

自然科学基础

第二册 化 学

[英] J. R. 霍勒姆 著



科学出版社

50.
788
:2

自然科学基础

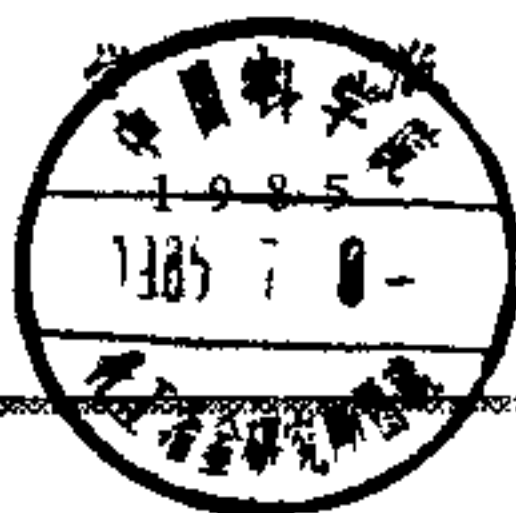
第二册 化学

〔美〕J. R. 霍勒姆 著

周正宇 孔宪玲 译

华寿南 校

科学出版社



内 容 简 介

本书深入浅出地阐述了近代自然科学的基础理论。分为三部分,即物理学、化学和地学。中译本将分三册陆续出版。

第二册化学是该书的第二部分,成书于七十年代末,包括了无机化学、有机化学和生物化学的主要理论。全书讲解生动,图文并茂,繁简得当,避免了复杂的数学问题,较成功地将化学极为丰富的内容压缩在目前这本篇幅不大的一册书中。每章末均附有问题和习题,可借以加深理解。

本书的读者对象广泛,既可为缺乏高等数学知识的中学生和有志自学化学的青年自修阅读,亦可供高等院校的教师和学生参考,尤其适用于中学教师教学参考。

K. R. Atkins J. R. Holm A. N. Strahler
ESSENTIALS OF PHYSICAL SCIENCE
John Wiley & Son, Inc., 1978

自 然 科 学 基 础

第二册 化学

〔美〕J. R. 霍勒姆 著

周正宇 孔宪玲 译

华寿南 校

责任编辑 林 娜

科 学 出 版 社 出 版

北京前门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1985年1月第一版 开本: 850×1168 1/32
1985年1月第一次印刷 印张: 11 1/2
印数: 0001—8,000 字数: 258,000

统一书号: 13031·2770

本社书号: 3840·13—4

定 价: 1.80 元

★ 2.55

3340

目 录

第一章 化学元素.....	1
1.1 化学与物质的研究	1
1.2 性质	2
1.3 液体和固体——动力学的观点	5
1.4 液体的力学性质	5
1.5 温度对密度的影响	6
1.6 阿基米德原理	7
1.7 液体的热性质	8
1.8 热容	9
1.9 潜热	10
1.10 蒸汽压	12
1.11 元素	14
1.12 金属元素	15
1.13 合金	17
1.14 非金属元素	23
1.15 半金属或类金属	26
第二章 化合.....	31
2.1 化学变化的一些特点	31
2.2 化合的定律	31
2.3 质量守恒定律	32
2.4 定比定律	34
2.5 倍比定律	34
2.6 道尔顿的理论	36
2.7 化合物与混合物	38
2.8 元素的符号	40
2.9 化合物的符号	41

2.10	化学反应的符号	42
2.11	平衡方程式	42
2.12	元素的化合量	44
2.13	原子量	44
2.14	克式量	46
2.15	摩尔	46
2.16	化合物的式量	47
2.17	阿佛加德罗数	48
第三章 周期系和电子的构型		52
3.1	有关事物的分类	52
3.2	元素性质的周期性变化	52
3.3	化合价	55
3.4	周期表的早期尝试	55
3.5	化学的家族	55
3.6	周期律的现代说法	59
3.7	现代形式的周期表	62
3.8	原子轨道	64
3.9	非氢原子中主能级的分裂	67
3.10	排布规律	69
3.11	电子的构型	71
3.12	过渡元素	78
3.13	元素的族——外层的电子构型	81
3.14	电子的构型与周期性	82
第四章 化合物、化学键和化学能		86
4.1	化学键的概念	86
4.2	化学键的种类	87
4.3	外层八电子结构的意义	87
4.4	离子键	88
4.5	离子的符号和名称	89
4.6	离子化合物	90
4.7	离子化合物的符号	92

4.8	离子和八电子结构	93
4.9	离子化合物和定比定律	95
4.10	分子物质	95
4.11	双原子分子	95
4.12	结构式	96
4.13	路易士理论	96
4.14	共价键的容量	97
4.15	多重键	98
4.16	分子轨道	99
4.17	多原子离子	101
4.18	配位共价键	102
4.19	极性分子和分子物质的性质	103
4.20	分子中电偶极矩	103
4.21	极性键产生的极性分子	105
4.22	电负性	105
4.23	分子的几何形状	106
4.24	键角	107
4.25	金属键	109
4.26	晶体结构	111
4.27	化学变化的能量特点	113
4.28	自发过程和热	114
4.29	活化能	116
4.30	催化剂	117
第五章	地球上的物质——无机物	122
5.1	无机物和有机物	122
5.2	均相混合物	123
5.3	溶液	124
5.4	胶体分散系	125
5.5	天空的颜色	127
5.6	水的性质	128
5.7	水合作用	129
5.8	氢键	133

5.9	水的离子化	134
5.10	动态平衡	135
5.11	水的电离常数	136
5.12	勒·夏忒列原理	136
5.13	酸类	137
5.14	阿累尼乌斯的酸碱理论	138
5.15	酸的一般性质	140
5.16	pH 的概念	144
5.17	碱	145
5.18	盐	147
5.19	水合物	147
5.20	盐的溶解度	148
5.21	离子的一般反应	148
5.22	配位化合物	149
第六章	非金属的无机物	155
6.1	作用范围	155
6.2	大气	156
6.3	氧族	157
6.4	氧的分布	157
6.5	氧循环	157
6.6	氧化作用	160
6.7	臭氧	162
6.8	同温层中臭氧的循环	162
6.9	同温层的臭氧和气溶胶	164
6.10	臭氧对生命的影响	166
6.11	空气的逆温和烟雾	167
6.12	烟雾中的污染物	169
6.13	硫的存在	170
6.14	硫的氧化物: SO_2 , SO_3	172
6.15	氮和氮族	174
6.16	氮循环	176
6.17	氮的氧化物: NO , NO_2	178

6.18	二氧化氮-臭氧循环——烟雾中的臭氧	179
6.19	一氧化氮、臭氧和超音速运输	180
6.20	碳族	181
6.21	碳	181
6.22	一氧化碳	182
6.23	二氧化碳	183
6.24	碳循环	185
第七章	金属的提炼	189
7.1	金属、矿物和矿藏	189
7.2	铁与钢	192
7.3	高炉	192
7.4	炼钢	195
7.5	电化学	196
7.6	铝	200
7.7	铜	203
7.8	铅	210
7.9	锌	211
7.10	原电池作用	211
第八章	地球上的物质——有机化合物	216
8.1	有机物的领域	216
8.2	有机分子的结构	216
8.3	碳链和碳环	218
8.4	结构异构体和异构现象	219
8.5	弯曲、扭转、旋转的分子	221
8.6	双键和环中的旋转被限制	222
8.7	几何异构现象	222
8.8	碳的分子几何学	222
8.9	光学异构现象——“手型分子”	225
8.10	有机化合物的族——官能团	231
8.11	烃类	233
8.12	命名	235
8.13	烃类的物理性质	237

• ♥ •

8.14	烃类的化学性质	237
8.15	醇、酚和醚	239
8.16	胺	240
8.17	羧酸	241
8.18	酯	242
8.19	酰胺	243
8.20	醛和酮	243
第九章	生物圈中的有机化合物	248
9.1	光合作用	248
9.2	糖类(碳水化合物)	250
9.3	葡萄糖(右旋糖,血糖)	251
9.4	麦芽糖	253
9.5	乳糖	253
9.6	蔗糖(甘蔗糖,甜菜糖)	253
9.7	淀粉	254
9.8	糖原	254
9.9	纤维素	255
9.10	油脂	257
9.11	动物脂肪和植物油	257
9.12	蛋白质	259
9.13	氨基酸	260
9.14	氨基酸是如何组成蛋白质的	262
9.15	手性和螺旋	266
9.16	酶	269
9.17	维生素	269
9.18	“锁-钥”理论	269
9.19	毒物和酶	270
9.20	激素	271
9.21	遗传和核酸	272
9.22	克里克-沃森理论	274
第十章	合成和药物	280
10.1	合成的世界	280

10.2	石油	282
10.3	煤	282
10.4	天然气	284
10.5	原油的提炼	285
10.6	合成汽油	287
10.7	辛烷值	290
10.8	煤和煤的副产品	291
10.9	作为石油化学产品的乙烯和丙烯	292
10.10	作为石油化学产品的 C ₄ -烃	294
10.11	聚合物	295
10.12	聚烯烃	296
10.13	乙烯基的聚合物	299
10.14	二烯的聚合物	300
10.15	缩聚物	302
10.16	聚酰胺——尼龙	302
10.17	聚酯——涤纶(的确良)	303
10.18	一些合成的药物	304
10.19	磺胺类药物	304
10.20	水杨酸盐	305
10.21	生物碱	306
10.22	β -苯乙胺	307
10.23	鸦片生物碱	309
10.24	古柯生物碱	310
10.25	麦角生物碱	311
10.26	大麻	312
	术语汇编	316

第一章 化学元素

1.1 化学与物质的研究

一万年以前，地球上狮子和人在数量上大体差不多。那时的狮子或者人，任何一方都不比另一方强。但是人终于获得了优势，决定因素是因为人在生存中应用了几种化学元素，当时的古代人并不能理解这一点。他们只知道狮子可以吃人和成长。当然，从痛苦的饥饿和危险的经验中，或许他们同样也能够知道人可以吃狮子和成长。在较平静的时代里，个别古代人，可能对人和狮子有生存的共同点而感到惊奇。是的，在生存的某一阶段，人可以与狮子交换物质(同样也可以与百合花进行交换)！那么这些物质是什么？自然界以怎样不同的方式进行安排和实现的呢？我们与整个自然界的关系究竟密切到何种程度？对于这些问题，我们必须把研究方向从物理转到化学方面。

化学是研究物质及其性质以及它本身所经历的变化的一门学科。在研究物理学的时候，我们介绍了能量和力。这两个概念所以是所有科学的基础，正是因为它们是大自然中所有物质性质的基础。同样，化学也是所有科学的基础，这是因为，在一定程度上离开了物质那就不存在能量，也不存在力。在物理学部分我们讨论了能量的性质，现在我们将要讨论物质的性质。

我们不仅要从原子状态来研究物质，而且要从大量实用形式来研究物质。人们每天接触的物质大部分就是实用形式的物质。

我们已经学会如何通过观察物质性质上的差异来认识和区分不同的事物。

1.2 性 质

性质是我们用来认识事物(或人或环境)以及把该事物与其他事物区分开来的本质、属性和特征。由于人们很难完全识别种种事物,因此,我们需要列出事物的各种性质。为了鉴别或应用物质的极其有用的性质,于是将物质分为两类。一类是所研究的物质没有变成另一种物质时的性质,这称为物理性质。物理变化(不同

图 1-1 物理变化。通过工匠的艺术加工,改变了银盘的外形,但并没有改变银盘的化学成分。

于物质的性质)就是在我们研究、测量或利用物理性质时,对物质所作的任何改变。例如,在不损坏银块的前提下,用一把锤子进行敲打。我们会看到,这样做仅仅是改变了银块的外形,而银仍然是银(图 1-1)。再例如,为了观察冰是否能够吸收热量,我们可以把

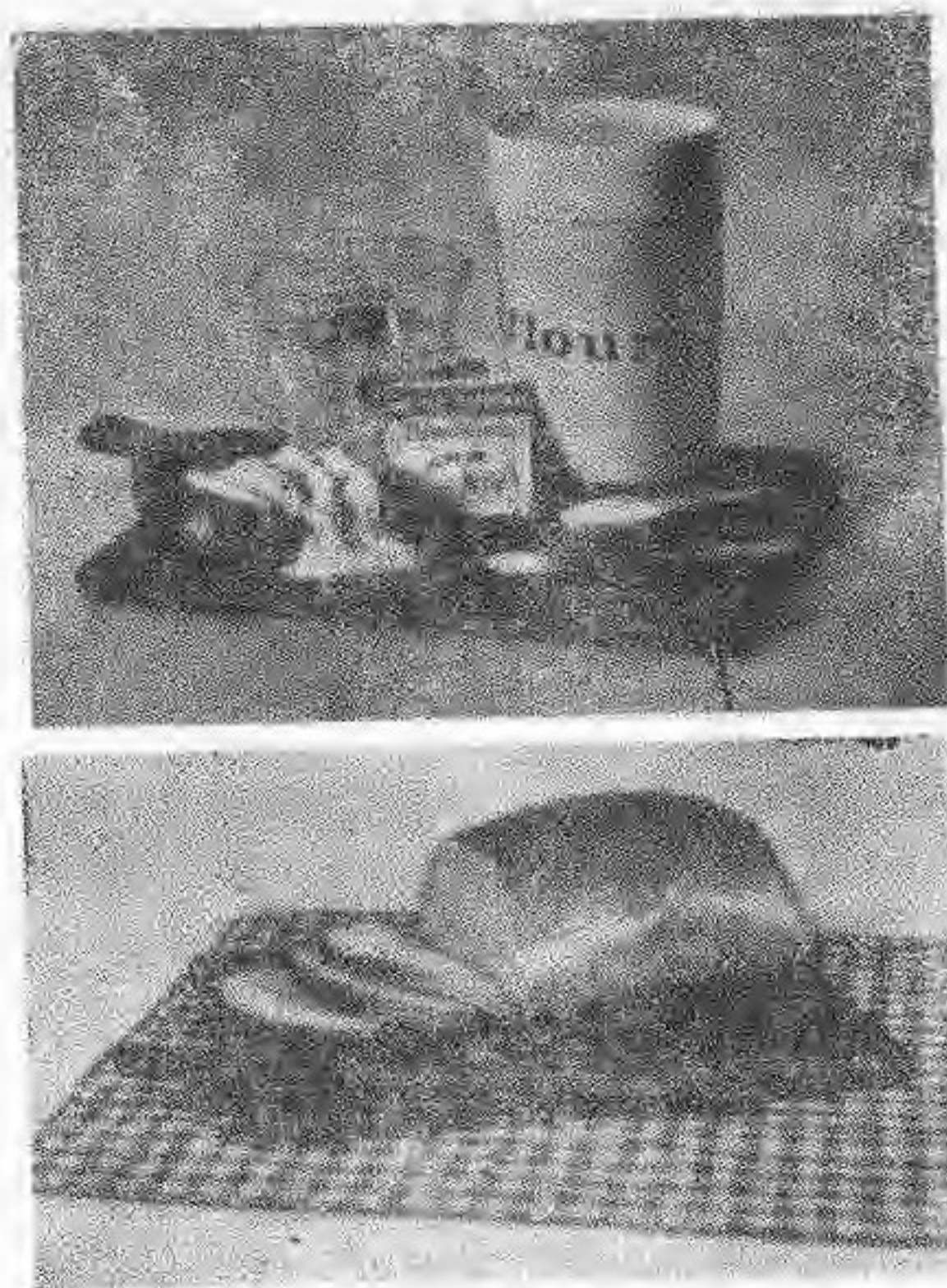


图 1-2 化学变化。一块面包的组成成分不同于烘烤前的液体或固体混合物的成分。在烘炉里,糖、面粉和盐进行了许多化学变化。烘烤前,化学变化是由酵母释放二氧化碳引起的,二氧化碳使面包发起来。没有一种物理性质能够使面包恢复到它的先前成分。(当你看到面包,而不是看到面包的成分时,你的嘴可能会变得湿润。这表明你的身体对食物的条件反射,准备在体内进行化学变化。)

冰加热使它融化,然后再重新把它冷却到零度以下,这样,我们又使水恢复到固态形式冰了。因为我们恢复的不是另外一种物质的固态形式,因此冰的这种变化——融化和冻结是物理变化。即使改变水的物理状态——由固态到液态再到气态,或者是相反的过程,但我们却不能把水改变成另外一种非水物质。

当然,有时加热会引起物质的重大变化,这是热的一种有益的利用。例如,我们通过烘烤,可以把生面团转变为面包(图 1-2)。在足够高的温度下(2000°C 以上),水“破裂”,分解为两种元素:氧和氢。我们不可能简单地只通过冷却这两种元素的混合物重新得到水。因为我们现在得到的是根本不同的物质。我们并不是简单地改变了水的物理状态;而是改变了水的本质。任何由一种物质转变为另一种物质的变化叫做化学变化或化学反应。物质所具有经历一种特殊化学变化的能力就是物质的化学性质。这是物质所具有的另一类性质。在超高温下,水分解为氢和氧就是水的化学性质。

因此可以得到以下的结论: 物质有两种性质,即物理性质和化学性质;物质有两种变化,即物理变化和化学变化。性质是物质本身所具有的,而不是变化的结果,因而性质仅仅是以特殊方式对物质环境中的某种变化作出反应的能力。我们如何辨认一种变化是化学变化,而不是物理变化呢? 应该说有时是很难辨别的。然而,通常大多数的化学变化伴随着大量的物理变化。当你劈开和燃烧木柴时就能在木柴中进行两种变化。劈开木柴的时候,木柴仍然是木柴。当木柴燃烧时,就会看到冒烟、发热,产生新的物质和新的气味,并且最后烧成灰烬。因此大多数化学变化,不但有明显的外部变化,而且还释放出一些能量——热、光和声音——并引起颜色或气味的变化,这些变化不论怎样通常是在那些自发进行的

化学反应中发生的。如果希望弄清变化产物的有关性质，必须进行仔细的化学分析。

必须强调指示：并非一切释放能量的自发变化都是化学变化。比如当气体变成液体时(称为冷凝)或当液体变成它的固体时(称为凝固)，热量就释放到环境中了。正如第三册第二章我们将要研究的，每天当水从一种状态变为另一种状态时，巨大的热能在大气中流动。下面我们介绍基本原理。

1.3 液体和固体——动力学的观点

在第四章中，我们学习了如何用气体动力学的理论来解释与气体的体积、压力和温度相互影响的有关许多性质。理论中的一个假设是：气体的粒子经常是处在混乱的、完全无规则的运动之中。我们可以将这种概念推广到其他状态。物质的个别实体——原子或分子——都是以气体、液体、固体三种状态运动着，但是从气体到液体、最后是固体，其运动变得越来越受到限制。

在液体中，分子的运动是无规则和混乱的，但它们之间的距离要比在气体中短得多。液体中的分子总是保持接触的，但也总是移动的。在固体中，分子有固定的位置，有固定的邻居，但它们却是在固定点周围不断地跳动和振动着。

1.4 液体的力学性质

由于液体内部只有非常小的自由空间，因此液体实际是不能压缩的。液体不象气体，当加压时，体积不缩小(固体实际上也是不能压缩的)。因为液体的重量可以是压力的来源，因此在液体表

面下的每一点都有压力,叫做静压力。静压力和气体压力一样,在各个方向都相等。放在液体中某一深度的物体,其所受的压力是静压力和液体上面大气压之和。因为液体是不可压缩的(或者认为是几乎完全不可压缩的),因而液体的密度(单位体积内的质量)与压力无关,这与气体完全相反。所以静压力正比于深度。水的密度为 1 克/厘米³,在 1 厘米深度的静压力为 1 克/厘米²; 2 厘米深度的静压力为 2 克/厘米²,等等。

1.5 温度对密度的影响

一般规律,液体在凝固前,随着它的温度下降,密度是逐渐增加的;通常固体的密度比液体大,但水是极为例外的。

现以水作为典型继续进行研究。水致冷时,其密度增大。在 4℃ 时密度增至最大,其值为 1.000 克/厘米³。将水继续降温,但不使它变成冰。当温度从 4℃ 继续降至 0℃ 时,在这个范围内,水的密度是减小的。实际上,一定量的水,当它从 4℃ 冷却到 0℃ 时,体积是膨胀的。当水变成 0℃ 冰时,其密度约为 0.9 克/厘米³。因此,冰漂浮在水上——这一点对于我们地球上的生命来说有着重大的意义。如果冰的密度比水大,那么海洋和湖泊在最冷的气候里,无疑会使水几乎都冻结成冰。因为当它形成冰时,就下降到底部,而不再融化,较暖和的水就停留在它的表面上。冬天形成的冰到夏天也不融化。那末,最后全部或几乎全部冻成冰。密度随温度而变化,但盐水与纯水却不同。这一点与海洋有关,我们将在第三册 1.11 节中予以讨论。

这里需要回答的问题是:什么原因导致冰漂浮在水上? 密度较小的物体漂浮在密度较大的流体上是怎样发生的?

1.6 阿基米德原理

流体产生的压力在各个方向上是相等的。这一事实说明了流体产生浮力的原因。浮力,是被液体浮起或趋向于支撑的性质,浮力是向上的力。希腊数学家阿基米德(公元前 287—212 年)发现流体对沉于其中的物体产生的浮力等于物体所排出流体的重量。这一发现,现在称为阿基米德原理(参见图 1-3)。我们用一个立方体作为例子简单地加以说明。具有与液体密度相等的立方体,在液体中将一直下沉到它的上表面与液体表面处于同一水平为止。此时浮力正好等于立方体的重量。由于两个力是平衡的,因此体系是稳定的。对于同样体积而密度较小的立方体,因为它的重量也较小,所以这样的立方体就不能浸入与前一种立方体同样的深度,因为它在较浅的深度就可以达到重量与浮力的平衡。如果立

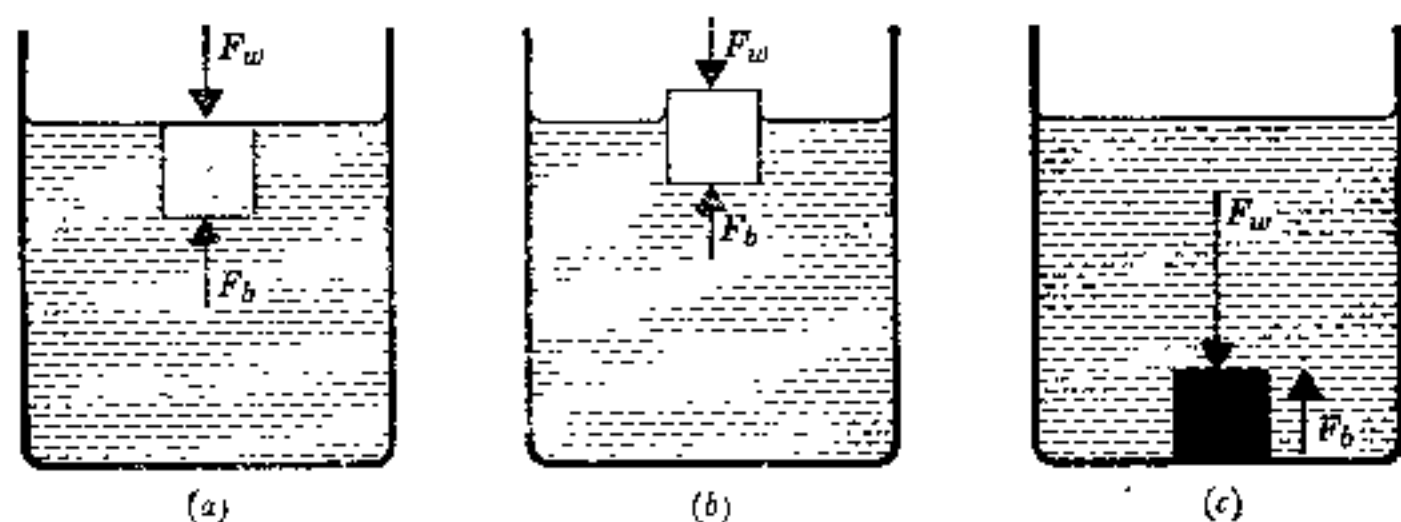


图 1-3 阿基米德原理。(a)、(b)、(c)中的立方体体积相同,但是由于组成材料不同,因而密度各不相同。由于(b)中的立方体密度最小,所以它最轻。(c)中的立方体密度最大,所以它最重。(a)中的立方体居中,它的重力 F_w ,正好等于相应体积液体的重量。当立方体下沉到所示的位置时,所产生的浮力 F_b 等于 F_w 。(b)图为了使产生的浮力等于这个较轻的立方体的重量,只须排出少量液体。因此,立方体只是部分浸在水中。(c)图中,被排出液体的重量,即所产生的浮力不足以支撑较重的立方体,因此这个立方体就沉到底部。