能量來，燈泡因之發亮。

電池並聯並不能把電壓如圖 25-9 所示，步步提升，我們以後再討論，在此不去談它。



第一個水泵僅能把水位提高到 B，三臺合作可以提升到 D，總水位差是  $V = V_1 + V_2 + V_3$

串聯乾電池，電壓步步上升，總電壓為個別電壓之和。

圖 25-9 串聯電池的電壓

本實驗使我們學會：若要測量某一電器兩端的電位差，可將伏特計並聯的跨接到電器的兩端，如步驟 4 及 5 的情形，可測得  $ab$  (或  $a'b'$ 、 $a''b''$ ) 之間的電位差。

## 實驗 25-2 電流的測量

### 【實驗目的】

利用電流計測量電流，以及並聯、串聯導線上電流的關係。

### 【實驗器材】

乾電池三個 (各 1.5 伏特)、100 歐姆的電阻三個、電流計 (毫安培計，見圖 25-10) 一個、單刀開關一個。

### 【實驗步驟】

1. 將線路裝接如圖 25-11，用毫安培計測出通過電阻 1、電阻 2 及  $ab$  段的電流，並記錄下  $I$ 、 $I_1$  及  $I_2$  處電流 (注意：只有在測電流時，才接通開關)。

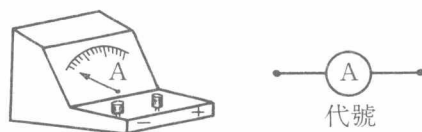


圖 25-10 電 流 計

電流計 (又稱毫安培計) 有  $\oplus$ 、 $\ominus$  兩端；在測量某一導線上電流時，串聯接在該導線上， $\oplus$  端接高電位一端。 $\textcircled{A}$  表示安培計， $\textcircled{mA}$  表示毫安培計。

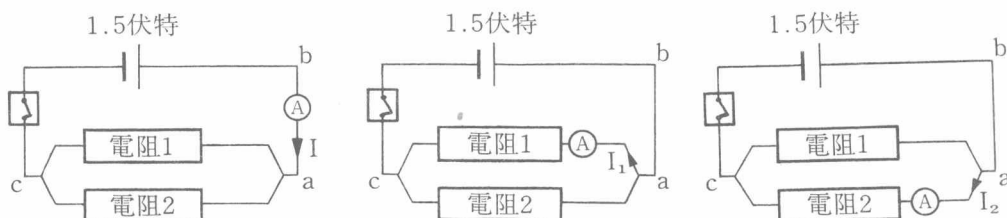


圖 25-11 測電流  $I$ 、 $I_1$  及  $I_2$

2. 將線路裝接如圖 25-12，將電流計串接在  $ab$ 、 $cd$  及  $ef$  之間，測其電流  $I_{ab}$ 、 $I_{cd}$  及  $I_{ef}$  是否均相等。

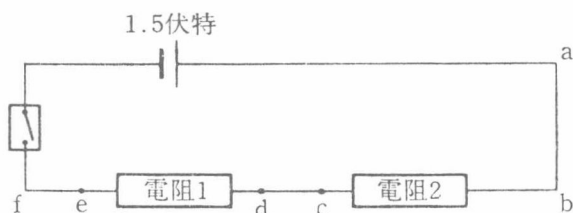


圖 25-12 串聯電路

### 【實驗討論】

1. 由步驟 1 中，測得之電流  $I_1$ 、 $I_2$  及  $I$  各為多少？總電流  $I$  與各分支電流  $I_1$ 、 $I_2$  之和的關係如何？
2. 作步驟 2 串聯時，電流  $I_{ab}$ 、 $I_{cd}$  及  $I_{ef}$  是否都相等？試討論其理由。

測量導線上電流的大小時，要把電流計串接在導線上。

一安培的電流是指電路中每秒通過一庫侖的電量。故當安培計上顯示為一安培時，表示每秒有一庫侖的電量通過這一儀器。

由本實驗可知，電流在導線上流動有如水流，各分支（並聯）電流之和應等於總電流，就如同河川支流的水流量之和等於匯合後的河川流量一樣。導電時，任何一段或每一接點都是電中性的，流入的電流必等於流出的電流。

## 25-4 電阻與歐姆定律

電位差（電壓）是電荷流動的動力來源。在本節中，我們要探討電壓與電流之間的關係。

### 實驗 25-3 電壓與電流的關係

#### 【實驗目的】

探討電壓與電流的關係，以及由兩者的關係去了解電阻。

#### 【實驗器材】

伏特計、電流計（毫安培計）、單刀開關、二個約10歐姆的電阻、鱷魚夾及電線、四個1.5V的電池、方格紙一張。

#### 【實驗步驟】

1. 先將器材裝接如圖 25-13 所示。

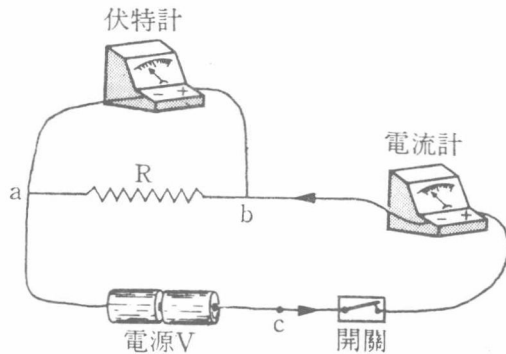


圖 25-13 電壓與電流之測量

2. 在 a、b 間的 R 處串接一個電阻，將以下測量資料記入表 25-2 的  $R_1$  欄內。在電源 V 處分別串接一個、二個、三個及四個電池，觀察及記錄伏特計及電流計所對應的讀值。
3. 在 a、b 間的 R 處串接二個電阻，將測量資料記入表 25-2 的  $R_2$  欄內。重複步驟 2，改變電源及測電壓、電流的步驟。