

DODATOK A

NIEKTORÉ ŠPECIÁLNE FUNKCIE MATEMATICKEJ FYZIKY

V tomto dodatku podáme stručný prehľad niektorých špeciálnych funkcií matematickej fyziky. Obmedzíme sa pritom len na definície a uvedenie niektorých základných vlastností. Podrobnosti nájde čitateľ v literatúre.²⁹⁰

A1 EULEROVA GAMA FUNKCIA

Definícia:

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{z-1} dt \quad \text{pre } \operatorname{Re} z > 0 \quad (1)$$

Takto definovanú funkciu $\Gamma(z)$ možno analyticky predĺžiť tak, aby bola analytická v celej komplexnej rovine s výnimkou bodov $z = -l$ ($l = 0, 1, 2, \dots$), v ktorých má jednoduché póly s rezíduami $(-l)!$

Dôležitý vzťah:

$$\Gamma(z+1) = z\Gamma(z) \quad (2)$$

Niektoré špeciálne hodnoty:

$$\Gamma(n) = (n-1)! \quad \text{pre } n \text{ prirodzené}$$

$$\Gamma(1) = 1$$

$$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$$

$$\Gamma\left(-\frac{1}{2}\right) = -2\sqrt{\pi}$$

$$\Gamma\left(n + \frac{1}{2}\right) = \frac{\sqrt{\pi}}{2^n} (2n-1)!!$$

²⁹⁰ Veľmi dobrou príručkou je napr. Bateman, H. – Erdélyi, A.: Higher Transcendental Functions. New York, 1953 (ruský preklad 1965). Prehľad najdôležitejších vzťahov možno nájsť i v knihe Gradstejn, I. S. – Ryzik, I. M.: Tablici integrálov, summ, rjadov i proizvedenij. Nauka, Moskva 1971.

A2 HERMITOVE POLYNÓMY

Definícia:

$$H_n(x) = (-1)^n e^{x^2} \frac{d^n}{dx^n} (e^{-x^2}) \quad \text{pre } n = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Hermitove polynómy sú riešením diferenciálnej rovnice

$$\left[\frac{d^2}{dx^2} - 2x \frac{d}{dx} + 2n \right] H_n(x) = 0$$

Generujúca funkcia:

$$\exp(-t^2 + 2tx) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{t^k}{k!} H_k(x) \quad (3)$$

Vzťah ortogonality:

$$\int_{-\infty}^{\infty} H_m(x) H_n(x) e^{-x^2} dx = 2^n n! \pi \delta_{mn} \quad (4)$$

Parita:

$$H_n(-x) = (-1)^n H_n(x)$$

Špeciálne prípady:

$$\begin{aligned} H_0(x) &= 1 \\ H_1(x) &= 2x \\ H_2(x) &= 4x^2 - 2 \\ H_3(x) &= 8x^3 - 12x \\ H_4(x) &= 16x^4 - 48x^2 + 12 \\ H_{2n}(0) &= (-1)^n 2^n (2n - 1) \\ H_{2n+1}(0) &= 0 \end{aligned} \quad (6)$$

A3 LEGENDREOVE POLYNÓMY A PRIDRUŽENÉ LEGENDREOVE FUNKCIE

Definícia:

Legendreove polynómy:

$$P_l(x) = \frac{1}{2^l l!} \frac{d^l}{dx^l} (x^2 - 1)^l \quad l = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

Pridružené Legendreove funkcie:²⁹¹

$$P_l^m(x) = (1-x^2)^{m/2} \frac{d^m}{dx^m} P_l(x) \quad (2)$$

$$l = 0, 1, 2, \dots, \quad m = 0, 1, 2, \dots, l, \quad -1 \leq x \leq 1$$

Diferenciálna rovnica:

$$\left[(1-x^2) \frac{d^2}{dx^2} - 2x \frac{d}{dx} + l(l+1) - \frac{m^2}{1-x^2} \right] P_l^m = 0 \quad (3)$$

Generujúca funkcia:

$$(2m-1)!!(1-x^2)^{m/2} \frac{t^m}{(1-2tx+t^2)^{m+1/2}} = \sum_{l=m}^{\infty} t^l P_l^m(x) \quad (4)$$

Špeciálne:

$$\frac{1}{\sqrt{1-2tx+t^2}} = \sum_{l=0}^{\infty} t^l P_l(x) \quad (5)$$

Vzťah ortogonality:

$$\int_{-1}^1 P_k^m(x) P_l^m(x) dx = \frac{2}{2l+1} \frac{(l+m)!}{(l-m)!} \delta_{kl} \quad (6)$$

Špeciálne:

$$\int_{-1}^1 P_k(x) P_l(x) dx = \frac{2}{2l+1} \delta_{kl} \quad (7)$$

Parita:

$$P_l(-x) = (-1)^l P_l(x)$$

Špeciálne prípady:

$$P_l^0(x) = P_l(x)$$

$$P_0(x) = 1$$

$$P_1(x) = x \quad (8)$$

$$P_2(x) = \frac{1}{2}(3x^2 - 1)$$

$$P_3(x) = \frac{1}{2}(3x^3 - 3x)$$

²⁹¹ U niektorých autorov sa definícia pridružených Legendreových funkcií líši faktorom (-1) .

LAGUERREOVE POLYNÓMY

Definícia:²⁹²

$$L_n^0(x) = e^x \frac{d^n}{dx^n} (e^{-x} x^n) \quad (1)$$

$$L_n^k(x) = (-1)^k \frac{d^k}{dx^k} L_{n+k}^0(x) \quad k, n = 0, 1, 2, \dots$$

Diferenciálna rovnica:

$$\left[x \frac{d^2}{dx^2} + (k+1-x) \frac{d}{dx} + n \right] L_n^k(x) = 0 \quad (2)$$

Generujúca funkcia:

$$\frac{\exp(-xt/(1-t))}{(1-t)^{k+1}} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{t^n}{(n+k)!} L_n^k(x) \quad (3)$$

Vzťah ortogonality :

$$\int_0^{\infty} e^{-x} x^k L_n^k(x) L_m^k(x) dx = \frac{[(n+k)!]^3}{n!} \delta_{mn} \quad (4)$$

Špeciálne prípady:

$$L_0^0(x) = 1, \quad L_0^1(x) = 1, \quad L_0^2(x) = 2, \dots, \quad L_0^m(x) = m!$$

$$L_1^0(x) = 1 - x, \quad L_1^1(x) = 4 - 2x, \quad L_1^2(x) = 18 - 6x$$

$$L_2^0(x) = 2 - 4x + x^2, \quad L_2^1(x) = 18 - 18x + 3x^2, \quad L_2^2(x) = 144 - 96x + 12x^2$$

A5 CYLINDRICKÉ FUNKCIE

Definícia:

Cylindrickými funkciami sa nazývajú riešenia $Z_\nu(z)$ Besselovej diferenciálnej rovnice

$$\frac{d^2 Z_\nu}{dz^2} + \frac{1}{z} \frac{dZ_\nu}{dz} + \left(1 - \frac{\nu^2}{z^2} \right) Z_\nu = 0$$

²⁹² Pri definícii Laguerreových polynómov sú medzi rôznymi autormi značné odchýlky v normovaní a v terminológii.

Špeciálnymi riešeniami sú Besselove funkcie $J_\nu(z)$, Neumannove funkcie $N_\nu(z)$ a Hankelove funkcie $H_\nu^{(1)}(z)$, $H_\nu^{(2)}(z)$:

$$J_\nu(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k \left(\frac{z}{2}\right)^{2k+\nu}}{k! \Gamma(\nu+k+1)} \quad \text{pre } |\arg z| < \pi \quad (2)$$

$$N_\nu(z) = \frac{1}{\sin \nu \pi} [\cos(\nu \pi) J_\nu(z) - J_{-\nu}(z)] \quad \text{pre } \nu \text{ nie celé, } |\arg z| < \pi \quad (3)$$

$$N_n(z) = \lim_{\nu \rightarrow n} N_\nu(z) \quad \text{pre } n \text{ celé}$$

$$H_\nu^{(1)}(z) = J_\nu(z) + i N_\nu(z)$$

$$H_\nu^{(2)}(z) = J_\nu(z) - i N_\nu(z)$$

Niekoľko užitočných vzťahov:

$$z Z_{\nu-1}(z) + z Z_{\nu+1}(z) = 2\nu Z_\nu(z)$$

$$Z_{\nu-1}(z) - Z_{\nu+1}(z) = 2 \frac{d}{dz} Z_\nu(z)$$

$$\frac{d}{dz} J_0(z) = -J_1(z)$$

$$J_2(z) = \frac{2}{z} J_1(z) - J_0(z), \quad \int J_\nu(\xi x) J_\nu(\xi x') \xi d\xi = \frac{1}{x} \delta(x-x')$$

Asymptotické správanie pre x reálne, $x \rightarrow \infty$:

$$J_\nu(z) \approx \sqrt{\frac{2}{\pi x}} \cos \left[x - \frac{\pi \nu}{2} - \frac{\pi}{4} \right]$$

$$N_\nu(z) \approx \sqrt{\frac{2}{\pi x}} \sin \left[x - \frac{\pi \nu}{2} - \frac{\pi}{4} \right]$$

$$H_\nu^{(1)}(z) \approx \sqrt{\frac{2}{\pi x}} \exp \left[i \left(x - \frac{\pi \nu}{2} - \frac{\pi}{4} \right) \right]$$

$$H_\nu^{(2)}(z) \approx \sqrt{\frac{2}{\pi x}} \exp \left[-i \left(x - \frac{\pi \nu}{2} - \frac{\pi}{4} \right) \right]$$

Správanie sa v okolí začiatku $x \rightarrow 0$:

$$J_\nu(x) \approx \frac{1}{\Gamma(\nu+1)} \left(\frac{x}{2}\right)^\nu \quad \text{pre } x \rightarrow 0$$

A6 SFÉRICKÉ BESSELOVE FUNKCIE

Definícia:

$$j_l(z) = \sqrt{\frac{\pi}{2z}} J_{l+\frac{1}{2}}(z)$$

$$n_l(z) = \sqrt{\frac{\pi}{2z}} N_{l+\frac{1}{2}}(z)$$

l , celé

$$h_l^{(1)}(z) = j_l(z) + i n_l(z)$$

$$h_l^{(2)}(z) = j_l(z) - i n_l(z)$$

sférické Besselove funkcie spĺňajú diferenciálnu rovnicu

$$\left[\frac{d^2}{dx^2} + \frac{2}{x} \frac{d}{dx} + 1 - \frac{l(l+1)}{x^2} \right] f_l(x) = 0$$

Špeciálne prípady

$$j_0(z) = \frac{\sin z}{z}, \quad n_0(z) = -\frac{\cos z}{z}, \quad h_0^{(1)}(z) = \frac{-ie^{+iz}}{z}$$

$$j_1(z) = \frac{\sin z}{z} - \frac{\cos z}{z}, \quad n_1(z) = -\frac{\cos z}{z} - \frac{\sin z}{z}, \quad h_1^{(1)}(z) = -ie^{+iz} \left(\frac{1}{z^2} - \frac{i}{z} \right)$$

Asymptotické správanie pre x reálne, $x \rightarrow \infty$:

$$j_l(x) \approx \frac{1}{x} \sin \left(x - \frac{l\pi}{2} \right)$$

$$n_l(x) \approx -\frac{1}{x} \cos \left(x - \frac{l\pi}{2} \right)$$

Správanie v okolí začiatku $x \rightarrow 0$:

$$j_l(x) \approx \frac{1}{(2l+1)!!} x^l$$

$$n_l(x) \approx -\frac{(2l+1)!!}{2l+1} \frac{1}{x^{l+1}}$$

Wronskián

$$x^2 \left[n_l(x) \frac{d}{dx} j_l(x) - j_l(x) \frac{d}{dx} n_l(x) \right] = 1$$

DODATOK B

FYZIKÁLNE KONŠTANTY

$$\hbar = 1,054\,588\,7 \cdot 10^{-34} \text{ J s} = 6,582\,173 \cdot 10^{-22} \text{ MeVs}$$

$$c = 2,997\,924\,58 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$m_e = 9,109\,534 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 0,511\,003\,4 \text{ MeV}/c^2$$

$$m_p = 1,672\,648 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 938,279\,6 \text{ MeV}/c^2$$

$$e = 1,602\,189\,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$\hbar c = 3,161\,158 \cdot 10^{-26} \text{ J m} = 1,973\,285\,8 \cdot 10^{-13} \text{ MeV m}$$

$$\alpha = e^2/(4\pi\epsilon_0\hbar c) = 1/137,036\,04 \text{ (konštanta jemnej štruktúry)}$$

$$N = 6,022\,045 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$$

$$k = 1,380\,662 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1} = 1/11\,604,50 \text{ eV K}^{-1} \text{ (Boltzmannova konštanta)}$$

$$\lambda_e = \hbar/(m_e c) = 3,861\,590\,5 \cdot 10^{-13} \text{ m (Comptonova vlnová dĺžka elektrónu)}$$

$$a_1 = 4\pi\epsilon_0\hbar^2/(m_e e^2) = 0,529\,177\,06 \cdot 10^{-10} \text{ m (Bohrov polomer)}$$

$$R = m_e e^4 / ((4\pi\epsilon_0)^2 2\hbar^2) = 13,605\,804 \text{ eV}$$

$$\mu_B = e\hbar/(2m_e) = 9,274 \cdot 10^{-24} \text{ J T}^{-1} = 5,788 \cdot 10^{-5} \text{ eV T}^{-1} \text{ (Bohrov magnetón)}$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$$

LITERATÚRA

- [1] Marx, G.: Úvod do kvantové mechaniky. Praha, 1965.
- [2] Fermi, E.: Notes on Quantum Mechanics. Chicago, 1960, ruský preklad 1965.
- [3] Born, M.: Atomic Physics. London, 1963, ruský preklad 1965.
- [4] Bohm, D.: Quantum Theory. New York, 1952, ruský preklad 1961.
- [5] Heber, G. – Weber, G.: Grundlagen der modernen Quantenphysik. Leipzig, 1956.
- [6] Sommerfeld, A.: Atombau und Spektrallinien I. – II. Braunschweig, 1951, ruský preklad, 1956.
- [7] Blochincev, D. I.: Základy kvantové mechaniky. Praha, 1955.
- [8] Schiff, L. I.: Quantum Mechanics. New York, 1955, ruský preklad, 1957.
- [9] Landau, L. D. – Lifšic, E. M.: Kvantovaja mechanika. Moskva, 1963.
- [10] Messiah, A.: Quantum Mechanics. Amsterdam, 1961.
- [11] Pauli, W.: Die Allgemeinen Prinzipien der Wellenmechanik. Handbuch der Physik Bd. V/1. Berlín, 1958.
- [12] Bethe, H. A. – Salpeter, E. E.: Quantum Mechanics of One and Two Electron Atoms. Berlín, 1957.
- [13] Bethe, H. A.: Intermediate Quantum Mechanics. New York, 1964.
- [14] Dirac, P. A. M.: The Principles of Quantum Mechanics, Oxford, 1958.
- [15] Kaempffer, E.: Concepts in Quantum Mechanics. New York, 1965.
- [16] Feynman, R. P. – Hibbs, A. R.: Quantum Mechanics and Path Integrals. New York, 1965, ruský preklad, 1968.
- [17] Feynman, R. P. – Leighton, R. – Sands, M.: The Feynman Lectures on Physics. New York, 1963, ruský preklad, 1965.
- [18] Von Neuman, J.: Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik. Berlín, 1932.
- [19] Mackey, G. W.: The Mathematical Foundations of Quantum Mechanics. New York, 1963.
- [20] Wigner, E. P.: Group Theory and its Applications. New York, 1959.
- [21] Hammermesh, M.: Group Theory and its Application to Physical Problems. Reading, 1964, ruský preklad, 1966.
- [22] Heine, V.: Group Theory in Quantum Mechanics. London, 1960.
- [23] Goldberger, M. L. – Watson, K. M.: Collision Theory. New York, 1965.
- [24] Mott, N. F. – Massey, H. S.: The Theory of Atomic Collisions. Oxford, 1965.
- [25] Merzbacher, E.: Quantum Mechanics. New York, 1970.
- [26] Jordan, T. F.: Linear Operators for Quantum Mechanics. New York, 1969.
- [27] Park, D.: Introduction to Strong Interactions. New York, 1966.
- [28] Heisenberg, W.: The Physical Principles of the Quantum Theory. New York, 1949.
- [29] Achiizer, A. I. – Beresteckij, V. B.: Kvantovaja elektrodinamika. Moskva, 1969.
- [30] Černý, V. – Lichard, P. – Pišút, J. – Prešnajder, P.: Zbierka úloh z kvantovej mechaniky. Bratislava, 1995.
- [31] Dirac, P. A. M.: Lectures on Quantum Mechanics. New York, 1964.
- [32] Šilov, G. J.: Matematická analýza. Bratislava, 1974.
- [33] Formánek, J.: Úvod do kvantové teórie, Praha : Academia, 1983.)
- [34] Davydov, A. S.: Kvantová mechanika, Praha : SPN, 1978.

REGISTER

- absorpcia žiarenia 285
- amplitúda rozptylu 232,251,481
- antikomutátor 468
- aproximácia, Bornova 250
- atóm He 455
- atóm vodíka 170, 180
- –, Bohrov model 18

- balík**, vlnový 40
- báza Hilbertovho priestoru 302
- – –, spojitá 320
- bozón 452
- bra- vektor 306

- častica viazaná na úsečku 28, 82, 148
- častice, identické 444
- číslo, kvantové 31, 37, 172, 175
- číslo, obsadzovacie 460

- diagram**, Feynmanov 503
- distribúcia 241
- degenerácia 31, 176
- determinant, Slaterov 455
- doba života 293
- dublet, sodíkový 389

- elasticita rozptylu 487
- element, redukovaný maticový 371
- emisía, stimulovaná 285
- , spontánna 442
- energia, Fermiho 37
- , ionizačná 17
- nulových kmitov 430

- fermión** 452
- fonón 434
- formalizmus, kanonický 265
- formfaktor, nepružný 495
- formula, Rutherfordova 252
- fotón 15, 18, 24, 440
- funkcia, delta –, Diracova 233, 240
- , Greenova 137, 244
- , sférická 164,165,179
- , štruktúrna 495
- , vlnová 39,44
- , –, radiálna 167, 173, 179
- funkcionál 240,302
- , lineárny 240

- generátor** grupy 407
- grupa 399
- , Lieova 406
- rotácií 400

- Hamiltonián** kontinua 426
- hodnota, stredná 84, 87, 307
- , vlastná 306
- hustota energie 285
- lagranžiánu 424
- prúdu 295
- hypotéza, de Broglieho 25
- interpretácia, Bohrova 119
- , Bornova 41
- kvantovej mechaniky 509
- , Schrödingerova 40
- vlnovej funkcie 39

- invariantnosť**, kalibračná 273
- inverzia, časová 415
- , priestorová 410
- ionizácia atómu žiarením 282

- jama**, potenciálová 143,150
- jav, fotoelektrický 24
- , kvadratický Starkov 378,382
- , lineárny Starkov 376, 380
- , Zeemanov 390
- jednotky, atómové 24

- koeficient** absorpcie 290, 444
- koeficient stimulované] emisie 444
- spontánne] emisie 444
- koeficienty, Clebshove-Gordanove 361
- , Wignerove 364
- komplementarita 513
- komutačné pravidlo, kanonické 431

konštanta jemnej štruktúry 388
 konštanty štruktúrne 407
 konvergencia 301
 –, slabá 301
 korekcie, relativistické 386
 kvantovanie energie 16, 148
 –, kanonické 269
 –, sekundárne 475
 kvázičastica 434

matica, hermitovská 188, 208, 210, 316
 – hustoty 338
 –, Paulino 191
 –, rotačná 360
 unitárna 205, 316
 –, Wignerova 360
 mechanika, maticová 332
 –, vlnová 332
 meranie času 337
 metóda, poruchová, nestacionárna 277
 –, –, rozptylové stavy 229
 –, –, stacionárna 216
 –, –, –, prvý rád 216
 –, –, –, druhý rád 217
 –, –, –, degenerované stavy 220
 metóda, variačná 222
 mikroskop, Heisenbergov 121
 množina, ortogonálna 302
 –, ortonormálna 302
 moment hybnosti 97, 161, 179, 348
 moment prechodu, dipólový 287
 multiplikátor, Lagrangeov 225

nerovnosť, Schwarzova 300
 nerovnosti, Bellove 527
 nezávislosť, lineárna 301
 norma vektora 300
 normovanie na delta
 – funkciu 318
 normovanie vlnovej funkcie 42

obrátenie pohybu 415
 obraz, Heisenbergov 335
 –, interakčný 336
 obraz, Schrödingerov 334
 odchýlka, stredná kvadratická 84
 operátor, anihilačný 328, 463
 –, antiunitárny 418
 –, Casimirov 408
 –, dvojčasticový 466
 – energie 96
 –, hermitovský 99, 304

–, hermitovský združený 304
 –, jednočasticový 465
 –, kreačný 328, 463
 – momentu hybnosti 97, 161
 –, ohraničený 304
 –, projekčný 305
 –, spojitý 304
 – symetrie 398
 –, tenzorový 369
 – transformácie 395
 –, unitárny 305
 –, vlastná hodnota 100
 –, vlastná funkcia 100
 –, znižovací 356
 –, zvyšovací 356
 oscilátor, harmonický 151, 159, 179

paradox EPR 515
 parameter, skrytý 527
 parita 413
 –, nezachovanie 415
 –, vnútorná 414
 pokus Francka a Hertza 19
 – Davissona a Germera 26
 – Sterna a Gerlacha 33
 polarizovateľnosť atómu 378
 pomer, gyromagnetický 34
 porucha, periodická 279
 postuláty vlnovej mechaniky 124
 postupnosť, cauchyovská 301
 potenciál, Yukawov 253, 464
 potenciály elektromagnetického póla 260, 435
 pravdepodobnosť prechodu 283
 pravidlo, Fermiho „zlaté“ 284
 –, výberové 290
 prechod cez bariéru 154
 priblíženie, Bornovo 250, 294
 –, dipólové 290
 prierez, účinný 230, 480
 priestor, duálny 302
 –, Fokov 464
 priestor Hilbertov 298, 302
 – hybností 71
 –, separabilný 302
 –, vektorový 299
 princíp korešpondencie 68
 princíp, Pauliho 35
 –, – zovšeobecnený 452
 – superpozície 44
 –, vylučovací 455
 projekcia, ortogonálna 305

projektor 305
 propagátor 137, 496

regulátor stavu 311
 reprezentácia, ekvivalentná 402
 – grupy 401
 –, ireducibilná 322
 –, p - 322
 –, projektívna 405
 –, x - 322
 rotácia, pasívny zmysel 353
 – sústavy 349
 rovnica Eulerova-Lagrangeova 426
 – kontinuity 127
 –, Pauliho 263
 –, Schrödingerova 77
 rovnice Maxwellove 435
 rozdelenie, kanonické 341
 –, mikrokanonické 341
 rýchlosť, fázová 73
 –, grupová 73

 singlet 456,459
 spektrum, spojené 317
 spin elektrónu 32, 35, 183
 –, precesný pohyb 201
 – v magnetickom poli 197
 spinor 186
 stav, rozptylový 139
 stav, stacionárny 80, 135
 –, viazaný 139
 súbor, štatistický 341
 súčin, direktný 367
 –, skalárny 300, 306

 sústava hmotného stredú 482
 sústava, laboratórna 482
 symetria 397

 šírka hladiny 293
 štruktúra, hyperjemná 385
 –, jemná 388

transformácia, Fourierova 320
 –, kalibračná 274
 translácia v čase 409
 – v priestore 409
 triplet 456,459
 –, Gelfandov 322

uhly, Eulerove 359

 väzba LS 383
 vektor, bra- 306
 –, ket- 306
 –, vlastný 306
 veličiny atómovej fyziky 19
 veta, Cauchyho 242
 –, Wignerova 396
 –, Wignerova-Eckartova 371
 vety, Ehrenfestove 133
 vlna, parciálna 486
 vývoj stavu, časový 333
 vzťah neurčitosti 47,115
 – – pre t a E 337

 zákon, Planckov 442
 zátvorky, Poissonove
 zmena pri meraní stavu 108

**Prof. RNDr. Ján Pišút, DrSc. – RNDr. Ladislav Gomolčák –
RNDr. Vladimír Černý, CSc.**

Úvod do kvantovej mechaniky

MDT 530.145.6(075.8)

Vydala Alfa, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, n. p., Bratislava, Hurbanovo nám. 3 ako spoločné vydanie s SNTL – Nakladatelství technické literatúry, n. p., Praha, Spálená 51 v decembri 1983 ako svoju 8767. publikáciu

Zodpovedná redaktorka Anna Známová
Technická redaktorka Jana Kubová

Ochranný obal a väzbu navrhol Jozef Michalač

Vytlačili Západoslovenské tlačiarne, n. p., závod SVORNOSŤ, Bratislava
552 strán, 55 obrázkov, 8 tabuliek; 37,33 AH, 37,84 VH
2. vydanie. Náklad 3000 výtlačkov
302 03 3

63—565—83 Kčs 39,—

104/23; 852

