

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

阿伦尼乌斯



阿伦尼乌斯（公元 1859~1927 年），生于瑞典乌普萨拉。1876~1881 年在乌普萨拉大学学习物理，师从瑞典化学家克莱夫，1878 年，获理学学士学位。1881~1884 年在斯德哥尔摩大学，师从瑞典物理学家埃德隆，1884 年，获博士学位，同年，留校任讲师。1886~1891 年，获瑞典科学院列特斯特德奖学金，在欧洲游学。1891 年，任斯德哥尔摩高等技术学校讲师；1895 年，晋升为物理化学教授；1897~1920 年，任该校校长；1900 年，被选为诺贝尔奖金物理学委员会评委；1901 年，当选为瑞典科学院物理学学院院长和瑞典农科院院士；1905 年起任诺贝尔物理化学研究院院长。1927 年 10 月 2 日逝世于斯德哥尔摩。

阿伦尼乌斯获得诺贝尔化学奖的原因主要是他在物理化学、免疫化学和大气物理学方面卓有成就。他首次提出电离理论及光压在天体物理中的重要作用的理论，并提出宇宙间的能量不断更新理论和火星上是否有生命的问题。

一、青少年时代

同学们被斯万特·阿伦尼乌斯讲的有趣故事吸引住了，没有注意课间休息的时间早已超过。他们听着同伴的叙说，不断地发出愉快的笑声。斯图尔完全忘记了值日生的职责。他踮着脚，越过同学们的头顶向人群中张望着，兴奋地挥着手，也跟着笑。

“值日生！”教师的严厉叫声打断了孩子们的欢笑。

学生们都噤声不语地立即奔回自己的座位。讲台前只剩下斯图尔一个人了。他站在那里，难为情地低下了头。

“怎么，想挨打吧。”教师拿起一根细木棍，把它弯曲一下试试弹力，于是，用力地抽打下去。

“林德堡先生，是我的过错。”斯万特喊道。

“原来是你呀。到前面来，现在该轮到你了！”

斯万特站着没有动，脸色煞白。

“快点！”林德堡不耐烦地叫着。

斯万特畏缩地向讲台一步一步走去。突然，他冲出教室，就一溜烟地跑了。

他跑着跑着，由于疲劳和委屈而不断地喘息着。开始，他跑向他和他哥哥约翰以及家庭教师瓦尔斯特迈姆的住处，后来，他决定最好还是回到父母那里去。不知不觉地已跑到城外，斯万特稍稍放心些了，于是放慢脚步走着。他的身后并没有人追赶，乌普萨拉城的轮廓逐渐消失在远方。亲爱的故乡维克就在眼前了！

斯万特的父亲是一座小庄园的管理员。在斯万特看来，这座小庄园是一座攻不破的堡垒，在这里，他可以得到安全保障，免遭教堂学校严厉校规的责罚。

小斯万特到家时，只见到妈妈和姐姐吉格丽德。爸爸斯文·阿伦尼乌斯是傍晚才回来的。不久，焦急不安的家庭教师瓦尔斯特迈姆也来了。

“可找到你了，我和你哥哥找遍了全城。”

“坐下来歇歇吧，瓦尔斯特迈姆，”斯文·阿伦尼乌斯先生让他坐下。

“咱们平心静气地商量一下，斯万特的事怎么办才好。情况的确很严重。”

“我再也不愿到这个学校去了！那里尽折磨学生，什么知识也学不到。”

父亲不吭声，他明白，这个学校对于斯万特是不合适的。孩子具有卓越的才能，把他禁锢在教堂学校里才是真正的罪过呢。斯万特早在三岁时就识字了，尽管父母禁止他这样做。他时常留心地看着哥哥约翰的作业。

一天，他爬到父亲的腿上，忽然开始一个音节一个音节很响亮地读起放在写字台上的那本书来。大家都没有发现，小斯万特竟然把算法也学会了。

“再忍耐几个月，到时，我会到中学去给你报名的。”父亲对小斯万特说道。

“如果您到实科中学去给我报名，我就上学”。斯万特坚决地说道。

“进实科中学？”父亲高声地说道。“你怎么了，想当个军官吗？”

在当时，教堂学校的毕业生一般都进入文科中学，然后升入大学继续深造。实科中学则很少有人感兴趣，人们认为它是二流学校，不值得去。

“今天，斯德堡老师把斯图尔打得半死不活，”瓦爾斯特迈姆说道，“您想想，斯万特是否值得留在那里！最好让他进实科中学，毕业后也能继续深造。我的几个同学也都是在实科中学毕业的”。

斯文·阿伦尼乌斯先生一向器重瓦爾斯特迈姆，他接受了瓦爾斯特迈姆的意见，决定把斯万特送进实科中学去。

翌年，斯万特成为中学生了。和他住在一起的还有约翰和瓦爾斯特迈姆。但是，即使是在实科中学，斯万特也并不觉得快乐。在发育上大大超过同龄人的这个孩子，上课时感到枯燥无味，常常同教师争论。他只对物理和化学感兴趣，但是，一直到与中学告别的那天，他也没有找到同讲授这两门课程的教师接触的机会。这几年的时光漫长得真是折磨人和难以忍受。

这时，阿伦尼乌斯一家已经住在乌普萨拉城了。斯万特的父亲被任命为大学的总务主任。他在城里购置了一所很大的舒适的住宅。瓦爾斯特迈姆也和他们住在一起。尽管约翰和斯万特已经长大了，瓦爾斯特迈姆却仍然充当家庭教员和训导员的角色。实际上，他是斯万特的朋友，而且一步一步地引导他走上了大学的生活道路。

二、大学时代

一年级大学生在课余时间都是无忧无虑地从事各种文娱活动。乌普萨拉大学中有好几个学生同乡会，每个同乡会都属于一定地区，会员都是来自该地区的。斯万特是乌普兰人，所以乌普兰同乡会便接纳他为会员。由于斯万特性格活泼，头脑机敏，很快就得到同乡们的爱戴，并被选入同乡联合会的理事会。次年，他就成为乌普兰同乡会的领导人了。斯万特在各方面的表现都是出色的；同时，他也懂得大学的各种娱乐活动。第三学期之后，他就顺利地通过了规定在第四学期之后才进行的一切考试。现在，他需要等到下一年才能选择专业和着手研究他所爱好的科学。

“我知道，即使在这里你也不会浪费时间，不过，最好你还是到巴黎去。”父亲说道，“这是我对于你的学习成绩的奖励”。

“是的，我通过了一切考试，并且已经选定自己将来的专业，那就是物理，我马上准备入学考试。”斯万特说道。

“很好，但是，你要先去巴黎。你要学会用法语，一个有学问的人至少

应该掌握法语、英语和德语。”

在这之前，斯万特已经能够熟练地使用四种语言，即瑞典语、法语、德语和英语交谈和书写了。在法语课上，他了解到法国的许多情况，所以渴望能看到巴黎。现在，他的这个希望就要实现了！

但是，这种令人神往的旅行并没有持续多久，斯万特又回到乌普萨拉来了。他顺利地通过了入学考试，此刻，他该着手钻研物理学了。斯万特非常清楚地懂得，物理学家也应该具备与本门学科有关的各种学科的知识，所以他经常去听达乌格教授的数学课和克莱夫教授（瑞典化学家，乌普萨拉大学教授，在化学方面最初是研究铂和氯，他用光谱分析方法研究稀土元素，发现了铈、铥、铀，研究过钷的性质和许多萘化合物）。克莱夫的教学水平没有使阿伦尼乌斯满足，后来阿伦尼乌斯写道，从他那里“从来也没有听到关于门捷列夫周期律的支言片语，而周期律却已存在十年有余了”。

1881年，他出色地通过了考试，随即着手准备学位论文。天文学、气象学都提出了有趣而引人入胜的课题，但是，他最感兴趣的还是与电学有关的问题。

“电的能量是无穷无尽的，所以我请求您允许我选这方面的题目，例如电流的现象和导电性”。斯万特向塔伦教授提出请求。

“阿伦尼乌斯先生，您知道，在我的实验室中仅仅研究光谱分析问题”，教授冷淡地打断了他的话。“我想您也清楚，迄今为止，这一领域里除我之外任何人也没有研究过，这里还有很多工作需要去做，请选一个与光谱分析课题有关的题目吧，那时，您就会得到进行研究工作的一切条件了。”

但是，阿伦尼乌斯的兴趣远不在光谱分析方面，所以他没有别的出路，只好和同行们告别，前往斯德哥尔摩，到在电学领域进行研究工作的艾伦德教授那里去。

艾伦德教授很快就肯定了这位新的见习生的知识和特殊才能，派他充当自己的第一助手。斯万特在教授讲课时协助他进行复杂的实验。此外，斯万特还进行了与艾伦德的科学研究有关的某些测量工作。余下的时间，他可以从事独立的研究。

物理实验室不大，由于仪器多，显得地方很狭窄。在这里工作的，除了阿伦尼乌斯外，还有两个年轻的物理学家：苗比乌斯和霍勉。斯万特的快活幽默、平易近人和热爱生活，很投他们的心意。不久，这三个人便成为好朋友。苗比乌斯住在斯德哥尔摩已经好几年了。他经常参加各种学术团体的集会，并参加科学家和文艺界人士的集会。他们做报告，举行讨论会。阿伦尼乌斯对这些集会发生了兴趣。一天，他和苗比乌斯一同去参加一次集会。阿伦尼乌斯的热情谈吐引起了人们的注意，大家建议他就某个通俗题目做一次报告。

阿伦尼乌斯准备的报告内容是太阳黑子对地球大气层状态的影响。他的想象是那样大胆，这位年轻的物理学家所讲的现象是那么奇妙，以致所有的听众都感到极大的兴趣。

“你非常了解天文学！为什么要研究电学呢？”在回家的路上苗比乌斯问道。

“天文学是饶有兴趣的科学，但是研究的只是星球，我觉得太少了。我愿意更接近生活，接近人类……苗比乌斯，你什么时候看见过球状闪电吗？”斯万特突然问道。

“见过又怎么样呢？”

“是这样，对于它的形成我有自己的看法，这可不仅是一种假说！”阿伦尼乌斯兴奋地说起来。“我做过复杂的演算，可以有根据地证明这种色彩美丽、威力惊人的自然现象的真正来源。”

阿伦尼乌斯具有罕见的钻研能力，对于任何领域，他都能说出最有意思的假说，创立新奇的理论。比如现在吧，他就突然谈起球状闪电来，而在一小时之前，他却还在阐述太阳黑子的理论，也许正由于这些，才把拘谨的苗比乌斯吸引到这个热情洋溢、极具才华的人的身边。

研究球状闪电的想法并不是阿伦尼乌斯一时的想入非非。这种想法得到了艾伦德教授的赞同。不久，这位科学家就发表了第一篇论文。

但是，阿伦尼乌斯对科学兴趣的中心仍然是把化学能变为电能的电池。但是在电池中，也还发生一些引起电极极化的过程，而这就会降低电流回路的电压。阿伦尼乌斯着手研究能够减少或甚至完全防止发生极化作用的添加物的影响问题。经过多次实验之后，他才搞清楚，极化效应取决于添加物——去极剂的数量。

“如果用极稀溶液实验，大概可以计算出添加的去极剂的分子量”。他把自己的想法告诉给苗比乌斯和霍勉。

“你是想弄清楚它们之间有什么样的依赖关系吗？”霍勉问道。

“关系很简单。”阿伦尼乌斯答道。

接着，他写下了原有的依赖关系和推导公式，纸上很快就列满了公式。

“这就是最后的结果。”阿伦尼乌斯在他推算出的式子下面划了一道杠。

“这是多么巧妙而又简单的方法呀！”苗比乌斯欢叫起来，“你给教授看过没有？”

“我想再做几次测算，然后再向教授汇报。”

遗憾的是，阿伦尼乌斯不知道他推算的结果并不是一项独创，类似的方法已经有了。不过，他的工作仍然不是毫无益处的。在进行初期实验时，他就发现浓度影响着许多稀释溶液的导电性。这个乍看起来令人不解的事实使斯万特特别感兴趣。于是，他和艾伦德教授详细地讨论了这个问题。

教授说道：“您的观察很有意义。这样的实验迄今为止还没有人进行过。在楞次和科尔劳什的论文中引用的结果都是关于浓溶液的。”

“我想从酸入手”。

艾伦德提示道：“这类实验的主要困难在于消除电极的极化。当电流通过溶液时，电解就开始了，在电极上析出的物质使电极极化。同时，溶液的浓度也发生变化。我介绍你使用我设计的变流器。它的开关是用手柄操纵的。转动开关，你就可以改变电流方向，而且电极也就去极化了”。

但是，这个线路图很不完善。测量的结果并不怎么好。无论斯万特怎样迅速地转动开关，电极极化也不能完全消失。于是，阿伦尼乌斯便设计制造了一台更为适用的仪器。这使工作得以减轻，但试验仍继续了很长时间。斯万特从1882年秋开始的一系列测量，直到次年才结束。

实验的结果需要加以整理和概括。计算又花去了几个月的时间。同时，阿伦尼乌斯还查阅了学术刊物中与这一问题有关的论文。

整理实验结果并不仅限于机械地计算，阿伦尼乌斯还经常把已经取得的数字加以比较，努力探索各种物质意想不到的性状的解释。

最令人惊异的是氨的性质，这种物质在气体状态时是不导电的，而氨的

水溶液却是导体，溶液越稀，导电性越好。阿伦尼乌斯查明，氢卤酸也有类似情况。

直到 1883 年 5 月，经过长时间的实验检验，阿伦尼乌斯才得出结论：溶液稀释时导电性增加的原因是水。阿伦尼乌斯动身到乌普萨拉，打算去会见克莱夫教授，向他介绍自己的新理论。

克莱夫是一位知识渊博的学者，能够给他以有益的建议，并能冷静地评价他的假说。

阿伦尼乌斯喜欢乌普萨拉，并不仅仅因为在这里居住着他的亲人和在此度过了他的学生时代，这个城市还有着使他感到特别亲切和难以取代的东西。现在，他深信，在乌普萨拉人们最了解他。学期早已结束，开始放暑假了。

春末夏初，乌普萨拉的夜晚像白天那样明亮。克莱夫教授亲切会见了斯万特。

斯万特说道：“我想向您介绍一下我的实验结果，它们与化学有直接关系，所以，我是专门来和您谈谈我的想法的”。

教授合上了正在阅读的杂志，推到一边，听他讲话。

“要解释电解质水溶液在稀释时导电性的增加，必须假定电解质在溶液中具有两种不同的形态：非活性的——分子形态和活性的——离子形态。实际上，稀释时电解质的部分分子就分解为离子，这是活性的形态，而另一部分则不变，这是非活性的形态。”

克莱夫听着阿伦尼乌斯的解释，毫不掩饰他的不满：这个自认是首先发现者并自视甚高的人所说的一切，教授断定纯粹是胡说八道。这个物理学家竟把他的鼻子伸进他不该去的地方，伸进他所不懂的学科！

“溶液稀释时，活性形态数量增加。”斯万特继续说道，可是克莱夫却觉得听够了。

“蛮好的理论嘛！”他尖刻地冷笑着冒出了这句话，明显地挖苦阿伦尼乌斯。斯万特明白，继续谈话已毫无意义，就匆匆地告别了。

“难道克莱夫教授没有理解我的推论的合理性吗？而且，问题也不仅仅在于合理性呀！我的理论是在实践中检验过，千百次测量结果所证实的。因此，克莱夫教授一定会有什么偏见！”阿伦尼乌斯深信自己的想法是正确的。因此，克莱夫教授的挖苦话丝毫也没有使他丧失信心。他在走廊中缓慢地踱着，思考着下一个步骤。

后来，他迅速地走下楼梯，到医学院去找那位也在研究化学的生理学教授汉马尔斯腾去了。

汉马尔斯腾怀着极大的兴趣听了阿伦尼乌斯的介绍。他发现，这种想法非常独特，而且是对现象的合理解释，建议他继续研究。

阿伦尼乌斯决定对他的想法进行理论上的概括并准备发表。

关于实验和计算的叙述以及成果的总结都已经写好了。余下的仅是思考并写出第二部分——最重要的部分：关于水溶液中物质形态的理论上的总结。手稿的篇幅相当长，因此只好把它分为两篇论文。第一篇题名为《电解质的电导率研究》，第二篇题名为《电解质的化学理论》。这两篇论文于 1883 年 6 月 6 日经斯德哥尔摩科学院讨论后推荐发表。它们发表于 1884 年初出版的第 11 期《皇家科学院论著》杂志。

三、电离理论受到攻击及重视

阿伦尼乌斯渴望留在乌普萨拉工作。收到这两篇论文的校样后，他就把它们做为学位论文向大学提交。学术委员会接受了这两篇论文，并指定在1884年5月进行考试。阿伦尼乌斯获得委员会的赞许，口试也答得很好。

余下的是听取克莱夫教授和塔伦教授对学位论文质量的意见。

论文中的实验部分任何人也没有异议。塔伦教授是满意的。不过，关于电解质在水溶液中电离的新观点他却迷惑不解。他拿着材料到自己的同行的工作室中去。

“克莱夫，你对阿伦尼乌斯的理论有什么意见？”塔伦问道。他原就想到会是否定的回答，果然克莱夫不同意阿伦尼乌斯的想法，主要是他不认为原子和离子之间存在着差别。

“纯粹是空想，我不能想象，比如氯化钾怎么会在水中分解为离子。钾在溶液中单独存在的问题可能有吗？任何一个小学生都知道钾遇到水就产生强烈反应，同时形成氢氧化钾和氢气。可是氯呢？它的水溶液是淡绿色的，又有剧毒，而氧化钾溶液则是无色的，完全无毒。”

“对于实验部分我也有意见。这样难以置信的稀释！5/1000……1/10000克分子！这几乎纯粹是水了！在那样的浓度下错误也就大了。”

……答辩进行得很激烈。特别费力的是同克莱夫教授的辩论，当时，教授不同意关于在分子、原子和离子之间存在着本质上差别的想法。而阿伦尼乌斯却证明，在溶液中，特别是在氯化钾的溶液中，存在的不是钾原子和氯分子，而是这两种元素的离子。钾离子不同于中性的原子，它带阳电荷，因此，性质上与中性原子不相似。氯离子带阴电荷，不同于两个原子的中性的氯分子，而完全具有另一种性质。

溶液中的离子形成不取决于电流的想法从前就有人谈过。阿伦尼乌斯看过1857年发表的鲁道夫·克劳胥斯的论文。这位著名的科学家在文中谈到一种假设，即在水溶液中，不用通入电流，一小部分电解质就分解为离子。阿伦尼乌斯通过实验证明了这个假说的正确性。他甚至还计算出，在氯化氢的溶液中，有92%的溶解了的分子处于活性形态，换句话说，它们分解为离子。这些结果也为其他科学家的实验所证实。例如，威廉·奥斯特瓦尔德并不是研究电离过程的，可是，他在研究盐酸的催化作用时却查明，它的总量中只有98%对过程起加速作用。这一数值与阿伦尼乌斯计算出的数值很接近的。在用硫酸进行试验时，也得到相似的结果。根据奥斯特瓦尔德的意见，由于浓度的不同，起催化作用的硫酸是50%—90%，而阿伦尼乌斯查明的数值则是47.6%—85%。

尽管阿伦尼乌斯搜集了大量的实验材料以及无可辩驳的证据，但是，由于委员会支持克莱夫教授和塔伦教授的意见，对论文答辩还是只给三级“评语”。要知道，当时评语分四个等级，四级等于2分，三级等于3分，二级等于4分，一级等于5分。

阿伦尼乌斯在论文答辩之后并没有灰心，他坚信自己是正确的。次日，他把自己的两篇论文分别寄给欧洲最著名的研究溶液的科学家——波恩的鲁道夫·克劳胥斯、杜宾根的洛塔·迈尔、里加的威廉·奥斯特瓦尔德、阿姆斯特丹的范霍夫——每人一份。在回信中，这四个人对这位青年科学家的实验结果和结论都给予肯定的评价。威廉·奥斯特瓦尔德对阿伦尼乌斯的工作

表现了特殊的兴趣。他不仅对阿伦尼乌斯的工作给以肯定的评价，而且还在信中提出有关研究酸的催化作用的许多问题，并建议他讨论共同感兴趣的问题。这封信是奥斯特瓦尔德和阿伦尼乌斯日后频繁通信的开端。1884年7月末，奥斯特瓦尔德写信给阿伦尼乌斯，表示他想到乌普萨拉来和他会面，并讨论他们所感兴趣的问题。

当这两位科学家结束第一次简短谈话后，阿伦尼乌斯提议出去散散步。午后的阳光照得人暖洋洋地。奥斯特瓦尔德观赏着修剪齐整的草坪和群芳吐艳的花坛的美丽景色。他决定明天带速写簿来画下素材，把这美丽景色再现在画布上。

暑假期间，在乌普萨拉大学的学生很少，但是，这个同阿伦尼乌斯进行那样热烈讨论的、精神充沛的高个子却很引人注目。学位论文被可耻地否定后，阿伦尼乌斯成为普遍注意的中心人物。大学生们兴奋地谈论着这次“最高级”访问的原因。当大家知道斯德哥尔摩的奥托·彼得松的意见后，议论变得更加激烈了。彼得松曾在一篇论文中这样评价阿伦尼乌斯：“阿伦尼乌斯论文中的个别章节的学术价值之高，即使委员会给予最高分数也是不够的”。

从见面时起，奥斯特瓦尔德和阿伦尼乌斯就都理解到他们的观点是吻合的，科学兴趣也有许多共同点。阿伦尼乌斯的理论说明了酸的催化作用的原因，而这是奥斯特瓦尔德所感兴趣的。在奥斯特瓦尔德的实验室中配制了许多酸的溶液，现在，他们可以按照阿伦尼乌斯的方法进行实验了。在这个实验室中，阿伦尼乌斯不必再用艾伦德的极简单的、不完善的仪器，而是包括可以利用交流电防止电极的极化，有一点是明显的：阿伦尼乌斯需要赶快到里加去。

次日，奥斯特瓦尔德和阿伦尼乌斯制定了今后共同工作的详细计划。奥斯特瓦尔德向他介绍了大学里的同行。他对阿伦尼乌斯理论的看法，使克莱夫教授很吃惊，但他仍然认为这个理论是荒谬的。

奥斯特瓦尔德的来访，阿伦尼乌斯得到彼得松教授的支持，以及广大社会人士的意见，大学决定再次举行论文答辩。

答辩在1884年年终举行，进行得很顺利。阿伦尼乌斯在答辩之后，立即被任命为物理化学副教授。但是，克莱夫教授继续固执己见，仍是阿伦尼乌斯的激烈反对者。许多教师在克莱夫影响下，对阿伦尼乌斯的论文也持否定态度。所有这些都刺激着敏感的斯万特。于是，他决定离开乌普萨拉，回到斯德哥尔摩艾伦德教授那里去。

阿伦尼乌斯在那里继续研究电解液的导电性。但是，他的工作被他父亲的突然去世所打断，他立即动身回乌普萨拉，在那里一直呆到秋天，因为需要把有关遗产的一切事情办好，而这些事情比他设想的要复杂得多。现在，阿伦尼乌斯拥有使他能完全献身于科学的资产了。

1885年秋天，他又回到了艾伦德教授的实验室继续工作。艾伦德教授对待阿伦尼乌斯很热情，给以各种支持。这不仅是因为阿伦尼乌斯是一个快活的、讨人喜欢的人，更重要的是由于艾伦德器重他的知识和敏锐的观察力以及爱好钻研的精神。他运用自己的一切影响来帮助年轻的天才的学生取得不少成就——年终时阿伦尼乌斯获得列特斯特德奖金。

现在他有可能到国外去旅行，了解欧洲各国最好的实验室。

新年过后，阿伦尼乌斯来到了里加。他终于能够实现两年前他和奥斯特

瓦尔德共同制定的计划。在里加，他受到贵客一般的欢迎。奥斯特瓦尔德夫人从自家的住宅中腾出一间房子供阿伦尼乌斯下榻，这样，他不仅能在大学里同奥斯特瓦尔德见面，而且在家中，在晚间也能和他在一起。快活的爱说俏皮话的阿伦尼乌斯一开始就博得了孩子们的欢心。每天，孩子们都焦急地等待着他回来，门刚一打开，孩子们就欢叫着向他扑去。这个高个子男人爱抚地把小伊丽萨白抱起来，接着就讲起有趣的故事来。

在这些充满紧张劳动的日子里，也还穿插着在奥斯特瓦尔德家中度过的舒适的夜晚。装有先进仪器的实验室大大地减轻了工作量。阿伦尼乌斯和奥斯特瓦尔德测量了各种酸溶液及带有非电解质的混合液的导电性。此外，他们还研究了酸对醋酸乙酯皂化速度的影响。结果是很有意思的，而且成为后来发表的几篇论文的基础。

到年终时，原定的计划已经完成，阿伦尼乌斯决定去符次堡，到电学巨匠科尔劳什教授的实验室进行某些实验。

在科尔劳什那里，他结束了在里加开始进行的电解溶液内摩擦的研究工作，然后就转向研究气体的导电性，以便搞清楚在气体介质中是否形成离子，以及溶剂——水在电离过程中所起的作用。阿伦尼乌斯的想法吸引了科尔劳什的助手瓦尔特·能斯特对他的工作特别感兴趣。（瓦尔特·能斯特是德国卓越的物理学家和物理化学家、化学史家；柏林大学物理研究所所长，在低温方面他的论文最为著名；1905年，被聘为柏林大学教授；1906年，发现热力学定律——热力学第三定律；1888年，发表了电池的渗透理论，发展了扩散电势理论；1890年，确立两种溶剂中被溶解的物质的分配定律；1920年，由于热化学方面的著述而获得诺贝尔奖金；1927年，当选为苏联科学院名誉院士）。

当时，能斯特专门研究物理问题，但是，在溶液中存在离子的想法却使他非常感兴趣。能斯特同阿伦尼乌斯好起来了。这两位科学家的这种友谊是特别富有成果的。几年以后，于1889年，能斯特创立了著名的电解质水溶液中的电势理论。

阿伦尼乌斯经常留心学术出版物，迫切地等待着最新一期《瑞典科学院院报》的出版，因为这一期将刊出范霍夫的论文，文章作者在去年就将此事告诉了他的瑞典同行。

院报在1886年年底终于寄来了。阿伦尼乌斯在图书馆中坐读到深夜。范霍夫在这篇论文中说，他观察到电解质水溶液的性质与渗透压定律以及拉乌尔定律不相符合，并提出了一个等渗系数 i 。范霍夫的材料充分证实了电解质电离的理论。由解质溶液的冰点降低应该获得比预期的值要大，因为溶液中的微粒多——部分的分子离解为离子。现在，利用系数 i 就能容易地计算出电解质电离度，也就是可以知道溶液中分子电离为离子的分数。

阿伦尼乌斯利用文中引述的材料，列出一个式子，它把电解质电离度与范霍夫的系数 i 联系在一起了。范霍夫在论文中列出了许多电解质溶液的系数 i 的数值。于是，阿伦尼乌斯便按这个式子计算出了它们的电离度。

在这以前，阿伦尼乌斯测定的电解质的电离质仅是根据溶液电导率的实验数据。用这种方法获得的结果与根据已列出的式子计算出的结果是否相符呢？

阿伦尼乌斯用激动得发颤的双手拿来了旧日的实验记录。数据相符！用完全不同的方法获得的数据都毫无疑问地表明，电解质溶液中所进行的电离

只能用一个数来说明。

“如果从前我的关于电解质分子在水溶液中电离的想法只被看做是一种假说的话，那么，现在，在范霍夫的论文发表以后，则毫无疑问，是一种理论了。”

热烈而又紧张的劳动开始了。最初，阿伦尼乌斯写了两篇论文：《水溶液中物质电离作用的计算》和《论稀释盐溶液的加合性》，想把它们寄回国去发表。但是，由于欧洲的科学家们实际上都不懂得瑞典文，他便把两篇论文压缩成为一篇：《论水溶液中物质的电离》，并于1887年用德文发表。在这篇论文中，阿伦尼乌斯阐述了经过周密思考的电离理论。他谈到电解质分子离解为带电离子，提出了“电离作用”和“电离度”的概念，引用了丰富的实际材料来证实自己的理论，以及提供了电解质的电离值计算方法，因而从定性假说向准确的定量理论迈进了一步。

此后不久，阿伦尼乌斯和能斯特便到格拉茨去，在波尔兹曼那里继续工作。波尔兹曼是奥地利物理学家，气体动力理论（“波尔兹曼常数”）、统计物理和热力学方面的一些巨著的作者；积极反对奥斯特瓦尔德和马赫主义的唯心主义的“唯能论”。

四、电离理论三同盟

阿伦尼乌斯同范霍夫进行频繁的通信，这两位科学家感到需要会面，以便交换意见并共同进行研究。电离理论还需要有人支持，目前还只是少数人懂得和真正重视它，还需要有新的事实、新的理论研究。

1888年初，阿伦尼乌斯动身到阿姆斯特丹去。出发之前，他先到吉尔同马科斯·普朗克——一位最早采纳他的理论的人——会面。普朗克是德国卓越的物理学家，他对黑体辐射中能量分布方面的研究（“普朗克定律”，1900年）奠定了量子物理学发展的基础，他确立了“普朗克常数”，进行过统计物理学和相对论方面的研究工作，他对马赫主义进行了批判，1918年，普朗克获得诺贝尔物理学奖金。

当时阿伦尼乌斯与普朗克谈话所涉及的主要是运用古德堡和瓦格质量作用定律于电离平衡的问题。普朗克已经进行过几次实验，他惊异地指出：古德堡和瓦格定律不适用于强电解质。

阿伦尼乌斯到达阿姆斯特丹时，范霍夫就用问题来欢迎他：

“质量作用定律不适用于强电解质，您知道吗？”

“我和普朗克已经谈过这种现象。”阿伦尼乌斯答道。

“那就又产生一个问题：在这种情况下，谈论电离作用和平衡的确定难道还有什么意义吗？”

“您想错了”！阿伦尼乌斯激动地说。“强电解质稀释时离子浓度增加不大，而弱电解质稀释时溶液中的离子浓度却增加到15—20倍。弱电解质是最好的研究对象，正是要用它来检验质量作用定律”。

范霍夫沉默了一会儿，然后对他的助手说道：“好吧，莱赫尔，把盐溶液暂时放下。现在我们要用有机酸进行检验，它们都是弱电解质。”

莱赫尔最初用醋酸进行的测量表明，质量作用定律仍然有效，而且与稀释无关，平衡常数的值并不改变。这一点使这两位研究家有了信心，于是他们兴致勃勃地继续工作。阿伦尼乌斯进行了一系列与电解质溶液冰点降低有

关的测定，来计算范霍夫的系数，然后计算电离度。根据这些资料就能够找出莱赫尔用实验方法测定的电离常数。

不久，威廉·奥斯特瓦尔德发表了一篇短文，报导他在把质量作用定律运用于弱电解质时成功地推论出一种简单的关系，他把它叫做稀释定律。范霍夫和莱赫尔在对他们的测量结果整理之后也得出这种关系。

“这是您的理论正确性的不容置疑的证明”。范霍夫向这位瑞典科学家祝贺。

过了一段时间之后，阿伦尼乌斯结束了他计划做的实验就到莱比锡去了。他想再次会见他的老朋友奥斯特瓦尔德。现在，奥斯特瓦尔德领导莱比锡物理化学研究所，并在他的实验室进行某些测量。

物理化学研究所坐落在一个老式建筑物内，从前这里是农学研究所。房子很狭窄，又不适用，但是，研究所内却沸腾着紧张的科学研究工作。在奥斯特瓦尔德的领导下，这里有许多年轻的积极分子在搞研究工作。他们对新兴科学——物理化学做出了自己的贡献。后来又获得了世界声誉。瓦尔特·能斯特创立了电池渗透理论的原理；恩斯特·贝克曼制造出测量物质分子量的仪器（他制造的特殊温度计——贝克曼温度计，今天在物理化学实验室还广泛地应用着）；乔治·布雪迪格（德国科学家，苏黎世和卡尔斯鲁厄高等工业学校教授，对离子迁移率同溶液其他性质的相互联系进行了细致的研究，确定了胶体铂和其他胶体金属“无机酶”的制取方法，研究过催化现象、催化剂的结构、绝热反应、液态晶体）测定了有机酸的电离常数。

在莱比锡，阿伦尼乌斯进行的新的实验丰富了电离理论。这些实验中最重要的是测量电离时的热效应。阿伦尼乌斯在查明温度对于各种电解质溶液导电性改变的影响后，计算了它的电离热效应。另一方面，理论也预见到，浓酸和浓碱的中和热应该是常数，与起反应的酸和碱的性质无关。因为，中和过程仅在氢离子和氢氧根离子之间进行，实际上与溶液中的其它离子无关。实验确证了这个假设。在一切场合下，中和热等于 13800 卡。

在研究温度对糖的转化影响时，阿伦尼乌斯第一次谈到化学反应的活化能。在对试验结果进行理论概括的过程中，他推导出了平衡常数与这一反应的活化能及温度的方程式。今天，这个方程式叫做阿伦尼乌斯方程式，而且是物理化学的基本原理之一。

1888 年夏季学期结束了，奥斯特瓦尔德的助手们都分散休假去了。阿伦尼乌斯也回国了。他爱瑞典，并渴望有朝一日能永远留在那里。但是，瑞典科学家们仍然不承认自己的同胞所做出的贡献。只有艾伦德老教授为他心爱的学生的归来而高兴。他和阿伦尼乌斯谈了近来他所反复思考的问题。

“需要对闪电、大气电的形成过程给以正确的解释。地球是个磁体，它又在转动。而当磁体转动时，围绕着它的磁力线就产生电流。您懂得我的意思吗？”

“完全懂得。但是，不能把地球大气看成导体”。

这次谈话带来的影响是，阿伦尼乌斯的思考逐渐集中到新的问题上来了。艾伦德教授的想法不对，应该在其他方面找原因！

阿伦尼乌斯记起了他在科尔劳什和波尔兹曼那里所进行的对气体的实验。

“无疑，原因在于太阳！从太阳发射到地球来的紫外线，使大气离子化，于是就形成电荷。”阿伦尼乌斯在一篇论文中阐述了自己的观点，并把这篇

文章交给教授，请他推荐发表。但是，艾伦德却认为阿伦尼乌斯的见解是对他这位功勋科学家的攻击，拒绝推荐。于是，斯万特便把论文寄往德国。几乎同时，柏林的气象学家贝左尔德也提出了相同的理论。这是对大气电性质的解释。也就是今天人所共知的贝左尔德——阿伦尼乌斯理论。

在这篇论文发表之前不久，艾伦德教授逝世了。他在斯德哥尔摩大学的位置空缺了，阿伦尼乌斯希望能得到这个职位。

又是一次失望！祖国仍然不想接纳和承认他。于是，阿伦尼乌斯决定到莱比锡去。德国成为他的第二故乡了。他在那里获得了公认，取得了他的一项最大的成就。在德国，阿伦尼乌斯在奥斯特瓦尔德那里继续研究电解理论，奥斯特瓦尔德给自己的朋友搞到了一个助教的临时位置。

可是他的心却一直向往着北方，向往着祖国。所以，到了学年结束时，他就又匆匆地返回乌普萨拉来了。克莱夫教授不同意接受他任助教，但是，生理学家汉马尔斯却很赏识他。尽管这个位置对这位年轻的科学家不合适，但是他还是接受了。只要是在亲爱的家乡乌普萨拉工作，阿伦尼乌斯是一切都会同意的！

奥斯特瓦尔德不赞成他的同行的举动，他认为阿伦尼乌斯是应该得到更多更大的荣誉的科学家，作为老朋友，他便尽力给他以帮助。1891年，根据奥斯特瓦尔德的推荐，阿伦尼乌斯收到担任基森大学物理化学教授的聘请。直到这时，斯万特才得到他的祖国的重视，并尽力挽留他。斯德哥尔摩大学校长提议请阿伦尼乌斯担任物理学副教授，这一职位在不久的将来可能升为教授。这一建议使阿伦尼乌斯高兴得立即给奥斯特瓦尔德写了一封信：

“1893年3月13日。

从昨天起，我沉醉在无比的欢乐之中。我想，我从来也没有过比这更幸福的日子。对于你为了使我获得一生中的成功而做的一切，我应该感谢您。由于您，我成为乌普萨拉的副教授。由于你，我被聘请到基森去，这就使我能够得到一个真正的尽管是并不显赫的职位。……我感到自己无能，我无法报答你为我所做的一切”。

五、终于得到祖国的承认

现在，他可以开展更广泛的研究工作了。在他的领导下工作的有大学生、准备论文的应届毕业生、助教、助手。翌年，第一批外国科学家就来见习了。这一点，没有奥斯特瓦尔德的帮助显然是不可能的，是他建议年轻的科学家们到斯德哥尔摩去向阿伦尼乌斯学习。第一批中有一个人名叫布雷迪格，斯万特在莱比锡同他相识。后来，波兰人波什科夫斯基、德国人维特等也相继来学习。

他们研究的问题很多，范围也广。其中有：电毛细管现象、阴极极化、金属在酸中的腐蚀……这些研究资料阿伦尼乌斯都汇编在《电化学教科书》中。

在他的助教中特别出众的是索菲亚·冯·鲁德贝克。她不仅是出色的助手，而且还是令人感兴趣的交谈者。阿伦尼乌斯时常和她长时间地交谈。有时，索菲亚的父亲也来看望斯万特，他是斯万特父亲的老朋友。他怀着一个秘密的心愿，希望斯万特和他女儿的友谊的结果是结婚。老鲁德贝克的愿望实现了。1894年，这对年轻人结婚了，次年他们生了儿子奥拉夫。……但是，

婚后生活并不美满。看法上的不同有时候也还能弥合，但是，要改变自己的性格和习惯，……则两人都无能为力。斯万特爱好自由、交游广泛、不拘小节，而索菲亚则严肃而不妥协。家庭生活没有建立起来。所以，儿子出生之后不久，他们就决定离婚了。

1895年，给阿伦尼乌斯带来了许多烦恼，同时，也带来了许多欢乐。同儿子分手使他痛苦，使他更受折磨的是，他的反对者为了阻挠他获得物理学教授职位而制造的关于离婚的流言蜚语。但是，仇人的一切诬陷都是徒劳的。阿伦尼乌斯第一次获得国际上的承认：德国电化学学会选举他为名誉会员。

同行们的冷淡态度逐渐消失了。1896年，阿伦尼乌斯成为斯德哥尔摩大学的校长！

阿伦尼乌斯同气象学家厄尔斯·艾科姆结下了亲密的友谊。他提醒斯万特注意地球物理学某些问题。地球表面温度的变化仍然不能解释，因此，冰期和暖期的周期交替也就找不到令人满意的说明。

“艾科姆，从太阳辐射的各种能中寻找原因是不对的。说明就在这里，在地球上”。阿伦尼乌斯肯定地说道。

“如果温度变化的原因是在地球上，那么，它大概是在大气方面。路易治·德·马尔奇是用大气中所含水分的不同数量来说明温度的变化。但，这是十分令人怀疑的。”

“云的数量的确能够使温度受到影响，但不起作用。”阿伦尼乌斯表示同意。

他们俩沉默了一会儿，后来，阿伦尼乌斯忽然兴奋起来，说道：“除了水以外，大气中还有其他成份。为什么不去设想二氧化碳的温度变化的原因呢？因为，温度的变化并不仅是与地球表面获得的热量增减有关，而且也与辐射热数量上的变化有关。二氧化碳在红外区强烈地吸收着热射线。于是，地面的温度就升高。二氧化碳的含量大时，植物就迅速地生长。经过一定时期，由于植物数量的增加，大气中的二氧化碳减少了，地球表面的热辐射就增加了，于是地面的温度就下降了”。

阿伦尼乌斯在他的一篇论文中阐述了自己的观点，并就碳酸气吸收热的能力进行了一系列定量测定的实验。他的假说，既有拥护者，也有反对者，总之，这个假说已成为热烈争论的课题了。

阿伦尼乌斯的几个助手也研究地球物理学和气象学的问题。其中之一是斯特林堡。他是那么酷爱气象学，以致当地获悉安德烈准备乘坐气球飞越北极时，立即争取到同意，带他去参加这次考察。由斯匹茨堡起飞越过北极到达西伯利亚。这样的考察可以取得丰富的实际材料，根据这些材料将会解决许多气象问题。

“我也参加飞行。”阿伦尼乌斯下了决心。

长期的准备开始了。需要特殊的服装、仪器，任何东西也不能漏掉。

根据协议，人们都提前来到斯匹茨堡。那里，预报天气良好，但到时却是狂风怒吼。等了两个星期，风向并没有改变。

“应该推迟飞行。”阿伦尼乌斯提出建议。“即使风向改变，在这种情况下飞行也无异于自杀行动，暴风时期很快就会到来。”

“我觉得，暴风时期已经开始，并且今年要比往常开始得早。”斯特林堡补充说道。

“现在该怎么办？难道回去？”

“我们没有别的选择。”斯特林堡无奈地说道。

“我找到了出路。能够设想让这么多的劳动和准备都付诸东流吗？我建议乘轮船到北方去。不用气球，我们用轮船吧！”阿伦尼乌斯兴奋地说道。

专为向北纬度地带航行而装备的“维尔哥”号轮船开到斯匹茨堡来了。但是，它的这次航行却注定不能实现。不停的暴风、流动的冰块，使得向北方前进已不可能，最后，“维尔哥”号折回来，取道向南——驶向祖国的海岸。

地球物理学和气象学的研究并没有妨碍阿伦尼乌斯对电解质继续进行研究工作。相反，这方面的研究范围扩大了。尚未解决的是强电解质问题，它的溶液，即使是在大大稀释了的情况下，弱电解质的定律对它也不适用。阿伦尼乌斯没能利用这个重要的考察来扩展电离理论的范围，并把这一理论应用于强电解质。强电解质理论是在后来，过了很久以后，才由德拜和休克尔创立的。

德拜是德国卓越的物理学家和物理化学家，出生于荷兰，自1940年直至生命终结都是住在美国。主要研究固体量子理论（“德拜温度”），发现了“德拜定律”，奠定了电解质偶极理论（1912年），制定了观察X射线干涉的理论和方法（“德拜——舍勒尔法”，1910年），研究过溶液中分子的偶极矩（偶极矩测量单位——德拜）；1923年（和休克尔一起）制定了强电解质理论，1926年拉尔斯·昂扎格尔又对这一理论加以补充；最近几年研究过聚合物的结构。自1924年起是苏联科学院外国通讯院士。1936年，由于他“发现偶极矩，X射线衍射和气体中的电子而在分子结构有关的科学方面的贡献”获得诺贝尔化学奖金。休克尔是德国物理化学家，德国著名的有机化学家瓦尔特·休克尔的弟弟，溶液理论专家，1923年（和德拜一起）制定了强电解质理论。

热爱祖国的斯万特·阿伦尼乌斯在祖国的经济发展上做出了不少贡献。他作为一名卓越的物理学家，受聘参加研究国内水利资源和利用表明，瑞典也能吸引这个经验。委员会的成员参观了瑞士和意大利的大型发电站。阿伦尼乌斯在总结报告中提出了许多重要措施，后来这些措施都逐步得到了实现：瑞典到处布满了发电站网。

阿伦尼乌斯对瑞典经济发展所做的努力和贡献终于为他的同胞所认可。1898年，在纪念贝采利乌斯逝世50周年大会上，克莱夫教授发表了长篇演说，其中特别谈到：“贝采利乌斯逝世后，从他手中落下的旗帜，今天，又被瑞典另一位卓越的科学家阿伦尼乌斯举起”。克莱夫用这几句话强调说明，今后，他是阿伦尼乌斯的拥护者，并且完全承认他的电离理论。不久，他提议选举阿伦尼乌斯为瑞典科学院院士，但是，这位科学家拒绝了，因为推选他为化学部院士，而阿伦尼乌斯却想保留物理学教授的职位。后来，在1901年，他当选为瑞典科学院物理学部院士。

尽管如此，阿伦尼乌斯的最重要的科研成果与化学有关的毕竟要比与物理有关的多。1903年，这位科学家获得了崇高奖赏——诺贝尔化学奖金，具体反映了科学界对这位科学家的认可。迄今为止，这种奖金仅授予过两个化学家：范霍夫和艾密尔·费舍。阿伦尼乌斯是获得这种崇高荣誉的第一个瑞典科学家！这不仅是这位科学家个人的辉煌成就，而且也是整个国家的荣誉。各大学和学术团体纷纷举行报告会介绍阿伦尼乌斯的科学成就，他的肖像张挂在最引人注目的地方。1903年，阿伦尼乌斯当选为彼得堡科学院通讯院

士，1925年，当选为苏联科学院名誉院士。瑞典为有这个伟大的儿子而感到自豪。

这时，阿伦尼乌斯的兴趣却已转向毒物学问题。他很早就曾接触过这些问题，尽管了解得很肤浅，其中包括同他的朋友生理学教授琼斯·约翰逊就这个问题所进行的多次有趣的交谈。阿伦尼乌斯对毒物的性质、毒物对机体的作用，以及发现和消除毒物的方法进行研究。

曾在哥本哈根毒物研究所工作过的托尔瓦德·马德逊到他这儿来见习以后，更引起了他的兴趣。马德逊到斯德哥尔摩来是为了进行一系列溶液方面的实验和了解准确的测量方法。他向阿伦尼乌斯讲述了保尔·艾利希关于毒素和抗毒素的理论。艾利希是德国优秀医师、细菌学家、病理解剖学家、内科医师、生物学家和生物化学家，自1899年起即在莱茵河畔法兰克福的实验内科研究所工作（1903年起任所长），研究过血液结构和功能，由于在免疫性方面的研究工作，1908年（与伊·伊·梅奇尼科夫一起）获得诺贝尔生理学和医学奖金；提出了用含钾有机化合物治疗螺旋体病的方法，制造了杀伐散制剂（即“606”，1907年），研究过恶性肿瘤。

对艾利希的毒物理论，阿伦尼乌斯持怀疑态度，决定进行一系列实验，证明自己的观点的正确。阿伦尼乌斯的部分实验工作是和马德逊在哥本哈根一同进行的。在这里，在新成立的毒物学研究所开所典礼上，阿伦尼乌斯会见了艾利希。当这位瑞典科学家还不知道他的实验将从何处入手时，艾利希便邀请他到莱茵河畔法兰克福自己的实验室中去进行某些实验。

阿伦尼乌斯应邀前往。1903年的大部分时间和1904年年初都呆在那里。但是，很快就表明，阿伦尼乌斯的看法同艾利希的理论是矛盾的。1904年5月24日，这两位科学家之间发生了激烈的辩论，能斯特发言支持艾利希，会议气氛十分紧张，辩论毫无结果。

阿伦尼乌斯回到斯德哥尔摩后，就着手搜集和整理毒物学方面的材料，后来，在《免疫化学教科书》中，他阐述了这些材料。在琼斯·约翰逊教授的家中常常谈论这本书，因为教授是阿伦尼乌斯的朋友，更主要的是，教授和他是志同道合者。

玛雅·约翰逊是在不久前才认识她哥哥的友人的，阿伦尼乌斯立即吸引了她。玛雅也和琼斯一样，在同这个乐观的、精力充沛和富有魅力的人相对时，感到轻松而自如。斯万特也毫不隐讳他对这位姑娘的明显好感。不久，阿伦尼乌斯和玛雅·约翰逊决定把他们的命运连结在一起。

1905年3月末订了婚，婚礼定于秋季举行。夏季将发生日蚀，只有在西班牙才能进行充分的观察。阿伦尼乌斯不能放过这一特殊的时机，斯万特很早就对日蚀感兴趣，而且就此发表过许多学术论文。他希望能日蚀时观察日冕。四年前，当他第一次到美国旅行时，曾在里克天文台研究过日冕。进行的计算取得了意外的结果：日冕的总量不超过50000吨。

“这大约是一艘横渡大西洋的大轮船的重量！”阿伦尼乌斯惊奇地说道。

鉴于日冕的幅度很宽，这位科学家推断它顶多也不过是由带强电荷的气体所组成。阿伦尼乌斯想在这次日蚀中验证一下自己的假说，值得一提的是，阿伦尼乌斯在天体演化理论方面着重研究了光压、黄道光、日冕、北极光。尽管这一切看法都已过时，但是，阿伦尼乌斯关于由氢原子合成氦原子是太阳和星球能量无尽源泉的预言却完全得到了证实。

阿伦尼乌斯想在这次日蚀中验证一下自己的假说。阿伦尼乌斯随同著名

的天文学家康贝尔领导的考察队出发了。幸运的是，阿拉负地区万里无云，顺利地进行了计划中的一切考察，取得了可靠的观察材料。

秋天，阿伦尼乌斯和玛雅·约翰逊办了喜事，这对新婚夫妇住在贝格斯汉坦街 18 号一套有三个房间的寓所里。这座建筑物的底层是不久前才创办的诺贝尔研究所，阿伦尼乌斯被任命为研究所的领导。

现在，他可以更多地研究科学问题了，尽管他又担负了新任务：需要为创建研究所新楼制定计划，还需要花费许多时间参加诺贝尔奖金委员会的会议。

诺贝尔研究所新楼是 1908 年在极短的时间内修建起来的。它坐落在科学院和林学院之间风景优美的山丘上。这个外型朴素的建筑物为开展科学研究提供了极好的条件。它的中央部分是图书馆的宽敞大厅，两翼是实验室。阅览厅和阿伦尼乌斯的寓所相连。

翌年，研究所正式开办，包括威廉·奥斯特瓦尔德在内的 1909 年诺贝尔奖金获得者，都出席了开所典礼。除了开所典礼和招待会以外，在阿伦尼乌斯的寓所中还举行了庆祝会。

欧洲许多国家的科学家都来了。他们到这里来不仅是为了参加诺贝尔奖金授奖仪式，同时，也是来同这位著名的科学家——对于许多人来说他仍是原来的那个斯万特——交流思想的。置身在友人中间，阿伦尼乌斯毫不掩饰自己的欢欣和满意。他的确有一些值得高兴的事：新的研究所、新的宽敞的住宅——从这时起，它的大门将永远为这位科学家的许多友人好客地敞开着；还有，儿子斯文诞生了。

现在，阿伦尼乌斯的兴趣已由实验工作转移到写作和理论研究，这也许是由于他多次应外国学术团体的邀请到国外去旅行，使实验工作中断的缘故，但是，这却为他腾出时间来从事理论研究了。

无论是哪一个大会、庆祝会或纪念会都邀请阿伦尼乌斯这位最著名的科学家参加。他到处都有朋友。在各地，人们不仅尊敬地欢迎这位卓越的科学家，而且愉快地、热情地欢迎这个乐观开朗的人。

阿伦尼乌斯在生命的最后几年中，花了更多的时间来总结自己观察所得的资料。在地理和气象方面，他积累的研究资料特别丰富。从诺贝尔研究所建立之日起，每天他都抽出时间来系统整理这些研究成果和进行理论上的概括。

他的著作《世界的起源》极为流行，这本书写得充满了幻想和科学事实，极为吸引人。它不仅仅是吸引了专家们的注意，几年的时间内，这本书就被译为多种文字。阿伦尼乌斯的名字，并不亚于维尔纳和马因·利德。新版本一版接一版地出现，每一次新版都需要付出劳动和时间。阿伦尼乌斯常常改写个别章节，进行加工、补充和修改。他按规定黎明起床，从四点到八点写作和校稿；早饭后开始无尽无休的各种会议。阿伦尼乌斯是科学院院士、诺贝尔奖金委员会主席，他有责任参加几乎所有的正式会议。

此外，他还是约列堡纤维素造纸厂厂部学术委员会的主席。纤维素造纸厂怎么也搞不好纤维素的生产。原因在于，破碎木材的过程是盲目进行的，是手工艺匠人照料的，尽管很忙，阿伦尼乌斯还是挤出时间深入而又全面地研究了加工木材成为纤维素的机遇，并做出了对实践极有价值的结论。

过度的劳累不能不对这位科学家的健康产生影响。医生经过诊断，断定阿伦尼乌斯的身体极端虚弱，需要长期治疗，静养，并建议他不要再继续进

行研究。

但是，他并不在意，仍然拼命工作。到处参加会议，到许多地方旅行，修改《世界的起源》一书的第二卷。

终于，在 1927 年 9 月 1 日，阿伦尼乌斯的病更剧烈地复发了，他被迫住进医院，生前的好友都来探望他，希望他恢复往昔的健康，还有许多慕名而来的年轻人也来到医院，有的与他探讨科学研究，有的来感受他的科研精神，也有的专门为他送来医疗秘方，但病魔仍未放过他，1927 年 10 月 2 日，他离开人世。

六、主要理论贡献

在阿伦尼乌斯毕生的科学研究生涯中，最重要的贡献当首推电离理论的创建。

关于电解质在溶液中能产生电离的观念，并不是阿伦尼乌斯首先提出的。1805 年，德国化学家格罗特斯 (Grotthuss) 在解释水的电解反应的机理时指出：在电流作用下，水分子变为带负电荷的氧原子和带正电荷的氢原子，带负电荷的氧原子与正极接触，电荷被中和，变成氧化物析出；带正电荷的氢原子与负极接触，生成氢气。

1834 年，英国物理学家法拉第 (Faraday) 在论文“关于电的实验研究”中的提法更为明确，他认为在电解过程中，溶液中的电流是由带电荷的分解产物传输的，他把电解前未分解的物质叫做电解质，传输电流的分解产物叫做离子。带正电荷并向阴极移动的离子称为阳离子；带负电荷并向阳极移动的离子称为阴离子。

格罗特斯和法拉第的观点可用一句话来表述：“离子是在电流的作用下产生的。”当时的科学界把这种观点视为金科玉律。

1857 年，克劳修斯指出格罗特斯的观点并不正确，因为假如真是这样的话，则在电解时就会有一部分电流被用来分解电解质，欧姆定律对溶液将不再适用，但实验并未证明这一点。克劳修斯是一位数学家，他对化学并不熟悉，只是在研究盐溶液的电导时，才提出电解质离解的看法。他和威廉森 (Williamson) 认为电解质的分子与形成它的原子都处于动态平衡之中，分子之间不断地进行了原子交换，因为分子的离解和原子的化合永远在连续不断地进行。但是他们又认为这些离解出来的原子只能存在于很短的时间里，且克劳修斯只相信电解质有极小的离解，这种现象也并非一种普遍情况。这样一来，他们结论的意义就大大地削弱了。

在这些科学家里，法国化学家 F.M. 拉乌尔 (Raoult) 的工作也许是最出色的。1882 年，拉乌尔发表了凝固点降低的研究报告，他指出：在 100 克水中溶解了 W 克的分子量为 M 的有机化合物，测得溶液的凝固点降低值 T。

$T=KW/M$ 。对于绝大多数的有机化合物来说， $K=18.5$ 。但对于强酸与强碱化合生成的盐，其水溶液的 K 值约等于 37，大约是有机物水溶液的 K 值的两倍。他指出：盐溶液的凝固点降低值比同克分子浓度的有机物溶液高，似乎可以解释为酸、碱、盐溶液中的溶质分子数比同克分子浓度的有机物溶液多。拉乌尔还注意到，盐类水溶液表现出来的渗透压比范霍夫的理论计算值高，所以他认为溶液中的盐类可能像气体的离解一样，也有某种程度的离解。显然，拉乌尔的观点已经比较接近阿伦尼乌斯即将创立的电离理论了。

尽管如此，这些电离理论的先驱者并未明确地提出电解质在溶液中自动电离的结论，他们的看法也缺乏令人信服的实验根据，他们的结论中也没有定量的表述。所以这些先驱者的看法难以对抗根深蒂固的旧观念，以致法拉第的观点仍然在科学界占统治地位。

真正敢于并以无可辩驳的实验事实向旧观念提出挑战的则是阿伦尼乌斯。这位生长在北欧的年轻人认识到：“在瑞典，人们想要尝试利用许许多多瀑布，而对瀑布的最好的利用，则是用它的力来获得电，然后再转变为化学能。因此，瑞典人对电化学相当感兴趣。”这种认识也促进了阿伦尼乌斯去研究溶液的电导问题。

虽然关于电导的研究工作是很多的，但是前人的研究对象只限于浓溶液，例如楞次和柯尔劳希的研究工作用的只是一般的稀溶液。阿伦尼乌斯的特色就在于他所研究的是极稀电解质溶液的电导率，当溶液的浓度达到极稀时，浓溶液的某些性质消失了，又出现了一些新的现象，这就使阿伦尼乌斯很容易去发现一些新的规律。

他认为：所以产生这些新规律的原因很简单，应该相信克劳修斯和拉乌尔的观点，在高度稀释的溶液里，电解质分子离散解的现象更加明显和突出。研究极稀溶液的电导乃是阿伦尼乌斯获得成功的关键，连他自己也说过：“我的一大幸运乃是研究了极稀溶液的电导。”

阿伦尼乌斯研究的是溶液的电学性质，但是他想到必须将电导率与化学性质联系起来，并用化学的观点来阐明自己所发现的新规律。他回顾了法国化学家贝托雷（Berthollet）关于电化学的研究。贝托雷指出：导电最好的酸是强酸，强酸能够置换导电能力很差的弱酸，在很多情况下，不同酸的电导率能相差一百万倍之多。

阿伦尼乌斯又注意到，所有的酸在与同一种碱中和时，应该产生同量的中和热，当酸和碱都是1当量时，中和热是13500卡，但是这一点只对强酸和强碱的中和反应才是适用的，如果用弱酸，中和热的值就会有一点偏差。他认为，产生上述现象的原因是由于强酸和弱酸的活化（即离解）程度不同。他在研究铁氯化钾的反应性时发现，虽然亚铁氰化钾中含有钾、铁和氰，但是只能发生钾的反应和亚铁氰酸根的反应，而不能发生铁的反应和氰的反应。他在解释这一现象时，认为在亚铁氰化钾这种盐溶液中，只存在钾离子和亚铁氰酸根离子，而不存在着铁离子和氰根离子。由于他得出结论：“如果两种电解质相互作用时，只能是离子在相互作用，除此之外，再也不会发生其他反应。”

1883年5月17日，阿伦尼乌斯彻夜未眠，他的电离理论终于构思成功，其中重要的一点是，在高度稀释的溶液中盐类接近全部电离。通过实验，他做出如下结论：在许多场合下，极稀盐溶液的比电导与溶液浓度成正比；两种或两种以上相同浓度的盐类稀溶液的电导率常常等于每一种盐溶液电导率的加和；电解质溶液的电导随着粘度的升高而增大，介电常数则降低；离子的组成愈复杂，电解质溶液的电导愈大。

正如前文所说，他假设溶解于水的电解质分子，部分是活化的，部分是未活化的，例如酸、碱的水溶液就由三部分组成：第一部分是水；第二部分是活化的分子；第三部分是未活化的分子，这三部分处在化学平衡之中。当溶液稀释时，活化分子增加了，未活化的分子减少了。然后，他将这种假设扩展到其他可溶性的电解质——盐，并对电解质的活度系数（相当于现代术

语“电离度”)下了定义：“活度系数是电解质溶液中实际存在的活化分子数与当电解质完全变成活化分子时所存在的活化分子数之比。”他认为，酸和碱的活度系数愈大，它们的强度愈大；在弱酸盐溶液中，强酸可以置换弱酸；在复分解反应中，强酸和弱酸的中和反应最完全，弱酸与弱碱的中和反应则不完全；每一种溶于水的盐都部分变成酸和碱，酸碱越弱，水越多，水解产物的量愈大。

最后是论文的精华：“现在的研究表明，可以设想溶液中的电解质存在着两种形式：一种是活化的；一种是未活化的。在相同外界条件下（温度和溶液的稀释程度）下，活化部分的量是固定的。活化部分导电，是真正的电解质，未活化的部分则不是。”

电离理论的发表对于解释拉乌尔关于电解质溶液的凝固点降低值远大于同浓度的非电解质溶液；柯尔劳希关于盐溶液的当量电导等于阳离子和阴离子的离子浓度的加和；以及希托夫(Hittorf)关于离子迁移速度的研究起了积极的作用。但是由于“没有电流的作用，溶液中不存在带相反电荷的离子”这一概念很难被说服，电离理论也像其他许多科学上的伟大发现一样，在它诞生的第一天起，就不为多数科学家理解和接受，甚至还受到无理的攻击和非难。

阿伦尼乌斯构思出电离理论后，去告诉他的导师克莱夫，受到克莱夫的非难，以及在克莱夫影响下的大多数化学家的攻击，直到1887年以后，电离理论才开始被普遍接受。当阿伦尼乌斯因此获得诺贝尔化学奖时，这时克莱夫才向他表白当时为何极力反对电离理论。原来，在19世纪，克莱夫和其他许多化学家一样，他们亲眼看到许多杰出的理论像出现在天空的陨星一样，只放出短暂的光芒，最后都遭到殒灭的命运。这就使他们对各种新的理论持怀疑态度，认为这些理论几乎都是错误的，过不多久，它们都将销声匿迹。就连门捷列夫也说过：“电离学说不过是一种奇谈怪论，不值一提。它和燃素学说一样，肯定会破产的”。可见科学研究过程中的新发现、新发明被人们接受是不容易。

阿伦尼乌斯对于化学理论的另一重要贡献是提出“活化热”概念，现在称之为“活化能”。1889年，他提出了活化分子理论来解释温度升高对气体反应的反应速度的影响。他观察到温度每升高1℃，反应速度增加10—15%。他认为，不能用一般的概念，即用温度升高对反应物分子的运动速度、碰撞频率、浓度和反应体系的粘度所产生的影响，来解释反应速度的温度系数会有这么高。他设想在反应体系中存在着一种不同于一般反应物分子的活化分子，这些活化分子具有比平均能量要高的能量，它们对反应更为敏感，所以在一个反应体系中，只有活化分子才能发生反应。阿伦尼乌斯称这一能量为活化热，它是现代物理化学中的一个极其重要的概念。

阿伦尼乌斯的研究并不局限于很狭窄的学科范围，在他的后半生，他的兴趣开始转向其他科学领域，特别是天文学、气象学和生物学。其中比较重要的是1896年发表的论文《大气中的二氧化碳对地球温度的影响》。该文指出，二氧化碳能吸收从地球表面辐射出来的红外线，而大气中的二氧化碳的含量是可以改变的。在火山活动的频繁时期，大气中的二氧化碳含量增高了，因此地球的温度也相应地升高了，从而解释了地球上气候变化的原因之一。这一理论流传至今。

1903年，阿伦尼乌斯出版了《天体物理学教科书》，这是第一部有关这

一科学领域的教科书，阐述了光的压力对天体的效应。他认为，在光的压力影响之下的宇宙间带电微粒是宇宙和大气中发生多数现象的原因。比如日冕是由离太阳表面某种距离的最小尘埃造成的；彗星的尾部是由烃尘构成的；当这些带电微粒到达地球，受到地球磁场的影响而向地球两极运动，它们聚集在两极大气的上层，在两极形成负电集团，在一定的电压下放电，并伴随产生荧光，从而形成北极光。1905年，阿伦尼乌斯把光压概念应用到解释生命的起源问题上，假定地球上的孢子都是被光压从星际空间中传递来的，以后就逐渐进化产生生命。

另外，阿伦尼乌斯对太阳热辐射的来源以及毒物学都有研究。

瑞典曾经培育出许多杰出的化学家，但公认的、最值得称颂的两位化学大师当推贝采里乌斯和阿伦尼乌斯，后者提出的电离理论的基本观点在20世纪仍然是经典的。直到今天，每年仍然有众多的化学家在大学甚至中学里详细介绍它，几乎每一本普通化学和物理化学教科书都在一遍一遍地阐述电离理论的观点、应用及其新发展。这就是阿伦尼乌斯对整个人类留下的宝贵财富，值得人们去纪念他。

一生著作及获得奖励

- 1884年《电解质的电导率研究》
- 1887年《论水溶液中物质的电离》
- 1901年 首届诺贝尔物理奖的候选人
- 1902年《电化学教科书》
- 1902年 英国皇家学会授予戴维奖章
- 1902年 诺贝尔化学奖的候选人
- 1903年《宇宙物理学教科书》
- 1904年《电解质的化学理论》
- 1907年《化学原理》
- 1907年《免疫化学教科书》
- 1908年《世界的起源》
- 1909年《宇宙的生命》
- 1911年 美国化学学会授予威拉德·吉布斯奖章
- 1911年 美国科学院授予名誉院士
- 1912年 英国皇家学会选为海外会员
- 1915年《生物化学中的定量定律》
- 1915年《溶液理论》
- 1925年《现代生活中的化学》

