

# NUEVOS DESARROLLOS / TEMAS AVANZADOS DE TERMODINÁMICA Y FÍSICA ESTADÍSTICA (2018)

## Segunda parte: $\hbar \neq 0$

### 1) Termodinámica cuántica

1) (15/5) Repaso de mecánica cuántica, Matriz densidad. Ecuación de Liouville. Entropía de von Neumann.

P. T. Landsberg, *Thermodynamics and Statistical Mechanics*, sección 9.5 (Oxford UP, 1978).  
J. von Neumann, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics* (Princeton UP, 1955).

2) (18/5) Sistemas cuánticos abiertos, Traza de Landau. Desigualdad triangular.

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).

E. Lubkin, *Entropy of an n-system from its correlation with a k-reservoir*, *J. Math. Phys.* 19, 1028 (1978).

3) (22/5) Invitación a la teoría de recursos. Las Segundas Leyes de la Termodinámica cuántica.

Nicole Yunger Halpern, *Toward Physical Realizations of Thermodynamic Resource Theories*, en I.T. Durham and D. Rickles (eds.), *Information and Interaction*, Springer International Publishing Switzerland 2017

F. Brandao et al., *The second laws of quantum thermodynamics*, *PNAS*.1411728112 (2015); Supp. material: [www.pnas.org/lookup/suppl/doi:10.1073/pnas.1411728112/-/DCSupplemental](http://www.pnas.org/lookup/suppl/doi:10.1073/pnas.1411728112/-/DCSupplemental).

4) (29/5) El concepto de trabajo. Relaciones de trabajo cuánticas

Peter Hänggi and Peter Talkner, *NATURE PHYSICS* 11, 108 (2015)

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

T. P. Xiong et al., *Experimental verification of a Jarzynski-related information-theoretic equality using a single trapped ion*, ArXiv 1803.10423.

Augusto J. Roncaglia, Federico Cerisola, and Juan Pablo Paz, *Phys. Rev. Lett* 113, 250601 (2014)  
Cerisola, Federico, et al. Using a quantum work meter to test non-equilibrium fluctuation theorems.  
*Nature communications*, 2017, vol. 8, no 1, p. 1241.

## 5) (1/6) La Tercera Ley

W. Nernst, *The New Heat Theorem*, Methuen and Company, Ltd, 1926, reimpresso Dover, 1969.

Freitas, N., & Paz, J. P. (2017). Fundamental limits for cooling of linear quantum refrigerators.  
*Physical Review E*, 95(1), 012146.

Freitas, N., & Paz, J. P. (2018). Cooling a quantum oscillator: A useful analogy to understand laser cooling as a thermodynamical process. *Physical Review A*, 97(3), 032104.

## 2) Máquinas térmicas cuánticas

Para toda esta sección: A. Levy y D. Gelbwaser-Klimovsky, Quantum features and signatures of quantum-thermal machines, ArXiv 1803.05586.

## 6) (5/6) El motor Otto cuántico

Yair Rezek and Ronnie Kosloff, Irreversible performance of a quantum harmonic heat engine, *New Journal of Physics* 8 (2006) 83

Ronnie Kosloff and Yair Rezek, The Quantum Harmonic Otto Cycle, *Entropy* 2017, 19, 136.

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

## 7) (8/6) El láser como máquina térmica. Temperaturas negativas.

N. F. Ramsey, *Phys. Rev.* 103, 20 (1956)

P. T. Landsberg, *Phys. Rev* 115, 518 (1959)

H. E. D. Scovil and E. O. Schulz-Dubios, *Physical Review Letters* 2, 262 (1959).

J. E. Grusic, E. O. Schulz-DuBois, y H. E. D. Scovil, *Phys. Rev* 156, 343 (1967)

## 8) (12/6) Láser sin inversión y límite de Carnot.

Marlan O. Scully, *Phys. Rev. Lett.* 88, 050602 (2002)

J. Rosnagel et al., Nanoscale Heat Engine Beyond the Carnot Limit, *Phys. Rev. Lett.* 112, 030602 (2014).

9) (15/6) Extrayendo trabajo del proceso de medición y de correlaciones cuánticas.

C. Elouard y A. Jordan, Efficient Quantum Measurement Engines, ArXiv 1801.03979

X. Ding et al., Measurement driven single temperature engine, ArXiv: 1803.07621

K. Micadei, Reversing the thermodynamic arrow of time using quantum correlations, ArXiv: 1711.03323

### 3) Potencia vs Eficiencia

10) (19/6) El problema de Landau-Zener

Landau L 1932 Phys. Sov. Union 2 46–51

Zener C 1932 Proc. R. Soc. Lond. A 137 696–702.

11) (22/6) Atajos adiabáticos y el *Quantum Speed Limit* (QSL).

M. Berry, J. Phys. A: Math. Theor. 42 (2009) 365303

Sebastian Deffner and Steve Campbell, Quantum speed limits: from Heisenberg's uncertainty principle to optimal quantum control, 2017 *J. Phys. A: Math. Theor.* **50** 453001

Obinna Abah and Eric Lutz, Energy efficient quantum machines, 2017 *EPL* **118** 40005

12) (26/6) El costo de un atajo adiabático

Steve Campbell, and Sebastian Deffner, Trade-Off Between Speed and Cost in Shortcuts to Adiabaticity, PRL 118, 100601 (2017)

C-K Hu et al., Experimental Implementation of Generalized Transitionless Quantum Driving, ArXiv: 1803.10410.

### 4) Dinámica de sistemas cuánticos abiertos

Para toda esta sección: Calzetta, Hu, capítulo 3.

12b) (29/6) Integrales de Feynman.

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

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).

14) (3/7) Funcional de Influencia. Ecuación Maestra

R. P. Feynmann, F. L. Vernon, The Theory of a General Quantum System Interacting with a Linear Dissipative System, Ann. Phys. 24, 118 (1963).

Hu, Bei Lok, Juan Pablo Paz, and Yuhong Zhang. "Quantum Brownian motion in a general environment: Exact master equation with nonlocal dissipation and colored noise." *Physical Review D* 45.8 (1992): 2843.

Halliwell, J. J., and T. Yu. "Alternative derivation of the Hu-Paz-Zhang master equation of quantum Brownian motion." *Physical Review D* 53.4 (1996): 2012.

15) (6/7) *Finale*: Termodinámica cuántica de sistemas lineales

Martinez, Esteban A., and Juan Pablo Paz. "Dynamics and thermodynamics of linear quantum open systems." *Physical review letters* 110.13 (2013): 130406.