

医学院医疗系用

无机化学与分析化学

(上册)

湖南医学院

无机化学、分析化学教研组编

1957年4月

目 录

(上册)

第一章 緒 論

- 1—1 物質及其运动..... (1)
- 1—2 化学研究的对象..... (5)
- 1—3 研究化学的方法——实践論..... (7)
- 1—4 化学的发展..... (8)
- 1—5 我国古代化学工艺的成就..... (10)
- 1—6 化学与社会主义建設及医藥科学的关系..... (14)

第二章 原子—分子学說

- 2—1 物質質量不灭定律..... (16)
- 2—2 定比定律..... (17)
- 2—3 倍比定律..... (18)
- 2—4 当量定律..... (19)
- 2—5 原 子 說..... (25)
- 2—6 气体反应中的体积关系..... (29)
- 2—7 亞佛加德罗定律..... (31)
- 2—8 气体分子量的測定..... (34)
- 2—9 原子量的測定..... (36)
- 2—10 克分子、克原子、克当量..... (38)
- 2—11 $pV = nRT$ (气体状态方程式)..... (41)

2—12 分子运动說.....	(43)
2—13 气体分子的扩散.....	(45)
2—14 分压定律.....	(46)
2—15 化学式.....	(48)
2—16 化学方程式.....	(50)
2—17 化学反应中能的轉变及盖斯定律.....	(51)
2—18 原子与分子的真实性的.....	(54)

第三章 周期律，原子構造

3—1 元素分类的开端.....	(60)
3—2 門捷列夫的周期律.....	(62)
3—3 元素的周期系.....	(64)
3—4 周期系的意义.....	(72)
3—5 構成物質的基本質点.....	(75)
3—6 帶核的原子模型——鷄形的太陽系統.....	(78)
3—7 核电荷与原子序.....	(80)
3—8 原子的电子层結構.....	(81)
3—9 原子的电子結構和周期系、化学性質的关系.....	(84)
3—10 原子核的構造与同位素.....	(88)

第四章 物質構造

4—1 提出各种价鍵学說的事实根据.....	(92)
4—2 离子鍵.....	(94)
4—3 共价鍵.....	(97)
4—4 极性分子与非极性分子.....	(100)
4—5 配价鍵.....	(102)

4—6	物質的聚集狀態.....	(103)
4—7	晶態物質和无定形態物質.....	(104)
4—8	晶体的內部結構.....	(107)

第五章 水及溶液

5—1	水的重要性.....	(110)
5—2	水的物理性質.....	(111)
5—3	水的化學性質.....	(115)
5—4	分散體系.....	(116)
5—5	溶解的過程.....	(117)
5—6	門捷列夫的水化理論.....	(119)
5—7	溶解度.....	(121)
5—8	過飽和溶液.....	(124)
5—9	分配定律.....	(125)
5—10	溶液的濃度.....	(126)
5—11	當量濃度在定量分析中的應用.....	(130)

第六章 化學反應速度與化學平衡

6—1	化學反應速度.....	(133)
6—2	濃度對反應速度的影響.....	(135)
6—3	溫度與反應速度.....	(138)
6—4	催化劑與反應速度.....	(139)
6—5	可逆反應與平衡常數.....	(141)
6—6	平衡的移動——質量作用定律.....	(145)
6—7	呂·查德里原理.....	(149)

第七章 电离学說

- 7-1 电解質与非电解質.....(154)
- 7-2 阿累尼烏斯电离說.....(156)
- 7-3 电解質的电离过程.....(159)
- 7-4 电 离 度.....(162)
- 7-5 电解質的強弱和分級电离.....(163)
- 7-6 电离平衡和电离常数.....(165)
- 7-7 酸、鹼、鹽和兩性氢氧化物的性質.....(167)
- 7-8 电解質溶液中的反应和离子方程式.....(170)
- 7-9 离子反应的互換機構.....(173)
- 7-10 同离子效应与溶度积規則.....(176)
- 7-11 同离子效应在分析化学上的应用.....(181)
- 7-12 溶度积規則在分析化学上的应用.....(182)

第八章 水的电离与鹽的水解

- 8-1 水的电离.....(189)
- 8-2 氫离子指数—— pH 值.....(191)
- 8-3 指 示 剂.....(194)
- 8-4 鹽类的水解.....(197)

第九章 氧化还原

- 9-1 氧化还原概念的发展.....(203)
- 9-2 氧化还原的本質.....(204)
- 9-3 氧化剂与还原剂.....(206)
- 9-4 均衡氧化还原反应方程式.....(211)

9—5 氧化还原当量.....	(214)
-----------------	-------

无机化学实验

附实验规则及技术.....	(217)
实验 1 基本操作.....	(222)
实验 2 化学反应速度及化学平衡.....	(225)
实验 3 溶 液.....	(230)
实验 4 电离平衡.....	(233)
实验 5 氧化还原反应.....	(237)
实验 6 络 合 物.....	(240)
实验 7 分析天平使用法.....	(244)

无机化学

第一章 緒 論

1—1 物質及其运动

一切科学，包括自然科学、社会科学以及化学在內，研究的对象都是物質。所以我們首先从物質談起。什么是物質呢？列宁說：“物質是作用于我們的感官而引起感覺的东西。”由這句話我們可以了解：物質是引起感覺的东西的普遍概念；換句話說，物質是一切引起感覺的东西的总称。同时由列宁這句話以及日常生活中也可以知道，一定是先有物質而后才有感覺；也就是說：物質是首先存在的，脫離我們的意識而客觀存在的。而意識仅只是物質使我們产生的感覺。

在一定条件下，每一种具有一定物理性質的个别物質如水、鉄、硫、石灰、氧等等也混同地称为物質。所以物質有兩種意义：一个意义是指一切引起感覺的东西的总称，另一个意义是指具有一定性質的个别物質。

例如在物質不灭定律中，物質这一名詞的意义、即指一切引起感覺的东西而言。而以下所称物質却系指个别物質。

自然界的物質，紛繁万狀，当我们把沙、水、粉笔、硫磺加以比較时，我們就会立刻相信，这是一些完全不同的物質，甚至外表也彼此不同。

各种不同的物質，它們的組成与構造也不相同；相反地，組成与構造不同的物質，一定是不相同的物質。組成与構造称为物質的本質。而

本質對外的表現，稱為性質。

我們可以根据物質的性質，而認識每一種物質。拿一塊硫磺做例子，我們研究它時，發現它是淡黃色的固體，性脆，不溶于水，可以燃燒，比重2.07，熔點 112.8°C ；硫磺這些特點，都是它本質對外的表現，也就是它的性質。比重2.07、熔點 112.8°C 等數字稱為物理常數。純粹物質在一定情況下，才有固定的物理常數，混入少量雜質，即可使常數改變，因此物理常數可供精確鑑定物質純度之用。

在自然界中，很少有純粹的物質，常常是多種純粹物質不改變本質地混在一起，這類物質稱為混合物。實驗室用“化學純粹”的藥品，仍含有微量雜質，只不過不影響實驗的正確性罷了。

物質除開把它們分為混合物與純粹物質之外，尚可把純粹物質分為單質與化合物：

(1) 單質——凡純粹物質，不可能再分解成為更簡單的純粹物質者，則叫做單質。例如水不是單質，因為它可以分解成為氫與氧兩個更簡單的純粹物質，而氫與氧用盡各種方法，都不能再把它們分解成為更簡單的純粹物質，所以氫與氧都是單質。

(2) 化合物——凡純粹物質可以分解成為更簡單的純粹物質者，則叫做化合物。上面所提到的水就是化合物，因為它可以分解成兩種更簡單的純粹物質——氫與氧。

元素的意義很容易與單質的意義混淆，為着以後學習上的方便，也一併在這裡交代清楚。

元素是一個抽象的概念，關於它的定義，只能留在第三章再談，現在只能舉一個例來說明它。單質的氫含有100%的氫元素。水中也含有氫元素，鹽酸中也含有氫元素，統統是氫元素，但是表現的性質各不相同；單質的氫可以着火燃燒，鹽酸中的氫不能燃燒，但是却呈強酸性；水中的氫却不能燃燒，也不呈酸性；這三種性質不同的氫，

經過化学变化后，都能得到氢的單質；所以我們給它一个总的名称，叫氢元素。即不管它与何种物質化合或單獨存在，都給予相同的名称——氢元素。其它元素的意义都可由此类推。

談过物質之后，接着讓我們談談物質的运动。

人类实际活动的經驗指出：物質恆处于不断运动、变化、发展的过程中。恩格斯說：“运动是物質存在的形式，任何地方、任何时候，从未有过也不可能有沒有运动的物質……沒有运动的物質，也同沒有物質的运动一样，是不可思議的。”

人們有时似乎是靜止不动的坐着，其实他正进行着多种多样的运动。有随地球繞太阳的运动，有随着地球自轉的运动，有体内分子的运动，有原子的振动，有电子繞原子核的运动，有脈搏的跳动，有血液的周流、有呼吸的运动，以及食物的吸收、消化、排泄等运动，更重要的有腦中的思維。所以物質是与运动不可分离地联系着的。物質的运动形式是多种多样的；既有簡單的机械运动形式——位置的移动，也有复杂而高級的运动形式——思維，其中也有化学特別着重的运动形式——物質組成構造改变的运动（例如物質的消化与代謝）。此外物体的加热与冷却、光的发射、电流等等都不过是物質运动的不同形式。

物質的运动可以从一种形式变为另外一种形式。例如机械运动可以变为热运动（摩擦生热），热运动变为化学运动（氯酸钾的加热分解），化学运动变为电运动（蓄电池的放电）等。这些运动的形式虽然不同，却都是按着一定“量”的关系而发生的（能量不灭定律）。物質的本身，在运动中也不生、不灭、不增、不減（物質不灭定律）。这两条物質及物質运动的基本規律是俄罗斯杰出的学者罗蒙諾索夫（Ломоносов）所創立的。



M. B. 罗蒙諾索夫傳

米哈伊尔·瓦西里叶維奇·罗蒙諾索夫——偉大的科学家，唯物論者，俄国特出的百科全能学者：他是化学家、物理学家、地質学家、冶金学家、天文学家、地理学家、历史学家、經濟学家、艺术家、哲学家、詩人；他也是俄国第一个化学院士。

罗蒙諾索夫自己在化学及物理学領域内的天才发现远远超过了当时的学者。在俄国的科学和艺术的发展上他貢獻了自己的一生。

罗蒙諾索夫駁斥了燃素学說，声称化学是研究物質的性質和变化的科学。他創立了物質結構的原子——分子（“微分子”）学說；研究出气体分子运动学說和热的力学理論；发现了并用实验方法証明了物

質和运动不灭的基本定律；应用了定量的檢驗方法破天荒第一次把化学的研究和物理学、数学联系起来；他替新的科学——物理化学——奠下基础，头一次写下这门課程的讲义，自己講課，并且按照課目进行了实地的練習。

罗蒙諾索夫探究了祖国的天然富源，他解釋了岩鹽的形成，預測了煤炭和石油是起源于有机物的，在其它各种的知識領域內他还有许多发现。

罗蒙諾索夫是偉大的爱国主义者，他在臨終的时候說：“我献出了自己，为的是和俄国科学的敌人作至死不懈的斗争。”

1—2 化学研究的对象

一切科学研究的对象都是物質，它們研究物質的各种具体形态的互相轉換、变化和发展；揭露自然界中各种現象的規律和这些現象間的相互关系。对这些規律的研究和認識，就使我們有可能控制自然界的各种現象，按照我們所希望的方向来改造自然。不同的科学，如物理学、化学、生物学等分別研究着物質运动的各种形式。

前面我們已經談到过，物質运动有种种不同的形式。这些运动中有些不产生物質本質的改变，有些产生物質本質的改变。前者如鉄錘打击鉄片，鉄片被輾平、并且发热，然而鉄片依然是鉄片，並沒有本質的改变。反之，如果把鉄片放在潮湿的空气中，不久明亮的鉄片表面，即生成本質完全不同的棕色鉄锈；这种帶來了本質改变的运动，称为物質运动的化学形式，或称为物質的化学变化。

化学研究的内容之一即物質的本質（組成与構造）与性質，以及本質与性質間相互的关系。

某物質能发生何种化学变化呢？在什么条件之下能发生这种化学

变化呢？这也是化学研究内容之一。例如，氯酸钾可以变成何种物质？在何种条件下变成这种物质呢？经过研究知道：氯酸钾加热到 $1,400^{\circ}\text{C}$ 能产生氧而变成氯化钾，最好还要有适宜的催化剂（ MnO_2 ）。所以研究物质发生化学运动的条件与方法也是化学研究对象之一。

各种物质的互相转变是有规律性的联系的。例如在上述的例子中，氯酸钾的重量一定等于氯化钾与氧的重量和，每100克氯酸钾一定能产生60.9克氯化钾……。各种物质互相转变有很多这样的规律，这也是化学研究对象之一。

总起来说化学研究的对象为：

化学是研究物质变化的科学。化学是研究物质的组成构造(本质)性质以及性质与组成构造间的关系的科学。化学是研究一些物质变成另外一些物质的条件和方法的科学。化学也是研究各种物质间互相转变时规律性的联系的科学。

化学的内容既然这样广泛，当然一个人不能完全掌握化学的内容，因此有适当的分工，专研究化学中某一部分，因此化学有了许多分枝：

无机化学是研究不含碳的化合物的化学。

定性分析化学是研究物质由何种成分构成的化学。

定量分析化学是研究物质各种成分各含多少的化学。

有机化学是专研究含碳化合物的化学。

物理化学是研究变化的基本规律的化学。

胶体化学是研究物质在细微分布状态（ 10^{-7} — 10^{-5} 厘米）的特性
的化学。

生物化学是研究生物体中物质变化的化学。

.....

.....

前三項是我們這個課程的內容，其它各个分枝將在一年二期、二年一期學習。

1—3. 研究化学的方法——實踐論

化学和其它科学一样，当研究一切現象时，首先是从觀察和記述現象着手。但是科学并不仅限于記述所觀察到的現象，它的任务是在于說明这些現象。当探求关于現象的說明时，我們力求更深入地洞察所研究現象的本質，闡明引起这些現象的原因，确定在什么条件下这些現象可以发生。为了这个目的，就有必要用人工的方法，使这些現象在便于研究的条件下重新出現。这种使現象重新出現的方法称为實驗。

由觀察以及實驗，可能用歸納或綜合的方法找出現象發生的規律，这种規律称为定律。但定律不是絕對準確的，而只是接近于真实。接近的程度，随着該时期的科学技术水平的提高，而愈接近于真实。

有了定律以后，为着解釋定律的內在本質，确定它与其它定律的关系；則提出一連串的假設，使它們結合起来。这些有关联的假設称为假說。

如果假說为它自己所推論出来的許多實驗从各方面所証实，或者假說能推导出合乎已有的事实的結論，則假說就成为公認的學說。如果假說与實驗事实或与實踐抵触，則此假說就被摒棄、修正或提出另外的新的假說以代替旧的假說。总之，假說不得与事实抵触。

如此，由觀察、實驗、定律、假說，直到學說所經的途徑是研究科学的基本方法，也是科学前进必經的道路。下一章原子分子學說的建立，以及很多其它學說的建立，即將为本节的充分例証。

总之，“理性認識依賴于感性認識，感性認識有待发展到理性認

識，這就是辯證唯物論的認識論。”“認識從實踐始，經過實踐得到了理論的認識，還須再回到實踐中去。”“通過實踐而發現真理，又通過實踐而証實真理和發展真理……實踐、認識、再實踐、再認識，這種形式、循環往復以致于無窮，而實踐和認識之每一循環的內容，都比較地進到了高一級的程度。”（見“毛澤東選集”實踐論）

1—4 化學的發展

化學，正像其它科學一樣，是人類實際活動的產物。人類在謀取生活資料時，逐漸認識了各種現象的原因，發現了某些物質的變化過程，並且也發現了利用這些變化過程的可能性。早在幾千年以前，人類已經懂得了製造許多有用的物料；已經懂得了冶煉金屬、製造合金、製造陶瓷、自植物中提取藥品染料、以及農產品的加工與釀造等。

自然、零星的化學知識，並不能成為一門科學；但是根據這些零星知識，古代人類提出了種種學說來解釋物質與宇宙結構，並且逐步修正，而推動着科學前進。

歐、非兩洲沿地中海各國，某些學者首先認為“萬物皆生于水”，認為水是構成萬物的元素；另外一些人則以為構成宇宙萬物的原質是氣，再一些人則以為“火為萬物之源”；後來希臘哲學家安培多克爾（Эмпедокл）把上述三個說法合併起來，再加上“土”而成為水、火、土、氣四種基本物質。他把這四種基本物質稱為元素（紀元前5世紀）；稍後，另外一個希臘哲學家亞里士多德（Аристотель）認為水、火、土、氣四種元素，以不同的比例結合而成宇宙萬物，這種學說稱為四素說。這個學說一直統治着人類達兩千年之久。四素說的推論，“增加或減少賤金屬中水、火、土、氣的比例，可以使它變為貴

金屬”，支持了由我國傳入西歐的煉金術。

在徒勞無功的煉金術的嘗試中，化學停滯了千餘年，不過煉金術在推動化學的發展方面，也起了一些正面作用，即在尋求煉金術的過程當中累積了很多化學知識與化學實驗方法，並擴大了化學知識的應用範圍。

在16世紀初，歐洲許多主要國家內，生產力的發展突破了封建制度的狹窄範圍，急劇地加強了年青的、當時還是進步的資產階級的影響；根據資產階級的利益就要利用一切辦法來促進生產的進一步發展以及促進貿易。有了廣泛交流經驗的要求，也有了進行這種交流的可能（由於印刷術的傳播），同時，主要由於醫藥和日益擴大的工業中的問題所引起的要求，以及生活本身也在化學面前提出了許多新任務，因此化學的發展才開始有了轉變。

以煉金術的改革者而出現的巴拉采爾斯（Парацельс）才以革命者的態度，擺脫煉金術的束縛，放棄尋求“點石成金”、“長生不老”的妄想，利用煉金術中已發現的一切化學知識與方法製造藥品，以求做到“利用藥品達到却病延年的目的”。在他的影響下，他的學生以及其他許多醫師，却開始從事化學的研究，因此，建立了醫藥與化學的正確關係。

17世紀末葉，波義爾（Бойль）提出，在化學中必須應用歸納法進行研究，即綜合實驗材料和觀察自然現象規律的方法，來導出新知識。波義爾說：化學家的任務是進行實驗，收集觀察所得的結果；且在对有關現象沒有進行精密的研究前，決不提出任何理論。化學的目的是認識物體的結構，而認識的方法是化學分析，即把物質分解為“元素”。（請注意波義爾給予元素的意義，與四素說中元素的意義並不一樣，而與1.2節現代單質的意義相同。）

自波義爾創始以精確的實驗作為研究化學的工具後，對化學進一

步的发展，起了很大的作用。

在波义尔之后，再经过几乎达 100 年的时间，化学才彻底摆脱了四素说的束缚，走上严密地、科学地研究各种现象的道路。

由于 17 世纪冶炼工业逐渐发达，需要解释许多燃烧过程与金属的氧化还原过程，于是德国化学家希达尔 (Шталь) 提出了燃素说：他认为一切可燃物质，包括金属在内，内部都含有共同的火质元素——燃素。当可燃物质燃烧时，或当金属煅烧时，燃素挥发而去，而遗留土质在灰燼中。因此可用下列方式表示煤炭的燃烧与金属锌的煅烧：

煤炭 $\longrightarrow$ 燃素 $\uparrow$ + 煤炭的渣滓 (灰燼)

锌 $\longrightarrow$ 燃素 $\uparrow$ + 灰燼 (氧化锌)

这种学说的错误，由第二式的变化即可很明显的看出来，实验事实告诉我们，锌失去燃素后的灰燼 (氧化锌) 却比原来的锌重些。燃素说虽使当时化学家所知的事实系统化，并使化学家能解决新的、被实践所提出来的问题，但后来终于变成化学发展的障碍。直到 18 世纪后半期，俄国天才的化学家罗蒙诺索夫才使化学从燃素说的影响下解放出来 (详下章)，而走上正确的道路；以后的发展则比较平稳迅速，三个最重要的学说为：原子分子学说 (此学说的基本原理为罗蒙诺索夫最初阐明)、化学结构理论 (俄人布特列洛夫 Бутлеров) 及元素的周期律 (俄人门捷列夫 Менделеев)。除化学结构理论将于有机化学中讨论外，本课程内容将围绕原子分子学说与周期律详细讨论。

1—5 我国古代化学工艺的成就

