

Obsah

Předmluva	13
Seznam použitých zkratk	17
Jevy při iontovém bombardování pevné látky	
Jaroslav Král	
1. Úvod	23
2. Průchod iontu pevnou látkou	25
3. Iontová implantace a radiační poškození	32
4. Iontové odprašování a pozměněná vrstva	36
5. Ionty buzená elektronová emise	42
5.1 Potenciální elektronová emise	42
5.2 Kinetická elektronová emise	43
6. Ionty buzená emise fotonů	46
7. Závěr	47
Literatura	48
Iontové zdroje	
Jaroslav Král	
1. Úvod	53
2. Zdroje s ionizací nárazem elektronu	53
3. Plazmové iontové zdroje	55
3.1 Vysokofrekvenční iontový zdroj	56
3.2 Duoplazmatron	56
4. Iontové zdroje s povrchovou ionizací	58
5. Autoemisní iontové zdroje	59
5.1 Zdroj s kapalným kovem	59
5.2 Autoemisní zdroje iontů plynu	61
Literatura	61
Optika iontových svazků	
Bohumila Lencová	
Michal Lenc	
1. Úvod	67
2. Základní fakta o chování iontů	70
3. Systémy s přímou osou	71
3.1 Pohybová rovnice	71
3.2 Obecná rovnice trajektorie pro systémy s přímou osou	72
3.3 Rozložení elektromagnetického pole	73
3.4 Obecná paraxiální trajektorie	76
3.5 Speciální případy iontově optických prvků	77
3.5.1 Elektrostatické rotačně souměrné čočky	77

3.5.2	Magnetické rotačně souměrné čočky	79
3.5.3	Elektrostatické deflektory v elektrostatické čočce	80
3.5.4	Elektrostatické kvadrupóly	80
3.5.5	Magnetické kvadrupóly	81
3.5.6	Wienův filtr	81
3.6	Přesné a modelové výpočty optických vlastností	82
3.7	Maticová metoda pro určení paraxiálních přenosových vlastností	83
3.8	Vady zobrazení	85
4.	Systémy se zakřivenou osou	86
4.1	Obecná rovnice trajektorie	86
4.2	Rovnice paraxiální trajektorie	87
4.3	Disperze a chromatická vada	89
5.	Vlastnosti vybraných iontově optických prvků	91
5.1	Rotačně souměrné elektrostatické čočky	91
5.1.1	Typy a použití elektrostatických čoček	91
5.1.2	Dvouelektrodové imerzní čočky	92
5.1.3	Unipotenciální čočky	93
5.1.4	Víceelektrodové čočky a zoom čočky	94
5.2	Astigmatické čočky	95
5.3	Spektrometry	97
6.	Prostorový náboj a neutralizace svazku	98
7.	Závěr	102
	Literatura	103

Spektroskopie rozptýlených iontů o nízkých energiích (ISS) a její využití pro analýzu povrchů pevných látek

Tomáš Šikola

1.	Úvod	107
2.	Spektroskopie rozptýlených iontů o nízkých energiích – principy a využití	109
2.1	Kvalitativní analýza prvkového složení povrchů a tenkých vrstev	111
2.2	Kvantitativní analýza prvkového složení povrchů a tenkých vrstev – interakční potenciály	114
2.3	Vícenásobný rozptyl iontů	118
2.4	Jevy zvyšující povrchovou citlivost metody – stínění a neutralizace	119
2.5	Strukturní analýza povrchu pevné látky – určení uspořádání atomů	121
3.	Experimentální zařízení pro ISS	126
3.1	Citlivost a rozlišení metody	127
3.2	Přístrojové vybavení	128
3.2.1	Energiová analýza iontů elektrostatickými poli	130
3.2.2	Energiová analýza neutrálů a iontů metodou „Time-of-Flight“	131
3.3	Pokročilá zařízení pro ISS (nové trendy)	133
4.	Aplikace ISS pro prvkovou a strukturní analýzu	136
5.	Závěr	142
	Literatura	142

Hmotnostní spektrometrie sekundárních iontů (SIMS)

Jan Lörinčík, Zdeněk Bastl

Zdeněk Šroubek

1.	Úvod	147
2.	Fyzikální základy metody SIMS	149

2.1	Iontové odprašování	149
2.2	Emise sekundárních iontů	156
2.3	Fyzikální modely vytváření iontů při odprašování	162
2.4	Některá principiální omezení metody SIMS	171
3.	Kvantitativní analýza	173
3.1	Kalibrační standardy	173
3.2	Systematické trendy RSF	175
3.3	Vnitřní indikátory	176
3.4	Ionty MCs^+	176
3.5	Fyzikální modely	177
4.	Přístroje SIMS	178
4.1	Vakuový systém	179
4.2	Systém pro vkládání vzorků	179
4.3	Zdroje primárních iontů	179
4.4	Sekundární iontová optika	181
4.5	Filtry energií sekundárních iontů	182
4.6	Hmotnostní analyzátoři	182
4.7	Detektory sekundárních iontů	184
4.8	Další standardní součásti přístrojů SIMS	184
4.9	Hlavní charakteristiky a rozdělení přístrojů SIMS	185
5.	Základní druhy analýz s vybranými příklady	187
5.1	Snímání spekter v širokém oboru hmotností	188
5.2	Objemová koncentrační analýza	190
5.3	Hloubková koncentrační analýza	190
5.4	Zobrazovací módy analýzy	192
5.5	Některé jevy komplikující analýzu	193
6.	SNMS	195
7.	Závěr	198
	Literatura	200

Analýzy povrchů pružným rozptylem nabitých částic – metoda RBS

Vladimír Hnatowicz

1.	Úvod	205
2.	Pružný rozptyl nabitých částic a jeho analytické využití	205
3.	Typické experimentální uspořádání metody RBS	208
4.	Určování složení tenkých povrchových vrstev	209
5.	Analýza tlustých vzorků a určení hloubkových koncentračních profilů	212
6.	Speciální varianty metody RBS	219
6.1	Kanálování nabitých částic	220
6.2	Využití rezonančního rozptylu	220
6.3	Detekce odražených atomů – metoda ERDA	222
6.4	Iontová mikrosonda	224
7.	Moderní metody počítačového vyhodnocení spekter RBS	224
8.	Závěr	225
	Literatura	226

Rezonanční rozptyl částic

Radan Salomonovič

1.	Úvod	229
2.	Teoretický popis rezonančního rozptylu	229

2.1 Breitova–Wignerova formule	230
2.2 Rezonanční a potenciálový rozptyl	232
2.3 Obecná teorie rezonancí	234
3. Experimentální data a aplikace	234
3.1 Metody měření účinných průřezů	234
3.2 Úhlová závislost rezonancí	239
3.3 Analytické aplikace rezonancí ve spektrometrii rozptýlených iontů	240
4. Závěr	241
Literatura	241

PIXE

Jaroslav Král, Zdeněk Nejedlý

1. Úvod	245
2. Fyzikální základy analytické metody PIXE	247
3. Zařízení pro analýzy PIXE	253
4. Výtěžek záření z tenkého a tlustého terče	257
5. Detekce rentgenového záření	259
5.1 Vybrané vlastnosti rentgenového záření detekovaného metodou PIXE	261
5.2 Odezva Si(Li)-detekčního systému	262
6. Detekční systém PIXE	265
6.1 Účinnost detekce	265
6.2 Kalibrace detekčního systému	266
6.3 Optimalizace detekčního systému	266
7. Závěr	269
Literatura	269

Rastrovací tunelová mikroskopie (STM) a příbuzné techniky

Ivan Ošádal, Pavel Sobotík

1. Úvod	275
1.1 Princip STM	276
1.2 Rastrovací tunelová spektroskopie (STS)	279
1.3 Konstrukce STM	281
1.4 Meze rozlišení a zobrazení	283
1.5 Srovnání STM s dalšími technikami	285
2. Mikroskopie atomárních sil (AFM)	286
2.1. Princip AFM	286
2.2. Konstrukce AFM	287
2.2.1 Detektor atomárních sil	287
2.2.2 Měření výchylky raménka AFM	288
2.3 Mikroskopie laterálních sil (LFM)	289
2.4 Mód přitažlivých sil (<i>non-contact mode</i>)	290
2.5 Mikroskopie magnetických sil (MFM)	291
2.6 Mikroskopie elektrostatických sil (EFM)	291
3. Příbuzné techniky	291
3.1 Mikroskopie balisticky emitovaných elektronů (BEEM)	291
3.2 Rastrovací tunelová potenciometrie (STP) a šumová mikroskopie (SNM)	293
3.3 Kapacitní tunelová mikroskopie	294
3.4 Rastrovací tepelný mikroskop a tunelový teploměr	294
3.5 Rastrovací iontový mikroskop (SICM)	295

4. Závěr	295
Literatura	295

Studium povrchů pomocí mikroskopie s rastrovací sondou

Vladimír Cháb

1. Úvod	301
2. Popis interakce mezi hrotem a povrchem	303
3. Modely používané pro interpretaci obrazu	305
4. Rozlišení v STM a jeho závislost na elektronové struktuře	310
5. Rastrovací tunelová mikroskopie	312
6. Dynamika na povrchu v STM	315
Literatura	320

Rastrovací sondové mikroskopie v elektrochemii

Pavel Janda

1. Úvod	323
2. Mikroskopie rastrovací sondou v elektrochemických aplikacích	323
2.1 Principy	323
2.2 Instrumentace	326
2.2.1 Mikroskopie atomárních sil (AFM) a odvozené techniky	326
2.2.2 Tunelová mikroskopie a odvozené techniky	327
2.2.3 Rastrovací optická mikroskopie v blízkém poli (NSOM)	332
3. Elektrody a elektrolyt	332
3.1 Pracovní elektroda	332
3.1.1 Grafit	333
3.1.2 Zlato	334
3.1.3 Platina, paladium, rhodium	334
3.1.4 Stříbro, měď	334
3.2 Elektrolyty a rozpouštědla	335
4. Elektrochemická problematika řešená SPM	336
4.1 Reorganizace kovových povrchů, tvorba oxidů	336
4.2 Adsorpce iontů a molekul	337
4.3 Elektrochemické vylučování kovů a jejich rozpouštění	339
4.4 Korozní problematika	340
4.5 Polovodiče	340
4.6 Vodivé polymery	341
4.7 Nanolitografie	341
5. Závěr	344
Literatura	344

Optická tunelová mikroskopie s lokální sondou

Pavel Tománek

1. Úvod	351
1.1 Co lze mikroskopem vidět	351
1.2 Historický přehled	352
2. Optická mikroskopie v blízkém poli	353
2.1 Princip	353
2.2 Difrakce a evanescentní vlny	354
2.3 Řešení pro dosažení vyšší rozlišovací schopnosti	355
2.4 Detekce evanescentních vln	356

3. Popis a funkce mikroskopu v blízkém poli	357
3.1 Sonda	358
3.1.1 Optická sonda	358
3.1.2 SFM hrot	359
3.1.3 Neprůhledný hrot	360
3.2 Princip rastrování	360
3.2.1 Režim konstantní výšky	361
3.2.2 Režim konstantní vzdálenosti	361
3.2.3 Režim konstantní intenzity	361
3.3 Hybridní mikroskop AFM-STOM	362
3.3.1 Princip zařízení	362
3.3.2 Prvky mikroskopu	363
4. Teorie	364
4.1 Klasifikace teorií používaných v optice blízkého pole	364
4.2 Rozptylový model	366
5. Aplikace	368
5.1 Dosažení vysokého rozlišení	369
5.2 Lokální spektroskopie	369
5.3 Vnitřní fotoemise na rozhraní kov-polovodič v blízkém poli	370
5.4 Nanolitografie	371
5.5 Optické ukládání a uchování dat	372
5.6 Nanooptika	373
5.7 Aplikace NFO v biologii a biochemii	373
5.7.1 Lokální fluorescence	374
5.7.2 Analýza jednotlivých molekul	375
5.7.3 Výzkumy in vivo a v kapalném prostředí	375
5.8 Optická manipulace	376
6. Výhledy	376
Literatura	377

Mikroskopie pomalými elektrony

Ilona Müllerová

1. Úvod	383
2. Interakce pomalých a velmi pomalých elektronů s pevnou látkou	384
2.1 Rozptyl elektronů v pevné látce	385
2.1.1 Pružný rozptyl	385
2.1.2 Nepružný rozptyl	389
2.2 Emise elektronů	392
2.2.1 Zpětně odražené elektrony	393
2.2.2 Sekundární elektrony	396
3. Nabíjení a poškozování vzorků	402
3.1 Zahřívání	402
3.2 Radiační poškozování	403
3.3 Kontaminace	407
3.4 Nabíjení vzorků	408
4. Elektronová optika a přístrojová technika	412
4.1 Rozlišení v SEM	412
4.2 Elektronové trysky	413
4.3 Elektronové čočky a detekční systémy	415
4.4 Emisní a rastrovací elektronové mikroskopy	426

5. Využití mikroskopie pomalými elektrony	434
5.1 Tvorba kontrastu v SEM a její změny při nízkých energiích	435
5.2 Tvorba kontrastu při velmi nízkých energiích	441
6. Závěr	448
Literatura	448

Environmentální rastrovací elektronová mikroskopie

Rudolf Autrata, Josef Jirák

1. Environmentální rastrovací elektronový mikroskop	459
2. Interakce elektronů s plynným prostředím	461
3. Vakuová soustava environmentálního mikroskopu	465
4. Detekce signálů v environmentálním mikroskopu	467
4.1 Detekce zpětně odražených elektronů	467
4.2 Detekce sekundárních elektronů	468
5. Rozlišení obrazu v podmínkách environmentálního mikroskopu	473
6. Rentgenová analýza v environmentálním mikroskopu	475
7. Vzorek v environmentálním mikroskopu	476
7.1 Nabíjení vzorku	476
7.2 Metoda pozorování vlhkých vzorků	477
8. Příklady aplikací	478
8.1 Polymerní vzorky	478
8.2 Potravinářské vzorky	479
8.3 Biologické vzorky měkkých tkání	479
8.4 Fázová rozhraní, fázové přeměny	481
9. Shrnutí	483
Literatura	484
Rejstřík	485