

# 物理第十二冊目錄

## 第二部份第八講

頁數

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 第七講(E) 習題解答.....    | 1—2   |
| 第七講內容測驗(一)解答.....   | 2—3   |
| 第七講內容測驗(二)解答.....   | 3—4   |
| 第二十章(續) 歐姆定律及其應用(續) |       |
| A. 課程.....          | 5—9   |
| B. 教材問答.....        | 10—11 |
| C. 內容摘要.....        | 11—12 |
| D. 複習題.....         | 13—13 |
| E. 習題.....          | 13—14 |
| F. 簡易實驗.....        | 14—14 |

## 第二十一章 克希荷夫定律及其應用

|              |       |
|--------------|-------|
| A. 課程.....   | 15—25 |
| B. 教材問答..... | 25—27 |
| C. 內容摘要..... | 27—27 |
| D. 複習題.....  | 27—28 |
| E. 習題.....   | 28—28 |
| F. 簡易實驗..... | 29—29 |

## 第二十二章 電功及其在取暖與照明工業上的應用

|            |       |
|------------|-------|
| A. 課程..... | 30—35 |
|------------|-------|

|              |       |
|--------------|-------|
| 第八講內容摘要..... | 35—37 |
|--------------|-------|

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 第八講內容測驗(一)..... | 37—37 |
|-----------------|-------|

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 第八講內容測驗(二)..... | 37—37 |
|-----------------|-------|

## 第二部份第九講

|                  |       |
|------------------|-------|
| 第八講(E) 習題解答..... | 39—41 |
|------------------|-------|

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 第八講內容測驗(一)解答                 | 41—42 |
| 第八講內容測驗(二)解答                 | 42—43 |
| 第二十二章(續) 電功及其在取暖與照明工業上的應用(續) |       |
| A. 課程                        | 44—47 |
| B. 教材問答                      | 47—49 |
| C. 內容摘要                      | 49—50 |
| D. 複習題                       | 50—50 |
| E. 習題                        | 51—51 |
| F. 觀察與簡易實驗                   | 51—52 |
| 第二十三章 電場與電荷                  |       |
| A. 課程                        | 53—59 |
| B. 教材問答                      | 59—60 |
| C. 內容摘要                      | 60—61 |
| D. 複習題                       | 61—61 |
| 第二十四章 靜電現象及其有關定律             |       |
| A. 課程                        | 62—66 |
| B. 教材問答                      | 66—66 |
| C. 內容摘要                      | 67—67 |
| D. 複習題                       | 67—67 |
| F. 觀察與簡易實驗                   | 67—68 |
| 第九講內容摘要                      | 68—70 |
| 第九講內容測驗(一)解答                 | 70—70 |
| 第九講內容測驗(二)解答                 | 70—71 |
| 第九講(E)習題解答                   | 71—71 |

## 第二部份第十講

|              |       |
|--------------|-------|
| 第九講內容測驗(一)解答 | 73—73 |
| 第九講內容測驗(二)解答 | 73—74 |
| 第二十五章 電子與離子  |       |
| A. 課程        | 75—82 |

|              |       |
|--------------|-------|
| B. 教材問答..... | 82—84 |
| C. 內容摘要..... | 84—85 |
| D. 複習題.....  | 85—85 |
| E. 習題.....   | 85—86 |
| F. 簡易實驗..... | 86—86 |

## 第七講 (E) 習題解答

### 第十八章

1. 每一電池之電壓為2伏特，故其總電壓應為 $2 \times 150 = 300$ 伏特。
2. 所求之總電壓，亦即6組串聯電池並聯時之電壓；每一電池之電壓為2伏特，而串聯電池組係由4個電池組成，故其總電壓應為 $4 \times 2 = 8$ 伏特。6組此種串聯電池並聯時，其電壓仍為8伏特。
3. 首先可將12個電池全部並聯，其總電壓應為2伏特。如先將12個電池分為6組，雙雙並聯，再將6組並聯電池串聯，則其總電壓應為 $6 \times 2 = 12$ 伏特。如每3個電池並聯為一組，再將4個並聯電池串聯，則總電壓等於 $4 \times 2 = 8$ 伏特。如將12個電池分為3組，每組4個予以並聯，再將3組並聯電池串聯，則總電壓應為 $3 \times 2 = 6$ 伏特。同理，12個電池分為2組，串並混聯時之總電壓為 $2 \times 2 = 4$ 伏特。最後，12個電池全部串聯亦無不可；此時之總電壓自應為 $2 \times 12 = 24$ 伏特。
4. 已知此6組電池之電壓完全相等，每組皆為2伏特。如3組串聯，則總電壓應為 $3 \times 2 = 6$ 伏特。如再將同樣的串聯電池組予以並聯，則總電壓不變，仍為6伏特。
5. 充電時之電流方向，與蓄電池供電時之電流方向相反。
6. 充電時之電流強度，不應超過蓄電池之額定最高電流強度（通常約為2.5—3 安培）。
7. 蓄電池之作用，決定於充電電流在正負兩極上所引起之不同化學變化。充電時之電流為直流，後者可在每一正極（或負極）上引發相同之化學程序。例如，蓄電池充電時，正極上恒生成二氧化鉛，負極上則出現純鉛。

### 第十九章

1. 每段導線之長度為原導線長度之半，故其電阻應為1歐姆。

如將兩段導線並聯，則因電流所能通過之截面積加倍，電阻遂即減半，亦即等於 0.5 歐姆。

2. 每段導線之電阻為  $\frac{2}{5} = 0.4$  歐姆。如將 5 段導線並聯，則截面之面積增為 5 倍，電阻即減低為原先的  $\frac{1}{5}$ ；故此時之電阻應等於  $\frac{0.4}{5} = 0.08$  歐姆。

3. 將已知數值代入電阻公式  $R = \frac{\rho \times l}{q}$ ，即得  $R = \frac{0.017 \times 2,500}{2} = 21.25$  歐姆。

4. 從電阻公式求解  $q$ ，得  $q = \frac{\rho \times l}{R} = \frac{0.1 \times 20}{3} = \frac{2}{3} \approx 0.67$  平方毫米。

5. 4座白熾燈串聯時之總電阻  $R_1 = 4 \times 1,200 = 4,800$  歐姆，並聯時則為 300 歐姆。如將 4 座白熾燈分為兩組，每組兩座並聯，則每組之總電阻等於 600 歐姆。如將此兩組並聯白熾燈串聯，則總電阻應為 1,200 歐姆。如將此兩組並聯白熾燈並聯，則因兩兩並聯再並聯，與 4 座同時並聯完全相等，故總電阻又變為 300 歐姆。

6. 從電阻公式求解  $l$ ，得：

$$l = \frac{q \times R}{\rho} = \frac{2 \times 30}{0.017} \approx 3,530 \text{ 公尺，}$$

故導線應加長 1,030 公尺。

## 第七講內容測驗(一) 解答

1. 鎢標準電池在  $20^\circ$  時之電壓定為 1.0183 伏特，伏特之定義即係以此為準。

2. 若干電池串聯時，其總電壓等於各分電壓之和。

3. 長 106.3 厘米、截面積 1 平方毫米之均勻水銀柱，在  $0^\circ$  時之電阻定為 1 歐姆。又 1 歐姆也即導線兩端之電位差為 1 伏特，而其電流恰為 1 安培時之電阻。

4. 若干電阻 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ ……串聯時，其總電阻 $R=R_1+R_2+R_3+\dots$ 。

5. a)  $U=I \times R$ ，即電壓等於電流乘電阻。

b)  $I = \frac{U}{R}$ ，即電流等於電壓除以電阻。

c)  $R = \frac{U}{I}$ ，即電阻等於電壓除以電流。

6. 導線之電阻（歐姆），等於電阻係數乘以導線長度（公尺），再除以導線之截面積（平方毫米）。

7. 伏打電池係以銅片為正極，鋅片為負極，分開浸於稀硫酸中而成；其電壓為1.06伏特。

8. 鉛蓄電池係以鉛柵為負極，二氧化鉛為正極，分開浸於稀硫酸中而成；其電壓約為2伏特。鎳鐵蓄電池之負極為鐵，正極為鎳，電解液則係20%的氫氧化鉀溶液，後者多含有少量的鋰。

9. 鎢標準電池係以鎢和汞為電極，電解液則為以上兩種金屬的硫酸鹽。標準電池的電壓剛好等於1.0183伏特。

10. 導體之電阻，多隨溫度之升高而增加，但碳和電解質是例外，後者之電阻當溫度增高時反而減小。

11. 康銅（係銅和錳之合金）。

12. 兩個相同電阻並聯時，其總電阻等於任一分電阻之半。

13. 長1公尺、截面積1平方毫米之導體，在18°時之電阻（歐姆），稱為該導體之電阻係數。

14. 滑動變阻器、曲柄變阻器（Kurbelwiderstand）、栓塞變阻器（Stöpselwiderstand，電阻箱）。

15. 僅能用直流，且灌電電流之正負兩極，須分別與蓄電池之正負兩極連接。

## 第七講內容測驗(二) 解答

1. 為使電流不致中斷，恒須將所有電燈全部開亮。如其中有一

燈燒毀，其餘之燈即因電流之中斷而不再發光。又電燈串聯時之亮度較差，因電阻係隨電燈盞數之增多而變高。

2. 並聯時總電阻減半，總電流確會倍增。但總電流係平均分配於兩條線路上，是則流過各燈之電流，僅為總電流的一半；故電燈並聯與否，對其亮度並無影響。

3. 電流能將導線燒熱；故電流強度將持續增大，而導線終將熔斷。

4. 電路初閉時，導線之溫度尚低，其電阻自較灼熱後之電阻為小；故開始時電流較大。

## 第二十章 (續)

### 歐姆定律及其應用 (續)

#### A. 課 程

[206] 歐姆定律之用於電阻測量 從歐姆定律的三種形式可以看出，如設電路中的三個變數（電流  $J$ 、電壓  $U$ 、電阻  $R$ ）中之任意兩個為已知，則代入公式即可求得另一變數。

例 I：求  $J$

如將電阻  $R=600$  歐姆之白熾燈一座，接入某一電壓  $U=220$  伏特之直流電路中，則其電流  $J = \frac{U}{R} = \frac{220}{600} = 0.367$  安培。

例 II：求  $U$

設導線之電阻  $R=55$  歐姆，通過導線之電流  $J=2$  安培；則由公式  $U=J \times R$ ，立可求得其電壓  $U=2 \times 55=110$  伏特。

例 III：求  $R$

歐姆定律之最大用途，端在其可用於測定未知電阻。實際測量時，可將待測之未知電阻單獨接入，或連同另一已知電阻一併接入已知其電壓之電路中。例如，將白熾燈一座接入 110 伏特之電路中；如實驗時量得之電流為 0.25 安培，則白熾燈之電阻  $R = \frac{U}{J} = \frac{110}{0.25} = 440$  歐姆。

今將另一座白熾燈及一已知電阻（設為 100 歐姆），一併接入上述之電路中；如測得之電流為 0.20 安培，則第二座白熾燈之電阻  $x$ ，同樣可由公式  $R = \frac{U}{J}$  求得： $100 + x = \frac{110}{0.20}$ ，或  $100 + x = 550$ ，即  $x = 450$  歐姆。

另有一種測量電阻的方法，稱為代換法 (Ersatzverfahren)。其

法係先將待測之未知電阻接入電路中，並即記錄其電流；再用一經過標準之滑動變阻器代替待測電阻，調整電阻器，直至電流強度與前相同時為止。此時，滑動變阻器之電阻，應與待測之未知電阻相等；因後者在電路中之作用，剛好被滑動變阻器代替了。此法之精確度較差，但測量時可無須預先知道電路的電壓，操作上比較簡單，是其優點。

**[207] 伏特計** 請各位先將第 205 節的實驗結果重閱一遍。進行第一表內所列之各項實驗時，曾將一隻電阻為 100 歐姆之線圈接入電路中。由第一表可以看出，每當電流增大時，電壓即對應增高，且後者係隨電流的加大而比例遞增。根據公式  $U = R \times J$ ，只須將電流  $J$  乘以電阻  $R$ ，即可得到電壓  $U$ 。例如， $100 \times 0.020 = 2$  伏特； $100 \times 0.40 = 4$  伏特。當電流之讀數為 0.010 安培時，其對應電壓應為  $100 \times 0.010 = 1$  伏特；如電流讀數為 0.200 安培，則其對應電壓應為  $100 \times 0.200 = 20$  伏特。由此可知，測量電流的安培計，也可用來測量電壓。在此情形下，儀器上的刻度當然不會是安培數，而應改成安培數和電阻的乘積，亦即伏特數。故只須將儀器的刻度略加調整，即可使安培計一變而為伏特計。

跟第 189 和 190 節講過的靜電伏特計相反，此種由安培計改裝而成的電壓計，稱為測流伏特計 (Stromdurchflossener Spannungsmesser)。測流伏特計根據的原理，不過是歐姆定律的另一形式；其製法也很簡單，只須將安培計的刻度盤，按照  $U = R \times J$  的公式改為伏特數就行了。

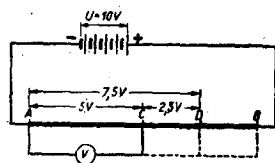
按第 232 圖所示，在電路中接入 10 個線圈，其電阻即增為 10 倍，亦即  $10 \times 100 = 1,000$  歐姆。此時如欲使安培計 A 之指針偏轉，跟進行第一表各實驗時之偏轉全同，則電壓也應增為 10 倍，即 20 伏特、40 伏特、60 伏特、80 伏特和 100 伏特。易言之，儀器的刻度（伏特數）應增為 10 倍；例如原先為 1 伏特者改為 10 伏特，5 伏特者改為 50 伏特，以此類推。故接入高值電阻，可任意擴大伏特計之量度範圍。

就原則上講，所有藉電流之磁效應而製成的電流計，都可用上述方法改成電壓計，今以圓轉式電流計為例（參閱第 183 節，第 221 圖

），說明如何用電流計測量電壓。儀器內部附有線圈，後者本身當然也有電阻；這種電阻稱為電流計之**內電阻**。設電流計之內電阻等於50歐姆，又設其刻度經較準為毫安培（千分之一安培），那末這種電流計便稱為毫安培計（Milliamperemeter）。將電流計接於蓄電池組的電極接頭上，即可按照歐姆定律的公式 $U=R \times J$ ，算出蓄電池組的電壓。設此時電流計之讀數為400毫安培或0.4安培，則蓄電池組之電壓應為 $50 \times 0.4 = 20$ 伏特。如將電流計刻度盤上的毫安培數，換成毫安培數與50的乘積，重新刻度，即可直接讀出電源的伏特數。但有一項困難，即毫安培計的最大載流量，不得超過1安培。為克服此一難點，可於容器內串聯一較高電阻，譬如950歐姆。此時總電阻等於1,000歐姆，亦即為原先電阻的20倍，電流強度自應降為1/20；原先的讀數0.4安培當然也跟着變成0.02安培。代入公式 $U=R \times J$ ，可得蓄電池組的電壓 $U=1,000 \times 0.02 = 20$ 伏特，與前全同。故儀器內部串聯高電阻之後，即可放心大膽量度蓄電池組之電壓，而無燒毀線圈之虞。在上例中，儀器的毫安培讀數，同時代表相應的伏特數，故將刻度盤上的安培數換為伏特數，即可使安培計變成伏特計。

至於伏特計在電路中的連接方法，以後還會提到，此處從略。

〔208〕**導體內之電位降落** 為研究導體內之電壓分佈，可作下述實驗。取100厘米之康銅導線一條，聯於蓄電池組的電極上，蓄電池組的電壓 $U=10$ 伏特，此值可用伏特計 $V$ 量度之。後者係與導線並聯，亦即伏特計之接頭應與A和B相連（參閱第233圖）。如令伏特計與導線之半AC或CB並聯，則量得之電壓為5伏特，或 $\frac{U}{2}$ 。又如使伏特計之接頭與導線的 $\frac{1}{4}$



第233圖 康銅導線AB兩點之間的均齊電位降落，可由伏特計 $V$ 的量度結果予以證明。

（如CD或DB）或 $\frac{1}{10}$ 並聯，則量度結果分別為2.5伏特 $\left(\frac{U}{4}\right)$ 和1伏特 $\left(\frac{U}{10}\right)$ 。

上述實驗結果可如下表示：**電位降落（或稱電壓降）是沿着導線均勻分佈的。**

設導線之總電阻  $R=50$  歐姆，則按歐姆定律  $J = \frac{U}{R}$ ，其電流強度應為  $\frac{10}{50} = 0.2$  安培。同時，通過導線任一截面的電流當然都是 0.2 安培。由以上實驗可以看出，歐姆定律  $U=R \times J$ ，對於導線上的任意線段，同樣可以適用。例如已知 A、C 兩點之間的電阻為 25 歐姆，電位降落根據實際量度等於 5 伏特。如以電阻 25 歐姆乘電流強度 0.2 安培，則所得之積恰好等於 A 和 C 之間的電位降落，亦即 5 伏特。故電位降落或電位差只能存在於電路的任意兩點之間，且該兩點之間必須接有電阻。第 233 圖電源和 A、B 兩點之間的連接線，其電阻很小，故正極和 B 點之間，以及負極和 B 點之間的電位降落為數極微，可以略去不計。

以下將實驗範圍擴大。去掉康銅導線，換接不同的電阻如  $R_1=20$  歐姆、 $R_2=30$  歐姆、 $R_3=50$  歐姆（第 230 圖）。如電源之電壓仍為 10 伏特，且各電阻係串聯於電路之中，則總電阻等於 100 歐姆，電流強度  $J = \frac{10}{100} = 0.1$  安培。伏特計與總電阻 AB 並聯時，其讀數為 10 伏特。反之，如令其依次和  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  並聯，則其電位降落之讀數為  $U_1=20 \times 0.1=2$  伏特； $U_2=30 \times 0.1=3$  伏特； $U_3=50 \times 0.1=5$  伏特。故總電壓  $U=10$  伏特等於各單獨電位降落之和  $2+3+5=10$  伏特；亦即  $U=U_1+U_2+U_3$ 。又各單獨電位降落應適合以下各式  $U_1=R_1 \times J_1$ ， $U_2=R_2 \times J_2$ ， $U_3=R_3 \times J_3$ 。

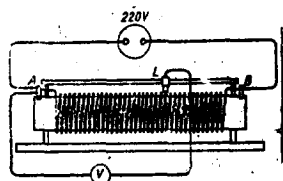
由此可知，導線任意兩點之間的電位降落，等於電流強度乘以該兩點之間的電阻。故歐姆定律  $U=R \times J$  不僅可用於整個導線，且可用於導線的任何部份。

綜上所述，可知任意兩點之間的電位降落，與該兩點之間的電阻成正比。電阻較高的地方，其電位降落也較大。導線上的狹窄部位，其電阻較高，這跟河床斜處灘險流急的道理可以互相比較。

〔209〕分壓連接法與串聯電阻 上節所述之結論，可用以從較高電壓上截取指定之一小部份，以適應各種需要。在第 208 節所舉之實例中（參閱第 233 圖），蓄電池組之電壓為 10 伏特，A 和 C、A 和 D、

C 和 D 之間的電壓分別為 5 伏特、7.5 伏特和 2.5 伏特。如所需之電壓為 1 伏特，即可在導線上選取距離等於導線全長  $\frac{1}{10}$  的任意兩點，使與耗流電路 (Verbrauchstromkreis) 並聯。這種連接方法稱為 **分壓連接法** (Spannungsteilerschaltung)，或 **電位計式連接法** (Potentiometerschaltung，源於拉丁文 potentia，意為潛力、張力)。

實際的分壓連接法，多利用滑動變阻器，康銅導線並不常用。滑動變阻器之聯法如第 234 圖所示。A 和 B 是接線螺絲夾，L 為接線柱，係由變阻器的滑子 (Läufer) 構成。如 A 和 B 之間的電壓為 220 伏特，則只須令 L 左右游動，即可在 A 和 L 之間，截得 0 到 220 伏特之間任何數額的電壓。



第 234 圖 分壓連接法多使用滑動變阻器 AB，後者裝有可以左右轉動的滑子 (Läufer) L。

碳化矽 (Silit) 的電阻很高，故藉一根均勻的碳化矽棒之助，也可實行分壓連接法。取長為 22 厘米的碳化矽棒一條，聯於 220 伏特電源的插座接觸點上；此時棒上每一厘米的電壓為 10 伏特，如截取 12 厘米，即可得到 120 伏特的電壓。

第 208 節中講過的**保護電阻**或**串聯電阻** (Schutzwiderstand oder Vorschaltwiderstand)，也可用以使定值電壓降低至所需的伏特數。但串聯電阻的歐姆數，必須恰好使其本身之電位降落，等於電源電壓與耗流電路所需的電壓之差。串聯電阻的用法，可藉下述之實例說明之。

例：白熾燈一盞，其耗流量為 0.4 安培，所需之電壓為 110 伏特，如欲使之與 220 伏特之電源連接，則串聯電阻所生之電位降落，應等於  $220 - 110 = 110$  伏特。按照公式  $R = \frac{U}{J}$ ，此一串聯電阻應為

$$\frac{110}{0.4} = 275 \text{ 歐姆。}$$

## B. 教材問答

師：試寫出歐姆定律的第一式。

生： $R = \frac{U}{J}$ ；即電阻的歐姆數，等於電壓的伏特數除以電流的安培數。

師：試就上式求 $J$ ，以推演歐姆定律的第二式。

生： $J = \frac{U}{R}$ ；即電流的安培數，等於電壓的伏特數除以電阻的歐姆數。

師：試用淺近語言，說明上式的含意。

生：由上式可以看出，當電壓 $U$ 變大時，電流強度 $J$ 也跟着增強（ $U$ 為 $\frac{U}{R}$ 的分子，分子愈大，分數之值就愈大）。但電阻變大時，電流 $J$ 則變小（ $R$ 係 $\frac{U}{R}$ 的分母，分母愈大，分數之值就愈小）。

師：如何推演歐姆定律的第三式？

生：就第一式求 $U$ ，得 $U = J \times R$ ；即電壓的伏特數，等於電流強度（安培）和電阻（歐姆）的乘積。

師：如何利用歐姆定律測定未知電阻？

生：將未知電阻單獨接入，或與已知串聯電阻一併接入已知其電壓之電路中，然後讀取電流 $J$ 的數值。

師：在第一種情形之下，應如何計算未知電阻 $x$ ？

生：簡單之至，只要將數據代入公式 $x = \frac{U}{J}$ 就行了。

師：在第二種情形之下，又當如何計算未知電阻 $x$ ？

生：按第206節例III的方法或用公式 $J = \frac{U}{x+R}$ 都行，但對求解 $x$ 的代數程序則不太清楚！

師：這倒很容易！ $J = \frac{U}{x+R}$ ； $J \times (x+R) = U$ ； $J \times x + J \times R =$

$$U; J \times x = U - J \times R; x = \frac{U - J \times R}{J} = \frac{U}{J} - R。$$

生：看起來還是代換法比較方便。

師：不錯，但其步驟如何？

生：先將待測電阻接入電路中，量其電流強度，再將待測電阻代之以滑動變阻器，調整變阻器的滑子，直至電流強度與前相同時為止。此時，變阻器之電阻，恰與未知電阻相等。

師：如何將安培計改裝為伏特計？

生：根據公式  $U = J \times R$ ，可知當電阻不變時，電壓  $U$  與電流強度  $J$  成正比。故如將安培計刻度盤上的安培數，換作電流  $J$  與電阻  $R$  的乘積，即可使安培計變成伏特計。

師：試述導體上之電位降落與電阻、電流之關係。

生：導體上任意兩點之間的電位降落（電位差），等於通過導體的電流與該兩點之間所含電阻之乘積。

師：以上所述，對於歐姆定律之適用範圍有何影響？

生：歐姆定律不僅適用於整個導體，且可用於導體之任一部份。

師：何謂分壓連接法？

生：如通過導線的電流為  $J$ ，沿着整個導線的電位降落為  $U$ ，則在導線上選取適當的兩點，使與另一（並聯）分路聯接，即可截取由 0 到  $U$  任意數值的電壓。當分路所需之電壓為  $U_1$  時，導線上兩個支點間之電阻  $R$  應適合下式： $U_1 = J \times R$ 。

師：欲使定值電壓降低為合乎需要的較低電壓，除上述方法之外是否尚有別的辦法？

生：另外的方法，是在需要較低電壓的儀器之前，串聯一保護電阻（串聯電阻）。後者之歐姆數，必須使其所生之電位降落，恰好等於定值電壓與所需較低電壓之差。

## C. 內容摘要

歐姆定律之涵義，在說明電路中電壓、電流、電阻間之相互關係

，其表達方式有下列三種：

第一式： $R = \frac{U}{J}$ ，電阻（歐姆）等於電壓（伏特）除以電流（安培）。

第二式： $J = \frac{U}{R}$ ，電流（安培）等於電壓（伏特）除以電阻（歐姆）。

第三式： $U = J \times R$ ，電壓（伏特）等於電流（安培）和電阻（歐姆）的乘積。

歐姆定律可用以測量未知電阻；其法有二：第一種方法是將未知電阻 $R$ ，接入已知其電壓為 $U$ 之電路中，讀取其電流強度 $J$ ，便得未知電阻  $R = \frac{U}{J}$ 。第二是所謂代換法；其法係先將未知電阻接入電路中

，記其電流讀數；再將未知電阻代之以滑動變阻器，移動電阻器的滑子，至其電流強度與前相同時為止。此時，滑動變阻器所示的電阻，即等於未知電阻。

將安培計刻度盤上的安培數，換作安培數與安培計內電阻的乘積，即可使安培計變為伏特計。如欲擴大此種伏特計的量度範圍，可將一高值電阻串聯於儀器之前（串聯電阻）；但刻度盤上的安培數，應改成安培數乘（高值電阻 + 安培計內電阻）。

通有電流的導體，其任意兩點之間的電位降落，等於電流強度與該兩點間所含電阻的乘積。故歐姆定律  $U = J \times R$  的適用範圍，並不限於整個導體；易言之，歐姆定律同樣可用於導體的任一部份。

以上所述可用於分壓連接法或電位計式連接法，以使較高電壓變為合乎特殊用途的較低電壓。其法係在高壓導線上選定兩點，使與需要較低電壓的分路相聯；但該兩點之間的電壓降落，應等於所需的電壓。又串聯電阻法，也能達成同樣目的；但串聯電阻所生之電位降落，必須等於高值電壓與所需電壓之差。

## D. 複 習 題

1. 試簡述歐姆定律的三種表達方式，並對其涵義略加說明。  
[204, 205]
2. 何謂電阻？試以淺近實例說明之。[198, 201]
3. 測量電阻的方法有幾種？試分述之。[206]
4. 如何將安培計改裝為伏特計？[207]
5. 電位降落與歐姆定律的關係何在？[208]
6. 試簡述分壓連接法！[209]

## E. 習 題

1. 設燈絲兩端之電壓為 220 伏特，通過之電流為 0.4 安培；試求燈絲的電阻。
2. 電阻各為 300 歐姆的相同白熾燈兩座，接入 220 伏特之電路中；問 a) 串聯時，b) 並聯時的電流強度各為若干？
3. 某電路係由一伏打電池和 50 歐姆電阻器相連而成；設量得之電流為 0.1 安培，問電池的電壓為若干？
4. 有一未知電阻  $x$ ，與一 150 歐姆的電阻器串聯後，接於 220 伏特的電源上；設量得之電流為 0.5 安培，試求  $x$  的值。
5. 上題中未知電阻所生的電位降落為若干？
6. 已知饋電線之電壓為 110 伏特，但需用之電壓則為 40 伏特；問當如何處理？
7. 電力烤麵包器一隻，與 110 伏特之電源相聯；設通過該器之電流為 6 安培，問其電阻為若干歐姆？
8. 欲使 4,000 歐姆之電阻器上，通過 0.3 安培的電流，問電源之電壓應為若干？
9. 設收音機的電阻為 1,000,000 歐姆，又設電阻內之電位降落為 25 伏特，求其通過之電流，並分別以 a) 安培，b) 毫安培表示之。

10. 截面積  $q=2$  平方毫米之銅線一條，與30伏特之電源相聯，其上通過之電流為 0.08 安培。設銅之電阻係數  $\rho=0.017$ ，試求銅線之長度。

11. 長 120 公尺之鋁線一條，與 8 伏特之電源相聯時，其中通過之電流為 0.06 安培。設鋁之電阻係數  $\rho=0.032$ ，試求鋁線之截面積。

12. 長 1,000 公尺截面積  $q=2$  平方毫米之鐵線一條，與 110 伏特之電源相聯。設通過之電流為 2.2 安培，問鐵線之電阻係數應為若干？

## F. 簡易實驗

手電筒所用之電源為乾電池，後者之電能將近耗罄時，仍能使小型燈泡發出微光。如先將一隻小型燈泡與電池連接，再使二隻並聯後與乾電池連接，則見前後兩種情形下之燈泡亮度完全相等。兩隻燈泡並聯時之總電阻，僅為一隻燈泡的一半，故總電流應為原先的兩倍。但通過每隻燈泡的電流，又是總電流的一半；故事實上通過每一燈泡之電流，與前相同。