

〔法〕A. 纪尼叶 著

物质结构

——从蓝天到塑料

科学出版社

物 质 结 构

——从蓝天到塑料

〔法〕A. 纪尼叶 著

林 磊 刘 琳 邱举良 译

王震西 校

内 容 简 介

本书全面地介绍了自然界的各种物质，从理想气体、晶体到高分子、液晶、塑料；从无序、半有序到有序态，概述了目前关于物质结构研究的最新进展。该书内容丰富、新颖，没有复杂的数学公式，文中有大量的表格和精彩插图。

本书可供科学工作者和教师阅读。

A. Guinier

LA STRUCTURE DE LA MATIÈRE

du ciel bleu à la matière plastique

«HACHETTE» Paris 1980

物 质 结 构

——从蓝天到塑料

〔法〕A. 纪尼叶 著

林 磊 刘 琳 邱举良 译

王震西 校

责任编辑 姜淑华

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 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 2 月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1985 年 2 月第一次印刷 印张：11 7/8

印数：0001—5,300 字数：228,000

统一书号：13031·2805

本社书号：3817·13—3

定 价：2.20 元

前 言

本书作者法兰西科学院院士 A. 纪尼叶 (A. Guinier) 教授, 是中国人民的老朋友了。他的具有世界权威性的名著: 《X 射线晶体学》, 曾经于 1959 年被译成中文由科学出版社出版。他本人也曾于 1959 年应中国科学院的邀请来我国讲学, 和我国许多科学工作者建立了深厚的友谊。凡是研究凝聚态物理的人, 凡是用 X 射线的散射研究固体结构、特别是研究晶体缺陷结构的人, 都高度评价他的工作。

纪尼叶是法国著名的《高等师范学院》(Ecole Normale Supérieure) 毕业生。这所学院曾经造就出许多杰出的科学家, 著名物理学家郎之万 (Paul Langevin) 就是一例。纪尼叶也是南巴黎大学 (Université de Paris-Sud) 的固体物理优秀教师, 曾任国际晶体学联合会主席, 现为法兰西科学院院士。他的《射线结晶学》(Traité de Radiocristallographie) 于 1964 年出版, 立即被译成英文, 成为经典著作。

四十多年前我们就认识了, 那时我在巴黎郎之万试验室做研究工作。有一次, 他作实验用的主要仪器——林德曼静电计不灵了, 他急得像热锅蚂蚁, 只好去找“大夫”。我那时候曾经把依雷娜·居里夫人一支静电计的毛病治好了, 被法国朋友戏称我为“静电计大夫”。我给纪尼叶治好了林德曼静电

计,使他有深刻印象。那次他来中国,我有幸接待了他,他还谈到这件往事呢。他为人热情友好,对我国有感情,我们翻译了他的名著,而他从不希望得到什么物质利益。他说,我的著作能译成中文,并能对中国科学家有参考价值,我就很满意了。我认为我们科学家有义务通过学术上的探讨为各国人民相互了解作出贡献。

正是出于这种愿望,他对这本《物质结构》中译本十分重视。本书介绍了材料的性质、结构、以及在冶金、建筑、微电子学……以及塑料、液晶等方面的应用。文字深入浅出、通俗易懂,实在是一本不可多得的好书。我相信这本书的出版,对我国的四化建设必将能起到很好的作用。

中国科学院学部委员

汪德昭

1983年12月

中文版序言

我非常高兴,由于林磊、刘琳、邱举良和王震西先生所做的工作,使我的书能够与中国读者见面。我感谢他们为此做了许多工作。我还感谢科学出版社接受并出版了这本书。

现在世界上,每个技术人员为了完成他所承担的任务,必须利用材料的某些性能。冶金工作者利用的是金属和合金的性能;建筑师用的是混凝土的性能;电子技师用的是半导体的性能等。他们每个人都应了解自己领域内材料的性能,而物理和化学基础研究所起的作用就是回答技术人员提出的要求。在各式各样的大量资料中,每个领域都出现了一些基本概念,这些概念起着很重要的作用。例如由组成原子出发建立了各种材料的结构模型,而正是这些模型描述了原子是怎样分布的,它们之间是怎么联系的,它们是如何抵制外力作用的……。

在目前我们已有的知识状况下,不可能从原子结构来定量地推测出材料的全部性能,尽管这些性能可能是完全知道的。但是一种结构的简单图案允许更好地,至少是定性地理解它的习性,有时甚至预料这些习性。因而这是专门深入研究不可缺少的基础之一。

这本书的目的是描述结构模型,并给出这些模型对各种

形式的材料所运用的例子，从最简单的理想气体，到非常复杂的但具有很大实用意义的塑料、液晶或生物中存在的物质。为了使不具备理论物理学知识的技术人员能够利用这本书，我故意不用复杂的数学计算，而只限于容易接受的几何描述。当然为了学习深入的物理学这是不够的，但是我想，这些初步的知识对许多人是足够了，而且对于那些今后还要学习更高水平著作的人来讲也是有用的。

这本书也是为教师而写的，特别是那些担任初级课程的教师，可帮助他们给学生一些既简单又与现代化的物理资料相一致的关于物质结构的知识。

这是本书法文版的目的。然而技术人员和教师面临的问题在各国都是相似的。他们工作的课题具有普遍性，他们使用共同的方法来对待这些课题，这正是科学工作者的特长之一。利用这一特长使不同生活方式的人们接近起来，是科学工作者的义务。

感谢本书翻译工作者的努力，能向我的中国朋友们提供这一点小小的贡献，我把这看成是一种很大的荣誉。我衷心地希望这点小小的贡献将会有所用处。

A. 纪尼叶

巴黎，1982年4月13日

序

我们周围世界和我们身体本身都是由物质组成的，这些物质的结构，自远古以来一直困惑着人们的思想。

一些人认为，物质具有连续结构，他们说：“介质象水一样，在其所有点上不都似乎有同样的性质吗？无论把它分成我们能够做到或想象到的怎样细微状态，它不也是均匀介质吗？”另一些人则说“在细微到我们用显微镜都觉察不到的极小尺度时，物质不正好相反是不连续的，是由无数分立的被古希腊人叫作原子和分子的粒子组成的吗？”如果这些空想家有道理的话，那么，这种不连续性在什么样的亚宏观水平上才能显示出来呢？

关于物质两种观点的论战持续了几个世纪。争论引起了学者们的兴趣，到十九世纪下半叶尤为激烈。化学家在分析化合物的化学组成时建立了化学的定量规律，同时还向人们表明原子理论能令人惊奇地阐述一些事实。但是化学家当时却受到实证主义物理学家——奥古斯特·孔德的门徒们的怀疑。这些人企图把隐藏于可见实体中的所有“模型”排除在科学之外，并且规定科学的唯一目的就是建立感受之间的联系，从科学观念中清除一切不是“可见”的东西。法国的迪昂、德国的奥斯特瓦尔德和奥地利的马赫都是这一观点的热烈捍卫

者。他们使得为原子学家的观点唱赞歌的维也纳物理学家玻耳兹曼处境很艰难。

在接近二十世纪时,情况发生了彻底变化,我们今天已能计算一块已知物质中原子的数目并测量它们的大小。更可喜的是,今天的物理学家正致力于原子内部结构的探索,原子不再是“不可分割的”了。

1865年,玻耳兹曼的同时代人和朋友,奥地利物理学家洛喜密脱首先突破缺口,第一次确定了原子尺寸的数量级,并指出分子的大小是在千万分之一毫米的数量级。

早在十九世纪初,意大利物理化学家阿伏伽德罗就已指出,假如存在分子,同样体积的任何一种气体,在相同温度和压力条件下,不管气体的性质如何,所包含的分子数目都应是相同的。安培独立地获得了同样的结论。化学家习惯把 1 “克分子”物质中包含的分子数叫作“阿伏伽德罗数” N 。

洛喜密脱是如何确定这个数的呢?在十八世纪初就由伯努利提出并于十九世纪中叶由克劳修斯和麦克斯韦发展了气体分子运动理论,根据这个理论,气体被看成是一群在空中飞来飞去并且不断相互碰撞的分子。气体的内能是其分子的动能总和。气体对容器壁产生的压力被认为是由于弹回来的分子对容器壁施加的力。最后,气体的粘滞性(人们可以通过测量流过毛细管的气体流量来确定)是由于分子相互碰撞时产生的力引起的。克劳修斯和麦克斯韦根据阿伏伽德罗数 N 和与刚球相似的分子直径 d (当然这只是一个粗略的近似)表达出气体的粘滞系数 η 。这个公式在本书已给出,可写成:

$$\eta = 0.57 \frac{\sqrt{MRT}}{\pi N d^2}。$$

测量粘滞系数 η 可以给出两个未知数 N 和 d 之间的关系。但确定 N 和 d 还必须有一个第二个关系式。为了得到这种关系，洛喜密脱认为可以把密集状态的物质(液体或固体)看成是相互接触着的、直径为 d 的球体的堆积。这样，一种纯物质的克分子体积 V 可由下述公式来表达：

$$V = \alpha N d^3，$$

式中的 α 表示一个接近于 1 的系数，它与堆积的对称性和密集性有关。因为对于洛喜密脱来说只要有一个分子尺寸的数量级概念就行了，因而他仅仅对液化气体 O_2 、 N_2 和 CO_2 (凯泰曾在几年前实现了前面两种气体的液化) 进行了 $V = Nd$ 的近似计算。这种估计结果使洛喜密脱证实了 N 应该在 10^{22} — 10^{24} 之间，而简单分子的直径应为 1 — $10 \text{ \AA}$ 。当然今天我们已精确地知道 N 的数目。它是通过十几种不同的、独立的方法而确定的，它等于：

$$N = 6.022 \times 10^{23}，$$

这个数目大得惊人！我们周围每一立方厘米空气中的分子数目大约是 3×10^{19} 。假设一秒钟数一个分子，数完这些分子需要 3×10^{19} 秒，然而人们估计宇宙存在至今有 100 亿年，才相当于 10^{17} 秒。

对于分子，我们今天不但知道它们的大小，而且知道它们的形状，它们的内部结构以及它们之间的相互作用力，这也是

本书要讨论的问题。

在能够确定 N 的方法中，最简单明了的方法是在本世纪初由让·佩兰所做的研究给出的，他用超显微镜观察液体中悬浮细微粒子的布朗运动。在发现室^①里能从电视屏上欣赏到布朗运动的显微图像，这是那里最为激动人心的物理实验之一。

另一个更使人惊奇的，能够了解 N 的方法是测量天空蓝光的强度，因为这种光线是太阳光通过大气层时被空气中的分子散射的结果。

曾有幸在月球表面散步的极少数人，向我们叙述过从月球上看到的地球的壮观景象，蔚蓝色的大气光晕环绕着地球。

歌德在研究颜色的过程中，曾经认真地记录了被白光光束穿过的混浊介质的性质，光束变成淡红色，但从旁边看，在黑的背景上介质中则出现深蓝色。歌德曾将此现象与夕阳的颜色和白天天空的蓝色作过比较。但直到1900年，英国物理学家瑞利才认识到不仅是悬浮的粒子，就连分子本身都能散射光线，利用气体所散射光的强度可以计算分子的数目。

凝视蓝色的天空（它使许多诗人产生灵感），可以使物理学家确信这一现象给我们提供了散射物质不连续结构的证明；蓝光比红光受到更严重的散射，因为它的波长更接近分子的尺寸。如果大气在整个亚宏观尺度上是密集均匀的连接

① 指法国巴黎的科学发现室——译者注。

介质,天空将是漆黑的,我们也就可以象宇航员一样在大白天看到星星。

原子和分子理论在固态物质领域中,特别是在其规则的形状一直困惑着人们的晶体世界中,更显示出它的辉煌成就。早在十八世纪,阿伊就猜测这种宏观规则性是由于规则的亚微观结构和三维有序而引起的,而正是今天我们叫作“基本单胞”的空间堆积形成了这种三维有序这一看法的真实性的于1912年得到明显的证明,慕尼黑大学教授劳厄提出用晶格来衍射X光,从而阐明了我们在20世纪看来是如此简单的事情。这种简单而又非凡的想法在今天其收获却是无限的。没有任何人比本书的作者更有资格来介绍这一时期的成果,因为他本人就参与并作出了重要贡献。

在完全无序(如我们在微弱压力的气体中所看到的)和完全有序(硅晶体为代表)之间,物质呈现无数种结构。

本书正是要使我们认识(排除所有的数学形式)这些结构的本质,同时指出这种分子尺度的认识对多种技术都是有好处的。为此,阐明了一些远古技术(青铜和钢铁的冶炼,陶瓷艺术)的“根据”。更重要的是,对这些结构的认识可以赋予人们新的技术。例如:塑料和合成纤维的制造技术。有一些塑料和合成纤维虽柔软,但却比钢的抗拉强度还大。每天都研制出一些具有独特性质的新材料,使电子学,信息学,生物学和医学都大受裨益。人造肾脏和人造心脏已可使人们延长生命。可以肯定,如果人类懂得使用科学成就为自己造福,并且学会不使它有害于我们的话,人类(已成为物质内在知识的掌

握者)的创造性还会给我们留下许多意想不到的礼物,这无疑
是参加科学探险者的热烈愿望。

A. 卡斯特莱^①

① 阿·卡斯特莱是法兰西学院院士,法国著名物理学家,原巴黎高等师范学
校教授,曾因发明光泵于1964年荣获诺贝尔物理学奖——译者注。

外电子层的顺序号
外电子层可能的最多电子数

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486	1487	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494	1495	1496	1497	1498
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

目 录

前言.....	i
中文版序言.....	iii
序.....	v
第一章 结构模型的基本组成	
——原子、分子、离子.....	1
第二章 物质的两种状态	
——无序态和有序态.....	29
第三章 理想气体.....	55
第四章 晶体.....	86
第五章 真实晶体的结构.....	173
第六章 从晶体到结晶固体.....	200
第七章 纯液体、混合液体、溶液.....	223
第八章 非晶态固体	
——非晶态或玻璃态.....	258
第九章 有序与无序之间	
——中间有序态.....	280
第十章 复合材料、悬浮液和胶体溶液.....	334
简短的回顾.....	363

第一章 结构模型的基本组成

——原子、分子、离子

众所周知,所有物质都是由原子组成的;每一种原子对应于一个化学元素。所谓建立一个物质结构的模型,就是描述不同原子各自的排列位置和空间分布。更简单一点说,我们可以把原子看作具有完全确定不变特性的组元。

门捷列夫元素周期表给出了元素的名单。如果只考虑地球上不罕见的元素,那么它们的数量不是很多的。

实际不是这样简单,在简化了的模型中的微小差异,对物质的性质来说也是十分关键的。为了更好地说明这些情况,我们引进三个概念:

1. 原子由原子核和电子层构成,这是大家都熟知的,因为理科教科书一开始就谈到原子结构。目前已被接受的量子理论大大完善了原子模型,但是我们并不需要如此精细,对我们必不可少的是区别原子核和它外层电子的概念。

一个原子的 Z 个电子中的每一个,都处在一个用能量表征的“状态”,其大小正好是使该电子以微弱的速度脱离原子所需要的能量,这些能量值把 Z 个电子分类于能量不同的“层”中。每层的电子数目是确定的。例如,最里面一层

(1, 或者 K) 只能够有二个电子, 它们与核结合得最紧密, 而且靠核最近。它们的能量比其它电子的能量都大, 随元素

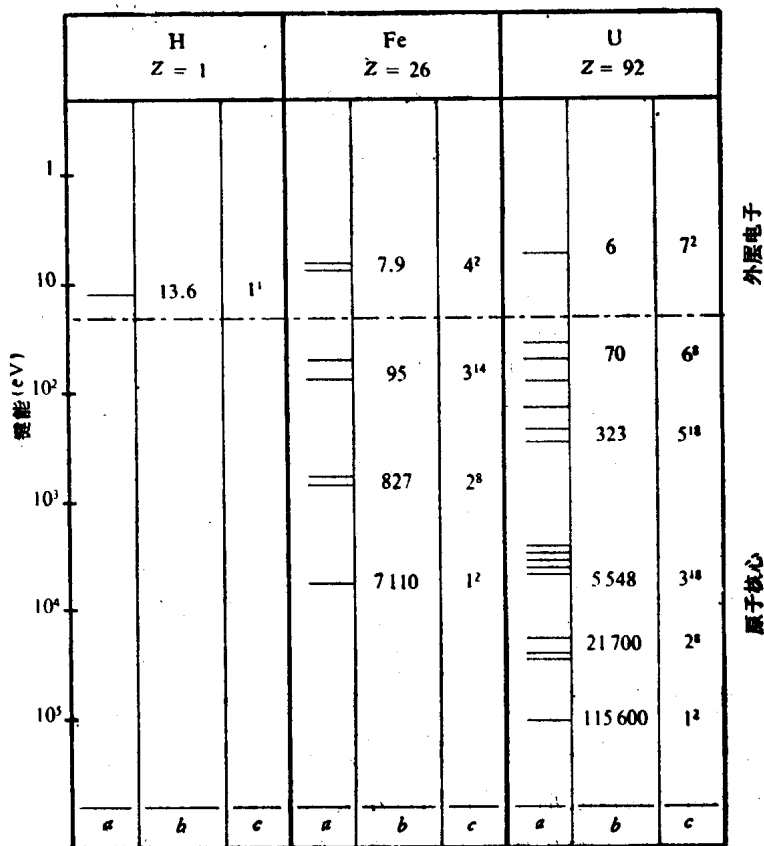


图 1.1 原子数分别为小、中、大的三种原子(氢、铁、铀)的各层电子的结合能

- (a) 层内电子结合能的高低(示意图)
(b) 每层结合能的最大值
(c) 层的编号及所含电子数