

* تابع پارتیشن:

آنسامبل کانونی (در تقاسم جامخزن گرمایی)

$$U = - \frac{\partial}{\partial \beta} \ln Z$$

$$Z = \sum_{\{r\}} e^{-\beta E_r}$$

$$Z = Z(T, V, N)$$

$$Z = e^{-\beta F} \rightarrow F = F(T, V, N)$$

$$U = U(S, V, N)$$

تابع پارتیشن

$$F = - \frac{1}{\beta} \ln Z$$

$$S = \frac{U}{T} + k_B \ln Z$$

* مثال: سیاهچاله (سیستمی که بصورت علمی نمی توان از داخل آن اطلاعات بدست آورد)

* با ترمودینامیک می توان اطلاعاتی در مورد انرژی و دمای آن بدست آورد.

* در تقاسم جامخزن گرمایی (یا دمای ثابت) است.

افق رویداد

خ

$$T \quad F(T, V)$$

$$\frac{\Delta}{2}$$

$$-\frac{\Delta}{2}$$

$$Z = 2 \cosh \left(\frac{\Delta}{T} \beta \right)$$

* سیستم دو ترازه:

SHO (نوسانگر هماهنگ ساده) ***

$$H = U + PV \quad \leftarrow \text{برای سیستم های تک ترازه} \quad Z = \frac{e^{-\frac{1}{2} \beta \hbar \omega}}{1 - e^{-\beta \hbar \omega}}$$

و معرور (معصوم) نشده است.

$$G = U + PV - TS \quad P = - \left(\frac{\partial F}{\partial V} \right)_{T, N} = - k_B T \left(\frac{\partial}{\partial V} \ln Z \right)_T$$

* برای سیستم های مقید (معصوم شده) ما فشار داریم و در فرمول V داریم:

$$C_V = \left(\frac{\delta U}{\delta T} \right)_V = k_B T \left[\nu \left(\frac{\delta \ln Z}{\delta T} \right)_V + T \left(\frac{\delta^2 \ln Z}{\delta T^2} \right)_V \right]$$

↓
 ظرفیت گرمایی
 ویژه در حجم
 ثابت

$$\beta = \frac{1}{k_B T} \quad d\beta = -\frac{1}{k_B T^2} \rightarrow \frac{\delta}{\delta \beta} = -k_B T^2 \frac{\delta}{\delta T}$$

$$U = k_B T^2 \frac{\delta \ln Z}{\delta T}$$

← مشتق این نسبت به T به
 ما C_V می دهد.

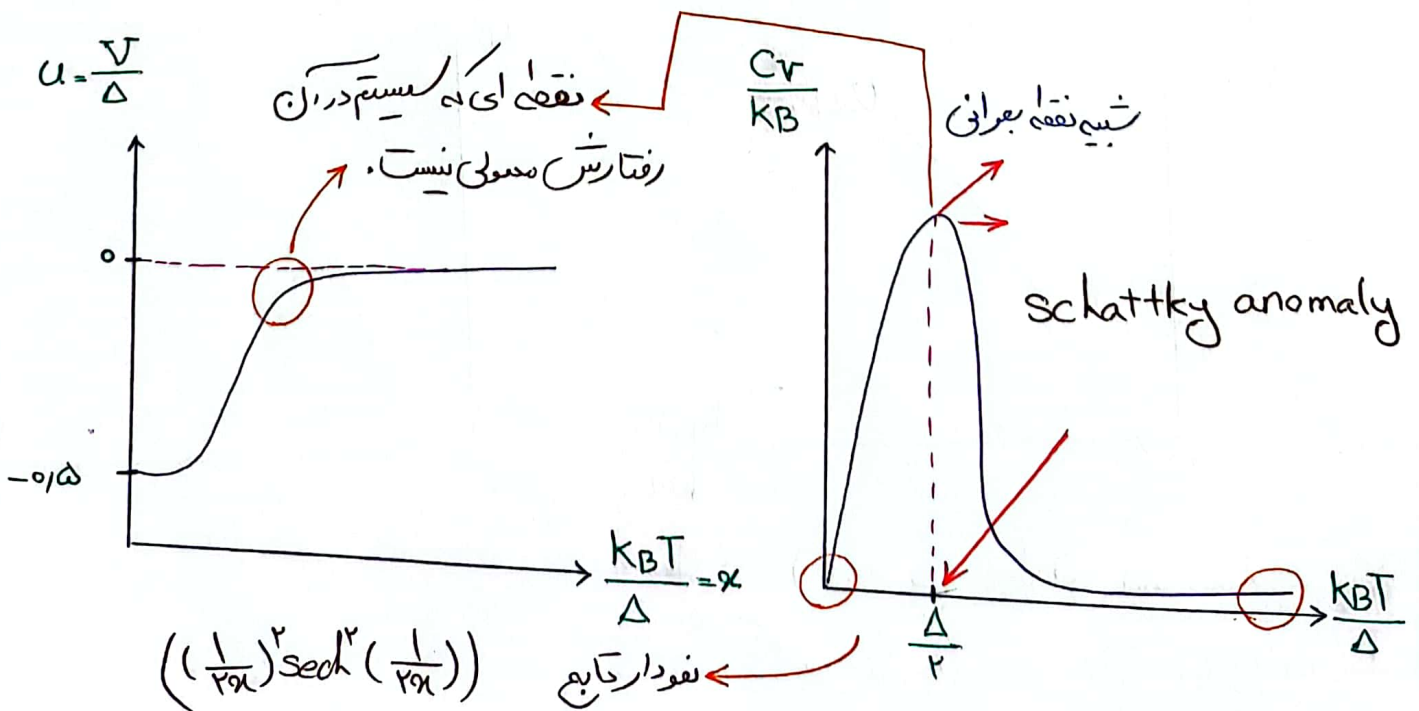
* سیستم دو ترازه:

$$Z = \nu \cosh \left(\frac{\beta \Delta}{\nu} \right)$$

$$U = -\frac{\delta}{\delta \beta} \ln Z = -\frac{\Delta}{\nu} \tanh \left(\frac{\beta \Delta}{\nu} \right)$$

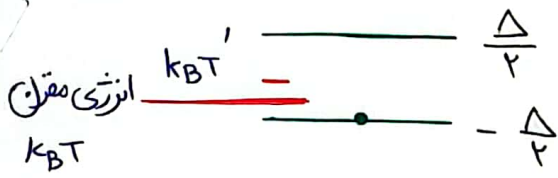
$$C_V = k_B \left(\frac{\beta \Delta}{\nu} \right)^2 \operatorname{sech}^2 \left(\frac{\beta \Delta}{\nu} \right)$$

$$u = -\frac{1}{\nu} \tanh \left(\frac{1}{\nu x} \right)$$



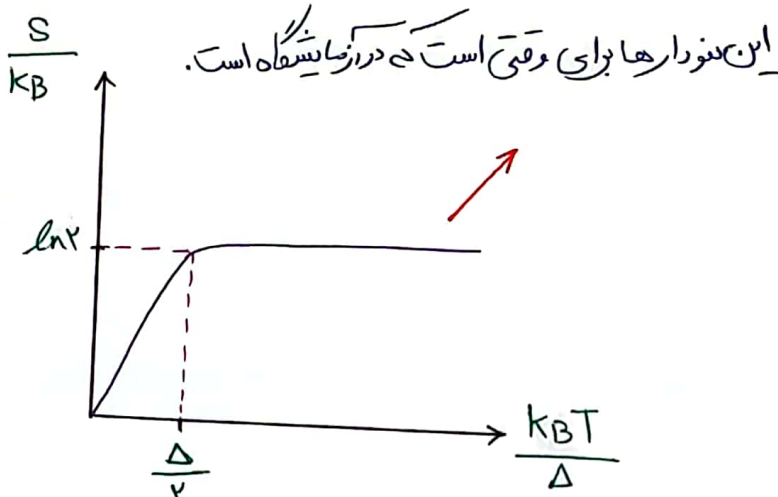
... در این حالت و حالت های دیگر.

* تئسرنیزی به واسطه‌ی تئسیرما برابر صفر است.



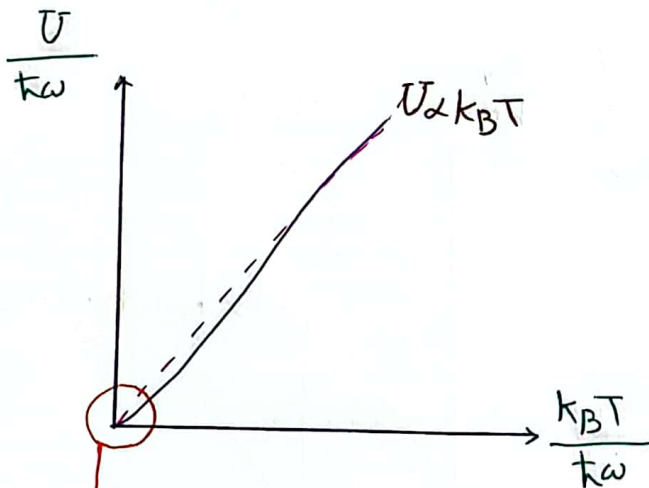
* با تئسیرما تئسیری در میکرو حالت‌های سیستم به وجود می‌آید.

(با تئسیر کم رما انرژی سیستم خیلی زیاد شده و میکرو حالت‌ها تعدادشان خیلی زیاد شده پس ظرفیت ترمایی بالا است.)

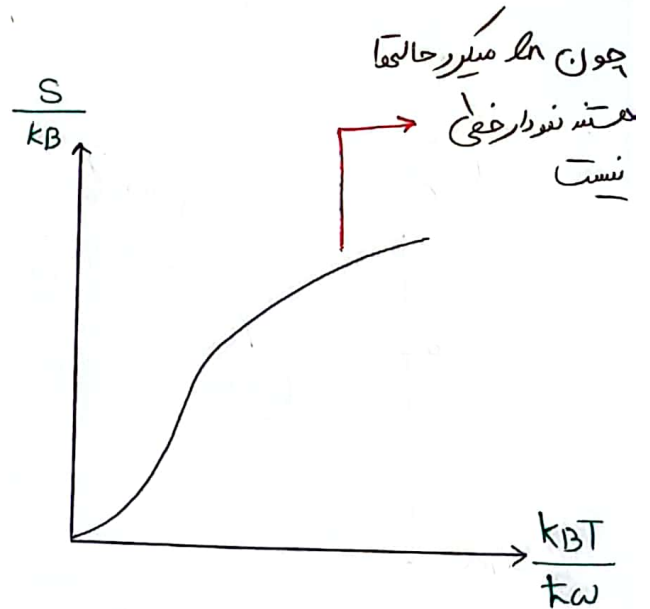


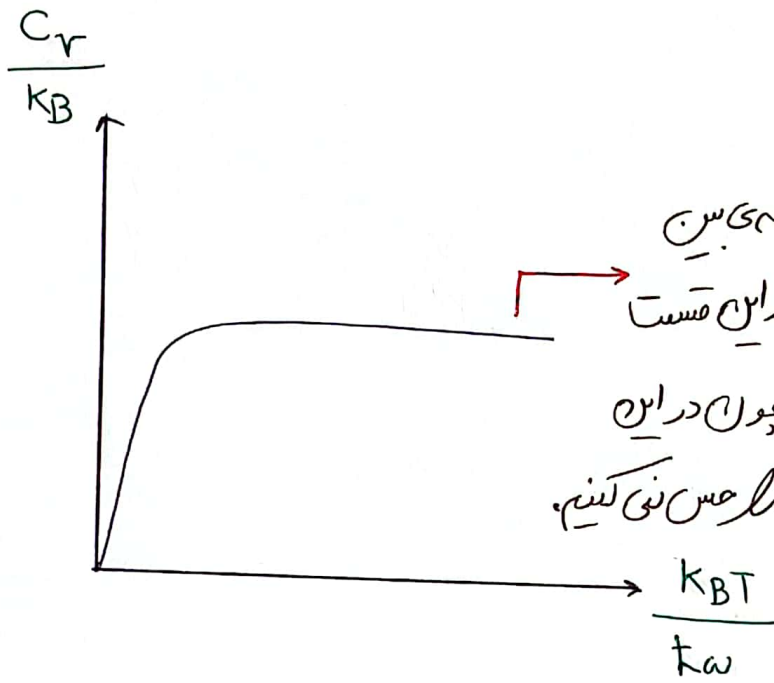
* نوشتارهای ساده:

$$Z = \frac{e^{-\frac{1}{2} \beta \hbar \omega}}{1 - e^{-\beta \hbar \omega}}$$



(این شیب جفاظر این است که اولش فاصله‌ی بین ترازها مشخص است ولی بعد این فاصله پیوسته به تهری رسد.)





وقتی دما زیاد شود خیلی، فاصلای بین
 ترازها اصلاً مشخص نیست در این قسمت
 رفتار سیستم پلاستیکی است چون در این
 قسمت گسستگی بین ترازها را حس نمی کنیم.