

中外科学家发明家丛书

肖莱马



55

M

中国国际广播出版社

47.655
53B-7 XLM

中外科学家发明家丛书

肖莱马

李朋 编著

目 录

一、肖莱马的生平	(1)
二、在化学领域内的实践	(9)
三、杰出的有机化学理论家	(19)
四、科学著作 留名青史	(33)
附一：肖莱马科学专著目录	(43)
附二：肖莱马生平事迹年表	(44)

一、肖莱马的生平

在德国西南部的黑森州，有一座重要的工业城市——达姆斯塔德市。1834年9月30日，近代有机化学的奠基人之一——卡尔·肖莱马就诞生在这座城市里。

美丽的莱因河与它的支流美因河流经黑森州，给黑森州带来了滔滔的水流与秀丽的景色。州内美因河畔的不少城市，比如：法兰克福、卡塞尔、威斯巴登与达姆斯塔德等，都是德国著名的工业城市，盛产钢铁、煤炭以及化工产品。达姆斯塔德是当时黑森州的首府，离此地几十公里的法兰克福与路德维希港，是德国最大的两个化学工业中心。

肖莱马的父亲约翰逊·肖莱马，是达姆斯塔德城的一位木匠，母亲罗斯是一位勤劳而纯朴的家庭妇女。他们两个人先后生育了9个子女，其中卡尔·肖莱马是老大，这一大家子的生活都要靠父亲的辛勤劳动去维持，由于人口多，所以日子过得很艰苦。父母亲都没有什么文化，因此他们明白有文化的重要性，平时节衣缩食积攒了一点钱，陆续地送孩子们上学。卡尔在自己家附近的一所小学读书，小小的他深知父母的心愿，他努力地学习、读书，成绩总是在班里名列前茅。而一放学，他就急急忙忙地赶回家中，帮母亲干家务活；照料弟弟妹妹们，他把白天在学校发生的各种各样的事

情编成小故事或笑话，讲给弟妹们听，弟妹们聚精会神地听连眼也不眨，有时又不禁“咯咯”地大笑。但他的作业呢——早已经在学校做完了。

小学毕业后，12岁的卡尔进入了本城的实科初级中学读书。随着年龄的增长，他更加懂事了，学习也更刻苦了；只要家里没有太多的事，他的时间准是用在了学习上，所以他连年是优等生。在领悟了老师所教内容以后，他常常会想到下一部分的内容，看书看不懂的内容他就去问老师，有些问题的提出，往往会超出他所学的范围；但老师非常喜欢这个勤学好问的学生，因此卡尔的问题每次都会得到满意的答案。

在学好各门功课的同时，肖莱马还非常关心那些学习上吃力的同学。他自己学习成绩很好，但从来没有看不起那些学习上不如他的同学，他常与这些同学在一起学习、游戏，无论谁遇到了问题，他都会耐心、细致地给予讲解。一遍不懂就再讲一遍，直到同学的问题完全弄明白为止。学习优秀、对同学无私帮助，使肖莱马在同学们中间有很高的声望；老师们也都很喜欢这个品学兼优的好学生。

日子过得飞快，转眼4年过去了，肖莱马16岁时，从初级中学毕业了。这时，父亲认为肖莱马已经长大了，应该找个工作为家里分担一些困难了；肖莱马本人很理解父亲此时的心情，望着父亲那日益苍老的面容与逐渐成长的弟妹

们，肖莱马也决定不再上学而去找份工作来补贴家用。老师们了解到这种情况后，就来到了肖莱马的家中，与约翰逊进行了交谈，他们认为如果此时就让肖莱马工作而不继续学习，那会埋没肖莱马的天才，以后的科学界也就会少了一颗明亮的新星，因此，最好还是继续让他上学。肖莱马的母亲也是这个意见。在他们的共同劝说下，父亲与肖莱马改变了主意，肖莱马准备进入高级学校继续学习。经过认真的考前准备，他考入了本城的高级职业学校。

在职业学校的前两年半时间里，肖莱马进一步学习了语文、数学、历史与博物学；在最后一个学期里，他又学习了物理学与化学。在这三年的时间里，肖莱马继续保持他勤学好问的优点，因此他各科的成绩都很出色，尤其在物理学与化学两门学科中，成绩都是全班第一。在最后一个学期里，他迷上了化学，整天泡在学校的化学实验室里，沉醉在内容丰富的化学实验中。熟能生巧，学期末，肖莱马在实验操作上已经表现出了高超的技巧。

肖莱马生活的达姆斯塔德市，有“化学家摇篮”之称，比如著名的有机化学家李比希（公元 1800 - 1873）、凯库勒（公元 1829 - 1896），都是在这个城市出生，而离此城不远又有法兰克福市与路德维希港两个化学工业中心。因此，无论从历史传统与所处环境来看，都会对一个立志于化学的年轻人有很大的促进作用，而 19 岁的肖莱马正是这样的一个人

轻人。

1853年，肖莱马从高级职业学校毕业。此时摆在他面前的有两条路：一条是继续深造，学习自己喜欢的化学；另一条就是走入社会，找一份工作以分担家庭的贫困。经过仔细思考以后，肖莱马实在不忍心让已年迈的父母再为自己的学费操心了，所以他想暂时放弃深造的机会，找份工作以糊口，但他又真的舍不得已经深深吸引他的化学。因此，他找到了一条折衷的方法，选择了与化学研究最接近的制药行业。因为在那时，药房中的许多药物都是自行制备的，而在药品的制备过程中必然会涉及到使用化学制剂与化学设备，为此就需要药房的工作人员要有相当的化学知识，并要不断地学习与研究化学。

这样，在1853年，肖莱马来到乌姆施塔德城的“林登堡药房”，当上了学徒工。乌姆施塔德城是个山清水秀的地方，在城外有覆盖了各种树木的高山。喜好观察与研究的肖莱马，经常在此地登山远足，同时采集了许多植物标本，对于药用植物，他更是潜心研究，由此，他打下了广泛的植物学知识的基础。这些知识对于他在以后关于药物学与化学的研究，起到了极大的帮助。

野外考察的同时，肖莱马还利用药房便利的实验条件，进行了广泛的化学实验与物质分析，这些都为他的化学研究打下了坚实的基础。两年半以后，他的学徒期满，经过考试

取得了药剂师助手的资格。

不久，肖莱马离开了乌姆施塔德城，来到了古老的德国城市海德堡，在这里的一家“施万药房”当配药助手。工作之余，他经常去海德堡大学旁听著名化学家本生（公元1811—1899）的化学讲座。用后代人的评论来说：“本生的讲课对肖莱马的影响是如此之大，以至他决定放弃配药助手的职业，而渴望研究化学知识的心情久久不能平静下去。使他终于去了基森大学，为的是系统掌握实验知识。”

1859年春，被化学研究强烈吸引的肖莱马，考入了著名化学家李比希正在执教的基森大学化学系。他在李比希的学生威尔教授的指导下，学习了为他后来的研究打下初步基础的分析化学课。肖莱马的一位大学同学，后来成为著名制药师的施克里伯回忆这时的情况时说道：“肖莱马与我是夏季学期的同学，我研究制药，他则专心研究基础化学。我们是在实验室里共同工作时认识的。在那以后，我们相互交换心得，很快就成为了知己。与肖莱马相处的那段日子，是我年青时最美好的时光，因为他是一位可亲而又可信的朋友……肖莱马学习非常努力，对自己要求很高；在我们的同学中，他对化学专业的掌握是最好的。但他对别人极其谦逊，同学们对他有求，他都必应；他为人很热情，在化学实验时，他能够帮助别人知道自己的分析哪里有缺点，定量分析计算时哪里有错误。他对我个人有很大帮助。当时威尔教授

很赏识他的知识与为人，所以常让他在实验室中作些个人的额外工作。”

在基森大学学习期间，肖莱马还选修了德国化学史家赫尔曼·柯普的化学史讲座。早在中学时，肖莱马就很喜欢历史学，听了柯普的讲座以后，更激起了他对化学史的浓厚兴趣，并且这种兴趣一直保持到了他的晚年。

尽管这位来自达姆斯塔德的贫寒学生在基森大学不知疲倦地学习，而且初步显露出他的化学才能，但是由于没能够筹措到第二学期的学费，到了 1859 年 8 月，肖莱马不得不离开基森大学，另谋出路。

就在这个关头，肖莱马接到了中学同学吉特马从英国寄来的一封信，信中说由于种种原因，他辞去了英国曼彻斯特市欧文斯学院化学教授罗斯科的“私人助手”职业，所以正需要有人来接替他。他问肖莱马，是否愿意从事这一职业。

这封信的到来，对于前途渺茫而又情系化学的肖莱马来说，无疑是一个极大的福音。于是他产生了去英国的念头。在与父母商量后，1859 年秋天，这位 25 岁的青年人离开了祖国，渡过英吉利海峡，来到了曼彻斯特这个大工业城市谋生。这样，就开始了他一生中一个新的阶段，从此他在英国定居下来，直到去世为止，长达 33 年。

来到英国后，肖莱马利用欧文斯学院提供的就业机会，不知疲倦地工作，他把工作挣来的钱除了维持生活以外，全

部投入到了化学研究中去。同时，他充分利用了学院的化学实验室，经常是加班加点进行各方面的试验，有时甚至一整天不出实验室的门。

在罗斯科教授的化学实验室里，肖莱马协助了教授从事的测定恒沸点稀酸溶液组成的专题研究。两年以后，由于出色的工作，肖莱马成为欧文斯学院化学实验室的正式助手。在担任正式助手以后，肖莱马开始给学生讲化学实验课，并辅导他们的有机化学，同时开始了他自己在有机化学领域内独立的科学研究。

从1861年开始，肖莱马连续在有机化学，尤其是脂肪烃化学领域内，从事了一系列理论与实验的研究，并分别以英文和德文在化学刊物上发表了60多篇论文与多种专著。他的这些论文大部分是有机化学方面具有开创意义的经典研究成果。这些研究成果，使得他成为有机化学领域内的权威人物。

由于在化学研究上的卓越成就，1871年肖莱马被选为英国皇家学会会员。1874年，在欧文斯学院和英国各大学中首次开创了有机化学讲座，肖莱马成了主持这个讲座的有机化学教授，并且连任18年。1878年，他又被美国科学协会选为会员。

60年代初期，肖莱马在曼彻斯特与恩格斯结识，后来又通过恩格斯的介绍在伦敦与马克思相识，并很快与他们两

人成为亲密的朋友。受马克思与恩格斯的影响，肖莱马逐渐树立了共产主义信念。随着德国工人阶级政党——德国社会民主党的建立，卡尔·肖莱马与弟弟路德维希·肖莱马，都成了德国社会民主党的最早一批党员。这样，肖莱马不仅在科学上有着明确的前进方向，同时在政治信仰上也有了坚定的信念，此后他一直积极活动在工人运动的最前列。

正当科学事业与工人运动都需要这位优秀人物作出新贡献时，由于长期劳累与忘我的工作而造成的疾病缠住了肖莱马的身躯。从1890年开始，他的身体日渐虚弱，1891年一场突发的疾病使得他丧失了听力。1892年6月27日，无情的肺癌夺走了肖莱马的生命，享年58岁。

1892年7月1日，在曼彻斯特隆重举行了肖莱马的葬礼。参加葬礼的有恩格斯，科学界的代表，欧文斯学院的教师及学生，还有德国社会民主党的代表以及其他自发加入的群众。恩格斯在写给肖莱马家人的信中说：“送葬的行列很可观：前面是卡尔的生前好友，乘坐马车；接着是欧文斯学院的教授们（他们几乎都来了），也乘着马车；后面是卡尔的许多过去与现在的学生……他们都送了花圈；除了家属，好友，党的执行委员会的花圈外，还有一个很大的花圈，上面写着：‘献给我们著名的同胞，伟大的肖莱马永垂不朽——曼彻斯特的全体德国人敬挽。’”

与此同时，欧文斯学院的师生又联名倡议，为了永远纪

念这位优秀的化学家，应该在校园内建立一座“肖莱马实验室”。这一倡议很快得到了校方与其他各界的响应，大家纷纷捐款并成立了专门委员会进行筹划。1894年，一座宽敞的、设备齐全的“肖莱马实验室”正式落成，肖莱马在科学研究上孜孜不倦、勇于进取的作风，将永远激励着每一位真正的学者自强不息地为科学事业作出更大的贡献。

二、在化学领域内的实践

由于生活上的贫困，使得肖莱马失去了接受高等教育的机会。他在基森大学化学系只上了一个学期就不得不中途辍学，背井离乡去英国当私人的助手。但后来肖莱马却掌握了渊博的科学知识，为人类化学事业的发展作出了不朽的贡献。这些成就的取得，除了他的天赋才能外，更主要的是因为他勤奋刻苦地自学。

肖莱马在研究化学之初，就对化学实验与化学分析表现出极大的兴趣。在欧文斯学院化学实验室当助手期间，他充分利用了那里提供的实验仪器设备与化学试剂，进行了许多独立的实验研究。他很重视化学分析，认为化学分析是化学实验与化学研究的基础。对于这一点，他说：“有机化学的进步，与化学分析的进步密切相关……只有少数有限的有机化合物可以靠定性分析来识别；但在多数情况下，我们不得

不在未知状态下准备所要实验的物质，以决定其物理、化学性质，然后确定其定量的组成。要知道，不仅仅是新发现的化合物需要进行这种仔细的研究，就是早已熟悉的常见物质，也只有用这种方法才能辨别。”

肖莱马正是带着这种严谨的科学态度，进行了严格的各种化学分析，所以在有机化学领域内完成了许多重要的科学发现。他对所用试剂和样品都力求提制成纯品；在进行实验时，他细心观察并记录实验中所发生现象的细节，然后对实验产物进行详细分析；有些重要的实验，他都多次重复实验，进行对比与验证，以求最佳的实验结果。

肖莱马的化学研究是以对脂肪烃的研究为起点的，这项研究工作不只是有理论意义，还有巨大的实践价值。因为在19世纪后半期，兴起了石油工业，60年代初期内燃机出现以后，对于燃料的需求与日俱增。我们知道，石油及其加工品，如汽油、柴油等，都是由碳氢化合物（其中包括脂肪烃）构成的。但当时限于水平，化学家们对石油成分还缺乏系统的研究，对脂肪烃的认识也仅限于少数几种。为了扩大能源的来源，科学家与实业家们开始试图从煤炭干馏产物中得到汽油；而这项研究，对于此时缺乏石油资源的英国来说更为重要。

正是在这时，曼彻斯特附近一家工厂的工程师巴罗，把该市附近出产的烛蜡与长焰煤干馏产物中的轻油样品，送到

欧文斯学院罗斯科实验室请求进行分析化验。罗斯科教授对此未感兴趣，但却引起了该实验室里的年轻助手肖莱马的注意，他向教授要求由他来进行样品的分析，教授同意了。

肖莱马接过这种生疏的化学产品后，立即以其熟练的分析技术，通过详细的化验查明了这种油的成份是碳氢化合物，即后来被称为脂肪烃系列的那些烃，于是他就开始致力于这些烃的深入研究。虽然这项研究与当时的工业生产急需解决的实际问题密切相关，但由于其研究工作十分复杂并且充满了风险，所以化学界还极少有人对此进行研究分析。然而肖莱马却知难而进。

正如恩格斯在回忆肖莱马时所说的：“那时候，他常常脸上带着血斑与伤痕来看我。跟脂肪烃打交道可不是闹着玩的；这些大部分还没有认识的物质，不时在他实验时发生爆炸，这样他就得到了不少光荣的伤痕。只是因为戴着眼镜，他才没有为此丧失视力”。肖莱马正是这样勇敢而努力地工作着。他采用分馏净化法，逐一仔细地从小煤焦油轻油馏份中成功地分离出一系列单独的烃，这些烃在当时被当做“醇基的氢化物”（即烷烃）。

随后肖莱马逐一测得了这些新烃的沸点以及其元素组成，又通过测定其蒸气密度的方法求出它们的分子量。他分离出的纯脂肪烃中，有戊烷（ C_5H_{12} ）、己烷（ C_6H_{14} ）、庚烷（ C_7H_{16} ）、辛烷（ C_8H_{18} ），这些烃的成功分离具有重大的意

义，它大大地提高了人们对脂肪烃的认识，对石油提炼技术的发展具有极大的促进作用。

对于脂肪烃系列产物，肖莱马对甲烷、乙烷、丙烷、丁烷直到辛烷都作了研究。他通过卤化、水解、氧化、酯化等反应制备了这些烃的许多衍生物，如卤化物、饱和一元醇、脂肪酸、醛、酮以及酯等等；同时，他还用合成方法得到了许多有机化合物。比如，他通过氯对庚烷（ C_7H_{16} ）的作用合成出 α -氯庚烷以及 β -氯庚烷；由丙烷的氯化得到一二号氯丙烷，在碘的存在下他把丙烷氯化后制得 α -氯丙烷；他又将醋酸庚酯与 α -氯庚烷作用，合成出了正庚醇，将醋酸庚酯与 β -氯庚烷作用，合成出了副庚烷。肖莱马的所有这些研究，都是具有开创性地位的。

1866 年，肖莱马将霍夫曼建议称为四甲基乙烷的“二异丙基”的性质研究，纳入了自己的实验范围。

他将仲碘丙烷（ $CH_3 - CHI - CH_3$ ）与钠在含水醚中作用，合成制得“二异丙基”，这在化学史上是第一次。他又以氯在硫的存在下作用于二异丙基，得到了二甲基丁烷（ $CH_3 - CCl(CH_3) - CCl(CH_3) - CH_3$ ）。在制得二异丙基的过程中，肖莱马发现从反应瓶中逃逸了丙烷的气流；于是他又用锌与稀盐酸对仲碘丙烷进行了处理，结果他又成功地合成制得丙烷，从而第一个找到了将异构的烷烃转变成正烷烃的办法。以后他又用钠作用于 α -碘丁烷，从而首次合成

出正辛醇。

通过对脂肪烃类物质大量地深入研究，肖莱马发现了一条规律，即直链烃比其异构物有着更高的沸点。这条规律的发现，揭示了有机物性质与结构之间的关系。例如他指出，正丁烷沸点比异丁烷高出 18°C ，而正戊烷要比季戊烷沸点高出 28.5°C ；从壬烷 (C_9H_{20}) 起，每增加一个 CH_2 基，则其相应烃沸点的增加就低于常数。他接着指出，在烷烃中，正烃的沸点最高，仲烃次之，叔烃则沸点最低。

由于这项出色的研究，肖莱马在 1868 年应邀到英国皇家学会作关于烷烃沸点规律的报告，后来他所研究的这一沸点规律被称为沸点定律。又经过其他化学家的研究发现，肖莱马的沸点定律不但适用于脂肪烃，同时也适用于其衍生物，如醇等等。

正是由于肖莱马在烷烃领域内的这些经典性研究，所以极大地扩充了脂肪烃系列物质研究的空白，丰富了脂肪烃化学的内容。在他之前，化学界还只是处在对个别烷烃的单独研究的阶段，没能对这个系列的系统化学进行研究。经过肖莱马首次分离或合成制得的一系列烷烃，先前也根本不为人所知，更谈不上认识其性质以及反应了。只是在肖莱马研究了这些烃的物理、化学性质，确定了它们的化学结构、制备了它们的衍生物以后，脂肪烃化学系统的研究才正式形成规模；因而肖莱马被认为是脂肪烃化学系统研究的奠基人。

在这一时期，肖莱马对石油化学也进行了研究。1862年，他在对美国宾夕法尼亚石油馏份的研究中，用实验确定了其中主要含饱和的直链烃。可是当他把石油中的这些烃与从煤焦油中得到的烃进行对比时，又觉察到其中某些烃之间在性质上不尽相同，因而他推断在石油中除存在着大量同系直链烃之外，还有其异构烃，并认为完全有可能将其分离出。不久，他就从美国石油中，除分离出正庚烷外，还分离出其异构烃 2-甲基己烷 ($\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$)。

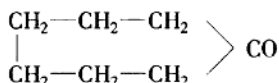
以后，肖莱马又从加拿大石油馏份中，通过硝化反应得到属于芳香族的硝基苯与三硝基异丙苯，由此他推断认为石油中还有芳香烃的存在。他的这项结论，后来被其他化学家从对俄国石油馏份的分析结果中，得到了有力的证实。此后的进一步研究证明，石油中既有含正构、异构的烷烃，又有芳香烃和脂环烃，甚至还有不饱和烃。

因为肖莱马成功地研究了石油的化学组成以及化学结构，详细考察了石油组份的性质及其转变，所以他又是一位石油化学研究的先驱者。

肖莱马不但在脂肪烃，而且在脂环烃及其衍生物方面的研究也是具有开创性成果的。脂环烃的化学结构并不十分复杂，但由于这类烃在当时还没有获得实际应用，所以化学家们对其研究还很不够。到 19 世纪 60 年代，人们才肯定了由

相应的芳香烃经加氢反应而得到的环己烷的存在。这时柯尔贝对苯甲酸加入氢制得了脂环烃衍生物，但他没能进一步研究出产物的结构。后来格雷贝指出，柯尔贝得到的加氢产物中含有由六个碳原子组成的环。

由于当时在实验室中只得到了一种环己烷的衍生物，而且在自然界中也只发现有六碳环的化合物，所以大部分化学家认为，在这类环烃中所含的碳原子不可能有另外的数目。可是在 1874 年，肖莱马与友人达尔关于脂环烃衍生物软木酮的研究，却否定了以前化学家们的成见。他们用简明而且令人信服的合成反应，给软木酮列出了一个正确的结构式：



按照这个结构式，软木酮含有由 7 个碳原子组成的环。此后，在 1882 年弗兰德合成制得环戊烷，接着珀金更发现了含 3、4 以及 5 个碳原子的脂环烃。这样，原来的那些对脂环烃的化学成见便不攻自破了。

在芳香烃的研究领域内，肖莱马也有深刻的造诣。他与达尔合作，对于属于三苯甲烷系的芳香族染料玫红酸及其与玫苯胺的关系，进行了深入研究。1861 年时，柯尔贝与施密特将苯酚、草酸与硫酸一起加热，得到了一种红色染料，被称为玫红酸。不久，卡罗将玫苯胺偶合并将其产生与氢氯酸共沸时，也得到了这种染料。但柯尔贝与卡罗对此物质给