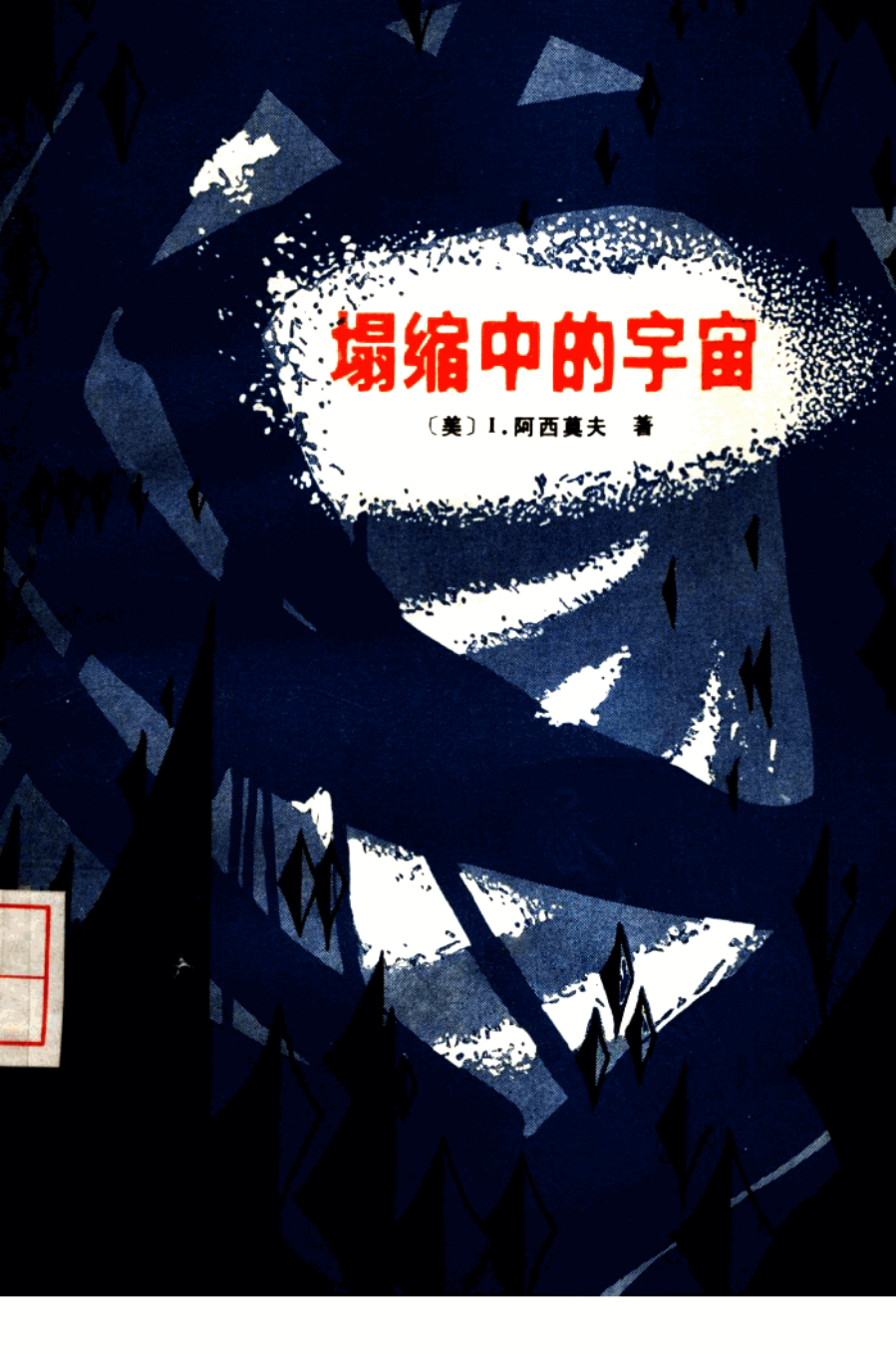




塌缩中的宇宙

〔美〕I. 阿西莫夫 著

目 录

第一章	粒子和作用力·····	(1)
第二章	行星·····	(22)
第三章	被压缩的物质·····	(43)
第四章	白矮星·····	(65)
第五章	爆炸中的物质·····	(86)
第六章	中子星·····	(119)
第七章	黑洞·····	(149)
第八章	既是终点又是起点·····	(173)

第一章 粒子和作用力

自从1960年以来，我们的宇宙在天文学家的眼里似乎出现了一副崭新的面貌。由于人们对宇宙的认识突然扩展，宇宙变得比以往更加令人惊奇，更加神秘，更加剧烈和更加极端了。然而最令人惊讶，最为神秘，最为剧烈和最为极端的一个天文现象却具有一个最普通最平淡的名称，这个名称就是“黑洞”。

一个洞穴，本来就是一种无足轻重的东西，再加上这个洞还是黑的，那它当然是一个甚至连看也看不见的东西了。难道我们竟有理由对一个看不见的东西感到这样大的惊讶吗？

如果黑洞这一术语所代表的是物质可能呈现出的一种最极端的状态，如果这个术语所代表的可能是宇宙的终结，如果这个术语所代表的可能是宇宙的开端，如果这个术语所代表的是与以前被看作绝对极限的现象有关的新物理定律和新方法的话，那我们当然就有理由对它感到惊讶了！

但是为了使你们了解什么是黑洞，我们还必须从头开始，一步一步地向着这个目标前进。

四 种 作 用 力

组成宇宙的各种粒子能以四种不同的方式相互作用。其中每一种作用方式都是一种特殊形式的相互作用，如果用一个更古老但又更普通一些的术语来说，那么每一种作用方式就是一种作用力。到目前为止，科学家们还没有能够测出第

五种作用力，或者说尚未发现需要有第五种作用力存在的任何理由。

现将这四种作用力按照从强到弱的顺序列于表 1。

四种作用力的相对强度

表 1

作用力	相对强度④
核 力	10^9
电 磁 力	1
弱 力	10^{-11}
引 力	10^{-38}

④ 相对强度以指数表示， 10^9 代表 1,000； 10^{-11} 代表 $1/100,000,000,000$ 。

宇宙间的每一个粒子都是一种或若干种这类作用力的力源。每一个粒子都有一个作用力所及的空间范围，并且是这个作用范围的中心。在这个作用范围内，距力源的距离越远，其作用力就越小。作用力影响所及的这个空间范围，就叫做力场。

凡能作为某一种力场源的任何粒子都会对另一个粒子所产生的同一种力场发生反应。这种反应通常是一种运动上的反应，也就是说，除非它们受到物理上的限制，否则就会发生相向运动(吸引)或反向运动(推斥)。

因此，凡是会产生引力场的任何一个物体，一旦被放到地球的引力场内，就会向地心移动，也就是说会下落。当然，地球也会向这个物体的中心移动，但因为它与下落的物体相比，是如此之大，以致地球的相应上升是极其缓慢的，实际上也是测不出来的。

在这四种作用力中，有两种作用力(即核力和弱力)的作用范围非常小，它们的作用距离只有 10^{-13} 厘米或更小，这个数值差不多相当于原子正中心的那个原子核的宽度。这两种

作用力只存在于原子核的内部，只在紧靠一颗一颗粒子的地方出现。因此，核力这个术语既用来指核力，也用来指弱力，并且按照它们的相对强度而分为强核力和弱核力两种。

在这本书中，由于涉及到弱力的机会极少，所以当我们提到核力时一律指的是强核力，而不涉及弱核力。

一种粒子不一定会产生所有这四种力，也不一定对这四种力都有反应。例如，只有某一类粒子会产生核力并对核力起反应，这类粒子称为强子 (hedrons)，它源自一个希腊词，意思是“强”的，因为核力是四种力中最强的。在宇宙结构中，最普通，最重要的强子就是质子和中子。

质子 (Proton) 是英国物理学家卢瑟福 (Ernest Rutherford, 1871—1937 年) 在 1914 年发现的，质子这个名称也是来自希腊文，原意是“最初”的意思，因为当时它是人们所知的带有正电荷的最小粒子。

中子是英国物理学家查德威克 (James Chadwick, 1891—1974 年) 在 1932 年发现的。中子不带电荷，既不带正电荷，也不带负电荷。换句话说，它是电中性的，中子这个名称便是由此而来。

卢瑟福早在 1911 年就已指出，一个原子的全部质量几乎全都集中在其中心的一个很小的区域里，或者说全都集中在它的原子核内。在质子被发现以后，人们很快就认识到质子是一种较重的粒子，而且应当位于原子核内。一种原子的质子数不同于另一种原子的质子数。例如，在氢原子核内，只有一个质子，在氦原子核内有两个质子，在锂原子核内有三个质子等等，一直到铀原子，它的原子核内有 92 个质子。而且科学工作者已在实验室中制出了质量比这更大的原子。

但是，在所有的质子彼此都挤得很紧的原子核内，是什么力量把这些质子束缚在一起的呢？

在1935年以前，科学家们只知道两种力，即电磁力和引力。但是引力是很弱的，因此不可能把这些质子束缚在一起。电磁力虽然足够强，但它既会表现为一种吸力，也会表现为一种斥力。换句话说，在两个带相反电荷的粒子之间，存在着一种相互吸引的力，而在两个带有同种电荷的粒子之间，则存在着一种相互排斥的力。由于所有质子都带正电，所以它们必定会相互排斥；而且两个质子靠得越近，它们的相互斥力就一定越大。在一个原子核内，质子是挤在一起的，而且实际上已经处于相互接触的状态，因此电磁的这种排斥力一定是非常大的，然而质子却仍然彼此结合在一起。

在原子核内，除了质子以外，虽然还有中子，但是中子的存在似乎并不能帮助我们来说明这种情况。因为中子是不带电荷的，所以它们既不会产生电磁力，也不会对电磁力起什么反应，从而它们既不会对质子起吸引作用，也不会对质子起排斥作用。换句话说，它们既不会有助于把质子结合在一起不会有助于加速质子的相互分开。

一直到1935年，日本物理学家汤川秀树（生于1907年）才提出了一种很成功的核力理论。他指出，对于质子和中子来说，当它们彼此靠得很近时，很可能会产生出一种比电磁排斥力大1,000倍的吸引力。因此，凡是由核力而结合在一起的东西，电磁力是无法把它分离开来的。

只有当质子和中子以某种比例出现在原子核中时，核力才能最有效地发挥它的作用，才能使原子核保持稳定。对于核内的粒子数不超过四十的那些原子来说，最合适的比例似乎是质子数和中子数各占一半。对于粒子数更多的原子核来说，则以中子在其中占优势为其特点，随着粒子数的不断增加中子在其中所占优势也越大。例如，在铀原子的原子核内，只有83个质子，但却有126个中子。

当一个原子核中的中子和质子的比例超出上述稳定范围时,该原子核便不能再保持原样。在此情形下,它就会在弱力的作用下放出 β 粒子,一直到这一比例经过调整而达到稳定为止。当然,原子核还可能通过另外一些方式而发生分裂,但是所有这些方式都可在放射性现象这个题目下加以概括。

核力虽然非常强,但是它有一定的范围。核力的强度会随着距离的增大而迅速地减弱。在原子核外,核力就已经完全不起作用了。事实上,在一个较大的原子核内,当核力从该原子核的一端伸展到另一端时,核力的这种吸引力就已经大大地减弱了。

电磁力虽然也会减弱,但其减弱的程度则要慢得多。原子核的大小所以会有一定的限度,就是因为从原子核的一端到另一端缓慢减弱的电磁斥力最后必将和迅速减弱的核引力相平衡。这就是原子核为什么会这样小的原因。换句话说,核力绝不可能形成比原子核更大的任何东西(本书后面将会谈到只有在那种最不寻常的条件下才会出现例外)。

现在让我们来着重谈谈电磁作用。前面已经指出,只有带电荷的粒子才会产生电磁作用,而且也只有这些带电粒子才会对电磁作用起反应。电荷有两种,正电荷和负电荷。正电荷和负电荷之间的力是吸引力,而正电荷和正电荷之间,负电荷和负电荷之间的力则是排斥力。

质子,由于带有正电荷,所以既是核力的力源,也是电磁力的力源;而且既会对核力起反应,也会对电磁力起反应。中子,由于是电中性的,所以仅仅是核力的力源,而且只对核力起反应。

但是,除此而外,还有一种称为轻子(lepton)的粒子(lepton一字也是来自一个意为“弱”的希腊字),这种轻子是弱力的力源,并会对弱力起反应,但绝不会对核力起反应。

但是有一种轻子则是带电荷的，这种轻子既是弱力的力源，也是电磁力的力源，而且它们既会对弱力起反应，也会对电磁力起反应。

对普通的物质来说，最重要的轻子则是电子，它们带有负电荷。（由不稳定的原子核通过弱力的作用而产生的 β 粒子已被证明就是高速电子。）电子是英国物理学家汤姆生（Joseph John Thomsom, 1856—1940 年）在 1897 年发现的，当时，其所以把它称为电子，是因为它是当时（而且也是今天）所知道的最小电荷单位。

现在我们可以把上面已经谈到的内容概括成下面这张表（见表 2）。

粒 子 和 力 表 2

	质 子	中 子	电 子
核 力	有	有	无
电磁力	有	无	有

注：除了上面所介绍的粒子以外，还存在有一种和电子相似的但却带有正电荷的粒子，这种粒子称为反电子或正电子。带有负电荷的质子则称为反质子。具有某种特定相反性质的中子称为反中子。这类相反的粒子，统称为反粒子。正如我们周围的物质都由普通的粒子所组成，反粒子也会形成反物质。在宇宙间的某些地方可能存在有这样的反物质，但是我们迄今还没有能够测到这样的反物质。然而，科学工作者已能够在实验室里造出极少量的反物质。

原 子

由于电子不受核力影响，所以电子不能成为原子核的一个组成部分。但是由于有电磁力的存在，电子会受到质子的吸引，而且电子都倾向于留在质子的近旁。如果一个原子核

是由一个质子所组成，那么一般就会由于电磁力的作用而把一个电子束缚在它的近旁。如果原子核中有两个质子，那么一般就可能把两个电子约束在它们的近旁，依此类推。

原子是由原子核和靠近它的电子共同组成的。（原子“atom”一词，在希腊文中原意为“不可再分的东西”，因为在人们最初的想象中原子被看作是不能再分为更小单位的东西。）

碰巧电子的电荷正好和质子的电荷相等（但它们的性质又正好相反），所以当原子核中有 X 个质子时，在紧挨着原子核外面的区域中也必定有 X 个电子这一事实，将意味着这两种电荷将正好彼此中和。这就使得原子作为一个整体来说，必定是电中性的。

电子和质子在电荷的大小上虽然是相等的，但是它们的质量却相差很大[●]。质子的质量是电子质量的 1836.11 倍。假定有一个原子，其原子核内有 20 个质子和 20 个中子，而且在其原子核的外面有 20 个电子的话，那末它的电荷虽然是平衡的，但是该原子的 99.97% 以上的质量都集中在原子核内。

原子核虽然包含了一个原子的几乎全部质量，但是它在原子中所占有的体积则是整个原子的极小的一部分。（我们在后面将会谈到，这一点对于本书所谈的主题来说，则是十分重要的。）原子核的直径大约为 10^{-13} 厘米，而一个原子的直径则大约为 10^{-8} 厘米。

这就是说，一个原子的宽度是一个原子核宽度的

● 当我们说一个物体具有质量时，意思是说需要有一个力作用于它时，才能使它由静止状态转为运动状态或者是改变它运动的速度或方向。它的质量越大，所需要的这个力就越大。在地球的表面，通常条件下，有质量的物体会给我们一种“重”的感觉。它们的质量越大，也就越重。然而质量和重量并不是完全等同的两个概念。尽管当我们说质子比电子重的时候，意义是明确的，但不如说质子的质量比电子的质量大更为妥当。

100,000 倍，换言之，如果我们把原子核一个挨一个地排列起来，那就需要有 100,000 个原子核才能从这一头排到那一头，而原子核则是该原子的组成部分。如果我们把原子想象为一个空心的球并用原子核来填这个空心球的话，那就需要用 10^{15} （即 1000 万亿）个原子核才能把这个原子填满。

现在让我们来考虑一下有这样两个原子，这两个原子的总电荷都等于零。在这样的条件下，我们可以设想出这两个原子将不会彼此发生作用，也就是说，就电磁力而言，这两个原子就会如同互不觉察对方的存在似的。

在理想的情况下，如果在不同的原子中，它们的电子的电荷是非常均匀地分布在它们原子核的周围的话，同时，它们的原子核的正电荷是和它们的电子的负电荷均匀地混在一起的话，那末电磁力应当是不会在这些原子之间起什么作用的。

但是，实际情况并非如此。因为电子的负电荷是位于该原子的外区，而原子核的正电荷则隐藏在原子核的内部，因此当两个原子靠近时，这两个都是带负电荷的外区就会相互排斥（因为同种电荷会相互排斥），这就等于说两个原子彼此间只要靠得足够近就会反弹开来。

下面以氦气为例。氦气是由许多不断运动着的并相互反弹开来的单个原子所组成。在通常的温度下，氦原子是以很快的速度在运动着，并以很大的力相互碰撞。但是随着温度的降低，氦原子将会运动得越来越慢，相互碰撞的力将会变得越来越弱。氦气的原子就会彼此靠得越来越近，其体积就会变得越来越小。

反之，随着温度的升高，它的原子就会运动得越来越快，相互碰撞的力也越来越大，结果体积就会膨胀。

对于原子（在合理的范围内）会以多快的速度进行运动，似乎没有任何限度，但是对于它们会以多慢的速度进行运动，

则有一个容易设想出来的限度。如果温度下降到足够低，就会达到这样一个限度，在此限度下，原子运动得如此之慢，以致不可能再从这些原子那里得到任何能量。这样的温度就是绝对零度，亦即 -273.18°C 。

氢原子的电荷分布虽然十分接近于完全对称，但只能说是十分接近于完全对称，而不是已经达到了完全对称。因此电荷的分布并不是完全均匀的，从而氢原子表面某些部分所带负电荷会比另外一些部分所带负电荷稍少一些。这样，氢原子内部的正电荷就会从负电荷较少的那些地方“探出头来”，结果，相邻的两个原子就会以很弱的力而相互吸引。这种弱吸引力称为范德瓦尔斯力，因为这种力是荷兰物理学家范德瓦尔斯（Johannes Diderik van der Waals, 1837—1923年）第一个研究出来的。随着温度越降越低，随着氢原子运动得越来越慢，氢原子相互间的反弹力到最后就会减少到不足以克服微弱的范德瓦尔斯力。这样一来，这些氢原子就会粘在一起，气态氢于是就变成了液态氢。

对于高度对称的氢原子，范德瓦尔斯力是如此之弱，以致温度必须下降到绝对零度以上 4.3 度，才能从气态氢变为液态氢。但是对于其它气体来说，由于电荷在它们原子上的分布不及氢原子那样均匀，所以它们具有较大的范德瓦尔斯力，并能在较高的温度下从气态变为液态。

原子之间的相互吸引有时可以很强。这是因为电子在原子外面是按一层层壳层分布的，当所有壳层都填满了电子时，它的结构就是最稳定的，除了氢和少数几种与它类似的元素之外，一般来讲，原子最外面的壳层通常都是未填满电子的，或者是当外面的壳层被填满后，却还有几个过剩的电子。

所以，当两个原子碰撞时，具有过剩电子的那个原子就往往会把一个或两个多余的电子转移给缺少了电子的那个原

子,从而使这两个原子都具有填满了电子的外壳层,但是在这种情况下,得到电子的那个原子便获得了负电荷,而失去电子的那个原子则不能再使其原子核的电荷得到平衡,并带上了正电荷。这样,这两个原子便具有一种相互结合的倾向。

但也可能出现另外一种情况,即当两个原子相互碰撞时,它们会相互共享对方的电子,从而使两个原子的外壳层都填满电子。在此情况下,只要这两个原子保持接触状态,它们都将具有填满了电子的外壳层。

在上述这两种情况下,即在电子转移或电子共享这两种情况下,需要有极大的能量才能把这两个原子彼此分开,而在通常的条件下,它们总是结合在一起的。这样的原子结合物就称为“分子”(这个词来自拉丁文,原意为“小物体”)。

有时两个相互接触的原子就能形成一种稳定的结合物。例如,两个氢原子会形成一个氢分子;两个氮原子会形成一个氮分子;两个氧原子会形成一个氧分子。

但是在有些情况下,需要有两个以上的原子彼此结合才能填满全部壳层。例如,水分子是由一个氧原子和两个氢原子组成;一个甲烷分子是由一个碳原子和四个氢原子组成;一个二氧化碳分子则是由一个碳原子和两个氧原子所组成,等等。

某些分子是由数百万个原子彼此结合形成的。这是因为碳这个特殊原子能分别和另外四个别的原子共享对方的电子,从而会形成很长的碳原子链和复杂的碳原子环。这样的链和环是活组织所特有的那类分子的基础。人体和其他生物体中的蛋白质分子和核酸分子就是这类大分子的具体例子。

晶体是以转移电子的方式而形成的,在晶体中有无数原子整齐地排成一行行的阵列。

总的说来,分子越大,电荷在其中分布得越不均匀,许多

分子结合在一起的可能性就越大，该物质呈液态或固态而存在的可能性也就越大。

我们所看到的所有固体物质，都是由电磁相互作用力而牢固地结合在一起的。这种电磁相互作用力首先存在于电子和质子之间，但同时也存在于不同的原子和不同的分子之间。

除此而外，电磁力会把无数粒子结合在一起的这种能力会无限地向外伸展。核相互作用力，由于是一种会随着距离的增大而急剧减弱的吸引力，所以只能形成很小的原子核。而电磁力，因为只随着距离而慢慢减弱，所以能把一切东西，从尘粒直到一座大山，聚结在一起，它能形成象地球这样大的，甚至比地球还要大的物体。

电磁力和我们有紧密的联系，如果没有电磁力，我们的躯体以及我们所居住的这个行星就不可能保持为一个整体。此外，一切化学变化也都是由于电子从一个原子向另一个原子转移而引起的。在一切生物的组织中所进行的各种非常巧妙而复杂的转移，也属于这样的转移。例如在我们身体内部所发生的一切化学变化——食物的消化，肌肉的收缩，新组织的生长，神经冲动的引发以及大脑中思想的产生等等，都是在电磁力的控制下发生了化学变化的结果。

有一些电子转移会释放出大量的能量。除了活组织内部所产生的能量以外，一堆篝火以及煤和油燃烧时所发出的能量都是由于在电磁力的控制下发生变化所释放出来的。

密 度

当某一块物体中的原子或分子由于温度的上升或任何其他原因而彼此越移越远时，一定体积的这一物体所具有的质量就会越来越小。反之，当该物体内部的原子或分子由于某

种原因而彼此越靠越近时，一定体积的该物体所具有的质量就会越来越大。

所谓密度，就是一定体积的物体所具有的质量，因此我们说，当物体膨胀时，它的密度就会下降；而当物体收缩时，它的密度就会增大。

采用米制系统时，人们用克来作为测量质量的单位，并用立方厘米来作为测量体积的单位。一克是一个很小的质量单位，它只相当于 $1/50$ 两或 $1/500$ 斤。一个立方厘米和手指上的一节差不多大。

一个典型的密度，就是一立方厘米的水的质量正好是一克（这并不是一种巧合，在 1790 年最初选定这两种度量单位时，就是用这种方式定义的）。也就是说水的密度是 1 克/厘米^3 。

但是密度的变化不仅仅与物体的膨胀和收缩有关。不同的东西会因为它们本身性质和结构的不同而具有不同的密度。

由于气体是由彼此分开的以及彼此间几乎不存在相互吸引的原子或分子所组成，所以气体的密度比液体的密度小得多。液体的分子实际上是处在彼此接触的状态，而气体的原子或分子则是处在飞速运动和相互反弹的状态，并以这种方式相互分离。一团气体的绝大部分体积是由原子（或分子）间的间隙所构成。

例如，在常温常压下在地球上制备的氢气样品，其密度约为 0.00009 （或 9×10^{-5} ）克/厘米³。液态水的密度相当于氢气密度的约 11,000 倍。

如果我们能设法让氢分子（或者说彼此分离的氢原子）彼此离得更远一些的话，那么它的密度就会变得更低一些。例如，在外层空间，由于那里的物质那样稀少，以致平均说来，每

一立方厘米只存在有一个氢原子。在此情形下，外层空间的密度大约为 17×10^{-25} 克/厘米³，这确实是一个非常非常小的数字。水的密度约比外层空间的密度大 6,000 万亿亿倍。

不同的气体具有不同的密度。在相同的条件下，组成各种气体的原子或分子，它们彼此间的空的空间是完全相同的。因此，它们的密度取决于单个原子或分子的质量。如果有两种气体，其中一种气体分子的质量是另一种气体分子质量的三倍的话，前者的密度就应当是后者密度的三倍。

例如，六氟化铯气，是由一种质量特别重的分子所组成的气体。它的分子是由一个铯原子和六个氟原子所组成，这些原子加在一起的质量比两个氢原子所组成的氢分子的质量大 176 倍。六氟化铯是一种可以在缓慢加热的情形下转变为气体的液体，这种气体的密度约为 0.016 克/厘米³。液态水的密度只相当于这种气体密度的 62.5 倍。

但是，任何一种气体，甚至连六氟化铯气也不例外，绝大部分仍是很空的空间。因此，当这样的气体受到压缩时，例如，当我们把它放进一个密封的容器里，并将该容器的容积缩小时，该气体分子就会被挤压成相互靠拢，结果其密度就会增大。

降低温度，也能达到相同的效果。在这种情况下，气体分子将会彼此靠拢得更近，而且在足够低的温度下，该气体就会转化为液体，这时，这些分子将会处在相互接触的状态。

当我们将氢气冷却到非常低的温度时，它不仅会液化，而且在温度达到绝对零度以上 14 度时，它将会冻结。这时，这些分子不仅会处在相互接触的状态，还会在一定程度上保持固定不动，结果，液态氢就变成为固态氢。

固态氢是所有固体中密度最小的，它的密度只有 0.09 克/厘米³，只相当于固态水的 1/10。固态氢的密度虽然这样小，但仍然比密度非常大的六氟化铯气的密度大四倍多。

一般说来，当组成液体和固体的单个原子和分子的质量越大，它们的密度也越大。由质量较大的原子所组成的某种固体，其密度通常要比由质量较小的原子所组成的另一种固体的密度为大，但是也并非总是如此。这是因为固体的情况比气体的情况更复杂一些。

对于各种原子的质量，我们是用一种称为原子量的数字来进行对比的。由于氢的原子量约为1，所以根据任何一种原子的原子量，你就可以大体上知道该原子比氢原子重多少倍。例如，铝原子的原子量约为27，而铁原子的原子量约为56，这样，我们就知道铁原子的质量是氢原子的质量的56倍，并且是铝原子的质量的两倍多。

但是，铁的密度约为7.85克/厘米³，而铝的密度则是2.7克/厘米³。换句话说，铁的密度约为铝密度的三倍。

铁既然是由质量相当于铝原子质量2倍的原子所组成，那么铁的密度为什么不是铝的密度的2倍，而是它的3倍呢？

答案是：有其他因素在这里起了作用。例如要看该具体原子的电子在该原子中所占的空间有多大，以及该原子的密实程度如何。凡是电子离开原子核很远的原子，其密度就会比你根据其质量而估算出来的密度为小，因为原子的质量全都集中在它们那个很小的原子核上。它们的电子所代表的只是几乎空无一物的空间，因此，如果电子散得很开，所占的体积越大，该原子的密度就越小。

例如，原子量为132.91的铯，由于其电子所占的空间很大，所以其密度只有1.873克/厘米³。铜原子的原子量虽然为63.54，还不到铯原子的原子量的一半，但由于其原子的致密程度比铯原子大得多，所以它的密度竟达8.95克/厘米³，即差不多是铯的密度的五倍。

如果你想知道什么东西具有最大的密度，那么你最好是

在质量较大的那些原子当中去寻找,但是并不一定是质量最大的那些原子。在天然元素中,其原子质量最大的是铀,其原子量为 238.07。铀的密度虽然很大,为 18.68 克/厘米³,比铜的密度大一倍,但铀的密度还不是最大的,至少有四种元素的密度比铀的密度更大。下面按密度递增的顺序列出这四种元素的名称和密度(见表 3):

几种密度很大的元素

表 3

元 素	原 子 量	密度(克/厘米 ³)
铀	238.07	18.68
金	197.00	19.32
铂	195.09	21.37
铱	192.20	22.42
锇	190.20	22.48

名列前茅的是稀有元素锇。在组成地壳的所有物质中或者可以从地壳中得到的所有物质中,锇是密度最大的。假定我们手中有一块 2.54 厘米厚、其长宽只有一张钞票那样大的纯锇锭。这虽然不是一块很大的金属锭,但它的重量却可达 5.85 公斤。

引 力

到此为止,在这本书中关于核力和电磁力我们已经讲了不少。而且略去了对本书来说完全不重要的弱力。但我们几乎还没有提到引力,而且偏巧就这本书来说,引力则是最重要的。

引力对任何有质量的粒子——强子、轻子以及所有这两类粒子的结合物——都有影响,这也就是它对我们在地球上