

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

奥斯特瓦尔德



奥斯特瓦尔德

从相片上来看，炯炯有神的眼睛，神彩奕奕的面庞，微微发红的胡须与蓝眼睛相互映衬，浓密的头发一直梳到后头。他走起路来总是那么急速，思考问题总是那么敏锐，新的思想和新的灵感就像喷涌的泉水，从不间断地在充满睿智的大脑里激荡。这就是弗里德里希·威廉·奥斯特瓦尔德（Friedrich Wilhelm Ostwald, 1853—1932年）。

这个名字，对于当今一代学习化学的学生来说，奥斯特瓦尔德的名字只是意味着物理化学的奠基人。而对于学习艺术的学生来说，奥斯特瓦尔德的名字却代表着对颜色的分类和测量体制作出卓越贡献的创始人。这两类学生也许不会认为奥斯特瓦尔德是同一个人，他们很难想象，同一个人怎么会在如此迥然不同的领域作出同样伟大的成就。

但是，奇迹毕竟在奥斯特瓦尔德的身上发生了。这位被称为“高级万能博士”的学者，其才干是多方面的。而且，他的卓越贡献并不仅仅限于化学和颜色学。他是一个非凡的“天才综合体”。

奥斯特瓦尔德不仅是一位伟大的化学家，而且也是名副其实的哲学家、科学史家、心理学家、艺术家、语言学家、作家，同时也是一位颇受欢迎的教师和精力充沛的编辑，一位影响巨大的宣传者、组织者和活动家。

在化学研究领域，奥斯特瓦尔德是物理化学这一新学科的创始人、代言人和组织者。在化学平衡、反应速度、亲和力、催化等课题的研究上成果卓著，曾获得1909年诺贝尔化学奖，被誉为法国的拉瓦锡。奥斯特瓦尔德也是20世纪起主导作用的颜色学研究者，他通过创立颜色数量理论和主观颜色学系统，大大丰富了颜色学。

他具有极强的综合、阐释和表达能力，他吸引并造就了一批有才华的学生，他善于把新观念和新见解传播到学术界或普及到公众之中。他就科学哲学、科学方法论、科学天才、科学组织、一般文化问题、能源、公共教育、人道主义、国际主义、战争与和平、世界语等问题，提出了一系列诱人的见解和行动方案。他勤于笔耕，论著丰厚，一生共撰写了45本书，500篇科学论文，5000篇评论文章，还编辑了6种杂志。他积极投身反对宗教的群众运动中，热情地支持和推动教育改革和社会改造，是一位战斗的无神论者。他的成就和影响举世公认。据他的女儿统计，他担当的职务和加在他身上的荣誉称号多达67项。

奥斯特瓦尔德给后人留下了丰富的精神食粮和思想财富。这位传奇式的伟大人物也许可以与文艺复兴时期的多才多艺的巨人列奥纳多·达·芬奇相媲美。奥斯特瓦尔德也是一个平凡的人。他在学校并不是标准的好学生；他功成名就之后依然像普通人一样地工作和生活；他有众多的兴趣和业余爱好，尤其喜欢演奏乐曲和画风景画；他中年以后开始厌烦人际间的复杂关系，在53岁时就断然辞去莱比锡大学的教授职务，回到乡间，在自己营造的生活空间内从事他感兴趣的工作。当然，他也存在同凡人一样的错误和不足之处。

奥斯特瓦尔德丰富的思想和切实的实践，正是在伟大与平凡的两极张力中迸发、体现出来的，这样的张力也造就了奥斯特瓦尔德这样一个名副其实的人——伟大的凡人，平凡的伟人。

在奥斯特瓦尔德逝世后，唐南（F·G·Donaan）在一篇纪念讲演中对他作了这样的评价：“在他的一生中，新思想没有一刻不在他的头脑里喷涌，他的流利的笔锋没有一刻不在把他洞察到的真理传播到光亮未及之处。他的一生是丰富的、充实的、成功的，他尽其可能和最大限度地利用了他的旺盛

的精力。在科学上、在哲学上，谁也无法获得绝对真理，因为思维、研究和发现的巨流永不休止地奔腾着，我们可以怀着深深的真诚和敬意说，威廉·奥斯特瓦尔德为伟大的事业进行了持久的、勇敢的奋斗。”

在这本小册子中，我们将追述奥斯特瓦尔德的生活、工作和思想，叙述他成长的道路和成功秘诀，从中可以领略到奥斯特瓦尔德的科学贡献、科学思想和科学方法，并在纵观他的思想、行为、语言之后，了解奥斯特瓦尔德究竟是一个具有怎样高贵品质的伟人。

## 一、童年花葩

1853年9月2日，威廉·奥斯特瓦尔德出生在拉脱维亚的首府里加。这是一个濒临波罗的海的城市，当时是俄国的领地。里加是一座约有千年历史的古城，其建筑风格和典章制度与德国的吕贝克市相仿。城中的上流社会和中产阶级，如贵族、大地主、文士、商贾，以及下层贫民都讲德语，其风俗习惯和精神生活也根植于德国文化。伊曼努尔·康德的《纯粹理性批判》初版（1781年5月）就是由里加书店出版的。

威廉·奥斯特瓦尔德的双亲都是德国移民的后裔。他的父亲戈特弗里德·奥斯特瓦尔德是一贫如洗的手艺人，长期在俄罗斯流浪，后定居在出生地里加，靠制木桶为生。他的母亲伊丽莎白·洛伊克尔是面包师傅的女儿，纯粹的德国血统，生于莫斯特，祖辈是从德国黑森移居而来的。他们结合后，在里加安顿下来。因此，小威廉无论在理智上还是在感情上，都认为自己是德国人。后来，他在求学期间极力反对沙皇俄国推行的泛斯拉夫运动，对强迫用俄语授课十分反感，并由衷地厌恶那些没有民族气节的德国人。这就是他所谓的“德国魂”。

制桶师傅和面包师傅的女儿结婚时还没有自己的房子。婚后，他们起早贪黑，省吃俭用，好不容易积攒了一笔钱，买下了一座简陋、破旧的小屋。刚刚懂事的小威廉感到十分心满意足，毕竟有自己的家了！为了节约家庭的日用开支，母亲经常把父亲工棚里的锯末收集起来当柴烧。经过几年的惨淡经营，他们买了新居，扩大了营业规模，家境逐渐有了改善，但仍谈不上殷实富有。

威廉的父亲身材魁梧，性格暴躁，孩子们都怕他，尽量设法躲他。不过，他倒也内秀，天分高，心灵手巧，喜欢画画。母亲身材纤瘦，机敏聪慧，干起活来干脆利落，是一位十分称职的家庭主妇。母亲除了给全家做饭外，还要照管孩子，操持家务，母亲的负担是很重的。尽管如此，母亲不仅把家务料理得井井有条，而且还能挤出点时间读书看报，在有限的余暇内调剂一下精神生活。母亲酷爱艺术，尤其喜欢戏剧，只要经济允许，父亲总是给她在市立剧院预定座位。

威廉上有哥哥，下有弟弟，没有姐妹。他的兄弟长得都像父亲一样高大，爱做热闹、粗野的游戏。而威廉的身材、秉性和情趣都与母亲相似，喜欢一个人安静地做自己的事情。母亲的言传身教，不仅对他的思想发展和知识积累有明显的影 响，而且也给他注入了艺术家的素质。不过，他爱好绘画的天性和制造器物的技巧，恐怕主要得益于他的父亲。父亲在多年的漂泊生活中备尝艰辛，这既锤炼了他的意志，也使他见多识广。他定下了一条神圣不可变更的家规：宁可作出最大的牺牲，也要为孩子的智力成长和出人头地提供一切机会。也就是在这条不成文家规的庇护下，威廉在青少年时代充分发展了未来创造者的个性和才能。

在威廉·奥斯特瓦尔德的记忆中，他首次科学实验是在离家不远的小河钓鱼。他坐在河渠边，等待鱼儿上钩。他父亲的一个朋友看见了，严厉警告他当心点，免得被水蛭咬伤而落入水中。开始，他感到十分恐惧，但不一会就镇定下来。他想，如果水蛭咬我，我可以丢掉鱼竿跑到岸边。就这样，他继续安心钓鱼，但是结果并不是像他所想的那样令人满意：水蛭没有咬他，他也没钓上鱼来。

后来，这条河渠及其周围地区成了一帮幼小研究者的活动地盘。小奥斯特瓦尔德和他的兄弟以及他们的朋友彻底地探索了河渠内都有些什么东西，每一个新发现都由整个小组广泛地进行讨论。这种活动极大的吸引着他，尽管母亲有点不大高兴，因为这常常给家里惹下麻烦。不过，母亲并没有阻拦他的活动。

奥斯特瓦尔德的父亲的最大的癖好是狩猎。在距家 10 公里的地方，有一大片湖沼，春天各种野鸟都飞到这里安家，冬天有野兔和狐狸，临水的山崖还有山鸡。小奥斯特瓦尔德非常喜欢和父亲一起外出，但他并不愿意父亲开枪打中那些毫无戒备之心的动物，每当父亲让他送猎物给亲友时，他心里总是隐隐作痛，不忍看猎物的惨状。奥斯特瓦尔德自幼喜爱动物，后来从通俗科学书籍中接受的爱动物的教育更增强了他的恻隐之心。在上小学时，不少小朋友放学后，用竹枪打鸟，他常常趁小朋友还未瞄准小鸟时，设法赶走它们。为此，小朋友对他产生不满。

接受了 4 年启蒙教育后，在 10 岁时，父亲决定把他送入一所新型的实科中学，尽管当时里加也有教会学校和古典式的中学。这所学校的学制为 5 年。头一年开始学俄语，依次还要学法语、拉丁语，还开设了数学、物理、化学等自然科学课程，不过化学要到第 5 学期才开始讲授。最后一年还容许学习大学的一些教学内容。学校里配备最优秀的教师，实行的是感化教育和启发教学。因此，父亲的这一果断决定对奥斯特瓦尔德未来的全面发展具有决定性的意义。他的创造天性和广泛志趣不仅未受到压抑，而且还培养了他未来作为科学家和组织者的素质和才干。

在实科中学，奥斯特瓦尔德头一年还是一个十分顺从的听话的学生，各科成绩均名列前茅。后来，由于阅读形形色色的书刊，在他的眼前展现了一个五彩斑斓的世界。他在精神上逐步独立起来，开始比较自觉地、有意识地选择自己的发展和成长道路。

11 岁时，他偶尔看到一本制作烟花的书，著者是韦伯斯基。书中提到的化学药品除惯用名和学名外，还标注了化学式。奥斯特瓦尔德向老师询问化学式的意义，老师只是告诉他，到五年级时就会明白的。就这样，他只好在无人指导的情况下自己动手摸索，设法制作烟花。父母对他的举动都很支持。母亲把省下的零用钱全交给他，用于购买硝石、硫磺、锑等化学药品，还把厨房的研钵、筛子、器皿让给他用，父亲明知在木工铺里制作烟花有危险，还是把地下室的一间屋子腾了出来，供他进行实验。即使这样，他还是没有足够的钱去购买用于制取浓硝酸的曲颈瓶、玻璃管等器具。奥斯特瓦尔德一方面利用冬休到建筑工地干零活挣钱，一方面作贴花画筹措铜币。在备足了起码的药品和仪器后，他按照书中的说明和图示精心操作、反复试验，终于成功地制出了他渴望已久的烟花。望着五彩缤纷的焰火冲向夜空，奥斯特瓦尔德真是喜出望外。

通过制作烟花，增强了他对化学的兴趣，为他打下了化学训练的基础。美丽的焰火点燃了他满腔的热情，打开了他心灵的窗户，照亮了他人生前进的道路。

试制烟花这一件事，在奥斯特瓦尔德的一生中的确是具有决定性的。他深深地体会到：无论是科学还是技术，通过印刷品保存下来，对后来人都有着巨大的教益；另外，仅仅看书是不够的，还要亲自动手去做，去实践，才能得到比书本所讲的还要多得多的东西；但是，要完成任何一件值得花时间

去做的事情，仅凭良好的愿望和热情还是不够的，还需要坚强的意志和毅力以及科学的方法。在成功之时，奥斯特瓦尔德还体验到一种近于痛苦的深奥的幸福。这种幸福，恐怕只有身临其境的人才能体验到。奥斯特瓦尔德晚年发明的幸福公式，也许与此不无关系。

烟花试制成功后，奥斯特瓦尔德又认真地考虑了制作真正的火箭的可能性。在犹豫了一段时间后，他作了真诚的尝试，并在小朋友的帮助下最终完成了这项工作。在什么地方发射它呢？他们决定在厨房的烟筒道里发射火箭，在这里不会有什么破坏。火箭终于发射成功，这一胜利鼓舞了他们，他们几乎以工场的规模开始生产烟花爆竹了。

后来，奥斯特瓦尔德又迷上了照相，奥斯特瓦尔德手头什么照相器材也没有，一切都得从头做起。他用父亲装雪茄的空匣子作照相机暗箱，用母亲的观剧镜作镜头，用涂有药液的硬纸片作显影纸，拆下窗格上的玻璃作底板。在里加买不到的化学药品，他便设法用容易买到的物质制取。在其他人看来，这简直是毫无希望的可笑之举，然而奥斯特瓦尔德却出人意料地洗出了照片，他当时比燃放烟花还要兴奋。要知道，奥斯特瓦尔德所取得的试验成功的当时，他还没有上过化学课哩！

1905年12月19日，奥斯特瓦尔德在莱比锡大学物理化学研究所发表圣诞节讲话时回忆起这一经历。他说：“在这一切困难面前，我发现应用一个原则是有用的……无论何时你想去作某事，但又没有成功的把握，你会发现，最好的帮助是大声吹嘘：你将在某某时候完成这一业绩。这样，你就会责成自己正规地、持续地去作这项工作，而且你也会十分乐于承担这项任务。每天早晨，你都必须与自己作斗争，以便重新抓住它，正如你清楚地了解的，随着时间的推移，斗争显著地增加了……我把全部精力都投身到这一艰苦的事情中去，终于按时拿出了照片。”奥斯特瓦尔德的这一经验之谈充分体现了他的鲜明的个性——言必信，行必果。

奥斯特瓦尔德的兴趣相当广泛。他曾一度埋头于绘画，在邻近的药剂师的帮助下，自己动手混合颜料。这对他晚年研究颜色学很有帮助。他后期工作的风格和内容，都是由他年轻时代对周围世界和内心世界的感受决定的。他首次听到震撼人心的音乐是在教堂举行的圣诞音乐会上，从此激发了他学习音乐的欲望，这种欲望由于父母的支持而得到极大的满足。音乐不仅使他得到了直接的艺术享受，而且也使他受到美的熏陶。音乐素养后来在他的科学工作和社会文化工作中都起了无形的作用。

多方面的兴趣和爱好，分散了他的时间和精力，本来五年制的中学，奥斯特瓦尔德却不得不读了7年。总的来说，奥斯特瓦尔德在实科中学的自我感觉还是良好的。

奥斯特瓦尔德中学毕业后找了一个临时工作，当家庭教师，为几个准备升入中学的孩子补习功课。这是他第一次从事教育工作的尝试，他体会到一种非同寻常的满足感。家庭教师的工作给他带来了一笔从未有过的收入。他用这钱给母亲买了台缝纫机，母亲当时高兴得合不拢嘴，眼角流出了幸福的泪花。父亲希望自己的儿子进里加工学院深造，将来作一名工程师。奥斯特瓦尔德也感到，他完全有条件成为一个优秀的技术人员。但是，他更渴望成为一名纯粹的化学家，尽管这意味着收入不可能那么丰厚，对于奥斯特瓦尔德来说，豪华的住宅，时髦的衣服和美味佳肴并不是他追求的目标，他需要的是感兴趣的工作和丰富的精神生活。父亲尊重儿子的选择。18岁半的奥斯

特瓦尔德于 1872 年 1 月进入多帕特大学学习。这里有他梦寐以求的化学实验室和浩如烟海的化学文献。

在大学的头三个学期，奥斯特瓦尔德并没有规规矩矩去听课，而是把时间花在参加各种社交活动上，他还和一些志同道合者组织了一个弦乐四重奏乐队，他拉中提琴。就这样，一年半的时间舒舒服服地过去了，父亲为他的学业深感忧虑。突然，年轻人的个性和健全的道德力量起了作用，他良心发现了。奥斯特瓦尔德凭着惊人的记忆力和极强的自学能力，不久就补上了落掉的课程。他在施密特教授的指导下学习化学，在奥丁根教授的指导下学习物理，进步相当显著。奥斯特瓦尔德在 1875 年 1 月获准大学毕业。



## 二、崭露头角

在取得学位考试的同时要求提交一篇使原先的研究成果具体化的短论文。奥斯特瓦尔德的研究工作在施密特教授的指导下进行着。施密特是德国化学奠基人和振兴化学工业巨擘李比希的学生，早期因生理化学方面的工作遐迩闻名。当奥斯特瓦尔德来到多帕特时，施密特就天然水中矿物成分的课题已研究多年，他的助手约翰·伦伯格正从事岩石和矿物成份的研究。伦伯格促使奥斯特瓦尔德注意化学平衡、质量作用和反应速度等问题，并使他认识到自然界不存在绝对不溶解的物质。在伦伯格的建议和启示下，奥斯特瓦尔德看到认真对待化学过程中的质量作用的重要性，他恰当地选择了自己的课题，并以此写出广论文——《关于水的化学质量作用》。这篇论文摘要发表在 1875 年的《实用化学杂志》第 120 卷上，它是奥斯特瓦尔德众多论著中的头一篇。这篇处女作预示着，这位 20 岁出头的青年人正在步入科学殿堂。

奥斯特瓦尔德在取得学位证书后，他作了物理学教授奥丁根的助手，一边从事化学实验研究，一边准备他的硕士论文。他帮助奥丁根建立实验设备，任务并不是很繁重，有不少空余时间。奥丁根劝告他，要利用自由时间独立进行研究：“在您的一生中，永远也不会再有现在这样安静的，不受干扰的工作时间了。”

奥斯特瓦尔德以极大的热情开始研究自己的问题，以化学亲和力的测量和比较问题开始了他的科学生涯。奥斯特瓦尔德看到，研究均匀溶液中的化学平衡的最好方式，从而比较亲和力的最好方式是利用物理性质或物理效应。通过测量热的放出、丹麦化学家汤姆森在他的《热化学探讨》一文中成功地比较了酸在水溶液中对适量的碱的亲合力。当奥斯特瓦尔德读了汤姆森的论文后，突然像闪电一样，一种思想浮现在他的脑际：任何其他性质也能够同样完善地指示物质在水溶液中的状态。在他的实验操作方法中，最方便的是测量体积（或密度）的变化。他十分相信他的方法的普遍意义，以致他创造了“体积化学”这个新名词，它标示着与热化学具有同等重要性的研究领域，热化学和体积化学都是进行化学亲和力研究的有效方法。

1876 年底，奥斯特瓦尔德提交了硕士论文《关于亲和力的体积化学研究》，这篇论文于同年发表在《波根多夫年鉴》上，取得硕士学位后，就可以在大学作无公薪讲师了，这也是通向博士学位的必由之路。他开设了物理化学课，每周两小时，他同时为自己准备撰写的教科书收集资料。但是，更多的时间则用于体积化学和光化学的研究，这是他拟议中的博士论文内容。通过大量的、反复的实验，他编写出了 12 种酸的亲和力表。

1878 年底，即在被授予硕士学位后仅仅一年，奥斯特瓦尔德又获得了博士学位，时年 25 岁。在题为《体积化学和光化学研究》的博士论文中，他扩大了以往的研究范围，确定了大量的酸碱反应和其他复分解反应的折射系数。这时，奥斯特瓦尔德在物理化学中的重要地位已经得到公认。

剑桥大学的米尔在 1879 年的《哲学杂志》上发表了一篇关于化学亲和力的评论文章，其中这样写道：“近年来，对最终解决化学亲和力问题所作出的最重要的贡献，包含在古德贝格与瓦格的两篇论文和威廉·奥斯特瓦尔德的三篇论文中。”米尔在十分详细地介绍了这些论文的概要后得出结论：“他们所得到的结果对每一个化学家来说必然是显而易见的……奥斯特瓦尔德给化学提供了解决某些最困难的问题的新方法，而古德贝格和瓦格在把数学推

理用于化学科学的事实中带了路。”这表明，年轻的奥斯特瓦尔德已经跻身于第一流科学家的行列。

在获得上述引人注目的研究成果的过程中，奥斯特瓦尔德充分显示出他也是一位技艺超群，操作娴熟的卓越实验家：他会吹玻璃，会木工和金工技术，尤其是善于为预定的目标设计和制造仪器设备，并灵活地装配和使用它们达到所需要的实验结果。他的学生和同事无不佩服他的高超的实验技巧和透彻的理论分析能力。

奥斯特瓦尔德在多帕特的10年间，除了在工作上取得的成绩外，还有件事值得一提，那就是他找到了爱妻海莲内·冯·赖黑尔。

在多帕特的整个时期，他一直在弦乐四重奏乐团中拉中提琴，经常出入大学讲师古斯塔夫·赖黑尔家。赖黑尔也对音乐十分感兴趣，家里成了一群音乐爱好者的俱乐部。奥斯特瓦尔德有时也改写肖邦的小夜曲，用钢琴伴奏，或练习用巴松管伴奏。在这里，他遇见了聪慧、漂亮的海莲内·冯·赖黑尔。她是古斯塔夫·赖黑尔的侄女，里加一位外科医生的女儿，也是一个音乐爱好者。尽管奥斯特瓦尔德在此之前曾信誓旦旦地保证他一辈子不结婚，但两位知音还是一见钟情、堕入爱河。

1879年4月底他们订婚了。奥斯特瓦尔德在大学的薪俸以及他的第二职业的收入，使他有可能建立一个家庭。次年春天，这对恋人幸福地结合了。由于经济并不宽裕，他们还不得不住在单间的学生宿舍内，但他们却感到十分惬意。这倒真的应验了古希腊哲人伊壁鸠鲁的名言：“欢乐的贫困是美事”。与海莲内的相识和结合，是奥斯特瓦尔德一生中的最大幸运。在52年的共同生活中，她以永恒的爱无微不至地关照他，把家庭照料得井井有条。

青少年时代的奥斯特瓦尔德有三个显著特点，这些特点即使在后来也在他身上得到了充分的体现，这三个特点是：坚持作连续性的实验；有意识地打开突然显现的灵感；强烈的写作冲动。这种组合似乎是很奇怪的，持之以恒与打开灵感，突发的创造与接受他人的工作乍看起来似乎是相互矛盾的。然而，矛盾与互补和动态平衡密切相关，这一切在奥斯特瓦尔德身上保持了“必要的张力”。至少对奥斯特瓦尔德来说，这是他许多工作成功的关键之所在。另一方面，这三个特点有时也发展到倾向于过分迅速的推广和某种程度的急躁情绪，从而打破了必要的张力平衡。

1881年，里加工学院的化学教授职位空缺，奥斯特瓦尔德接受了院方的邀请。于是，奥斯特瓦尔德在获得博士学位后仅三年就当上了正教授，时年28岁。科学殿堂的大门向年轻的教授敞开了。

翌年年初，奥斯特瓦尔德赴里加就任。在这里，他有自己的实验室和学生，有更广阔、更美好的前程，他也充分地把握住了这一有利的时机，里加时期（1882—1885年），是他精力充沛、节奏紧张的研究时期。早在1879年，他就提出像硫化锌和氧化钙这样的化合物被不同的酸溶解的速率可以用来作为酸的相对亲和力的量度。为了再次寻找测量和比较酸的亲和力性质的进一步的方法，到里加后，他沿着这一方向开始了题为《化学动力学研究》的一系列工作。在这一研究中，他用很简单的方法设计了一种十分有效的恒温器，这一世界著名的恒温器立即被许多实验室普遍采用。他从各种测量方法所得的结果的平行性洞察到，大自然肯定在这里隐藏着一个伟大的真理。在这些研究中，奥斯特瓦尔德也大大发展了接触作用或催化概念。莱比锡时期他在催化研究中的大丰收，其种子早在里加就播下了。

在里加工学院的日子里，他永远铭记着 1884 年 6 月的某一天。这天发生了三件使他难以忘怀的事：他牙疼得厉害，他的妻子生了一个宝贝女儿；他读到了名不见经传的瑞典年轻人阿累尼乌斯一年前向瑞典科学院提交的专题论文《关于电解的伽伐尼电导率的研究》，该论文证明，酸的电导率与它们的亲和力或强度成正比。这第三件事使他的心情久久难以平静，并使他度过了许多不眠之夜。

里加实验室没有柯尔劳希那样的测量电导率的仪器设备，奥斯特瓦尔德和技工花了几天时间制作了一套代用品。他发挥了自己的实验才能，对早先作为样品的 33 种有机酸进行了测量，发现用阿累尼乌斯的方法所确定的电离度正是同一酸的亲和力的量度。在电作用和化学作用之间的量的关系方面，法拉第迈出了第一步，奥斯特瓦尔德和阿累尼乌斯又迈出了一大步。

奥斯特瓦尔德具有热情奔放和宽宏大度的性格，这使他在同年 8 月拜访了比自己小 6 岁的阿累尼乌斯。这次访问是他们毕生友谊和合作的开端，这次访问也标志着他与科学界的接触范围更大了。

在里加工学院，奥斯特瓦尔德同时也被证明他是一位受众人喜爱的教育工作者和卓越的研究者，并在这里开创了两项使他闻名于世的事业：其一是出版《普通化学教程》，其二是创办《物理化学杂志》。早在 1880 年，他就开始撰写《普通化学教程》了。书名中的“普通”一词并不表明该书是普及读物或浅显之作，而是意味着作者涉及的领域十分广泛。这本书花费了作者多年的心血，可以毫不夸张地说，它是普通化学和物理化学的奠基性的、集大成的著作，起到了知识源泉的作用，它鼓舞了几百名年轻人在几年之内聚集到奥斯特瓦尔德的旗帜之下，使整个物理化学领域的思想和活动发生了巨大变化。这一惊人成功也是他后来应聘到莱比锡大学作物理化学教授的重要原因。

《普通化学教程》颇受欢迎，第一版很快就销售一空。这本名著不久便出版了第二本。这本书的成功促使出版商乐于考虑出版一种有关物理化学的新杂志。奥斯特瓦尔德也明智地认识到，一种专门杂志对于新学科的发展是必不可少的。

1886 年，奥斯特瓦尔德接受了莱比锡出版商恩格尔曼的提议，在次年开始出版《物理化学杂志》。不久，这本杂志便成为莱比锡物理化学学派的喉舌，成为把各国物理化学家联系起来的纽带。在这本杂志中，化学家们大胆地传播化学及其相关领域的新观念和新发现。

奥斯特瓦尔德的科学生涯又出现了新的转机。1887 年，奥斯特瓦尔德接受了德国著名学府莱比锡大学的聘请，担任该大学的物理化学教授。

奥斯特瓦尔德踌躇满志，信心十足地迎接他的学术生涯的黄金时代。

### 三、学术研究的黄金时代

1887年9月，奥斯特瓦尔德携家离开里加，前往莱比锡大学就任。在这里，他还被推选为德国物理化学学会的主席。在莱比锡的18年，奥斯特瓦尔德进行了一系列的研究、组织、写作和编辑工作，成功地建立了莱比锡物理化学学派，使莱比锡成为世界物理化学的研究中心。

新的教授职位并非是安乐窝。他面临着三个问题：其一是他的实验室名叫第二化学实验室，而不是物理化学实验室；其二是该实验室位于农学院，原来是专门为农业化学而设置的，在各方面都不适于进行物理化学前沿的精密实验；其三是实验室任务繁重，除在这里要组织物理化学的教学和研究外，还要为化学初学者和药剂师提供实习训练的场所。第一个问题倒没有什么了不起，因为奥斯特瓦尔德没有什么虚荣心，他与第一化学实验室主任维斯利塞努斯相处十分融洽。关于第二个问题，他深知要建造新实验室有困难，便在原有的基础上加以改造，自制和购置了一批新的实验仪器和设备。针对第三个问题，他果断地任命了三位助手：能斯特负责物理化学；瓦格内尔负责训练初学者；贝克曼负责训练药剂师。他们在奥斯特瓦尔德的指导下，工作干得相当漂亮。贝克曼和瓦格内尔对于成长的实验室来说，是难得的人才。年轻的物理学家能斯特是阿伦尼乌斯在格拉茨遇见的，他极力把他推荐给奥斯特瓦尔德。能斯特既具有丰富知识，又具有杰出的实验方法和技巧。他后来成为继“三巨头”或“三执政”之后最著名的物理化学家，在电化学、溶液理论、低温物理、光化学领域都作出了杰出贡献，尤其是以发现热力学第三定律而闻名。

奥斯特瓦尔德在里加积累起来的丰富经验，使他很快就组织起物理化学实验课。位于莱比锡兄弟街34号的老实验室在短短几年内就成为物理化学领域的学术中心，成为各国有进取心的研究生的麦加。来自美英等国的求学青年蜂拥而至，以致实验室的助手们在还没有学会英语的情况下竟忘记讲德语。这位名气很大的教授没有贪婪和嫉妒之心，他鼓励和支持自己的助手和学生以他们的名字发表论著，尽管他给了他们新颖的思想和持续的帮助。他的心扉始终是敞开的。奥斯特瓦尔德的学生和助手对他十分信任和尊重，他们在1903年为他举行了获得博士学位25周年纪念会，并把集体签名的已出版的46卷《物理化学杂志》奉献给他。

在学术研究的黄金时代里，奥斯特瓦尔德不仅显示了强有力的组织能力，而且也发挥了他的研究才智。他在莱比锡迅速建立起来的著名学派，主要以阿伦尼乌斯的电离理论、范霍夫的溶液渗透理论以及热力学对溶液和化学平衡的应用为基础。但是，对于这一化学分支的直接进展和普遍承认而言，奥斯特瓦尔德1888年发现的稀释律也起了十分重要的作用。

1891年，奥斯特瓦尔德立足于离子平衡原理，提出了酸碱指示剂理论，它现在还为一般分析化学教科书采用。接着，他在自己的《分析化学的科学基础》中，详细论述了以电离为基础的完整的化学反应理论，包含了该课题的最新科学观点。这是一部使分析化学发生革命性变革的著作，分析化学不久使用物理化学的术语来讲授。他所勾勒的普遍观点，在他逝世多年后还是定量分析的教师所采用的观点。

奥斯特瓦尔德关于建造新实验室的计划在1894年被批准了，新建的大楼在1897年底竣工。落成典礼在1898年1月举行，挂上了莱比锡大学物理化

学研究所的牌子。奥斯特瓦尔德在莱比锡科学工作和科学影响的第二个时期开始了，他决定集中精力对催化作用进行系统的定量研究。

在催化研究中，奥斯特瓦尔德先和博登斯坦，接着和恩斯特、布劳埃尔（后来成为他的女婿）提出了氮气和氢气在高温高压下合成氨的流程，这是用加热的铁丝束作催化剂的。在经过一系列的尝试之后，又提出把氨催化氧化为硝酸的流程，该流程 1906 年开始在工业中使用。到 1917 年，用这种流程生产的硝酸已达 2.6 万吨，它使德国人在第一次世界大战中不再担心通往天然硝石资源国智利的航道被切断。奥斯特瓦尔德万万没有想到，他制造硝酸的工厂会在战争期间被政府接管，他的科学发明会为战争服务。正是鉴于他在催化作用与化学平衡和化学反应方面的工作，以及由氨制硝酸的办法，他于 1909 年荣获了诺贝尔化学奖。

在莱比锡，奥斯特瓦尔德还要从事大量的写作、编辑和学术组织工作。他像一个写字台一样，生产出了大量的智力产品。这其中有《物理化学测量详解手册》、《无机化学大纲》、《化学学校》、《科学的发展》、《奥斯特瓦尔德精密科学的经典作家》等，对科学史研究具有不可估量的意义。

奥斯特瓦尔德于 1894 年在学术组织方面又迈出了重要的一步，他和维尔克共同着手创立电化学学会。

在 1890 年前后，奥斯特瓦尔德致力于发展他的能量学，并稳步地围绕能量重组他的思想和著作。在他看来，能量是唯一真实存在的，物质不是能量的负荷者，恰恰相反，它是能量的表现形式。他坚持认为，能量学原理与分子运动论相比，能为化学和科学提供一个更为坚实、更为明确的基础，原子和分子只不过是一种方便的假设和智力技巧。他进而宣称，物质概念是多余的，现象能够用能量及其转化来满意地加以解释。物质只不过是在同一地点同时找到的能量的复合，实物之间的差别归结为它们的比能量含量的差别，他由能量学出发而达到普遍的自然哲学，即科学哲学或“科学的科学”。因此，人们在哲学上往往把他的推广了的能量学称为“唯能论”。奥斯特瓦尔德进而把他的能量学观念提高到世界观的高度，力图把自然科学、社会科学和人文科学囊括在能量一元论的世界观内。

由于长期的实验室工作，奥斯特瓦尔德既不锻炼，也不娱乐，日益顽强地工作，他认为休息就是从一种紧张的脑力劳动转换到另一种紧张的脑力劳动，所以他经常借绘画来作为他暂时的休息。到了 1893 年时，他有些精力不支了。

奥斯特瓦尔德听从了医生的劝告，通过绘画和素描从大自然获得乐趣，休养生息。不论他走到哪里，他都把画箱带到哪里。他请了几个月假，不仅去了奥地利、瑞士、意大利、甚至遥远的怀特岛也都留下了他的足迹。可当他重返大学时，他却遇到了“厌倦化学”的苦恼。使他感到欣慰的是，他在其他各种兴趣上都有坚实的基础。这样反而使他急躁的心情平静下来。

进入 20 世纪，奥斯特瓦尔德的兴趣公开转向哲学和其他更大范围内的问题。1900 年，他开始向 400 人讲哲学，这使许多哲学教授们感到难堪。1901 年，他创办了《自然哲学年鉴》，亲自作编辑工作，继续全方位发展他的能量一元论观点。1902 年，他又出版了《自然哲学演讲录》。

所有这些偏离物理化学教授职位的行为，分散了他的时间和精力，引起学校当局的不满。校方似乎让他作出最后决断：他的主要兴趣是化学还是哲学。奥斯特瓦尔德虽然具有艺术家的素质，但是实在缺乏处理人际关系的艺

术。在 1904—1905 年冬天，他请求校方免去他冬季学期的讲课任务，校方否决了他的申请。为了自由地从事他感兴趣的工作，奥斯特瓦尔德毅然提交了辞职书。其实，奥斯特瓦尔德的这一举动也并非一时心血来潮，而是由来已久的。早在 1894 年，他就希望摆脱教学工作，不愿担任院长和系主任这一类行政职务，只想一心一意从事研究和写作。

奥斯特瓦尔德的朋友劝他重新考虑他的决定，萨克森教育部也要求他推迟辞职。他提出，这要把减免授课任务和不干涉他的自由研究作为先决条件。恰在这时，他收到了赴美讲学的邀请，他答应从教授职位退休前再完成 1906 年夏季学期的教学任务。他这次赴美是作为德、美两国教授交换计划进行的，这是德国皇帝十分感兴趣的一项新计划。第一个选择落在奥斯特瓦尔德身上，这是他受到国家赞许和尊敬的最高标志。

1905 年 10 月 6 日，奥斯特瓦尔德携带妻子和两个女儿来到麻省坎布里奇的哈佛大学。据不完全统计，到次年 2 月 2 日返回，他在哈佛大学、麻省理工学院、哥伦比亚大学以及其他科学与哲学组织至少发表了 22 次演说。在美期间，他还受到西奥多·罗斯福总统的接见。

#### 四、田园散居

1906年夏天,53岁的奥斯特瓦尔德提前退休,回到萨克森省格里马的乡间宅第定居。它位于一个名叫格罗斯博滕的村子的附近,周围是一派田园风光。在这里,奥斯特瓦尔德作为一名自由的“长矛骑兵”,度过了余生。

早在1901年,他就买下了这所房子及其周围荒芜的花园和土地。暑假期间,他的子女常到这儿小住一段时间。正如他在1901年9月写给马赫的信中所说的,他把这所房舍命名为能量。现在,它被扩大了,成了他一家人的永久住宅,他把丰富的藏书也搬到这儿,不久又附设了实验室。随着岁月的流逝,他购买了越来越多的土地,他的宅第也变成了一个大庄园。他有一大笔退休金,接二连三的文稿,也给他带来了丰厚的收入。

对于奥斯特瓦尔德这样一个具有活跃的气质,广泛的兴趣和显赫的名声的人来说,退休决不意味着平静和安逸,而是意味着更自由的思考、更有效的工作。他对于每一个感兴趣并决心去研究的问题都不是浅薄的涉猎,而是以训练有素的研究者的姿态进行严肃的参与和认真的对待,竭尽全力达到预期的结果。同时,他也愈来愈多地被应邀作各种讲演,参加国内外有关组织和发展智力工作的活动。用他自己的话来说,他变成了“实践的理想主义者”。他确实地渴望把自己的才干贡献给有益于人类的事业,把自己的科学知识和哲学观点用来为社会服务。

奥斯特瓦尔德下工夫研究了天才人物的“心理图案”,力图找到创造的普遍规律。他写出《伟大的人:关于天才的生物学研究》。这是一本有独创性的、极为有趣的和引人深思的著作。奥斯特瓦尔德按照创造性能量的源泉、反应速度和工作方式把天才人物分成两大类型:古典主义者和浪漫主义者。古典主义者是粘液质的、忧郁类的人,反应速度低,他们总是缓慢地、深深地挖掘,通过长时间的深思熟虑来生产他们的智力成果。他们首先关心的是彻底研究现有的问题,使任何人都不可能改善他们得到的结果。浪漫主义者是多血质的、急躁类的人,反应速度高,他们思维敏捷、才华横溢、生产甚丰。与其说他们首先关心解决现有问题,倒不如说是为了给新问题腾出位置。浪漫型的天才由早年的情感的能量创造他们的成果,而古典型的天才则由他们身处的传统中以有节奏的步伐达到新的结果。不用说,这种划分并不是绝对僵硬的和详尽无遗的。至于奥斯特瓦尔德本人,在他身上强烈地显示出浪漫主义的倾向。晚年,他转向科学的另一支,甚至可以说转到另一门科学。他把这归因于智力枯竭,但确切地讲,这种研究方向的大转移与他的浪漫的精神气质密切相关。

奥斯特瓦尔德具有改革的癖好。与康德的“绝对命令”类似,他在以《能量命令》(1912年)为题的书中提出:“不要浪费能量,而要利用能量”。奥斯特瓦尔德通过对热力学第二定律的沉思导致了这一命令,它是一个令人振奋的、预言性的,催促人们采取国际主义与和平主义以及系统规划保护天然能源的宣言。他在书中还提出有益的建议:世界通用语、国际货币、普遍裁军、妇女地位和新历法等。不管这些改革是否顺利实施和贯彻到底,它们总是富有启发意义的,这显示了一个具有活跃大脑和慈善心肠的人在思考社会的未来、关心人类的命运。

奥斯特瓦尔德洞察到科学的普遍性和公有性。就艺术而言,它具有民族特色和地方特色,而科学则能超越地域的限制和民族的个性而进步,与其说

它是土著的，不如说它是把各民族的个性牢固地结合在一起。因为艺术具有土著的特点，就以普遍的人性基础而言，其力量是不及科学的。

1913年，奥斯特瓦尔德在维也纳发表了《一元论是文明的目标》的讲演，号召把一元论思想和民族社会原则的支持者联合起来，以便在整个世界形成一个全体一元论者国际组织。看来，奥斯特瓦尔德的设想和实践倒很具有“当代性”。

除此之外，奥斯特瓦尔德积极参与国际和平运动，推动创建欧洲联邦，宣传自愿裁军。他谴责战争是“滥用最坏一类能量”，鼓吹和平主义，抨击反犹太主义。1909年，他参加了德国和平团体“公民争取和平运动”；1910年，他参加了“国际公民和平运动”。他在1909—1911年间几次出席在斯德哥尔摩等地召开的国际和平会议，并应邀发表激动人心的演说。但在第一次世界大战爆发后，由于他不懂得战争的帝国主义性质，他的狭隘的“德国魂”膨胀为明显的民族沙文主义。他宣称，德国的组织、效率和最小的能量浪费显示了人类社会现存的最高进化形式，后来战争的进程教育了奥斯特瓦尔德，他放弃了自己的错误立场，并在反对把人类推向战争深渊的运动中采取了许多实际的步骤。有不少人认为，奥斯特瓦尔德应该获得诺贝尔和平奖。

战争使奥斯特瓦尔德苦心经营的一元论者同盟以及其他事业土崩瓦解了，也使他不少善良的愿望和真诚的梦想破灭了。但是，战争并未使奥斯特瓦尔德的大脑停止创造性的活动。61岁的奥斯特瓦尔德以青春般的活力，投身到颜色学的研究之中。

颜色学在当时是一个无人问津的课题。在10余年的时间里，他研究了颜色的历史和理论，制定了测量单位，发明了必要的仪器，建立了标准，编写了教材，并把颜色的研究课题引入基础教育之中。关于这一课题，他写了16本书，创办并编辑了一种期刊。奥斯特瓦尔德认为，他关于颜色的工作是他对人类文化的最大贡献。

成功地探索物理、化学世界和谐的活跃精神，现在又在美的王国里漫游。在战争年代里，冬天取暖的燃料日益匮乏。年迈的奥斯特瓦尔德把热水袋捆扎在双脚上，坚持在寒气袭人的实验室工作，这无疑是他的贤惠的妻子想出的好办法，它还真具有奥斯特瓦尔德实验天才的味道呢。对于这样一个沉浸在科学和艺术王国里的研究者来说，严寒和种种不便又算得了什么呢！

奥斯特瓦尔德研究颜色学的目标是，使任何一个人在世界任何地方都能复制出任何确定的、所需要的物体颜色，倘若他知道度量的规则和选择的标准的话。奥斯特瓦尔德从颜色标准化开始，对颜色进行了系统的研究，提出了定量的颜色理论，并在他的实验室生产了颜色试样和染色物质，他认为灰是黑和白的混合，并借助于半影光度计，利用标准白颜料和改变照射于其上的光的强弱，配成了任何已知的灰色。他由灰色继续得到其他颜色，认为每一确定的物体颜色都是标准的全色，即黑色和白色的混合。接着他确定了灰色标度，而标准的非彩色标度是度量彩色所必需的。进而他又由颜色的标准化转向颜色的和谐，按照人类感受的特征选择他的颜色标准，并以阶梯状层次来显现。

奥斯特瓦尔德按照深思熟虑的计划和切实可行的方法，给颜色学的创立以新的、意义深远的影响。

到了晚年，奥斯特瓦尔德对科学史的兴趣更浓厚了，因为他认为科学史能使人们向前辈学习经验、借鉴教训，从而更经济、更系统地解决现存的问题。



题。

在他 72 岁时，他开始撰写《生命线·自传》（1926—1927 年）。他花了三年时间，写下了三大卷、洋洋 1200 页的巨著，他把头两卷题献给德国青年，把第三卷题献给德国人民。在书中，他以敏锐的眼力、温暖的心扉、明快的笔调，展示了跨越一个世纪的西方文明国家的精神史，描绘了他所处时代的第一流的科学家、思想家、政治家的言论、风貌以及对他们的印象。这是一部伟大的文化史，也是为一群“化学巨人”树立的纪念碑。

奥斯特瓦尔德通过实践活动正确地觉察到，要有效地促进科学的发展和社会的进步，最恰当的途径是通过科学的组织工作。他明确指出，个人只不过是人类共同体中的一个细胞，只有通过有组织的工作，才能避免能量的浪费。有组织的活动，这是 20 世纪的重大任务。在这方面，像在其他许多方面一样，奥斯特瓦尔德站在他所处时代的前头。

1932 年 3 月 31 日，奥斯特瓦尔德因患尿毒症被送到莱比锡医院治疗。离家前，他把所有的画具收拾得井井有条，准备病愈后继续他的工作。不幸的是，他再也无法回去工作了。4 月 4 日一个星光闪烁的春夜，威廉·奥斯特瓦尔德平静地、安详地去世了，终年 79 岁。一个活跃的大脑停止了思想，一颗天才的巨星殒落了！

他生前留下遗嘱，把全部房地产捐赠给柏林的德国科学院。后来，他的乡间宅第便以“弗里德里希·威廉·奥斯特瓦尔德档案馆”闻名于世，它收藏着奥斯特瓦尔德的所有藏书和档案材料。

## 五、能量学的创立

如前所述，从 1890 年以后，奥斯特瓦尔德曾把能量学和唯能论作为一个主要课题加以研究，并以此为主线组织他的思想和著作。从莱比锡大学退休后，他继续钻研这个问题，能量学、唯能论乃至能量一元论的世界观贯穿在他的科学思想、哲学思想和社会政治观点中。奥斯特瓦尔德特别看重和偏爱能量这一概念，他把能量看作是最根本、最普遍的实体，是一切现象的根底，他甚至把他退休后居住的乡间宅第也命名为“能量”。奥斯特瓦尔德是能量学的创始人之一和集大成者，而唯能论或能量一元论又是他的重要哲学思想和社会政治观点的立足点。由于奥斯特瓦尔德反对原子论的态度与他坚信能量为基础的科学纲领密切相关，所以，在下面我们谈一谈他关于原子论的观点的演变。

19 世纪后期，化学共同体好不容易地接受了道尔顿在世纪之初提出的化学原子论，但仅把它们视为没有实验证据的工作假设和智力技巧。在接触到阿伦尼乌斯的电离学说后，奥斯特瓦尔德确信，以电离学说为基础，可以进一步提高自己的亲和力理论的价值。于是，他在做了大量的实验后，阐明了阿伦尼乌斯的假设具有广泛适用性。特别是后来奥斯特瓦尔德与阿伦尼乌斯密切合作后，就更有意识地、自觉地采取了原子论的立场。

但是，奥斯特瓦尔德作为一位自觉的原子论者的时间是比较短暂的，大致到 1890 年或 1892 年就结束了。而且，就在奥斯特瓦尔德自觉和不自觉地相信原子论的时期内，事情也发生了变化。

1890 年初夏的某个时候，他前往柏林访问物理学家布德。布德计划依据奥斯特瓦尔德的理论写一部物理教科书。在与布德深夜进行了一次长谈后，他觉得不能睡太长的时间，于是他便早早起床，到附近的动物园散步。他沐浴在初夏和煦阳光里，眼看着飞蝶在花丛中漫舞，耳听着小鸟在树枝上鸣叫。这时，他精神洋溢，整个身心充满了生命的活力。就在这金色的一瞬间，一道天才的闪光掠过了他的脑际。突如其来的灵感使奥斯特瓦尔德洞见到“能量”是描述世界秩序的完整概念，他永远不再怀疑能量的实在性是一切存在物和现象的实质了。

奥斯特瓦尔德称 1890 年初夏之晨的顿悟为“能量学的本来诞生时间”。接着，他借助于这一新启迪开始冷静地，但却是急剧地清理他的思想，组织他的论著。万物似乎是极其合乎理性的。然而他还是谨慎地前进着，有条理地思考着，这导致他从整体上思索实在、物质的本性及其所有相关的概念。他争辩道：如果钢笔、纸张、桌子、房间和地球都是实在，那么弹指间就能照亮屋子的光为什么不是实在呢？如果光是实在，那么在大脑细胞中产生的思想，通过大脑活动而用手写在纸上的钢笔字所表达的思想为什么不是实在呢？显然，能量而且只有能量，才是最根本的实在，唯有它才能把万事万物囊括其中。

1891 年 6 月，奥斯特瓦尔德开始正式研究能量学，写出了能量学的论文，形成了下述比较系统的见解。其中比较重要的论点是：指出机械论的理论是不完全的；除空间和时间外，只有能量在一切领域中是共同的东西，物理学的普遍定律如果是可能的话，那必定是能量定律；暂时描述了作为平衡基准的假想的能量变化定律。

1892 年是奥斯特瓦尔德所谓的“能量学的发生年”。他利用《普通化学

教程》出第二版的机会，根据自己的新见解，对“亲和力论”进行了大修大改，为此电学部分增补约 500 页。在 1893 年 11 月 13 日所写的序中，指出：“形成本书中心点的思想是，世界上的一切现象仅仅是由处于空间和时间中的能量变化构成的，因此这三个量可以看作是最普遍的基本概念。”

至此，奥斯特瓦尔德已经形成了能量学的大纲，但是他还没有公开地、旗帜鲜明地反对原子论。两年之后的吕贝克会议，他开始反对原子论，并与玻耳兹曼当场进行了唇枪舌剑的论争。会后，以玻耳兹曼为一方，以奥斯特瓦尔德为另一方，许多著名的科学家都卷入到唯能论与原子论的大论战之中。这场论战持续时间之久，参与人数之多，争论之激烈在科学史上也是赫赫有名的。

从莱比锡大学退休后，奥斯特瓦尔德有更多的时间致力于能量学和唯能论的研究。他于 1908 年出版了《能量》一书。《能量》一书不仅是奥斯特瓦尔德能量学和唯能论观点的比较系统的说明书，而且也是一部优秀的物理学启蒙读物。在该书中，他几乎没有利用数学公式，而是通过流畅的叙述和明晰的解释，使读者很容易直观地把握所阐述的内容。本书随处可见作者炽热的科学精神。除序言外，全书分为 12 章共 107 题。在序言中，奥斯特瓦尔德以丰富的想象、优美的文字吟咏着能量的“叙事诗”。他通过大量例证说明，在一切现实的、具体的事物中，能量是绝对不可缺少的、最本质的成分。能量在两种意义上是现实的：首先在作功这一点上是现实的，其次在可能解释事实和现象的内容这一点上是现实的。他以诗一样的语言写道：“能量在现象的疾速流动中形成静止的极，同时构成使现象世界绕这个极周围旋转的冲动力。”

能量学中的能量这一实在是根本的，它代替了科学唯物论中的极其可疑且不确定的物质存在。各种能量之间的无限可变性表明，能量学是把可称量的物质和不可称量的力联系起来的纽带。随着科学的进步，有必要对自然的实际状况加以新的描述，能量学具有解释的多样性的自由。因此，不管能量学所处理的领域的科学如何发展，它也决不会被否定，这恰如科学进步不会否定三角形相似法则一样。

## 六、天才的秘密

奥斯特瓦尔德并非出身书香门第，而是家境十分贫寒，按理说，成才的客观条件是很差的。但是，孩童时期和青少年时代的经历不仅造就了他作为一个研究者和组织者的素质，而且也形成了他日后进行科学创造的基础。这一切究竟是怎样发生的呢？这位非凡的天才是怎样成长和成功的呢？

奥斯特瓦尔德成长的秘诀值得注意的有两点：其一是，广泛的兴趣和好奇心，使他的天性得到充分自由的发展；其二是，他擅长于自学，学到了扎实可靠的、活生生的知识。

奥斯特瓦尔德在《自传》中回忆道，他幼儿和青少年时期作的种种游戏和活动，虽然在父母和老师眼中看来是无用的，结果证明都是有益的，它们为后期许多有意义和有价值的工作打下基础。年轻时对于事物的观察和体验，虽然留在记忆中没有起什么作用，但是它们日后却成为作为一个研究者的思考材料和概念框架。在这里，研究者不得不依赖于由过去的经验所形成的记忆宝库。这样，精神的建筑必然由记忆给予，这里没有什么神秘力量的支配。他甚至认为，一个人的工作，都是由自己在年轻时所取得的经验和材料决定的。

在好奇心的驱使下，奥斯特瓦尔德及其小伙伴对小河和周围地区进行探索，这大概是他首次对事物进行有意识的观察和探讨，是他步入科学研究者生涯的最初预兆。兴致十足地制作焰火，使他迷恋上了化学，决定了未来的化学家的成长道路。制作照相机和冲洗相片的兴趣，锻炼了他的动手能力，这使他后来成为一个技艺娴熟的出色实验家，要知道，他的科学研究成果，基本上都是在实验室完成的。爱好文学和博览群书，增强了他的写作能力，使他文思泉涌。爱好音乐，陶冶了他的情操，培养了他的艺术家的素质，使他能够领悟突如其来的灵感。绘画实践，为他晚年颜色学的研究奠定了基础。中学毕业后作家庭教师以及后来在中学兼课，使他知道怎样把知识讲得明白，写得清楚，他撰写的各种教课书受欢迎，显然与这一经历有一定的关系。领小朋友一起探索小河、制作焰火以及在大学作学生社团负责人的工作，提高了他的组织能力和社会活动的的能力，以致他后来成为许多领域、各种活动的参与者和组织者。

奥斯特瓦尔德喜欢自学、善于自学，他的自学能力也在自学过程中逐步得以提高。在实科中学，他并不是一位循规蹈矩的好学生，可是他在没有学过初级化学课的情况下，通过游戏、实验和书本，自学了不少化学知识，在擅长自学这一点上，奥斯特瓦尔德与爱因斯坦十分相像。

他在《自述片断》中这样写道：“要做一个好学生，必须有能力去很快地理解所学习的东西；要心甘情愿地把精力完全集中于人们所教给你的那些东西上；要遵守秩序，把课堂上讲的东西记下来，然后自觉地做好作业。遗憾的是，我发现这一切特性正是我最缺乏的。于是我逐渐学会抱着某种负疚的心情自由自在地生活，安排自己去学习那些适合于我的求知欲和兴趣的东西。我以极大的兴趣去听某些课。但是我‘刷掉’了很多课程，而以极大的热忱在家里向理论物理学的大师们学习。这样做是好的，并且显著地减轻了我的负疚心情，从而使我的心境的平衡终于没受到剧烈的扰乱。”

奥斯特瓦尔德的成长经历告诉我们，家庭和学校的教育，要注意爱护年轻人的好奇心和他们的兴趣爱好，使他们走出校门后是一个全面发展的

人，而不是一个专门家。因此，教育要把发展人的独立思考、独立判断、独立行动的一般能力放在首位，而不能只看重于获得专业知识。要知道，如果一个人掌握了他的学科的基础理论和基本知识，并且善于独立自主地思考、工作，那他一定会找到适合于自身发展和自我实现的道路，而且比起那种以获得细节知识和囿于狭小专业范围的人来说，他一定会更好地、更迅速地适应进步和变化。奥斯特瓦尔德的成长，就是一个绝好的例子。

奥斯特瓦尔德的成功秘诀何在呢？从前面的叙述中，我们不难找出许多主观原因和客观理由来。不过，值得注意的是他行之有效的科学方法，这是他取得成功的关键所在。因为一切理论的探索，归根结底都是方法的探索，因此在某种程度上也可以说：科学方法与科学研究是互为因果的，诚如皮尔逊强调指出的：科学方法是知识的唯一源泉，是通向整个知识的唯一途径；试图由迷信的狗洞进入真理之宫，或借形而上学的梯子登上真理之墙，都是痴心妄想。关于奥斯特瓦尔德的科学方法，使我们大家感兴趣的有：

第一，在研究工作中善于选择较好的角色。

在物理化学研究中，他通过改变研究手段和课题来选择自己的角色，并在化学亲和力这一课题上作出了举世公认的贡献。在莱比锡，他又转向催化问题的研究，这是他获得诺贝尔奖的重要成就之一。

从大的方面讲，在他的科学生涯中，他在关键性的时期甚至跨领域地选择较好的角色。当他在物理化学领域取得了显著成绩后，转而涉足哲学和成为思想家。晚年，他又闯入颜色学领域，在前人失败了的地方取得了巨大的成功，建立了定量的颜色学理论体系和测量体制。

奥斯特瓦尔德正是由于善于变换角色或转移阵地，才在众多领域取得瞩目的业绩。他一旦看准了目标，就要设法把它拿到手；对于他认为不能取得胜利的事情，他也不轻易发起进攻。作为一名能量学家和唯能论者，他实践了自己的能量命令——他没有浪费自己的精力，而是合理地有效地利用了它们。

第二，积极主动地向大自然提出疑问。

奥斯特瓦尔德认为，要在研究工作中有所发现，必须积极主动地向大自然提出疑问。如果大自然说是，那么我们就可以顺着同一路线继续前进。如果大自然说否，那么我们就必须尝试另一条路线。

疑问从何而来呢？疑问既来自他的实验工作，也来自理论分析；既来自科学的历史研究，也来自他早年的记忆库。他从各种方法所测得的亲和力系数的平行性中发觉，这里必定有某种奥秘；他从阿伦尼乌斯的理论分析中看到它与亲和力有某种必然的联系；……他把这些问题提交给大自然，与大自然平等地“对话”，从中选取自己的前进路线。

科学家能否捕捉问题，能否积极主动地向大自然提出疑问，这是能否作出科学发现的关键之所在，因为唯有如此才有可能开始进行有系统的探索。

要能积极主动地向大自然提出疑问，就要有一种科学的怀疑精神，这是有开拓性的科学家不可或缺的素质，这一点在奥斯特瓦尔德身上也有所体现。因为科学研究始于问题，而问题则由怀疑产生，因此“大疑则大悟，小疑则小悟，不疑则不悟”。以科学的怀疑精神，主动地向大自然提出疑问，并进而进行积极的探索，这正是科学家作出科学发现的顺理成章的途径。

第三，实验和概括是科学工作者的两项重要任务。

奥斯特瓦尔德曾经指出，摆在任何一门科学工作者面前的有两项任务。

其一是通过新事实的发现和实验的陈述丰富所选定的领域。另一项任务并非不重要，但他的价值乍看起来也许不那么明显，这就是按最好的次序排列已知的事实并尽可能清楚地阐明它们之间的关系，即进行必要的概括。每当第一项任务急剧进展时，第二项任务就变得更为必要和重要，因为它为达到把握各种各样的孤立的实验和把科学作为一个整体纳入方便而有用的形式提供了唯一可能的途径。

作为一位出色的实验家，奥斯特瓦尔德的主要成果都是通过实验完成的，例如在化学亲和力、催化、颜色研究中就是如此。但是，他并没有仅仅停留在这一点上，他认为整理和概括形成了现代科学知识有价值的、有成效的部分，它标志一门科学达到较为成熟的阶段。他之所以能够在物理化学这门科学上成为集大成者，是因为他有足够的整理、概括和表达能力。

第四，注意倾听突如其来的灵感。

奥斯特瓦尔德通过自己的经历深知，坚韧的、持续的劳动能够创造奇迹，甚至在情况看来似乎毫无希望之时也是如此。但是，作为一位浪漫型的科学家和具有很高造诣的艺术家，他也十分注意倾听突如其来的灵感。

阅读汤姆森的热化学论文，使他茅塞顿开：除了热学方法之外，不是还可以用其他物理学方法来研究化学亲和力吗？在初夏阳光的沐浴中，他顿悟到能量概念的普遍性，从此开始致力于能量学的研究。从费希特和兰伯的著作中，他获得了对颜色学进行定量研究的灵感和启示。与其他大科学家的体验一样，这种灵感产生的典型条件是：对问题已专心致志地进行了一段时间的研究，渴求找到解决的办法；暂时放下工作去干其他事情，常常是睡眠、休息、散步或其他轻松的事情；突然，一种想法闪现在脑海，眼前豁然开朗，人们为顿悟到久久追寻的想法而感到狂喜和惊奇。这种灵感的降临是突如其来的，经历过这种体验的人这样写道：“一个想法仿佛从天而降，来到脑中，其清晰明确犹如有一个声音在大声喊叫”；“像闪电一样，谜一下子解开了”。这些描述与奥斯特瓦尔德本人的体验是何等相似。

灵感是砍断哥尔提阿斯死结的利剑，伟大的科学家都十分注意倾听突如其来的灵感。

第五，历史作为方法和工具有其重要的价值。

奥斯特瓦尔德也是一位科学史家，他曾撰写和编辑了不少科学史著作。即使在他的专业著作中，他或者穿插有学科或概念发展的历史概述，或者干脆就采用历史—批判的形式撰写。对于奥斯特瓦尔德来说，历史方法不仅仅是一种叙述方法，更值得注意的是，它是一种研究方法。难怪他多次强调历史的意义：“我持续致力于清楚地阐述科学的几个领域的历史的发展，因此我希望把我的作用贡献给复活科学家的历史感。”在奥斯特瓦尔德看来，历史作为一种方法和工具有其重要的价值。

历史方法之所以能够作为一种卓有成效的科学方法，其原因大致有以下几个方面。首先，研究和了解科学史可以避免把科学发展中所积存起来的原理和概念变成有偏见的法定体系，从而避免思想僵化和墨守成规。因为科学史告诉我们，一切科学理论都不是一成不变的绝对真理或终极真理。其次，科学史是从事科学研究的第一个向导。通过揭示历史上大量存在的传统性的和偶然性的东西，不但能使人们加深对现今科学的理解，而且也能使我们看到科学发展的新的可能性。就是历史上的探索者所放弃了短暂的短暂思想乃至显然错误的观念，也是可以借鉴的。从各种观点的比较和剖析中，我们便能以

更自由的眼光来观察问题，从而找到尚未被认识的前进道路。因此，要了解科学的未来，最好的办法是研究它的历史和现状。科学史对于确定科研方向 and 选择科研课题显然是大有裨益的。再次，科学的启发只有一种方法——学习历史，科学史对启发洞察力特别重要。从科学观念的历史发展中，从科学家个人的研究经历中，从科学共同体解决某一课题的过程中，都能给人们以有益的启示，甚至能产生未曾料到的灵感。

第六，能较好地在对立的两极保持必要的张力。

奥斯特瓦尔德既重视实验和事实，又注意整理和概括，并认为立足于实验的清晰思维是取得成果的最好途径。他持之以恒地坚持作连续性的实验和缜密的思考，又十分注意倾听突如其来的灵感。他本人富有创造性和进取精神又乐于和善于吸收、整理和传播他人的新思想。他把历史工作和艺术爱好从属于他的科学工作，可是当他把科学建立在历史和艺术的基础上时，他却取得了最大的成功。这种在对立的两极保持必要的张力的特点，尤其体现在他对现象论方法和假设的运用及看法上。

奥斯特瓦尔德反对那种无法用实验证明的任意假定的假设，尤其是形而上学的本体论假设。但是从方法论上讲，他并不排斥有启发意义的假设，即作为暂定假定的原始命题。事实上，他本人在研究工作中也很注意进行理论概括，这种概括本身就含有假设成份。

