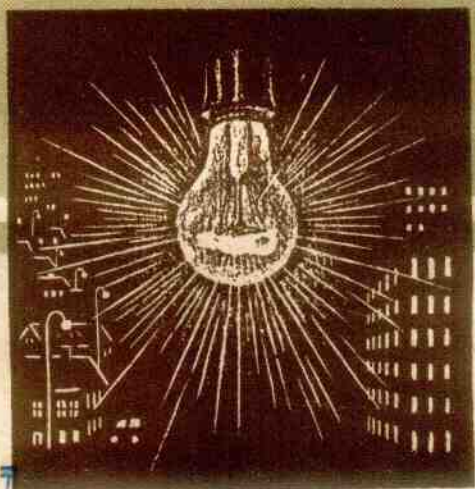


蘇聯青年科學叢書

電 燈

但則格爾著
滕砥平譯



開明書店

蘇聯青年科學叢書

電 燈

但則格爾著

滕砥平譯

開 明 書 店

電 燈

(ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЛАМПОЧКА)

每冊定價 2,500 元

32 開本 63 定價頁

著 者	蘇聯 但 則 格 爾 (А. С. ДАНЦИГЕР)
譯 者	滕 砥 平
原著版本	蘇聯國家技術理論書籍出版局 1950
出 版 者	開 明 書 店 (北京西總布胡同甲 50 號)
印 刷 者	京華第一印書館北京第二廠
發 行 者	中 國 圖 書 發 行 公 司

一九五一年十二月第一版 分類 10 書號 3597(燈)

一九五三年三月第二次印刷 7,001-12,000 ★

目 次

前言	1
一 有焰的光源	2
二 光是怎樣產生的?	6
三 電流是什麼?	10
四 彼得洛夫式電弧	14
五 ‘俄羅斯光’	18
六 碳絲的白熾燈	21
七 ‘俄羅斯光’ 照明了全世界	24
八 最新式電燈泡的構造	28
九 在電燈泡製造廠裏	31
一〇 氣導燈	39
結語	43

前 言

電燈，誰不知道呢？家庭裏，火車上，街道上，電車上，工廠裏，戲院裏，礦場中，飛機上，到處都能看見它。用到它的地方真是數也數不盡。

電燈在我們現在已經是一種普通的照明工具了，可是在從前——不到一百年之前，電燈的光和‘沒有火焰的光’，卻只是少數科學家的夢想。

科學家們做了不少的工作，纔造成了我們今天所知道的這種電燈。

十九世紀的俄國電工技術專家如彼得洛夫(В. В. Петров)，其可列夫(В. Н. Чиколев)，雅布羅其科夫(П. Н. Яблочков)，羅得金(А. Н. Лодыгин)等，在新式燈光的創造上，曾有過最好的、最有成績的貢獻。

外國報紙把前一世紀首先出現的那一批可供實用的電燈——雅布羅其科夫的電燭，稱為‘俄羅斯光’和‘從俄羅斯來的光’。事實上也的確是如此。

電光是從俄羅斯來到世界上的，這裏面有着俄國科學家的不朽的功勞。

第一個電燈泡是什麼樣子？它是怎樣逐漸改良的？今天

的電燈泡是怎樣的構造？

這本小冊子所要談的就是這些問題。不過首先我們還要考查一下我們祖先曾經用過怎樣的光源。

一 有焰的光源

古時候人類不知道用火，他們的唯一的光源只是太陽。

根據一些民族的傳說，人類首先是從閃電得到火的，因為雷電擊中樹木而發生大火，是常常會發生的事。

人既不知道怎樣取火，自然要把這樣得到的火種用柴堆保存起來，不讓它熄。過了許多世紀，人纔學會了取火的方法。他們用木料來做各種各樣的勞動工具時，曾看出兩塊木頭會因互相摩擦而生熱。如果摩擦得利害，生了熱的木塊最後還會燃燒起來。於是各民族便使用了各種不同的摩擦取火的方法。其中最常用的一種便是鑽木取火（圖 1）。把一根棒插進木塊深處，然後利用手掌的力

量使棒迅速旋轉。轉了一些時候，棒上發生的火花就會把擺在近邊的乾草燃着了。

圖 1. 鑽木取火

人類進化到能用各種硬石來做勞動工具時，又注意到對石塊加工時也常有火花發生。於是在太古時代，又產生了燧石取火的方法。在開始時是用兩塊硬石互相敲擊來取火。後

來又把一塊石頭改用了金屬。至於燧石取火時所用的火絨，是在 300 多年以前纔開始使用的。

現代取火的方法是用火柴，這只是十九世紀初年纔出現的事。最初的火柴很不容易燃着。要它着火，得先蘸上一點硫酸。那是因為當時的火柴頭上含有硫磺、氯酸鉀、硃砂和糖。這樣的火柴頭要在蘸了硫酸以後，纔會着火。

又過了二十年，纔出現了只要摩擦一下就會着火的黃磷火柴。可是這種火柴用起來還是不方便，一來因為它們很容易自己着火。二來這種火柴頭上含着有毒的黃磷。

直到前一世紀的中期，纔發明了今日所用頭部不含黃磷的安全火柴。

最初的照明工具，如柴火、爐火、乾燥的松木條、塗有松脂的樹枝、火炬等，也和最初的取火方法一樣的簡陋。

人類知道了燃燒各種動物的油也能取得很亮的光時，纔出現了用燈芯的燈。這種燈的構造很簡單。把熔化了的油脂倒在貝殼或者陶器碟子裏，再向油裏放上一塊青苔，燈便成功了。

後來燈芯改用線做，油呢，除了動物油，又採用了植物油。

用燈芯的燈、木片和火炬流行的時間極久。木片照明的方法，直到中世紀，甚至中世紀以後，還廣泛流行於全部歐洲。

火炬的煙很大，所以它的主要用途只在照明大街罷了（圖 2）。



圖 2. 中世紀利用火炬來照明的城市大街

原始的火炬就是固定在一根棒上的纏了乾草和浸飽了植物油的芯子。

火炬的後代是燭。

早在古羅馬已有半炬半燭的照明物，它的芯子部分是浸過樹脂和蓋上一層蜂蠟的植物纖維。後來約在十世紀時纔出現了蜂蠟燭和獸油燭。

十九世紀初年，化學家製成了低廉的新物質——脂蠟酸，後來又製成了石蠟。於是脂蠟燭和石蠟燭就代替了蜂蠟燭和獸油燭。

和燭一樣，油燈和煤油燈也是從上述最簡陋的用燈芯的燈發展起來的。最初的燈，光線很弱，煙灰很多而且容易熄滅。這樣經過了幾千年。纔有一位學者里奧那多·達·芬奇，給這種古老的燈做了一種簡單的燈罩。他在有焰的燈上裝了

一個不大的洋鐵筒，把火焰上都罩住。筒很有力地加強了燃燒所必需的氣流，結果燈芯裏的油就燒得更完全。煙少了，焰也更亮起來。這纔出現了第一種明亮的油燈。

到了十八世紀，燈上的洋鐵筒改用了玻璃罩。玻璃罩本來也只罩着火焰的上部，後來纔移到更下面一些，變成我們今天所知道的燈罩。

在 1779 年俄國有名的發明家庫里賓 (И. П. Кулибин) 造成了一種特別亮的燈。當時聖彼得堡紀事報對於那種燈曾有這樣的一段介紹：

‘聖彼得堡科學院的機械師伊凡·彼得羅維支·庫里賓發明了一種技巧……，用好幾塊玻璃鏡來做一種燈。只要按上一支蠟燭，這種燈就能發生驚人的作用，由於這幾塊玻璃鏡的作用，就能把光增加到普通燭光的五百倍以上。這種玻璃燈放在潔淨的空氣裏時，所發的光可以照亮幾俄里* 遠的地方。這種玻璃燈對於照明大廳特別有用，也適宜於藝術家和技師們應用，它能以最小的一點蠟燭的費用把四周廣大的空間照得非常明亮。五十俄丈** 的長廊，用這種玻璃燈只要一支蠟燭就能照亮。’

庫里賓的燈是現代探照燈的原始形式。十八世紀的人都認為它是最強的光源。

* 1 俄里 (Верста) = 1.0668 公里。

** 1 俄丈 (Сажень) = 2.133 公尺。

十九世紀中葉出現了低廉的新燃料——煤油，那是由石油加工而得的產品。於是沒有煙的煤油燈到處風行了二、三十年。

還是在十八世紀的末期，氣體燃料如電石氣和煤氣也被用來點燈。煤氣中的主要成分是氫氣和沼氣。把煤或木料用乾餾法來處理（就是使它們在隔絕空氣的地方加熱），就可以得到煤氣。這樣得到的煤氣就收儲在特別的儲氣櫃裏，然後用管子通到牛角式的煤氣燈裏燃燒。在過去一世紀中，凡有煤氣製造廠的地方，到處可以看見這種牛角式的煤氣燈。

以上所說的一切照明辦法，都是用火焰來放光的。

但火焰為什麼會放光呢？光是怎樣產生的呢？

二 光是怎樣產生的？

凡是能夠放光的物體，我們叫它光源。物體為什麼會成為光源呢？

物體發光的原因，首先是由於高溫度。溫度越高，物體所發的光也越亮。

把一塊鐵放在火裏燒的時候，它是怎樣發光的，我們可以將當時的情形回想一下。在溫度還沒有超過攝氏450—500度時，鐵還是一塊不放光的黑色的物體。溫度高到600—700度時，鐵塊就變成暗紅色，那就是說它已開始放光。到了800—1000度，鐵塊放出的光變成了很亮的紅色。溫度到達1000—

1200 度時出現的是黃色，到 1500 度左右，鐵塊開始放出黃白色的光。

不易熔解的物體，熱到 2000 到 2500 度，就開始放出耀目的白光。

太陽的發光表面大約熱到攝氏 6000 度。那上面是白熱化了的氣體在放光。

可是在火焰裏放光的是什麼東西呢？在各式各樣的燈裏，是什麼使火焰放光的呢？

爲了解答這些問題，讓我們考查一下打汽爐是怎樣燃燒的。當打汽爐收拾得十分乾淨時，它發出的火焰是藍色，而且幾乎是無光的。在這時候，煤油差不多是完全燃燒了。可是爐裏如果塞滿了煙灰，火焰馬上發黃，使人更容易看見它，這就是說，它放出了更多的光。

這是怎麼回事？

原來火焰的亮度和熾熱的煙灰微粒有密切關係，也就是說，和沒有能夠在火焰裏燃燒的那些固體微粒有密切關係。我們知道，在燃燒的時候，隱藏在燃料中的化學能會被解放。解放的結果使火焰裏產生很高的溫度。由於這種溫度，火焰裏未曾燃燒的煙灰微粒就會熱到攝氏 2000 度以上，因而放出明亮的光。

這樣說來，在燈燭的火焰裏，光的直接來源，不是別的，只是熱到高溫的固體。

可是為什麼高溫中的物體會放光呢？

說到這裏，請先回憶一下我們周圍的物體是怎樣構造的。把這點想清楚以後，就會明白物體燒熱時，會發生什麼變化。

世界上所有一切物體都是由眼睛看不見的物質的極小顆粒——分子和原子組成的。性質上彼此不同的原子種類並不多。可是它們卻組成了幾百萬種彼此極不相同的分子，這也和不多的幾個字母會組成幾萬個不同的單字是一樣的道理。我們周圍的世界所以這樣繁複，正是由於這個緣故。

原子這種東西一直被看做最簡單的不可再分的微粒。‘原子’這個字的希臘字源，本來就有‘不可分’的意思。但我們現在卻已知道實際並不如此。原來任何一種簡單物質的原子，都是一個構造複雜的世界。每一原子的中心，有一個很重的核（圖3），繞核而轉的有些質量極小的微粒——電子。

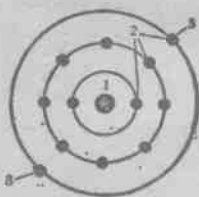


圖3. 原子的構造

電子組成‘電子層’。不同的原子所含的電子數也不相同。這種電子中，有些離原子核較近，有些離得很遠。原子的最外層上所含的電子我們叫它外電子。

光就是原子的外電子所產生的。

它們怎樣產生光的呢？

上面已經說過，電子是繞着原子核運動的。運動不但是電子的不可分離的特性，也是一切微粒，一切組成宇宙的物質

的不可分離的特性。所以在組成物體的分子中，和在組成分子的原子中，到處可以找到永遠不停的運動。

物體是固體、液體還是氣體，就看它們裏面的分子和原子的運動的方式。我們知道這些微粒的運動，是由物體的溫度決定的。我們對某一物體加熱時，就加快了這物體中微粒的運動。這個理論是由偉大的科學家洛莫諾索夫 (М. В. Ломоносов) 首先闡明的。

微粒運動時，經常要彼此撞碰。如果物體的溫度不高，這種撞碰並不會打亂原子中電子排列的秩序。可是如果像鐵塊這種物體被燒到了攝氏 600 度，就要發生怎樣的變化呢？在這樣的溫度中，鐵的原子運動會比原來快得多。於是它們在彼此相碰時，就會受到極有力的振動。這種振動對於原子不會不起作用的。外電子會因而取得多餘的能量。原子這時候就受到了所謂‘激發’。這時候它的外電子就要在一秒鐘的極小一部分時間裏，把這種多餘的能量以光的形態放出去。物體在高溫度中會發光，就是這個道理。

也有這樣的物體，它們不用加熱也能發光。它們所發的光叫做‘冷’光。各種不同的氣體在有電流通過它們時就會發出‘冷’光，在這種情況下，氣體的微粒是因為受了那些迅速飛過氣體的電子的打擊，纔進入‘激發’狀態的。

糖和其他幾種物體受到打擊和摩擦就會發光。磷、某幾種金屬的硫化物、許多種有機染料的溶液，也都會發出冷光，

或所謂螢光。

有幾種生物也會發出冷光，譬如螢火蟲、許多種微生物和深水的魚類（圖 4）。

但是在這裏也和在一切其他可能的情況中

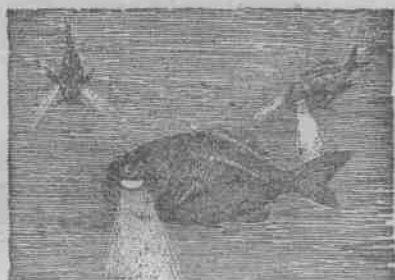


圖 4. 能發冷光的深水魚

一樣，光的來源還是物質的微粒——原子和分子——被以某種方式變成了‘激發’狀態的結果。

關於在所謂‘日光燈’裏怎樣利用某種物體所放的冷光的情形，我們將在這本小書的末尾詳談。現在讓我們把今天流行最廣的光源，電燈及其同類和它們改良的經過首先介紹一番。可是在說明這一切以前，我們還得回想一下電流是一種什麼東西。

三 電 流 是 什 麼？

我們已經談過，在每一個原子裏有許多電子繞着一個中心的核迴轉着。是什麼力量把電子團聚在原子裏的呢？要知道電子離核的距離，比起電子本身的大小來是非常之大的。

原來電子帶有陰電荷，原子核帶有陽電荷。微粒上所帶陰陽兩種電荷間的電力作用，就能使電子和原子核團聚在一起。

一個電子所帶的陰電荷是電荷量的最小的基本單位，所以電子也可以說是‘陰電的原子’。原子核上的陽電荷，數量上和核外旋轉的全部電子所帶的陰電荷的總額相等，因此核上的電荷恰和電子的電荷彼此抵消，使整個的原子不帶電，或所謂中和。由這種中和的原子所造成的分子自然也是中和的。

現在讓我們回想一下大家可能都做過的一種簡單實驗。拿一塊毛皮或乾絹來擦一根玻璃棒。擦了幾下以後，棒就能吸引紙屑等小物體。這時候，人們說玻璃棒已起了電或帶了電荷。

為什麼玻璃棒上會帶上電荷呢？

原來在這情況下，由於摩擦的結果，一種物體的原子裏的電子層上會有一個或幾個電子跑到另一物體的原子的電子層上去。這時候，缺少了電子的原子就帶上了陽電荷，而變成帶陽電的東西。有了多餘電子的原子，就取得了陰電荷，而變成帶陰電的東西。

這樣說來，帶陽電的物體就是失去了自己一部分電子的物體，而帶陰電的物體就是得到了多餘電子的物體。

有些物體如金屬，其中總有一部分電子處在自由狀態中（即能在整個物體裏到處移動）。這樣的物體不經過摩擦也可以起電。只要用一條兩半截合成的金屬棒（圖5）放在帶不同性質的電荷的兩塊屏中間就可以證明這一點。由於陽屏方面

的吸力，棒中一部分自由電子移到了它的左半截，使左半截的棒帶上了陰電。至於棒的右半截呢，因為缺少了電子，也就變成帶陽電。兩方面的電荷在數量上將是相等的。假如我們從兩

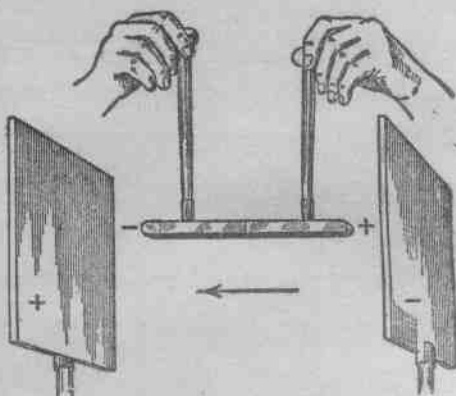


圖5. 金屬屏的電場使金屬棒起電的情形：積聚在棒端的電荷，使棒中發生一個能和屏電場平衡的相反電場

屏中間先拿走半截，再拿走另外半截，那麼電荷就會保持在各半截上面。可是只要用一根金屬線把這兩半截連接起來，它們馬上又會失去自己的電荷。這是怎麼一回事呢？原來在電力的影響下，很輕的陰電荷——電子，會順着金屬線從帶陰電的那半截跑向帶陽電的那半截上去，結果兩種電荷就彼此中和。

電子從一個物體移向另一個物體的這種有秩序的運動就叫做電流。這個電子之流要繼續進行到不同電荷的物體變成中和體，即不再帶電為止。

用半截棒做的試驗，其中的電流是暫時的電流。可是用導線連在一起的棒的兩半截，如果能夠經常保持住各自的電量，那麼在導線上就會有一種持續的電流流通。在這種情況

下，沿着導線從帶陰電的半截走到帶陽電的半截去的電子數，就會等於我們設法從帶陽電的半截送回到帶陰電的半截去的電子數。利用能够創造持續電流的裝置如蓄電池、電池、發電機等，就可以做到這一點。

我們已知道不是所有的物體都傳電的。銅、鐵、鋁、鋅等金屬有很好的導電性。磷、玻璃、絲、橡膠等物實際上可說是完全不傳電，所以叫做絕緣體。空氣在普通條件下也不傳電。

為什麼會有這樣的分別呢？導電體和絕緣體到底有什麼不同呢？

良好的導電體和絕緣體不同的地方，在於導電體中常有多量的不屬於一定的某一個原子的自由電子。前面已經說過，這樣的自由電子能在物體所佔的整個體積裏往來移動。絕緣體呢，其中全部電子都是固定在一定的某一個原子中的。

在普通條件下，自由電子要在金屬導線裏以最無秩序的方式向一切方向運動。可是只要把這條導線的兩端連接在電源的兩個電極上，那時候，導線裏馬上就要產生有秩序的電子之流——電流了。

現代發電機所發生的電流，一般都不是持續的電流——直流電，而是交替的電流——交流電。在交流電裏，導線上電子的運動不是取一個方向前進的，而是要在每一秒鐘裏變更多次。這是由於交流發電機兩個電極上的電荷，經常地在改變陰陽的性質。帶陽電的電極過了一秒鐘的極小一部