

Nuevos desarrollos / Temas avanzados de termodinámica y física estadística (2013)

I. Repaso de probabilidad.

- 1) Teoría de probabilidades.
 - R. Mazo, *Brownian Motion*, Clarendon (2002), capítulo 2.
- 2) Procesos estocásticos.
 - Mazo, capítulo 3.
- 3) Integración funcional.
 - I. M. Gel'fand, A. M. Yaglom, *Integration in Functional Spaces and its Applications in Quantum Physics*, J. Math. Phys. **1**, 48 (1960).

Lecturas complementarias:

- L. S. Schulman, *Techniques and applications of path integration*, Dover (2005).
- B. Simon, *Functional integration and quantum physics*, Academic Press (1979).

- 4) Large deviation theory.
 - H. Touchette, *The large deviation approach to statistical mechanics*, Phys. Rep. **478**, 1 (2009), sección 3.

Lecturas complementarias:

- J. Kurchan, *Six out of equilibrium lectures*, ArXiv:0901.1271
- R. S. Ellis, *Entropy, Large Deviations, and Statistical Mechanics*, Springer (2006).

II. Repaso de mecánica clásica.

- 5) Formulación hamiltoniana, variables canónicas, teorema de Liouville, ecuación de Liouville. Teorema de recurrencia de Poincare. Acción, ecuación de Hamilton–Jacobi.
 - Landau, Lifshitz: *Mecánica* (vol. 1 del Curso de Física Teórica).

III. Termodinámica.

- 6) Las Tres Leyes.
 - P. T. Landsberg, *Thermodynamics and statistical mechanics*, Dover (1990).

Lecturas complementarias:

- E. H. Lieb, J. Yngvason, *The physics and mathematics of the second law of thermodynamics*, Phys. Rep. **310**, 1 (1999).

- W. Pauli, *Pauli lectures on physics vol. 3: Thermodynamics and the Kinetic Theory of gases*, MIT (1973).
- P. Bamberg, S. Sternberg, *A course in mathematics for students of physics*, vol. 2, Cambridge (1990).

7) Trabajo y energía libre.

- H. B. Callen, *Thermodynamics*, Wiley (1985), capítulo 4.

8) Conceptos elementales de teoría cinética y entropía de Boltzmann.

- L. Boltzmann, *Lectures on gas theory*, Dover (1964).

Lecturas complementarias:

- H. S. Leff, A. F. Rex, *Maxwell's Demon 2*, IOP (2003).
- N. Gershenfeld, *The physics of information technology*, Cambridge (2000).
- A. Khinchin, *Mathematical foundations of information theory*, Dover (1957).
- A. Peres, *Quantum Theory: Concepts and Methods*, Kluwer Academic Publishers (2002), capítulo 9.

9) Fluctuaciones estadísticas.

- H. Touchette, sección 5.

Lecturas complementarias:

- A. Einstein, *Investigations in the theory of brownian movement*, Dover (1956).

10) Termodinámica del no-equilibrio.

- Landau, Lifshitz, *Statistical Mechanics* (vol. 5 del Curso de Física Teórica), capítulo XII.
- S. R. De Groot, P. Mazur, *Non-equilibrium thermodynamics*, Dover (1962).

IV. Ecuaciones de Langevin y Fokker–Planck.

11) Ecuación de Langevin.

- E. Calzetta, B-L. Hu, *Nonequilibrium Quantum Field Theory*, Cambridge (2008), capítulo 2.

Lecturas complementarias:

- Mazo, capítulos 4 y 5.
- Pecseli, *Fluctuations in Physical Systems*, Cambridge (2000).

12) Funciones de correlación y propagadores, Kramers–Kronig, teoremas de fluctuación–disipación, ecuación de Kramers.

- Landau, Lifshitz, *Statistical Mechanics*, capítulo XII.
- S. R. De Groot, P. Mazur.

- 13) Activación en las ecuaciones de Fokker–Planck y Kramers.
- H. Kramers, *Brownian Motion in a field of force and the diffusion model of chemical reactions*, *Physica* **VII**, 284 (1940).

Lecturas complementarias:

- P. Hänggi, P. Talkner, M. Borkovec, *Reaction-rate theory: fifty years after Kramers*, *Rev. Mod. Phys.* **62**, 251 (1990).

- 14) Relaciones de trabajo.

- Touchette, sección 6.

Lecturas complementarias:

- J. Kurchan, ArXiv:0901.1271 y 0511073.
- F. Ritort, ArXiv:0705.0455.

- 15) Martin–Siggia–Rose.

- A. Kamenev, *Field theory of non–equilibrium systems*, Cambridge (2011).

Lecturas complementarias:

- J. Zinn–Justin, *Quantum Field Theory and critical phenomena*, Oxford (1994), capítulo 4.
- C. De Dominicis, I. Giardinà, *Random fields and spin glasses*, Cambridge (2006).

V. Cuántica.

- 16) Estados puros y mezclados, matriz densidad, ecuación de Liouville–von Neumann, entropía de von Neumann, otras medidas de pureza.

- Peres.

- 17) Funciones de Wigner, expansión de Kramers–Moyal.

- Calzetta, Hu, capítulo 3.

Lecturas complementarias:

- Hillery et al., *Distribution Functions In Physics: Fundamentals*, *Phys. Rep.* **106**, 121 (1984).
- C. Zachos et al., *Quantum Mechanics in Phase Space*, World Scientific (2005).

- 18) Sistemas abiertos, traza de Landau, Araki–Lieb.

- L. Landau, *The Damping Problem In Wave Mechanics*, *Z. Phys.* **45**, 430 (1927) [reprinted in D. Ter Haar, *Collected Papers of L. D. Landau*, Pergamon (1965)].
- H. Araki y E. H. Lieb, *Entropy Inequalities*, *Commun. Math. Phys.* **18**, 160 (1970).

Lecturas complementarias:

- E. Lubkin, *Entropy of an n -system from its correlation with a k -reservoir*, J. Math. Phys. **19**, 1028 (1978).
- D. Page, *Average Entropy of a Subsystem*, Phys. Rev. Lett. **71**, 1291 (1993).
- A. De Pasquale et al., *Statistical distribution of the local purity in a large quantum system*, ArXiv:1106.5330v2.

19) Principio de Thomson.

- A. E. Allahverdyan, R. Balian, Th. M. Nieuwenhuizen, *Thomson's formulation of the second law: an exact theorem and limits of its validity*, ArXiv: 0208563.

Lecturas complementarias:

- Th. M. Nieuwenhuizen, A. E. Allahverdyan, *Statistical thermodynamics of quantum Brownian motion: Construction of perpetuum mobile of the second kind*, Phys. Rev. E **66**, 036102 (2002).
- A. E. Allahverdyan, R. Balian y Th. M. Nieuwenhuizen, *Maximal work extraction from quantum systems*, ArXiv: 0401574.
- A. E. Allahverdyan, R. Balian y Th. M. Nieuwenhuizen: *Quantum thermodynamics: Thermodynamics at the nanoscale*, J. Mod. Opt., **51**:16-18, 2703 (2004).

20) Relaciones de trabajo cuánticas.

- M. Campisi, P. Hänggi, P. Talkner, *Colloquium. Quantum Fluctuation Relations: Foundations and Applications*, Rev. Mod. Phys. **83**, 771 (2011); Erratum: *ib.* 1653.

VI. Sistemas cuánticos abiertos.

21) Integrales de Feynman.

- R. Feynman, A. Hibbs, *Quantum mechanics and path integrals*, McGraw-Hill (1965).

Lecturas complementarias:

- L. S. Schulman, *Techniques and applications of path integration*, Wiley (2005).
- I. M. Gel'fand, A. M. Yaglom, *Integration in Functional Spaces and its Applications in Quantum Physics*, J. Math. Phys. **1**, 48 (1960).
- B. Simon, *Functional integration and quantum physics*, Academic Press (1979).

22) Feynman–Vernon, ecuación maestra.

- Calzetta, Hu, capítulo 3.

Lecturas complementarias:

- F. C. Lombardo, P. I. Villar, *Decoherence induced by zero-point fluctuations in quantum Brownian motion*, Phys. Lett. A **336**, 16 (2005).

- R. P. Feynmann, F. L. Vernon, *The Theory of a General Quantum System Interacting with a Linear Dissipative System*, Ann. Phys. **24**, 118 (1963).
- J. P. Paz, W. Zurek, *Environment–Induced Decoherence and the Transition From Quantum to Classical*, quant-ph/0010011.

23) Relaciones de trabajo en sistemas abiertos.

- Y. Subasi, B. L. Hu, *Quantum and classical fluctuation theorems from a decoherent histories, open–system analysis*, Phys. Rev. E **85**, 011112 (2012) [ArXiv:1109.6696v2].

VII. Motores mesoscópicos.

24) Motores brownianos.

- P. Reimann, *Brownian motors: noisy transport far from equilibrium*, Phys. Rep. **361**, 57 (2002).

Lecturas complementarias:

- R. P. Feynmann, *The Feynmann lectures on physics*, vol. 1, capítulo 46, “Ratchet and Pawl”.
- D. Lacoste, A. W. C. Lau, K. Mallick, *Fluctuation theorem and large deviation function for a solvable model of a molecular motor*, Phys. Rev. E **78**, 011915 (2008).

25) Máquinas térmicas cuánticas.

- O. Abah et al., *Single ion heat engine with maximum efficiency at maximum power*, Phys. Rev. Lett. **109**, 203006 (2012).

Lecturas complementarias

- L. Arrachea, E. R. Mucciolo, C. Chamon, R. B. Capaz, *Microscopic model of a phononic refrigerator*, ArXiv:1203.2561.
- E. A. Martínez and J. P. Paz, *Dynamics and thermodynamics of linear quantum open systems*, ArXiv:1207.4256.

26) El principio de Clausius en sistemas retroalimentados.

- M. Ueda et al., *Information heat engine: converting information to energy by feedback control*, ArXiv:1009.5287.

Lecturas complementarias:

- H. S. Leff, A. F. Rex, *Maxwell’s Demon 2*, IOP (2003).