

Experimentalphysik 5 (PEP 5)

Teilchenphysik U. Uwer dienstags 9:15 -11 Uhr, INF 308, HS1

Kondensierte Materie C. Enss donnerstags 9:15 -11 Uhr, INF 308, HS1

Christian Enss

KIP 01.106

Telefon 06221 54-8861

enss@kip.uni-heidelberg.de

Sprechstunde Montags 14 Uhr: Bitte vorher anmelden
zusätzliche Sprechstundentermine nach Vereinbarung

Übungen zur Experimentalphysik 5 (PEP 5)

Die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen zur Physik VI wird durch eine Bescheinigung mit Benotung bestätigt. Für das Bestehen des Moduls ist die [aktive Teilnahme an den Übungen](#) und das [Bestehen der Klausur](#) erforderlich.

Die aktive Teilnahme an den Übungen wird durch das Präsentieren von Lösungswegen zu den wöchentlich gestellten Übungsaufgaben nachgewiesen. Die Bereitschaft zur Präsentation einer Aufgabenlösung kann zu Beginn jedes Übungstermins angezeigt werden. Entsprechende Namenlisten werden jeweils ausgelegt. Von den voraussichtlich 48 Teilaufgaben (ca. 12 Übungsblätter mit je 4 Aufgaben) müssen [mindestens 60%](#) gekennzeichnet sein. Im Falle einer Präsentation muss erkenntlich sein, dass ein Lösungsweg bereits erarbeitet wurde.

Schriftlich ausgearbeitete Lösungen können zusätzlich in der Vorlesung am Dienstag vor der jeweiligen Übung abgegeben werden. Sie werden korrigiert und zu dem folgenden Übungstermin wieder zurückgegeben, sie gehen jedoch nicht in eine Bewertung ein. Die freiwillige Abgabe von Lösungen kann auch dazu genutzt werden, den Wunsch nach Klärung besonderer Sachverhalte im Zusammenhang mit den Übungsaufgaben zu äußern.

Zum Bestehen der Klausur müssen [30% der Maximalpunktzahl](#) erreicht werden.

Anmeldung zu den Übungen über die Webseite : <http://uebungen.physik.uni-heidelberg.de/vorlesung/20132/pep5>

[Koordinator](#) der Übungen für die Kondensierte Materie: [Dr. Andreas Reiser](#), KIP 0.305, Telefon: 06221 54-9170
Email: Andreas.Reiser@kip.uni-heidelberg.de

Übungsblätter werden [immer dienstags](#) ins Web gestellt. Es beginnt die Teilchenphysik

In der ersten Woche [keine](#) Übungen!

Inhalt der Vorlesung PEP 5: **Kondensierte Materie**

1. Bindungskräfte

Van der Waals-Bindung
Ionenbindung
Kovalente Bindung
Metallische Bindung
Wasserstoffbrückenbindung

2. Struktur und Strukturbestimmung

Ordnung und Unordnung
Kristalle
Nichtkristalline Festkörper
Reziprokes Gitter
Einfache Theorie der Streuung
Experimentelle Methoden

3. Gitterdynamik und thermische Eigenschaften

Akustische und optische Gitterschwingungen
Experimentelle Bestimmung von Dispersionskurven
Zustandsdichte
Quantisierung der Gitterschwingungen: Phononen
Spezifische Wärmekapazität
Wärmeleitfähigkeit dielektrischer Kristalle

4. Leitungselektronen

Einfache Metalle: Freies Elektronengas
Sommerfeld-Pauli-Modell
Spezifische Wärme
Pauli-Suszeptibilität
Elektrische und thermische Leitfähigkeit
Bändermodell

5. Halbleiter

Intrinsische kristalline Halbleiter
Dotierte kristalline Halbleiter
Amorphe Halbleiter
Inhomogene Halbleiter
Halbleiterheterostrukturen und Übergitter

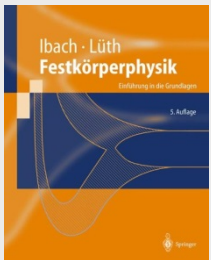
6. Supraleitung

Phänomenologische Beschreibung
Supraleiter 1. und 2. Art
Mikroskopische Beschreibung
Makroskopische Wellenfunktion

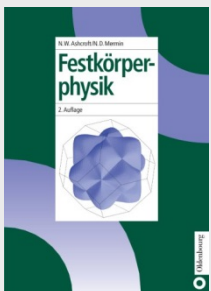
Literaturhinweise zur Vorlesung PEP 5: **Kondensierte Materie**



Ch. Kittel
Einführung in die Festkörperphysik
Oldenbourg



H. Ibach, H. Lüth
Festkörperphysik
Springer



N.W. Ashcroft, N.D. Mermin
Festkörperphysik
Oldenbourg



S. Hunklinger
Festkörperphysik,
Oldenbourg



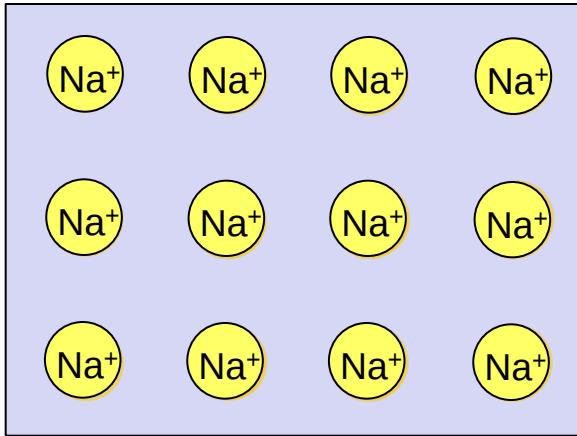
R. Gross, A. Marx
Festkörperphysik,
Oldenbourg

K. Kopitzki, P. Herzog
Einführung in die Festkörperphysik, Teubner

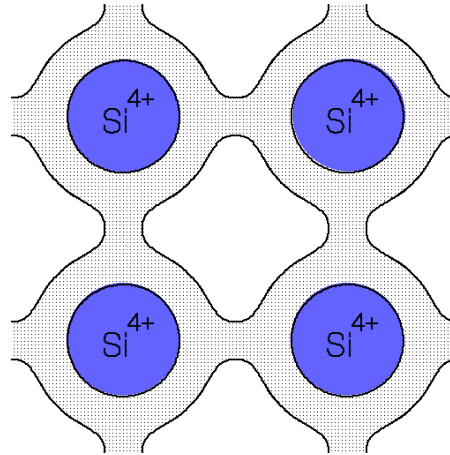
W. Känzig
Kondensierte Materie, Zürich

J.R. Christman
Festkörperphysik, Oldenbourg

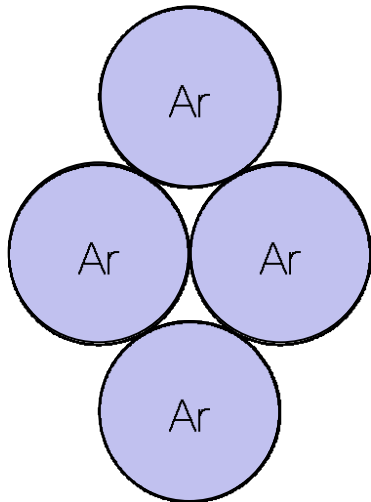
metallische Bindung



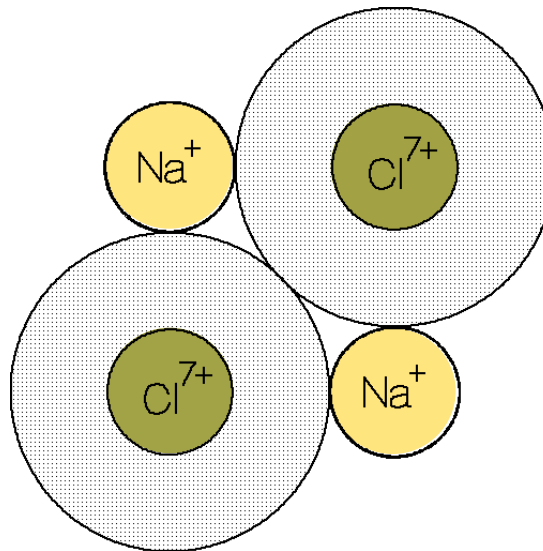
kovalente Bindung



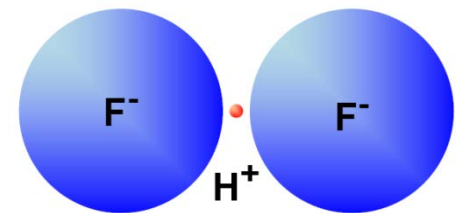
Van-der-Waals-Bindung



ionische Bindung



H-Brückenbindung



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18									
1	H	Schmelztemperatur (°C) Bindungsenergie (kJ/mol)																He									
	-259.14 0.05868																	-272									
2	Li	Be	<table><tr><td>Alkalimetalle</td><td>Erdalkalimetalle</td><td>Übergangsmetalle</td></tr><tr><td>Seltene Erden</td><td>andere Metalle</td><td>Halbmetalle/Halbleiter</td></tr><tr><td>Nichtmetalle</td><td>Halogene</td><td>Edelgase</td></tr></table>										Alkalimetalle	Erdalkalimetalle	Übergangsmetalle	Seltene Erden	andere Metalle	Halbmetalle/Halbleiter	Nichtmetalle	Halogene	Edelgase	B	C	N	O	F	Ne
	Alkalimetalle	Erdalkalimetalle											Übergangsmetalle														
Seltene Erden	andere Metalle	Halbmetalle/Halbleiter																									
Nichtmetalle	Halogene	Edelgase																									
180.54 158	1278 320	2300 561	3500 711	-209.9 474	-218.4 251	-219.62 81.0	-248.6 1.92																				
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar									
	97.8 107	650 145											660.37 327	1410 446	44.1 331	112.8 275	-100.98 135	-189.3 7.74									
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr									
	63.65 90.1	839 178	1539 376	1660 468	1890 512	1857 395	1245 282	1535 413	1495 424	1453 428	1083 336	419.58 130	29.78 271	937.4 372	817 285.3	217 237	-7.2 118	-157.2 11.2									
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe									
	38.89 82.2	764 166	1523 422	1852 603	2468 730	2617 658	2200 661	2250 650	1966 554	1552 376	961.93 284	320.9 112	156.61 243	231.9 303	630 265	449.5 211	113.5 107	-111.9 15.9									
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn									
	28.5 77.5	725 183		2150 621	2996 782	3410 859	3180 775	3045 788	2410 670	1772 564	1064.43 368	-38.87 65	303.5 182	327.5 196	271.3 210	254 144	302	-71 19.5									
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub															
	27	700 160		?	?	?	?	?	?	?	?	?															
			*	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu									
				920 431	795 417	935 357	1010 328	?	1072 206	822 179	1311 400	1360 391	1412 294	1470 302	1522 317	1545 233	824 154	1656 428									
			**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr									
				1050 410	1750 598	1600	1132 536	640 456	639.5 347	994 264	1340 385	?	?	?	?	?	?	?									

Substanz	E_B [eV/Atom]	E_B [kJ/mol]	T_s [K]	Bindungstyp
Li	1,63	157	453,7	metallisch
Na	1,113	107	370,9	
KCl	7,3	704	770	ionisch
NaCl	8,2	791	801	
Si	4,63	446	1687	kovalent
C	7,37	711	3800	
Ar	0,08	772	83,8	v. der Waals
CH ₄	0,1	10	91	
H ₂ O	0,5	50	273	H-Brücken- bindung
H ₂ S			187,5	

	Ne	Ar	Kr	Xe
σ (Å)	2,74	3,40	3,65	3,98
ε (meV)	3,1	10,4	14,1	20,0
R_0 (Å)	3,16	3,76	3,99	4,34
R_0/σ	1,15	1,11	1,09	1,09
$U_B/N = -8,60 \varepsilon$ (meV)	-26	-89	-127	-174
U_0/N (meV)	8	9	7	6
$-(8,60 \varepsilon + U_0/N)$ (meV)	-18	-80	-120	-168
U_B^{exp}/N (meV)	-20	-81	-116	-166

