

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

法拉第電學實驗研究

(五)

法第拉著

周昌壽譯

商務印書館發行

萬有文庫

第一集一千種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

法拉第電學實驗研究總目

第一冊

序論

第一章

第一節 各種來源不同的電本性是相同的

第二節 由量度而得的普通電和電流電的關係

第二冊

總目

第二章

第三節 電傳導的一個新定律

第四節 一般的傳導本領

第三章

第五節 電化分解

第三册

第四章

第六節 金屬及其他固體對於氣體物質結合的誘引力

第五章

第七節 電化分解（續第五節）

第八節 和物質粒子或原子結合着的絕對電量

第四册

第六章

第九節 電池中的電

第七章

第十節 電池中的本領的來源

第五册

第八章

第十一節 電池中的本領的來源(續第十節)

關於鐵的特殊電流狀態(申拜因)

關於鐵的特殊電流狀態(法拉第)

第八章〔註〕

第十一節 電池中的本領的來源（續第十節）

- (iv) 誘發的化學力受溫度的影響。 (v) 誘發的化學力受濃度的影響。 (vi) 在電池中的金屬次序的差別。
- (vii) 缺少金屬接觸而有作用的電流循環和電池。 (viii) 化學作用是否充分的考慮。 (ix) 熱電證據。
- (x) 假想的接觸力本性極不可靠。

(vi) 誘發的化學力受溫度的影響

九〇一、我們的見解，既認為電池電路中的電流，來源出於化學作用。那麼，就應該可以使用平常的化學方法來發生這樣的本領，使其力量在某項範圍內，可以受到一種變動。但全電路的金屬接觸，甚至於其他的接觸，也都保持原有的形狀，並不變動一下。這樣的變動，應該在電流上發生

與之相應的效應，而且並不必要絲毫的金屬接觸。只要單獨有了這樣的差異，即足以發生電流。

九〇二、得拉里甫曾經指示過，一對的金屬，在熱的液體內作用，比在冷的液體內增加。大部分的原因，由於被作用的金屬所受到的化學親和力增大使然（註二）。我的研究目的，是要對於得拉里甫的議論，加以補充。只使用一種金屬和一種液體，俾在兩個接觸部分上的液體，都是相同的。至於使化學力增大的方法，係在兩接觸中的一處加熱。假使這樣的差別，果能發生電流，並且使用的這個電路本身，既不能發生熱電流，又不能夠將由鋇銻熱電偶而來的電流傳導過去，那就可以證明這個效應，完全是化學力的結果，和接觸完全沒有關係了。

註一 此章係法拉第電學實驗研究全集中的第七類，載在原書第二卷第五十九頁。

註二 見 Annales de Chimie 一八二八年第三十七卷第二四二頁。

九〇三、使用的器具，是一個玻璃管，如第七十圖所示，長約五英寸，內直徑約十分之四英寸，兩端開放，中央折彎，用瓶架支住，液體就放在此管內面。一邊裏面的液體可以受熱，並能保持其溫度，他一方則仍舊是冷的。為便利計，在左邊的那一股，稱為A，右邊的稱為B，注意不要將此項記號

弄錯。C和D是要用來比較的金屬導線（八六九）構成一條電路，內中並插在一個電流計，往往還有一個則貝克的熱電偶在內，由銻和鉍而成。當其各接合處的温度都是一樣的時候，這種電流計和熱電偶的加入，並不會引起什麼擾亂的效應。使用的導線要製造得很謹慎，假如使用同一金屬的兩條導線時，這兩條就相連起來，宛如同一條的導線上的兩段一樣。

九〇四、爲要得到正確的結果，這個器械的裝置法，很要有許多應該注意的地方，可是講到他們的本性上，卻都是很簡單的。

九〇五、最初·浸入·的·效·應——使用兩條同一金屬的導線，縱令是鉑線，也不能夠得到完全相同的東西，不會因他們的不相同而引起一種電流。所以要將導線換來換去的作若干遍的實驗。一直要到真正沒有由這種擾亂而來的影響，方纔停止更換。

九〇六、蒙·在·上·面·的·液·體·或·物·質·的·影·響——因爲液體對於金屬發生作用，所以對於電流的產生，也有很重要的影響，這是我們都知道的。譬如使用兩條鎢線，用第七十圖的裝置法（九〇

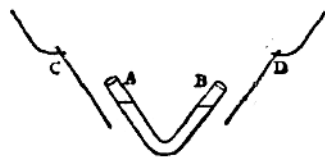


圖 十 七 第

三、管內盛稀硫酸作實驗。加熱於其一股，令他一股冷卻，開始時熱的一方鎢是陽性，發生的電流計上的偏轉角度爲十度。可是經過短時間後，這種效應即行消滅，現出反對方向的電流，也等於十度，或比十度更多，此刻熱的鎢絲，變成了陰性。我認爲這是因爲在熱金屬表面的酸的薄膜，將他所有的化學作用，很快的發洩完盡所致。其結果自然令冷的一方轉佔優勢，於是發生的作用，不得不更爲強烈。馬立阿尼尼曾經敘述過許多的例，都是由這種蒙在外面的溶液而生的影響。並且指示過，假若使用兩塊同種的金屬（如鐵，錫，鉛，鋅等），最初浸下去的那一塊，總是陰性。對於這個效應的原因，他也發表過他的意見（註三）。要避免這種效應，必得要等到兩部分都成爲同一的溫度以後，不能將金屬放下酸內。既經放下，就將最初發生的效應，加以觀測，認作真正的指示。照此反覆實驗，直到得到確實結果爲止。

註三 見前誌一八三〇年第四十五卷第四十頁。

九〇七、運動的影響——因爲有這種液體蒙在金屬的表面上（九〇六），所以要注意避免，不能使金屬在液內，由動而靜，又由靜而動的，繼續不已。試舉一個例來說明，假如將兩條錫線（八

六九)放進稀硫酸中，此刻在電流計上的運動頗小，其後指針就停在零度的地方。若將兩條中的任何一條移動，其他一條靜止不動，即見移動的這一條現爲陽性。其次將錫和鎳放入稀硫酸中，就發生很強的電流，鎳成爲陽性，電流計上的指針指着八十度。讓他放着，電流又降低下去，到三十五度。其次若移動鎳，發生的變動很小。但若移動錫，就發生很大的變化，這個變化也和先前一樣，不僅是電流的增加，而且還是方向的轉變，此刻已經成爲程度更高的陰性，電流又恢復到八十度的程度〔註四〕。對於這些作用有妨礙的須得注意的避免，其法不僅要觀測放入導線時出現的最初的效應，而且還要在放入以後，使他們不要停止運動。

註四 錫對於此點有些很顯著的作用。若將兩條錫線，一條接着，一條前後沒入稀硝酸中，第二條在放入液內的

那一瞬間，對於第一條成爲陽性。若果兩條都在酸裏面，將一條提出，就在提出來的那一瞬間，對於在溶液中的那一條，成爲陽性。但若使用稀硫酸的時候，最後的一條錫線，總是成爲陰性。若果將一條提出，揩淨後再放下去，還是陰性。若果兩條都在液中表現中性，移動其中的一條，這被移動的一條，對於未移動的那一條，成爲陰性。在鹽酸裏面的效應，也和在硫酸裏面一樣，只不過程度稍遜而已。這種效應，或許是因爲在硫

酸或鹽酸中最初發生的錫化合物，對於氧、氯，或對於有關係的酸，取得一種新的狀態，因此增強他的作用，

當只有錫和酸存在的時候，在開始的一瞬間，遂有決定電流的傾向，也未可知。

九〇八、在將導線放入以前，一定要先加熱於酸（九〇六），其理由甚多，上面所說的效應，也是理由中的一種。因為在上面所說的那個實驗裏面，若將鍋的一邊煮沸，到了錫的一面的液體，受到鍋的一面的沸騰的刺激的時候，因運動而發生的效應，程度更遠在熱的效應以上。因為單獨鍋一面的熱，並沒有什麼影響，縱令有之，為量也極微小，但若熱的酸濺到錫上面去，電流相差可以達到二十度乃至三十度之多。

九〇九、空氣的效應——將兩條鉑導線放入冷的硫化鉀濃溶液（八〇〇）中，用第七十圖的裝置法實驗，即見電流計不久就停止在零度。在 A 的一方（九〇三）加熱使其中的液體沸騰，其中的鉑線即變成陰性。其次從上方注入少許的冷水，使這一方的液體溫度降低，又加熱於 B 的一方，即見 B 中的鉑線，轉化成為陰性。雖然作用不甚規則，可是無論各部分的溫度怎樣變動，總之其結果都是同一的有普遍性。這效應並不出於電解質對於受熱的鉑線的化學作用。我也不相信，這

種電流是一種真正的熱電流（九二一）。假如是真正的熱電流，那麼，在電解中，受熱的鉑線對於冷的鉑線，應該成陰性才對。我認爲這完全是熱的一方上面的空氣對於電解質的影響。因爲加熱以後，在液體裏面和空氣裏面，都發生水流和氣流，使在此處的相互作用，更其容易。我們在前面曾經說過，從這種溶液中將鉑線提出外面來，使其暫時在空氣中，然後再放入溶液，這條鉑線就變成陰性（八一五）。此項效應和我現在所認爲熱空氣的效應，完全一致。只要在投入鉑線以前，先將溶液徐徐加熱（九〇六），並只觀測最初的效應，就可以避免此項妨礙的效應。

九一〇、熱的效應——將這兩條鉑線，放在熱的和冷的稀硫酸中（九二三）去比較，差不多完全沒有感覺得到的電流的痕跡。假如有真正的熱的效應發生，那麼，熱的一方的金屬成爲陽性的程度最低。其次再用銀和銀比較，一方熱，一方冷，結果也沒有效應。但若將鉑和銀放在同一的酸中加以比較，就有不同的效應發生。雙方都令其冷卻，在A內的銀，如第七十圖所示（九〇三），在四度附近時成爲陽性，可由電流計指示出來。就將那另一邊B中的鉑動搖起來，效應也不發生變化。但若將此處的酸連同着鉑加熱，電流即成爲很強，電流計的指針偏轉到三十度，銀成爲陽性。

在加熱還在繼續不斷的時期內，效應也是繼續下去。但若將酸和鉑冷卻，電流也就減弱，一直到恢復原來的程度為止。在銀的一方面，卻沒有這樣的效應。因為假若在這一方加熱，不特不能成為陰性，反轉更加一等的成為陽性，但其程度也只不過使指針轉偏到十六度罷了。其次使鉑移動（九〇七），可以使電流的通過，更形容易。電流計上的偏轉角度增大，但若加熱於鉑的一方，增加的程度更高。

九一二、銀和銅在稀硫酸裏面，發生很小的效應。銅是陽性，但只能使電流計上的指針，指到一度。使銅或銀移動，並不生變化。加熱於銅的一方面，也不引起變化。但若加熱於銀的一方，就變成陰性，指針指到二十度。將銀的一方加以冷卻，效應又減小下去。其次再使銀或銅移動，或者在銅的一方加熱，都不能引起什麼變化。但若再加熱於銀的一方，又和先前一樣，成為陰性。

九一三、以上所說的種種現象，總括起來，都是下面所說的一種效應。凡是兩種金屬，在稀薄酸類（或其他的）電解質中，相互間可以成立陰陽的關係時，若將陰性的金屬，在其和電解質接觸處加熱，可以幫助電流的發生，使其容易通過，其結果有時可以使其效應增加到十倍以上之多。又

因爲在這些例中，縱令使其移動，也沒有變化，所以不是蒙在外面的液體的移動。又因爲這種效應出現的那一極，並沒有化學作用在活動，所以也不是出於化學作用。又因爲他的強弱，完全有一種電池的關係，所以又不是通常的熱電現象。即是表現出這種效應的金屬，在電解質中對於他一金屬，一定成爲陰性。所以銀無論對於熱的銅或冷的銅（九一二），雖然表現很大的效應，但熱的銀對於冷的銀卻沒有什麼效果，同樣熱的鉑對於冷的鉑，雖然沒有作用，但對於熱的銀或冷的銀，其效應卻很大。

九一四、在這些例中，熱的作用不管是怎樣的密切，總之，他是由於要想從電路上通過的電流而來，是無可容疑的了。很要緊記着的事項，是電流計上的效應的增加，並不由於電動力的增加而來，乃是由於將障礙物取去了以後，放電的可能性因而增加的緣故。得拉里甫曾經說過一個熱對於電流的效應，在電路上放有稀薄的酸類，使用鉑作其電極。在陰極的地方加熱，可以使在電路中的電流計的指針增加偏轉角度，由十二度可達到三十度或四十五度之多。但若在陽極上加熱，卻不起變化（註五）。我自己使用電池的時候，在陽極上卻從未曾得到過這樣的零的結果。但由剛

纔舉出來的那一些現象，可以證明實際和得拉里甫所說的情形，完全一樣。

九一五、在下面所說的實驗中，將兩種金屬，一冷一熱，拿來比較的時候，往往會受到這個效應的妨礙。尤其是陰極的金屬，對於鉑或銑，差不多不呈作用的時候，更為顯著。譬如拿冷的銅和熱的銀，金或鉑，在稀硝酸中比較的時候，這個效應，使得銅表現出更強的陽性，比在別的時候，程度更高些。

九一六、導線末端的處所——導線的末端在熱的一方，一定要在熱的液體裏面。試如第七十一圖所示，將兩條銅線放在硫化鉀的稀溶液內，管內的液面達於C和E。如使由C到D的那一部分的液體受熱，而令D到E的那一部，仍舊保持原有的冷。假如照着圖中所示的情形，兩條銅線的末端都同在冷的液體內，此時電流計上的指針的移動很不規則，程度也很低，B的導線成為陽性。其次使導線移動，但仍保持着圖中所示的情況，結果不會發生什麼變化。但若將導線A提高，俾其末端進入CD間的熱液之中，立即成為陽性，並且繼續下去，都是這樣。再將導線A降下，使其末

端進入冷的溶液中，又復恢復故態。再提高起來，進入熱溶液內，又成爲陽性。使用兩條銀線在稀硝酸中去實驗，結果亦復相同。看去好像覺得不良導體的範圍增加後，電流的強度反轉增大，很是奇怪的現象。但凡在這種情形之下，往往都是如此的。即是在 A 的一邊的熱溶液內的導線部分，無論在任何時刻，都是同樣的成爲陽性。只不過有時他發生的電流全部都可以經由導線 B 通過全電路中，有時又只有一部分或全部，只能經由 A 一方的液體，流到本導線上冷的一部分，循環即告完成，不再向 B 的一方流去罷了。

九一七、使導線清潔——使導線清潔是很要緊的事項，在前面已經說過（八六九）這種清潔的工作，對於導線的末端，更非特別注重不可。因而這一部分在全電路中最爲有效。假使在前一次實驗中，有什麼物質生成於此處，未曾取去。那麼，實驗出來的結果，往往極形紊亂，有時甚至於得到完全虛偽的結果。

九一八、因此，最好的實驗方法，是在開始的時候，先將第七十一圖中，A 的一股或 B 的一股

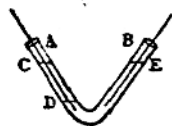


圖 一 十 七 第

中盛着的水加熱。然後將揩淨而且連結好了的導線，雙方同時插入，保持着受熱的導線端，務必在熱的一部分的溶液內。並且使雙方的導線，不絕移動，特別要觀測最初的效應。其次將導線取出，再行揩拭乾淨，互易其位置，復重行實驗一遍。如是反覆實驗起來，一直到由這些結果能夠得到一種完全決定而且能够使我們認為滿意的結論。

九一九、其次要確切證明的，就是由電解質和金屬，是否能够發生出一種熱電流，足以妨礙到和熱有關係的電化效應去。為此目的，於是使用了許多種種類不同的電解質和金屬，彼此之間不會生化學反應的，來作實驗得到的結果如下。

九二〇、用鉑在很濃厚的苛性鉀溶液中，作若干次的實驗，結果熱的鉑在這種電解中，對於冷的鉑成為陽性，發生出來的電流，使電流計上的指針偏轉約五度，兩方接頭處的溫度，一為六十六度，一為二百四十度。用金在同樣的溶液內實驗，結果亦同。用銀在濃度不十分濃厚，即是比重為一〇七〇的溶液中實驗，如像跟着就要說的那個實驗（九三六）一樣，結果熱的銀成為陽性，可是指針的偏轉甚微，差不多不能够覺察出來，大約不過一度而已。又用鐵在同一的溶液內實驗，發生