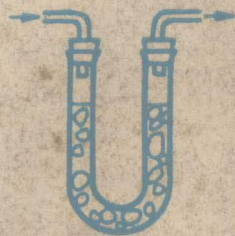
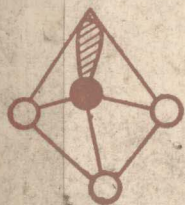
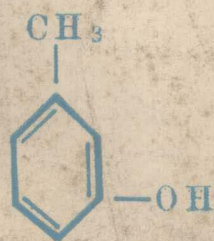


高中化学竞赛辅导讲座

本书编写组 上海科学技术出版社



1338
42
高中化学竞赛辅导讲座

本书编写组

上海科学技术出版社

责任编辑 黄金国

高中化学竞赛辅导讲座

本书编写组

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

上海发行所发行 无锡县人民印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张15.25 字数363,000

1989年9月第1版 1989年9月第1次印刷

印数1—5,000

ISBN 7—5323—1205—4/G·166

定 价： 7.05元

前 言

人才要及早发现,要尽早地进行跟踪培养,而竞赛活动被认为是在青少年中发现人才、开发智力的重要手段和途径。人类社会很早就有各项竞赛活动,如武术、马术、杂技等斗智斗体的综合性活动。我国战国中期著名军事家孙臆(著有《孙臆兵法》)在公元前354年,见齐将田忌常与贵族们赛马,就替他出主意,用下等马和人家的上等马比赛,送掉一局,然后用上等马对中等马,中等马对下等马,稳取两局。田忌听他的话,果然取胜。田忌看出他智谋出众,便把他推荐给齐威王。这是通过比赛发现人才的一个很有名的例子。竞赛发展到博弈,已由体智综合性比赛发展到纯智力比赛。到了16世纪,当时的世界科学中心意大利开始出现了自发的数学竞赛。自此数学竞赛长办不衰,在学科竞赛中独占鳌头,培养了许多有名的数学家。到了本世纪70年代才出现了国际化学奥林匹克竞赛。我们相信,通过化学竞赛活动,也将为培养出类拔萃的化学家起“催化剂”作用。

对于爱好化学的青少年们,特别对于将来有志于献身化学事业的青少年,除了要上好化学课外,还应该尽量利用一切可能的条件,比如化学选修课、化学课外活动、化学夏令营、化学参观活动、化学竞赛活动等等,进一步培养对化学的爱好,扩大化学方面的视野,增强学习和研究化学的能力。随着我国化学事业的发展迫切需要一大批拔尖的人才。

为了配合化学竞赛活动,我们邀请了本市部分有丰富教学经验的、热心化学竞赛活动的教师,编写了这本《高中化学竞赛辅导讲座》,作为学生学习和教师辅导的材料。这本《讲座》在总结近年来国际、国内化学竞赛经验的基础上,力求对化学竞赛的参赛者有更大的启发和帮助。由于水平和经验有限,缺点和错误在所难免,祈求读者批评指正。

孙元清
1987.12.

目 录

第一讲	化学竞赛者应有的素质	上海市教育局教研室	孙元清(1)
第二讲	物质结构和元素周期律	华东师大二附中	陈国强(9)
第三讲	化学反应速度和化学平衡	上海市长宁区教育学院	于时鸣(24)
第四讲	电解质溶液	上海师范大学	朱福森(40)
第五讲	氧化还原反应和电化学	华东师大一附中	丁明远(75)
第六讲	非金属元素及其化合物	上海市普陀区教育学院	华长庆(104)
第七讲	金属元素及其化合物	上海市曹杨第二中学	詹永德(127)
第八讲	有机化合物	上海市第二中学	陆惊帆(146)
第九讲	化学计算	上海市教育局教研室	施其康(181)
第十讲	化学实验	上海市闸北区教育学院	赵士久(200)
第十一讲	化学与现代世界	上海教育学院	解守宗(217)

化学竞赛者应有的素质

上海市教育局教研室 孙元清

在我国，数学竞赛已有多年的历史，物理竞赛也举办过多次，而化学竞赛的历史还很短。一九七九年在原教育部、共青团中央和全国科协联合号召下，由二十二个省市分别举行了建国以来的第一次化学竞赛。一九八四年和一九八六年相继举办了两届全国青年化学竞赛。

在世界，国际化学奥林匹克竞赛活动开始至今已有十几年历史，最盛行的是欧洲。一九八六年的第十八届竞赛在荷兰来顿举行，有22个国家的86名中学生参加了比赛，我国第一次派出了王夔教授和吴国庆副教授作为观察员出席。一九八七年我国第一次派出4名中学生参加在匈牙利举行的第十九届国际化学奥林匹克竞赛活动。

举办竞赛的目的在于激发中学生学习化学的兴趣，推动全国青少年化学科技活动的开展，早期发现人才，更好地培养化学人才。我们的祖国正在积极进行四个现代化的建设，同时也正在准备迎接世界范围的技术革命新高潮，一定要进一步综合开发各种资源、多方应用新能源、研制各种新材料、新药物、消除虫害，保护环境，以及进一步探索生命的奥秘、宇宙的奥秘等等，这些无疑都需要化学的进一步发展，必须激发青年一代学习化学的兴趣，并吸引、培养他们中间的优秀者献身于化学事业。

化学竞赛与高中毕业会考、高校招生考试不同。高中毕业会考、高校招生考试中的化学命题是严格以国家教委颁发的中学化学教学大纲为依据的，绝对不能超过教学大纲的要求。化学竞赛的自由度比较大，不受教学大纲和教科书的约束，它可以提出自己的竞赛要求、竞赛内容和竞赛方式。一般地说，国家级化学竞赛的要求略高于教学大纲的要求，又是以我国青年学生可能具有的能力来命题的；国际化学奥林匹克竞赛的要求和内容则远远超过我国中学化学教学大纲的要求和化学教科书的内容，对能力的要求也很高。竞赛的方式包括笔试、实验竞赛、论文竞赛等。每一种竞赛可能又分一、二试，每一试的时间长的可能达到3、4小时，所以对竞赛者的体质也是一种考验。这一册讲座的要求系略高于中学化学教学大纲。

根据上述提出的化学竞赛的目的和要求，下面让我们来共同研究一下化学竞赛者应该具有哪些素质？

一、兴趣、信心、毅力、精神

纵观竞赛优胜者的成长历程和科学工作者的发明创造道路，我们可以发现竞赛佼佼者取得优异的成绩、科学工作者的创造成功，不但需要智力因素，而且也需要非智力因素，如兴趣、情绪、意志和性格等。

兴趣：对事物、对学科、对创造有着强烈的好奇心和旺盛的求知欲，以致不惜花费时间与

精力、不怕困难险阻去得到它；既有广泛兴趣又有中心兴趣，兴趣是最好的老师，兴趣是学习与创造的一种趋动力。

情绪：对学习、竞赛、创造充满着热情，并且这种热情是稳定而持久的，而不是一时的激情。

意志：坚持不懈、百折不挠、不达目的决不罢休。

性格：勤奋、勇敢、自信、谦逊、谨慎、具有责任心和牺牲精神。

良好的非智力因素将协同智力因素，对学习和创造产生综合的效应。

据上海师范大学周福元等同志的调查研究，大学一年级学生的学习成绩与智力因素和非智力因素的关系如下：

心 理 品 质	学 习 成 绩		
	入 学	第一学期	第二学期
与 IQ (智商) 相关系数显著性	0.502 $p < 0.001$	0.221 $p < 0.05$	0.203 $p < 0.05$
与非智力因素相关系数显著性	0.099 $p > 0.1$	0.217 $p < 0.05$	0.241 $p < 0.05$

以上调查研究说明，在学习中智力因素与非智力因素都是同样重要的，甚至非智力因素的关系还要大。

美国心理学家特尔曼，从 1921 年开始对 1528 名智力超常儿童进行几十年的追踪研究。研究表明：(1) 智力与成就有一定关系，但决不是完全相关的。这些被试者大多数是有成就的。但是也发现有 20% 的人没有超出一般人的成就。(2) 非智力因素与成就关系密切。特尔曼在 800 个男性被试者中，对成就最大的 20% 与成就最小的 20% 进行了比较。发现这两组人，最明显的差别在于他们的非智力因素不同，成就最大这一组的非智力因素如谨慎、有进取心、自信、不屈挠，完成任务的坚持性等方面，明显地高于成就最小的那一个组。

国外有的心理学家，对富有创造的建筑师个性心理品质进行研究。统计结果表明：富有创造性的建筑师 100% 都富有警觉性、艺术性和责任心；90% 的人都很积极，自信、勤奋、可靠；88% 的人很有道德感，并且很通情达理；85% 的人很有进取心，有独立性，富有多方面的兴趣；82% 的人精力旺盛、适应性强、有毅力、率直而诚恳。

对化学竞赛者来说，非智力因素同样也是非常重要的。让我们来看看 1986 年全国青年化学竞赛全优第一名苏朝晖同学的成长历程。他是生在山区、就读于小城镇的农家孩子，夺冠时还只是福建龙海一中高二年级的学生。说起苏朝晖的兴趣，可真够广的。他喜欢阅读少年科学画报，喜欢打羽毛球，更喜欢搞些自动化、遥控方面的小制作。就是紧张的化学竞赛之余，只要有时间，他也要跑到商店的玩具柜前，去观赏那些争奇斗技的现代玩具。浓厚的兴趣，引导他在科技王国里奋力进取，他对化学的兴趣从一接触化学就开始了。

当他还没有真正弄清“化学”的含义时，曾参加了一个妙趣横生的化学游艺晚会。那飞舞的“银蛇”，那奇妙的魔瓶，那夺目的焰火，那变幻的戏法，使他大饱眼福。化学世界，一个五彩缤纷的世界哟！他很快就参加了化学课外兴趣小组。从此，他竟成了一个化学迷。

有一次，他看到这样一则报导：第二次世界大战中，德国的装甲部队曾一度所向无敌，但后来制造铁甲的材料锰缺乏了，致使十多厘米厚的铁甲在苏军炮火面前不堪一击，终于在库

尔旗克坦克大会战中遭到惨败。这个事例使苏朝晖感到化学不仅有趣，而且有非常重要的实际用途。从此，他便注意运用所学的知识认识周围的世界。一个个化学疑团被他解开时，他便从中感到有说不出的乐趣。

为了开阔他的视野，教化学的康老师还带他到厦门大学化学系参观。在这化学大师的摇篮里，他看到了金属晶相显微镜、激光分析仪、X光四圆晶体衍射仪等许多精密的仪器，好象进入了一座化学迷宫。老科学家们的介绍，更使他大开眼界，他想得很多很远：能否用太阳能直接从储氢量最大的海水中取出无污染的高能氢气燃料？能否找到最新高能燃料进一步促使我国宇航事业的发展？……他由兴趣到乐趣，由乐趣到志趣，立志为祖国的化学事业做出贡献。苏朝晖以高二学生的身份在福建省的化学竞赛中取得了好成绩，但敢不敢让他参加全国化学竞赛呢？正当康老师犹豫不决的时候，苏朝晖来到老师面前，坚定地说：“老师，我要参加全国化学竞赛，我要争第一名！”此话多么自信啊！

自信心，成了他获取成功的保证。他成功地摘取了1986年全国青年化学竞赛全优第一名的桂冠。他的愿望变成了现实。他站在领奖台上，从老化学家卢嘉锡院长的手里接过奖杯，捧在胸前，然后高高举起来，全场响起雷鸣般的掌声。

非智力因素与智力因素一样，都跟先天遗传的素质有关系，也跟后天的环境有关，包括家庭教育、学校教育、社会历史条件等。原中国科学院院长卢嘉锡是一位著名的化学家，他到了五岁才学会说话，由于他父母抓紧对他进行启蒙教育和严格教育，使他打下了厚实的语文基础和认真、勤奋的良好品质，再加上厦门大学有一位名叫张资珙教授对他悉心指导，结果使卢嘉锡在化学上突飞猛进，直至后来在结构化学、原子能和平利用、激光材料与技术研究等方面都做出了贡献。

青年朋友们，你们中间谁想成为化学竞赛的佼佼者，谁就一定要注意在学习中培养自己对化学的兴趣，学好化学的信心和毅力，以及为祖国四化而献身于化学事业的精神。

二、自学能力

为什么自学能力是化学竞赛者的一种重要素质呢？

首先是化学竞赛者一定要提高课堂学习的质量和效率，他们才能打下化学和其他学科的必要基础，才能有时间和精力去发展自己对化学的兴趣爱好。而要提高课堂学习的质量和效率需要自学。如果你在上课前能预习一下，看看哪些内容已经清楚了，哪些知识生了预先复习一下，还有哪些问题不大懂。这样带着问题听课，听课的目的性更明确，注意力更集中，记忆会更牢固，思维会更活跃，思路更清晰，对问题的理解会更深入，而且可以从老师怎么分析解决问题中启发自己，提高分析问题和解决问题的能力，大大提高课堂的学习效率。

其次是化学竞赛者一定要在课外提高化学学习的深度和广度，以及扩大其他学科的知识面，这也需要依靠自学。例如1984年全国青年化学竞赛第一部分第10题，它是在考古研究中应用了同位素的性质，它用 ^{14}O 来测定含碳古生物的年代。有的同志认为这种问题离化学太远，其实这是一个化学和生物知识综合运用于考古学中的简单例子。自然界中碳由 ^{12}C 、 ^{13}C 、 ^{14}C 三种同位素组成，虽然 ^{14}C 的含量极少，但是生物体内相应地也含有一定量的 ^{14}C 。不过，当生物死亡后，新陈代谢停止， ^{14}C 就不能再补充了。因此，测定生物体内是否存在 ^{14}C 就为考古提供了依据。同位素的特征之一是衰变，而 ^{14}C 的半衰期是5700年，所以测定含碳古生物中的 ^{14}C 残留含量，就是推知古生物生存年代的必要前提。但是 ^{14}C 的含

量极低、半衰期又短(相对宇宙演化而言),所以这个方法只能测定五、六万年以内的含碳物质。只要从以上三条线索去考虑,就不难得到 ^{14}C 法不能用来测定50万年前北京猿人的生活情况的结论。

第三,化学竞赛者都是今后21世纪的建设者,其中有许多将是化学工作者,需要终生学习。我们所处的时代,知识发展日新月异。就化学来讲,人类认识的化合物在1880年时仅有1200种,1950年时已达100万种,而目前约有500万种之多了。据专家估计,人类的科学知识在19世纪时,是每50年增加1倍,20世纪中叶是每10年增加一倍,70年代是每5年增加1倍,目前已是每3年增加1倍了。面对知识如此迅猛发展的形势,需要我们终生学习,而终生学习的根本途径在于自学。

因此,有希望获得化学竞赛优胜的人也应当是掌握自学能力这把金钥匙的人。苏朝晖同学就是其中的一个。他在高二年级时,高中化学就已经自学完了,大学无机化学自学了一遍,《高等无机原理》自学了一部分。经老师测试,他领会得很快,理解得也正确。这得归结于他的一套科学的学习方法:按知识的内在联系去记忆那些看来显得很零乱的元素化合物知识;抓规律,抓特性,做到具体问题具体分析;多联想,勤小结,使学得的知识成块;在习题类型分析上下功夫,不盲目以多取胜;学过的知识在运用中深刻理解;重视化学实验,一切设想都要用实验来验证;力争当堂消化,努力提高学习效率。

自学能力是一种综合能力,表现在会读书、会查书(手册)、会用书(用于分析判断问题)、会做实验、会做笔记(包括整理知识)等。

读书、查书、用书、做实验要达到深刻、灵活和有所发现的境地,一个很大的关键就是要善于发现问题。科学的产生就是由问题开始的。什么是问题?问题就是事物的矛盾。在学习中遇到的问题大致有四种:第一,已有的经验、已有的知识或预想的结果,同新接触的事物正好相反,这就出现了主观认识和客观事物之间的矛盾;第二,对于同一个课题,不同的学科、不同的书本或不同的人有不同或相近的看法,这就出现了人们之间主观认识的矛盾;第三,对于某一个课题,自己既可以这样理解,也可以那样考虑,到底哪一种是对的或哪一种更好,这是自己主观认识之间的矛盾;第四,对于某一个事物,由于采用了不同的实验条件或不同的实验手段,而得到了不同的实验结果,就暴露了客观事物自身的矛盾。

那末,怎样学会发现问题呢?第一,要敢于反问、追问,不要认为书本上写的就一定是对的或唯一的。尽信书不如不信书。例如,1984年全国青年化学竞赛题第二部分第5题钨的化学反应,涉及钨的蓝色低价氧化物 WO_x 中的 x 应该等于多少,就有不同的说法。实际上这是一种非整比(也就是不符合定比定律)化合物, x 不是整数。 x 随制备方法的不同而变; x 等于几,要看实验结果。有些同学不相信实验结果,只是抓住个别一本书的解释,把它看成唯一正确的答案,结果反而错了。第二,广泛阅读,在科学的边缘地带容易发现问题。第三,学会在比较中发现问题。比较是把解剖刀,通过比较可以把问题赤裸裸地暴露出来。第四,学会在归纳、演绎和类比等逻辑推理中发现问题。第五,克服习惯性思维,不放过值得可疑的偶然事件或现象。第六,设法走到某事物的极端而观察它有没有特别的现象。

做笔记,不管是摘录、提要或体会,也不管是采用卡片或笔记本,都要做到简要、使用方便,都要注明自己的闪光思想,并要及时或阶段性地把一堆杂乱无章的知识整理成有条理的知识。有人曾说过:“智慧不是别的,而是一种组织得很好的知识体系。”整理知识的方法很多,例如:(1)联系法,以一个概念(摩尔数)为中心联系或派生许多概念(物质的质量、物质

的微粒数、气体的体积、溶液的浓度、物质在反应中的能量变化等)。(2) 比较法, 比较四种不同制取气体的方法。(3) 相互转化法, 如无机物中酸、碱、盐、氧化物的相互关系。(4) 衍生法, 如有机化合物的衍生关系。(5) 系统归纳法, 把课内外所学到知识按照一种元素、一种物质或一种理论加以系统归纳整理。

化学不仅是一门重要的基础学科, 而且也是一门跟各方面经济发展十分密切的应用科学。化学竞赛的题目往往要涉及工业、农业、医药、考古、环境保护、军事等多方面的知识, 这些知识, 竞赛者要依靠自学能力去努力获取它们。

三、实验能力

化学是一门以实验为基础的自然科学。化学理论的产生、化学新产品的研制一般都要从实验开始。化学实验能力是化学工作者的重要素质之一。培养学生化学实验能力是化学教学的重要目的之一; 化学实验也是化学竞赛的重要内容, 1984 年全国青年化学竞赛有三分之一的内容是实验。

实验能力也是一种综合能力。它包括设计实验、实际操作、观察实验、对实验结果进行分析判断、写实验报告等多方面的能力。

设计实验, 要求学生能灵活运用所学的知识自行设计实验方案去验证物质的某些性质、鉴别某些物质、检验某些离子、分离某些物质、制取某些物质、发现某些规律等等。设计实验的方案要做到科学、合理、可行, 甚至有所创造。

实际操作, 包括对药品的取用、仪器的安装和操作。实际操作要求正确、规范, 这是达到实验安全、实验结果可靠的保证。对一些实际操作还要求达到掌握或熟练掌握。

观察实验, 这是实验能力中非常关键的一项。观察化学现象这是学习和研究化学的第一步, 也是最重要的一步。如果不会了解和掌握一个化学过程的全面情况, 也就失去了发现问题、解决问题的客观依据。观察要求做到敏捷、准确、细致、全面, 要把自己的视觉、听觉、触觉器官全部调动起来, 甚至借助仪器来扩大自己的视觉、听觉、触觉, 只有这样才能把变化多端、稍纵即逝的化学现象捕捉到, 如气泡或沉淀的产生, 颜色、气味、粘度、电阻等的变化毫无遗漏地观察到、记下来。

例如 1984 年全国青年化学竞赛电视演播的实验第 1 题, 把锌板插入 $0.5 M$ 硝酸铜溶液中, 应该看到锌板表面变黑、锌板表面起泡、溶液上半部由蓝变绿, 最后溶液变成无色、杯底出现白色和淡蓝色沉淀等六种变化现象。这些现象出现的时间有先有后, 能够持续出现的时间也长短不一, 有的现象稍纵即逝, 如果观察不敏捷就看不到了; 这几种现象出现的部位也不一样, 如果不是全面观察, 而只是盯住某一个部位, 就会遗漏掉一些现象; 有些现象表现得很不明显, 如果观察得不细致、不准确, 也可能观察不到或不准确。而上面的六种现象, 都是由某一种化学反应产生某一种物质的结果, 如果遗漏了, 也就无法对这些现象进行全面的分析。

观察并不是目的, 观察现象是为了认识规律。对于所观察到的现象, 都应该认真地用已知的理论去分析判断。如果实验事实与已知的理论相符合, 就加深了我们对理论的理解; 如果实验事实与已有的理论不相符合, 这可能暴露了我们自己实验的问题, 也可能暴露了已有理论的不足和局限性, 这些机会应该抓住不放, 应该继续分析, 从正反面提出一些具体问题, 并进行一系列实验的验证。它将有助于我们深入研究, 提高实验的能力, 也可能是新的

发明和发现的起点。

正确书写实验报告的能力,特别要侧重于对实验数据的分析、处理、寻找规律、提出改进实验的措施等方面的训练,直至提高到撰写化学小论文的水平。

化学实验能力的训练光靠课堂实验对于化学竞赛者来说是远远不够的,他必须充分利用选修课、课外活动的机会加强实验训练。广州执信中学高二年级学生陈卫东,在平常学习中喜欢思考、喜欢动手做实验,在学习了用蒸气密度法测定四氯化碳的分子量之后,他又想用类似的方法测定乙醇的分子量;学习到有关氧化-还原反应时,他又想通过实验探讨 H_2 与浓硫酸是否发生氧化-还原反应?如何通过实验证明硝酸与金属反应是否放出 N_2O 等等。由于老师大力支持他开展各种实验,使他的能力有较大的提高,在1984年全国青年化学竞赛中荣获化学实验考核、小论文全优奖第3名。

实验能力的培养与实验中的实事求是态度、良好的习惯密切相关的。化学竞赛者要想取得实验的好成绩,还必须十分注意态度和习惯的培养。

四、灵活运用知识的能力

学习知识的目的在于运用。学习了知识不会运用等于把大脑当成书库;而知识的运用有死用和活用。我们提倡灵活运用知识,对于化学竞赛者来说更要注意培养灵活运用的能力。

首先,要灵活运用知识必须能够深刻地理解知识和牢固地记住一些知识。

概念有自己特定的内涵和外延,规律、公式、理论有特定的条件和使用范围,元素、化合物的性质也与客观的环境有关,对于这些知识要有深刻的理解才能正确地、灵活地运用,而不致于机械地乱用知识。例如1984年竞赛题第一部分第14题, $Sn^{2+} + Fe^{3+} = Sn^{4+} + Fe^{2+}$, 这个反应方程式从表面上按原子数看是配平的,在平衡常数关系式中 $[Fe^{2+}]$ 和 $[Fe^{3+}]$ 两项似乎应该是 $[Fe^{2+}]$ 、 $[Fe^{3+}]$ 。实际上这些是错的,这里作为一个氧化-还原反应,方程式必须按电子得失总数相等来配平,应改为 $Sn^{2+} + 2Fe^{3+} = Sn^{4+} + 2Fe^{2+}$, 平衡常数关系式中 $[Fe^{2+}]$ 和 $[Fe^{3+}]$ 两项应该是 $[Fe^{2+}]^2$ 、 $[Fe^{3+}]^2$ 。又比如说,主族元素从上到下金属性增强,是指原子失去电子变成低价阳离子的趋势增强;不是指它的低价态失去电子变成更高价态的趋势,这样的话就很难理解铅是第4主族元素,它有+2和+4两种价态,最常见的不是+4价而是+2价,从碳到铅,+2价态的化合物愈来愈稳定。

有些知识不仅是理解,而且要在理解的基础上牢固地记住,作为解决问题的常用工具,用起来得心应手。如元素周期表、周期律、电子层结构,金属活动性顺序表,酸、碱、盐的溶解性表,主要水合离子的颜色,常见离子的鉴定方法,重要气体的制备、收集、检验方法,重要无机物、有机物的制备和检验方法等等。

其次,要灵活运用知识必须学会正确地分析问题。问题分析清楚了,问题的解决也就不难了。分析问题要全面周到,因为实际问题往往是复杂的。比如,研究泡沫灭火机的问题,能否用等摩尔的纯碱溶液代替小苏打溶液,能否把硫酸铝溶液改盛在钢筒里、小苏打溶液改盛在内筒(玻璃瓶)里,这些问题不能只从反应式中找答案,还必须从经济效益、灭火效率、容器是什么做的、容积有多大等多方面去研究。

在分析问题中还要学会抓住事物的本质。比如1984年竞赛第一部分第8题,根据题意,是有人把药物连接在高分子载体上,初看结构式很复杂、很生疏,根本看不懂。其实只要

抓住问题的实质,也就是抓住载体和载体上药物两者的结构,从而把结构式分解三部分,就可以看出它是乙二醇的二羧酸酯,其中一部分是乙酰水杨酸酰基,它是分子内具有医疗作用的基团。经过这样的分析,就可以理解设计者把药物连接在高分子载体上,为的是使药物乙二醇的二羧酸酯(长效阿司匹林)在人体内发生缓慢的水解作用,从而能缓缓地释放出药物乙酰水杨酸(阿司匹林),使药物起到长效剂作用。

第三,要灵活运用知识还必须树立辩证唯物主义世界观、掌握科学的思维方法和培养良好的思维品质。

整个化学世界是物质世界和充满着辩证关系,因此要认识它必须用辩证唯物主义作指导。比如整体与局部、群体与个体的关系,运动是绝对的、静止和平衡是相对的,量变引起质变的规律,内因与外因的关系,主要矛盾和次要矛盾的关系,矛盾的主要方面和次要方面等等,在我们学习和研究化学中是要经常遇到的。

科学的思维方法包括:直觉思维,往往是凭经验、凭灵感、凭形象在刹那间一种突如其来的顿悟或理解,它是发明、创造的先导,凯库勒便是在朦胧睡梦的一瞬间形成了苯的第一个环状式,但是,直觉思维的结果是否正确,还需要逻辑推理和实验验证;逻辑推理有形式逻辑、数理逻辑和辩证逻辑,一般常用的是形式逻辑方法(如归纳推理、类比推理、假设、证明等)和辩证逻辑(如概念、判断、推理,归纳与演绎,分析与综合,抽象与具体等)。

思维品质的培养要注意敏捷性、广阔性和独立性。要学会很快抓住问题的实质,要善于联想、敢于想象以及综合地运用各方面的知识,要勇于独立思考,不人云亦云。

五、撰写和答辩小论文的能力

撰写和答辩化学小论文可以说是化学竞赛中最高层次的竞赛,它可以较全面地反映出竞赛者的素质。

化学小论文必须具有实用性、科学性、新颖性乃至先进性或创造性。

化学小论文的形式多种多样,归纳起来大致有下列三种:

1. 知识性论文:对化学中的某个知识问题进行研究与探讨,要有说服力和新的见解,论据充足,并能揭示其本质;对某些知识进行系统整理归纳,并能揭示其内在规律。比如广州的陈卫东同学在老师的启发下,从化学知识的内在联系中去发现规律,他把自己的体会整理成小论文《各种因素对一些无机化学反应方向影响的讨论》。

2. 调查报告:通过对某些有实际意义的问题进行文献调查或社会调查,然后进行分析研究,以确凿的事实、数据提出新观点与建设性的意见。比如通过调查写出了《改善上海水质已成为当务之急》的调查报告。

3. 实验性论文:运用实验的方法获得第一手资料对一、二个具体问题进行研究,得出结论。实验要可靠,结论要明确。比如“能不能从有机硅工厂的废渣中回收铜呢?”山东实验中学田申通过实验研究就写出《从有机硅工厂废渣中回收铜》的实验性论文。

撰写和答辩论文的步骤一般包括:(1)选题,题目要有实际价值,题目要小,题目要自己力所能及,题目要别人没有研究过的。(2)收集资料,要尽力收集有关该题所涉及的有关资料,从而设计自己的调查路线和实验方案,要有新颖性、先进性、创造性。(3)调查或实验,要实事求是,要可靠。(4)分析研究,数据处理要科学,分析推理要合乎逻辑。(5)撰写论文,论文的格式一般是标题、目录、摘要、引言(为什么提出这个课题)、正文(包括实验或调查材

料的说明;实验或调查的方法、过程的说明;实验结果和分析)、结论和建议、总结、志谢、参考文献、附录、索引等。当然不是每一篇论文都必须有这些格式。(6) 论文展讲或答辩。

撰写论文的过程是一个理论联系实际的学习过程,也是一个艰苦的探索过程,它需要研究者有很强的好奇心、强烈的责任感和顽强毅力,加上艰苦劳动。田申同学在参观济南石化四厂时听到“工厂每年要排出100吨左右含铜量在10%上下的废渣”,记得在课本里又写道“含铜量在1%以上的铜矿就有开采价值了”,两个数字联系在一起,他就强烈地感到“能不能把废渣中的铜回收呢?”在工厂同志和老师指导下,他设计了实验方案,做了大量实验,铜的回收率达到了90%,工厂采用了他的方案,在1984年的全国青年化学竞赛中获得了第二名。

论文的答辩或展讲,在于考察撰写者所具备的知识和能力,对课题研究的深度,采用的方案和方法是否可靠,推理是否科学,结论是否正确、有价值等。答辩或展讲的基础取决于研究的过程。答辩前要预先将论文印发给鉴定者,要预先画好放大的图表、携带好必要的资料。在展讲时不要照读论文,而要重点地讲明论文的独到之处;答辩问题时要沉着,听清问题、略加思考,抓住本质有条理地回答,态度要谦虚。

六、应试能力

这里应试能力是指应付笔试的能力。笔试也是化学竞赛的重要组成部分。笔试是对参赛者解题能力的一次鉴定。单靠懂得知识,即使去应付一次最低等级的考试也是不够的,何况化学竞赛级的考试。

首先,考试能否取胜,这将取决于你在考试前一段时间的准备。考试前夕,应该是无所事事了。要放松一下,休息好,以迎接紧张的考试;要充满信心,使头脑处于思维最活跃的状态去应付考试。

其次,考生要想充分发挥自己应有的水平,必须掌握一些考试技能:解题前要把试卷大致浏览一遍,以便整体把握考卷;解题顺序先易后难,可以增强信心、可以考出好成绩;不在无把握解答的习题上多花功夫,以免浪费时间、影响情绪;考生贵在头脑清醒、思维敏捷,考生在考试中途可以自己适当休整;交卷之前认真检查一遍试卷。

第三,讲究解题技巧。不同类型的题目有不同的解题方法和技巧,但是不管哪一种类型的题目,解题都要涉及审题、破题和答卷三个基本过程。必须掌握这三方面的技巧。

通过审题要弄清题意,明确题目的已知条件和求解目的(求解的实质、求解的要点、求解的深度)。

破题技巧。题目有深浅难易之分,浅题只要审清题意就不难回答;但有些难题却感到不得要领、无从下手。难题难在已知条件和求解目的之间存在一定的距离,甚至距离还很大。破题就是识破解决这段距离所必须的桥梁。这个桥梁就是解题的思路,也就是通过某个或某些化学原理把已知条件与求解目的联系起来。答卷技巧。在审题和破题的过程中,主要是阅读和思考的过程。审题和破题的速度反映出考生的文字理解能力、对化学原理的熟悉程度和分析综合的能力。而答卷要把推理过程和运算结果逐步书写在试卷上,反映出考生的文字表达能力和逻辑能力。因此,答卷时必须书写整齐清楚,文字简洁有条理、推理合乎逻辑。

限于篇幅,本讲只能简要地列举了化学竞赛者必须具备的六点素质,目的在于给青年朋友们一些启发和参考。希望大家在以后的各讲中去体会、去运用,在亲身的实践中去提高素质。

物质结构和元素周期律

华东师大二附中 陈国强

一、原子结构

大约在 19 世纪末期以前，人们一直把原子看成是最小的、不可再分的微粒。但是到了 19 世纪末期至 20 世纪初期，阴极射线及元素放射性的发现，证明了原子结构的复杂性。

1. 原子的组成

原子是由原子核和核外电子两部分组成。这个事实由英国物理学家卢瑟福通过 α 粒子的散射实验所证实，如图 2-1 所示：

实验表明，其中大多数 α 粒子在穿过原子时，并不改变最初的途径，只有极少数的 α 粒子发生了偏转，其中个别粒子偏转的程度较大，甚至被反射回来，显然这是与不可穿透的粒子相撞的结果。

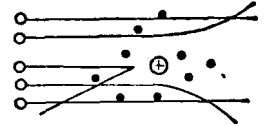
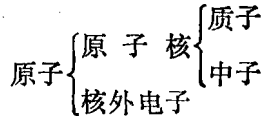


图 2-1

理论上的计算表明， α 粒子只有在行进中遇着了原子中质量较大和带正电荷的部分，在同性电荷相互排斥的情况下，才能引起 α 粒子的散射。由于只有个别 α 粒子发生剧烈偏转，这正说明带正电荷的部分体积很小而质量却很集中。

为此，卢瑟福提出了原子结构的模型：原子是电中性的，每个原子的中央都有一个带正电荷的原子核，核外有若干电子绕核高速运动。原子核的体积很小，而原子核和电子间是十分敞空的。

后来，人们用天然放射性元素放出的高速 α 粒子去冲击原子核时，又实现了人工的原子核裂变，即用人工的方法把一种元素转变为另一种元素，同时发现了质子和中子，这样就构成了对原子组成的认识。



构成原子的三种微粒的特征见表 2-1。

每一个原子内存在以下一些关系：

$$\text{原子序数} = \text{质子数} = \text{核电荷数} = \text{核外电子数}$$

表 2-1

性 质	微 粒		粒
	质 子	中 子	电 子
相 对 质 量	1	1	质子质量的 $\frac{1}{1836}$
电 量	1 个单位正电荷	不 带 电	1 个单位负电荷

原子的质量数 = 质子数 + 中子数

原子量① ≈ 质子数 + 中子数

根据原子结构的知识推断,元素的原子量应当表现为整数,但实际上没有观察到这种现象。实验发现大多数元素都是核电荷数相等而原子量不同的若干种原子的混和物。这些质子数相同、中子数不同的同一种元素的几种原子,叫做同位素。

中学化学里遇到的同位素主要有以下几种:

氢的同位素 ${}^1_1\text{H}$ (氕)、 ${}^2_1\text{H}$ (氘)、 ${}^3_1\text{H}$ (氚)

氯的同位素 ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 、 ${}^{37}_{17}\text{Cl}$

碳的同位素 ${}^{12}_6\text{C}$ 、 ${}^{13}_6\text{C}$ 、 ${}^{14}_6\text{C}$

氧的同位素 ${}^{16}_8\text{O}$ 、 ${}^{18}_8\text{O}$

铀的同位素 ${}^{234}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{235}_{92}\text{U}$ 、 ${}^{238}_{92}\text{U}$

元素的原子量,实际上就是该元素在自然界中较稳定的同位素的平均原子量,计算公式如下:

$$\text{平均原子量} = A \times a\% + B \times b\% + C \times c\% + \dots\dots\dots$$

以氯元素为例,列表比较如下:

表 2-2

	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	${}^{37}_{17}\text{Cl}$	氯 元 素
原子近似原子量(质量数)	35	37	
同位素质量(同位素原子量)	34.96885	36.96590	
元素近似平均原子量			$35 \times 75.53\% + 37 \times 24.47\% = 35.5$

显然,对于不存在天然同位素的元素,只有元素原子量和该元素的原子质量数。

2. 核外电子运动状态

电子具有质量,运动着的电子具有动量,表明电子是微粒;另一方面,电子穿过晶体粉末时会产生衍射现象,这说明电子象光波的传播一样具有波动的性质,可见电子的运动同时兼有粒子和波两种运动的特性,亦即电子具有波粒二象性。

根据电子运动的特殊性,只能用电子在核外空间出现的机会(即几率)来描述电子的运动状态,电子在原子核外空间出现的几率分布就叫做电子云。图 2-2 为表示电子几率分布的几种方法:

对原子核外电子出现的几率分布所采用的几种图示方法中,以电子云界面图最为简单明了,通常所说的 s 电子云形状为球形对称, p 电子云形状是纺锤形……等,指的就是这种界面图。

通过原子光谱的研究表明,原子中核外每一个电子的运动并不是任意的,它们会分别处于不同的一定能量状态(称为能级)。对每一电子的运动状态需要从下面四个方面进行描述。

(1) 主量子数(n)

主量子数决定能层。在多电子的原子中,原子核外的若干电子,它们的能量不相同(即

① 按照国际单位制的规定,原子量应叫作相对原子质量,在这里暂按习惯沿用原子量。

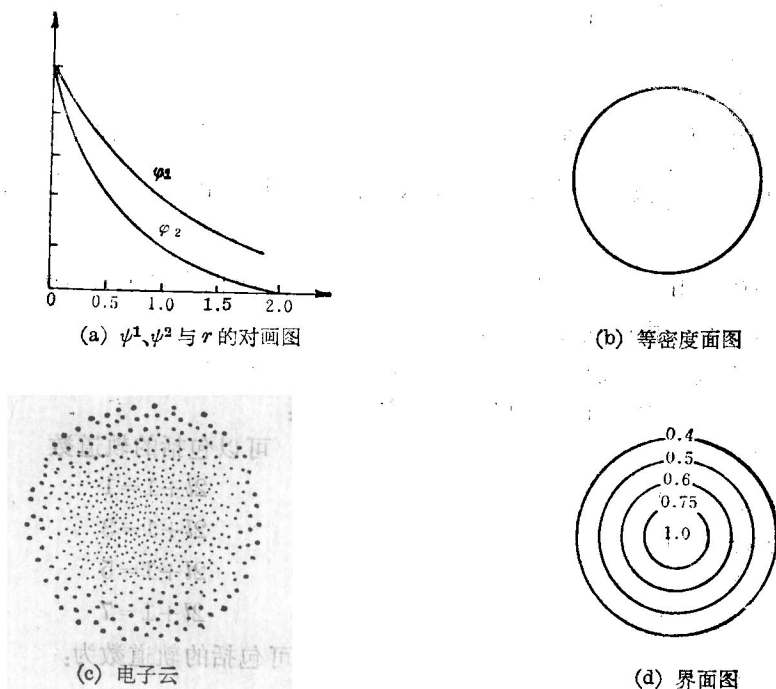


图 2-2

处于不同的能级), 但有些电子的能量相近. 把能量相近的电子合成为一个电子组, 称为一个能层(即电子层).

主量子数(n)是用来描述电子能量高低的主要数字, 可用 $n=1, 2, 3, 4, 5, \dots$, 也可依次用 K, L, M, N, O, ... 等符号来表示. n 为几即表示第几能级或第几电子层.

(2) 角量子数(l)

角量子数决定亚层. 同一能层的电子(主量子数 n 相同)其能量相近, 但不一定相同. 实验表明, 处于同一能层的电子, 有的电子能量相同, 有的不同. 把处于同一能层的电子, 根据能量相同的条件, 又分为若干分组, 每一分组称为一个亚层. 不同亚层状态的电子, 它的电子云的分布状态不同, 亦即具有不同的形状. 对应第 n 能层, 角量子数 l 的数值可以采取从 $0, 1, 2, \dots$ 到 $(n-1)$ 区间的 n 个整数, 每一个 l 值对应一个亚层. 在同一能层中, 能量最低的亚层, 为 s 态, $l=0$, 电子云呈球形; 能量稍高的亚层, 为 p 态, $l=1$, 电子云呈纺锤形; 能量再高的亚层, 为 d 态, $l=2$; 能量更高的亚层, 为 f 态, $l=3$.

电子的能量高低, 同时取决于两个因素, 既与其所在能层有关, 又与其所在亚层有关. 对不同能层来说, l 值相同时, n 越大, 能量越高. 如: $E_{4s} > E_{3s} > E_{2s} > E_{1s}$. 在同一能层中, l 值越大, 能量越高.

(3) 磁量子数(m)

电子云不仅有确定的形状, 还可以沿一定的方向伸展. 电子云在空间伸展的方向以磁量子数表示. 磁量子数 m 是由角量子数 l 规定的, 当 $l=1$ 值时, $m=0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$, 即 m 的数值共有 $(2l+1)$ 个值, 例如 $l=1$ (p 态), 则 m 值为 $+1, 0, -1$, 表示 p 轨道有三个, 它们分别具有不同的一定空间取向. 应当明确, 这里所用的轨道概念, 与通常宏观物体运动的轨迹不同. 宏观物体运行的轨迹有时也称为轨道, 这个轨道是宏观物体运行所走过的途

径。我们所说的电子的轨道，并不是电子在核外运行的途径，而仅指电子的一定运动状态并具有一定的能量，因此不能把这种轨道理解为轨迹。

(4) 自旋量子数(s)

电子在核外空间还作自旋运动。自旋量子数 s 表示电子的自旋，电子自旋只有相反的两个方向，分别以 $s = +\frac{1}{2}$, $s = -\frac{1}{2}$ 两个值表示。通常还分别用向上和向下的箭头表示，即 \uparrow 和 \downarrow 。

在原子体系中任一电子的运动状态都为相应的 n, l, m, s 四个量子数值所决定。因此就要应用这四个量子数来描述核外每个电子的运动状态。

由于第 n 能层所包括的亚层的角量子数可以是 $l=0$ (s 态), $l=1$ (p 态), $l=2$ (d 态), ... $l=(n-1)$ 。所以第 n 层的轨道数可以按下列方法推算：

亚层(角量子数)	可以包括的轨道数
s 态($l=0$)	$2l+1=1$
p 态($l=1$)	$2l+1=3$
d 态($l=2$)	$2l+1=5$
f 态($l=3$)	$2l+1=7$

因为 $l=(n-1)$ ，则 $2l+1=2(n-1)+1$ ，第 n 能层共可包括的轨道数为：

$$\sum_{l=0}^{n-1} (2l+1) = 1+3+5+\dots+[2(n-1)+1]$$

这是一个数列，根据求和方法，可以得到：

$$\sum_{l=0}^{n-1} (2l+1) = \frac{\text{首项} + \text{末项}}{2} \times \text{项数} = \frac{1 + [2(n-1)+1]}{2} \times n = n^2$$

因为每一轨道上最多可容纳两个电子，所以第 n 能层最多可容纳 $2n^2$ 个电子。

我国化学家徐光宪教授归纳出了能级高低和 n, l 的关系近似规律：对原子的外层电子来说， $(n+0.7l)$ 越大，能级越高；对离原子核较近的内层电子来说，能级高低基本上决定于 n 。

原子核外电子排布遵循三条规律：(1) 泡利不相容原理，(2) 能量最低原理，(3) 洪特规则。

关于电子排布的下列提法是值得注意的：

(1) 电子层结构，即核外电子排布情况，通常用电子排布式或轨道式表示。

(2) 特征电子构型(外围电子或最外层能级组构型)是指用电子排布式来表达原子核外能级组的电子排布情况，如周期表中 IA、IIA 族(s 区元素)其特征电子构型为 $ns^{1\sim 2}$ ，IIIA-VIIA 族(p 区元素)其特征电子构型为 $ns^2np^{1\sim 6}$ ，过渡元素(d 区元素)其特征电子构型为 $(n-1)d^{1\sim 10}ns^{1\sim 2}$ ，镧系、锕系元素(f 区元素)其特征电子构型为 $(n-2)f^{1\sim 14}(n-1)d^{1\sim 2}ns^2$ 。

(3) 价电子：是指元素原子核外和元素化合价有关的电子。对于主族元素，价电子就是元素最外层电子；对于副族元素，则还包括原子的次外层或倒数第三层的部分电子，如铜在形成化合物时，既可能失去 $4s^1$ 电子，也可能 $3d^{10}$ 中的一个电子参加反应。

(4) 外围电子：若某一元素原子的内层电子已形成惰性气体电子层结构，那就可用该惰性气体元素符号表示这部分内层电子构造，以简便地表示它的电子层结构，例：Cu[Ar] $3d^{10}4s^1$ 。