

物理化学家 **黄子卿**
化学教育家 (1900.1.2~1982.7.23)

1955年当选中国科学院学部委员



黄子卿故乡—梅县程江镇槐岗村

中国物理化学界一代宗师——黄子卿

李芝芬



黄子卿，物理化学家和化学教育家。从事过电化学、生物化学、热力学和溶液理论等多方面的研究。曾精确测定了热力学温标的基准点——水的三相点，并在溶液理论方面颇有建树。他毕生从事化学教育事业，不遗余力地培育人才。他是中国物理化学的奠基人之一。

黄子卿，家名荫荣，字碧帆。1900年1月2日出生于广东省梅县槐岗村。1904年在本村私塾受启蒙教育。他的外祖父和舅父古文造诣颇深，藏书甚丰，给了黄子卿很好的早期教育和深刻的影响。

1915年，黄子卿考入长沙雅礼中学。该校有一个曾中清末探花的汪姓教师，任教文学与算术。他发现黄子卿在数学方面颇具天赋，建议他以学数理为宜。这对黄子卿以后献身科学事业起了很大影响。

1919年黄子卿中学毕业，考入清华留美预备班第7期。1921年6月结业。1922年9月入美国威斯康星大学，主修化学，1924年毕业，获理学学士学位。随即转入康奈尔大学，于1925年获理学硕士学位。同年9月入麻省理工学院化学系，攻读博士学位。后因公费到期，1927年12月结业回国。



梅县槐岗村“芸香书室”曾为黄子卿院士四岁时就读的私塾





黄子卿回国后首先在北京协和医学院生物化学系作助教。在吴宪教授指导下做蛋白质变性研究。1929年9月应聘任清华大学化学系教授。

1930年2月与夏静仁女士结婚，共生有四子。

1934年6月黄子卿再度赴美国，回到麻省理工学院，师从热力学名家比泰(J.A.Beattie)，做热力学温标的实验研究，精确测定了水的三相点。1935年获麻省理工学院哲学博士学位。同年回清华大学任教。他克服重重困难，建立了电化学研究的实验设备，开始从事溶液理论的探索研究。



1937年“七七”事变后，黄子卿随清华大学辗转千里，从北京到长沙，又从长沙到昆明，在由北京大学、清华大学、南开大学三校联合成立的西南联合大学任教授。当时，中国大部分化学界的英才汇集于西南联合大学。他们在极端艰苦的条件下，紧跟化学科学的世界步伐，坚持国内化学教育事业，培养了一批蜚声中外的中国化学家。

1945年抗战胜利后，黄子卿随清华大学回到北京。1948年第三次赴美国，应聘加州理工学院客座教授，作结晶学研究。1949年7月回国，继续在清华大学任教。

1952年全国高等学校进行院系调整，黄子卿被调至北京大学化学系做教授，任物理化学教研室主任。

由于科学研究中的卓越成绩，黄子卿曾被载入美国1948年出版的《世界名人录》。

1923年黄子卿参加旅美学生组织的“中华化学会”。1932年中国化学会在南京成立，他是早期会员之一。1941年至1943年曾连续三届被选为理事，1951年开始，再次当选为该会十七、十八、十九届



1981年12月，黄子卿与夫人夏静仁摄于北大家中。



1981年，黄子卿在工作

常务理事和第二十届副理事长。1955年6月被选为中国科学院数理化学部委员，1981年任化学部委员。1981年我国开始推行学位制，黄子卿参加国务院学位委员会第一届学科评议组工作。

1953年黄子卿参加九三学社，历任九三学社中央委员、中央常委。

新中国成立以来，黄子卿曾担任全国政治协商会议第二至五届委员会委员。

黄子卿一生勤奋好学，勇于探索，50多年科学生涯中，涉足物理化学的多个领域，讲授过多门物理化学的课程，被誉为我国物理化学的一代宗师。

早期从事电化学、生物化学、热力学研究

1925年黄子卿进入美国麻省理工学院，师从麦克英纳斯(Mc Innes)，从事电化学研究。通过实验，考察了界面移动法测定电解质溶液中离子迁移数时震动、热效应、界面可见性条件以及界面调节因素诸方面对实验测定的影响，改进了此方法的实验装置，提高了实验测定的准确度，并拓宽了此方法的应用范围。他的第一篇学术论文1927年夏在美国化学会志发表。



黄子卿先生和他的两位弟子与助手韩德刚（右）、杨文治教授（左）合影(1981年)。

1928年黄子卿就职于北京协和医学院生物化学系，担任助教。在生物化学家吴宪教授领导下做蛋白质变性研究。他制备了分别经酸、碱、尿素和乙醇作用而变性的蛋白质，利用渗透压测定了变性蛋白质的分子量。研究证明



1972年4月，在实验室指导青年教师蛋白质变性并不必然改变其分子量，为吴宪明确定义蛋白质变性提供了实验证据。黄子卿观察到，天然的和变性的鸡蛋清蛋白和羊血红蛋白的分子量约为34000的倍数或亚倍数，与现在对蛋白质分子量研究得到的亚单位结果相符合。他们于1930年在《中国生理学杂志》上发表了这一研究结果，是当时这类研究的前驱成果。

1930年前后，寻求合适的状态方程以预示实际气体的热力学性质，探索等张比容与液体其他物性以及和分子组成的关系，都是当时物理化学界所关注的课题。1929年黄子卿应聘到清华大学执教以后，在这两个方面展开了研究，发表了两组论文。一组关于气体的能、熵方程和绝热方程，实际气体的热力学性质，以及实际气体的焦耳—汤姆逊系数。另一组为用毛细管法测定一系列酯的等张比容的结果。



黄子卿(左二)和他的学生。左一为李芝芬。



精确测定水的三相点

温度是热力学的基本参数。1927年国际度量衡委员会选定水的冰点为热力学温标的基准点，定为273.15K。但是水的冰点是在1大气压下被空气饱和的水的液—固平衡的温度。它受外界大气压或进行测量的地理位置影响，并且与水被空气饱和的状况有关。因此科学界对它的重视性和精度提出过怀疑。当时物理化学界企图并已开始测定水的三相点，即水在其饱和蒸汽压力下气—液—固三相成平衡的温度，以代替冰点作为热力学温标的基准点。1934年黄子卿再度赴美国，在麻省理工学院随热力学名家比泰(J.A.Beattie)做热力学温标的实验研究，重新测定水的三相点。

因为当时水的冰点被认为是热力学温标的定点，所以测定水的三相点就需要测量水的三相点室与冰室温度之差。为此需要得到精确的水的冰室的固液平衡温度。黄子卿仔细计算大气压力及水液面高度产生的附加压力对冰室平衡温度的影响；测量水样的电导，折算为盐浓度，按稀溶液的依数性，估算杂质造成的水的凝固点的降低；在严格固定条件下，以空气饱和水样。这样，达到冰室温度的精度为 $0.5 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$ 。黄子卿严格处理水的三相点室，精选三相点室材料并严格清洗；水样严格纯化去 CO_2 ；测量三相点室水样的电导估算杂质对平衡温度的影





响；并且对水面高度产生的附加压力的影响加以校正。他采用当时能达到的精确测温手段，并对体系采取严格的隔热防辐射措施。由此黄子卿得到水的三相点为 $0.00980 \pm 0.00005^\circ\text{C}$ 。这一结果被美国华盛顿哲学会主席斯蒂姆逊(H·F·Stimson)推崇为水的三相点的可靠数据之一，成为1948年国际实用温标(IPTS—1948)选择基准点——水的三相点的参照数据之一。这项工作成为黄子卿博士论文的一个部分。

从事溶液理论研究四十余年

黄子卿1935年回国后，在执教的同时继续进行电化学和溶液理论的研究。一方面考查了压力对铁在碱性介质中钝性的影响；另一方面开始了溶液中化学反应速率的介质效应和非电解质溶度的盐效应的研究。

首先黄子卿和他的研究生利用电导法研究酯在水—二氧六环混合溶剂中的皂化反应动力学，得出反应速率常数与溶剂组成关系的经验规律。此项工作因抗日战争而中断。至上世纪50年代黄子卿在清华大学重新指导研究生作乙酸乙酯在水—二氧六环混合溶剂中皂化反应动力学研究。观测到在相同温度下反应速率随溶剂介电常数下降而变小，考察了反应活化能与溶剂组成及介电常数的关系。据



1953年元旦，北京大学化学系物理化学专业的部分学生与黄子卿教授(二排左三)合影。



1981年3月，黄子卿(中)与周培源(右)、任之恭合影。

此对当时溶液中离子与分子反应的三种理论做了检验与评价。

30年代，盐水体系中非电解质活度系数的研究已积累了一定经验，并建立了德拜(Debye)等人的静电作用理论。黄子卿认识到，深入研究溶液体系在于进一步了解其中分子间相互作用的机制，盐—水—非电解质三元体系的性质变化具有反映这项本质问题的丰富内涵。因此，早在1936至1937年，黄子卿就开始了有关非电解质溶液的盐效应研究，测定了间硝基苯甲酸的盐效应常数，验证了德拜等人的理论(由于日本侵华战争的干扰，研究论文到1947年才得以问世)。黄子卿注意到，NaCl和KCl造成间硝基苯甲酸盐析，而KBr和KNO₃却使其盐溶。这是只考虑静电作用的德拜—麦考雷(Debye McAulay)和德拜理论所无法解释的。此后，黄子卿领导的研究组对盐效应作了系列研究，考查了大小和形状不同的多种非电解质及盐的盐效应规律，检验和探索了盐效应的理论机制，先后发表论文10余篇。在这一系列研究的第一篇论文中，黄子卿等人提出了盐效应的如下机制：水、盐和非电解质形成三元溶液，假如一种离子很大，并假设非电解质分子大于水分子，盐效应的产生是离子与分子间的静电作用加上色散力的作用。如果静电力是主要的，结果是盐析；如果色散力是主要的，结果是盐溶。因此，如果没有意外因素干扰，只要离子体积足够大，非电解质分子也足够大，就能引起盐溶。1955年黄子卿应邀赴民主德国讲学。他系统地介绍了他的盐效应机制，受到同行的重视。

60年代黄子卿指导学生对邻、间、对三种硝基苯甲酸作系统全面研究。考虑到此酸在水溶液中解离，参照前人方法，从溶度中扣除离解部分，得出中性分子

1978年北京。黄子卿在中国化学会第二十届年会上作学术报告。



1978年9月在上海中国化学会召开的学术论文报告会上，作“液体的晶格理论”报告。



的盐效应常数。结果表明，具有相同阳离子的盐，阴离子半径越小，盐析常数越大。对阳离子亦然。并且从间硝基苯甲酸盐析常数的温度系数，求出它自盐溶液迁移到纯水的标准熵变 ΔS° ，表明是熵增加过程。 $\Delta S^\circ / m = \text{常数}$ ，其中 m 为盐浓度。具有相同阴离子的盐， $\Delta S^\circ / m$ 随阳离子半径和价数而增加，对阴离子亦然。且就离子作用来说， $\Delta S^\circ / m$ 具有近似加和性。这些结果表明。非电解质周围“冰山”的形成，离子与水的相互作用，离子对由氢键形成的水的四面体串群结构的影响等都对离子—水—非电解质分子三者溶液中的相互作用产生影响。

三种硝基苯甲酸的偶极矩相近，实验测得的盐效应常数也很接近。为进一步考查非电解质分子偶极矩的影响，黄子卿选择了偶极矩差别很大的邻、间、对二氯苯作为研究对象。由于分光光度法测定浓度的精度限制，结果

只在可疑数字上显示出偶极矩大小次序。康韦(Conway)等人考虑了离子近区介电饱和、离子第一水化层的存在、介电常数与分子参数的关系以及柯克伍德(Kirkwood)介电理论的盐效应公式，由此计算盐效应常数，其结果比其他理论预示更接近实验值。说明探讨盐效应机制时应当考虑这些因素。

对于以水为溶剂的电解质溶液，非电解质溶度一般有限。静电力的作用总是占主要地位，决定着这些体系的性质。黄子卿认为，要突出非静电力对离子溶液性质的影响，介电常数较低的非水溶剂的离子溶液是更恰当的研究体系。60年代初，这类体系研究报道还很少。黄子卿即指导开展了“电解质—非水混合溶剂体



系”的研究。1965年完成了“电解质在混合溶剂中活度系数和溶剂化数的研究”一文的工作。由于“文化大革命”，该文到1980年才得以发表。文章报告了一组电解质在含甲醇二元溶剂中的溶解度，提出了简单溶剂化模型及其检验公式，并给出了估算这类体系中离子溶剂化数的方法。



1980年黄子卿(左二)与来访的英国李约瑟博士(左三)合影。

“文化大革命”期间，黄子卿并未停止科学研究工作。他紧紧跟上世界化学科学的步伐，发表了一系列综述文章，向我国化学界介绍配位场理论、熔盐结构学说、定标粒子液体理论及其应用等基本理论与最新发展。

中国物理化学的奠基人之一

黄子卿从事高等学校化学教育55年，讲授过物理化学、化学热力学、统计力学、电化学、溶液理论等。他讲课一丝不苟，立论严谨，循循善诱，使学生终生不能忘怀。一位在西南联合大学时听过黄子卿讲课的校友这样写道：“老师循循善诱，鼓励学生自己思考，客观地分析事物，不断重新检验已被接受的结论并探讨新的思路。蒙教诲已39年，而学生脑中印象清晰如昨。记忆中老师穿着蓝布大褂，戴厚黑边眼镜，正在昆明新校舍破旧的泥墙教室中作精彩的理论化学讲演，使学生居然暂忘饥饿与困苦，而对大自然一心向往。”这是对黄子卿的教学风格和水平的真实写照。

黄子卿于1956年出版了《物理化学》。该书是我国这个领域第一部教科书。针对我国大学的实际情况，采用自具体到抽象的编排次序，为提高物理化学教学质量提供了有效的途径，长期被选为这门课程的主要参考书。综合讲授溶液理论课的经验和长期从事溶液理论研究的成果，并不断以世界溶液理论最新进展充实教学内容，黄子卿撰写了《电解质溶液理论导论》及《非电解质溶液理论导论》



等两本专著。前者的修订版获国家教委颁发的1988年全国高等学校优秀教材奖。

在数十年教学生涯中，黄子卿非常重视实验在化学教学中的作用。他认为物理化学虽然是理论性较强的学科，但它和各门化学一样是实验科学。他谆谆教导学生要重视科学研究中的实验工作，要一丝不苟，严格可靠，否则可能得出荒谬的结论。

作为清华大学和北京大学的教授，黄子卿一直认为化学教师的任务有两个。一是培养人才，一是发展化学科学。前者是教学，后者是科学研究。他告诫他的学生，要教好书，不然误人子弟。但不能光当教书匠，不作科学研究在科学上就会落伍，不能成为一名合格的大学教师。

赤诚的爱国者

黄子卿生于外强入侵国家多灾多难的年代。考入清华留美预备班以后，他

一直抱有科学救国的志向。他认为是中国的老百姓供养了他出国留学，他立志要为中国服务。1935年他在美国麻省理工学院取得博士学位，当时正值日本全面侵华战争的前夕，有人把当时的中国比作风雨飘摇中的一条破船，劝他不要回国。黄子卿的回答是：“我是中国人，要跟中国共命运。”毅然回到祖国。1948年他第三次出国，不久北平和平解放，美国有人再次挽留他，并允诺帮助接其家眷赴美国。他再次谢绝了好意，抢在美国政府对中国留学人员采取扣留措施之前回到了祖国。反映了他渴望祖国独立、昌盛、富强并要为之贡献自己力量的



的赤子之心。中华人民共和国成立以后他不惜余力地为中国的化学教育和科学研究工作贡献了毕生的精力。

（摘自中国科学技术协会主编《中国科学家传略·理学篇·化学卷》，1993年第一版。题目为编者所加。作者李芝芬系北京大学化学系退休教授，黄子卿院士学生）

梅州
学院
志

黄子卿生平地图



燕南园合影。
1978年黄子卿全家在北京大学