

X射線技術入門

人民衛生出版社

前 言

這本小冊子原來是爲了醫士學校寫的一本講義，最近同志們催促我整理一下，但我自己是信心不足，由於同志們的幫助，才大致就緒。這裡面的內容可能錯誤很多，希望讀者同志及同道多多提出指正，以便再版時修正。

編者識

1952. 12. 12.

目 錄

第一篇 電工學的基礎知識

第一章 物質概論	1
第二章 電子的移動	4
第三章 電流	6
第四章 電阻(抵抗)	7
第一 導體及絕緣體	8
第二 電流的控制	8
第三 捷路(短絡)	12
第五章 電路的聯結	12
第一 串聯電路	13
第二 並聯電路	14
第三 串並混聯電路	14
第六章 電功	15
第七章 磁電效果與電磁波	16
第八章 電磁感應(誘導)	17
第一 互感	17
第二 自感	19
第九章 交流電流	20
第一 單相交流電流	20
第二 三相交流電流	21
第十章 蓄電器	22

第二篇 X射線發生的知識

第一章 放電	24
--------	----

第一 對流放電	24
第二 真空放電	25
第二章 電子發射	25
第三章 X射線發生的本質	27
第一 阻止線(一般X射線)	27
第二 固有線(示性線)	28
第三 阻止線與固有線的比較	28
第四章 X射線的性質	29
第一 X射線於電磁波中的位置	29
第二 速度、屈折、偏光、干涉	30
第三 透過、吸收、散亂、減弱	30
第四 光電效果	32
第五 第二次X射線	32
第六 距離自乘法則	33
第七 螢光作用	34
第八 電離作用	34
第九 化學作用	35
第十 生物學作用	35
第五章 X射線的測定	35
第一 X射線硬度的測定	35
第二 X射線量的測定	37

第三篇 X射線發生裝置的簡解

第一章 X射線管球	38
第一 X射線管球構成部份	40
第二 管球焦點及規格(容量)	42
第三 管球的冷卻裝置	43
第四 管球的分類	45

第五 管球使用上的注意	48
第六 管球及整流管的故障	49
第二章 高壓發生裝置	51
第一 變壓器的構造	51
第二 電量消耗	54
第三 變壓器的故障	55
第三章 整流裝置	55
第一 整流管(灼熱抑制管)	56
第二 整流管的壽命	56
第三 整流管使用上的注意	57
第四 整流方式及結線式	58
[附] 簡單X射線發生裝置結線圖及其說明	68
第四章 配電盤(操縱台)	69
第一 二次電壓調節器	71
第二 加熱電流調節器	77
第三 整流管加熱調整方式	79
第四 二次電壓錶	79
第五 毫安錶(MA 錶)	80
第六 毫安積錶(MA S 錶)	80
第七 中性點整流	81
第八 加熱回路電流錶	82
第九 電壓降下補助器	82
第十 自動過負荷斷路器	83
第十一 光電時刻計算器	83
第五章 附屬裝設器具	84
第一 高壓電纜	84
第二 加熱變壓器	84
第三 柱上變壓器	85

第四 引入線	85
第五 接地	86
第六章 X射線發生裝置操縱的注意	86

第四篇 X射線診斷一般技術

第一章 X射線透視診斷	89
第一 透視診斷應用器具	89
第二 透視診斷注意事項	90
第二章 X射線攝影診斷	92
第一 X射線膠板及紙板	92
第二 增感紙及膠板盒	93
第三 除散亂線裝置	93
第四 X射線攝影技術	95
第三章 現像與操作	97
第一 暗室	97
第二 現像	98
第三 定像及水洗	100
第四章 現像失敗的原因與防止	101
第五章 造影劑	104
第六章 一般特殊造影法	105
第一 脊髓造影法	106
第二 腦造影法	106
第三 枝氣管造影法	107
第四 膽囊造影法	107
第五 腎盂及輸尿管造影法	108
第六 膀胱造影法	109
第七 子宮卵管造影法	110
第七章 X射線特殊攝影法	110

第一 實體像攝影法·····	110
第二 間隙攝影法·····	111
第三 斷層攝影法·····	111
第四 重複攝影法·····	112
第五 間接攝影法·····	113
第八章 一般X射線檢查法·····	113
第一 心臟及胸部大動脈檢查法·····	113
第二 肺臟檢查法·····	114
第三 食道檢查法·····	115
第四 胃檢查法·····	115
第五 大腸檢查法·····	116
第九章 一般攝影技術·····	117
第一 頭部·····	117
第二 脊椎·····	119
第三 上肢·····	121
第四 下肢·····	122
第五 內臟·····	124
〔附〕 X射線攝影曝射條件表·····	126

第五篇 X射線治療的臨床知識

第一章 X射線治療的種類·····	128
第二章 X射線治療的因子·····	129
第三章 X射線反應及副作用·····	130
第四章 X射線治療的條件·····	131
第五章 X射線治療前後處置·····	132
第六章 X射線治療時注意事項·····	133
第七章 X射線照射術式·····	134

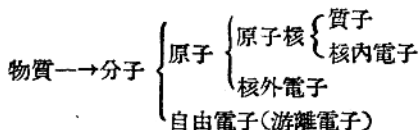
第 一 篇

電工學的基礎知識

第一章 物質概論

根據電子學說，四周圍所有的實物，凡是有重量，而且佔有空間的一切物質，均是由極小的小顆粒構成的。這小顆粒稱為分子。分子是由一個或數個原子構成的。而原子又是由於數個或數十個電子和質子所構成，這電子和質子就是電。所以從物理學的立場來看，一切物質都是由質子及電子的兩種基本微粒子構成的。不論什麼物質，只要用某種方法分析起來，結果總是還原到這兩種微粒子上面去。

質子帶的是正電，電子帶的是負電。一個正電荷與一個負電荷相遇時，結果呈中和狀態，就不帶電了。質子與電子兩種微粒子結合起來，正負電恰好中和，對於外部呈着電的中性。在正常形態下分子的原子中，質子和電子數目相等而不帶電。這就是為什麼一切物質都是電構成的，而人們都不覺得物質有電的性質存在的理由。



電子、質子、原子及分子，在普通的顯微鏡下面是不能窺見的。所以關於分子及原子的結構，只好根據電子學說去推想。

原子是電子與質子的集合體，它的組織可以很明白地分做兩部分：一部分叫做原子核，就是所謂原子的中央部。另一部分是圍繞原子核高速度運行的電子。其原子核與周圍電子間的狀態，恰像太陽

系；太陽好比是原子核，在其周圍有地球及其他各行星圍繞運行。

原子核是電子與質子密接的結合物，其中質子的數目比電子的數目多。爲了區別原子核內的電子與圍繞原子核運行的電子，所以稱前者爲核內電子稱後者爲核外電子。

質子與電子兩者的質量也是很重要的常數，並有顯著的差異。電子約爲 9×10^{-28} 克。而質子約爲 1.66×10^{-24} 克，差不多約爲電子的1840倍。因質子比電子重所以不易變動其位置。一般所有電子的大小、質量、荷電量等，任何時候都是相等的。所有質子亦是一樣。

依着原子核內電子與質子結合狀態的不同，分別出各種不同的元素。這些元素的性質是依着核外電子數的多寡而異。一般核外電子數與元素的原子序數一致。原子核外電子的運行是有一定的軌道，此軌道有一定數相集合而成，稱之爲系。其各系由內側向外分K、L、M、

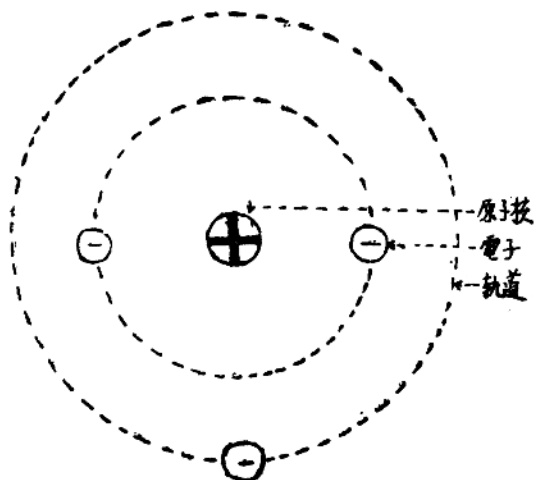


圖1 鋰(Li)元素的原子模型

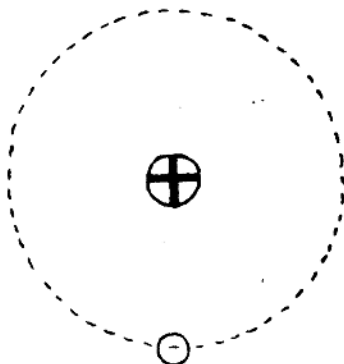


圖2 氫(H)元素的原子模型

N.O.P.等系。在各軌道上有一個或數個電子迴轉運行(圖1,2)。每個電子在其軌道上皆保有一定量的能，此稱為量子。

圖1與圖2所記元素的原子構造是最簡單的，如果元素的原子量多時，其質子數及核內核外電子數亦增加，所以原子構造亦愈加複雜化。

原子的軌道如彼此交叉，使原子與原子互相鎖住，即可以組成種種不同的分子。質子與電子以各種不同方式結合而成九十多種元素的原子。原子與原子合成分子。許多分子彼此集合起來又形成物質。例如一個氧原子和兩個氫原子互相鎖住即成一個水的分子，一杯水即是千千萬萬個這種水分子合成的(圖3)。

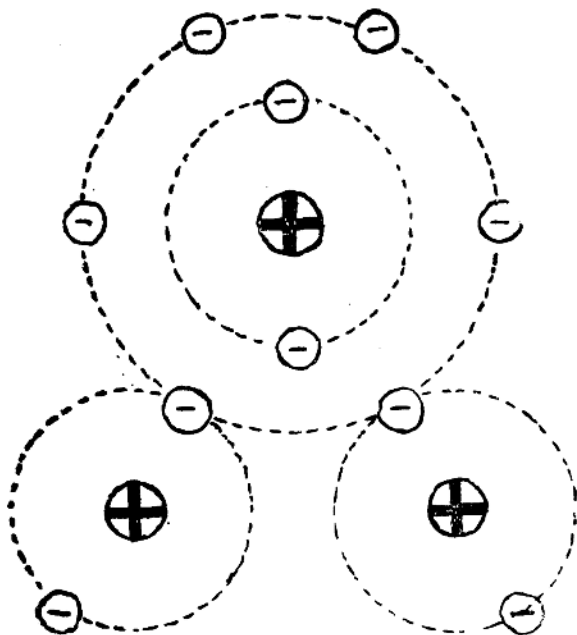


圖3 水分子組成模圖

第二章 電子的移動

水有一種傾向，就是從高的一邊流向低的一邊。電子亦有一種傾向，即是從電子多的一邊流向少的一邊(圖4)。[相同的電荷互相排斥，不同的電荷互相吸引]，這是電學上最基本的定律。也就是任何不平衡的原子或帶電體，都有吸引別的電子或放出多餘電子的傾向。由於這種傾向才使電子發生移動，此種傾向稱為勢(電位)。當兩個帶電體，有高低不同的電位，即是有電位差(電勢)存在時，這兩個帶電

體之間就有電子移動。電子從電位高的一體移向電位低的一體。所以電位差是使電子發生移動的原因，日常稱為電壓。

電子流移動的方向，從圖4即可以看出。完全是電子多的一方，流向電子少的一方。

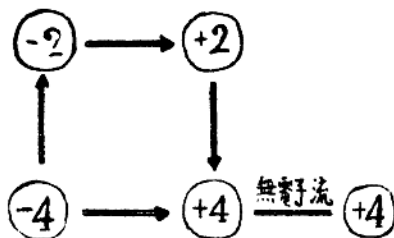


圖4 電勢與電流的關係

電子在靜止時(有電荷)稱為靜電，在運動時即為電流。普通使電子通過導線，比通過空氣容易得多。所以通常皆用導線傳遞電流。火花放電即是電流在空氣中流動，這是偶然的事。X射線裝置上的X射線管球中通電，則是真空放電的一種。

電位差(電壓)的單位：

測量地球上地位高低時，總是以海的水平面為零點。因為海水非常多，缺一點水，水位也不會變的。在測量電位也是同樣，以地球為零位。如果電位高於地球，則稱為負電位；如低於地球則稱為正電位。X射線裝置上，一切與人有接觸的地方，常用導線接連大地，使電位常保持為零位；如有高壓電漏出，不致有危險，這叫做接地，其導線稱為接地線。

電位差的實用單位稱為伏特(Volt)，略寫為V。在一根有1歐母(Ohm)電阻(R)的導線上，流過1安培(Ampere)電流(I)所需要的電壓為1伏特。

$$V(\text{電壓}) = R(\text{電阻}) \times (I)(\text{電流})$$

第三章 電 流

如果放一個電子在銅線的一端，則這個電子能使線裡分子的電荷失了平衡。因此產生了一個排斥力，去排斥最靠近它的另一個電子；也就是加進去的電子，使線一端的電位高於另一端。加進去電子的推力，使第一個原子內的電子脫出，它就立刻代替了被逼走的電子，補充在空位子裡。從第一個原子裡被驅逐出來的電子，又去逼第二個原子裡的電子，第二個又去逼第三個……這樣不斷的推下去，一直到導線的另一端。電子這樣移動到線的另一端最後的一個原子時，即稱為一個電子通過了這線的全長。雖然最後的電子，並不是加進去的那個電子。但因為所有的電子完全是同樣的，所以稱為是一個電子流過導線。僅僅一個電子能力太小，沒有什麼用處。而實際電路中，常是幾千萬萬個動的電子。這樣就可以知道電子流是由負電荷流向正電荷。舊的理論，認為電流是從正電荷(陽極)流向負電荷(陰極)，是錯誤的。

電流的單位：測量一個瀑布的大小，常說是大瀑布或小瀑布。但嚴格說來是不科學的。首先必須有一個測量的單位，例如1毫升、1升等。在這些測量液體的單位中，選出一個不大不小的單位，才能解決這個問題。如果選「升」為測量單位，就說流出多少升，這樣是否就能決定瀑布的大小呢？譬如說：尼亞加拉大瀑布流出5,000,000升水，這還是不能明確知道這句話的意思。必需同時知道流出這許多水是需要多少時間；是一年、一個月、一天、還是一個點鐘呢？有許多小的瀑布，要流出那些水量，需要在它下面等上一年之久。而在尼亞加拉世界上最大瀑布的下面，只需要一小時就可以。這就是指出測量一個瀑布水流的大小或是強弱，必須在單位、時間內測量其流過的單位量，這稱之為流率。

在測量電流時，也是同樣。首先需選一個測量單位。用一個或兩

個電子作單位是太小了；通常用 630 萬萬萬萬個電子 (6,300,000,000,000,000,000 個) 作爲一個單位，此稱爲庫倫 (Coulomb)。單用庫倫測量電流的強弱還是不夠的，亦必須加上單位、時間。普通用秒的時間爲單位。每秒庫倫稱爲 1 安培 (Ampere)，簡寫爲 [A]。安培是測量電流強弱的單位，一庫倫電量在一秒鐘通過電路中的某一橫斷面，即爲一安培。千分之一安培稱爲毫安培 (Milliampere)，簡寫爲 [mA]。

第四章 電阻(抵抗)

銅線的常用作爲電路，因爲銅的自由電子多，也就是容易被移動的電子多。然而每一銅原子核都有保持其周圍電子(包括自由電子)，不使其失去的傾向。所以要想使其自由電子移動，必需有超過該原子保持傾向的電位。這種保持電子的力量，即稱爲電阻。所有物質(包括銅線)，多少有若干電阻存在其中。線路中的電勢，必須超過線路中保持電子的力量(電阻)，電流才能通過線路。如果電勢大，電阻小，則通過的電流強。反之如電勢小而電阻大，則通過的電流弱。

電阻的單位：自來水在水管裡流動，如果水管直徑大則水流多。如果水管直徑小則水流少。要想知道水管的粗細，看水流的大小即可以知道。要測定電路中的電阻時，同樣可以看電流及電壓的大小即能知道。

在電線之兩端加一伏特電壓，於該導線流過 1 安培電流時的阻力，稱爲 1 歐姆 (Ohm)，此即是電阻的單位。檢查漏電有無之單位，用百萬歐姆 (Megohm)。

$$\text{電阻 } R = \frac{\text{電壓 } V}{\text{電流 } I}$$

電 量	符 號	測 量 單 位	電 路 效 應
電 壓	E	伏特 V	使電路通過電路的力量。
電 阻	R	歐姆 R	線路中導體對電流的阻力。
電 流	I	安培 A	流過電流的電子流效應。 1) 動力效應 4) 化學效應 2) 熱效應 5) 光效應 3) 磁效應 6) 放射線效應

第一 導體及絕緣體

電流在若干種物質中，只需要很小的電壓即能通過；反之電流在某種物質中，必需要很大的電壓才能通過；甚至有的物質根本不允許有電流通過。大多數科學家認為這種歧異現象，是由於物質分子中含有自由電子的多少而異。如果物質中有很多自由電子，原子核與自由電子間的束縛力很弱，其自由電子則很容易被移動，這種物質則稱為導體。而許多非金屬則與此相反，因非金屬的分子中電子間的束縛很緊，而且其中自由電子也少，事實上許多非金屬是沒有自由電子，所以在此種物質中要想使電子移動，似乎不可能；也就是電阻很高，不能作為導體，故稱絕緣體。

導體與絕緣體之間，並沒有很明顯的分界線。凡是電子易移動的物體稱為良導體；不易移動的稱為不良導體；不能移動者則稱為絕緣體。良導體與絕緣體之間者稱為半導體。

例：良導體：銀(最良導體)、銅、鐵、錫、鉛、酸液、鹽液等。

半導體：水、人體(毛髮、爪甲等近絕緣體)肌肉等。

絕緣體：油、石、絲、橡皮、雲母、玻璃、乾空氣等。

第二 電流的控制

導線中的電流強弱，可以有二種方法控制。一種是調節電位差的

高低，一種是調節電阻的大小。

已知電勢是使電子移動的原因。兩個物體間或導線的兩端，有不同的電勢存在時，此電勢即能控制着導線中電流的強弱。例如在水管的一端加壓，則水流增加。同一原理，使導線兩端的電壓增加，則電流亦必因而增加。如果阻碍水流的阻力不變，其水上的壓力增加一倍時，則水管中的水流亦多一倍，如壓力加三倍水流亦多三倍。同一原理，導線的電阻不變時，電壓加倍，電流亦加倍；例如導線兩端電位差為2，其中有1安培電流通過，若電位差為6時則有3安培電流通過。換言之電阻不變時，電流與電位差成正比。這個關係在電學上很重要。(圖5、6)。

每平方吋 2 磅壓力



每秒 1 加侖

4 磅壓力



每秒 2 加侖

6 磅壓力



每秒 3 加侖

圖 5 水壓與水流強度的關係

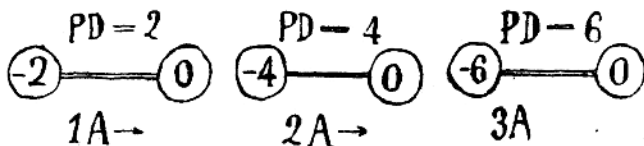


圖 6 電位差與電流的關係

控制電流的第二個因素是電阻的高低。如果導線兩端的電勢不

變，電阻增高則電流減少，電阻減低則電流增加。

在水管中決定水流阻力有四個因素；

- 一、水管子直徑的大小。
- 二、水管子的長度。
- 三、水管子的種類。
- 四、水流的溫度。

一個細而長，裡面還填滿污垢的水管，水從其中流動則有許多阻碍，而不通暢。有阻碍則水有阻力，如果阻力大水管中的水流就要小。

導線可視為流電的「管子」導線中的阻力（電阻）亦決定於四種因素；

- 一、導線的直徑的大小。

