

Mecánica Cuántica: Las Matemáticas del Nano-Universo

Dr. en C. Reinaldo Arturo Zapata Peña

Las matemáticas son una ciencia que mediante un lenguaje formal y especializado ayuda a plantear y resolver problemas. Las ciencias naturales se han valido de éstas para explicar diversos fenómenos ayudando a postular leyes que los describen. Desde los el origen de los sistemas de numeración, el desarrollo de la geometría primitiva, el desarrollo del cálculo, el álgebra matricial y el álgebra de Gilbert, las matemáticas han sido utilizadas para dar solución a distintos problemas que el ser humano se ha ido planteando a lo largo de la historia [1]. En la actualidad, las matemáticas son usadas en ámbitos muy variados como las ciencias sociales como economía [2, 3, 4], psicología [5, 6], ciencias políticas [7], sociología [8], medicina y biología [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15] y las ciencias naturales e ingeniería [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23].

La mecánica cuántica es una rama de la física que surge a partir de la necesidad de describir procesos de la naturaleza que no tienen explicación en el marco teórico de la física clásica siendo una nueva teoría que permite la descripción de sistemas cuánticos microscópicos, como los átomos y moléculas, y macroscópicos como los superconductores y láseres, entre otros. Históricamente el problema del *cuerpo negro* en equilibrio térmico a una temperatura T (en escala absoluta) tiene gran importancia pues fue el primero cuya descripción reveló la necesidad del desarrollo de esta nueva teoría. Se puede definir como cuerpo negro ideal, a un sistema que se caracteriza por absorber toda la radiación incidente sobre él y se puede modelar mediante una cavidad hueca metálica a la que se le hace una una pequeña perforación. De esta manera, toda la radiación que entra es absorbida tras numerosas reflexiones en el interior. Acorde a la teoría electromagnética clásica, un cuerpo negro en equilibrio térmico emitirá radiación en todos los rangos de energía [24] y la potencia radiada, en todas direcciones, por unidad de área en función de su temperatura es descrita por la ley de Stefan-Boltzmann

$$j = \sigma T^4, \quad (1)$$

donde σ es la constante de Stefan-Boltzmann; entonces la densidad de energía de la radiación se puede

obtener mediante

$$u = aT^4, \quad (2)$$

donde $a = 4\sigma/c$. Haciendo un análisis espectral de u tenemos que posee componentes de todas las frecuencias, entonces, sumando las contribuciones de todas ellas tenemos que

$$u = \int_0^\infty \rho(\omega, T) d\omega, \quad (3)$$

donde $\rho(\omega, T)$ es la densidad espectral de radiación.

Referencias

- [1] Carl B Boyer and Uta C Merzbach. *A history of mathematics*. John Wiley & Sons, 2011.
- [2] P. Blavatsky. Oligopolistic price competition with a continuous demand.
- [3] L. Lindsay. Shapley value based pricing for auctions and exchanges. *Game and Ec. Behavior*, 2017.
- [4] K. Yokote, T. Kongo, and Y. Funaki. The balanced contributions property for equal contributors. *Game. and Ec. Behavior*, 2017.
- [5] Y. Liu, Xin, Tao, B. Andersson, and W. Tian. Information matrix estimation procedures for cognitive diagnostic models. *Brit. Jour. of Math. and Stat. Psyc.*, 2018.
- [6] H.-A. Kang, Y.-H. Su, and H.-H. Chang. A note on monotonicity of item response functions for ordered polytomous item response theory models. *Brit. Jour. of Math. and Stat. Psyc.*, 2018.
- [7] A. Moberg. Ep seats: The politics behind the math.
- [8] G. Gökhan-Koçer. Measuring the strength of trade unions and identifying the privileged groups: A two-dimensional approach and its implementation. *The Journal of Mathematical Sociology*, 0(0):1–31, 2018.

- [9] A. R. A. Anderson. A hybrid mathematical model of solid tumour invasion: the importance of cell adhesion. *Math. Med. and Biol.*, 22(2):163–186, 2005.
- [10] Pavol Bokes and John R King. Limit-cycle oscillatory coexpression of cross-inhibitory transcription factors: a model mechanism for lineage promiscuity. *Math. Med. and Biol.*, page dqy003, 2018.
- [11] R. Brinks and S. Landwehr. A new relation between prevalence and incidence of a chronic disease. *Math. Med. and Biol.*, 32(4):425–435, 2015.
- [12] A. Korobeinikov and P. K. Maini. Non-linear incidence and stability of infectious disease models. *Math. Med. and Biol.*, 22(2):113–128, 2005.
- [13] S. McGinty, S. McKee, C. McCormick, and M. Wheel. Release mechanism and parameter estimation in drug-eluting stent systems: analytical solutions of drug release and tissue transport. *Math. Med. and Biol.*, 32(2):163–186, 2015.
- [14] J. P. Taylor-King, E. Baratchart, A. Dhawan, E. A Coker, I. H. Rye, H. Russnes, C. S. J., D. Basanta, and A. Marusyk. Simulated ablation for detection of cells impacting paracrine signalling in histology analysis. *Math. Med. and Biol.*, page dqx022, 2018.
- [15] Y. K. Lo, Y. C. Kuan, S. Culaclii, B. Kim, P. M. Wang, C. W. Chang, J. A. Massachi, M. Zhu, K. Chen, P. Gad, V. R. Edgerton, and W. Liu. A fully integrated wireless soc for motor function recovery after spinal cord injury. *IEEE Tran. on Biomedical Circ. and Sys.*, 11(3):497–509, 2017.
- [16] R. Zapata-Peña, S. M. Anderson, B. S. Mendoza, and A. I. Shkrebtii. Nonlinear optical responses in hydrogenated graphene structures. *Phys. Stat. Sol. (b)*, 253(2):408–408, 2016.
- [17] Anatoli I Shkrebtii, Benjamin Wilk, Robert Minnings, R. Zapata-Peña, S. M. Anderson, B. S. Mendoza, and I. M. Kupchak. Graphene-boron nitride 2d heterosystems functionalized with hydrogen: Structure, vibrations, optical response, electron band engineering and bonding. In *Advances in Science and Technology*, volume 98, pages 117–124. Trans. Tech. Publ., 2017.
- [18] R. Zapata-Peña, B. S. Mendoza, and A. I. Shkrebtii. Pure spin current injection in hydrogenated graphene structures. *Phys. Rev. B*, 96(19):195415, 2017.
- [19] A. Dzvonkovskaya. Hf surface wave radar for tsunami alerting: from system concept and simulations to integration into early warning systems. *IEEE Aerospace and Elec. Sys. Mag.*, 33(3):48–58, 2018.
- [20] H. T. Chou, P. H. Pathak, Y. Kim, and G. Manara. On two alternative uniformly asymptotic procedures for analyzing the high frequency diffraction of a complex source beam by a straight wedge. *IEEE Trans. on Ant. and Prop.*, pages 1–1, 2018.
- [21] R. N. Beres, X. Wang, M. Liserre, F. Blaabjerg, and C. L. Bak. A review of passive power filters for three-phase grid-connected voltage-source converters. *IEEE Jour. of Em. and Sel. Top. in Power Elec.*, 4(1):54–69, March 2016.
- [22] E. Xie, M. Stonehouse, R. Ferreira, J. J. D. McKendry, J. Herrnsdorf, X. He, S. Rajbhandari, H. Chun, A. V. N. Jalajakumari, O. Almer, G. Faulkner, I. M. Watson, E. Gu, R. Henderson, D. O’Brien, and M. D. Dawson. Design, fabrication, and application of gan-based micro-led arrays with individual addressing by n-electrodes. *IEEE Phot. Jour.*, 9(6):1–11, Dec 2017.
- [23] M. Demirtas, C. Odaci, N. Kosku Perkgoz, C. Sevik, and F. Ay. Low loss atomic layer deposited Al_2O_3 waveguides for applications in on-chip optical amplifiers. *IEEE Jour. of Sel. Top. in Quan. Elec.*, pages 1–1, 2018.
- [24] M. Planck. *The theory of heat radiation*. Courier Corporation, 2013.