

Estudio comparativo de la respuesta acomodativa mediante el PowerRef II y el Grand Seiko WAM-5500.

S. Gómez-López¹, M. Aldaba¹, M. Arjona¹, J. Pujol¹.

¹Centro de Desarrollo de Sensores, Instrumentación y Sistemas, Universidad Politécnica de Cataluña.
Rambla Sant Nebridi, 10 (TR11) 08222 Terrassa-Barcelona

Resumen: En este trabajo se han comparado los instrumentos WAM-5500 y PowerRef-II para la medida de la respuesta acomodativa. Para ello, se realizaron medidas de la respuesta acomodativa estática y dinámica con ambos instrumentos en 30 pacientes jóvenes. Los resultados mostraron que existen diferencias significativas entre ambos instrumentos tanto para la acomodación estática como dinámica.

El Grand Seiko WAM-5500 [1] y el PowerRef II [2] son dos de los instrumentos más frecuentemente utilizados en el estudio de la acomodación. Dada su relevancia, se realizó un estudio comparativo de la medida de la respuesta acomodativa tanto en modo estático como dinámico.

30 pacientes entre 20 y 32 años (23.66 ± 3.19 años) participaron en este estudio. Se midió la respuesta acomodativa con ambos instrumentos en dos condiciones de estimulación: estática y dinámica. Las medidas estáticas se realizaron con estímulos acomodativos de 0.00D, 2.50D y 5.00D y se estudió la respuesta acomodativa medida con cada instrumento. En las medidas en modo dinámico se utilizó un estímulo acomodativo que cambiaba de 1.00 a 3.00D en 6 ciclos de 10 segundos (Figura 1) y se estudiaron, como parámetros para describir la dinámica de la acomodación, la velocidad media de acomodación y desacomodación y la velocidad de los picos de acomodación y desacomodación. Debido a la diferencia de frecuencia de muestreo entre ambos instrumentos (WAM-5500 5Hz, PowerRef-II 25Hz), el procesado de los datos dinámicos del PowerRef-II se realizó tanto a 5 como a 25Hz.

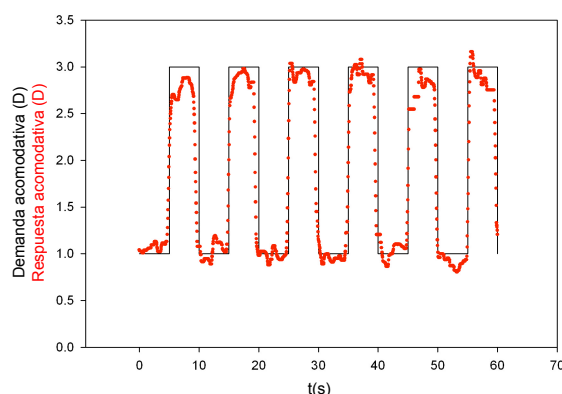


Figura 1.- Gráfica del comportamiento dinámico de la acomodación para una demanda acomodativa de 1 y 3D.

En las medidas estáticas, se observaron diferencias estadísticamente significativas para las demandas acomodativas de 0.00D y 5.00D, pero no así para 2.50D. El PowerRef-II midió valores 0.63D más positivos (hipermétropes) que el WAM-5500 para 0.00D o visión lejana. Ante una estimulación de 5.00D, el PowerRef-II midió respuestas acomodativas 0.32D mayores que el WAM-5500. En cuanto a la acomodación dinámica, el PowerRef-II midió velocidades medias y pico de acomodación y desacomodación mayores que el WAM-5500. Asimismo, el PowerRef-II midió mayores velocidades a 25Hz que a 5Hz.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que existen diferencias entre ambos instrumentos a la hora de medir la respuesta acomodativa. En el modo estático, existen diferencias entre ambos instrumentos. En el modo dinámico se comprobó que el PowerRef-II mide mayores velocidades, en parte debido a su mayor frecuencia de muestreo.

Referencias

- [1] Win-Hall DM, Houser J, Glasser A. "Static and dynamic accommodation measured using the WAM-5500 Autorefractor". *Optom Vis Sci.* **87**, 873 (2010).
- [2] Jainta S, Jaschinski W, Hoormann J. "Measurement of refractive error and accommodation with the photorefractor PowerRef-II". *Ophthalmic Physiol Opt.* **24**, 520 (2004).

Degenerate parametric oscillation in membrane cavity optomechanics

Carlos Sánchez-Muñoz¹, Mónica Benito², and Carlos Navarrete-Benlloch³

¹ *Dep. de Física Teórica de la Materia Condensada, Universidad Autónoma de Madrid, 28049 Madrid, Spain.*

² *Instituto de Ciencia de Materiales, CSIC, Cantoblanco, 28049 Madrid, Spain.*

³ *Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-str. 1, 85748 Garching, Germany.*

Resumen: Modern quantum technologies offer a window into physical models that seemed untestable not long ago. We show that optomechanical cavities are currently operated in a regime in which one of such elusive models, the degenerate parametric oscillator, can be implemented via proper multi-chromatic drivings. Holding the paradigm of a dissipative quantum phase transition whose associated spontaneously broken symmetry is discrete, this is among the most relevant fundamental models in the field of open system dynamics.

Together with lasing, degenerate parametric oscillation has possibly the best-studied quantum optical dissipative model. The main motivation for studying such a model came from nonlinear optics, in particular from the possibility of implementing it in optical parametric oscillators [1]: cavities containing a second order nonlinear crystal that, when pumped with a laser at frequency ω_p , are capable of generating a field at the subharmonic frequency $\omega_p/2$ through parametric down-conversion. Defining the annihilation operator a for photons in the subharmonic mode, the model is formulated as the following evolution equation for its state ρ :

$$\dot{\rho} = [\sigma(a^{\dagger 2} - a^2), \rho] + \gamma(2a\rho a^{\dagger} - a^{\dagger}a\rho - \rho a^{\dagger}a) + \Gamma(2a^2\rho a^{\dagger 2} - a^{\dagger 2}a^2\rho - \rho a^{\dagger 2}a^2), \quad (1)$$

where the first and last terms describe, respectively, coherent exchange and irreversible loss of photon pairs into the pumping laser, while the second one accounts for damping through the mirrors.

Unfortunately, in optical implementations the $\omega_p/2$ degenerate down-conversion has to compete with non-degenerate processes in which the photon pairs are generated at frequencies ω_1 and ω_2 such that $\omega_p = \omega_1 + \omega_2$ (energy conservation), and it is simple to show that phase-matching (momentum conservation) always gives preference to one of these processes above the phase transition. In other words, despite the great deal of work invested on this system, degenerate optical parametric oscillation does not exist in reality.

In this work we prove that modern quantum technologies in which a mechanical degree of freedom is dispersively coupled to the light field of a cavity, allow for a realistic implementation of this long-awaited model. We focus on a system consisting of an oscillating dielectric membrane embedded in an optical cavity, see Fig. 1, and show how the conditions under which these setups are currently operated [2,3], together with the proper multi-chromatic driving, make the experimental analysis of degenerate parametric oscillation accessible with present technology.

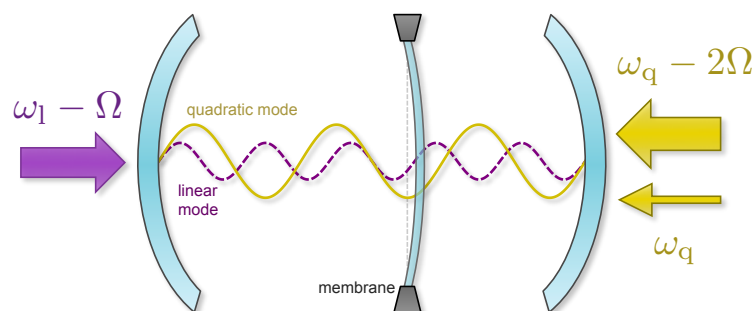


Fig. 1.- Setup proposed for the observation of degenerate parametric oscillation in a mechanical degree of freedom. The membrane is dispersively coupled to two driven cavity modes. One of them, denoted by ‘linear’ because its frequency depends linearly on the membrane’s displacement (ω_l is its bare value), tries to cool down the membrane’s fundamental mode (with oscillation frequency Ω) close to its quantum mechanical ground state, hence controlling the rate γ in Eq. (1). The other mode, denoted by ‘quadratic’ because in this case its frequency varies quadratically with the membrane’s displacement, contains two tones, one at the resonant frequency ω_q and another at the two-phonon sideband $\omega_q - 2\Omega$. The combination of these two tones induces the coherent and incoherent two-phonon processes needed for degenerate parametric oscillation, and, through their power, they allow for an independent tuning of Γ and σ in Eq. (1).

Referencias

- [1] P. Meystre and D. F. Walls (eds.), *Nonclassical Effects in Quantum Optics* (American Institute of Physics, 1991).
- [2] J. D. Thompson et al., “Strong dispersive coupling of a cavity to a micromechanical membrane”, *Nature* **452**, 72 (2008).
- [3] M. Karuza et al., “Tunable linear and quadratic coupling for a membrane within a cavity”, *J. Opt.* **15**, 025704 (2013).