

TY 1/26/2118

編輯 要 旨

- 一・本叢書包括數學、物理、化學、生物等四種。
- 二・本叢書物理、化學、生物等三種，均係採用德國魯斯汀(Rustin)函授學校之課本；數學一種，則係採用德國馬特休斯(Mathesius)函授學校之課本，分別遴請專家逐譯。
- 三・本叢書之供應對象，主要為中等以上學校之學生、自行進修人士及從事教授各該有關課業之教師，故其內容亦以適合上述各界人士之需要為主旨。
- 四・原書內於每一相當節段，均附有習題、複習題、試題及論文作業等，可使在學者增加反覆研討之機，自修者亦易得無師自通之樂。本叢書對於前三者均已予以保留，俾利讀者之研習。至於論文作業題目，本係該函授學校對於所屬學生之另一種教學措施，學生於作成論文後，校方尚需負修改之責，與本叢書旨趣未盡相同，故均於正文內予以省略，惟為存真起見，一俟本叢書出齊後，當彙印單行本，以供讀者參考。
- 五・本叢書因係依據原書格式譯輯而成，故未能於每一學科之首冊中編列總目，擬俟全書出齊後，另行編印專冊，以供讀者檢閱。
- 六・本叢書數學原文，每講約為六萬字，而其餘各書字數自二萬餘字至四萬餘字不等，且各講自成段落，不能分割，故為便利讀者及減輕讀者負擔，只能將其每二講或三講合印為一冊，字數遂在七萬餘字至九萬餘字之間。
- 七・本叢書所有各種科學名詞，一律採用國立編譯館輯譯，教育部審

定公布之名詞；但主編者認爲必要時，亦偶用其他譯名代替之，其爲上述公布名詞中所無者，則出於主編者或譯者之創擬。該項替代或創擬之名詞，是否妥善無疵，未敢自是，尙冀海內專家學者不吝賜教。

八・本叢書之逐譯工作係由多人執筆，行文屬辭，難免各具風格，主編者能力時間，均屬有限，故雖竭智盡慮，勉爲整理，亦僅能使其小異而大同，尙祈讀者諒之。

九・本叢書原文篇幅浩繁，約近五百萬字，出版須依一定進度，編者勢難將譯文與原文逐一核對，倘有未盡妥洽之處，亦請讀者隨時指教，俾於再版時更正，幸甚幸甚！

主編者謹識

序言及學習方法之說明

在近幾十年中，沒有一門自然科學，能像物理學那樣地顯示出這麼多的進步。從自然界的各種奇異變化中，物理學給我們指示出了許多新的規律，並且替我們大大地擴展了有關於各種自然現象間互相關聯的知識。這種結果，使物理學超越了自己的範圍，間接地充實了其他各門科學和工程技術的內容。在現代原子物理的影響之下，化學這門科學中的幾個基本概念，如元素及化合力本質之概念等，已非有一種根本改變不可；放射科研究之成功，使醫學上開闢了一個新天地；最後，我們今日之電氣和熱工技術，以及航空；電影與無線電等之驚人與迅速之進展，都應歸功於物理學家之辛勤建樹的研究工作。

我們現在的課題，是要使各位未曾或很少受過自然科學訓練的讀者，慢慢地步上這門自然科學的階梯。當各位踏上每一層更高的階梯時，我們就要將名種最重要的定律，介紹給各位；使各位對於與日常生活和國計民生有重要關係的各種技術應用，以及對於與物理學上的世界觀有基本關係的各種理論，獲得一般的認識。

我們所採取的表達方式，是着重於通俗而不枯燥，但却不違背嚴格的科學性，也不忽略各位所需準備之各部份課程的完整性。各位可以相信，我們是經常把各位能通過結業考試這個目的放在心上的！我們的這部函授講義，可以說是一部自修的書籍而不是教學的書籍。因此，我們對於大多數物理教科書所採用的那些刻板的傳統編排方式，並不加以欣賞。各位對於物理學所能得到的全貌，將於研讀這部函授講義時，從每一講至次一講，逐漸自動地加以完成。關於數學方面的應用，在我們這部講義裏，也儘量設法限制，這樣，才可以使不懂高深數學的讀者，也可以懂得我們所表達的意思。

在第一講中，我們將要廣泛地說明幾種簡單的關聯現象，使各位逐漸習慣於物理學上的思考。以後，我們即將逐步要求各位作更大的努力，並逐漸將更多的淺近數學，散佈於各章講義之中。最初，我們並不想責成各位，立刻習慣於有系統地吸收每一部份之全部內容，因

爲如果上進的坡度太陡，反而易於使各位初學者失去繼續學習的勇氣。一直要到較後幾章講義中，我們方始就各位進步的情形，在魯斯汀數學函授這一講中，加入數學方面的知識，但亦不超出簡單的代數運算範圍之外。如果各位讀者之中，要想知道如何以高等數學，來精確地說明各種物理學上的問題，那就要請各位參閱這部函授講義的最後一本小冊子，在這本小冊子的特殊幾章裏面，我們是就物理學上各部門的定律和課題，以微積分學的方法來處理的。

現在，在各位開始學習以前，我們要向各位說明一下學習的方法。各位要知道，各位正要從事學習的這門科學，其中心活動，乃是實驗與觀察。所有物理學上的知識，都是以實驗爲出發點。以一般情形而論，各位對於科學性的嚴格實驗，恐無自己實地去做的機會。至於自修講義，則必須依照規定之方法去學習。最先，請各位緩慢而仔細地閱讀“課程”這一部份的講義，這決不會使各位感到困難。我們也會利用豐富的圖表和照片，使各位不必化費額外的金錢，便可以在家中隨心所欲做些實驗，同時我們也將一再引起各位注意日常生活中所可看到的技術上的應用。

當各位讀過某一章講義的“課程”這一部份之後，我們就將急切地要求各位，將這一“課程”中的每一個小標題，抄寫在一張小條子上，然後按照每一個小標題的次序，將全部“課程”中的內容，高聲朗誦複習。請各位切勿低估我們這一建議的重要性。對於一種陌生的事物，各位一定需要在語言上仔細咀嚼，才會澈底明瞭其中的深義，而這種澈底的了解，是不可能在默讀複習中獲得的。請各位切勿因這一點額外的工作而有畏縮的意念。相反地，各位應該儘量努力，以不落後於一般高級專門學校學生的程度爲目標。此等高級專門學校學生，每天都有機會互相討論，並且磨礪他們的習慣用語，使能適合於枯燥的自然科學的教材。

一直到各位能有自信，將某一章講義中之內容，以朗誦法重複溫習以後——當然我們不致於會要求各位去背誦——各位才可以開始致力於“問答”這一部份講義的研讀。在這裏，我們將要與各位以問答方式討論教材，加以深入的研究與整理，好像是生動的課室表演一樣

。還有一個建議，請各位也能衷心地接受！當各位在講義中找到了一個自己認為是正確的答覆時，那就請各位先讀出這一個答案，因為這些問答，能激起各位思考的進展。

在這些準備工作做完之後，各位對於“**複習題**”這一部份，便能輕鬆地完成解答的工作。這些問題，與每一章的講授內容都有密切的關聯，雖不一定按照着內容先後的次序而排列，但因其將課程的內容，凝縮成許多重要的結果，故可使各位得到一個清晰的全貌。

在每一章的末尾，我們還選擇了一連串的“**習題**”以供各位解答物理問題時，作為促進正確思考及求得確實數字之參考。解答方法與結果，總是印在次一講開始的地方。

現在，請各位開始學習。

物理第十八冊目錄

第四部份第四講

頁數

第三講第八章 (D) 複習題	1—1
第三講第八章 (E) 習題	1—2
第三講內容測驗	2—2
第三講 (E) 習題解答	2—4
第三講內容測驗解答	4—5
第九章 金屬中之導電情形	
A. 課程	6—10
B. 教材問答	10—12
C. 內容摘要	12—13
D. 複習題	13—13
E. 習題	13—13
第十章 永久電場	
A. 課程	14—24
B. 教材問答	24—28
C. 內容摘要	28—29
D. 複習題	29—29
E. 習題	29—30
第四講內容摘要	31—32
第四講內容測驗	32—32

第四部份第五講

第四講 (E) 習題解答	33—34
第四講內容測驗解答	34—36
第十一章 容電器	
A. 課程	37—44
B. 教材問答	44—47

C. 內容摘要	47—48
D. 複習題	48—48
E. 習題	49—49

第十二章 電流的功值 電場的能

A. 課程	50—57
B. 教材問答	57—60
C. 內容摘要	60—61
D. 複習題	62—62
E. 習題	62—63

第五講內容摘要	63—65
---------	-------

第五講內容測驗	65—65
---------	-------

第五講 (E) 習題解答	65—68
--------------	-------

第五講內容測驗解答	68—70
-----------	-------

第四部份第六講

第十三章 磁場與地磁

A. 課程	71—75
B. 教材問答	75—79
C. 內容摘要	79—80
D. 複習題	80—81
E. 習題	81—81

第十四章 電磁場

A. 課程	82—94
B. 教材問答	95—99
C. 內容摘要	99—99
D. 複習題	100—100
E. 習題	100—101

第六講內容摘要	101—102
---------	---------

第六講內容測驗	102—102
---------	---------

第六講 (E) 習題解答	102—103
--------------	---------

第三講第八章(D)複習題

1. 何謂**法拉第電解定律**? [44]
2. **法拉第定律**可以綜合爲如何的公式? [44]
3. **電離理論**以何種假設爲出發點? [45]
4. 試根據**電離理論**說明電解質中之導電情形! [45]
5. 爲什麼我們能說電解質中係有平衡狀態存在? [46]
6. 根據何種觀察, 確定**離子的形成**係由**電解質溶解於水**所致, 而非由電流的作用而來? [47]
7. 如何利用實驗方法, 證明**離子的遷移**? [47]
8. 根據**歐姆定律**適用於電解質導電之事實, 可以得到何種結論? [47]
9. 如何利用實驗方法, 顯示**離子與溶劑間之摩擦力**? [47]
10. 因電流而析出的質素, 其析出之量可作爲量度電流強度的標準, 何故? [48]
11. **電流強度單位與電量單位**有何連帶關係? [48]
12. **羅斯密特常數**的意義爲何? 其大小如何? [49]
13. 一價離子之電荷爲若干? [49]
14. 離子所帶**基本電荷**的數目, 何由算出? [49]
15. **基本電荷與羅斯密特數**有何關聯? [49]

第三講第八章(E)習題

1. 一0.1安培的電流在 $2\frac{1}{2}$ 小時內, 可由一硫酸亞鐵溶液中析出若干克之鐵? (Fe 之電化當量=0.288毫克)
2. 欲以0.2安培之電流, 由硫酸銅溶液中析出1.4克純銅, 問其所需之時間爲若干?
3. 在2.4小時內, 能自一硝酸銀溶液中析出4.6克 Ag 之電流強度爲若干?

4. -0.3 安培之電流在30分鐘內，能析出0.183克鋅 (Zn)，問鋅之電化當量爲若干？

5. 利用 -0.27 安培之電流，能於45分鐘內自鎳鹽之溶液中，析出0.221克之鎳 (Ni)。問該鹽中之鎳爲幾價？(Ni之原子量 $=58.71$)

6. 在室溫 20°C 下，一電流能於30分鐘內發生 313.2立方厘米之氫。問氫有幾克？(氫在常壓下之密度爲 0.0000837 克/立方厘米，參看第42節)，又該電流之強度爲若干？

7. 若電流之強度爲 0.28 安培，問在15分鐘內，通過一橫截面的電量究爲若干庫倫？

8. 一個絕緣的小金屬球，在一荷電的容電器兩片間每秒鐘來回擺動4次。在電路中的反射電流計此時顯示一 2×10^{-9} 安培的持續電流。問該荷電球每次所帶的電荷爲若干？

第三講內容測驗

1. 希托爾夫陰極射線如何發生？
2. 利用何種實驗可以證明此種陰極射線係直線前進者？
3. 如何證明陰極射線質點的電荷恰好等於一個基本電荷？
4. 一個不帶熱陰極的玻管，如何發生陰極射線質點，請說明之！
5. 電子的質量與何物有關？
6. 倫琴射線如何發生？
7. 倫琴射線之特性如何？
8. 在從事倫琴射線工作時，必須有特殊的防護措施，何故？

第三講(E)習題解答

第七章

1. 已知： $v = 283,000$ 仟米/秒。求： e/m ； $m_e = 27.2 \times 10^{-28}$ 克；

$$e/m = \frac{1.6 \times 10^{-9}}{27.2 \times 10^{-21}} \text{ 庫倫/克} \approx 6.0 \times 10^7 \text{ 庫倫/克}。$$

2. 已知： $v = 283,000$ 仟米/秒。求： U ； $U = \frac{v^2}{2(e/m) \times 10^7}$ ；

$$U = \frac{283^2 \times 10^6}{2 \times 6.0 \times 10^7 \times 10^7} \approx 7.5 \times 10^5 \text{ 伏特} = 750,000 \text{ 伏特}。$$

3. 已知： $v = 60,000$ 仟米/秒。求： v/c ； $v = 0.2c$ 。

4. 速 度	電 子 質 量	速 度	電 子 質 量
0.002c	1 m_0	0.55 c	1.2 m_0
0.02 c	1 m_0	0.94 c	2.98 m_0
0.062c	1.001 m_0	0.99 c	7.05 m_0
0.195c	1.02 m_0		

第 八 章

1. 已知： $I = 0.1$ 安培； $t = 2\frac{1}{2}$ 小時； $a = 0.288$ 毫克。解： $M = alt$ ， $M = 0.288 \times 0.1 \times 9,000$ 毫克 = 0.259 克。

2. 已知， $I = 0.2$ 安培； $M = 1.4$ 克。解， $t = \frac{M}{aI} = \frac{1.4}{0.000329 \times 0.2}$ 秒鐘 ≈ 354.6 分鐘。

3. 已知： $M = 4.6$ 克； $t = 2.4$ 小時。解： $I = \frac{M}{at} = \frac{4.6}{0.001118 \times 8,640}$ 安培 ≈ 0.48 安培。

4. 已知： $I = 0.3$ 安培； $t = 30$ 分鐘； $M = 0.183$ 克。解： $a = \frac{M}{It}$ ， $a = \frac{0.183}{0.3 \times 1,800}$ 克 ≈ 0.000339 克。

5. 已知： $t = 45$ 分鐘； $I = 0.27$ 安培； $M = 0.221$ 克； $A = 58.7$ 。求： W ； $W = \frac{0.00001036 \times 58.7 \times 0.27 \times 2,700}{0.221} \approx \frac{443}{221} = 2$ 。

6. 已知： $t = 30$ 分鐘； $V = 313.2$ 立方厘米。求： M ； I ； $M = 313.2 \times 0.0000837$ 克 $= 0.0262$ 克。 $I = \frac{M}{at} = \frac{0.0262}{0.00001036 \times 1,800}$ 安培 $= 1.4$ 安培。

7. 已知： $t = 15$ 分； $I = 0.28$ 安培；解： $Q = It = 0.28 \times 900$ 庫倫 ≈ 252 庫倫。

8. 已知： $I = 2 \times 10^{-9}$ 安培； $t = 1/8$ 秒。解： $Q = It = 2 \times 10^{-9} \times 1/8$ 庫倫 $= 2.5 \times 10^{-10}$ 庫倫。

第三講內容測驗解答

1. 由一有電極熔合于其中的玻管產生之。管中之電極係與一數千伏特的電源聯結在一起，且管中的空氣亦經抽去。當氣壓約為 0.02 毫米 Hg 時，則在與陰極對面的玻管壁上便可見到一種黃綠色的螢光，此種螢光乃由陰極發射出來的射線所致。

2. 利用一個其中裝有一個可以起伏的鋁十字之玻管可以證明之；法將該十字置於陰極射線的路途中，則在其對面的玻壁上便會發生一個和該十字相似的影像。

3. 利用一個這樣的玻管，其與陰極對面的一端有一所謂勒納爾窗者（即一為鋁箔所遮閉的篩板），可以證明之。空氣吸收了由管中射出的陰極射線質點後，產生的離子僅帶有一個基本電荷。

4. 電子均由碰撞游離產生。存在于陰極射線管中的空氣離子，因所加入的高電壓的作用，可以甚大的速度撞向陰極，因而使其上的電子游離；此等電子又與氣體分子相撞，而發生更多的電子。於是，電子的數目便急遽地增加上去。

5. 與其速度有關；電子的速度越大，其質量也越大。在此光速為一極限速度。

6. 若高速度的電子在對陰極上突被擋住，便會發生倫琴射線。根據其特性可知倫琴射線為一波射線。

7. 倫琴射線既不為電場，亦不為磁場所偏轉；

能發生螢光；

能使照片感光；

能使空氣游離；

能透射其所照射的物體。其波長越短，則其透射能力越強。

質素之組成元素，其原子序越大，則倫琴射線對該等質素之透射度亦越小。

8. 因倫琴射線有強烈的生物學上的作用，在作用較強或較久時，可導致惡性的瘤瘻及其他難治的創傷，因此，不僅在用倫琴射線治療時，需用適當的劑量；即在從事倫琴射線工作時，亦非有特殊預防裝置不可。

第九章

金屬中之導電情形

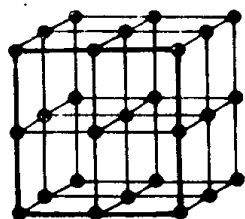
A. 課程

[50] 金屬中之導電，非由物質荷電體所致 金屬中的導電情形雖至今尚未完全明瞭；但是仍有足够的經驗事實，可用以揭露金屬導電的實際情況。其中一個最重要的事實便是在金屬中，電並不是由金屬分子所形成的離子來輸送。這一結論是根據下述實驗得來的：試在電路中接入一段由兩種不同的金屬（例如銅和鋁）熔接而成的導線（第77圖），雖通以強烈的電流，歷時數月之久，我們仍無法在鋁線中發現銅原子，亦無法在銅線中發現鋁原子。由此可見金屬中的導電，一定不是由物質的質點而致。



第 77 圖 一段由銅及鋁熔接而成的導線

[51] 電子氣與電子導電 由熱離子效應的討論可知：使金屬灼熱時，便會放出電子，因此，這些電子只可能鬆馳地和金屬原子結合在一起。此項事實構成了下述金屬導電的觀念，這種觀念曾由另外若干觀察予以證明，即：在各種金屬導體中，其物質質點均組成一種牢固的架子，是謂金屬正離子的空間格子（Raumgitter，第78圖）。在



第 78 圖 銅的空間格子

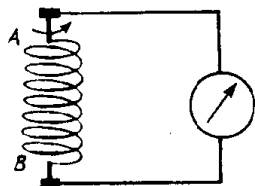
這種位置固定的離子的週圍，約有與其數目相等的自由電子，極不規則的在向各種可能的方向振動。這種電子的行為，和氣體中的分子十分類似（註一）。因此又有所謂電子氣（Elektronengas）、自由飛程（Freie Weglänge）（註二）、電子壓力（Elektronendruck）等名詞，後者的大小，每種金屬都不相同。在金屬線加上電壓後，其中的電子因受電力的影響，多循往正極的方向移動。因此，金屬中的導電乃

（註一） 參看本物理第一部分，第11講，第146節。

（註二） 所謂自由飛程，乃指電子在兩次連續的撞擊間所經過的距離而言。

是一種純粹的電子導電，在此金屬線中流過的電流實為由負極往正極流動的電子流。

〔52〕實驗上的證明 在金屬中真有自由振動的荷電體存在，而這些荷電體又恰為電子一節，可以下述的實驗（註一）證明之。法使一個柱形均勻線圈繞其軸迅速旋轉，然後令之突然停止（第79圖）。這個線圈係與一靈敏的電壓計連接在一起。因為電子本身帶有一些質量（第36節），故當其突然停止時，由于慣性的關係，這些電子必仍沿其運動方向往前移動，而集中於該線的一端。此一端便帶有負電，而另一端則由于電子不足而帶正電。因此，在該線兩端亦會發生電壓。在本實驗中我們可以證實此一電壓，且由計算的結果得知此等自由振動的荷電體，其荷質比 e/m 之值實與第35節所述電子的荷質比十分符合。



第79圖 當一個迅速旋轉中的線圈突然停止時，其中的電子由于慣性的關係，會仍循其運動方向對着位置固定的空間格子移動；因而在A處形成電子過剩，而在B處則形成電子欠缺的情形。

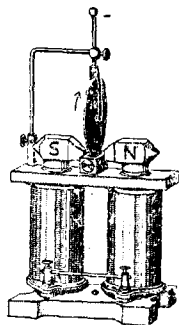
〔53〕由歐姆定律的驗證而得之推論 由金屬導電絕對服從歐姆定律的事實可知：自由運動的電子雖因加上電壓而會發生加速作用；但其運動必然很快的就變成等速的。正和我們在離子導電（第21節）與電解質導電（第47節）中所得的結論一樣，在此必定也有一種減速作用力，也就是說電子與金屬離子間，一定也有一種摩擦力存在。一部分的電子可能在半路上便為帶正電的離子所截留，而由另外一些電子取代了它們的地位，因此在各單位體積中的電子數目始能維持不變。這些電子不論是與另外的電子或正離子相撞，結果均會偏離其運動方向，因而在電流方向上其所得的分速度便會較小。一如倫琴射線管中，電子撞擊對陰極發生高熱的情形一樣，電子撞及金屬離子時也會發熱，此時電子的動能一部分遂轉變為熱（即轉變為金屬離子的動能）（註二）

（註一）此實驗乃托爾曼（Tolman）于1916年所設計者。

（註二）根據熱力理論，所有質素的分子均在不時的運動中。在固體中，分子乃繞其平衡位置迅速運動。由于分子具有動能，所以固體有一定的能量，這種能量係以熱的形式表現出來，當溫度提高時，分子的動能也因其運動範圍的擴大而增加（參看物理第一部分，第11講，第145節）。

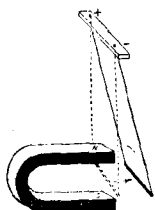
。凡上所述，均可用以解釋電流的熱效應以及所謂電阻的性質。電子在導線中運動的速度極小，這和我們日常由電的迅速傳播所得的經驗完全相反。它的速度約為 0.5 毫米/秒。

〔54〕 **巴洛夫輪** 電子與金屬離子間的摩擦，可以下述實驗明顯的表示出來：在蹄形磁鐵的兩極間，懸掛一個可以自由轉動的銅盤；電流係由盤軸和一個裝滿水銀的杯（盤緣與水銀接觸，第80圖）通過。如此，則電子流即由銅盤的中央成放射狀流往盤緣。在第34節中我們已經說明：運動中的電子在磁場中係按 UVW 定則偏離其運動方向。在本實驗中，倘磁鐵的北極係置於右方，則由 UVW 定則可知電子係向圖前偏轉。由于電子與金屬離子間的摩擦，遂使銅盤亦循取這種偏轉方向而作週轉的運動；其轉動的方向，以箭頭示如第80圖。此種裝置稱為巴洛夫輪 (Barlowsches Rad)。



第 80 圖 巴洛夫輪

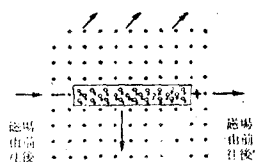
〔55〕 **磁場對一通電導線的作用 實驗：**利用兩條細金屬線，將一段由輕金屬製成的導線懸掛于一蹄形磁鐵的兩極之間(第81圖)；並將金屬細線的他端接在蓄電池的兩極上。接通電流後，該金屬線段便為磁鐵兩股間的磁場所排斥或吸引，胥視電子流的方向與磁極的位置而定。**說明：**在導線中蠕行的電子係按 UVW 定則偏轉(第82圖)，而此一偏向側方的運動，則會由于摩擦的關係傳給導線。此亦可以說明第4節所述的轉動效應



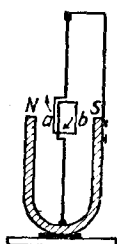
第 81 圖 一通電導線在磁場中運動的情形 (UVW 定則)

：即在蹄形磁鐵兩股間的線圈，因有電流通過，故會受到磁力作用而轉動。試順序以 UVW 定則應用于線圈的左(a)右(b)方(第83圖)，可見磁場作用于線圈兩側的轉矩，其方向是完全相同的；由于此種轉矩的作用，故線圈軸才會旋轉至N-S方向的極限位置。若將電流的供應

作如下的調整，即當線圈軸與N-S方向重合的那一瞬間，立刻使電子流的方向逆轉，則作用於線圈上的轉矩，其轉動方向仍可保持不變。此種情形，可用所謂**電流換向器** (Kommulator) 達成之。此種儀器乃由兩個互相絕緣的半圓筒所組成，二者均被固定于線圈軸的方向上，且各與線圈的一端連結 (第84圖)。由于慣性的關係，線圈恆會轉過其極限位置 AB；此



第 82 圖 在導線中流動的電子，按 UVW 定則在磁場作用下偏轉的情形。



第 83 圖 磁場對線圈左(a)右(b)側所施的轉動效應，其方向相同。

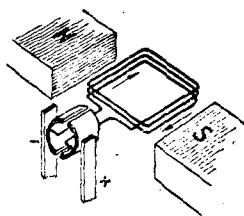
時因為電流的方向已經改變，故又可得到一種方向相同的推進力 (第85圖)。上述整個裝置便是一個電動機；其線圈 (倘裝有軟鐵心者) 則稱為轉子。

例1：1安培的電流強度在1秒鐘內通過導線橫截面的電子究有若干？

解：1安培=1庫倫/秒；若以x代表通過該橫截面的電子數，則得公式：1庫倫= $x \cdot 1.6 \times 10^{-19}$ 庫倫；因此 $x = 1 / 1.6 \times 10^{-19} \approx 6 \times 10^{18}$ 。

例2：設電子以0.8毫米/秒的速度通過導線，又導線的橫截面若為2平方毫米，問其電流強度為若干？

解：為要解答此一問題，我們先需知道導線 (例如銅線) 中一單位體積 (意即1立方厘米) 所含的電子數。1立方厘米內所含的電子數可由下述的假設算出：即其數目與1立方厘米內的原子數相同。銅的密度為8.9克/立方厘米，其原子量約為64。根據第49節所述，在1克原子 (即64克純銅) 中含有 6×10^{23} 個銅原子，因此在1克中應含 $6 \times 10^{23} / 64$ 個，在8.9克 (即1立方厘米) 中含 $\frac{6 \times 10^{23} \times 8.9}{64} \approx 8.4 \times 10^{22}$ 個銅原子。在1立方毫米中者



第 84 圖 電動機轉子左邊部分的電子流，其方向係由圖前往圖後；而在右邊部分者，則由圖後流往圖前。