۴.۳ مدل ماشین گرمایی کوانتومی درهم‌تنیده

هر هامیلتونی دلخواه را می‌توان برحسب ویژه بردارها و ویژه مقادیرش به صورت قطری نوشت

$$H = \sum_i^N E_i |E_i\rangle\langle E_i| \tag{۴.۶}$$

که $|E_i\rangle$ ویژه بردار متناظر با ویژه مقدار E_i است. مقدار چشمداشتی هامیلتونی برابر است با:

$$U = \langle H\rangle = \sum_i^N p_i E_i. \tag{۴.۷}$$

که p_i احتمال اشغال تراز iام است. بنابراین داریم

$$dU = \sum_i^N E_i dp_i + p_i dE_i. \tag{۴.۸}$$

با مقایسه رابطه‌ی (۴.۳) با قانون اول ترمودینامیک

$$dU = \bar{d}W + \bar{d}Q \tag{۴.۹}$$

می‌توان قانون اول ترمودینامیک را برای یک سیستم کوانتومی تعریف کرد به طوری که

$$\bar{d}W := \sum_i^N p_i dE_i, \qquad \bar{d}Q := \sum_i^N E_i dp_i. \tag{۴.۱۰}$$

بنابراین رابطه‌ی (۴.۳) بیان قانون اوّل ترمودینامیک در سیستم‌های کوانتومی است. علامت بار روی d بدان مفهوم است که گرما،Q، و کار،W، مشتق کامل نیستند و به مسیر بستگی دارند. چرخه گرمایی کوانتومی که در اینجا مورد بررسی قرار می‌گیرد شامل چهار مرحله (گام)، دو مرحله‌ی هم‌دما و دو مرحله‌ی بی‌دررو، که به شرح زیر می‌باشند. شکل (۴.۱).