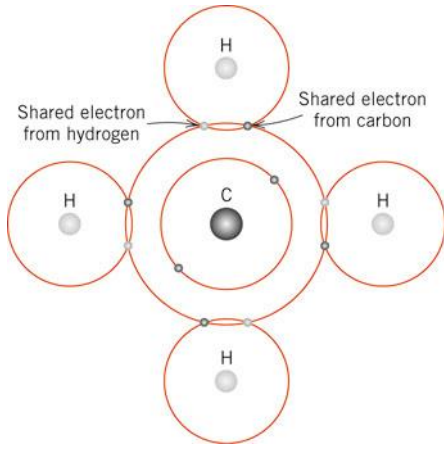
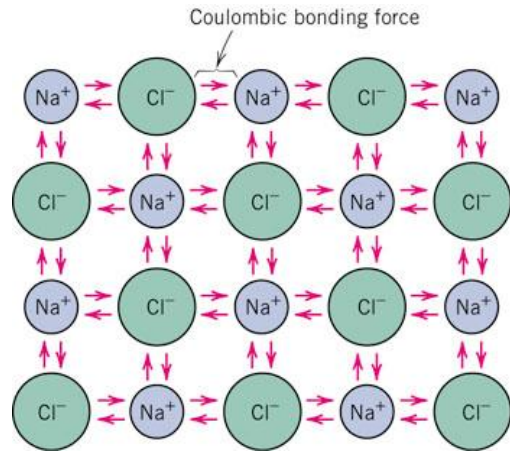
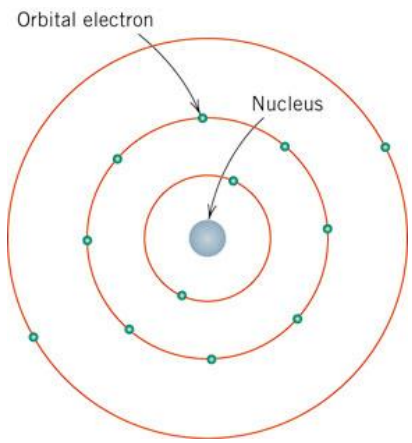
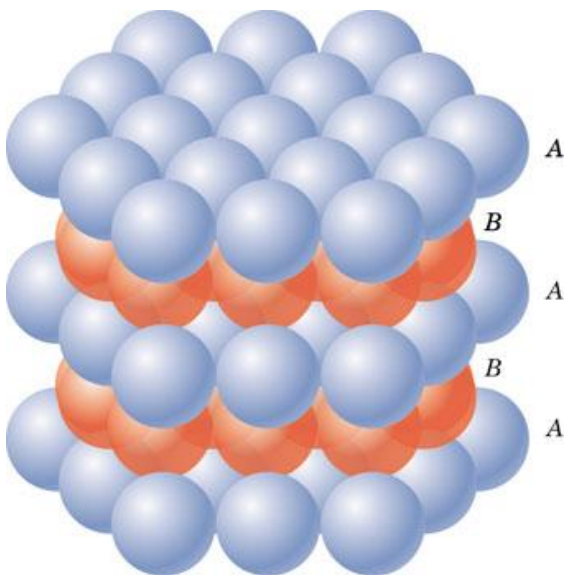
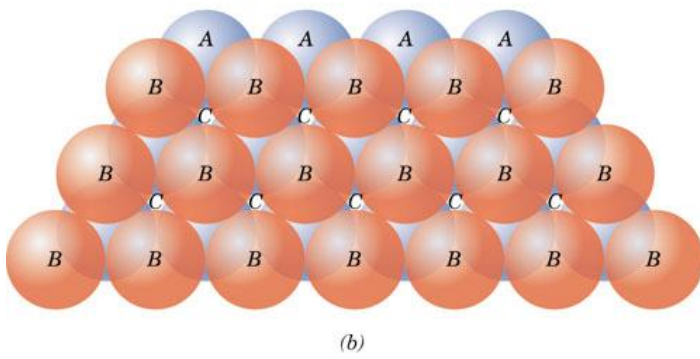
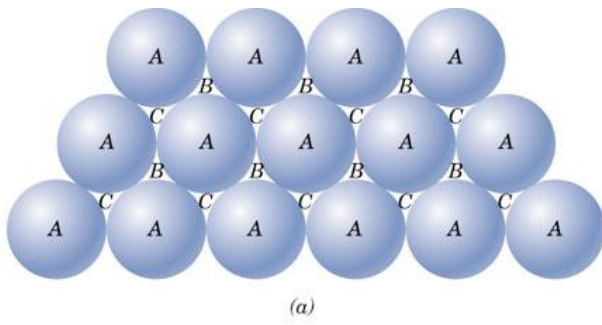
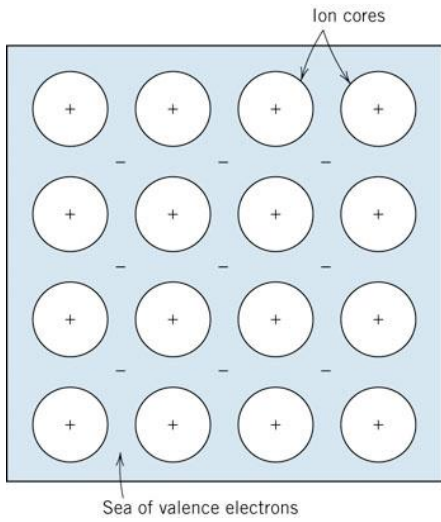
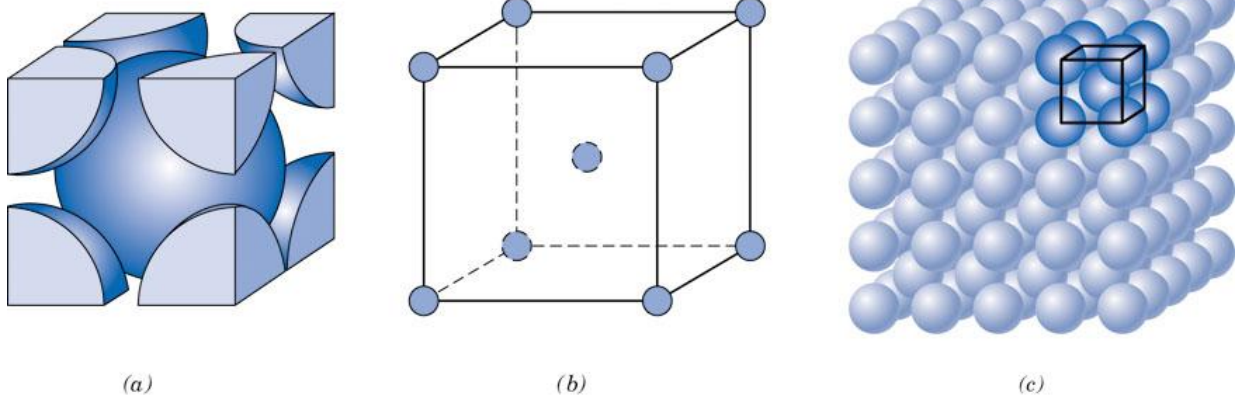
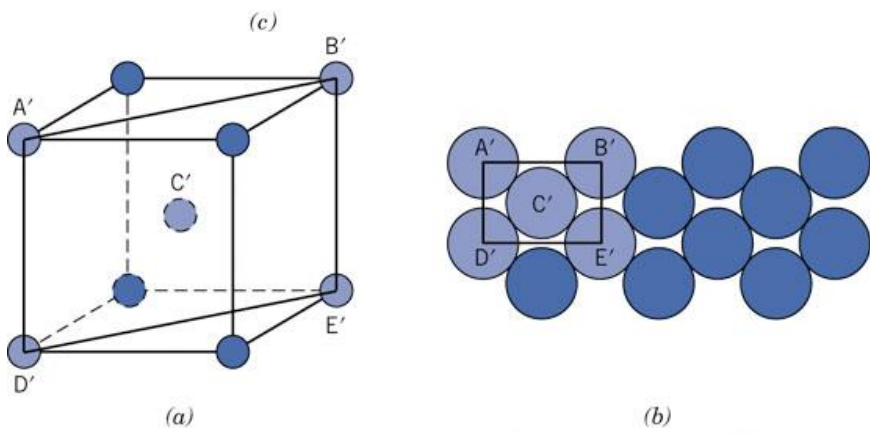
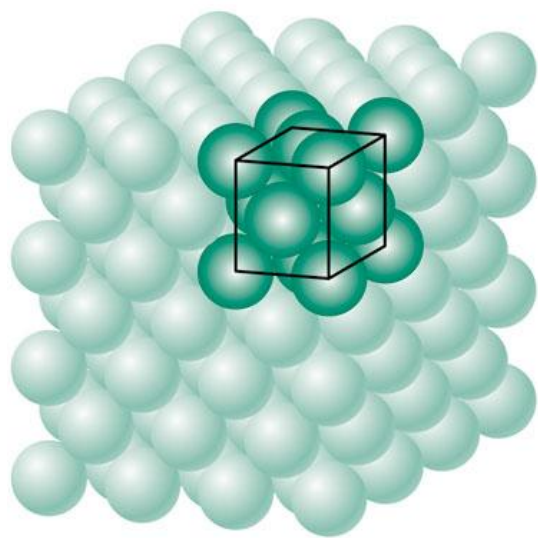
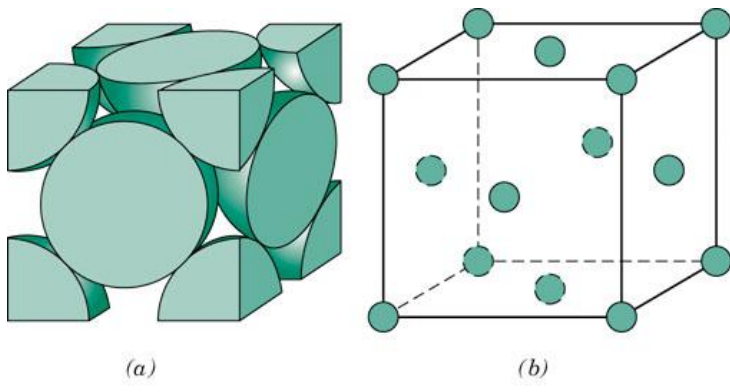


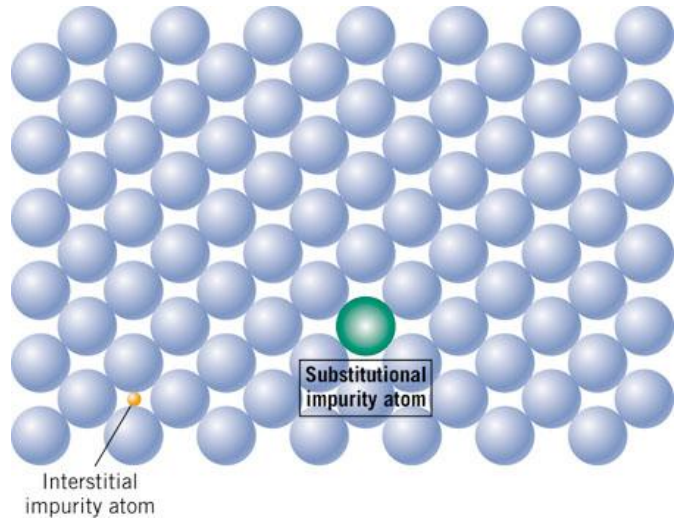
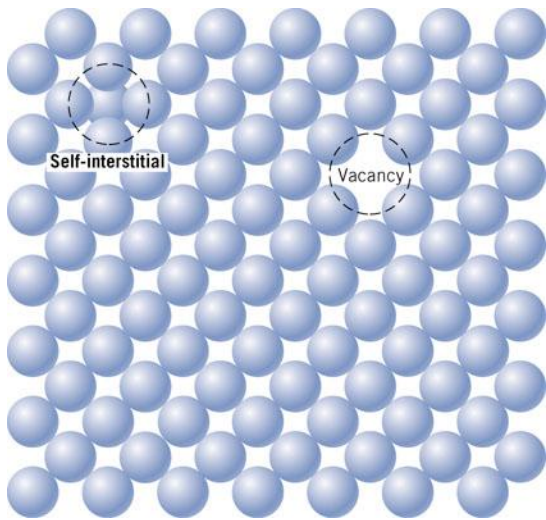
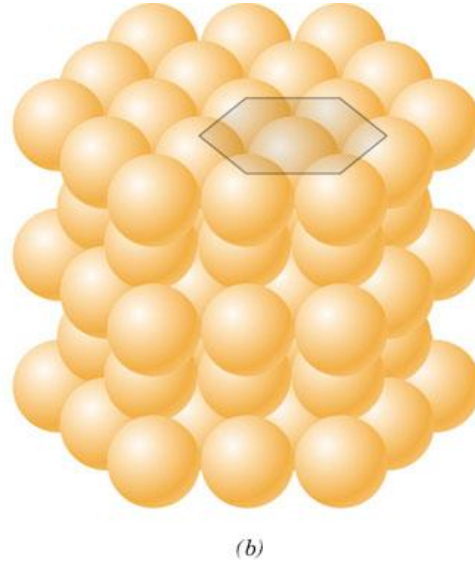
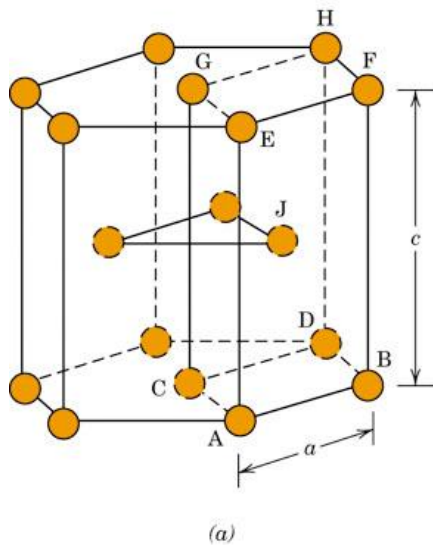
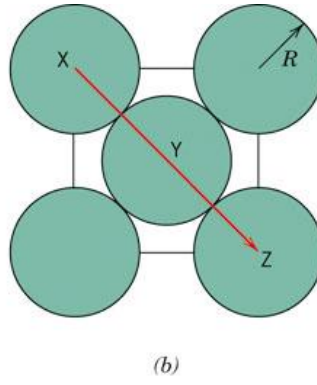
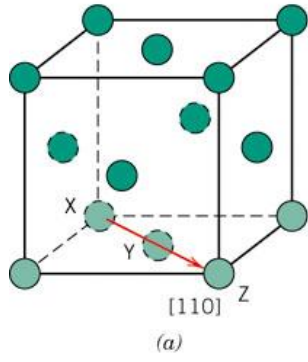
AULA 4: INTRODUÇÃO – MATERIAIS DAS FERRAMENTAS DE USINAGEM



IA		IIA												III A	IV A	VA	VIA	VII A	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1	H	3	Li	19	K	21	Sc	23	V	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Al	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe	55	Cs	56	Ba	57	La	58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn	87	Fr	88	Ra	89	Ac	90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr	104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Rh	112	Cn	113	Nh	114	Fl	115	Mc	116	Lv	117	Ts	118	Og	119	Uu	120	Uub	121	Ubu	122	Ubu	123	Ubu	124	Ubu	125	Ubu	126	Ubu	127	Ubu	128	Ubu	129	Ubu	130	Ubu	131	Ubu	132	Ubu	133	Ubu	134	Ubu	135	Ubu	136	Ubu	137	Ubu	138	Ubu	139	Ubu	140	Ubu	141	Ubu	142	Ubu	143	Ubu	144	Ubu	145	Ubu	146	Ubu	147	Ubu	148	Ubu	149	Ubu	150	Ubu	151	Ubu	152	Ubu	153	Ubu	154	Ubu	155	Ubu	156	Ubu	157	Ubu	158	Ubu	159	Ubu	160	Ubu	161	Ubu	162	Ubu	163	Ubu	164	Ubu	165	Ubu	166	Ubu	167	Ubu	168	Ubu	169	Ubu	170	Ubu	171	Ubu	172	Ubu	173	Ubu	174	Ubu	175	Ubu	176	Ubu	177	Ubu	178	Ubu	179	Ubu	180	Ubu	181	Ubu	182	Ubu	183	Ubu	184	Ubu	185	Ubu	186	Ubu	187	Ubu	188	Ubu	189	Ubu	190	Ubu	191	Ubu	192	Ubu	193	Ubu	194	Ubu	195	Ubu	196	Ubu	197	Ubu	198	Ubu	199	Ubu	200	Ubu	201	Ubu	202	Ubu	203	Ubu	204	Ubu	205	Ubu	206	Ubu	207	Ubu	208	Ubu	209	Ubu	210	Ubu	211	Ubu	212	Ubu	213	Ubu	214	Ubu	215	Ubu	216	Ubu	217	Ubu	218	Ubu	219	Ubu	220	Ubu	221	Ubu	222	Ubu	223	Ubu	224	Ubu	225	Ubu	226	Ubu	227	Ubu	228	Ubu	229	Ubu	230	Ubu	231	Ubu	232	Ubu	233	Ubu	234	Ubu	235	Ubu	236	Ubu	237	Ubu	238	Ubu	239	Ubu	240	Ubu	241	Ubu	242	Ubu	243	Ubu	244	Ubu	245	Ubu	246	Ubu	247	Ubu	248	Ubu	249	Ubu	250	Ubu	251	Ubu	252	Ubu	253	Ubu	254	Ubu	255	Ubu	256	Ubu	257	Ubu	258	Ubu	259	Ubu	260	Ubu	261	Ubu	262	Ubu	263	Ubu	264	Ubu	265	Ubu	266	Ubu	267	Ubu	268	Ubu	269	Ubu	270	Ubu	271	Ubu	272	Ubu	273	Ubu	274	Ubu	275	Ubu	276	Ubu	277	Ubu	278	Ubu	279	Ubu	280	Ubu	281	Ubu	282	Ubu	283	Ubu	284	Ubu	285	Ubu	286	Ubu	287	Ubu	288	Ubu	289	Ubu	290	Ubu	291	Ubu	292	Ubu	293	Ubu	294	Ubu	295	Ubu	296	Ubu	297	Ubu	298	Ubu	299	Ubu	300	Ubu	301	Ubu	302	Ubu	303	Ubu	304	Ubu	305	Ubu	306	Ubu	307	Ubu	308	Ubu	309	Ubu	310	Ubu	311	Ubu	312	Ubu	313	Ubu	314	Ubu	315	Ubu	316	Ubu	317	Ubu	318	Ubu	319	Ubu	320	Ubu	321	Ubu	322	Ubu	323	Ubu	324	Ubu	325	Ubu	326	Ubu	327	Ubu	328	Ubu	329	Ubu	330	Ubu	331	Ubu	332	Ubu	333	Ubu	334	Ubu	335	Ubu	336	Ubu	337	Ubu	338	Ubu	339	Ubu	340	Ubu	341	Ubu	342	Ubu	343	Ubu	344	Ubu	345	Ubu	346	Ubu	347	Ubu	348	Ubu	349	Ubu	350	Ubu	351	Ubu	352	Ubu	353	Ubu	354	Ubu	355	Ubu	356	Ubu	357	Ubu	358	Ubu	359	Ubu	360	Ubu	361	Ubu	362	Ubu	363	Ubu	364	Ubu	365	Ubu	366	Ubu	367	Ubu	368	Ubu	369	Ubu	370	Ubu	371	Ubu	372	Ubu	373	Ubu	374	Ubu	375	Ubu	376	Ubu	377	Ubu	378	Ubu	379	Ubu	380	Ubu	381	Ubu	382	Ubu	383	Ubu	384	Ubu	385	Ubu	386	Ubu	387	Ubu	388	Ubu	389	Ubu	390	Ubu	391	Ubu	392	Ubu	393	Ubu	394	Ubu	395	Ubu	396	Ubu	397	Ubu	398	Ubu	399	Ubu	400	Ubu	401	Ubu	402	Ubu	403	Ubu	404	Ubu	405	Ubu	406	Ubu	407	Ubu	408	Ubu	409	Ubu	410	Ubu	411	Ubu	412	Ubu	413	Ubu	414	Ubu	415	Ubu	416	Ubu	417	Ubu	418	Ubu	419	Ubu	420	Ubu	421	Ubu	422	Ubu	423	Ubu	424	Ubu	425	Ubu	426	Ubu	427	Ubu	428	Ubu	429	Ubu	430	Ubu	431	Ubu	432	Ubu	433	Ubu	434	Ubu	435	Ubu	436	Ubu	437	Ubu	438	Ubu	439	Ubu	440	Ubu	441	Ubu	442	Ubu	443	Ubu	444	Ubu	445	Ubu	446	Ubu	447	Ubu	448	Ubu	449	Ubu	450	Ubu	451	Ubu	452	Ubu	453	Ubu	454	Ubu	455	Ubu	456	Ubu	457	Ubu	458	Ubu	459	Ubu	460	Ubu	461	Ubu	462	Ubu	463	Ubu	464	Ubu	465	Ubu	466	Ubu	467	Ubu	468	Ubu	469	Ubu	470	Ubu	471	Ubu	472	Ubu	473	Ubu	474	Ubu	475	Ubu	476	Ubu	477	Ubu	478	Ubu	479	Ubu	480	Ubu	481	Ubu	482	Ubu	483	Ubu	484	Ubu	485	Ubu	486	Ubu	487	Ubu	488	Ubu	489	Ubu	490	Ubu	491	Ubu	492	Ubu	493	Ubu	494	Ubu	495	Ubu	496	Ubu	497	Ubu	498	Ubu	499	Ubu	500	Ubu	501	Ubu	502	Ubu	503	Ubu	504	Ubu	505	Ubu	506	Ubu	507	Ubu	508	Ubu	509	Ubu	510	Ubu	511	Ubu	512	Ubu	513	Ubu	514	Ubu	515	Ubu	516	Ubu	517	Ubu	518	Ubu	519	Ubu	520	Ubu	521	Ubu	522	Ubu	523	Ubu	524	Ubu	525	Ubu	526	Ubu	527	Ubu	528	Ubu	529	Ubu	530	Ubu	531	Ubu	532	Ubu	533	Ubu	534	Ubu	535	Ubu	536	Ubu	537	Ubu	538	Ubu	539	Ubu	540	Ubu	541	Ubu	542	Ubu	543	Ubu	544	Ubu	545	Ubu	546	Ubu	547	Ubu	548	Ubu	549	Ubu	550	Ubu	551	Ubu	552	Ubu	553	Ubu	554	Ubu	555	Ubu	556	Ubu	557	Ubu	558	Ubu	559	Ubu	560	Ubu	561	Ubu	562	Ubu	563	Ubu	564	Ubu	565	Ubu	566	Ubu	567	Ubu	568	Ubu	569	Ubu	570	Ubu	571	Ubu	572	Ubu	573	Ubu	574	Ubu	575	Ubu	576	Ubu	577	Ubu	578	Ubu	579	Ubu	580	Ubu	581	Ubu	582	Ubu	583	Ubu	584	Ubu	585	Ubu	586	Ubu	587	Ubu	588	Ubu	589	Ubu	590	Ubu	591	Ubu	592	Ubu	593	Ubu	594	Ubu	595	Ubu	596	Ubu	597	Ubu	598	Ubu	599	Ubu	600	Ubu	601	Ubu	602	Ubu	603	Ubu	604	Ubu	605	Ubu	606	Ubu	607	Ubu	608	Ubu	609	Ubu	610	Ubu	611	Ubu	612	Ubu	613	Ubu	614	Ubu	615	Ubu	616	Ubu	617	Ubu	618	Ubu	619	Ubu	620	Ubu	621	Ubu	622	Ubu	623	Ubu	624	Ubu	625	Ubu	626	Ubu	627	Ubu	628	Ubu	629	Ubu	630	Ubu	631	Ubu	632	Ubu	633	Ubu	634	Ubu	635	Ubu	636	Ubu	637	Ubu	638	Ubu	639	Ubu	640	Ubu	641	Ubu	642	Ubu	643	Ubu	644	Ubu	645	Ubu	646	Ubu	647	Ubu	648	Ubu	649	Ubu	650	Ubu	651	Ubu	652	Ubu	653	Ubu	654	Ubu	655	Ubu	656	Ubu	657	Ubu	658	Ubu	659	Ubu	660	Ubu	661	Ubu	662	Ubu	663	Ubu	664	Ubu	665	Ubu	666	Ubu	667	Ubu	668	Ubu	669	Ubu	670	Ubu	671	Ubu	672	Ubu	673	Ubu	674	Ubu	675	Ubu	676	Ubu	677	Ubu	678	Ubu	679	Ubu	680	Ubu	681	Ubu	682	Ubu	683	Ubu	684	Ubu	685	Ubu	686	Ubu	687	Ubu	688	Ubu	689	Ubu	690	Ubu	691	Ubu	692	Ubu	693	Ubu	694	Ubu	695	Ubu	696	Ubu	697	Ubu	698	Ubu	699	Ubu	700	Ubu	701	Ubu	702	Ubu	703	Ubu	704	Ubu	705	Ubu	706	Ubu	707	Ubu	708	Ubu	709	Ubu	710	Ubu	711	Ubu	712	Ubu	713	Ubu	714	Ubu	715	Ubu	716	Ubu	717	Ubu	718	Ubu	719	Ubu	720	Ubu	721	Ubu	722	Ubu	723	Ubu	724	Ubu	725	Ubu	726	Ubu	727	Ubu	728	Ubu	729	Ubu	730	Ubu	731	Ubu	732	Ubu	733	Ubu	734	Ubu	735	Ubu	736	Ubu	737	Ubu	738	Ubu	739	Ubu	740	Ubu	741	Ubu	742	Ubu	743	Ubu	744	Ubu	745	Ubu	746	Ubu	747	Ubu	748	Ubu	749	Ubu	750	Ubu	751	Ubu	752	Ubu	753	Ubu	754	Ubu	755	Ubu	756	Ubu	757	Ubu	758	Ubu	759	Ubu	760	Ubu	761	Ubu	762	Ubu	763	Ubu	764	Ubu	765	Ubu	766	Ubu	767	Ubu	768	Ubu	769	Ubu	770	Ubu	771	Ubu	772	Ubu	773	Ubu	774	Ubu	775	Ubu	776	Ubu	777	Ubu	778	Ubu	779	Ubu	780	Ubu	781	Ubu	782	Ubu	783	Ubu	784	Ubu	785	Ubu	786	Ubu	787	Ubu	788	Ubu	789	Ubu	790	Ubu	791	Ubu	792	Ubu	793	Ubu	794	Ubu	795	Ubu	796	Ubu	797	Ubu	798	Ubu	799	Ubu	800	Ubu	801	Ubu	802	Ubu	803	Ubu	804	Ubu	805	Ubu	806	Ubu	807	Ubu	808	Ubu	809	Ubu	810	Ubu	811	Ubu	812	Ubu	813	Ubu	814	Ubu	815	Ubu	816	Ubu	817	Ubu	818	Ubu	819	Ubu	820	Ubu	821	Ubu	822	Ubu	823	Ubu	824	Ubu	825	Ubu	826	Ubu	827	Ubu	828	Ubu	8







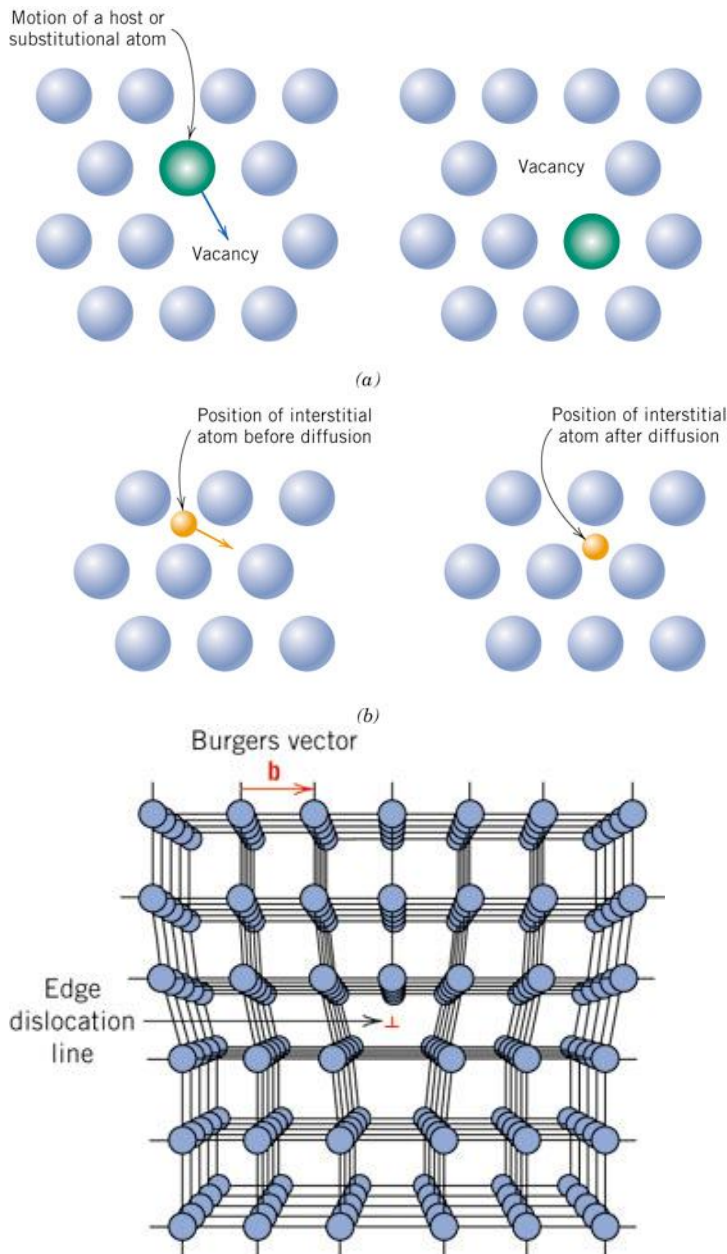
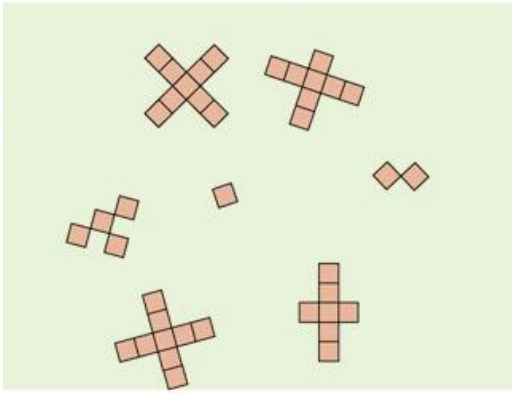


Table 3.1 Atomic Radii and Crystal Structures for 16 Metals

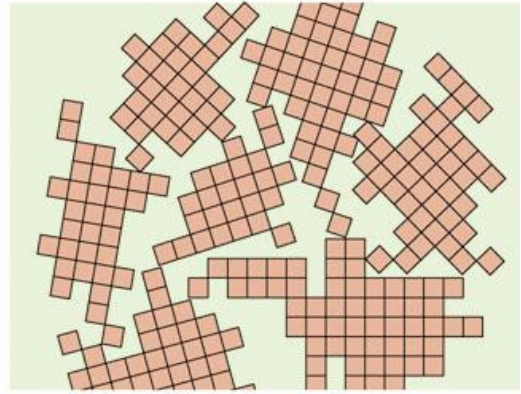
<i>Metal</i>	<i>Crystal Structure^a</i>	<i>Atomic Radius^b (nm)</i>	<i>Metal</i>	<i>Crystal Structure</i>	<i>Atomic Radius (nm)</i>
Aluminum	FCC	0.1431	Molybdenum	BCC	0.1363
Cadmium	HCP	0.1490	Nickel	FCC	0.1246
Chromium	BCC	0.1249	Platinum	FCC	0.1387
Cobalt	HCP	0.1253	Silver	FCC	0.1445
Copper	FCC	0.1278	Tantalum	BCC	0.1430
Gold	FCC	0.1442	Titanium (α)	HCP	0.1445
Iron (α)	BCC	0.1241	Tungsten	BCC	0.1371
Lead	FCC	0.1750	Zinc	HCP	0.1332

^a FCC = face-centered cubic; HCP = hexagonal close-packed; BCC = body-centered cubic.

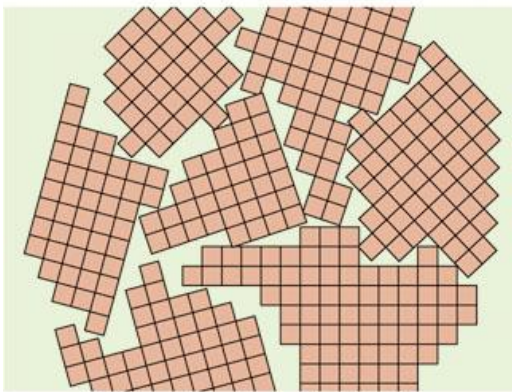
^b A nanometer (nm) equals 10^{-9} m; to convert from nanometers to angstrom units (\AA), multiply the nanometer value by 10.



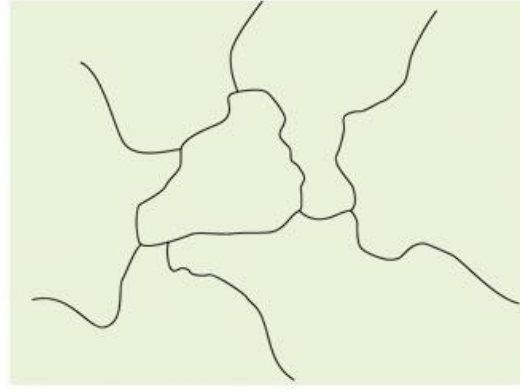
(a)



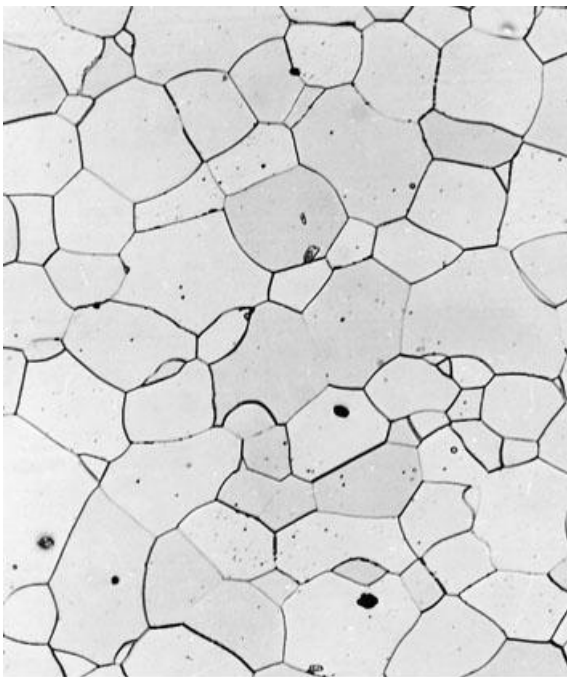
(b)



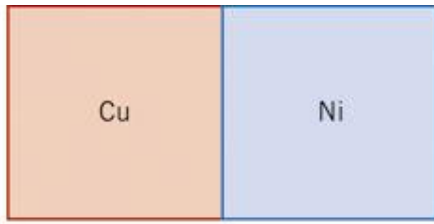
(c)



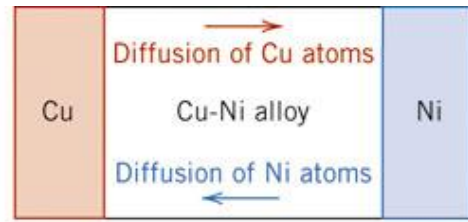
(d)



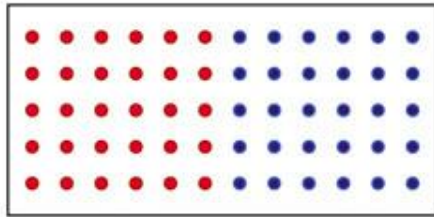
(b)



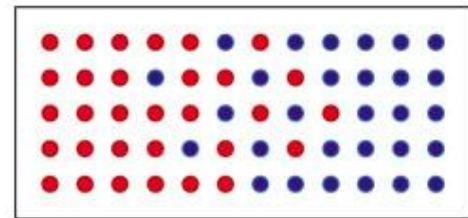
(a)



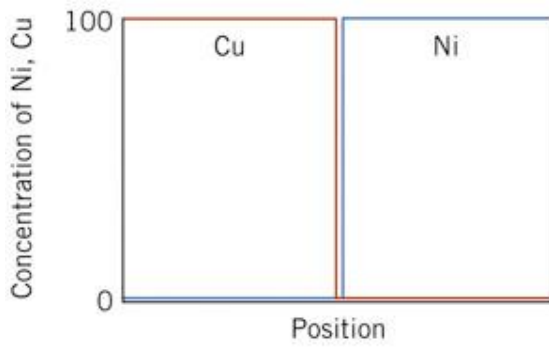
(a)



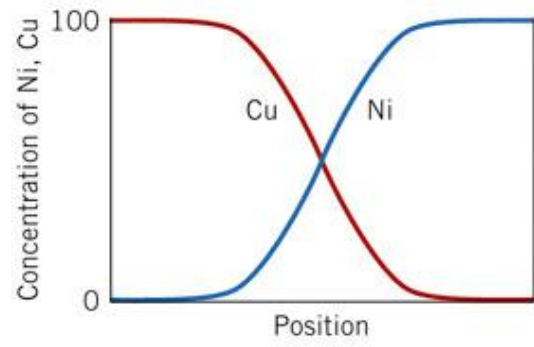
(b)



(b)



(c)



(c)

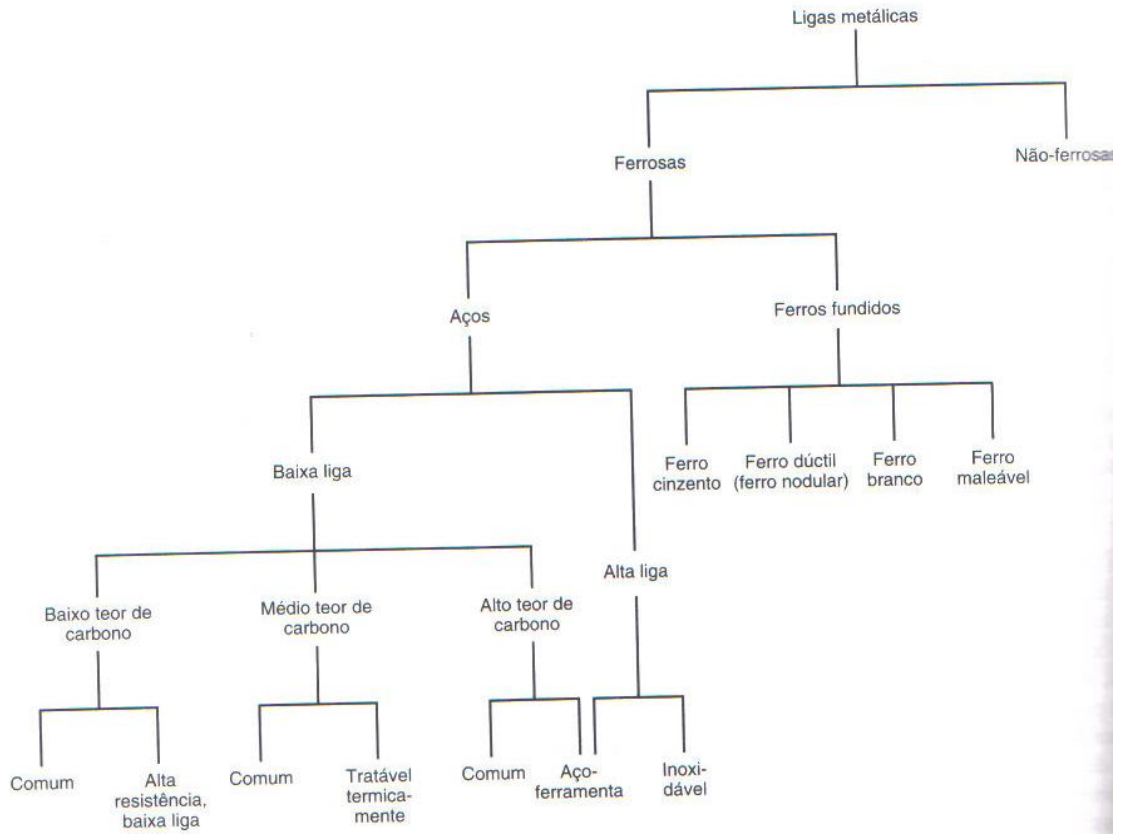
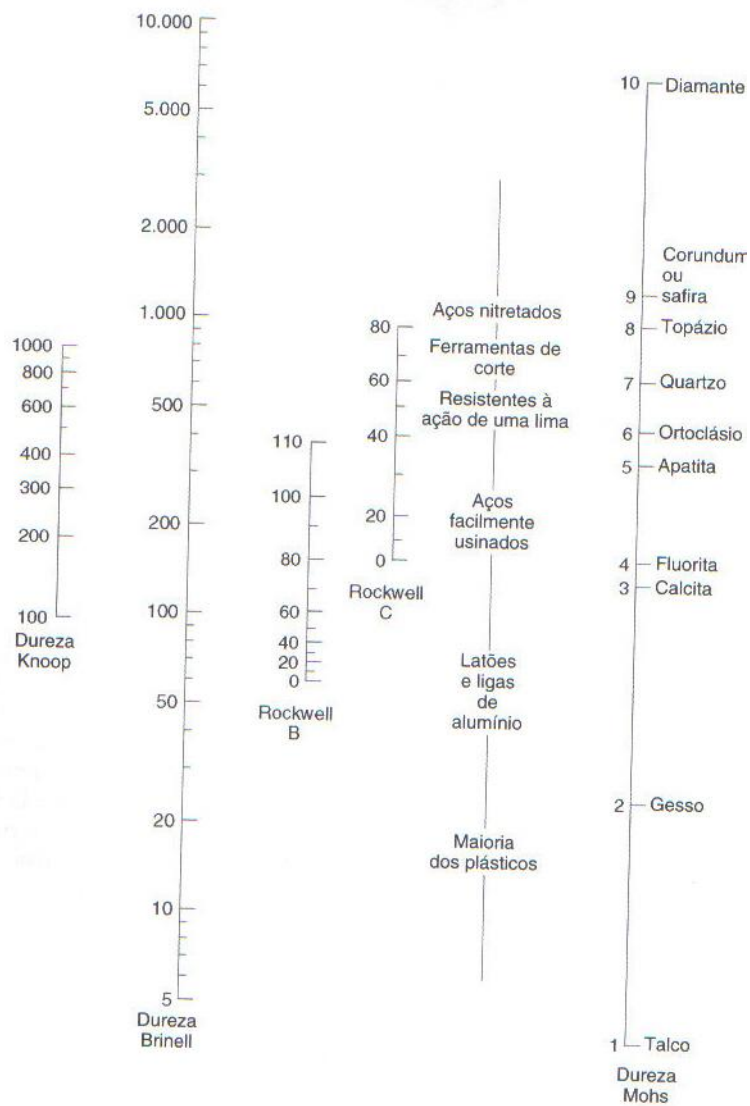


Fig. 12.4 Esquema de classificação para as várias ligas ferrosas.



Relação entre várias escalas de dureza (Adaptado de C. F. K...)

