

OBSAH

PŘEDMLUVA	11
ÚVOD	15
a) Hmota a fyzikální jevy	15
b) Látka, pole, částice	17
c) Fyzikální teorie a experiment	20
1. STATICKÁ FYZIKÁLNÍ POLE	22
1.1. Základní jevy a veličiny charakterizující materiální objekty	22
1.1.1. Hmotnost a gravitatická interakce	22
a) Setrvačná hmotnost a síla	23
b) Zobecnění pojmu síly	26
c) Gravitace hmotnost	27
d) Newtonův gravitační zákon	30
1.1.2. Elektrický náboj a elektrostatická interakce	32
a) Elektrický náboj	33
b) Coulombův zákon	36
c) Zákon zachování náboje	37
d) Elementární náboj a zákon kvantování náboje	37
1.2. Veličiny popisující pole	39
1.2.1. Intenzita pole	40
a) Definice intenzity	40
b) Zákon superpozice	41
c) Tok vektoru intenzity pole	42
d) Věta Gaussova-Ostrogradského	45
1.2.2. Potenciál pole	46
a) Práce síly v poli, konzervativní síly	46
b) Potenciální energie, potenciál	49
1.2.3. Souvislost intenzity pole s potenciálem	53
1.2.4. Příklady polí spojitých materiálních objektů	56
a) Obecný postup řešení polí spojitých objektů	56
b) Intenzita pole přímkového materiálního objektu	57
c) Intenzita pole materiálního objektu tvaru roviny	59
d) Intenzita a potenciál pole materiálního objektu tvaru uzavřené kulové plochy	60
e) Intenzita a potenciál pole materiálního objektu tvaru plné koule s konstantní objemovou hustotou	64

	f) Pole materiálního objektu s kulově symetrickou objemovou hustotou; gravitační pole Země	66
1.2.5.	Vlastní gravitatická a elektrostatická energie materiálních objektů	67
	a) Vlastní energie	67
	b) Vlastní energie soustavy sférických materiálních objektů	68
	c) Vlastní energie materiálního objektu se spojitě rozloženou hmotností, resp. nábojem	70
1.2.6.	Energie pole	72
	a) Energie elektrostatického pole	72
	b) Energie gravitatického pole	74
1.3.	Vlastnosti materiálních objektů v elektrostatickém poli	76
1.3.1.	Elektrický stav nevodičů	76
	a) Dielektrická polarizace	76
	b) Vliv dielektrika na elektrostatické pole	77
	c) Elektrická indukce	79
1.3.2.	Kapacita vodičů	80
	a) Definice kapacity	80
	b) Energie elektrostatického pole kondenzátoru	81
	c) Kapacita válcového kondenzátoru	82
1.4.	Dosah polí	83
1.4.1.	Některé poznatky kvantové fyziky	83
	a) Dualismus „vlna-částice“	83
	b) Statistický výklad de Broglieových vln	86
	c) Heisenbergův princip neurčitosti	89
	d) Kvantově mechanický pojem částice	93
1.4.2.	Základní představy kvantové teorie pole	93
	a) Mechanismus interakce mezi částicemi	93
	b) Dosah interakce a hmotnost výměnných částic	95
	c) Podstata silné interakce (jaderných sil)	97
	d) Problematika dosahu elektromagnetické a gravitační interakce	100
1.4.3.	Kvantitativní popis polí konečného dosahu	101
	a) Potenciál pole	101
	b) Intenzita pole	102
	c) Nástin kvantové teorie pole konečného dosahu	103
1.5.	Gravitační a elektrostatické pole vesmíru	104
1.5.1.	Základní představy o vesmíru	104
	a) Úvod	104
	b) Sluneční soustava a Galaxie	108
	c) Metagalaxie	111
	α) Galaxie a jejich soustavy	111
	β) Kosmické záření	114
	γ) Hubbleův zákon	115
	δ) Kvazary, reliktové záření a vývoj metagalaxie	117
	d) Antihmota ve vesmíru?	120
	e) Vesmír	124
1.5.2.	Kvazistatické gravitační pole vesmíru	126
1.5.3.	Elektrostatické pole vesmíru	129
2.	RELATIVISTICKÁ TRANSFORMACE POLE	130
2.1.	Pohyb materiálního objektu v gravitačním poli vesmíru	130
2.1.1.	Inerciální vztažné soustavy a gravitační potenciál vesmíru	130
2.1.2.	Experimenty a jevy, které jsou důsledkem identity gravitační a setrvačné hmotnosti	135
	a) Dynamické experimenty	136

	b) Statické experimenty	137
	c) Astronomické jevy	139
2.1.3.	Setrvačné síly	140
	a) Neinerciální vztažné soustavy a setrvačné síly	140
	b) Princip ekvivalence gravitačních a setrvačných sil	144
	c) Zdroj setrvačných sil	146
2.1.4.	Zákon zachování a přeměny energie	149
2.1.5.	Závislost hmotnosti na rychlosti	150
2.1.6.	Hmotnost a energie	156
	a) Zákon vzájemné vazby hmotnosti a energie	156
	b) Souvislost setrvačnosti materiálních objektů s potenciálem gravitačního pole vesmíru	159
	c) Zákon zachování hmotnosti — energie	160
2.1.7.	Setrvačnost energie a její důsledky	162
	a) Setrvačnost energie	162
	b) Nelinearita gravitační interakce	164
2.2.	Prostorčasové vztahy v gravitačním poli vesmíru	166
2.2.1.	Lorentzova transformace a některé její důsledky	166
2.2.2.	Relativnost současnosti a princip kauzality	172
	a) Relativnost současnosti bodových událostí	172
	b) Princip kauzality a maximální rychlost přenosu interakce	175
2.3.	Relativistická transformace síly	177
2.3.1.	Transformace síly při malých rychlostech	177
	a) Zjednodušení transformačních vztahů	177
	b) Transformace rychlosti	179
	c) Transformace hmotnosti, hybnosti a síly	179
2.3.2.	Obecná transformace síly	182
2.3.3.	Princip akce a reakce v teorii relativity	183
3.	DYNAMICKÁ FYZIKÁLNÍ POLE	187
3.1.	Elektrodynamické pole	187
3.1.1.	Invariantnost náboje a zobecněný Coulombův zákon	187
	a) Invariantnost náboje	187
	b) Zobecněný Coulombův zákon	188
3.1.2.	Elektromagnetické pole nabitě částice konající setrvačný pohyb v inerciální soustavě	189
	a) Silové působení nabitých částic při setrvačném pohybu	189
	b) Elektrické a magnetické pole nabitě částice pohybující se rychlostí $v \ll c_*$	191
	c) Elektrické a magnetické pole relativistické nabitě částice	192
3.1.3.	Magnetické pole stacionárního elektrického proudu	194
	a) Makroskopický elektrický proud ve vodičích	194
	b) Biotův-Savartův-Laplaceův zákon	196
	c) Magnetické pole přímého vodiče	199
	d) Magnetomotorické napětí	201
	e) Magnetické pole kruhové proudové smyčky	202
	f) Magnetické pole solenoidu a toroidu	203
	g) Magnetické pole proudové roviny	207
3.1.4.	Vzájemné silové působení elektrických proudů	210
	a) Ampérův zákon	210
	b) Vzájemné silové působení dvou přímých rovnoběžných proudů	214
3.1.5.	Silové působení magnetického pole na proudovou smyčku	216
3.1.6.	Vlastnosti látek v magnetickém poli	217
	a) Magnetika	217

b)	Magnety	222
3.1.7.	Elektromagnetická indukce	224
a)	Elektrické pole indukované při setrvačném pohybu nabitě částice v magnetickém poli	666
b)	Elektrické pole indukované pohybem vodiče v magnetickém poli	666
c)	Elektrické pole indukované zrychleným pohybem náboje	666
d)	Elektrické pole indukované ve vodičích časově proměnným proudem	233
e)	Faradayův zákon elektromagnetické indukce	234
3.1.8.	Vzájemná a vlastní indukčnost a indukce	235
a)	Vzájemná indukčnost a indukce	235
b)	Vlastní indukčnost a indukce	237
3.1.9.	Energie magnetického pole	237
a)	Energie magnetického pole proudové smyčky	237
b)	Hustota energie magnetického pole	238
3.1.10.	Indukčnost některých vodičů	240
a)	Indukčnost solenoidu a toroidu	240
b)	Indukčnost koaxiálního kabelu	241
c)	Souvislost délkové hustoty indukčnosti a kapacity soustavy dvou rovnoběžných vodičů	243
3.2.	Gravidynamické pole	245
3.2.1.	Gravidynamické síly mezi materiálními objekty v setrvačném pohybu	245
a)	Zobecněný Newtonův gravitační zákon	245
b)	Gravitační interakce mezi dvěma materiálními objekty v setrvačném pohybu	246
3.2.2.	Gravitační pole indukované zrychleným pohybem materiálního objektu	249
a)	Gravitační pole indukované v místním gravitačním poli	249
b)	Gravitační pole indukované v gravitačním poli vesmíru	250
c)	Setrvačné síly jako důsledek setrvačnosti energie	251
3.3.	Mezonové a leptonové dynamické pole	253
3.3.1.	Zobecnělé magnetické pole	253
3.3.2.	Mezonové dynamické pole a jaderný pseudomagnetismus	255
3.3.3.	Leptonové dynamické pole a slabý magnetismus	256
4.	ŠÍŘENÍ FYZIKÁLNÍCH POLÍ	258
4.1.	Vlnová rovnice	258
4.1.1.	Vlnová rovnice pro jednorozměrné kontinuum	258
4.1.2.	Užití vlnové rovnice pro případ struny	263
4.1.3.	Obecný tvar vlnové rovnice	264
4.2.	Šíření elektromagnetického pole	265
4.2.1.	Šíření elektromagnetického pole nabitě částice konající setrvačný pohyb	265
4.2.2.	Maxwellovy rovnice elektromagnetického pole	270
4.2.3.	Šíření elektromagnetických vln v soustavě dvou rovnoběžných vodičů	275
a)	Postupné vlny	275
b)	Stojaté vlny	279
4.2.4.	Rychlost šíření elektromagnetických vln	283
a)	Rychlost šíření elektromagnetických vln a gravitační potenciál vesmíru	283
b)	Dosah gravitačního pole a klidová hmotnost gravitonu	285

	c) Vliv nenulové klidové hmotnosti fotonu na rychlost šíření elektromagnetických vln	286
4.2.5.	Relativistický Dopplerův jev	288
4.3.	Vliv místního gravitačního pole na prostoročas a jeho důsledky pro šíření elektromagnetického pole	292
4.3.1.	Zakřivený prostoročas	293
	a) Geometrie prostoročasu jako vlastnost gravitačního pole	293
	b) Neeuklidovská geometrie	297
	c) Metrika prostoročasu	301
	d) Einsteinovo řešení	304
	e) Schwarzschildovo řešení	305
	f) Einsteinův statický (kvazistatický) model vesmíru	307
4.3.2.	Foton v místním gravitačním poli	308
	a) Gravitační rudý posuv	308
	b) Vliv místního gravitačního pole na velikost a směr rychlosti fotonu	311
4.3.3.	Kosmologický rudý posuv	313
4.4.	Šíření gravitačního pole a gravitační kolaps	317
4.4.1.	Gravitační vlny	317
4.4.2.	Zobecněný gravitační zákon a gravitační kolaps	320
	a) Gravitační zákon pro silná pole	320
	b) Zobecněný gravitační zákon	321
	c) Gravitační kolaps	322
	d) Některé problémy teorie gravitace	323
4.4.3.	Závěrečná stadia vývoje hvězd	324
	ZÁVĚR	331
	DODATEK	332
D.1.	Základní vzorce vektorové algebry	332
D.2.	Základní vzorce diferenciálního počtu	335
D.3.	Základní vzorce integrálního počtu	339
D.4.	Aproximace některých funkcí	341
D.5.	Některé fyzikální a astronomické konstanty	342
D.6.	Elementární částice	344
	LITERATURA	349
	REJSTRÍK	353