

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中外科学家发明家丛书

法拉第



在人类 5000 年的文明史上，涌现出过一批批、一代代的杰出人物。在他们当中，有政治家、思想家、科学家、军事家、文学家……数不胜数。他们属于自己的时代，也属于整个人类历史，融合在人类文明的长河之中。到公元 18 世纪中叶，欧洲最先开始了工业革命。从此，人类在学科的各个领域内，都有了突飞猛进的发展。这个发展过程，也是在许许多多的杰出人物与千千万万普通劳动者共同努力下进行的。“杰出”与“普通”是没有本质区别的。本书的主人公——英国人迈克尔·法拉第，就是一位从普普通通的手工匠人通过自己的不懈努力，最终成为永留青史的杰出人物的。

一、奋斗与追求

这已经是英国工业革命进行得如火如荼的年代了，人类社会已经开始进入了蒸汽时代。1791 年 9 月 22 日，伦敦城南的铁匠詹姆斯·法拉第家里，又降生了一个小生命，他是这个家庭中的第五位成员，在他的上面已经有一个哥哥与一个姐姐。他的降临，给这个贫穷的家里又多了一张吃饭的嘴。

父母似乎很喜欢这个可爱的新生儿，为了纪念他的外祖父，父亲给他起名叫迈克尔。谁也没有想到，就是这个普普通通的婴儿，日后发现了电磁感应，证明了“场”的存在……他的种种发现引起了物理学划时代的革命与进步。

然而，迈克尔·法拉第的童年是在困苦与饥饿中度过的。6 岁时，他和哥哥罗伯特在父母勒紧腰带的情况下，都进入了一家小学学习。当时英国的中小学教育，很重要的一项内容就是教孩子们“说话”，这并不是说他们不会说话，而是他们不会“正确”地说话。当时在英国，要是不会控制腔调，说上流社会里通行的那种抑扬顿挫的英语，就别想找到一个上等职业。然而，要孩子们换一种他们不习惯的腔调来说话，有时候竟比学外国话更困难。许多人上了好几年学后，说起话来仍旧是含含糊糊，无法改变他们说了多年的伦敦土话口音。

而迈克尔遇到的麻烦也正是如此。一天，教语音的女老师让他发音，他却怎么也无法按老师的要求读出音来，刻薄的女老师再一次挖苦了他和他的哥哥，并用教鞭打了小迈克尔。他和哥哥再也无法忍受了，他们跑回家中向母亲哭诉了受辱的经过，并发誓从此以后再也不回那个女老师的学校中上学。母亲对老师的行为也很不满，经过考虑后就答应了孩子们的请求，把他们转到了另外一所小学。

他们放学后是没有时间进行复习的，更谈不上痛痛快快地玩耍了，因为家境贫穷，他们不得不替父母干些活儿。罗伯特每天放学后要到父亲的铁匠铺里帮忙；迈克尔则要回家看护小妹妹。妈妈把妹妹交给迈克尔照管，她自己就可以腾出身来，到市场上去买点便宜货，为了节省每一个便士（便士是英国的辅币，现在 100 新便士合 1 英镑；按当时英国币制，每 12 便士是 1 先令、每 20 先令合 1 英镑）而讨价还价、争吵、到处跑。只要看到妈妈回家时那愁苦的表情、那个空空如也的购物口袋，迈克尔就明白：今天粮食又涨钱了，蔬菜也提价了。而肉食呢？这一家子已经有很长时间没吃过肉了。

就是在这样一种困苦的生活中，詹姆斯·法拉第的 4 个孩子渐渐成长起来；然而他的心情也逐渐地沉重起来。因为他常常闹病，身体很虚弱，经常是没打几下铁锤，就开始心慌意乱。对于一个靠出卖体力的铁匠来说，有什

么比失去健康更可怕的呢？他希望能够休息几天，可是这个愿望是无法实现的，因为一家6口要靠他的劳动来维持生活。就这样，他拖着疲惫的身体继续干了下去，直到有一天支撑不住了，只能躺在床上叹息。

就这样，一家人失去了生活来源，只能靠少得可怜的救济金过日子。这时候，迈克尔·法拉第9岁。全家每星期领来的救济粮，分到迈克尔手里的，只有一个不大的面包，像他那样正在长身体的男孩子，一次就可以把面包吃完。可是，为了活下去，妈妈只能把面包切成14片，让他早晚各吃一片。懂事的迈克尔看到妈妈那红肿的眼圈，疲劳不堪的身体，使劲地点了点头。幸好，这样的日子没持续太久。半后年，13岁的罗伯特子承父业，进了一家铁匠铺；妹妹长大了些，妈妈抽空到有钱人家去干零活了。一家人终于从死亡线上挣扎过来。

3年以后，迈克尔13岁，为了维持家中的生活，他只得离开了学校，父亲把他送到了伦敦布朗福特街2号一家装订图书的书店学徒。历史常常对许多事作了巧妙的安排，从以后的发展道路表明，在法拉第迈向科学高峰的千里之行中，这是迈向重要的第一步。

里博先生开的这家店铺，经营书籍装帧，也销售图书、文具，出租报纸。19世纪初，欧洲的出版印刷业还不很发达，书价昂贵，图书成为一种奢侈品，只有很有钱的人才买得起。一本书常常是翻来覆去地看，甚至传给子孙，等到书的封面磨坏或散页后，主人就把它送到书籍装订铺去重新装订，然后像新书一样放在书柜里。这时报纸也没有大量发行，而且价格也很贵，除了显贵豪富，很少有人订得起报纸。一般的中等人家都是租报，看一会儿再还。里博在报馆订了几份报纸，由报童按一定的路线送到租报者的家中。那几年英国正在和法国作战，人们都很关心战局，所以向里博租报的用户越来越多，他也正需要送报的报童。里博答应老铁匠，让迈克尔送一年报，要是孩子机灵懂事、手脚勤快，一年后正式收他作学徒。

从此，迈克尔·法拉第开始了独立生活的历程。他不畏严寒酷暑，过街穿巷，在伦敦城里奔波。虽然这个工作很辛苦，吃惯了苦的他不得觉得累，能把自己挣来的钱补贴家用，他高兴；趁着送报的空闲也看看报，他也高兴。虽说报纸上有许多字不认识，许多人名、地名不知道，但这难不倒好学的迈克尔，他经常问别人。

一年的时间很快过去了。见到迈克尔聪明伶俐、吃苦耐劳，又肯学习，里博先生很满意，正式收他为学徒，7年满师。就这样，迈克尔搬到了里博的书店里，开始了他的学徒生涯。迈克尔的母亲不认识字，父亲也识字不多，家里只有一本书，那就是家家都有的《圣经》。可是现在，上下左右都是书，从《一千零一夜》到《莎士比亚戏剧集》，从一般科学读物到《大英百科全书》，应有尽有。这里是知识的源泉、智慧的海洋。

手巧心灵的迈克尔很快学会了书籍装订的手艺，没过多长时间，就赶上了店里的师傅。于是，在闲暇之时，他可以看看自己亲手装订的书了。起初他只是觉得很有意思，想知道这些书到底都讲了些什么，不过信手翻看而已；但日久天长，他逐渐被书本的精彩内容吸引住了。开始，他是有书必读；后来，当他读过了沃茨博士的《心智论》，才明白了如何选择书籍、怎样自学与修养。这是法拉第科学生命的开端，这个开端对这位未来的科学巨匠的生活道路的影响是很大的。

迈克尔很幸运，碰上了里博先生这样的好老板。要是换一个人，像他这

样的小学徒，不守本分而是在干活的地方读书，早就要挨骂了。但里博先生是位心地善良的人。他开书铺，书是他的饭碗、又是他的爱好。爱读书的人他见得多了，可是像迈克尔这样爱书如命的人，倒是第一次见到。每晚收工以后，迈克尔总是把切刀、铜尺、胶水这些装订书籍的用具收拾得整整齐齐，然后连饭也不吃、工作服也不脱，就坐在工作台前全神贯注地看起书来。他边看边记，碰到好的插图就临摹下来，看书时，他时而沉思，时而比比划划，时而又露出幸福的微笑。里博先生也被他这种好学精神所感动。他鼓励迈克尔说：“读吧，迈克尔，你好好地读书吧！想读什么就读什么，通晓书中的内容并不会妨碍你成为一个好订书匠的。”

自己的勤奋与天才再加上店主的支持，使迈克尔渐渐走上了科学之路。不久，他又阅读了《大英百科全书》的一部分和《化学漫谈》一书。《大英百科全书》里讲的那些电的现象，《化学漫谈》中讲的那些化学实验，把迈克尔迷住了。他走进了一个神奇而充满科学的知识殿堂。为了亲眼看到书中讲述的那些神奇的实验现象，他用自己微薄的收入，买了一些简单的实验仪器和药品，按照书上叙述的实验过程，逐个进行试验。

以前从未经过严格实验训练的他，在这一时期弥补了这方面的不足。由于每一件仪器、每一点药品、试剂都来之不易，所以他备加珍惜，对每次进行的实验，他都本能地设计好周密的实验步骤，仔细观察和分析实验的结果，以免造成任何一点浪费和不必要的损失。正是这种非常的境遇，培养了他超凡的实验本领和善于观察的能力。这对他能在以后的科学上纵横驰骋，起到了极其重要的作用。因为一个科学家能否取得重大成就，在很大程度上取决于他是否严谨和仔细。

时光如流水一般逝去。5年以后，迈克尔·法拉第已经成了一个大小伙子；他的科学知识，也随着年龄增加而不断增长。他已经不是一个普通的订书匠了，几年的努力使法拉第进入了科学之门的门槛。他在等待机遇，一有机遇，他就会跨过门槛，深入到科学的腹地。

二、机遇与转折

法拉第对科学的兴趣愈来愈浓厚了，视野也愈来愈宽广了。这时，书店已不能全部满足他日益增长的求知欲望。

1810年2月到1811年9月，法拉第先后听了十几次自然科学家塔特姆的自然哲学演讲，感到受益匪浅。他每次都作了详细的笔记，并把这些誊抄清楚的笔记装订成册。这是他第一次从别人那里得到直观的启示。

当时，英国皇家学院化学教授戴维的通俗化学讲座是非常著名的，吸引了上流社会一大批热衷科学以及附庸风雅的听众。对化学的爱好使法拉第忘记了自己的身份。一个地位低下的订书匠竟想到皇家学院去听大名鼎鼎的戴维爵士的讲演，在当时简直是不可思议的事。然而，对科学执著的追求，对戴维的无比崇敬，使法拉第无法抑制住自己激动的心情。他通过订书铺的一个老主顾，终于得到了戴维讲演会的4张入场券。

1812年2月29日，法拉第盼望已久的夜晚终于来到了。吃完晚饭后，法拉第换上一身干净衣服，向戴维的讲演地点——英国皇家科学院走去。当来到这幢灰白的四层楼之前时，法拉第的心怦怦地跳了起来。从里博的书店走到这里用不了多长时间，而他却像经过千里跋涉后，来到了一个新世界的

门前，他兴奋、激动、喜悦。在他当学徒 6 年多的漫长时间里，他的每一个便士，每一点空闲的时间，他全部的精神和能力，都奉献给了科学。他之所以这样做，是源于对科学的热爱，他并没有期待回报。可是现在，神圣的科学开始向他招手了。

进入大厅后不久，戴维出现了，法拉第的心也随着戴维的讲演进入了一个神奇的世界。但他没有忘记作笔记，翻过一页又一页……时间，对于法拉第来说，如梦一般地过去了。以后戴维的几次讲演，法拉第都聚精会神地聆听，并做了详细的演讲记录；回去后按戴维所讲的，进行反复实验。他对于每次听到的内容，都力求融会贯通和牢固掌握。在 1000 多位听众中，他是一位最认真而又最不为人所知的听众。令他感到遗憾的是：听了 4 次讲演后，戴维就宣布停止已经持续近 10 年的化学通俗讲演 和他的新婚妻子去苏格兰度蜜月，回来以后他将把精力投入到创造性地科学研究中去。

1812 年 10 月，法拉第完成了 7 年学徒的合同出师了，成了迈克尔·法拉第师傅。里博认为自己的书店太小，法拉第再呆下去也不会有多大发展，于是就把他推荐给一所较大的书籍装订店的主人——德拉罗舍。随后，法拉第成了德拉罗舍的雇员。

此时的法拉第已经被科学所迷住，心中充满了对未来科学生涯的憧憬。而新老板德拉罗舍可不像里博那样为人和善，他是个典型的生意人。他根本不理解法拉第的兴趣、爱好和对科学的追求。在他看来，法拉第的职业是订书，一个好雇员的唯一标准就是专心订书，不应干别的什么事；否则就是见异思迁，不守本分。他不明白，各种实验同订书有什么关系？看书对订书又有什么益处？所以他规定在他的书店里不许看书，更不许进行任何实验。

就这样，本来已经对科学生活向往已久的法拉第在环境的催逼下，萌发了跳出现在所从事的职业的想法。他这样想是因为他热爱科学，心甘情愿地把自己的全部智慧与精力奉献给科学事业；而不是寻求功名利禄的蹊径，更没有奢望有朝一日会登上科学的顶峰；他只是想能够脱离眼前的阻碍，继续从事他热爱的科学工作而已。

但是，法拉第也很现实，如果立刻离开订书店，他将失去生活的着落；而通向科学的道路上，他也没有一位德高望重的老师能为他推荐，更没有一个官居要职的人物可以替他引见。所以他还是暂时在德拉罗舍的订书店工作。在绝望中，他燃起了一丝希望：他认识戴维，听过戴维的讲演；尽管戴维并不认识他这个无名小卒。于是，1812 年 12 月，他鼓足勇气给戴维写了一封自荐信，叙述他对科学的向往与热情；而且他还把经过自己整理、装订的讲演记录，一起寄给了已经回到皇家学院的戴维爵士。

信发出后，他料想这位著名的科学家，不会给一个素不相识的订书匠回信的，但他仍然把自己的未来命运寄托在这虚无飘渺的一线希望之上，渴望着戴维能给他回信。

精诚所至，金石为开。对于一个真正的人才，机遇往往总会垂青于他的。那一线希望实现了。戴维收到法拉第书信时，瞥见一本书，书脊上印着几个烫金的字：“亨·戴维爵士讲演录。”信手翻下去，就怔住了。这本书是手写的；他的 4 次讲演总共才讲了 4 个多小时，没想到竟记下了 386 页！他讲过的内容都记下来了；许多没有讲的内容，也都补充上了。漂亮的字体配以精美的插图，这中间融入了多少爱戴、敬仰与信任啊！随后，戴维又仔细地看了法拉第的来信。他被感动了，这封感情真挚的信引起了戴维对往事的回

忆。十多年前他的亲身经历，与现在的法拉第有着惊人的巧合：出身低微、家境贫穷，当过学徒，向往科学……从法拉第的身上，戴维不仅看到了自己的过去——勇于追求理想，敢于向命运挑战，对未来充满了信心与希望……从《讲演录》中，戴维还发现了法拉第的一个突出优点——条理清晰、周密细致的工作作风。他很清楚，这样的精神和作风在科学研究工作中有多么不可估量的价值。

当天晚上，戴维给法拉第写了一封热情洋溢的回信，称赞了法拉第的才能和工作作风，并邀他于1月份在皇家学院见面。这封回信立刻点燃了法拉第蕴藏已久的希望之火。

1月底，两人会面了。法拉第向戴维叙述了自己的困境，表明了自己内心的苦恼，表示了他对科学研究的强烈进取心。戴维很同情法拉第，表示有机会一定替他物色合适的工作，并愿意借书给他阅读。

1813年3月初的一天，一辆大型马车停到了法拉第的家门口，他收到了戴维派人送来的一封信。戴维告诉他，如果他的愿望没有改变的话，明天就到皇家学院去一趟。法拉第立刻明白了这是什么意思，他梦寐以求的愿望终于要实现了，他欣喜若狂，激动得整夜没睡。第二天一大早，他就来到了皇家学院，戴维问他，皇家学院的实验室正缺一位助理实验员，不知他是否愿意就任；法拉第高兴还来不及，哪有不答应的道理。他愉快地走进皇家学院，从此和订书店告别了。这件事的发生，是法拉第人生道路上的重大转折，是他科学生命的真正开端。对他来说，一切都充满生机与活力。这是他的黎明，他的日出，他美好未来的开始。

三、成长中的科学家

皇家学院是一块培育科学家的肥沃土壤。法拉第进入皇家学院后，要经常给戴维的各种实验当帮手。在空余时间，他可以出入皇家学院的讲演厅，聆听诸多名家的讲座，可以从学院的丰富藏书中吸取营养，还可以及时地了解国内以及欧洲大陆的各种科学新发现。工作的辛苦、地位的低下与待遇的菲薄，法拉第都毫不在意，因为他认为自己从工作中找到了生活的真谛并得到了最大的满足。他虽然没上过几年学，没有受过专门训练，但已经从多年的刻苦自学中积累了相当多的化学与物理知识，尤其是他那细致入微、善于发现和解决问题的动手能力，更是出类拔萃。进入皇家学院的他，好比如虎添翼，理论知识也增长得很快。不久，法拉第就成为戴维的得力助手。

1813年10月，戴维与他的夫人准备到欧洲大陆考察，他邀请法拉第以私人秘书的身份随行。这对于刚进入皇家学院不久的法拉第来说，真是做梦也想不到的好机会。他不仅可以到国外去开眼界、见世面、学习外国语，而且作为戴维的助手，他将有机会认识欧洲各国的第一流学者，直接了解各国的科学发展情况。

然而，就在他们临行前，事情有了一些变化，戴维夫妇的仆人不愿远离乡土，再临时找人也已经来不及了，因此他们希望法拉第能够暂且作为仆人随行，并表示到巴黎后马上另找仆人。渴望到欧洲大陆见识广阔科学天地的法拉第，同意了戴维的安排，尽管他的心里很不愿意。

1813年10月13日，戴维一行上路了。展现在法拉第眼前的，又是一个新的自然世界。他以前没有见过山，没有见过海，无边无际的田野、丘陵、

绵延的森林，他全都没见过。作为一个善于观察周围一切事物的科学工作者来说，法拉第通过细致地观察、冷静地分析，记下了大量的旅行日记。

然而，在为期 18 个月的出国考察中，从法国的巴黎、里昂、蒙彼利埃，一直到意大利的都灵、佛罗伦萨、罗马、米兰，戴维夫妇始终没有另找仆人来替代法拉第。这样，本来的临时帮忙变成了长期义务，科学助手成了助手兼听差。戴维忘了自己的诺言，一半是因为他太忙，顾不上这种“小事情”，另一半也是因为专断，不太体谅自己的属下。戴维对于自己的食言，多少有点感到对不起法拉第。所以他吩咐法拉第做事时往往是态度和蔼、口气亲切。至于戴维的夫人，则是另一回事。因为她出身豪富之家，有不少贵族亲戚，所以生性傲慢暴戾，对法拉第说话也是一种主人对仆人的口气，盛气凌人，对法拉第给以各种难堪和屈辱。正如法拉第自己所说的：“她为了要显示自己的高贵，于是尽量对我凌辱。”

现实往往是不公平的，一个具有非凡科学才能的人才，竟要受到一个无知暴戾妇人的驱使奴役。法拉第无奈地受辱蒙垢。

欧洲大陆科学界的思想与英国相比要开明得多，他们不以门第作为衡量尊卑荣辱的标准。他们在日内瓦学院德拉里弗教授家作客时，德拉里弗十分赏识法拉第的才干。而当戴维夫人为了显示自己的尊荣，坚持不让法拉第与主人同桌就餐时，他感到分外吃惊，后来他坚持要邀请法拉第同桌就餐。这使法拉第的心中感到异常的温暖。德拉里弗与法拉第此后就一直保持着诚挚的友谊，一直持续到下一代——德拉里弗的儿子——在德拉里弗去世后仍然与法拉第保持着非常要好的关系。

18 个月的旅行考察结束了，这次考察对法拉第来说是有甜也有苦。甜的是：他第一次接触到了如此广阔的世界，知道了许多闻所未闻的事；见到了不少世界著名的人物——法兰西第一帝国皇帝拿破仑，电学元老、伏打电池的发明人伏打……这一切都使他的见识陡然增加。苦的是：受到了人格的屈辱与不公平的待遇。但总的来说，这次旅行使法拉第受益匪浅，可以说是得大于失。因为在不久的将来，他就要施展自己的才华了。

回到皇家学院后，法拉第继续任戴维的实验助手。但实际上，他既是助手，又是独立研究人员；既是勤杂工，又是技工。从洗刷实验器皿到撰写实验报告，只要是和科学研究有关的事，他没有一样不干的。

1815 年底，在法拉第的协助下，戴维完成了可供矿井实用的安全灯。安全灯的发明不仅拯救了无数矿工的生命，而且促进了英国煤矿工业的大发展，因此有人把这一发明与滑铁卢大败拿破仑并列为 1815 年英国的两大胜利。

法拉第还参加了由一群热情的青年组织的伦敦市哲学会，他常在会上讲演化学与物理。于是早先性格沉默、不敢在大庭广众下说话的他，练就了过硬的演讲本领，能十分自如地在众目睽睽之下慷慨陈词了。此时，他所撰写的一些研究论文也开始纷纷发表。

学习、实验、讲演、写文章，构成了法拉第生活的全部内容。就这样，时光一年年地过去了，他虽然已经快 30 岁了，可还是孑然一人。除了回家看望母亲和参加哲学会的聚会外，他几乎哪儿也不去，过着极为简朴的生活。

就在这时，一位名叫萨拉的姑娘冲进了他原先宁静的生活圈子，在他的心灵湖面上激起了涟漪。萨拉是一位性格开朗、温文尔雅、聪颖贤惠的好姑娘，她没有许多青年女子常有的虚荣心和对金钱的贪欲。法拉第正是爱上了

她这一特点。

1821年6月12日，法拉第和萨拉结婚了。在以后将近50年的共同生活中，他们互敬互爱，真挚的爱情火焰始终熊熊燃烧。在法拉第取得成功之时，她和丈夫共同分享喜悦；当法拉第失败之后，她更分担丈夫的痛苦与不安。她平平淡淡，不慕虚荣，终生与法拉第一起过着清贫而自足的生活。正因为有她为法拉第的事业付出了自己全部的心血与爱心，也就在很大程度上推动了法拉第向科学高峰迈进的步伐。所以当今天我们称颂法拉第的巨大成就时，萨拉的名字也是不应遗忘的。

四、成就与风波

这一时期，整个欧洲科学界的研究焦点是电和磁的关系。

从人类茹毛饮血的祖先开始，就对天上的闪电和雷鸣感到无限恐惧。后来，有人发现了静电现象，知道电有两种：正电和负电。1793年，意大利学者伏打发明了能够产生持续电流的伏打电池。从此，电学从静电的领域进入了流电的领域，研究电流各种效应的流电学大踏步前进了。

流电学所取得的第一个伟大成就，是电解，科学家们运用电解化合物的手段，发现了多种新的化学元素。

流电学所取得的第二个伟大成就是发现了电流和磁的相互关系。

通过几个世纪的研究，科学家们在思索：电有正负极，磁也有正负极，那么电和磁之间到底有没有联系呢？许多科学家对此进行了研究，但都没有得到准确的研究成果，这个问题悬而未决，直到1820年才得到了初步的解决。就在这一年，丹麦哥本哈根大学奥斯特教授经过几年的反复研究，向科学界公布了电流的磁效应：在通电流的导线周围磁针产生偏转现象。这一下，轰动了整个科学界，英国也不例外。电流对磁能产生作用，这是毫无疑问的了，那么它们之间的相互关系到底是怎么样呢？各国科学家都朝着这个方向而努力。不久，法国科学家比奥和萨伐尔，确立了电流对磁极作用的定量规律，他们的结果后被称为比奥—萨伐尔定律。法国科学家安培还建立了电流与电流间规律的安培定律。

戴维此时已经是英国皇家学会的会长。他也在研究电流和磁的相互关系，并取得了一些进展，但比起法国同行来就逊色多了。而且，他已经把自己的很大一部分精力投向了贵族社会的时髦享受与交际应酬。他没有想到，电磁学的下一步进展，就要由他的助手法拉第来完成了。

1821年4月，英国另外一位与戴维齐名的著名科学家华拉斯顿来找戴维。他认为：既然通电的导线能使磁针发生偏转，那么如果在两个金块中间夹一根直导线，通上电流，然后拿一根磁棒移近导线，那么导线就会绕着自己的轴转起来。说完后，他就在戴维的实验室里进行了实验，但反复试验后并没有出现华拉斯顿预期的结果。于是他放弃了试验。当法拉第听他们讨论这一实验后，凭着自己的实际经验认为：这实验是有可能成功的，因此他开始着手做此实验。经历了多次失败后，在分析原因时，他意识到了：导线应该是绕着磁铁公转，而不是像华拉斯顿所认为的自转。

有了这个想法后，法拉第设计了新的试验用具，开始了新的实验。由于他的不懈努力与实际能力，1821年9月3日，他终于看到了他所想象的一幕：导线绕磁铁自行旋转起来（见图1）。“它转动了！成功了！”法拉第兴奋地围着实验台大喊大叫。经过多次重复的实验，都出现了相同的结果。这时，

法拉第有一种预感：他所作的电磁转动实验，是一个很重要的结果。因为无论是奥斯特还是安培，他们只是证明了磁力的存在，而现在他却证实了这种磁力能使通电导线不停地转动。这应该是电磁学的一个突破。于是，他写了一篇实验报告寄给了《科学季刊》。10月号的《科学季刊》，马上刊登了法拉第的这一重要的新发现。

然而，法拉第没有想到的事发生了。有人说他的研究成果是“剽窃”的，这一研究成果本应属于华拉斯顿。起初，法拉第认为：这是误会，于是他向人们解释他与华拉斯顿两人实验的不同，但许多人还是不以为然，以为法拉第如同窃贼一样把华拉斯顿即将到手的科研成果窃取到自己的名下。这种蛮不讲理的指责使法拉第十分痛苦。这是有生以来的第一次，他的荣誉、他的人格受到了贬损和玷污。

这时，法拉第与戴维的关系也出现了裂痕。本来，华拉斯顿对别人传言法拉第“剽窃”自己的“成果”，心里很清楚到底是怎么一回事，也就不以为然。但戴维却觉得心里有气，他认为：关于电磁转动，是华拉斯顿根据自己的理论提出来的。华拉斯顿亲自设计并且动手实验，他戴维也参加了实验。虽说当时功亏一篑，但只要再努一把力，他们就一定会成功的；然而半路杀出一个法拉第，把自己垂手可得的果实“抢”走了。更让他生气的是，欧洲大陆上那些科学杂志，马上翻译登载了法拉第的论文，并且对法拉第大加称颂，什么“科学界的新星”啦，“巧妙无比的实验”啦，这些赞词让戴维极为不满。戴维嫉妒了。老师嫉妒学生、提拔者嫉妒被提拔者、大人物嫉妒小人物，这是因为后者超越了前者。

戴维开始有意地压制法拉第了。不久，法拉第写了一篇关于氯气液化新发现的论文。按照当时的习惯，助手的研究报告和论文要经过有关的教授审阅；再加上有上次事件的教训，法拉第把自己的论文呈请戴维过目。戴维看过后，在论文开头加了一段开场白，强调他本人是这次研究工作的发起人；在结尾还注解这次新发现的结果是他早就设想过的。法拉第对此举感到气愤，但也无可奈何，因为戴维毕竟是他的恩人和老师。然而，法拉第也意识到了戴维在嫉妒他，有意压制自己。戴维在法拉第心目中的偶像地位也就因此而逐渐动摇了。

接着发生了一件更触目惊心的事情。

1823年，由于法拉第在化学、物理研究方面的新发现，他被提名为皇家学会会员候选人。按照传统的选举新会员的规定，候选人能否最终入选，需要得到大多数正式会员的同意。此时，华拉斯顿教授已经声明过：那些所谓法拉第“剽窃”他的实验成果的传闻，纯系乌有，成果是属于法拉第自己的；他首先表示同意法拉第入选，另外大多数的学会成员也对法拉第入会表示了认可。只有一个人表示了反对意见，这就是戴维。他说法拉第现在入选皇家学会还早了点，还需要再锻炼一段时间。所以，他私下要法拉第自己退出候选人的选举，法拉第表示拒绝。接着他又以皇家学会会长的身份要求提名支持法拉第当选的会员们撤消他们的提议，也没有成功。

戴维成了孤家寡人，最终没能够取消法拉第的候选人资格。他只能采取拖延选举日期的办法，拖了半年，直到1824年1月才举行选举。皇家学会会员的选举是无记名投票，但是这一次大家都很清楚，是谁投了反对票。

进入了英国皇家学会的法拉第，在科学研究的道路上更是如鱼得水，不断取得新的成就。1825年，法拉第升任皇家实验室总监。1829年，他被晋升

为教授。此时，他 38 岁。

法拉第从一个订书工匠，通过自己的努力与才智，终于一步一阶地跃升到最高科学尊位。

五、转磁为电和电磁感应定律

在证明了电可以转化为磁后，许多科学家放慢了前进的脚步。但迈克尔·法拉第却在想一个新问题：“既然电可以产生磁，那么反过来，磁能否产生电呢？”“如果能够转磁为电，那么人类将得到一种新的、源源不断的能源。”

“必须转磁为电。”这是 1822 年法拉第在自己工作日志上写下的目标。

日复一日，年复一年，法拉第不断地进行着各种试验。他的口袋里装满了磁铁、导线和线圈。他坚信：电流产生磁场是一种感应，那么就一定会有磁转为电的反感应。

金属导线一通电流就产生了磁场，绕有导线的铁块一通电流就成为电磁铁。那么，怎样通过磁铁使导线中产生出电流来呢？他把磁铁静置于由铜丝绕成的线圈中，没有电流产生；将一根通电导线与磁铁挨近线圈，也没有电流产生……在几年的试验中，法拉第使用过各种形状的磁铁，变换了磁铁与导线或线圈的各种相对位置，进行了多次试验。但所有的方法都没能使导线中产生电流。

失败一个接一个，挫折与失望不断袭击着他。每次实验前希望获得成功的愿望，都在无情的实验结果面前破灭了。然而，失败并没有动摇法拉第的决心，时间的延续也没能磨灭他转磁为电的坚定信念。他承受着失败带来的苦痛，继续坚持试验，每次都进行仔细观察，不断总结失败的教训及其原因。就这样，十年的时光过去了。

历史记下了 1831 年 10 月 17 日这个不平凡的日子。这一天，法拉第像往常一样进行着实验。这次，他准备了一根 22 厘米长、2.2 厘米粗的磁铁棒，另外又把 67 米长的铜丝绕在一个导线圈上，在铜丝的末端接着一个电流测量表。（见图 2）

实验时，法拉第将磁棒一端接近线圈，这时电流测量表的指针如同以前实验时显示的那样，一点没动。他使磁棒与线圈平行，但指针还是没有反应。这时，法拉第猛地把磁棒插入线圈，突然，他朝思暮想的现象出现了——电流测量表的指针摆动了一下。法拉第心头一震——把磁转变成电，这多年的理想不是实现了吗？他又把磁棒猛地抽出来，指针又摆动了一下，这次是朝着相反方向。他把磁棒又转过来，朝里猛插，向外猛拔；再插、再拔……电流表的指针来回摆动，法拉第的心也跟着剧烈跳动起来。“成功了！”

此刻，他已完全忘记近 10 年来无数次失败带给他的失望与痛苦，他的身心深深地沉浸在成功的巨大喜悦之中。他像一个孩子似的在实验室里狂蹦乱跳起来。

以后的多次实验也显示了同样的结果，转磁为电的想法终于成了事实。但法拉第并没有因此而停步不前，他在思考一个问题：为什么自己多年来反复千百次的实验都没能成功，唯独这样做才获得成功了呢？他想寻找到规律性的东西。

经过仔细地回忆与思索，再加上实验的验证，法拉第终于意识到成功的关键所在——运动才能产生电流。在以前的实验中，磁铁相对于导线和线圈

是没有运动的，所有实验均是在静止前提下进行的。而通过现在的实验发现，只有当磁铁插入线圈或从线圈抽出的一瞬间，才能产生电流（法拉第把此电流称为感生电流——由感应而产生的电流，而把产生感生电流的电动势叫作感生电动势）。

接着他又发现，不论是将磁铁插入静置的线圈内，还是将线圈套到静置的磁铁上，只要两者之中有一个以一定的方式进行运动，就会有感生电流产生。因此，他得出：“要将磁转化为电，运动是必要条件”的结论。

但为什么运动是产生感生电流的必要条件呢？感生电动势与感生电流的大小以及方向，是否与运动方式有关呢？这又是法拉第思考的新问题。在科学上往往是这样，实验的成功与新现象的发现和新规定的总结，常常引出更多的疑问，从而促进科学技术的进步。

在经过了多次紧张的试验与反复的研究之后，法拉第得出了“金属导线必须切割磁力线才能产生感生电流”这一规律性的结论。

在试验过程中，法拉第还发现，导线切割磁力线的速度越快，导线中产生的感生电动势也就越大；切割磁力线的方向不同，产生的感生电动势方向（或感生电流方向）也不同。

法拉第将以上的结果与发现总结成定律，这就是著名的“电磁感应定律。”这一定律不仅揭示了电流与磁力之间的相互作用规律，更为重要的是定律表明了：只要能持续不断地使线圈在磁场中作切割磁力线的运动，就能够产生出源源不断的电能来。这是一项多么重大的发现啊！以后的世界面貌，在很大程度上将因这个定律的出现而大为改观。也就是说，法拉第的这一杰出发现，预示着电能被人类所用有了可能；而人类文明发展的步伐，也将由此定律的创立而大大加快。

电磁感应定律是时代的产物。它是从18世纪中后期到19世纪30年代这一历史时期内的各种电学现象与规律不断被发现的必然产物。特定的历史时期就需要有特定的历史人物。法拉第勤于思考、精于观察，对科学工作有着源源不断的热情，在失败面前毫不气馁，能够重整旗鼓，再次向前。他所具有的这些特点，正迎合了那个时代科学发展的迫切需要。

在10年里，法拉第经历了无数次失败，但正是这一个个的失败，为他奠定了不断接近成功的基础。他把每次的失败都当作砖，用它筑梯。随着失败的增加，梯子的高度也增高，他也就站得更高，最后终于登上了别人难于登上的高峰。

电磁感应定律的创立，使法拉第蜚声国内外。后人为了纪念他的这一功绩，把电磁感应定律命名为“法拉第定律”。

六、电解定律的创立

发现电磁感应定律后，法拉第又对电现象进行了大量广泛而深入的研究。他有一个坚定的信念——大自然是统一的、和谐的。

大自然中万物纷呈，变化无穷。电，能生光、生热、生磁，引起各种化学反应；反过来化学作用也能产生电，磁也能产生电。法拉第以为，所谓的电、光、热、磁，以及化学亲和力、万有吸引力——这些无所不在、千变万化的力，实质上是源于大自然的同一的力。它们只不过是名称不同、表现形式各异罢了。

根据这个认识，法拉第开始研究电的统一性。到那时候为止，除了雷电之外，已经发现的有五种不同来源的电——摩擦电、伏打电、热电、动物电和磁感应电。这五种电有相同的地方，也有不相同的地方。有人认为它们是同一种东西，有人则认为不是。众说纷纭，莫衷一是。法拉第对这五种电进行了全面的考察。将电的效应归纳为静电的与电流的两大类；电流的效应又分为发热、磁、化学分解、生理效应、电火花五种。法拉第根据自己的实验结果，证明了前三种电有静电与电流的全部效应；动物电显示了生理、磁、化学等三种效应；热电只显示生理效应和磁效应。他把这几种电间的差别归因于“电量”和“强度”的不同，而不是本质的不同。于是，法拉第得出了结论“不论电的来源如何，它们的本性都是相同的。”法拉第用电的同一性为他的信念——“自然是统一的”提供了有力的论据。

电的同一性研究直接导致法拉第发现了电解定律。

今天我们都知道，物质都是由分子组成的，而分子则由原子组成（也有一些单原子分子）。分子是保持物质化学性质的最小颗粒。原子是由带正电的原子核与带负电的电子组成的，原子间之所以能够化合，就是靠着电的引力。以上的结论，现在听起来很简单，但却是几代科学家（法拉第就是其中的一员）耗尽心血，研究、实验、探索，最终才认识到的。

19世纪初，人类对电的研究还很粗浅，对于物质结构与电的关系，更是茫然无知。电是什么？物质是什么？电、物质结构与化学变化之间又有何关系？对于这些问题，各国科学家争论不休。有人认为，电就是一种微粒，构成了物质；有人认为，电是物质微粒的一种振动，就像热那样；有人则提出：电是流体。德国科学家格罗图斯提出一种假说，认为产生伏打电的伏打电池实际上是块电磁铁。戴维则主张，电是与分子不可分离的一部分。安培提出有分子电流存在，并用分子电流来解释了磁铁的磁性，但认为分子电流的电量是“组成分子的原子分解以后的产物”。德拉里弗却又主张：电和物质是两种不同的东西，是可以各自独立存在的……

电、分子、化学变化的内部机制，这些都是微观现象，是无法直接观察到的，要从人们能够观察的宏观现象去推断微观的结构，是相当困难的事，难免会出现种种混乱与错误。

1832年，法拉第开始从事电化学研究的时候，面临的正是这样的各种理论纠缠在一起、难以分辨真理与谬误的局面。针对这种情况，法拉第首先了解各种意见，进行鉴别比较。对每家的理论学说，分别实验，检验其正确与否和实用价值。对于自己的种种设想，法拉第也是用实验来验证。

走过了许多的弯路、碰了一次又一次的钉子后，法拉第最后终于找到了研究电化学规律的办法——称量出电极上析出的物质重量，把它与流过电极的电量进行比较。于是，法拉第试图发明一种能够测量“电”量的大小的仪器，以确定各种电之间量的关系。但用什么方法来制造这样一种仪器呢？

才思敏捷的法拉第想到了电解方法。电解现象早已发现了，并已被科学家们用来获取或提炼某些化学元素。法拉第想：电解时分离出来的物质的量一定是与通电量的多少有关，比如水电解时产生了氢和氧两种气体，那么能否根据电解时从电极上逸出的气体量的多少，来计算出通过水的电量呢？想到这些，法拉第又进行了大量的实验。

经过大量实验证实了他的想法：电解时分离出来的物质数量与通电量两者之间存在着严格的量的关系。于是，电量计创制出来了。同时，一个远比

电量计更为重要的规律也随之问世了，这就是著名的“法拉第电解定律”。

电解定律是法拉第在研究与发明电量计过程中的意外收获，也可以说是电量计的副产品，但其重要性却是电量计的千百倍。这如同一个进行潜水锻炼的爱好者，在进行锻炼，达到了强健体魄目的同时，在水中发现了古代装满贵重物品的沉船。

电解定律有两条：

一、电解的时候，在电极上析出的物质重量，与通过电极的电量成正比；
二、如果在同时间内通过的电量相同，那么析出的不同物质的化学“克当量”数相等。（电解一个克当量物质的用电量，叫一个“法拉第”，等于96484库仑。）

下面，我们就用法拉第实验最多的“水的电解”为例，来说明这两条定律。

把两片铂做的电极插在水中，通上电流，负极上就会有氢气析出，正极上则有氧气析出。根据第一定律，两个电极间通过的电流越大，时间越长，电极上所析出的氢气与氧气就越多。

为了理解第二定律，先要知道什么叫做当量、克当量、克当量数。再以水为例。我们知道，每一个水分子是由两个氢原子与一个氧原子组成的，用结构式表示，就是：H-O-H。而氢(H)的化合价是1，氧(O)的化合价为2；那么，元素的原子量被化合价除，就是这个元素的当量。如：氢的原子量是1、化合价也是1，那它的当量就是1；氧的原子量是16、化合价是2，那它的当量就是8。1克氢称为1个克当量氢，它的克当量数是1；2克氢称为2个克当量氢，它的克当量数是2；……元素化合成化合物或化合物分解成元素时，每一元素的重量比等于当量比，所以它们的克当量数就相等。比如电解9克水，一定得到1克氢与8克氧，氢与氧的克当量数都是1，是相等的。

有了这些关于当量的知识，我们就可以说明法拉第的第二电解定律了。根据这条定律，要电解出1克当量的氢气（重1克）与1克当量的氧气（重8克），两片铂电极之间就需要通过一个“法拉第”的电量，也就是96484库仑。同样，比如铜的当量是31.8，氯的当量是35.5，那么电解氯化铜水溶液的时候，要得到31.8克铜和35.5克氯气，也需要一个“法拉第”的电量。

生物进化论奠基者达尔文说过：“科学就是整理事实，以便从中得出普遍的规律或结论。”法拉第电解定律的创立过程，非常清楚地印证了达尔文的这句名言。电解定律完全是从大量的实验与浩如烟海的实验数据中发现的，是通过实验数据的汇集、分析、整理和总结得出的规律。法拉第之所以能够发现这个规律，除了他的坚韧毅力与极为细致、负责的工作态度外，还缘于他的敏锐观察能力和他对电学与化学两门学科兼通的本领；而他在青少年时期，在里博的订书铺，通过刻苦自学所打下的坚实的实验能力与电学、化学知识的基础，无疑也是一个重要的成功因素。

在创立电解定律的过程中，法拉第还制订了一系列新的电化学术语——电极、阳极、阴极、电解、电离、离子、电化当量……这些术语一直沿用到今天。法拉第在电化学学科中取得了如此大的成绩，被公认为电化学的先驱。两条电解定律是电化学的基础，直到今天仍在电解与电镀工业上广泛应用。

另外，法拉第电解定律还有更深一层的意义：它的光芒照亮了半世纪后电子论的发展道路，为发现原子的内部结构奠定了初步的理论基础。

七、物理学的革命——场论

物理学中的场论思想也是起源于法拉第。1831年，法拉第作出了他最伟大的发现——电磁感应。10年研究的愿望一旦实现，他固然感到极度兴奋，但同时也感到了震惊。因为用当时在物理学界占绝对统治地位的牛顿力学，已经无法解释电磁感应这个新现象了。

牛顿认为，宇宙空间除了粒子以外什么也没有，而没有粒子的地方则是一无所有的真空。

“真是一无所有吗？”法拉第对牛顿的说法感到了怀疑。

直觉告诉法拉第，空间不可能真的像牛顿所说的那样，除了以超距作用相互作用着的粒子以外，什么东西也没有。比如在一根磁棒周围撒一把铁屑，铁屑就会描画出了一条条曲线。这是因为铁屑在磁棒周围被磁化，变成了无数个小磁针。它们所指示的方向就是磁棒对小磁针作用力的方向，因为各点方向不同，所以形成了曲线。法拉第把这些曲线叫做“力线”。他认为：磁棒周围的空间存在着这种从宏观无法观测到的力线。

古希腊哲学家亚里士多德等人，在讨论磁铁的磁性时就使用过“力线”这个名称。他们用力线解释磁力，但是并不把它当做实有的东西，也没有给它下一个确切的定义。而法拉第给力线下了明确的定义，它不仅表示磁力的方向，还可以表示磁力的大小。他把力线当作实实在在的东西，用力线来思考问题、解决问题。

在实验中，法拉第使导线在两个磁极中间运动，由于电磁感应的存在，导线所形成的闭合电路中就产生了感生电流。法拉第认为：如果两个磁极间的空间真的是“一无所有”的真空，那么导线中的感生电流又是从何而来的呢？显然，空间并不“空”。两个磁极之间的空间内充满了力线；它们是实际存在，可以被切割的线。导线的运动如果切割了力线，导线所形成的闭合电路中就会有感生电流出现；切割的导线越多、速度越快，感生电流就越大；导线的运动如果不切割力线，电路中也就不会有感生电流产生。

所以，法拉第认识到，不仅磁铁周围的空间有力线，电流周围空间也存在着力线。磁铁与电流周围的力线指示磁针的受力方向，所以应叫磁力线；而充满了磁力线的空间应叫磁场。

就这样，法拉第的场论思想诞生了。他突破了牛顿力学的势框，开创了一项完全不同于以往思想的新的分支学科。牛顿认为，宇宙空间就是一无所有的真空；法拉第则认为，宇宙空间内充满了场，其中有磁力线、电力线，如果再考虑到光、热、引力……那场的性质就更加丰富了。牛顿认为，物质只有一种形态——实物，而实物则是由无数个弹性小球式的粒子构成的；法拉第则认为，所谓的实物粒子就是力场的中心奇点。牛顿认为，空间与物质无关；法拉第却“把物质化为‘力的中心’，又把物质有运动倾向的方向性质化为‘物理上实有的力线’。”牛顿学派认为，万有引力、电力、磁力都是超距作用；法拉第则认为，这些力量以物场为中介，像波一般传递的。牛顿学派认为，有一种力的存在，就会对应着一种物质，各种力之间没有关系；法拉第则认为，各种力是统一的，电、磁、光、热、引力都相互联系，可以在场中相互作用，相互转化。

如果把苍茫的宇宙比做一场戏，那么牛顿所描述的宇宙就是一场古代戏剧，表演是在空荡荡的广场上进行的，物质在空间运动就如同演员在广场上

表演，演员与广场彼此间不发生任何关系；而法拉第所描述的宇宙却是一场近代戏剧，表演是在有背景与道具的舞台上进行的，物质在空间运动就像演员在舞台上表演，演员的各种表演要与场景的变化交相呼应、融为一体。

然而，限于当时的科技发展水平与理论水平，法拉第关于“场”的许多观念仍处在萌芽状态，带有推断、猜测的性质，以致有错误的成分。法拉第把磁力线、电力线当做实际存在的东西，这是正确的；但他没有突破机械论的框框，把力线当做机械的、有弹性的细线，如同棉线那样，这就是错误的了。他没有认识到除了实物这种实在以外，还可以有场的实在，因此完全不必把场纳入机械式的实物范畴之中。法拉第认为，力的作用是以场为中介，渐进地传递的，这是很正确的；然而他将场的现象看做一种假想的连续媒质中的应力的表现，这就不正确了。他没有看到，场与实物一样，也是有质量、能量与动量的，是和实物有同等地位的物质存在形态，而不必把场归结为某种假想的实物的应力。

在一个新理论萌芽、发展的过程中，这些缺点和错误都是在所难免的，是有待于后继者去进行改进、提高的。但是，有一点却是肯定的——法拉第要求改变物理学中的不足，要求对牛顿的经典力学加以改进。这是具有划时代意义的，是物理学史上的又一次伟大的革命。

在物理学史上，新思想、新理论不断出现。但能够称得上伟大的新思想、新理论，而且这种思想的树立必须打破传统思想的统治，却是为数不多的。法拉第关于场的思想，就是那为数不多的伟大思想之一。然而，恰恰由于它的“新”，才遭到了来自传统思想的反对及各种冷嘲热讽。

的确，法拉第关于场和力线的概念还比较粗糙，由于他没有学过高等数学，也就没有能力对这些概念进行数学的概括与分析，只能作出种种感性的描述，而无法在理论上加以进一步提高。法拉第赋予力线和场的种种神奇的性质，却没能指出严格的推导和证明。由于存在这些问题，对于牛顿学派那些受到过严格数学训练的物理学家来说是无法接受的。

由于受当时条件和能力的制约，场论的最后胜利，还要靠后来人。

首先是英国著名学者，比法拉第小40岁的麦克斯韦继承了法拉第开创的事业。麦克斯韦出生于1831年11月13日，这恰好是在法拉第发现电磁感应后不久。他们两人的出身、所受的教育程度、特长、性格等方面是迥异的：一个来自社会最底层，一个出身名门；一个小学没有毕业，一个则是牛津大学的高材生；一个擅长实验，一个精通数学；一个善于运用直觉把握住各种现象的本质、设计合理的实验进行观察与总结；一个能够建立理论模型运用数学技能，进行证明与提高。这么多能力侧重点的不同，并没有妨碍他们物理想象上的一致性：他们都坚信场的物质性，反对牛顿的“超距”学说；他们的目标是一致的——建立一个全新的、不从属于牛顿自然哲学体系的电磁学理论。

麦克斯韦大学毕业后，就致力于电磁学的研究，他十分推崇法拉第的研究成果。当年法拉第发现的电磁感应现象可以归纳为一句话：变化的磁场能够激发电场。而反过来，变化的电场能否激发磁场呢？这个问题许多年一直得不到解决。1861年和1862年，麦克斯韦发表了四篇论文，在论文中，他以充足的理论数据、严谨的推理证明，找到了问题的答案——变化的电场也能激发磁场。在40年前，奥斯特和安培的实验证明电流能够激发磁场，他们使用的电流，能使导线发热、能使化合物电解，这种电流叫做传导电流。而

变化的电场虽具有电流的某些性质，但是并不明显，叫做位移电流。

法拉第发现电磁感应——变化的磁场激发电场，完全是通过实验得以证实，他亲眼目睹了激发出来的电场效应；麦克斯韦提出位移电流——变化的电场激发磁场，则是依靠理论分析。这两个发现可以说是理论加实践的最佳产物，它们就如同电磁场理论的双腿，缺一不可。正是因为有了这两者，场论才最终站立起来，阔步前进了。

然而，韦克斯韦的位移电流理论没有得到准确实验的印证，所以场论还不能称为是一套完整的理论。

历史是要留给科学的继承者来写的。

1887年的一天，在一间蒙得漆黑的实验室里，德国青年物理学家赫兹正在用实验验证麦克斯韦的电磁场理论。他在两个金属小球上接通高压交流电，“嗞——嗞——”，小球中间跳过了电火花。如果麦克斯韦的位移电流理论是正确的，那么这时就该有电磁波辐射产生。赫兹全神贯注，眼睛盯住实验室另一头的电磁波接收器——那也是用铜丝联接的两个金属小球。忽然“嗞——嗞——”，接收器的两个小球之间也跳过了一个很小的蓝色火花。能量跃过了空间，位移电流产生了，这是波！电磁波就这样诞生了。赫兹测定了电磁波的频率与波长，算出它的传播速度：每秒30万公里——与光速一样，这与麦克斯韦的预言相符。场论胜利了。

法拉第——麦克斯韦——赫兹，实验——理论——再实验，这是场论发展的道路，也是场论之所以成功的原因。赫兹的实验轰动了全世界，它预示着人类将获得新的技能。1901年，意大利的马可尼与俄国的波波夫分别实现了利用电磁波进行无线电传播。无线电报、无线电广播、无线电话、电视、雷达……数不尽的无线电技术，在人类社会蓬勃发展起来。所有这一切，都是源于法拉第的场论思想。

八、尘世中的伟人 天堂里的圣人

光阴荏苒，年华消逝。对于法拉第来说，过度的辛劳，长期的紧张和全身投入的科学研究生涯使他过早地进入了衰老期。

如今法拉第已是两鬓染霜的老人了，他在静静地回忆自己走过的道路，默数着他逝去的岁月。

他走过了一条坎坷不平、艰辛备至的曲折道路。从他的孩提时代起，就在艰难困苦的环境中为生活而终日忙碌。订书铺里8年的紧张工作与油灯下的刻苦自学，他最初的实验……又历历在目。生活的压迫，使他失去了进学校受更高教育的机会；得不到老师的教导，只能靠自己刻苦自学，书籍成了他最好的老师。

特殊的生活环境使他深感时间的珍贵。为探索科学，追求科学的真谛，他终日沉浸在书本、实验、公式、定律和概念之中，永不停息地寻求问题的答案，从不白白浪费时间。

然而，对他来说要真正走上科学的道路，几乎近于幻想，因为他不过是一个没有受过多少教育的订书匠。但是，功夫不负有心人。1813年3月，机遇向他垂青，奇迹出现了，他被戴维推荐到著名的英国皇家学院，担任实验室助手。从此，他踏上了科学之旅，开始了他向往已久的科学生涯。其实，能够走上科学的道路，并非偶然的机遇，也不是命运的奇迹与恩赐；而是智慧、勤奋，能力发挥、发展的必然结果，是多年来他献出全部精力而创造出

来的奇迹。路，是他自己走出来的。

但是，人生道路的这个良好转折并不意味着从此以后的一切都是那么美好、灿烂。贫困、凌辱、压制与失败还时时袭击着他。然而为了科学、为了他钟爱的事业，对于这些艰辛他都不屑一顾。萦绕在他脑海中的，是没有穷尽的实验题目；等待着他的，将是永无止境的科学研究。

他进皇家学院不久，就与戴维一起发明了矿井用安全灯。他的才华显示出来，商人们也逐渐包围着他，希望他替他们解决工商业方面需要解决的科学技术问题。但法拉第毫不犹豫地拒绝了。因为他的志向是从事真正的科学研究和理论探索，并非为了个人获利。在当时，从事与商业有关的科学技术工作，尤其像他这样有才华的人，是可以赚大钱的。但法拉第不愿因为赚钱而耽误自己宝贵的研究时间，甘愿放弃发财致富的机会，充分体现了一位真正的科学家所具有的献身精神。他的妻子萨拉也表现了崇高的情操，她义无反顾地支持了丈夫的选择和事业。

当时法拉第从皇家学院所得的薪俸很少，仅能勉强供养他的母亲和妻子，但他们宁愿过着清贫的生活。这正是法拉第的伟大之处，也是萨拉作为贤妻值得为人称颂之处。否则，法拉第将会把自己的杰出才华与大量时间用于只对市场有即兴价值、听命于商人的小改小革的琐碎技术之上。要知道，真正的科学是不一定都有现实的市场价值的。

这是法拉第在人生道路上的第二次转折。如果说他的第一次转折或多或少是戴维促成的话，那么这一次转折的方向就完全操纵在他自己的手中了。法拉第与萨拉的优秀品质，使他们作出了影响人类文明历史进程的正确抉择。法拉第曾说过：“我因为对当时产生电的方法感到不满意，因此急于想找到电磁及感应电流的关系，我觉得自己在电学这条路上前进，一定会得到充分的发展。”

这就是法拉第为创立电磁感应定律，从1821年到1831年孜孜不倦地从事电磁感应实验的真正动机。

自从创立感应定律后，法拉第就名扬世界了。以后每取得一项重大发现，国内外的大学、学会和科学院就会纷纷向他颁发荣誉奖状、奖章和学位。但法拉第对于这些荣誉，却表现出了惊人的谦虚和异常冷静的态度。他把所有的荣誉证书都放在一个盒子里，从不让人看一眼。他一如既往地继续进行着他钟爱的科学实验，就好像什么也没发生过似的。

1831年，他在一封给朋友的信中写道：“我现在又忙着搞电磁感应，现在觉得自己就要搞出点东西来了，但还没有把握。很可能是一根草，而不是一条鱼。但无论怎么说，经过一番努力后，总算搞出来了。”电磁感应，明明是空前的发现，然而法拉第自己却谦逊地把它说成“是一根草”，这是何等的伟大和谦虚！

电磁感应现象被发现后，法拉第就着手制造了一台发电机。他把一个铜饼插入磁铁的两极之间，在铜饼的周围贴连着铜条和铝条。当铜饼转动时，就产生了连续不断的电流。但法拉第并没有将他的发明公开展览，而是在皇家学会上作了一份详细的报告，使别人可以根据他的发明造福于人类。这是何等的襟怀！

随着岁月的流逝，法拉第的社会地位不断上升，形象愈来愈高大，影响也愈加的深远。但是，他在个人生活上始终保持着朴实无华的作风。他深居简出，不尚社交，除了每星期日与萨拉一起到教堂做礼拜以外，几乎什么地

方也不去。他厌恶金钱、地位、权势，也不看重荣誉，他希望自己仍然是一个不受任何名望与尊荣干扰、能够专心致力于科学工作的普通人。但是，现实已经把他推上了人们心中至高无上的宝座。这是违反他本意的，也是令他深感不安的。

1857年，英国皇家学会会长罗特斯利勋爵辞职。皇家学会学术委员会一致认为，如果能请德高望重的法拉第教授出来继任会长，那将是再理想不过的了。于是，学术委员会派出几名代表前来劝说法拉第接受这个职位，这是一位英国科学家所能得到的最高荣誉。法拉第经过深思熟虑后，对代表们说道：“我是个普通人，到死我都将是个普普通通的迈克尔·法拉第。我真诚地告诉各位，如果我接受了皇家学会希望加在我身上的荣誉，那么我将无法保证自己的诚实与正直，连一年也保证不了。”

在此之前，法拉第还多次谢绝了英国政府希望授予他爵位的建议。平民出身的他，不想凭借自己的科学成就被冠以贵族的封号。

又过了几年，皇家学院院长诺森伯兰公爵去世，学院理事会又想请法拉第出来当院长。一个没有受过正规教育的实验助手，经过半个世纪坚持不懈的努力，登上了科学的顶峰，当上皇家学院院长，这将传为科学史上的佳话，也将是皇家学院的光荣。但是，不追求荣誉的法拉第又谢绝了朋友们的好意。

有这样一些人，他们的家世随着事业的成功而上升；他们一旦发迹，就会忘记自己的贫寒出身，修起富贵的家谱。而法拉第恰恰与他们相反。他成名后说过：“我爱铁匠铺，爱一切与铁匠铺有关系的东西，我的父亲是铁匠。我过去是铁匠的儿子，现在直到永远仍旧是铁匠的儿子。”

法拉第因为有过报童生涯，所以他对报童有着一种特别亲切的感情。他在街上走过，看到送报、卖报的孩子，心里总会升起一种爱怜之感。他会停止脚步，抚摸一下他们那瘦削的肩膀，和他们说几句知心的话，或特意多买几张报纸。法拉第当过订书匠，他没有忘记自己的手艺。他的实验日记每一年都会被整理得整整齐齐，并装订成册。法拉第是戴维的学生，虽然后来两人的关系破裂了，但是法拉第永远感激戴维对他的提携与帮助。他珍藏着戴维亲笔写的实验记录。当有人指责戴维对法拉第的刻薄之时，他总是请人家不要说戴维的短处，而应该记住戴维为科学进步所做出的伟大贡献。在戴维的故乡兴建起纪念碑以纪念戴维时，本来不富裕的他，捐了不少款……

正当法拉第准备在科学的征途上继续前进时，病魔前来叩门了。本来，他的精力从没有感觉到蹉跎干枯，然而这时却已渐渐不支了。过去几十年的忘我工作伤害了他的健康，他的全身精力几乎已消耗殆尽了。

法拉第老了，他的记忆力衰退了——有一次他做了六个星期的实验，忽然发现所做的一切不过是重复以前做过的了的实验罢了。但他并不服输，仍旧孜孜不倦地工作着。他不仅在皇家学院做实验、演讲，还要为国家海务局工作，到英国各地的海岸去视察灯塔的工作情况，还要关心其他种种事情——怎样保护博物馆里珍藏的绘画，从而使它们免受伦敦腐蚀性烟雾的损害；如何保护泰晤士河的清静，不使它受到工厂排出的废水污染……法拉第的工作没有尽头。然而，他毕竟已是70岁的人了，一生的勤奋工作使他如同一列长期超负荷运行的列车，应该到休息的时候了。

从1862年开始，法拉第就已经无法正常工作了，他的记忆和思维能力在迅速衰退。1862年3月12日，他写下了最后一条实验日记。6月20日，他作了最后一次讲演。在同一时期，他不得不辞去自己在皇家学院、国家海务

局所担任的职务。到 1865 年，他体力不支，完全倒在了床上，他的工作已经结束，使命已经完成。他的种种研究获得了越来越广泛的应用，场论的种子已经在麦克斯韦的电磁场理论中发芽。但是法拉第的头脑像笼罩着沉雾一样，过去的一切都模糊了。当朋友们向他报告，他的实验研究和理论探索已是后继有人，电学将沿着他开辟的方向前进时，他只能点头、微笑，他再也无力思考科学问题了。

他虽然看到自己的发明创造已经在世界各地得到开发与应用，这使他无比欣慰，但对于一个勤奋惯了的科学家来说又还有什么能比丧失工作能力而更感苦恼呢？以前，在困苦的生活中求学，在科学的征程上不断前进，对此他感到的是一种无法言语的愉快与享受。然而，现在他却不得不虚度光阴，这令他十分难受。他在幻想着上天能够再赐给他一次新的科学生命，好使他能够继续探索大自然的奥秘。但这是不可能的，来自另一个世界的呼唤声已隐约地传入他的耳朵了。这对于他来说，实在是太残酷了。

法拉第木然闲坐，在房子的窗前、草地上、树荫下，呆呆地望着蓝天白云，远处的树木和来往的行人。只有壮丽的闪电与绮丽的夕阳，还能从他那正在消散的生命中激发出一点热情。他那失去了光芒的眼中，又会闪烁出一道亮光，然而转瞬即逝，他很快又恢复了宁静、平和的心境。就在这种平和的心境中，他在等待着去和父亲、母亲、哥哥、戴维、里博他们会合。如果说此时法拉第还有牵挂，那就是这么多年来休戚与共的妻子萨拉：他没有给自己最爱的人留下多少财产，他们又没有儿女，以后谁来照顾她呢？至于他自己，是有人照顾的，萨拉一直伴着他。他可以安祥地走了，到天堂等待着自己的妻子。

1867 年 8 月 25 日，法拉第如同往常一样，安然地坐在他的椅子上，不久，他睡着了，他再也没有醒过来。从此，“尘世上失去了一位伟人，天堂里又多了一位圣人。”

如果法拉第愿意，那么人们一定会为他举行隆重的葬礼；他很可能被安葬在威斯敏斯特大教堂中，与牛顿安息在一起。但是他不愿意。他希望自己生前是个普通人，死后仍是个普通人。他的亲人把他安葬在汉卜顿的海格特公墓。他的墓是普通的，他没有墓铭词，上面刻着三行字：

迈克尔·法拉第

生于 1791 年 9 月 22 日，

歿于 1867 年 8 月 25 日。

