

Термодинамическая универсальность квантовых машин Карно

Б. Гардас и С. Деффинер (США, Польша)

Реферат подготовил М.Х. Шульман (shulman@dol.ru, www.timeorigin21.narod.ru)

arXiv:1503.03455v1 [cond-mat.stat-mech] 11 Mar 2015

Thermodynamic universality of quantum Carnot engines

Bartłomiej Gardas^{1,2} and Sebastian Deffner^{1,3}, sdeffner@lanl.gov

¹*Theoretical Division, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM 87545, USA*

²*Institute of Physics, University of Silesia, 40-007 Katowice, Poland*

³*Center for Nonlinear Studies, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM 87545, USA*

(Dated: March 12, 2015)

Формулировка Карно второго начала термодинамики устанавливает верхний предел для коэффициента полезного действия (КПД) любых тепловых машин. Недавно было исследовано, могут ли такие базовые квантовые свойства, как когерентность и квантовое запутывание, обеспечить квантовым устройствам с более высоким КПД, чем было найдено Карно. В настоящей работе показано, что это не допускается законами термодинамики. В частности, показано, что требуется модификация определения теплоты для учета термодинамической цены поддержки когерентности и запутывания. Полученные теоретические выводы численно иллюстрируются применительно к экспериментально релевантному примеру из оптомеханики.

Ссылки

- [1] J. Gemmer, M. Michel, and G. Mahler, *Quantum Thermodynamics* (Springer, Berlin / Heidelberg, 2009).
- [2] R. Kosloff, [Entropy](#) **15**, 2100 (2013).
- [3] O. Abah, J. Roßnagel, G. Jacob, S. Deffner, F. Schmidt-Kaler, K. Singer, and E. Lutz, [Phys. Rev. Lett.](#) **109**, 203006 (2012).
- [4] K. Zhang, F. Bariani, and P. Meystre, [Phys. Rev. Lett.](#) **112**, 150602 (2014).
- [5] E. J. O'Reilly and A. Olaya-Castro, [Nature Commun.](#) **5**, 3012 (2014).
- [6] E. Romero *et al.*, [Nature Phys.](#) **10**, 676 (2014).
- [7] M. O. Scully, M. S. Zubairy, G. S. Agarwal, and H. Walther, [Science](#) **299**, 862 (2003).
- [8] R. Dillenschneider and E. Lutz, [EPL](#) **88**, 50003 (2009).
- [9] M. Horodecki and J. Oppenheim, [Nature Commun.](#) **4**, 2059 (2013).
- [10] S. Carnot, *Réflexions sur la puissance motrice de feu et sur les machines propres à développer cette puissance* (Bachelier, Paris, France, 1824).
- [11] D. Gelbwaser-Klimovsky, R. Alicki, and G. Kurizki, [EPL](#) **103**, 60005 (2013).
- [12] K. Zhang, F. Bariani, and P. Meystre, [Phys. Rev. Lett.](#) **112**, 150602 (2014).
- [13] R. Kosloff and A. Levy, [Annu. Rev. Phys. Chem.](#) **65**, 365 (2014).

- [14] H. B. Callen, *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics* (John Wiley & Sons, New York, 1985).
- [15] F. Jin *et al.*, *New J. Phys.* **15**, 033009 (2013).
- [16] M. Gelin and M. Thoss, *Phys. Rev. E* **79**, 51121 (2009).
- [17] A. Dechant, D. A. Kessler, and E. Barkai, "Deviations from Boltzmann-Gibbs equilibrium in confined optical lattices," (2014), <http://arxiv.org/abs/1412.5402>.
- [18] U. Seifert, *Reports Prog. Phys.* **75**, 126001 (2012).
- [19] S. Deffner, *EPL* **103**, 30001 (2013).
- [20] R. Horodecki, P. Horodecki, M. Horodecki, and K. Horodecki, *Rev. Mod. Phys.* **81**, 865 (2009).
- [21] K. Modi, A. Brodutch, H. Cable, T. Paterek, and V. Vedral, *Rev. Mod. Phys.* **84**, 1655 (2012).
- [22] Y. Oono and M. Paniconi, *Prog. Theor. Phys. Supplement* **130**, 29 (1998).
- [23] T. Hatano and S. Sasa, *Phys. Rev. Lett.* **86**, 3463 (2001).
- [24] P. Hänggi, G. L. Ingold, and P. Talkner, *New J. Phys.* **10**, 115008 (2008), 0805.3974.
- [25] J. Roßnagel, O. Abah, F. Schmidt-Kaler, K. Singer, and E. Lutz, *Phys. Rev. Lett.* **112**, 030602 (2014).
- [26] H. Spohn and J. L. Lebowitz, *Adv. Chem. Phys.* **XXXVIII**, 109 (1978).
- [27] Infinitely slow processes are an idealization of processes whose time scales are much longer than the relaxation time.
- [28] S. Deffner and E. Lutz, "Information free energy for nonequilibrium states," (2012), <http://arxiv.org/abs/1201.3888>.
- [29] D. Mandal, *Phys. Rev. E* **88**, 062135 (2013), 1311.7176.
- [30] J. M. Horowitz and T. Sagawa, *J. Stat. Phys.* **156**, 55 (2014).
- [31] J. M. R. Parrondo, J. M. Horowitz, and T. Sagawa, *Nature Phys.* **11**, 131 (2015).
- [32] V. Vedral, *Rev. Mod. Phys.* **74**, 197 (2002).
- [33] R. Kumar, E. Barrios, C. Kupchak, and A. I. Lvovsky, *Phys. Rev. Lett.* **110**, 130403 (2013).
- [34] H. P. Breuer and F. Petruccione, *The Theory of Open Quantum Systems* (Oxford Univ. Press, Oxford, 2002).