

无机化学

金高 主编

高等医药院校试用教材

无机化学

金 高 主 編

人民卫生出版社

高等医藥院校試用教材
供医疗、兒科、衛生及口腔專業用

无机化学

金 高 主 編

吳純熙 王崇信 編 寫

胡志彬 俞崇智 評 閱

人 民 衛 生 出 版 社

一九五八年·北 京

无 机 化 学

開本：850×1168/32 印張：6 $\frac{1}{16}$ 插頁：2 字數：181 千字

金 高 主 編

人 民 衛 生 出 版 社

(北京書刊出版業營業許可証出字第〇四六號)

·北京崇文區錢子胡同三十六號·

北京五三五工厂印刷·新华書店發行

統一書號：14048·1653

定 价：0.80 元

1958年8月第1版—第1次印刷

(北京版)印數：1—20,000

序

本書是受衛生部的委托，按照 1956 年 7 月修訂的教學計劃中所規定的教學時數和無機化學教學大綱中所列的內容，並參照本書初稿試用後各醫學院提出的意見編寫而成的。

根據衛生部對編寫教材方面所指示的精神，在某些地方曾增加了若干節目。例如，氣態物質分子量的測定、化學式、化學反應方程式、緩衝溶液、酸和鹼的新觀點等。這些材料一般都用小體字印刷。為了使學生了解在學習定性分析化學時也應有量的概念，特在同離子效應與溶度積方面列舉了較多的計算例題。教師可酌情選用，余留學生自學。

在各論方面，完全以門捷列夫的元素周期系為中心按族討論。由於篇幅的限制，僅簡述各族元素的一般性質；對於它們所組成的各個單質和化合物的特性、用途和制備方法等等，只得從略。雖然如此，逐節教授也會發生困難，建議各校教師結合具體情況予以增刪。

每章后面的習題在分量的多少和難易的程度上很難有確切的標準；所以書中所列僅供參考；可以選用，也可以另選題目令學生解答或演算。同樣，書後所附實驗也僅備各校參考。

本書定稿時，正值全國人民向社會主義大躍進達到高潮的偉大時期，編者深受這一運動的教育，鼓起干劲，用了最大的努力以求將本書寫得比較合適。但限于水平，不妥及錯誤之處，仍所難免。敬希同志們提出批評和指正。

編者

一九五八年春三月於成都杜甫草堂

目 录

緒論

§1 物質的概念	1
§2 化学研究的对象	2
§3 化学研究的方法	4
§4 化学与医学科学 的关系	5
§5 化学在我国社会 主义建設中所起 的作用	6
§6 化学的初期發展	7

第一章 原子—分子

学說	12
§1—1 化学中的若干 基本定律	12
§1—2 道尔頓原子說	16
§1—3 原子—分子 学說、亞佛加 德罗定律	19
§1—4 原子量和分子 量	22
§1—5 克分子、克原 子和克当量	22
§1—6 亞佛加德罗 常数	24
§1—7 气体的克分子 体积	25
§1—8 气体分压定律	27
§1—9 化学式	29
§1—10 化学反应方程 式	32
§1—11 化学反应中能 的轉变 热化学 反应方程式	33

§1—12 盖斯定律	35
第二章 元素周期系与 原子結構	39
§2—1 門捷列夫周期 律	39
§2—2 元素的周期系	40
§2—3 原子結構的复 杂性	42
§2—4 核电荷——原 子序与电子層 結構	44
§2—5 原子結構和元 素的性質及周 期系的关系	47
§2—6 原子核和同位 素	49
§2—7 周期系的意义 和它在自然科 学發展上的指 导作用	51
第三章 物質結構	53
§3—1 原子价和化学 鍵	53
§3—2 化学鍵的类型	54
§3—3 極性分子和非 極性分子	61
§3—4 固态物質的結 构	63
第四章 化学反应速度 和化学平衡	68
§4—1 化学反应速度	68
§4—2 化学平衡	72
§4—3 化学平衡的移	

勁·····	76
第五章 水及溶液 ·····	81
§5-1 水·····	81
§5-2 溶液·····	85
§5-3 溶解度·····	88
§5-4 濃度·····	91
§5-5 分配定律·····	94
第六章 電離學說 ·····	96
§6-1 電解質與非電 解質·····	96
§6-2 阿累尼烏斯的 電離學說·····	97
§6-3 電離過程·····	99
§6-4 從電離學說的 觀點看酸、碱、 鹽·····	101
§6-5 氫氧化物和它 們的電離·····	102
§6-6 電離度·····	103
§6-7 電離平衡·····	106
§6-8 同離子效應與 溶度積原理·····	110
§6-9 同離子效應與 溶度積原理在 分析化學上的 應用·····	114
§6-10 離子反應，離 子互換反應的 機構·····	123
§6-11 對於酸和碱的 新觀點 ·····	124
第七章 水的電離及 水解 ·····	127
§7-1 水的電離·····	127
§7-2 溶液的酸碱性·····	128
§7-3 氫離子濃度與	

pH (氫離子指 數) ·····	129
§7-4 指示劑·····	131
§7-5 水解·····	133
第八章 氧化與還原 ·····	137
§8-1 氧化與還原 的概念·····	137
§8-2 氧化劑與還原 劑·····	138
§8-3 氧化還原方程 式的均衡·····	140
§8-4 氧化當量與還 原當量·····	143
第九章 周期系第一族 元素 ·····	147
§9-1 碱族金屬·····	147
§9-2 第一副族：銅、 銀、金·····	148
§9-3 絡合物與絡離 子·····	149
第十章 周期系第二、三、 四族元素 ·····	153
§10-1 第二族元素 ·····	153
§10-2 第三族元素 ·····	155
§10-3 第四族元素 ·····	157
第十一章 周期系第五、 六族元素 ·····	161
§11-1 第五族主族元 素(氮族)的 通性 ·····	161
§11-2 氮和硝酸 ·····	163
§11-3 磷、砷、銻、鉍·····	167
§11-4 第六主族元素 ·····	167
§11-5 第六族副族元素 ·····	171
第十二章 周期系第七、 八族元素 ·····	173

§12-1 第七族主族元素	173
§12-2 第七族副族元素	178
§12-3 第八族元素	180
无机化学实验	183
說明	183
实验一 基本操作	189
实验二 化学反应速度与化学平衡	190
实验三 溶液	191
实验四 离子平衡	192

实验五 氧化与还原	193
实验六 水解	194
实验七 络合物	195
附录	197
1. 元素的电子层结构	197
2. 长式周期系	200
3. 常用元素原子量表	201
4. 对数表	202
索引	205

緒 論

§1 物質的概念

人类生活在自然界里，当然希望对自然界具有充分的認識。经过几千百年的生活实践、精密观察和反复研究，正确地認識到整个自然界都是物質的，除了物質以外，就沒有其他东西。所謂物質“乃是作用于人們的感覺器官而引起感覺的东西，也就是人們能感覺到的客觀实在。这种客觀实在是人們在他們的感覺中所获得的，它不依賴于我們的感覺而存在，它被我們的感覺所复写、攝影、反映。”（列宁）。例如，空气、水、泥土、岩石、虫魚鳥兽、草木牲畜都是人們能够感覺到的东西，所以都是物質。这些物質客觀地存在于自然界里，它們存在于人們的意識之外，不因人們的意識而轉移。

但是，决不应当把組成整个自然界的物質看作是处于靜止的状态中，因为人类实际活动的所有經驗都指出，一切物質是永恒地处于变化的过程中的。物質所以能进行永恒的变化，就是因为物質永远在运动着的緣故。“沒有运动，物質的任何变化都不可能發生”（罗蒙諾索夫）。因此，必須明确認識到：組成整个自然界的所有物質都是处在不断的运动、变化和發展的过程之中。

不过，不要把物質的运动狹隘地、机械地了解为在空間的一种單純的位移，而應該認識到物質运动的形式是多种多样的；物質的加热、冷却、导电、發光、汽化、熔化、溶解、化学变化、生命过程，甚至連人类的思惟也在內都是物質所进行的运动，只是这些运动各具不同的形式而已。

物質的运动，可以从一种形式轉变为另一种形式。例如，机械运动可以轉变为热运动，热运动可以轉变为电运动或化学运动，化学运动或电运动也可以互相轉变，也可以各自轉变为热运动或其他另一种形式的运动等等，这些轉变証明物質运动的形式虽有不同，但它們的實質是統一的，是相互紧密联系的。

一切运动形式的相互轉变都准确地符合于自然界的一个基本定律——物質及其运动守恒定律。这定律是俄国偉大学者罗蒙諾索夫(М.В. Ломоносов, 1711—1765)所發現的。他說：“……在自然里發生的一切变化,都处在这样的情况: 若一个物体失去了多少,另外的物体就一定得到多少,……这一普遍的自然定律,也可推广到物体运动的規律上去,因为一个物体用自己的力推动另一物体时,自己所失去的运动,就是它傳給另一物体的运动,也就是另一物体从它所获得的运动。”

这个定律可以适用到物質的一切具体形态以及物質的一切运动形式上。物質的任何一种形态和物質运动的任何一种形式都不可能从有到无,也不可能从无到有。物質的一种形态轉变为另一种形态,或者运动的一种形式轉变为另一种形式,都是按照一定的量的关系而發生的;物質和它的运动既不可消灭,也不可創造,它們永远地变化着,也永远存在着。

§2 化学研究的对象

自然科学就是研究物質和它們的运动的科学; 它要研究自然界中物質的各种具体形态, 以及由于运动而發生的物質之間的相互轉变; 它要揭露自然現象的規律以及它們之間的相互联系, 从而使人們能运用这些規律来控制自然, 并按照人們的意志来改造自然。当然, 自然現象的所有規律到今天还没有被全部揭露出来, 也就是人类在自然科学方面的知識到今天还很有限。不过, 今天不知道的东西, 不等于明天、明年或在几年、几十百年以后也不会知道。对于馬克思列宁主义者来講, 所有自然界一切現象都是可知的; 只有今天还没有知道的东西, 没有将来不可知道的东西。就是这种信念鼓舞着人类在自然科学的范疇里进行不懈的努力, 刻苦的鑽研, 因而取得丰富了知識; 同时也使人类的生活随着得到不断的改善。

不过, 物質的各种运动形式虽然彼此是紧密地联系着的, 但它自己的特点和自己的規律。不同部門的自然科学, 如天文学、地理学、物理学、化学、生物学等等就是分別研究物質和它們的某一

种或某一些特殊的运动形式的，所以它們的分工是完全必要的，同时它們又是相互关連的。

化学是自然科学的一个部門，当然也是研究物質和它們的运动的一种科学。

研究物質和它們的运动以及由这些运动而發生的变化时，首先必須对于一切物質有深刻和明确的認識；而人們借以認識物質的依据是在一定的条件下物質所具有的聚集状态、顏色、臭味、晶形、比重、硬度、沸点、熔点、导电度、溶解度等等物理性質，和用来表示物質能够进行或不能够进行那种化学变化的化学性質。但是物質必須是十分純粹的时候，才能在一定的条件下具有固定不变的物理性質和化学性質，微量的雜質也会影响它們。自然界里独立存在的純粹物質非常稀少，它們一般都或多或少地含有雜質。所以在研究每一种物質的性質的时候，經常先把物質中的雜質除去，来进行研究。除去物質中雜質的工作叫做提純。如果物質經過提純以后，其中所含雜質已經少到应用这物質或研究这物質的性質时也不發生妨碍的程度时，那末，通常就說这物質已是“化学純粹”的了。那些所謂“工业用”的物質，虽也經過适当的提純，一般就含有較多的雜質。以后說到某物質的性質时，常是指这物質在化学純粹时所具有的性質。

由于物質处于永恒的运动状态之中，它們就进行着永恒的变化，不过因为物質进行的运动的形式不同，它們所产生的变化也就跟着不同。有时物質因运动而产生的变化仅仅改变了物質的外表形态，沒有改变物質的本質，例如水变成水蒸汽，鉛受热熔化，这种变化称做物理变化。如果物質經過变化以后不仅改变了它的外表形态，并且改变了它的本質，同时还产生了新的物質，那末这种变化叫做化学变化。例如，鋅与盐酸作用变成氯化鋅和氫气，木炭燃燒变成二氧化碳等就都属于化学变化。

化学就是研究物質变化的科学，因为物質所能进行的变化决定于它們的性質，而物質的性質又决定于它們的組成和結構，所以化学研究的对象就是自然界各种物質的組成、結構、性質和变化。它要研究物質的性質与它們的組成和結構間的关系，它要研究伴

随着物質变化时所發生的种种現象，它也要研究物質进行变化时的条件、方法和遵循的規律，还要研究各种物質間的規律性的联系。

§3 化学研究的方法

研究化学的方法和研究其他自然科学所用的方法一样，叫做科学方法，也就是辯証唯物主义的思想方法。只有唯物辯証法才能正确地反映出一切客觀事物所固有的运动、变化和發展的規律。具体說来，研究化学的方法大要如下。

首先，从观察并记录自然界的事实和现象开始，因为化学上的一切知識和理論，都是由事实中得来的；沒有事实的依据，就不是科学的。

其次，是要把这些记录所得的許多事实或现象加以整理比較，用分析和归納的邏輯，找出联系这些事实或现象的內在規律。为了更容易發現这些自然现象的內在規律，常常需要依靠实验的帮助；所謂实验，就是用人為的方法使所需要的自然现象在便于研究的条件下重新出現。在找到了一种規律以后，就可用簡明的詞句或数学的公式来表达这种規律，以反映科学的客觀定律，这些客觀定律都是不以人們的意志为轉移的自然規律。

但科学并不以找到自然界的某些客觀規律为滿足，它还必須进一步來說明产生这些现象或規律的因果关系；这时又必須进行实验，以求更深入地更正确地洞察所研究的现象，并确定可能發生这些现象的条件；然后根据实验的結果加以归納推理提出一种“假說”来解釋这些现象，闡明引起这些现象的原因并确定这些现象与其他现象間的关系。如果所提出的假說不仅可以解釋某一现象，而且从它邏輯地推論出来的結果常与事实或实验所得的結果相符，那末这假說就成为学說或理論。反之，如果假說与实验或实践相抵触，这假說就必須經過修正或被抛弃，而代以新的假說。

学說或理論往往可使若干现象或定律用同一观点來說明，所以它不仅可使人們更深入更正确地了解现象，而且对于进行新的科学研究的方向与方法也有重要的指导作用。因为有了学說，我

們的研究工作就不是盲目的，而是有計劃地根據一定的觀點和一定的規律來進行了。從這些新的科學研究工作，又可得到新的事實和新的現象，因而又可能發現新的規律，並從而導出新的理論。

總之，研究化學常是通過實踐，發展理論，再用理論指導實踐。這樣由實踐到理論，再由理論到實踐，反復進行以推進人們對自然現象和客觀真理的認識，就是研究科學的唯一正確的方法，也是毛主席在他的偉大著作實踐論中教導我們的方法。

§4 化學與醫學科學的關係

醫學科學是研究人體的一切生理現象和病理現象以達到預防疾病、治療疾病從而保障人類身體健康的目的的科學。人體的一切生理現象和病理現象都是以體內的代謝作用做基礎的，而體內的代謝作用實質上就是物理的和化學的變化。所以為了要能解釋生理上和病理上的種種現象，就必須具有適當的物理學和化學知識。例如，人體需要食物組成它的體質，需要食物供給它的能力，需要在神經系統調節下的激素來統一体內各部分的功能，需要酶與維生素來促進體內的各種化學變化。食物、激素、酶、維生素等等都是物質，它們都要在人體內經歷着一系列的物理的和化學的變化，只有當這些物理的和化學的變化能夠正常地順利地發生時，體內代謝作用才能够正常地進行，才能保證高級的生活活動和神經活動和人體的健康。不論由於內在的或外在的原因使人體內部各種物質的化學變化不能正常進行，體內的代謝作用就必然發生反常的現象，因而人體就表現出疾病的狀態。如果我們對於食物維生素等等物質在體內所進行的化學變化一無所知，想要了解代謝作用或生理變化與病理變化的實質，顯然是絕無可能的。

為了防治疾病，也需用藥物來處理，而所有藥物都是化學物質。當然只有對於這些化學物質的性質以及它們對於人體可能發生的變化與作用有了足夠的認識，才能了解它們的藥理作用而正確地選擇藥物以達到治愈疾病的目的。

又如在診斷疾病的時候，常常進行血、尿、胃液等體液的化學檢驗，有關公共衛生方面的飲水分析、飲水消毒、食物檢驗以及有

关劳动衛生方面的气体分析、粉塵分析、毒物檢驗等等工作，处处都牵涉到化学上的問題。最近抗生素与放射性同位素等在医学上的广泛应用，更說明了医学与化学相互之間的密切关系，所以化学正如物理学一样是现代医学科学中的一种極重要的基础科学。按照目前高等医学院的教学計劃，医学生在化学方面将依次学习无机化学、分析化学、有机化学、物理化学、胶体化学和生物化学，这些課程将給学生以一些最基本的化学知識与原理，为以后学习和研究医学科学奠定了基础。

§5 化学在我国社会主义建設中所起的作用

1949年10月1日中华人民共和国宣告成立以后，经过短短三年的国民經济的恢复工作，从1953年起就在党和人民政府的领导下进行了以建設社会主义社会为目标的发展国民經济的第一个五年計劃，并已于1957年底超額完成了这一計劃。目前全国人民又在这—計劃的胜利完成的基础上，正在响应向社会主义大跃进的号召，为实现社会主义农业發展綱要和迎接發展經济的第二个五年計劃的实施而勤奋地劳动着，这些社会主义事业进一步的成功，将对我国的繁荣富强和人民生活水平的提高起着極端重要的作用。

發展国民經济的計劃中規定了各种工业品的种类和生产規模，在重工业方面举出的項目中除化学肥料工业、酸、碱、橡胶、塑料、染料等工业直接属于化学工业外，其他如鋼鉄工业、有色金属工业、石油工业、建筑材料工业等也都实际上是以化学为基础的工业。至于輕工业方面所举出的食品工业、制藥工业、造纸工业，以及搪瓷、陶瓷、皮革、毛皮、火柴、文教科学艺术用品、肥皂化妆品等行业也都可全部归入化学工业的領域，要是这些有关化学的工业品不能按照計劃生产則非特全国人民的日常生活用品不能滿足需要，即其他輕重工业、农业、交通运输事业等等也都将受到严重影响，因为几乎所有計劃中要兴办的事业都和化学事业有着密切的关系，例如如果没有足量的鋼、鉄、有色金属、石油、塑料等化学工业产品，則电力工业、机器制造工业、交通运输事业等都将因缺少材料而被迫停頓；没有充分發达的建筑材料工业，則工人住宅、

厂房、堤坝、水库、水闸、隧道、桥梁等基本建设工程的兴建将不可能；缺乏化学肥料、杀虫药物，对农业增产，肯定要受影响；缺乏纸张、文教科学艺术用品、医药物品，则文教卫生事业就将无法举办。所以可以说：有关化学的工业产品能否按照计划生产，将直接影响这第二个五年经济建设计划的能否胜利实现。而化学科学的发展与否，又是化学工业产品的生产计划能否实现的关键。同时工农业生产的发展亦将大大地推动化学科学的发展。因为在生产实践过程中所遭遇的问题，有许多可为化学提供了研究的对象，因而可大大丰富了化学的内容。而化学在这些问题上研究的成果又可反过来为工农业生产服务；改进生产方法，增加生产效率。所以化学科学与生产事业可互相促进、互相提高，从而也就可以看出化学在我国社会主义建设事业中所具有的重要作用了。

§6 化学的初期发展

化学，正像其他自然科学一样，是人类在谋取生活资料的实践中，逐渐认识了自然界物质间相互变化的许多现象以及发生这些现象的条件和原因，从而创造了利用某些物质变化过程的可能性。早在几千年以前，在中国、埃及、印度等地的人民，已经具有相当丰富的化学知识。

1. ⁽¹⁾远在五千年以前的新石器时代，我国的祖先已能制造彩色陶器。四千年以前的殷商时代已晓得在陶器上涂釉，并能制造出青铜。公元前五百年的战国时期已能用铁制造兵器和农具。二千年前西汉时代已能造出含镍的白铜和世界上最早的纸张。东汉时已有瓷器，也是世界的首创。火药是我国大约在七世纪时（唐朝）首先发明的⁽²⁾。其他如油漆、染色、酿造、制革、制糖、制盐等化学工艺也都在秦汉时代就已相当发达。至于炼丹术在世界史上亦以我国为最早，大约公元前二世纪的初期（西汉），中国就已有许多人从事炼丹的实验，而且这种工作延续了一千多年（西洋的炼金术至少

(1) 参阅化学通报 1954 年各期。

(2) 一说火药是三国马钧发明的。

要比我們晚开始二三百年的)。这些煉丹术士的目的是一方面想制出仙丹仙藥以求長生不老，另一方面想把普通金屬变成黃金白銀。他們用過各种各样的化学方法(如加热、蒸餾、升华等)来处理多种物質(包括无机的和有机的)使它們發生变化；他們对自己的目的而講，虽然是徒劳无功，但确为人类积累了相当丰富的化学知識。

在埃及也是在公元以前就已經会从矿石煉鉄，制造有色玻璃、陶器、皮革，也会从植物中提取藥物、染料和香料等等。

当然这些积累而得的片断的化学知識并不能算做是已經系統化而成为科学的化学，不过这些知識却提供了揣測有关物質构成問題的基础。

2. 关于物質的构成，在理論方面有两个基本問題，这两个問題又是互相关联的。一个問題是：宇宙間多种多样的物質是不是由少数基本物質构成的。另一个問題是：物質能不能无限制地分割下去。

(1) 关于第一个問題，由于實踐中知道物質可以互相轉变，所以二千年以前在中国、印度和古希腊的哲学家們都意識到自然界的千万种不同物質都是由一种或少数几种物質所构成。例如，在我国的一些古書中都有“万物同源”的見解。不过这一作为万物根源的东西，在不同的著作里有不同的名称。在易經⁽¹⁾里称做“太極”，在老子⁽²⁾里叫做“道”。以后还有称它为“太始”、“气”或“元”的。到了战国时候，又有了“阴阳”及“五行”之說，國語中有“以土与金、木、水、火杂以生百物”之記載，表明当时的五行确是指物質的基本。

在印度有水火風土的“四大”說，在希腊也有亞里士多德(Aristotle 公元前384—322)的物質是由不同比例的水、火、气、土四种元素⁽³⁾所組成的學說。

这些都可是古代哲学家的宇宙觀。

(2) 关于物質能不能无限制地分割下去的問題，古代哲学家

(1) 易經(公元前900年前后)：“易有太極，是生两仪，两仪生四象，四象生八卦”。

(2) 老子(公元前400年左右)：“道生一，一生二，二生三，三生万物”。

(3) 古希腊哲学家所称的元素和我們的五行相似而和近代化学中所称元素是完全不同的。

有两种不同的看法。一派認為物質是連續的，內部沒有空隙存在，可以無限制地分割下去。我國戰國時期的惠施⁽¹⁾（即惠子，約公元前四世紀）和希臘的安那塞格拉（Anaxagoras）可說是這派人物的代表。另一派人，如希臘的德模克利特（Democritus 公元前460—370）則認為物質是由極端微小的、堅硬的、不可分割的顆粒——原子所組成。分割物質只能分割到這些原子為止。德模克利特的原子論雖可說對於近代科學的理論——原子—分子學說，起了先驅的作用，但由於它是從想像中產生，沒有可靠的事實作為依據，同時又受到當時的權威學者柏拉圖（Plato 公元前428—348）和亞里士多德的反對，沒有能得到流傳和發展。我國的民主主義哲學家墨翟⁽²⁾（即墨子，公元前479—381）也具有極其原始的物質小單位的概念。

3. 由於哲學家的萬物是由同一原始物質所組成的思想及“權威”學者亞里士多德“只要它們的組成彼此相近，所有金屬都能互相轉換”的說法，再結合當時已有的實際知識，就在埃及產生了賤金屬可以轉變為金銀的幻想，這就是中世紀時期西方建立起來的煉金術。

西方煉金術家的研究工作，其目的是尋找那些所謂能使任何金屬變成黃金的“哲人石”，和我國的煉丹術士可說是不謀而合。由於這種工作脫離實際，結果使煉金家的理論觀點長期得不到發展而停滯在亞里士多德的观点水平上。

不過在尋找“哲人石”的過程中，他們也發現了許多新物質（主要是鹽類），並研究出精制它們的許多基本方法。煉金時期最重要的成就就在於此；可惜它們對自己工作的成果，保持了極端的秘密，使後來研究化學的人並未能獲得它們的全部科學遺產。

4. 在十六世紀初期，由於生產力的發展，在化學面前提出了許多新的實際任務。瑞士醫生巴拉塞爾士（Paracelsus, 1493—1541）提倡用化學藥劑來治療疾病，他認為研究化學的目標不是制

(1) 見莊子：“一尺之棰，日取其半，萬世不竭”。

(2) 墨子：“非半不斷則不動，說在端”。意思是，物質到了沒有一半的時候，就不能斷開它了；這斷不開的物質，可名之為“端”。這“端”似具有現在的原子的概念。