

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4. <u>Kmity a vlny</u> . . . . .                                                                | 8  |
| 4.1. Kmity . . . . .                                                                            | 8  |
| 4.1.1. Lineární harmonické oscilátory (Motivační úvod) . . . . .                                | 8  |
| 4.1.2. Netlumený lineární harmonický oscilátor . . . . .                                        | 9  |
| 4.1.3. Energie netlumeného lineárního harmonického oscilátoru . . . . .                         | 11 |
| 4.1.4. Princip superpozice a vlastnosti pohybové rovnice . . . . .                              | 12 |
| 4.1.5. Tlumení . . . . .                                                                        | 13 |
| 4.1.6. Tlumený lineární harmonický oscilátor . . . . .                                          | 14 |
| 4.1.7. Energie tlumeného lineárního harmonického oscilátoru . . . . .                           | 16 |
| 4.1.8. Stanovení integračních konstant . . . . .                                                | 17 |
| 4.1.9. Vynucené kmity . . . . .                                                                 | 17 |
| 4.1.10. Rezonance . . . . .                                                                     | 20 |
| 4.1.11. Přechodový jev . . . . .                                                                | 22 |
| 4.1.12. Skládání harmonických kmitů . . . . .                                                   | 23 |
| 4.1.13. Systémy se dvěma stupni volnosti . . . . .                                              | 27 |
| 4.1.14. Kmity systémů s (nekonečně) mnoha stupni volnosti . . . . .                             | 27 |
| 4.2. Vlny . . . . .                                                                             | 29 |
| 4.2.1. Postupné vlny v bodové řadě . . . . .                                                    | 29 |
| 4.2.2. Stojaté vlnění . . . . .                                                                 | 29 |
| 4.2.3. Postupné vlny v omezené bodové řadě . . . . .                                            | 30 |
| 4.2.4. Postupné vlny v trojrozměrném prostředí . . . . .                                        | 32 |
| 4.2.5. Rovinné vlny v homogenním izotropním prostředí . . . . .                                 | 33 |
| 4.2.6. Polarizace rovinné vlny . . . . .                                                        | 34 |
| 4.2.7. Superpozice vln . . . . .                                                                | 34 |
| 4.2.8. Vlnová rovnice . . . . .                                                                 | 38 |
| 4.2.9. Kulová vlna . . . . .                                                                    | 39 |
| 4.2.10. Huygensův princip . . . . .                                                             | 40 |
| 4.2.11. Odraz a lom vln na rovinném rozhraní dvou (homogenních izotropních) prostředí . . . . . | 41 |
| 4.2.12. Ohyb (difrakce) vln . . . . .                                                           | 41 |
| 4.2.13. Dopplerův jev . . . . .                                                                 | 42 |
| 4.2.14. Vlnění v pevných látkách a tekutinách . . . . .                                         | 44 |
| 4.2.15. Intenzita vlnění . . . . .                                                              | 46 |
| 4.3. Akustika . . . . .                                                                         | 47 |
| 4.3.1. Fyzikální akustika . . . . .                                                             | 47 |
| 4.3.2. Zvukové pole rovinných vln . . . . .                                                     | 48 |
| 4.3.3. Intenzita zvuku, hladiny intenzity, hladiny akustického tlaku . . . . .                  | 48 |
| 4.3.4. Zvuková spektra, analýza zvuku . . . . .                                                 | 49 |
| 4.3.5. Sčítání účinků zvukových zdrojů . . . . .                                                | 49 |
| 4.3.6. Fyziologická akustika . . . . .                                                          | 50 |
| 4.4. Elektromagnetické vlny . . . . .                                                           | 51 |
| 4.4.1. Maxwellovy rovnice v diferenciálním tvaru . . . . .                                      | 51 |
| 4.4.2. Důsledky Maxwellových rovnic (v diferenciálním tvaru) . . . . .                          | 53 |
| 4.4.3. Rovnice pro intenzity polí . . . . .                                                     | 53 |



|         |                                                                                                |     |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4.4.  | Elektromagnetické potenciály . . . . .                                                         | 54  |
| 4.4.5.  | Vlastnosti volných elektromagnetických vln.<br>Fyzikální optika . . . . .                      | 56  |
| 4.4.6.  | Spojitost tečných složek vektorů $\vec{E}$ a $\vec{H}$ na rozhraní dvou<br>prostředí . . . . . | 57  |
| 4.4.7.  | Průchod elektromagnetických vln rozhraním dvou prostředí                                       | 58  |
| 4.4.8.  | Totální odraz a odraz na povrchu kovu (vodiče) . . . . .                                       | 61  |
| 4.4.9.  | Elektromagnetické vlny v homogenním anizotropním prostředí                                     | 62  |
| 4.4.10. | Dvojzlom . . . . .                                                                             | 62  |
| 4.4.11. | Interference elektromagnetických vln . . . . .                                                 | 65  |
| 4.4.12. | Difrakce elektromagnetických vln . . . . .                                                     | 67  |
| 4.5.    | Geometrická optika . . . . .                                                                   | 71  |
| 4.5.1.  | Fermatův princip . . . . .                                                                     | 71  |
| 4.5.2.  | Lom světla hranolem . . . . .                                                                  | 72  |
| 4.5.3.  | Ideální zobrazovací soustava . . . . .                                                         | 74  |
| 4.5.4.  | Dvě centrované ideální zobrazovací soustavy . . . . .                                          | 76  |
| 4.5.5.  | Teleskopická soustava . . . . .                                                                | 77  |
| 4.5.6.  | Lom a odraz na kulové ploše . . . . .                                                          | 77  |
| 4.5.7.  | Tlustá a tenká čočka . . . . .                                                                 | 78  |
| 4.5.8.  | Vady zobrazovacích soustav . . . . .                                                           | 79  |
| 4.5.9.  | Optické přístroje . . . . .                                                                    | 80  |
| 4.5.10. | Fotometrie . . . . .                                                                           | 81  |
| 5.      | <u>Úvod do teorie relativity . . . . .</u>                                                     | 83  |
| 5.1.    | Předrelativistická fyzika, problém éteru, Michelsonův pokus . . .                              | 83  |
| 5.2.    | Einsteinovy postuláty, Lorentzova transformace . . . . .                                       | 85  |
| 5.3.    | Relativnost současnosti a kauzalita . . . . .                                                  | 88  |
| 5.4.    | Kontrakce délek a dilatace času . . . . .                                                      | 90  |
| 5.5.    | Skládání rychlostí . . . . .                                                                   | 91  |
| 5.6.    | Relativistická dynamika, hmotnost, hybnost a energie . . . . .                                 | 92  |
| 5.7.    | Čtyřrozměrný prostoročas . . . . .                                                             | 94  |
| 5.8.    | Relativistická elektrodynamika . . . . .                                                       | 97  |
| 6.      | <u>Úvod do kvantové fyziky a elektronového obalu atomů . . . . .</u>                           | 99  |
| 6.1.    | Planckův vyzařovací zákon . . . . .                                                            | 99  |
| 6.2.    | Fotoelektrický jev . . . . .                                                                   | 101 |
| 6.3.    | Comptonův jev . . . . .                                                                        | 102 |
| 6.4.    | Bohrův model atomu . . . . .                                                                   | 103 |
| 6.5.    | Další rozvinutí Bohrově teorie a její meze . . . . .                                           | 107 |
| 6.6.    | Vlnové vlastnosti částic . . . . .                                                             | 109 |
| 6.7.    | Schrödingerova rovnice . . . . .                                                               | 111 |
| 6.8.    | Částice v potenciálové jámě . . . . .                                                          | 113 |
| 6.9.    | Průchod potenciálovou bariérou (Tunelový jev) . . . . .                                        | 117 |
| 6.10.   | Vodíkový atom . . . . .                                                                        | 118 |
| 6.11.   | Mnohoelektronové atomy. Spin . . . . .                                                         | 120 |
| 6.12.   | Pauliho princip a chemické vlastnosti prvků . . . . .                                          | 121 |
| 6.13.   | Spektra a spektroskopie . . . . .                                                              | 125 |
| 6.14.   | Náčrt matematické formulace kvantové mechaniky . . . . .                                       | 128 |

|       |                                                                    |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.15. | Heisenbergovy relace neurčitosti . . . . .                         | 131 |
| 6.16. | Struktura pevných látek a jejich tepelné vlastnosti . . . . .      | 133 |
| 6.17. | Energetické hladiny elektronů . . . . .                            | 136 |
| 6.18. | Izolanty, vodiče, polovodiče, P-N přechod . . . . .                | 137 |
| 6.19. | Lasery . . . . .                                                   | 139 |
| 6.20. | Supravodivost . . . . .                                            | 141 |
| 7.    | <u>Základy fyziky atomového jádra . . . . .</u>                    | 144 |
| 7.1.  | Detektory jaderného záření . . . . .                               | 144 |
| 7.2.  | Urychlovače nabitých částic . . . . .                              | 145 |
| 7.3.  | Atomové jádro - základní pojmy . . . . .                           | 148 |
| 7.4.  | Přírozená radioaktivita . . . . .                                  | 149 |
| 7.5.  | Pohlcování záření látkovým prostředím, dávky záření . . . . .      | 153 |
| 7.6.  | Umělé přeměny atomových jader . . . . .                            | 154 |
| 7.7.  | Umělá radioaktivita a její využití . . . . .                       | 156 |
| 7.8.  | Vazbová energie jader a energetické bilance jaderných reakcí . . . | 158 |
| 7.9.  | Štěpení těžkých prvků . . . . .                                    | 159 |
| 7.10. | Řetězová štěpná reakce a jaderná energetika . . . . .              | 161 |
| 7.11. | Termonukleární reakce a energie hvězd . . . . .                    | 163 |
| 7.12. | Jaderné síly . . . . .                                             | 164 |
| 7.13. | Subnukleární (elementární) částice . . . . .                       | 166 |