

上海市大学教材

基础化学

上册

(理科用)

上海人民出版社

基 础 化 学

(理 科 用)

上 册

《基础化学》编写组

上 海 人 民 出 版 社

基础化学

(理科用)

上册

《基础化学》编写组

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 11 1/2 插页 2 字数 282,000

1974年2月第1版 1976年3月第2次印刷

印数 1—50,000

统一书号: 13171·83 定价: 0.95 元

毛主席语录

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

教材要彻底改革，有的首先删繁就简。

出版说明

《基础化学》分上中下三册出版,上册和中册介绍无机化学,下册介绍定量分析。

本教材力求运用辩证唯物主义观点阐明化学运动的基本规律,贯彻理论联系实际的原则,介绍无机化学的基础理论和知识,由浅入深、循序渐进,以适应读者自学的需要。但由于我们水平有限,实践经验不足,缺点和错误一定不少,希望广大工农兵和革命师生批评指正。

本书主要适用对象是理科的稀有元素专业、电化学专业、高分子专业、放射化学专业、生物化学专业,以及师范院校的各有关专业。由于适用的专业范围较广,在取材上不能完全适应各专业的需要。希望各专业在使用本书时,贯彻典型产品组织教学的精神,注意加强本专业的针对性,做到理论与实践更密切的结合。

参加本书编写工作的有复旦大学、上海师范大学化学系部分教师。

在编写过程中,曾得到上海吴泾化工厂、吴淞化肥厂、上海电化厂、上海冶炼厂、上钢一厂、上海化工研究院、南京化肥厂等单位的大力支持与协助。

目 录

绪论	1
一、世界是物质的	1
二、运动是物质存在的形式	3
三、物质的化学运动形式	6
四、用辩证唯物主义统帅自然科学	11
第一章 碱金属与碱土金属——钠、钾、镁、钙、钡	18
第一节 元素的性质	18
一、物理性质	18
二、化学性质	19
第二节 氧化钙、过氧化钠与超氧化钾	20
一、氧化钙	20
二、过氧化钠	21
三、超氧化钾	22
第三节 氢氧化物的溶解度和碱性	22
一、氢氧化物的溶解度	22
二、氢氧化物的碱性	24
三、氢氧化钙与氢氧化钠	25
第四节 碱金属和碱土金属的盐类	27
一、盐类的溶解度	27
二、几种重要的盐类	28
第五节 碳酸盐的热稳定性及其与酸的作用	34
第六节 钠、钾、镁、钙、钡的定性检验	37
一、钠和钾的焰色检验	37
二、镁的检验	38
三、钙的检验	38
四、钡的检验	38
第二章 合成氨工业 化学反应速度与化学平衡	39
第一节 合成氨工业概况	39
一、合成氨工业的重要性	39

二、我国合成氨工业的发展	40
第二节 合成氨生产简述	41
一、造气	41
二、净化	46
三、合成	52
第三节 化学反应速度	55
一、反应速度的意义	56
二、浓度对反应速度的影响——质量作用定律	57
三、温度对反应速度的影响——活化分子、活化能与分子的有效碰撞理论	61
四、催化剂与反应速度	64
五、辐射与化学反应	68
第四节 化学平衡	69
一、化学平衡的意义	69
二、平衡常数	70
三、平衡移动原理及影响平衡的因素	77
第五节 合成氨工业生产中某些适宜条件的分析举例	83
一、一氧化碳变换反应的适宜条件分析	83
二、氨合成反应的适宜条件分析	85
第六节 我国合成氨工业展望	86
第三章 电解质溶液和电离平衡	91
第一节 强电解质与弱电解质	91
一、强电解质与弱电解质	91
二、电离度	92
三、强电解质溶液与活度的概念	93
第二节 弱电解质的电离平衡	95
一、一元弱酸、弱碱的电离平衡	95
二、多元弱酸的电离	102
三、水的电离与溶液的 pH 值	104
四、缓冲溶液	109
第三节 中和与水解	114
一、酸、碱质子理论	114
二、酸碱中和	116
三、盐类的水解	118
第四节 沉淀与溶解	124
一、溶度积原理	125

二、沉淀的生成	127
三、沉淀的溶解	129
第四章 原子结构和元素周期律	135
第一节 物质的无限可分性 原子的组成	136
一、阴极射线 电子的发现	137
二、 α 粒子散射实验 原子模型	138
三、原子核的组成	140
第二节 原子核外电子的运动状态	143
一、电子云的概念	143
二、原子的能级	145
三、电子的运动状态	148
第三节 原子核外电子的分布	151
一、不相容原理	152
二、能量最低原理	153
三、最多轨道原则	155
第四节 元素周期律和原子的电子层结构	156
一、元素周期表(长式)	156
二、周期系中元素原子的电子层结构	157
第五节 元素的性质和原子结构的关系	164
一、元素的电离能	164
二、电子亲和能	167
三、元素的化合价	169
第五章 分子结构	173
第一节 化学键	174
第二节 离子键和离子型晶体	176
一、离子键的形成	176
二、离子化合物的性质	179
第三节 共价键和共价化合物	184
一、共价键的形成	184
二、共价键的饱和性和方向性	188
三、共价键的极性和分子的极性 元素的电负性	189
四、共价键物质的性质	194
第四节 配位键	196
第五节 金属键	198
第六节 分子间的作用力与氢键	201

一、分子间的作用力	201
二、氢键	205
第六章 硫、氮、磷和化肥	210
第一节 硫	210
一、单质硫	210
二、硫化氢 金属硫化物	212
三、二氧化硫、亚硫酸及其盐	214
四、三氧化硫、硫酸及其盐	217
五、硫的其他含氧酸盐	219
六、含硫废气的利用和处理	223
第二节 氮、磷	224
一、氮	225
二、氨及铵盐	226
三、硝酸及硝酸盐	228
四、亚硝酸及亚硝酸盐	231
五、 NH_4^+ 、 NO_3^- 和 NO_2^- 离子的定性检验	232
六、磷和磷的生产	232
七、磷的氧化物和卤化物	234
八、磷酸和磷酸盐	236
九、磷酸根离子 PO_4^{3-} 的定性检验	241
第三节 化肥	242
一、氮肥	242
二、磷肥	244
三、磷肥生产中的综合利用	245
第七章 氧化还原与卤素	248
第一节 卤素的性质	249
第二节 氧化还原的基本概念	252
一、氧化与还原	252
二、常用的氧化剂和还原剂	254
第三节 氧化还原反应方程式的配平	257
一、离子-电子法	258
二、氧化数法	260
第四节 氧化还原电位	262
一、原电池	263
二、标准电极电位	265
三、影响电极电位的因素	272

四、电极电位的应用	274
第五节 卤素的制备	278
第六节 卤化物	281
一、卤化氢和氢卤酸	281
二、金属和非金属的卤化物	288
第七节 卤素的含氧酸及含氧酸盐	290
一、次卤酸及次卤酸盐	290
二、卤酸及卤酸盐	293
三、高卤酸及高卤酸盐	294
第八章 氯碱工业和电解过程	297
第一节 氯碱工业概述	297
第二节 隔膜法电解食盐的生产过程和电解槽结构	299
一、隔膜法电解食盐的生产流程	300
二、盐水的制备和精制	301
三、盐水电解和立式隔膜电解槽结构	303
四、电解产物处理	307
第三节 电解过程的基本原理	310
一、电解的一般概念	310
二、电解质溶液的导电性能	313
三、电解定律和电流效率	316
第四节 槽电压和电能消耗	326
一、槽电压 分解电压	326
二、过电压和过电位	331
三、电能消耗和电能效率	342
第五节 汞阴极法电解食盐和土法电解食盐简介	347
一、汞阴极法电解食盐	347
二、土法电解食盐	349
第六节 盐泥的综合利用 氯碱工业中有关隔膜电解槽的研 究动态	352
一、盐泥的综合利用	352
二、氯碱工业中有关隔膜电解槽的一些研究动态	354
国际原子量表	358

绪 论

一、世界是物质的

在我们周围的世界中存在着无数的物体，我们在其中观察到各种各样的现象。例如地球上现有的生物就有二百万种，其中包括动物、植物和微生物三大类。它们都不断地经历着生、老、病、死的变化。在无机界中，日月星辰、江河湖海、山岳平原、矿物岩石、以及刀锯斧钺、桌椅板凳等等，种类更是繁多。它们也都经历着各种变化，有生有灭，例如日月更替、寒去暑来、山崩地裂、风吹浪打、涓滴汇为巨流、沧海变成良田，以及自然界中的蒸发、冷凝、风化、潮解、发光、发热、发声、发电等等。在化学领域内，由一百多种元素构成了千千万万的化合物。到目前为止，已知的化合物总数已达到几百万种。这样众多的化合物，通过它们之间的化分与化合，可以进行内容极为丰富的、各式各样的化学反应。所有这一切事物，包括各种各样的物体和现象在内，就构成了整个世界。自古以来，劳动人民在长期的三大革命运动实践中，不断地认识世界和改造世界。

那么，这个森罗万象的世界的本质究竟是什么呢？对于这个问题的回答，历来就存在着两条哲学路线的尖锐斗争。

唯物主义者认为，世界是物质的，世界的本质是物质。世界上千差万别的物体都是物质的各种具体形态。世界上物质的具体形态是无限多样的，它们通过相互联系和相互转化，构成了统一的物质世界。因此，世界是统一的，它的统一性正在于它的物质性。

列宁教导我们：“物质是作用于我们的感官而引起感觉的东西；物质是我们感觉到的客观实在”。“物质是标志客观实在的哲学范畴，这种客观实在是人感觉到的，它不依赖于我们的感觉而存在，为我们的感觉所复写、摄影、反映。”（《唯物主义和经验批判主义》）这是辩证唯物主义的物质观，它深刻地阐明了物质的客观实在性的原理。劳动人民在三大革命运动的长期实践中逐渐认识到，在人们的主观意识之外，有着一个客观世界，这个客观世界是不依赖于人的主观意识而独立存在的。这是一种朴素的唯物主义观点。

自然科学，其中包括化学在内，都以客观存在的物质世界作为它考察和研究的对象。

唯心主义者为了欺骗和麻痹劳动人民，维护剥削阶级的统治，总是把世界上的一切歪曲为精神或意识的产物。主观唯心主义认为，世界的本质是人们的主观意识，世界上一切事物都只存在于人的意识之中。客观唯心主义则认为，世界的本质是某种精神，这种精神在自然界出现之前就存在着，自然界是这个精神活动的产物。总之，不论主观唯心主义还是客观唯心主义，都认为现实世界统一于意识或精神，力图否认世界的物质性。

但是，自然科学无可辩驳地证明，在有意识的人产生之前，地球早已存在了几十亿年。只是约在五亿年前，地球上才出现了生命；约在100万年以前，地球上才出现了人类。由此可知，在地球早期的历史中，非但具有意识的人不可能存在，就是任何其他生物也都是不可能存在的。这一事实雄辩地说明，地球、太阳、太阳系……，整个自然界是在任何意识之外，并且不依赖于任何意识而独立存在的。人的意识只是在自然界发展到一定阶段作为它的产物才产生的。任何其他的“超人意识”或“绝对精神”都是不存在、也不可能存在的。因此，唯物主义哲学教导我们，自然界、物质是第一性的，而精神、意识是第二性的。

众所周知，一定阶级的经济和政治地位，决定了它对哲学基本

问题的态度,因此哲学斗争是社会阶级斗争在思想意识上的反映。自从阶级社会形成以来,就有唯心主义和唯物主义两条哲学路线的斗争。这一斗争归根到底表现着“社会中敌对阶级的倾向和思想体系”。(《唯物主义和经验批判主义》)我们在区分唯心主义和唯物主义时,除了认清它们的认识论根源外,更要弄清楚它们的阶级根源。

正确的物质观的指导,对于自然科学的发展具有重要的意义。历史上不少的自然科学家,正是由于这方面的局限,最终不可避免地陷入了唯心主义的泥坑。因此,我们学自然科学的,一定要用正确的物质观作为指导,分清什么是唯物主义,什么是唯心主义,学会按照事物的本来面貌去认识事物,善于识别自然科学中的不同学派和思潮,提高我们区分真假马克思主义的能力。

二、运动是物质存在的形式

马克思主义哲学认为,世界上的一切事物,由于其内部的矛盾性,以及它们与周围其他事物的相互联系和相互影响,它们都处于永不停息的运动、变化和发展之中。毛主席教导我们:“没有什么事物是不包含矛盾的”。而“运动本身就是矛盾”。(《反杜林论》)因此世界上没有不在运动的事物。恩格斯在《反杜林论》一书中写道:“运动是物质的存在方式。无论何时何地,都没有也不可能有没有运动的物质。”深刻地阐明了辩证唯物主义的运动观。

自然科学的全部成果表明,整个宇宙从微观世界到宏观世界,从无机界到有机界,从生物界到人类社会,“都处于永恒的产生和消灭中,处于不断的流动中,处于无休止的运动和变化中。”(《自然辩证法》)天体、地球、生物、人类都是由一定的物质形态,通过一定的矛盾运动逐渐转化而来。太阳是从星云转化而来的,它将来也会灭亡,再转化为别的物质形态。地球是在太阳系的发展过程中形成的。地球不断地进行着自转运动,同时又以每秒30公里的速度

围绕太阳运行，而太阳携带着它的整个行星系又以每秒 200 多公里的速度参与了庞大的银河系的自转运动。天体内部则更处于复杂的矛盾运动中。恒星内部在几万到上亿度的高温下进行着激烈的热核反应，并向外辐射出大量能量和抛射出物体。自然界的生物是从无机物转化而来。在生物机体内不断地进行着新陈代谢，并同时与周围环境进行不断的相互作用。组成每个物体的分子和原子也处于永不停止的运动中，它们进行着热运动，核外电子不停地绕核运动，核内的质子和中子也进行着强烈的运动，以极高的频率相互转化着。

由此可见，运动不是物质的偶然状态，而是物质普遍的、不可分离的根本属性。恩格斯在《自然辩证法》一书中指出：“运动，就最一般的意义来说，就它被理解为存在的方式、被理解为物质的固有属性来说，它包括宇宙中发生的一切变化和过程，从单纯的位置移动起直到思维。”

物质存在的具体形态是多种多样的。与物质不可分离的运动也具有多种多样的形式。正如毛主席教导我们的那样：“自然界存在着许多的运动形式，机械运动、发声、发光、发热、电流、化分、化合等等都是。所有这些物质的运动形式，都是互相依存的，又是本质上互相区别的。”因此，某一物体之所以成为那个物体，正是由于它固有的特殊运动形式所决定的。例如太阳系之所以成为那样一种特殊的物质客体，正是由于它具有自己的特殊运动形式；如果这种运动一旦停止，也就不存在太阳系了。又如有机体之所以成为那样的物质客体，正是由于有机体中所进行的特殊的新陈代谢运动，以及机体和环境之间的相互作用；如果这种运动一旦停止，那么该有机体就不复存在，生命也就死亡了，尽管此时在其内部仍进行着某种物理-化学过程。现代物理学表明，如果原子核内没有质子和中子的不断的相互转化运动，那么就不可能有原子核存在。毛主席教导我们：“人的认识物质，就是认识物质的运动形式，因为

除了运动的物质以外，世界上什么也没有，而物质的运动则必取一定的形式。”我们正是通过物质的特殊运动形式，即通过事物内部矛盾的特殊性来认识事物的。

如上所述，物质不可能存在于运动之外，物质与运动是不可分割的。但是这并不排除在永恒的、绝对的物质变化和运动过程中存在着暂时的、相对的静止和平衡状态。不过应该注意到，静止和平衡只是对局部的、个别的物质客体和个别的运动形式来说，才是有意义的；它只具有暂时的、局部的和相对的性质。例如桌子上的一杯水，它对桌子和地面来说，暂时处于一种静止和平衡的状态。但是这并不妨碍这杯水与其周围环境进行物体和能量的交换：它将不断地向周围环境蒸发出水分子，并进行热量的交换；空气中的氧、氮等分子也会溶解于水之中，并不断地从水中蒸发出来。杯中的水分子在不停地进行着热运动；一部分水分子还会不停地进行电离，电离后的离子又会重行结合成水分子；水分子本身又会不断地进行缔合和解离；组成水分子的氢原子和氧原子也在不停地运动着，这些原子中的原子核和核外电子无不处于激烈的运动之中。另一方面，这杯水又无时无刻不在参加地球和太阳系的运动。恩格斯在《反杜林论》这一光辉著作中指出：“任何静止、任何平衡都只是相对的，只有对这种或那种确定的运动形式来说才是有意义的。”

但是，物质客体能够处于暂时的、局部的、相对的静止和平衡状态这一事实，对于自然界的发展来说，具有重要的意义。恩格斯写道：“物体相对静止的可能性，暂时的平衡状态的可能性，是物质分化的根本条件”。（《自然辩证法》）由此可知，我们之所以能够识别千千万万不同的物质形态，正是由于它们能够处于相对的静止状态和暂时的平衡状态之故。不然的话，一切事物都将成为瞬息万变、不可捉摸的东西，我们也就无从具体地描述运动，无从具体地认识物质的各别形态了。

从唯物辩证法的观点来看，“平衡是和运动分不开的。”（《自然辩证法》）任何物体，由于其内部的矛盾性，都处于不断的运动和变化之中，这是变异性的一方面。但是，每一个物体又都具有相对稳定的属性，以区别于任何其他物体，这又是相对稳定性的一方面。这种相对的稳定性普遍地表现在一切运动形式上。例如，在机械运动中表现为相对的静止，在化学运动中表现为物体具有相对稳定的化学属性和光谱特征等等。对每一个具体的事物来说也是如此。例如一张桌子，它无时无刻不处在运动和变化之中，但它又不失为一张桌子，暂时具有一张桌子应有的一切属性；又如一条河流，它无时无刻不在流动、变化之中，“人不能两次踏进同一条河流”，但是它毕竟是一条河流，在一定条件下具有一定的流速，以及其他某些地理的和物理-化学的属性。我们称它为河流，而不称它为任何别的东西。由此可知，在每一个具体事物中，都生动地体现出运动和相对的平衡之间、变异性和暂时的稳定性之间的活的统一。

“运动应当从它的反面即从静止找到它的量度”。（《反杜林论》）例如，打桩机的重锤吊在空中，这是一种暂时的静止状态。但是，重锤吊得越高，它的位能就越大，一旦落下时，重锤的运动能力就越大，它的打击也越有力。某一可逆的化学反应，当它在一定条件下达到平衡时的转化率越大，则当此平衡破坏时，该反应向某一方向进行的能力也就越大。我们在化工生产中，正是从这一角度来对待化学平衡的；通过化学平衡的不断趋近和破坏，实现了一系列重要化工产品的生产。我们研究静止、研究平衡，正是从反面来研究运动、研究事物的矛盾，从而促使矛盾朝着一定的方向转化，以达到我们革命和建设的目的。

三、物质的化学运动形式

毛主席教导我们：“任何运动形式，其内部都包含着本身特殊

的矛盾。这种特殊的矛盾，就构成一事物区别于他事物的特殊的本质。”毛主席又指出：“对于某一现象的领域所特有的某一种矛盾的研究，就构成某一门科学的对象。例如，……物理学中的阴电和阳电，化学中的化分和化合，……。”

化学是研究物质化学运动形式的科学。物质的化学运动形式具有它本身的特殊矛盾，这就是化分和化合的一对矛盾。我们知道，分子是由原子构成的。在化学反应中，分子化分为原子或原子基团（如离子、自由基等等），后者同时又化合成为新的分子。例如，在 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ 的反应中，氢分子和氧分子被破坏了，化分成为各自的原子，后者同时又互相化合，形成了新的水分子。因此，物质化学运动形式的特殊矛盾就是“原子的化合和分解”（《谈谈辩证法问题》）这一对矛盾，或者也可以认为是分子的破坏和形成这一对矛盾，因为分子的破坏，就是分解为原子（包括原子基团），而原子（包括原子基团）的化合，就是形成新的分子（自然也可以形成离子、自由基等）；这正好是事物的两个方面，指的是同一回事。因此，那里进行着原子的化分和化合过程（或者分子的破坏和形成过程），那里就存在着物质的化学运动形式。化学运动形式可以认为就是这一对矛盾不断产生和解决的过程。我们不当认为，一切有分子和原子参加的过程都是化学运动形式。例如分子、离子或原子的热运动是物理运动，原子核的裂变过程也是物理运动，它们都不属于化学运动的范围了。

唯物辩证法认为，物质是无限可分的。物质可以分割到分子、原子、电子和其他基本粒子，它们都是物质分割的无限序列中的各个不同的层次，具有不同质的特点。化学就是研究由分子分割到原子这个层次的过程中所表现出来的矛盾运动的规律的。因此，恩格斯在《自然辩证法》一书中一方面称化学为“关于原子运动的科学”，另一方面又称化学变化为“永恒的分子变化”，深刻地阐明了物质化学运动的特殊本质。