

پهنا-ی-خطهای کوانتومی و گرمایی

پهن-شدگی ی کوانتومی ناشی از نایقینی ی انرژی ی گذار است، که از مرتبه ی \hbar (ثابت پلانک [1] تقسیم بر (2π)) تقسیم بر τ (زمان گذار) است. به این ترتیب، پهنا-ی-نسبی ی کوانتومی از مرتبه ی $(\hbar\tau^{-1} E^{-1})$ است، که E انرژی ی گذار است.

پهن-شدگی ی گرمایی ناشی از پدیده ی دُپلر [2] است، که از مرتبه ی سرعت گرمایی ی تابش-گر تقسیم بر سرعت نور است. به این ترتیب، پهنا-ی-نسبی ی گرمایی از مرتبه ی $(k_B T E_0^{-1})^{1/2}$ است، که k_B ثابت بُلْتسمان [3]، T دما، و E_0 انرژی-ی-سکون تابش-گر است. برای گذار اتم هیدروژن از اولین تراز برانگیخته به تراز پایه،

$$\tau = 10^{-9} \text{ s}, \quad E = 10 \text{ eV}, \quad E_0 = 10^9 \text{ eV}.$$

به این ترتیب پهنا-ی-نسبی ی کوانتومی از مرتبه ی 10^{-7} و پهنا-ی-نسبی ی گرمایی از مرتبه ی $(10^{-13} \text{ K}^{-1} T)^{1/2}$ است. برای این سیستم، در دماها ی کمتر از 0.1 K پهنا-ی-نسبی ی کوانتومی بیشتر از پهنا-ی-نسبی ی گرمایی ست.

[1] Planck

[2] Doppler

[3] Boltzmann