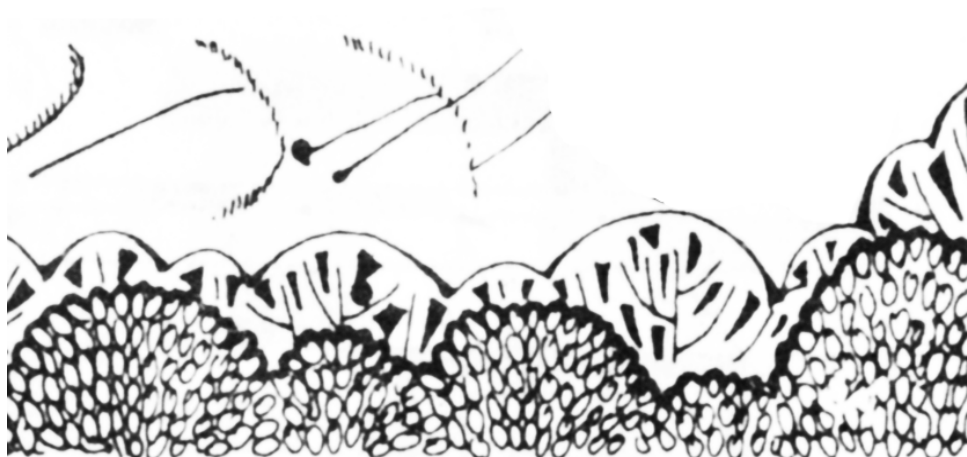


化学哲学概论

(三)

文强 编著



目 录

化学概念	1
化学概念的内容和实质	1
化学概念的特点	19
化学分类	28
化学分类的原则	28
化学物质的分类	31
化学反应的分类	40
化学学科的分类	43
化学发现的分类	48
化学规律	52
化学规律的内容和形式	53
化学中的因果	63
化学中的经验性规律和理论性规律	79
化学理论	89
化学理论的形成和发展	90
化学理论和物理学理论	101
化学符号	118
化学符号的历史演变	118
化学符号的符号学研究	131
化学符号的研究	145

化学概念

化学概念的内容和实质

1. 化学基本概念的发展逻辑

从化学基本概念的历史演变中可以看出,就概念所反映的对象的特点而言,化学基本概念可分为三类:实体概念,关系概念和过程概念。实体概念是以具体化学客体为反映对象的概念,如元素、原子、分子、高分子等,都是实体概念。当然,化学中的实体概念,除了这些概念以外还有很多很多,例如,酸、碱、盐、溶液、胶体、氧化剂、还原剂、配位化合物,等等,都是以具体化学客体为反映对象的概念,都是实体概念。关系概念是以具体化学关系为反映对象的概念。亲和力、原子价、化学键、化学结构等,它们反映的是具体的化学关系,原子之间的相互作用关系和空间关系,都是关系概念。同样,除了这些概念以外,化学中还有许多关系概念,如酸性和碱性,氧化和还原,分解和化合等,也都是以具体化学关系为反映对象的概念,都是关系概念。过程概念反映的则是具体的化学过程,如化学反应、反应机理、自由能、过渡态、自由基等,反映的都是过程,或与过程直接相关。

在逻辑学中,根据概念所反映的对象是事物本身还是事物的某种属性,将概念分成实体概念和属性概念。我们所说的关系概念大体上相当于逻辑学中的属性概

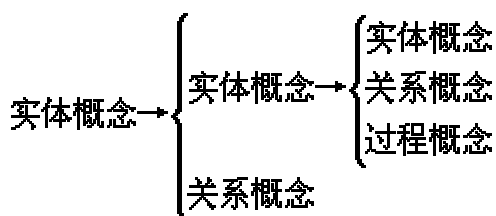
念，化学概念所反映的事物的属性，表现为化学客体的性质，它们是在关系中表现出来的，离开了关系，性质无从表现。例如，酸性是相对于碱性而说的，碱性是相对于酸性而言的，酸性和碱性只有通过关系才能获得表现。氧化性和还原性也是如此，氧化性在与还原性的关系中表现出来，还原性相对于氧化性获得表现。除了反映客体性质的概念（逻辑学中称属性概念）以外，化学中还有过程概念，它们所反映的对象既不同于客体又不同于关系，具有特殊性，即过程性。

这三类概念所反映的对象是紧密相关的，实体具有一定性质，在实体关系中表现出来，实体关系形成过程。例如，酸和碱是实体概念，酸性和碱性是关系概念或属性概念、性质概念，而酸和碱发生作用形成中和反应，中和反应是过程概念。氧化还原反应是过程概念，氧化性和还原性是关系概念，而氧化还原反应以及氧化性和还原性的物质载体是氧化剂和还原剂，反过来说，氧化剂和还原剂这两种客体发生关系形成氧化还原反应，在该反应中相应的客体表现了氧化性和还原性。

从基本概念的历史演变来看，化学概念有其形成和发展的逻辑次序。大体说来，这个逻辑次序是：最初，从 17 世纪至 19 世纪初期化学中形成的主要概念是实体概念，或者用化学术语来表示，这个时期形成的主要概念是组成概念，如元素、原子、分子等概念；19 世纪前半期，继实体概念之后或与实体概念发展的同时，产生了关系概念，如原子价、化学键等；从 19 世纪中叶开始，过程概念形成了，发展了，并被提到了显赫地位。应当强调说明，上述历史的或逻辑的次序，仅仅是就主要概念或基本概念的形成和发展而说的，决不是说，产生了

关系概念，实体概念不再产生，已有的实体概念不再发展了，也决不是说，产生了过程概念，实体概念和关系概念不再产生，已有的实体概念和关系概念不再发展了。情况恰恰相反，在产生实体概念过程中，关系概念和过程概念在孕育中，产生了关系概念以后，还继续产生新的实体概念，原有实体概念还在继续发展；产生了过程概念以后，实体概念和关系概念也在继续产生和发展。

如果将上述内容用公式化的形式来表示，那么化学基本概念产生和发展的逻辑应当是：



在现代化学中，已经形成了实体概念、关系概念和过程概念，现代化学的概念体系就是由这三类概念组成的有机整体。

化学中的概念，按层次分，可分为化学概念、科学概念、哲学概念。这就是说，化学中应用的概念，不限于专门的化学概念，一般科学概念和哲学概念，在化学中也起着重要的作用。例如，能、熵等概念是物理学概念，而且具有更为普遍的意义，体系、过程、时间、空间等，已不仅仅是科学概念了，实质上已超出了科学的范围成为哲学范畴了。这些概念在化学中是经常使用的，是化学中的重要概念，或者说，也是化学中的基本概念。

值得指出的是，在化学概念的形成和发展过程中，化学概念与哲学概念有着密切联系。元素、原子，都曾经是自然哲学中的概念，后来从中演化成化学概念。化学结构概念是在化学土壤中孕育、形成和发展起来的，

从化学结构概念逐步抽象，形成了结构概念，不 267 仅成了一般科学概念，而且也成为哲学的一个重要范畴了。在当代，无论是科学还是哲学，都在研究结构，都把结构作为一个重要概念，在此基础上建立自己的结构理论。过渡态是化学中的一个重要概念，现在，过渡态也逐步具有了更为普遍的意义，而且有成为哲学范畴的趋势。关于哲学概念和科学概念的关系，哲学概念和化学概念的关系，具体些说，如何从哲学概念演变为科学概念或化学概念，或者反过来，如何从化学概念和科学概念上升为哲学概念，哪些概念能够上升，哪些概念不能上升，通过什么途径上升，如此等等，都是有待进一步研究的问题，对这些问题研究，无论对化学、科学还是哲学都具有重要的理论意义。

化学基本概念的演变，大体上说，有三种基本形式：一种形式是新概念代替旧概念，另一种形式是从旧概念中分化出新概念，第三种形式是名不变实变。

新概念代替旧概念，典型的例子是从亲和力概念到原子价、化学键和自由能概念。如前所述，亲和力概念是化学中的一个古老概念，它即表示化学结合的力，也表示化学反应的推动力。在 19 世纪中叶，从化学结合方面来说，亲和力概念逐步为原子价和化学键概念代替了，特别是在现代化学中，一般不再使用亲和力概念，而使用化学键概念。在这个意义上说，化学键概念是对亲和力概念的否定，在语词上用新术语代替了旧术语；但是这种否定也不是绝对的否定，而是辩证的否定，在否定中有继承的因素，化学结合的思想内容被继承了，亲和力在化学键中得到了体现，并且获得了发展，关于化学结合的原因、作用机理等，要比亲和力概念的内容深刻

得多、丰富得多了。从化学反应方面来说，自从吉布斯提出自由能和化学势概念以后，许多英语国家相继采用吉布斯自由能和化学势，来量度化学运动，古老的亲和力概念逐步消声匿迹了。

从旧概念中分化出新概念。如前所述，在化学中确立原子概念以后，基于新的经验事实产生了新的矛盾，从原子概念中分化出分子概念。这种分化，在道尔顿原子论中就已经萌芽了，他把原子分为简单原子和复杂原子，这是将原子一分为二，分成两类原子，我们已经说过，道尔顿的复杂原子实质上是化合物或称化合物分子，只不过他没有提出分子概念。经过众所周知的曲折的历史过程，最终完成了这个分化，形成了分子概念，也就是从原子概念中分化出了分子概念。

化学概念的分化，还有其他一些形式。一种形式是正名，即把原来模糊不清的概念分清了，用明确的概念反映了不同的对象。例如，在18世纪以前，混合和化学结合不分，混合物和化合物不分，把混合看作化学结合，把混合物看作化合物，波义耳在《怀疑派化学家》一书中使用的“mxtbodies”，实质上指的是化合物。后来，混合物分化成机械的混合物(mechanicalmixture)和化学的混合物(chemicalmixture)，从化学的混合物演变为化学的结合(chemicalcombination)，最后演变为化合物(compound)。另一种形式是划分，即从原来概念所反映的对象中划分出了不同对象，用新的术语表示出来，分化出不同的概念。例如，空气这个概念，原来认为反映的是单一气体，普利斯特里从实验中发现了“脱燃素空气”和“燃素化了的空气”，从单一气体中划分出了不同气体，经过其他人的进一步研究，脱燃素空气实为氧

气，燃素化了的空气实为氮气。这样，从空气这个概念中划分出了氧气和氮气。同时又划分出二氧化碳气，水蒸气。后来，又从空气中分化出了稀有气体，如此等等。

名不变实变。概念在语词表达上未发生变化，也没有分化出新的概念，但是概念的内容变化了、发展了。化学基本概念的演变，大都具有这种形式。如元素，原子，分子，酸碱，等等，自它们形成开始，概念的名称未变，但概念的含义变了。

如前所述，元素概念自波义耳将其作为不能分解的、组成化合物的基本成分开始，元素这个术语未变，内容几经变化。道尔顿建立原子论后，元素概念的含义可以表述为具有相同原子量的原子。门捷列夫发现元素周期律、建立元素周期表以后，每种元素在元素周期系中都占据一个位置，这个位置反过来成为元素的基本特征，元素被理解为在周期系中占据一定位置的一类原子。20世纪初期，莫斯莱(H·Moseley)确定了原子在周期表中的序号，即原子序数，范登布洛夫和查德威克等人提出和确定了原子序数等于核电荷数。这样，元素乃是具有相同核电荷数的一类原子的总和。

原子概念，略去自然哲学的和机械论的原子概念不说，在道尔顿的理论中被理解为组成化合物和参加化学反应的最基本的微粒。在建立原子分子论以后，原子成为组成分子和参加化学反应的最基本的物质微粒。此后，原子概念的含义又几经变化，经过了四个发展阶段：第一个阶段，与原子的均匀模型相联系，原子被看成电子嵌在均匀分布的正电荷中而构成的体系；第二个阶段，在建立了原子有核模型以后，原子被视为小太阳系；第三个阶段，玻尔建立氢原子电子结构模型，人们对原子

核外电子运动的性质有了进一步认识；第四个阶段，是量子力学建立以后的发展阶段，进一步揭示出核外电子运动的规律。从现代理论来看，原子是由质子和中子组成的核与核外电子层构成的体系，是化学组成、结构和化学变化的基本物质微粒。

同样，分子概念在“分子”这个术语之下内容发生了深刻的变化。在分子概念刚刚提出的时候，分子被理解为物理学上的最基本微粒，它是由原子组成的；依据现代观点，分子是由原子核与核外电子组成的、能够独立存在的物质体系或微粒，因为分子不仅可以由两个或两个以上的原子组成，也可以由一个原子组成，稀有气体就是由单原子分子构成的。无论是单原子分子还是多原子分子，都是核电子体系，但是这种核电子体系与原子的核电子体系不能等同，作为分子的核电子体系是能够独立存在的，而作为原子的核电子体系是不能独立存在的。

再以酸碱概念为例来说明。酸碱概念是在人类实践中逐步形成的。古代就已制得醋，人们从其味道中逐步形成了酸的概念，人类很早就接触了天然存在的碳酸钠等，从其与酸作用中了解了其性质，逐步形成了碱的概念。18世纪中叶，威廉姆从性质上定义了酸和碱，18世纪下半叶，拉瓦锡又从化学组成上提出了酸碱定义，酸是非金属元素和氧组成的二元化合物，碱是金属元素和氧组成的二元化合物。19世纪后半期，随着电离理论的建立，酸被认为是在水溶液中能离解出 H^+ 的物质，碱被理解为能离解出 OH^- 离子的物质。20世纪，基于质子理论，酸和碱的含义又发生了变化：酸是能放出质子的物质，碱是能够接受质子的物质。与此同时，还提出了

酸碱的电子理论：酸被理解为任何分子或离子在反应过程中能接受电子对的物质，碱则被认为是含有可以在反应过程中配给电子对的分子或离子。

无需再举更多的实例，仅从这些例子就足以说明，名不变实变是化学概念，特别是化学基本概念演化的基本形式，从这种演化中可以了解化学基本概念的内容，理解它们的实质。离开概念的历史演化，孤立地、静止地看问题，很难正确认识概念的内容和实质。

2. 化学基本概念之间的关系

化学基本概念的内容和实质通过它们之间的关系被揭示出来。一般认为哲学范畴，特别是唯物辩证法的范畴，都是成对出现的，如物质和意识，时间和空间，原因和结果，偶然性和必然性，同一和差异，质和量，等等；自然辩证法的范畴，也是成对出现的，如系统和要素，整体和部分，个体和群体，结构和功能，有序和无序，连续和间断，等等。化学基本概念似乎不是这样，从表现来看，元素、原子、分子、高分子、原子价、化学键、亲和能、过渡态，等等，似乎都是单个概念，即单独出现的概念；其实，若从其实质来看，化学基本概念也不是单个概念独立存在的，而是与其他化学概念相关联的，正是在这种概念的关联中、在概念之间的关系中，反映着客观的辩证法。因而，化学基本概念的辩证内容，要从概念关系中表现出来。

下面，我们对化学基本概念的辩证内容作些具体分析。

元素是现实的存在，是化学中的实体，元素概念标志这种现实存在，反映这种化学实体。但是，元素概念作为一种科学的化学的基本概念，不能像日常生活中使

用的概念那样，仅凭日常生活经验去理解和使用它，而必须理解其科学意义，这时，就需要分析它与其他概念之间的关系。从化学的观点看，元素概念的意义是通过三种关系表现出来的，这三种关系是：元素和化合物，元素和原子，元素和单质。

我们先讨论元素和化合物的关系。当我们把元素理解为物体的组成部分的时候，其潜在的前提是承认由元素组成的物体是复合的，正如黑格尔说的，把元素理解为物体的普遍组成部分，其“出发点在于认为一切物体都是复合的，于是思想所关切的事情就是把质上得到无限多的规定的、个体化的物体归结为少数非复合的、因而是普遍的质”。其实，由元素组成的物体是复合的这句话本身是同语反复，由什么什么组成当然是复合的。如果不要这种同语反复，剩下的就是元素与复合物体的对立和关系。化学中理解的元素，在历史上，首先以物体的个体性为前提，然后试图分解这种个体性，这就意味着这种个体性是能够分解的，是复合的，反过来说，它就是由元素组成的。

化学中所说的个体性是什么？在化学史上曾被认为是混合物，实质上是化合物。这就是说，元素作为基本组成和分解物质的限度，只有将它与化合物关联起来才能获得理解，离开了这种关联、这种关系，是无法理解的。道理很简单，当我们说元素是基本组成、是分解的限度的时候，总是说它是什么东西的基本组成，是分解什么东西的限度，具体地说，就是化合物的基本组成，分解化合物的限度。如果抽去化合物这个元素的对立物，关于元素是什么我们就什么也说不出来。从这个意义上说，元素和化合物是一对范畴，元素是化合物组成部分，

化合物是由元素组成的，两者各以对方为存在的前提，并在与对方的关系中表现出自身的内容，揭示出自身的实质。

概念之间关系是多样的，随着化学的发展，元素与化合物的关系转化为元素与原子的关系。依据道尔顿提出的化学原子论，元素被理解为具有相同原子量的原子的总和，在这里，元素与原子建立了联系，要揭示元素概念的意义必然涉及原子概念，涉及元素概念与原子概念的关系。从元素与化合物的关系中，如刚刚说过的，元素是组成各种各样化合物的基本成分，如何认识这种基本成分？通过分解方法去认识。由此提出了判断什么是元素的标准，即未能分解或不能分解。但是，在这种关系中，仅仅提出了如何认识基本组成的问题，没有提出、更没有解决这个基本组成是什么的问题。这个问题在元素与原子的关系中得到了初步解决。若要问元素作为组成化合物的基本组成，它究竟是什么，它的具体物质形式是什么，可以回答是原子。将元素和原子联系起来，通过原子说明元素的意义，用逻辑学的术语来表述，就是通过原子概念给元素概念下定义，元素是同类原子的总称，原子是元素的物质内容。以原子为内容的元素概念，成为进一步演变的起点，在元素概念的进一步演变中，这个基本内容没有改变，改变的只是作为相同种类原子的具体特征，是原子量，还是在周期表中的位置，抑或是原子核内质子数或核电荷数，等等。

分子概念提出以后，又产生了一种新的关系，即元素与单质分子的关系。在原子分子论建立以前，有一个问题一直未弄清楚。众所周知，波义耳一方面认为元素是简单物体，另一方面又认为元素是组成物质(化合物)

的基本成分、基本要素；拉瓦锡继承了这种思想，一方面把元素视为未能分解的物质，另一方面又在元素表中列出了元素，元素表中的元素具有独立存在的形态。可是，化学实践表明，某种化合物，如氧化汞，可以分解成氧和汞，它们都是元素，作为元素应当是不能再分的，但它们又具有独立存在的形态，即氧气和汞。作为独立存在的物质形态的氧气和汞与作为氧化汞基本组成的氧元素和汞元素是一回事吗？实际上，直到道尔顿建立原子论为止，一直把这两者混为一谈，或混淆不清。原子分子论建立以后才解决了这个问题。依据原子分子论，单质分子是由同种元素的原子组成的，元素是组成单质分子的基本成分，单质分子则是元素在自由状态下的存在形式；单质分子分解成原子，不同元素的原子组成化合物分子，元素又是组成化合物分子的基本成分。于是，元素的原子，在 19 世纪表现为不可分割的基本物质微粒，成为化合物的基本成分，从化合物中分解出来组成单质分子，以单质分子的形式得到独立的表现。

三种关系，即元素和化合物，元素和原子，元素和单质，它们既互相区别又互相依赖。元素是基本成分，化合物是复合物，基本成分通过复合物表现出来，离开了化合物也就谈不到作为基本成分的元素，相反亦然。元素和原子是有区别的。元素是表示组成的概念，原子可以表示组成，又能表示结构；元素是集合概念，它不能以个数相称，原子是非集合概念，它可表示原子这个类，也可以表示其中个别原子，可用个数相数。元素和原子又形成一种关系，一种相互依赖的关系，正如上述，元素是核电荷数（核内质子数）相同的一类原子，元素是原子，说明它们有相同点，而且离开与原子的关

系，元素概念的内容不能揭示出来。同样，元素是原子，单质是分子，一些元素可以形成几种单质，这说明它们之间是不同的；元素在自由状态（游离状态）下的存在形式就是单质，离开单质概念，元素概念的含义得不到全面表现。三种关系、三种含义是相互联系的，元素和原子的关系是基本的，从这种关系看：元素是质子数或核电荷数相同的原子，它指出了元素概念所反映的物质内容，这是元素概念的核心，其他两种关系则指出了元素的存在形式。

原子概念，在古代产生时，反映的是物质的分立性、不连续性，与之相对的是连续性，分立性和连续性是物质的不同特性。在古代，分立性和连续性是绝对对立的，原子是不连续的、分立的，虚空是连续的、非分立的。原子是不连续的，而且是不能再分的。不能再分正是以承认有可再分的东西为前提，从化学的观点看，能够再分的是化合物。在这个意义上，原子和元素一样，与化合物相对立。道尔顿提出的原子概念，恰恰包含了上述两种关系和两方面的内容：第一种关系，连续的还是分立的，原子是分立的，是微粒，这一点是对古代原子论思想的继承；第二种关系，可分还是不可分，道尔顿把原子看作组成化合物和参加化学反应的基本微粒，这是他的发展和贡献。

在原子概念的基础上提出了分子概念，原子和分子形成了一种关系，原子作为不可分性的微粒，成为分子的基本组成单位，分子是可分的物质微粒，它由原子构成。同时，原子、分子、物体，形成了物质的结构层次，原子是基本的，是基础。随着科学认识的发展，破除了原子的不可分性，因而也就破除了分立性和连续性的绝

对对立性。正像恩格斯指出的,“新的原子论和所有以前的原子论的区别,在于它并不主张……物质只是分立的,而是主张各个不同阶段的各个分立的部分(……)是各种不同的关节点,这些关节点制约着一般物质的各种不同质的存在方式”。

从原子和分子的关系中,既可以揭示原子概念的意义,也可以揭示分子概念的意义。高分子概念在其重要方面是相对于低分子而言的,高分子概念的内容和实质,是以低分子或一般分子概念作为潜在的对立物而揭示出来的。

现在我们讨论关系概念。亲和力,无论是在古代还是近代,都表现为吸引或引力。吸引是与排斥相对而言的;但是,在化学结合问题上,吸引被提到了首要地位,排斥只是吸引的附属性质,或者说,是吸引的一种形式变换。正如前面提到的,只有当吸引在量的大小不同时,在吸引的同时必须有排斥作为补充。如甲乙两物体相互吸引形成化合物(第三个物体),当有另一物体(如丙物体)与甲的吸引大于与乙的吸引,则甲与丙相结合,分解出乙,也就是将乙排斥出来。

亲和力既是化学结合的原因又是化学反应的推动力。对化学结合来说,分为质的方面和量的方面,由量的方面演化出原子价概念,由质的方面演化出化学键概念。原子价和化学键这两个概念既相区别又相联系。原子价概念有两种含义:一种含义是自由原子的性质,另一种含义是结合原子的性质。作为自由原子的性质,原子价是原子相互结合的潜在能力,作为结合原子的性质,原子价是原子之间已经实现了的结合;化学键总是原子之间的结合或相互作用。从这点上说,这两个概念是有

区别的。但是，这两个概念有着共同的思想来源，它们都是亲和力概念的具体体现。研究亲和力的质，即它的性质和本质，不能不涉及它的量，同样，研究亲和力的数量也不能不涉及它的性质。化学中通常所说的价数，是从总体上数的，在一个分子中某原子的价数，是说它能与几个 1 价原子相结合；而就每一价来说，它的数量是 1，重点是研究它的性质。在这后一层意义上，价和键是同义的。在化学史上，自贝采里乌斯提出化学结合的电学性质以后，由于对亲和力的本性（它的物理意义）一时难以搞清楚，化学研究的重点，转向了它的数量方面。因此，在 19 世纪，原子价概念显得突出。20 世纪，由于研究的重点转向了价键的本质，因而化学键概念特别引人瞩目。

在经典化学结构理论中，原子价是产生化学结合的力，是化学结合的原因，也是形成化学键的原因；化学键则是已经实现了的原子价（或化合价），是原子价相互作用的结果。原子价表现为化学结合的潜在能力，是化学结合的可能性，化学键则表现为化学结合的现实性，是已经实现了的化学结合。在数量上，原子价表示自由原子所具有的自由亲和力单位的数量，它与分子中原子之间已经形成的化学键的数目相等。原子价通过它的表现来量度，原因通过结果来量度。化学键的数目与价数相等，但化学键概念着重表示的是原子之间结合的性质。由此可以看出，无论是原子价还是化学键，它们的内容和实质各在与对方的联系中得到表现。

从化学反应方面看，亲和力概念被自由能等概念所代替。能在实质上是排斥。恩格斯指出，“在这里被理解为排斥的运动形式，和现代物理学所说的‘能’是同一

个东西”。亲和力概念反映的是吸引的运动形式，自由能概念反映的是排斥的运动形式，在现代化学键概念中，既包含了吸引也包含了排斥，是吸引和排斥的统一。

自由能是相对于束缚能而提出的，活化分子是相对于非活化分子而提出的，过渡态是相对于始态和末态而提出的，自由基是相对于根或基而提出的，如此等等。化学基本概念的辩证内容在概念关系中表现出来，化学基本概念的实质在概念关系中被揭示出来，研究化学基本概念的内容和实质应当注意它们之间的关系。

3. 化学基本概念与规律和理论的关系

化学概念是化学思维的工具，化学家借助于化学概念理解和把握化学现象。化学概念正像一切科学概念一样，它的语言形式是语词，如元素、原子、分子等，这些语词之所以成为化学概念，这是因为它们反映着对象的本质属性，包含着特定的内容。概念的内容，即内涵，需要表述才能为人们理解，表述已经不是语词而是语句了，与语句相联系的是判断，通过判断将概念与概念联系起来。实际上，化学家们运用化学概念总是将它们联系起来，形成一定的概念框架或概念体系，这就是规律或理论。因此概念与规律、理论是不可分割的。

化学基本概念的含义是随着化学家认识的发展而发展的，是与规律的发现、理论的建立和发展紧密联系的。诚然，没有相应的概念，不能建立理论，但是没有相应的理论，概念也就不成为概念，而只是没有内容的语词了。概念和规律、理论谁也离不开谁。在这里，我们想着重说明的，是结合规律和理论来理解概念，揭示概念的内容和实质。

如前所述，元素概念与物质组成理论密切联系着，