

高等学校教学用书

物理化学及胶体化学

上册

И. А. 卡布路考夫等著

商务印书馆

高等学校教学用书



物理化学及胶体化学

上册

И. А. 卡布路考夫等著
虞宏正等译

江苏工业学院图书馆
藏书章

商务印书馆



本書係根據蘇聯農業出版社 (Государственное издательство сельскохозяйственной литературы) 出版的卡布路考夫 (И. А. Каблук) 加朋 (Е. Н. Гапон) 格林迭爾 (М. А. Гриндель) 合著, 加朋主編的“物理化學及膠體化學” (Физическая и коллоидная химия) 1949 年第四版 (修訂版) 譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為高等農業學校教科書。

本書分兩冊出版。上冊內容共十章, 為物理化學部分。原書第三章 (§ 1—25, 27), 第四章, 第五章 (§ 1—19, 21—29), 第六章 (§ 1—8), 第七章 (§ 1—7, 9—11), 第八章及第十章係卡布路考夫執筆; 第一、二章, 第三章 (§ 23), 第五章 (§ 20, 30, 31), 第六章 (§ 20), 第七章 (§ 8) 係加朋執筆; 第六章 (§ 9—19), 第九章係格林迭爾執筆。

參加本書翻譯和校訂工作的有西北農學院虞宏正、石聲漢, 西北俄專李萃麟, 西北大學李軾、陳運生等同志。

物理化学及膠体化学

上 冊

虞宏正等譯

★版權所有★

商務印書館出版

上海河南中路二一一號

(上海市書刊出版業營業許可證出字第〇二五號)

新華書店總經理

中華書局上海廠印刷

(13017·57)

1953 年 9 月初版

開本 850×1168 1/32

1956 年 7 月第 4 版

字數 186,000

1956 年 7 月上海第 1 次印刷

印數 12,001—14,000

印張 7 13/16

定價 (8) ¥ 0.90

原 序

偉大的俄國學者米哈依爾·華西里約維奇·洛蒙諾索夫(1711—1765)是新的化學,尤其是物理化學的奠基人。洛蒙諾索夫不僅是偉大的化學家,而且還是物理學家,詩人,歷史學家。偉大的俄國詩人 A.C. 普式庚論到他時曾說:“洛蒙諾索夫是偉大的俄羅斯人。他創立了第一個大學。他,說得更合適一點,本身就是我們的第一個大學”。洛蒙諾索夫最重要的發現是: 1748 年 7 月 16 日(舊曆 5 日)洛蒙諾索夫給數學家歐拉的信中,首次明顯地闡述了物質不滅定律。其後,洛蒙諾索夫重複了波以耳的實驗並消除了他的錯誤。這一錯誤即在於波以耳稱量含有反應物的容器是在瓶口去鋸後作的,因此得到了容器重量的增加。而洛蒙諾索夫,則無論在實驗前,或實驗後,都是鋸封着稱量容器。

在 1756 年洛蒙諾索夫所作的報告中,他簡潔地表述了他由實驗所確定的物質不滅定律:“在熔封牢固的玻璃容器中作試驗,以討究金屬重量是否因純熱而增加。由於這些試驗發現了,光榮的羅伯特·波以耳的意見是不正確的,因為沒有外面空氣通過,則煅燒過的金屬重量保持着同一個數值”。其次,洛蒙諾索夫在 1758 年 2 月 10 日(舊曆 1 月 30 日),在科學院用拉丁文作報告:“關於物質的量與重的關係”,在其中也述說了自己的定律。最後,洛蒙諾索夫,在 1760 年 9 月 17 日(舊曆 6 日)用俄文所作的:“論物質的固性與液性”這一報告中,除了物質的不滅定律而外,並提供了能的(或者是力,像當時稱能一樣)不滅定律:“自然界內所發生的一切變化,都是這樣的一種情況,就是從一種物質中奪去若干東西,便有同樣多的東西,與另一物體合併。即在某一地方減少了若干物質,則在另一個地方也增加了若干……,這個普通的自然定

律，也可以引用到運動的定律上：因為物質用自己的力量使另一物體運動，它本身失去多少力量，它就把多少力量傳給由於它而得到運動的另一物體”。

拉瓦錫在 1774 年發表了自己在封鐸的容器中燃燒金屬的試驗，並且得到了與洛蒙諾索夫同樣的結果。

所以自然界中兩個基本的規律：物質不滅定律和能不滅定律，發現的優先權屬於洛蒙諾索夫。

“物理化學”這一名詞，也是由洛蒙諾索夫提出的。舉出他的著作：“物理化學概論”，“真實的物理化學教程”等等，就足以證明了。下面有趣味的事實，可以證明，洛蒙諾索夫的觀念，遠超出專家範圍以外。A.C. 普式庚（全集，1949 年版，第十一卷）在“由莫斯科到彼得堡旅行記”一文中，全部的引證了洛蒙諾索夫在 1751—1756 年間的報告，在這個報告裏，洛蒙諾索夫逐年地報告了自己在化學，物理，歷史及人文科學方面的著作。在 1751 年，在化學方面應當指出的是：“發明了物理化學上某些新的儀器”。在 1752 年：“爲了對全部化學清楚的理解和簡潔的認識，口述給學生並解釋用拉丁文在物理化學中所作的序論。……”在 1756 年歸納出上述的物質不滅定律。

洛蒙諾索夫把物理化學的任務總括地敘述如下：“物理化學是一種科學，根據物理學的原理和實驗來說明，在複雜物體中，通過化學程序所發生現象的原因”。

其次，洛蒙諾索夫創建了氣體分子運動學說的基礎，研究了溶入鹽類後水的冰點降低等。洛蒙諾索夫主張在化學的研究方面，利用定量的方法和物理學。他爲了自己的研究，第一個組建了並利用了化學實驗室。

在國外文獻中通常認爲奧斯脫華特與范特——荷甫在萊比錫出版

刊登他們著作的“物理化學雜誌”的 1887 年，是物理化學創始的一年。這是不正確的。我們已經看出，洛蒙諾索夫是第一個物理化學家。而且俄國其他學者在 1887 年以前的著作就已表明了，他們所研究的物理化學問題，深刻到什麼程度。

Н. Н. 別契托夫(1826—1911) 於 1865 年，在自己的博士論文中，論述了質量作用定律的個別公式。他曾經研究了在各種不同的壓力下，氫對於銀、汞鹽溶液的作用。由這些試驗中，別契托夫得到結論：氫的這種作用，與它的壓力和金屬溶液的強度有關，或者換句話說，與還原物質的化學質量有關。隨後他又直接了當地說“氣體的作用，與壓力或質量成比例”。在這裏，別契托夫開始構成質量作用定律，要比甘德堡與萬格(1867)早兩年。就在這個著作中，別契托夫描述了用鋁從氧化物中還原鋇和鉀的作用。別契托夫的這一發現，在後來就導出鋁熱法。

從 1865 年起，別契托夫在哈爾科夫大學講授物理化學課程。當時在數理學院成立了物理化學系，在這一系裏，除講授化學外，同時，研究數學，力學及理論物理學。所以，在俄國物理化學首先獲得了普通教育的意義。

最後，我們指出，物理化學的第一個課本，是在 1876—1877 年在俄國由 Н. Н. 劉巴溫寫的；這部“物理化學”分兩冊出版。劉巴溫認為“物理化學，探求與元素機能及個別物質無關的化學現象的規律，因此，它研究過程的本身，而不研究參加在其中的物質”。這個課本內容，包含着至寫書時為止，在物理化學方面所積累的全部材料。

所以“物理化學”這一名詞，經由洛蒙諾索夫，別契托夫，劉巴溫，在 1887 年才傳入國外的文獻，而取得公認。

我們再來引證在 1887 年以前俄國學者在物理化學方面的一些成

績。

T.E. 洛維茨發現了炭吸附溶質的能力(1786), 研究了過飽和與過冷現象, 製得了結晶的醋酸(1889)和純乙醇(1796); B. B. 彼得洛夫發現了他在 1803 年描述的電弧; I. T. 傑斯確定了熱化學中熱的總和恆定的定律(1840), 這是能不滅定律的一個推論。1842 年他又確定了熱中和定律; Л. И. 阿巴雪夫研究了非水溶液的生成熱(1868); Л. И. 門德列也夫(1863)提供了“絕對沸點”即後來稱為臨界溫度的定義。在 1869 年, Л. И. 門德列也夫發現了元素週期律; B. Ф. 阿列克塞也夫確定了液體相互的溶解度(1879—1885)及與相互溶解度的極限相當的臨界點; Л. И. 科諾瓦洛夫(1884)確定了溶液的沸騰定律。他闡述了液體溶液蒸餾的現象決定於溶液的蒸氣張力與其成分的關係這一原理。恆沸混合物與混合物蒸氣張力曲線的最高點和最低點相對應; A. 達尼列夫斯基(1862)利用新沉澱火棉膠的吸附從胰臟的胰酶分離澱粉酶, 這是色層分析法的初步。

最後, 我們可以提到在物理化學這一科學方面具領導地位的物理化學家的名字, 他們的活動是在 1887 年以後一個時期中。如: И. А. 卡布路考夫, И. А. 門休特金, B. A. 奇斯卡可夫斯基, B. A. 普洛特尼科夫, Л. B. 匹薩爾熱夫斯基, И. C. 庫爾納科夫, B. Ф. 路給寧, M. C. 茨寧特, И. Ф. 史列解爾, И. А. 希洛夫, A. B. 拉科夫斯基等。

在現在, 偉大的斯大林時代, 在蘇聯, 有大批的物理化學家在工作着, 他們是偉大俄羅斯學者所有優良成績的承繼者和追隨者。

上册目錄

原序

第一章 物質構造學說基礎 1

原子構造 電子 質子 正子 中子 其他基礎微粒 原子核 帶正荷的
離子 中性原子 帶負電的原子 原子中的電子羣 原子價的電子學說

第二章 物質聚集狀態的理論 18

上 氣態的理論 18

理想氣體 理想氣體狀態 波以耳定律 蓋·呂薩克定律 理想氣體物態
方程式,或克萊普耶方程式 氣體的濃度 道爾頓定律 分子運動學說
實在氣體 臨界現象

中 關於液態的理論 41

液態的基本特徵 液體的容積關係 液體表面張力 厄安史——蘭姆塞定
律 奇司卡可夫司基法則 巴欽斯基方程式與等張比容 液體的內部摩
擦 液體的熱學性質 液體的分子運動學說

下 固體聚集狀態 58

固體的意義 結晶體的構造

第三章 熱力學基本定律 62

能,動能與位能 能不滅定律 體系能的表示 熱力學第一律 不作外功
的氣體膨脹 在固定壓力下氣體的膨脹 氣體的等溫膨脹 氣體的絕熱膨
脹 化學能,熱化學第一律 熱力學第二律 噶爾諾循環過程 克勞修斯
——克萊普耶方程式

第四章 熱化學 87

熱化學發展史 熱化學測量單位 基爾希霍夫方程式 在定壓與定容下的反
應熱 呂·查德里——范特荷甫原則 水合熱 中和熱 生成熱 燃燒熱
熱力學第二律對熱化學的意義 98

最大功的原則 熵 化學反應時熵的變化 自由能減少之法則 納恩斯特
熱定理

第五章 稀溶液 115

溶液 溶液的蒸汽張力 溶液的冰點與沸點 阿累尼烏斯學說 門德列也
夫水合學說

第六章 化學反應速度 141

何謂化學反應速度 速度常數 單分子反應 雙分子反應 當量物質間的

反應 非當量物質間的反應 作為單分子看的雙分子的反應 溫度對於反應速度的影響 催化作用 活化熱 活化能 溫度對於活化分子數的影響 連鎖反應 催化劑對於活化熱的影響 光合作用

第七章 化學平衡理論 160

質量作用定律 質量作用定律的動力學的推論 對於氣態單相體系的平衡
質量作用定律熱力學的推論 離解現象的發現 氣體物質的離解 氮的合成

在均勻液體介質中的動態平衡 173

酯化作用 酯的生成反應研究 間接測定反應熱的方法

第八章 不均勻體系的平衡 179

相律 元的選擇 自由度的數目 不變系及單變系 雙變及三變系

固體的離解 184

碳酸鈣的離解 離解張力的突變

第九章 在電場中離子的運動 189

上 電解 189

伽伐尼的發現 法拉第的電解定律 電化當量 一克當量的電荷 電解的初級過程與次級過程 電解在技術上的應用

中 離子的遷移 195

離子的運動 遷移數 物質在溶液中的狀態 溶質和溶劑的相互作用

下 電導 199

對電流的阻力 溶液的電導 電導的度量 溶液的電導率 溶液的當量電導 無限稀釋時的當量電導 電解質溶液電導的阿累尼烏斯公式 科拉希定律 離子的遷移率 離子的絕對速度 離子速度的直接測定 電導與粘滯度的關係 用電導法測定離解度的阿累尼烏斯公式

在非水溶液中電解質的行為 217

卡布路考夫等的工作 電導的測定 水的電導 在實驗室與工廠中電導方法的利用

第十章 電解質溶液中的化學平衡 225

稀釋定律 225

離解度與稀釋的關係 稀釋定律的應用 鹽的水解 弱鹼強酸鹽的水解 強鹼弱酸鹽的水解 弱鹼弱酸鹽的水解 水解常數與酸鹼強度的相互關係 水解度 具有共同離子的強電解質對弱的酸及鹼離解度的影響 兩性電解質 溶度積

人名對照表 239

第一章 物質構造學說基礎

原子構造

§ 1. 希臘文中原子(ατομ)這字的原義爲“不可再分”;直到十九世紀末葉,原子都是用來表示用任何方法也不能再分成組份的物質的最微細的微粒。但是普勞烏特(Prout)早(1811)就提出過一個假定,認爲所有元素的原子都是複雜的,而且都是由最輕的原子即氫原子構成。這假說出現時曾有一點明確的根據,即當時已知的多數元素的原子量恰爲氫原子重量的整數倍。普勞烏特的假說,引起了大量研究工作,去精確地測定原子量。實驗所得材料卻與這假說矛盾,因爲精確測定表明,大多數元素的原子量,不能用整數表示。爲了彌補這困難,在以基礎物質表示原子量時,便引用了 $\frac{1}{2}$ 與 $\frac{1}{4}$ 的數值。

因此,普勞烏特的假說,在十九世紀中葉被揚棄了,直到相對論與同位元素學說問世後,它才以改變了的姿態重新出現。

海姆荷茨(Helmholtz)(1881)提出了原子的電的構造假說。根據法拉第(Faraday)的定律,海姆荷茨指出物質的原子構造假說,無可避免地要引伸到原子的電的構造假說。法拉第的定律可以表述如下:原子可以與一個基礎電荷(即一定分量的電),或與整數倍數的基礎電荷相結合。

海姆荷茨以電解的現象爲基礎,作出了結論,認爲有基礎電荷存

在，電的原子（正性或負性）永遠與物質的原子相結合。所以僅由法拉第定律，還不能推出電的原子或電子（正性的與負性的）能以游離狀態存在。可是在海姆荷茨的原子電的構造概念問世前數年，就已發現了陰極射線，這射線不是別的，正是負電子的流。

電 子

§ 2. 電子流可以陰極射線的形式而得到。當電荷通過稀薄氣體時，陰極放出光線，這光線的道路，由留在管中的稀薄氣體放出的微光而現出，這就是陰極射線。陰極射線受磁場與電場的影響而生偏折。由陰極射線受電場的影響而生偏折的事實，可知該射線必定是帶電微粒組成的流，而不是波動。陰極射線流向陽電極方向偏折，這就證明陰極射線的微粒是帶負電的。陰極射線微粒的負電荷，可以直接證明，因為陰極射線射在金屬片上，能叫它帶負電。陰極射線在磁場或電場中發生偏折時，我們不見光束分散，這就說明在一定的電位降落的情況下，所有電子微粒的質量，電荷及速度，都是相同的。

曾有人假定，陰極射線是游離的負電原子流所組成，這些負電原子稱為電子。要證明這假定，第一必須確定電子的電荷，並證明它與基礎電荷相等（後者的數值由法拉第定律可以導出）；第二，必須測定電子的質量，並證明它與已知的任何物質原子的質量不相同。

但是分析磁場與電場中電子的偏折，只能得到電荷與電子質量 m 的比率：

$$\frac{e}{m}。$$

這個比率等於：

$$\frac{e}{m} = 5.31 \times 10^{17} \text{ 靜電單位} = 1.77 \times 10^7 \text{ 電磁單位}。$$

比率 $\frac{e}{m}$ 的數值與作成陰極的材料，陰極管中氣體的化學性質，以及實驗時外部條件的變化，完全無關。

要個別地測定電子的電荷與質量，必須由其他方面作實驗。測定電荷的原理如下。把用分散的方法得到的，並且有一定重量的小油滴，引入容電器的兩個水平平板電極之間，並使它們充電。重力牽引油滴垂直下降。利用在容電器上側薄板上的適當電位，可以使靜電力牽引油滴上升。

調整平板電極間的電位差，我們可以使油滴浮懸不動。在這樣的均衡下，重力恰與方向相反的靜電力互相抵消。如果用紫外線照射這油滴，它便失去一個或幾個電子。如果這時要使油滴回到原位，必須用較小的電位差。在這種實驗當中，電位差的變動是跳躍式的。由多次這樣試驗，我們可以得到電子電荷的值。電子的電荷等於：

$$e = 4.774 \times 10^{-10} \text{ 靜電單位} = 1.601 \times 10^{-19} \text{ 庫倫。}$$

這數值也可以由法拉第定律導出。應當注意，一克當量的任何離子所帶電荷均等於 $F = 96490$ 庫倫。用電子電荷除 F ，所得的正是亞佛加德羅 (Avogadro) 常數 (一克分子中的分子數目)：

$$N = \frac{96490}{1.601 \times 10^{-19}} = 6.022 \times 10^{23}。$$

這數值與直接測定的相符。所以我們可以認為電子電荷，與由法拉第定律計算出來的基礎電荷是一致的。

已知 $\frac{e}{m}$ 及 e ，就可以算出電子質量：

$$m = \frac{4.774 \times 10^{-10}}{5.31 \times 10^{17}} = 9.0 \times 10^{-28} \text{ 克。}$$

這質量即等於氫原子質量 m_H 的 $\frac{1}{1840}$ ，氫原子質量，可由氫原子量與亞佛加德羅常數算得：

$$m_H = \frac{1.00778}{6.02 \times 10^{23}} = 1.67 \times 10^{-24} \text{ 克。}$$

這些材料說明，電子不是任何已知物質的原子。在許多實驗，證明電子是一切元素原子的組份。在裝有不同氣體的，用不同材料製成的各種陰極管中發生的電子微粒，質量與電荷完全相同。又，任何金屬片，受紫外線照射，便放出電子而帶正電。這樣放出的電子，它的質量與電荷，和由陰極放出的電子的質量與電荷是一樣的。各種物質，尤其是金屬，簡單地加熱時，也會放出電子。

以上所講各種電子放出，都由外因引起的。但在某些自動的過程中，也可以放出電子。例如某些元素的放射性蛻變，就與放出電子有關。

質 子

§ 3. 電子是負電的原子。當然，學者們也曾嘗試着孤離正電的原子。1932年以前，大家認為質子是正電的原子。

在裝有稀薄氣體的管中放電時，我們可以觀察到由陰極向陽極流動的電子流。顯然，帶正電荷的微粒，應該依相反的方向流動，即由陽極向陰極流動。如果在陰極中鑿一孔，從孔後觀察通過陰極的射線，便可得到帶正電微粒的流。所以這射線稱為向陰極射線或陽極射線。在研究組成陽極射線的微粒的本質時，曾應用了與研究電子時所使用的同樣方法。陽極射線在電場及磁場中偏折微小，這是陽極射線與陰極射線不同的地方。這可用陽極射線的微粒質量來說明。實際上，陽極射線微粒的電荷與質量比率 $\frac{e}{m}$ 的測定，表明了與普通離子的 $\frac{e}{m}$ 比率相符合。由此可以得出結論，根據這個結論，陽極射線是帶有正電的普通元素原子的流。

研究氫的陽極射線，表明了帶有正電的氫原子，是帶一個正電荷的最輕的微粒，它的電荷，與電子的負電荷相等（但符號相反），這種微粒稱為質子。曾經把質子假定為正電的原子。這假定是不對的，由下文可以見到。

正 子

§ 4. 認為質子是正電的原子的假說，在說明正荷的質子與負荷的電子質量差異上，遭受了嚴重困難。尋求說明這差異的各種嘗試都失敗了。由此可以得出結論說，認為質子是正電的原子這個假說是不正確的。但是只有在正電的原子——正子——發現後，這個假說才宣布破產。

正子的發現，曾利用了研究原子變化的主要工具，威爾遜霧室。

威爾遜霧室的說明見圖 1。霧室中裝有飽和了水汽的空氣。預先把空氣淨化，使不含塵埃。如果把活塞很快的放下，則霧室裏的空氣因膨脹而冷卻。霧室空氣中就充滿過飽和水汽。因為沒有懸垂着的帶電的塵埃微粒，所以過剩的水汽便不能凝結成霧點。這時如有帶電微粒飛過霧室，則它經過的途徑上，便會有水汽凝結為霧點，成一條霧跡。由霧跡的照片，就可以看出微粒進行的徑跡（如圖 2）。

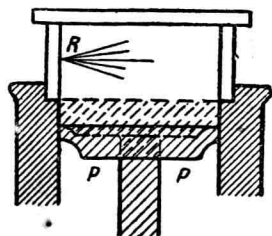


圖 1. 威爾遜霧室。

這類現象，可以說明如下。飛行的微粒與氮、氧、水汽分子碰撞時，後者就失去電子而離子化。過飽和的水汽，就在離子的周圍凝聚。由於微粒飛經道路上生成的離子周圍所形成的霧滴，所以微粒經過的路徑便可以看見。利用霧室研究宇宙射線時，在照片上可以看出正子即正電子的徑跡。

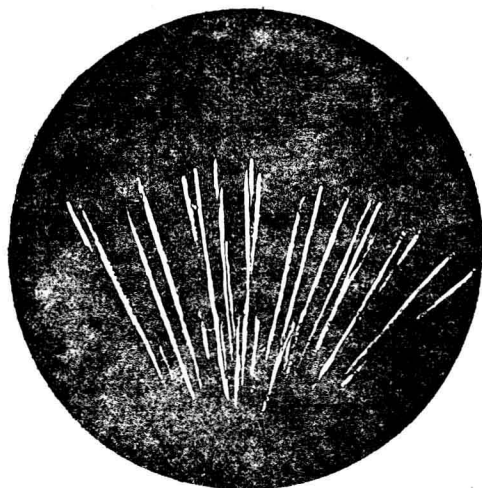


圖 2. α 微粒徑跡。

圖 3 是這種照片之一。它是把霧室放在電場中攝的。我們可以看



圖 3. 氣體中正子與電子底徑跡。

見由一點上兩個微粒飛出的徑跡，一個偏向陽極，一個偏向陰極。因為毫無疑問的，偏向陽極的是電子，那麼可以設想偏向相反方向的微粒，便是正電的原子，即正子。

隨後，在其它方面也發現了正子。現在所知的人工元素中，有些在蛻變時，也能放出正子。正子與電子一樣，也是物理研究的現實客體。

正子的特性，是它的壽命

比電子短促。游離的正子與電子撞擊時，發生突變，兩方都停止了獨自的存在，而變為兩個光子。

正子的質量與電荷的直接測定，雖然還沒有達到和測定電子的質量與電荷那樣精確的程度，但是通常認為正子的電荷與質量與電子的相同。因此，對於正子：

$$e = 4.774 \times 10^{-10} \text{ 靜電單位}; m = 9.0 \times 10^{-28} \text{ 克}。$$

中 子

§ 5. 用放射性元素射出的微粒來衝擊鈹時，發出本性很離奇的射線，不容易瞭解。最初，大家以為鈹的這種射線，與放射元素的 γ 射線相似，不過硬性較大。這個假說遭到了許多困難，並且和這個射線的假設的形成機構相矛盾。

鈹放射的本性，在 1932 年，由居禮 (Curie) 與約里奧 (Joliot) 等所闡明。為了闡明這種射線的本性，曾經作了下面這樣一個實驗 (圖 4)。在放射線所經過的途徑上放置一個石蠟薄片。鈹放射線通過石蠟薄片

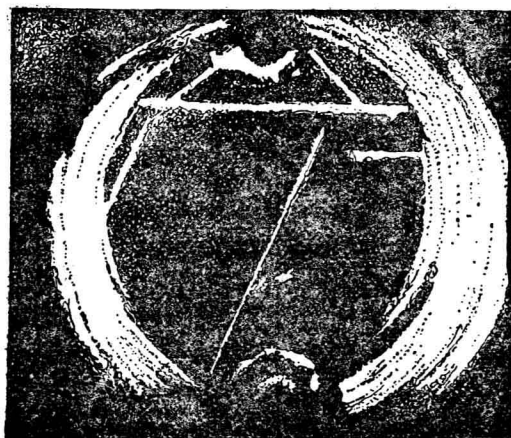


圖 4 石蠟被中子擊打而射出的質子。

時,便由石蠟中擊出帶電的氫原子,即質子。把這個石蠟薄片放在威爾遜霧室裏,根據霧跡,便可發現質子的出現。這個實驗證明了,鈹的射線是微粒流組成的。因為鈹的射線具有很大的穿過力,同時又是由微粒組成,這兩種性質同時存在,必須微粒不帶電才有可能。換言之,鈹的射線是電荷等於零的微粒流。這種微粒稱為中子。

中子質量,經測定的結果,與質子的質量相近。

其他基礎微粒

§ 6. 我們可以有信心地說,還有其它基礎微粒存在。由放射性元素的 β 蛻變中,可以推出有輕的中性微中子存在的可能,它的質量近於零。不久以前,在宇宙射線中,又發現了重的微粒——介子,或稱重電子,其質量約為電子的200倍。近來蘇聯學者阿里哈諾夫(Алиханов)及阿里哈仰(Алиханян)(1947),發現宇宙射線中有質量比質子較大或較小的一整列的微粒,即變子。

原子核

§ 7. 以上的材料,足以說明物質是由輕的基礎微粒——電子,正子,和重的基礎微粒——中子,質子所組成。原子核的學說,是伊凡寧科(Иваненко)(1931—1932),加朋(Гапон)(1931—1932)及海森堡(Heisenberg)(1932)研究所得的結果。指導我們正確認識物質進化的基本假定是:物質進化最初的組織,是專由重的基礎微粒所組成的原子核。這個假定是伊凡寧科(1932)提出來的。重的基礎微粒即質子與中子,組成帶正電的原子核。

我們現在再轉向研究原子核的形成。原子核的形成,至少是較輕各元素原子核的形成,受下列兩規律控制: