

# OBSAH

	str.
P ř e d m l u v a	10
Ú v o d	12
<u>1. Základní poznatky vektorového počtu</u>	15
1.1. Vektorová algebra	15
1.1.1. Vektory	15
1.1.2. Násobení vektoru skalárem ; jednotkový vektor	15
1.1.3. Kartézské složky vektoru	15
1.1.4. Semikartézské vyjádření vektoru	16
1.1.5. Součet a rozdíl dvou vektorů	16
1.1.6. Součin dvou vektorů	17
a) Skalární součin	17
b) Vektorový součin	18
1.1.7. Součin tří vektorů	20
a) Smíšený součin	20
b) Dvojný vektorový součin	20
1.2. Vektorová analýza v kartézské soustavě	21
1.2.1. Skalární pole	21
1.2.2. Vektorové pole	21
1.2.3. Hamiltonův operátor (nabla)	21
1.2.4. Gradient skalární funkce	22
1.2.5. Divergence vektorové funkce	22
1.2.6. Rotace vektorové funkce	23
1.2.7. Laplaceův operátor	23
Příklad 1	23
1.3. Složené diferenciální operace	24
1.3.1. Dvojnásobná aplikace operátoru nabla	24
1.3.2. Aplikace operátoru nabla na součiny funkcí	25

	str.
1.4. Vektorová analýza v křivočarých souřadnicích	27
1.4.1. Cylindrická soustava	27
1.4.2. Sférická soustava	28
1.5. Integrální věty vektorového počtu	30
1.5.1. Výtok vektoru	30
1.5.2. Gaussova - Ostrogradského věta	30
1.5.3. Cirkulace vektoru	31
1.5.4. Stokesova věta	31
1.5.5. Greenova věta	32
A.1. Kontrolní otázky ke kap. 1.	33
B.1. Úlohy ke kap. 1.	33
2. <u>Základní pojmy a zákony elektromagnetického pole</u>	37
2.1. Elektrostatické pole ve vakuu	37
2.1.1. Elektrický náboj	37
2.1.2. Coulombův zákon	39
2.1.3. Intenzita elektrostatického pole	39
2.1.4. Tok vektoru intenzity pole	40
2.1.5. Gaussova - Ostrogradského věta elektrostatiky	41
Příklad 2	43
Příklad 3	44
2.1.6. Práce síly v elektrostatickém poli; energie	46
2.1.7. Potenciál elektrostatického pole	48
2.1.8. Souvislost intenzity pole s potenciálem	49
A.2.1. Kontrolní otázky ke stati 2.1.	51
B.2.1. Úlohy ke stati 2.1.	51
2.2. Elektrostatické pole v látkovém prostředí	54
2.2.1. Polarizace dielektrika, vektor polarizace	54
2.2.2. Vektor elektrické indukce	56
2.2.3. Elektrický indukční tok	58

	str.
2.2.4. Kapacita vodičů	59
2.2.5. Energie elektrostatického pole	61
Příklad 4	61
A.2.2. Kontrolní otázky ke stati 2.2.	63
B.2.2. Úlohy ke stati 2.2.	64
2.3. Elektrický proud	68
2.3.1. Makroskopický elektrický proud ve vodičích	68
2.3.2. Proudová hustota	69
2.3.3. Ohmův zákon v diferenciálním tvaru	70
a) Fenomenologický přístup	70
b) Mikroskopický výklad Ohmova zákona	71
Příklad 5	73
2.3.4. Elektromotorické napětí	75
2.3.5. Rovnice kontinuity	76
2.3.6. Maxwellův (posuvný) proud	78
A.2.3. Kontrolní otázky ke stati 2.3.	79
B.2.3. Úlohy ke stati 2.3.	79
2.4. Magnetické pole elektrického proudu	83
2.4.1. Biotův - Savartův - Laplaceův zákon	83
Příklad 6	84
2.4.2. Zákon celkového proudu	86
Příklad 7	88
2.4.3. Silové působení v magnetickém poli	89
a) Ampérův zákon	89
b) Lorentzova síla	89
c) Proudová smyčka v magnetickém poli	90
A.2.4. Kontrolní otázky ke stati 2.4.	94
B.2.4. Úlohy ke stati 2.4.	94
2.5. Magnetické pole v látkovém prostředí	98
2.5.1. Magnetická polarizace magnetik	98
2.5.2. Zobecnění zákona celkového proudu	99
2.5.3. Magnetický indukční tok	103

	str.
A.2.5. Kontrolní otázky ke stati 2.5.	103
B.2.5. Úlohy ke stati 2.5.	103
2.6. Elektromagnetická indukce	104
2.6.1. Faradayův indukční zákon	104
2.6.2. Vlastní indukčnost a indukce	106
Příklad 8	106
2.6.3. Energie magnetického pole	107
Příklad 9	108
2.6.4. Diferenciální tvar indukčního zákona	109
2.6.5. Magnetický indukční tok uzavřenou plochou	110
A.2.6. Kontrolní otázky ke stati 2.6.	112
B.2.6. Úlohy ke stati 2.6.	112
<b>3. <u>Soustava Maxwellových rovnic</u></b>	<b>117</b>
3.1. Maxwellovy rovnice v integrálním tvaru	117
3.2. Maxwellovy rovnice v diferenciálním tvaru	120
Příklad 10	123
3.3. Okrajové podmínky	125
3.3.1. Hlavní okrajové podmínky	125
a) Okrajová podmínka pro normálové složky $\vec{B}$	125
b) Okrajová podmínka pro normálové složky $\vec{D}$	126
c) Okrajová podmínka pro tečné složky $\vec{E}$	127
d) Okrajová podmínka pro tečné složky $\vec{H}$	128
3.3.2. Vedlejší okrajové podmínky	129
A.3. Kontrolní otázky ke kap. 3.	131
B.3. Úlohy ke kap. 3.	132
<b>4. <u>Elektromagnetické potenciály</u></b>	<b>133</b>
4.1. Skalární a vektorový potenciál	133
4.2. Kalibrační transformace	135

	str.
4.3. Vlnové rovnice pro potenciály	137
4.4. Obecné řešení D'Alembertovy rovnice	138
4.5. Retardované a advansované potenciály	142
A.4. Kontrolní otázky ke kap. 4.	143
B.4. Úlohy ke kap. 4.	143
<hr/>	
5. <u>Speciální případy elektromagnetických polí</u>	145
5.1. Statické pole	145
5.2. Elektrostatické pole	146
5.2.1. Typy základních úloh z elektrostatiky	146
a) Řešení rozdělení nábojů daného elektrostatického pole	147
b) Řešení elektrostatického pole pro dané rozdělení nábojů	147
5.2.2. Poissonova a Laplaceova rovnice	148
Příklad 11	149
5.2.3. Síly v elektrostatickém poli	152
5.2.4. Vodiče v elektrostatickém poli	154
a) Elektrické pole uvnitř a na povrchu vodiče	154
b) Elektrostatické stínění	155
c) Soustava vodičů	157
A.5.2. Kontrolní otázky ke stati 5.2.	160
B.5.2. Úlohy ke stati 5.2.	160
5.3. Stacionární pole	162
5.4. Magnetické stacionární pole	163
5.4.1. Vektorový potenciál	164
5.4.2. Biotův - Savartův - Laplaceův zákon	165
Příklad 12	167
A.5.4. Kontrolní otázky ke stati 5.4.	170
B.5.4. Úlohy ke stati 5.4.	170
5.5. Kvazistacionární pole	171
5.5.1. Problematika kvazistacionárních jevů	171

	str.
5.5.2. Magnetická energie soustavy kvazistacionárních proudů	174
Příklad 13	176
5.5.3. Skin - efekt	179
a) Kvalitativní popis jevu	179
b) Řešení pro případ vodičého poloprostoru	180
c) Důsledky skin - efektu pro charakteristiky vodičů	186
A.5.5. Kontrolní otázky ke stati 5.5.	187
B.5.5. Úlohy ke stati 5.5.	187
6. <u>Zákony zachování v teorii elektromagnetického pole</u>	189
6.1. Zákon zachování energie	189
6.2. Zákon zachování hybnosti	193
6.3. Výklad energetických jevů v elektrických obvodech pomocí Poyntingova vektoru	197
a) Přenos elektromagnetické energie ideálním vedením	197
b) Jouleovo teplo	198
c) Nabíjení kondenzátoru	199
d) Proudový okruh se solenoidem	200
A.6. Kontrolní otázky ke kap. 6.	201
7. <u>Šíření elektromagnetických vln</u>	202
7.1. Šíření rovinné monochromatické elektromagnetické vlny v homogenním izotropním prostředí	202
a) Vlnové rovnice pro intenzity	202
b) Řešení pro rovinnou monochromatickou vlnu	204
7.2. Vlastnosti elektromagnetické vlny	207
7.3. Odraz a lom elektromagnetické vlny na rozhraní dvou prostředí	211

	str.
7.4. Charakteristiky elektromagnetické vlny	215
a) Energie	215
b) Hybnost a hmotnost	215
c) Intenzita	216
d) Zářivý tok	217
e) Tlak záření	217
Příklad 14	219
A.7. Kontrolní otázky ke kap. 7.	220
B.7. Úlohy ke kap. 7.	220
<u>8. Základní myšlenky Lorentzovy elektronové teorie</u>	222
8.1. Maxwellovy - Lorentzovy rovnice	222
8.2. Středování mikroskopických veličin	224
8.3. Středování Maxwellových - Lorentzových rovnic	225
A.8. Kontrolní otázky ke kap. 8.	227
V ý s l e d k y    ú l o h	228
D o d a t k y	261
1. Přehled použitých veličin a jejich jednotek v SI	261
2. Přehled základních rovnic a vztahů elektromagnetického pole	264
3. Spektrum elektromagnetického záření	269
4. Nejdůležitější fyzikální konstanty	270
L i t e r a t u r a	272