

O B S A H

ČÁST I.

	PŘEDMLUVA	
0	ÚVOD	9
0.1	Z historie fyziky pevných látek	10
0.2	Struktura a vlastnosti pevných látek	13
0.3	Literatura	14
1.	ATOMOVÁ STRUKTURA PEVNÝCH LÁTEK	15
1.1.	Periodická stavba pevných látek	15
1.1.1.	Amorfní a krystalické látky	15
1.1.2.	Základní pojmy krystalografie	16
1.1.3	Reciproká mřížka	18
1.2	Souměrnost krystalů	21
1.2.1	Makroskopická souměrnost	21
1.2.2	Krystalografické soustavy	23
1.2.3	Mikroskopická souměrnost	24
1.2.4	Krystaly vzniklé těsným uspořádáním atomů	27
1.2.5	Vazebné síly a vazby v pevných látkách	28
1.2.5.1	Molekulární (van der Waalsovy) síly	29
1.2.5.2	Coulombovské síly	30
1.2.5.3	Výměnné síly	31
1.2.5.4	Odpudivé síly	32
1.2.5.5	Vodíková vazba (vodíkový můstek)	33
1.3	Problémy	34
1.4	Literatura	35
2	PORUCHY V PEVNÝCH LÁTKÁCH	36
2.1.	Bodové poruchy	37
2.1.1	Elektronové poruchy	37
2.1.1.1	Plazmony	37
2.1.1.2	Cyklotrony, helikony, magnony	39
2.1.2	Fotony	40
2.1.3	Atomové poruchy	41
2.1.3.1	Fonony	41
2.1.3.2	Vakance a intersticiály	41
2.1.3.3	Příměsové atomy v mřížce	42
2.2	Čárové poruchy	42
2.2.1	Dislokace	42
2.2.1.1	Hranové a šroubové dislokace	46
2.2.2.	Disklinace	49
2.3.	Mozaiková struktura krystalu	50
2.4	Problémy	51
2.5.	Literatura	52
2.5.	Literatura	52
3	METODY URČOVÁNÍ STRUKTURY PEVNÝCH LÁTEK	54
3.1	Metoda otáčivého krystalu	56
3.2	Metoda prášková	57
3.3	Laueova metoda	59
3.4	Elektronová difrakce	59
3.5	Neutronová difrakce	60
3.6.	Intenzita difraktovaného záření	61
3.7	Určování poruch ve struktuře pevných látek	63
3.8	Metody zviditelňování dislokací	66

3.9.	Problémy	68
3.10	Literatura	70
4	MECHANICKÉ VLASTNOSTI	71
4.1	Elastická deformace	71
4.2	Plastická deformace	75
4.2.1	Dvojčatění	77
4.3	Viskózní deformace	77
4.3.1	Klasifikace viskózních látek	78
4.3.2	Reologické rovnice	79
4.3.2.1	Eyringova relaxační rovnice	81
4.3.3	Reologické modely	82
4.3.3.1	Maxwellův model	84
4.3.3.2	Voigtův-Kelvinův model	85
4.3.4	Dynamické chování reologických pevných látek	85
4.4	Rozrušování pevných látek	87
4.4.1	Teoretická pevnost	87
4.4.2	Činitele ovlivňující lom, vliv mikrotrhlin	88
4.4.3	Úloha plastické deformace při lomu	91
4.4.3.1	Šíření trhliny	91
4.4.3.2	Iniciace trhliny	93
4.5	Superplasticita kovů	95
5	KMITY MŘÍŽKY A MĚRNÉ TEPELNÉ KAPACITY	101
5.1	Elastické vlny v pevných látkách	101
5.2	Elastické vlny v krystalových mřížkách	103
5.3	Stojaté vlny v lineárním řetězci atomů. Fonony	105
5.3.1	Elastické vlny v lineárním řetězci se dvěma druhy atomů	106
5.4.	Měrné tepelné kapacity	109
5.5	Nesouměřitelné struktury	112
5.6	Akustická (fononová) emise	114
5.7	Problémy	115
5.8	Literatura	116
6	ELEKTRONOVÉ VLASTNOSTI PEVNÝCH LÁTEK	117
6.1	Energetický model atomů a pevných látek	117
6.2	Elektronová teorie kovů	118
6.2.1	Teorie volných elektronů	118
6.3	Boltzmannova transportní rovnice	119
6.4	Vodivost kovů	121
6.5	Energetické rozložení kovů	122
6.6	Výstup elektronů z kovu	126
6.6.1	Termoemise	126
6.6.2	Polní (studená) emise	127
6.6.3	Fotoemise	127
6.6.4	Těsný dotyk (kontakt) mezi dvěma kovy	128
6.7	Problémy	129
6.8	Literatura	131
7	PÁSOVÁ TEORIE PEVNÝCH LÁTEK	132
7.1	Klasifikace pevných látek podle pásové struktury	137
7.2	Pohyb elektronů podle pásové teorie. Efektivní hmotnost, pojem díra	137
7.3	Experimentální ověření pásové teorie	139
7.4	Problémy	139
7.5	Literatura	
8	UŽITÍ PÁSOVÉ TEORIE	142
8.1	Polovodiče	142
8.1.1	Hallův jev	146
8.1.2	Magnetorezistance	146

8.1.3	Kvantový Hallův jev	148
8.2	Kontaktní jevy mezi polovodiči	151
8.3	Fotovodivost	156
8.4	Organické polovodiče a fotovodiče	158
8.4.1	Organické polovodiče	158
8.4.2	Organické fotovodiče	161
8.4.2.1	Fotovodivé polymery	161
8.5	Organické vodiče	161
8.6	Mechanismy a vodivosti organických polovodičů a vodičů	163
8.7	Polovodiče s nulovým zakázaným pásem	164
8.8	Problémy	166
8.9	Literatura	166

ČÁST II.

9	DIELEKTRICKÉ A MAGNETICKÉ VLASTNOSTI PEVNÝCH LÁTEK	167
9.1	Dielektrika	167
9.1.1	Makroskopický popis dielektrik	167
9.1.2	Molekulární popis dielektrika	170
9.1.3	Mechanismus polarizace dielektrika	171
9.1.4	Ztráty v dielektriku	174
9.1.5	Klasifikace dielektrik	174
9.2	Magnetika	182
9.2.1	Makroskopický popis magnetik	182
9.2.2	Molekulární popis magnetik	183
9.2.3	Klasifikace magnetik	186
9.2.4	Rezonanční jevy	193
9.2.4.1	Cyklotronová rezonance (CR)	193
9.2.4.2	Paramagnetická (spinová) rezonance (EPR,ESR)	194
9.2.4.3	Feromagnetická rezonance (FR)	195
9.2.4.4	Nukleární magnetická rezonance (NMR)	195
9.2.4.5	Akustická a paramagnetická (spinová) rezonance (APR)	195
9.2.4.6	Bezodrazová jaderná rezonance (Mössbauerův jev)	196
9.2.5	Magnetické bubliny	200
9.3	Problémy	203
9.4	Literatura	206
10	OPTICKÉ VLASTNOSTI PEVNÝCH LÁTEK	207
10.1	Základní pojmy	207
10.2	Index lomu	207
10.3	Součinitel reflexe (odrazu světla)	209
10.4	Součinitel průchodu (transmise) světla	209
10.5	Dvojlomnost pevných látek	209
10.6	Pleochroismus	214
10.7	Optická aktivita	214
10.8	Umělá optická anizotropie	215
10.8.1	Elektrooptické jevy	215
10.8.1.1	Lineární elektrooptický jev	215
10.8.1.2	Kvadratický elektrooptický jev	217
10.8.2	Magnetooptické jevy	217
10.8.2.1	Lineární magnetooptický jev	217
10.8.2.2	Kvadratický magnetooptický jev	218
10.8.3	Fotoelastický jev	218
10.9.	Elektronová teorie optických charakteristik	219
10.10	Rozptyl světla	222
10.10.1	Rayleighův rozptyl	223
10.10.2	Ramanův rozptyl	224

10.10.3	Brillouinův rozptyl	225
10.11	Fotovoltaické jevy v pevných látkách	226
10.12	Fotochemické jevy	227
10.13	Problémy	229
10.14.	Literatura	231
11	LUMINISCENCE	232
11.1	Problémy	236
11.2	Literatura	237
12	LASERY V PEVNÉ FÁZI A NELINEÁRNÍ OPTIKA	238
12.1	Obecné principy funkce laserů	238
12.2	Konstrukce laserů v pevné fázi	241
12.2.1	Dielektrické lasery	241
12.2.2	Polovodičové lasery	243
12.3	Nelineární optické vlastnosti	245
12.3.1	Generování druhé harmonické	247
12.3.2	Parametrické generování světla (PLG)	250
12.3.3	Vícefotonová absorpce	251
12.3.4	Samofokusace	252
12.4	Problémy	254
12.5	Literatura	255
13	SUPRAVODIVOST	256
13.1	Kritická indukce (intenzita) magnetického pole	257
13.2	Meissnerův jev	257
13.3	Penetrační hloubka (supravodivá hloubka průniku)	259
13.4	Termodynamika supravodivosti	261
13.5	Energetický gep (zakázaný pás)	262
13.6	Kvantové tunelování	263
13.7	Izotopický jev	265
13.8	Teorie supravodivosti	266
13.9	Supravodiče typu I a II	267
13.9.1	Vlastnosti supravodičů typu I	268
13.9.2.	Vlastnosti supravodičů typu II	269
13.10	Organické supravodiče	271
13.10.1	Supravodiče a vysokoteplotní supravodivost	271
13.10.2	Excitonová supravodivost	272
13.10.3	Experimentální stav organických supravodičů	272
13.10.4	Supravodivost za zvýšených teplot	275
13.11	Problémy	276
13.12	Literatura	277
14	KAPALNÉ KRYSTALY	278
14.1	Rozdělení kapalných krystalů	278
14.2	Smektické kapalné krystaly (smektika)	279
14.3	Nematické kapalné krystaly (nematika)	280
14.4	Cholesterické kapalné krystaly (cholesterika)	281
14.4.1	Nematické stočené textury	281
14.4.2	Cholesterické textury	281
14.4.3	Polymerní kapalné krystaly	282
14.4.4	Diskotické kapalné krystaly	283
14.5	Teorie kapalných krystalů	284
14.5.1	Teorie shluků molekul	284
14.5.2	Teorie kontinua kapalných krystalů	284
14.5.3	Molekulárně statistická teorie kapalných krystalů.	285
14.6	Jevy v kapalných krystalech	285
14.6.1	Orientující účinek elektrického a magnetického pole	285
14.6.2	Dynamický rozptyl	286

14.6.3	Stáčení molekul, nematické stočené a cholesterické textury elektrickým polem	288
14.6.4	Jev host - hostitel	288
14.6.5	Paměťový jev	289
14.6.6	Piezoelektrický jev v kapalných krystalech	289
14.6.7	Difrakce na cholesterikách	290
14.6.8	Fotovoltaický jev v kapalných krystalech	292
14.6.9	Elektrooptické jevy v smektikách	293
14.6.10	Kerrův jev v izotropních fázích nematik	294
17.7	Problémy	294
14.8	Literatura	295
15	APLIKACE FYZIKY PEVNÝCH LÁTEK	295
15.1	V technologii	295
15.1.1	Pěstování krystalů	295
15.1.2	Opracování krystalů	297
15.2	Aplikace elektronových vlastností pevných látek	298
15.2.1	Diody v pevných látkách	298
15.2.2	Tunelové diody	300
15.2.3	Gunnovy diody	301
15.2.4	Vícevrstvé polovodičové součástky	303
15.2.4.1	Bipolární tranzistory	303
15.2.4.2	Unipolární tranzistory (FET)	305
15.2.4.3	Tyristory	306
15.2.4.4	Lavinové diody	307
15.2.4.5	Nábojově vázané prvky (CCD)	309
15.2.5	Hallovy prvky	312
15.2.6	Organické polovodiče a vodiče	312
15.3	Použití dielektrik a magnetik	313
15.3.1	Užití feroelektrik a feromagnetik	314
15.3.2	Užití pyroelektrik a pyromagnetik	314
15.3.3	Užití piezoelektrik	315
15.3.4	Užití elektretů	315
15.3.5	Využití magnetických bublin	316
15.4	Použití supravodivosti	316
15.4.1	Laboratorní aplikace	317
15.4.1.1	Hladinoměry kapalného helia	317
15.4.1.2	Odstínění a prostorová akumulace stejnosměrného magnetického pole	317
15.4.1.3	Filtrace zvlnění magnetického pole	318
15.4.1.4	Tepelné klíče	318
15.4.2	Supravodivé magnety	318
15.4.3	Průmyslové aplikace	320
15.4.4	Supravodivá elektronická zařízení	320
15.4.4.1	Elektronické vypínače a přepínače	320
15.4.4.2	Stejnosměrné a střídavé squid	321
15.5	Užití optických a optoelektronických vlastností pevných látek	322
15.5.1	Užití kapalných krystalů	323
15.5.2	Sluneční články	325
15.5.3	Fotodiody, fototranzistory, fotofety	326
15.5.4	LEDy a polovodičové lasery	326
15.5.5	Optoelektronické modulátory	327
15.5.6	Optoelektronické obrazové prvky (displeje)	328
15.5.7	Integrovaná optika	328
15.5.8	Řádkovací (skanovací) tunelový mikroskop	330
15.6	Problémy	333
15.7	Literatura	336

ČÁST III.

16	DIFÚZE V PEVNÝCH LÁTKÁCH	337
16.1	Mikromechanismy difúze	337
16.2	Difúze intersticiálním mechanismem	338
16.3	Vakanční mechanismus difúze	338
16.4	Přemísťování atomů do makroskopických vzdáleností	339
16.5	Makroskopické zákony difúze	341
16.5.1	Prvý Fickův zákon	341
16.5.2	Druhý Fickův zákon	342
16.6	Experimentální technika určování difúze v pevných látkách	345
16.6.1	Samodifúze	346
16.7	Obecný transport částic	346
16.7.1	Nernstův-Einsteinův vztah	346
16.7.2	Termodifúze (teplotní difúze)	346
16.8	Interdifúze, vlastní difúze	348
16.9	Vliv poruch Na difúzi	350
16.10	Difúze více složek	350
16.11	Difúze v polymerech	351
16.12	Obecné podmínky pro difúzi	352
16.13	Problémy	352
16.14	Literatura	353
17	AMORFNÍ LÁTKY, SKLA	354
17.1	Amorfní látky	354
17.2	Základní vlastnosti skla	359
17.3	Zachariasenova teorie	363
17.3.1	Stevensonovy strukturní parametry	364
17.4	Anomálie oxidu boritého (boritého skla)	366
17.5	Invertní skla	366
17.6	Stavba skla a oblasti různé struktury a složení	370
17.7	Chyby v síťové struktuře skla	371
17.8	Systematika bodových chyb ve skelné síti	371
17.9	Fyzikální jevy způsobené chybami ve skelné síti	374
17.10	Fotosenzitivní skla	376
17.11	Speciální skla a jejich užití	376
17.11.1	Skla se sníženou propustností rentgenového záření a záření gama	376
17.11.2	Skla vodivá a fotoelektrická	377
17.11.3	Luminiscenční skla	377
17.11.4	Termoluminiscenční a mechanoluminiscenční (triboluminiscenční) skla	380
17.12	Kovová skla	383
17.12.1	Příprava kovových skel	383
17.12.2	Struktura a vlastnosti kovových skel	384
17.13	Skla pro vláknovou optiku	385
17.13.1	Optické vlastnosti	386
17.13.2	Technologie přípravy	388
17.13.3	Hlavní oblasti využití světlovodů	389
17.14	Problémy	389
17.15	Literatura	390
18	POLYMERY	391
18.1	Struktura polymerů	403
18.1.1	Struktura polymerových makromolekul	403
18.1.1.1	Kopolymery	406
18.1.2	Stavba polymerů	407
18.1.3	Vazebné síly a energie polymerů	407
18.1.3.1	Kovalentní (homeopolární) a disperzní vazebné síly a energie	408
18.2	Technologie polymerů	413

18.2.1	Polymerace	414
18.2.2	Polykondenzace a polyadice	415
18.2.3	Polymerace zářením	415
18.2.4	Degradace polymerů	417
18.2.5	Popis polydisperzity makromolel v polymerech	417
18.3	Nadmolekulární struktura polymerů	420
18.3.1	Zvláštnosti polymerů	420
18.3.2	Kondenzáty makromolekul	422
18.3.3	Poruchy v polymerech	426
18.4	Určování stupně krystalinity polymerů	427
18.5	Orientovaný stav polymerů, vlákna	430
18.6	Určování textur v polymerech	430
18.7.	Problémy	435
18.8	Literatura	436
19	KOMPOZITY	438
19.1	Definice a rozdělení kompozitů	438
19.2	Částicové kompozity	441
19.3	Vláknové kompozity	441
19.4	Směsovací pravidla	443
19.5	Fyzikální vlastnosti	445
19.5.1	Mechanické vlastnosti kompozitů	445
19.5.1.1	Mechanické veličiny vláknových kompozitů s nekonečnými vlákny	445
19.5.1.2	Mechanické veličiny vláknových kompozitů s krátkými vlákny	448
19.5.1.3	Mechanické vlastnosti ortotropních kompozitů	451
19.5.2	Tepelné vlastnosti kompozitů	452
19.5.3	Ostatní vlastnosti kompozitů	453
19.6	Problémy	454
19.7	Literatura	456
20	FYZIKA UHLÍKU	457
20.1	Úvod	457
20.2	Z historie uhlíku	457
20.3	Základní strukturní vlastnosti uhlíku	458
20.4	Krystalové modifikace uhlíku	460
20.5.1	Fulerény, fullerity a fulleridy- nové modifikace uhlíku	461
20.6	Použití fullerénů	463
20.7	Historie objevu fullerénů a jejich derivátů	464
20.7.1	Úvod	464
20.7.2.	Prehistorie	466
20.7.3	Raná historie	466
20.7.4	Motivace objevu C60	467
20.7.5	Základní technologie přípravy C60	468
20.7.6	Analogie s architekturou	469
20.7.7	Biologické a geologické struktury	470
20.7.8	Sedm kritických dní objevu C60	470
20.7.9	Další publikace v češtině	471
20.8	Literatura	472
21	KAPALINY	473
21.1	Struktura a vlastnosti kapalin	473
21.2	Koheze kapalin a vnitřní tlak	481
21.3	Povrchové vlastnosti kapalin	482
21.2	Kapilární jevy v kapalinách	484
21.4	Monomolekulové vrstvy	485
21.5	Objemová stlačitelnost a tekutost kapalin	486
21.5.1	Supratekutost kapalin	486
21.6	Problémy	488

21.7	Literatura	489
22	BOSEOVY-EINSTEINOVY KONDENZÁTY	490
22.1	Atomy jako vlny při nízkých teplotách	490
22.2	Získávání nízkých a ultranízkých teplot	491
22.4	Problémy	498
22.5	Literatura	498
23	FYZIKA POVRCHŮ	500
23.1	Technické a fyzikální povrchy	501
23.1	Dvojměrná struktura povrchů	501
23.4	Určování struktury a vlastností povrchů v atomovém měřítku	504
23.4.1	Difrakční metody	504
23.4.2	Rastrovací tunelové mikroskopické metody	504
23.4	Elektronová struktura povrchů	505
23.5	Zviditelnění vlnové funkce na povrchu kovů a její důkaz neutronovou i interferencí	506
23.6	Povrchové vrstvy s elektrickým nábojem	508
23.7	Využití povrchů pro vědu a techniku	509
23.8	Problémy	510
23.9	Literatura	510
24	ADHEZE KONDENZOVANÝCH LÁTEK	512
24.1	Základní pojmy a charakteristiky adhezního spojování a pojení kondenzovaných látek	512
24.2	Adheze mezi kapalinou a pevným povrchem, mezi pojivem a vlákny	516
24.3.	Atomové a molekulové síly působící při adhezi	517
24.4	Vazbové síly a energie v pevných (kondenzovaných) látkách	518
24.4.1	Molekulové (fyzikální van der Waalsové síly)	520
24.4.2	Coulombovské síly	521
24.4.3	Výměnné síly	521
24.4.4	Vodíková vazba (vodíkový můstek)	522
24.4.5	Vazebné síly a energie polymerů	522
24.5	Teorie adheze a adhezního spojování materiálů a textilií	523
24.6	Adhezní pojení a spojování MATERIÁLŮ	525
24.7	Úprava a hodnocení (diagnostika) povrchů (ATR, STM, SFM, AFM)	525
24.8.	Spoje a jejich konstrukce	532
24.9	Měření adheze	536
24.10.	Rozdělení a typy adhesiv	544
24.11	Základní vlastnosti adhezních spojů	545
24.12	Shrnutí o adhezi textilií	549
24.13	Problémy	550
24.14	Literatura	550
25	BIOMATERIÁLY	552
25.1	Biomolekuly	552
25.2	Biomembrány	560
25.3	Kapalné krystaly (KK) v biologických soustavách	562
25.4	Biofulereny	565
25.5	Buňky - základy živých organismů	569
25.6	Biomateriály a život	570
25.7	Problémy	571
25.8	Literatura	571
	DODATEK	573
	MAKROSKOPICKÉ VLASTNOSTI PEVNÝCH LÁTEK	573
D.1	Vlastnosti pevných látek a jejich kvantitativní popis	573
D.2	Anizotropie vlastností a polí a jejich tenzorový popis	574
D.3	Tenzory k popisu vlastností pevných látek	576
D.3.1	Polární a axiální tenzory	576

D.3.2	Ortogonalní transformace vektorů	576
D.3.3	Definice tenzorů	577
D.3.3	Násobení tenzorů	578
D.3.4	Inverze času	578
D.3.5	Materiálové veličiny jako tenzory	579
D.3.6	Redukční relace a jejich užití	580