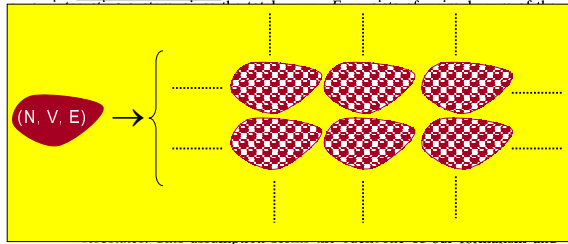


At the molecular level, however, a large number of possibilities still exist because at that level there will in general be a large number of different ways in which the macrostate (N, V, E) of the given system can be realized. In the case of

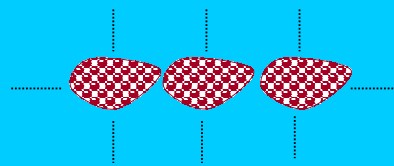


is generally referred to as the postulate of "equal a priori probabilities" for all microstates consistent with a given macrostate.

At the molecular level, however, a large number of possibilities still exist because at that level there will in general be a large number of different ways in which the macrostate (N, V, E) of the given system can be realized. In the case of a non-interacting system, since the total energy E consists of a simple sum of the N single-particle energies ϵ_i , there will obviously be a large number of different ways in which the individual ϵ_i can be chosen so as to make the total energy equal to E . In other words, there will be a large number of different ways in which the

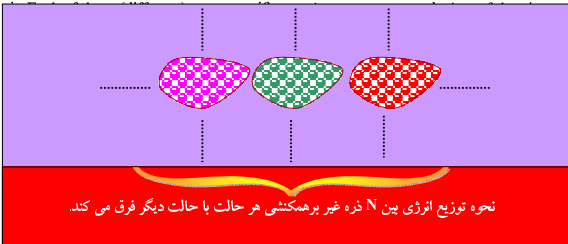
$$E = \sum_i \epsilon_i$$

پس می توان در این صورت، تعداد را به گونه ای اختیار یا جایگزین کرد که جمع کل همواره E را به دست بدهد. یعنی راه های متعددی وجود دارند که می توان از جمع آنها E را به دست آورد



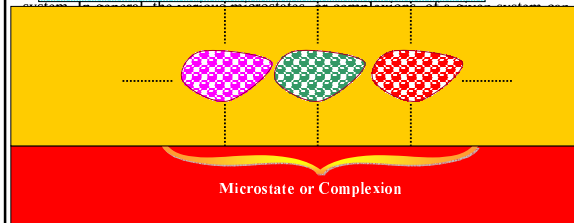
انرژی E را می توان بین N ذره غیر برهمکنشی به راه های مختلفی توزیع کرد به گونه ای که در هر صورت انرژی E به دست آید.

ways in which the individual ϵ_i can be chosen so as to make the total energy equal to E . In other words, there will be a large number of different ways in which the total energy E of the system can be distributed among the N particles constituting it.



نحوه توزیع انرژی بین N ذره غیر برهمکنشی در حالت یا حالت دیگر فرق می کند.

At the molecular level, however, a large number of possibilities still exist because at that level there will in general be a large number of different ways in which the macrostate (N, V, E) of the given system can be realized. In the case of a non-interacting system, since the total energy E consists of a simple sum of the N single-particle energies ϵ_i , there will obviously be a large number of different ways in which the individual ϵ_i can be chosen so as to make the total energy equal to E . In other words, there will be a large number of different ways in which the total energy E of the system can be distributed among the N particles constituting it. Each of these (different) ways specifies a microstate, or complexions of the given



Microstate or Complexion

system. In general, the various microstates, or complexions, of a given system can be identified with the independent solutions $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_n$ of the Schrödinger equation of the system, corresponding to the eigenvalue E of the relevant Hamiltonian.

در هر حالت چه برهمکنشی و چه غیر برهمکنشی بین یک ماکرو حالت داده شده و تعداد زیادی میکرو حالت تناظر وجود دارد.

At the molecular level, however, a large number of possibilities still exist because at that level there will in general be a large number of different ways in which the macrostate (N, V, E) of the given system can be realized. In the case of a non-interacting system, since the total energy E consists of a simple sum of the N single-particle energies ϵ_i , there will obviously be a large number of different ways in which the individual ϵ_i can be chosen so as to make the total energy equal

در هر حالت چه برهمکنشی و چه غیر برهمکنشی بین یک ماکرو حالت داده شده و تعداد زیادی میکرو حالت تناظر وجود دارد.

برهمکنشی یا غیر برهمکنشی

In any case, to a given macrostate of the system there does in general correspond a large number of microstates and it seems natural to assume, when there are no other constraints, that at any time t the system is equally likely to be in any one of these microstates. This assumption forms the backbone of our formalism and is generally referred to as the postulate of "equal a priori probabilities" for all microstates consistent with a given macrostate.

At the molecular level, however, a large number of possibilities still exist because at that level there will in general be a large number of different ways in which the macrostate (N, V, E) of the given system can be realized. In the case of a non-interacting system, since the total energy E consists of a simple sum of the N single-particle energies ϵ_i , there will obviously be a large number of different ways in which the individual ϵ_i can be chosen so as to make the total energy equal

فرض اشغال یا بودن در هر یک از میکرو حالتها بدون ارجحیت یکی بر دیگری استخوان بندی فرمالیزم مکانیک آماری را تشکیل می دهد و با اصل احتمالات مساوی شهرت دارد

of these microstates. This assumption forms the backbone of our formalism and is generally referred to as the postulate of "equal a priori probabilities" for all microstates consistent with a given macrostate.

اصل احتمالات مساوی

استخوان بندی مکانیک آماری بدین صورت شکل می گیرد که احتمال اشغال هر کدام از حالت ها با دیگری مساوی است .

اصول مکانیک آماری

- ۱) اگر احتمال اشغال هر یک از حالت های دسترس پذیر یک دستگاه ایزوله با هم مساوی باشند، آنگاه آن دستگاه در حال تعادل است . (با زمان تغییر نمی کند — آنسامبل ایستا)
- ۲) اگر احتمال اشغال هر یک از حالت های دسترس پذیر یک دستگاه ایزوله با هم مساوی نباشند، آن گاه دستگاه در حال تعادل نیست. (که در این صورت دستگاه آنقدر با زمان تغییر می کند تا به حالت تعادل برسد — آنسامبل دینامیک).

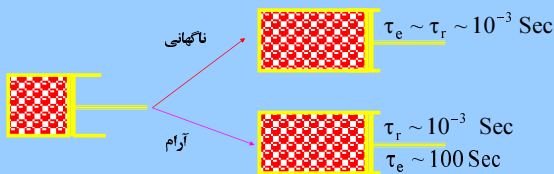
Relaxation time $\sim 10^{-3}$ Sec

- ۳) عکس اصل اول: اگر یک دستگاه ایزوله در حال تعادل باشد، آن گاه احتمال اشغال هر یک از حالت های دسترس پذیر یکسان است. (اصل احتمالات مساوی) .

چه وقت وابستگی زمانی در رسیدن به حالت تعادل اهمیت دارد؟ پاسخ: وقتی که: $\tau_e \sim \tau_r$

experimental relaxation

یک پیستونی را یکبار سریع و یکبار کند به عقب می کشیم و حالت تعادلی را بررسی می کنیم .



چون در حالت آرام $\tau_e \ll \tau_r$ است، پس می توان دستگاه را در هر لحظه در حال تعادل فرض کرد.

$$\text{if } \tau_e \approx \tau_r$$

سیستم غیر تعادلی

$$\text{if } \tau_e \gg \tau_r$$

سیستم تعادلی

به عنوان مثالی از عکس حالت آرام می توان از فرایند اکسید شدن یک فلز در مجاورت هوا نام برد

آهن در مجاورت هوا (قبل از اکسید شدن)

آهن اکسید شده

پس از گذشت زمان طولانی

$$\tau_r \sim 100 \text{ Years}$$

اگر مشاهدات تجربی ما هر ۲ روز یکبار انجام شود $\tau_e \sim 2 \text{ Days}$ آنگاه می توان دستگاه را دوباره در حالت تعادل فرض کرد. پس اصول اول و سوم قابل استفاده اند. $\tau_e \ll \tau_r$

اما در حالت ناگهانی: $\tau_e \sim \tau_r$. مساله زمان مهم می شود و مساله پیچیده است. اصول اول و سوم کاربرد ندارند. اما اصل دوم نیز اطلاعات زیادی را به دست نمی دهد و فقط می گوید که دستگاه به سمت حالت تعادل خواهد رفت.

The actual number of all possible microstates will, of course, be a function of N , V and E and may be denoted by the symbol $\Omega(N, V, E)$; the dependence on V comes in because the possible values ϵ_i of the single-particle energy ϵ are themselves a function of this parameter.² Remarkably enough, it is from the magnitude of the number Ω , and from its dependence on the parameters N , V and E , that complete thermodynamics of the given system can be derived!

تعداد میکرو حالت های ممکن $\longrightarrow f(N, V, E) \equiv \Omega(N, V, E)$

The actual number of all possible microstates will, of course, be a function of N , V and E and may be denoted by the symbol $\Omega(N, V, E)$; the dependence on V comes in because the possible values ϵ_i of the single-particle energy ϵ are themselves a function of this parameter.² Remarkably enough, it is from the magnitude of the number Ω , and from its dependence on the parameters N , V and E , that complete thermodynamics of the given system can be derived!

$$f(N, V, E) \equiv \Omega(N, V, E);$$

$$\epsilon_i \propto V^{-2/3}$$

The actual number of all possible microstates will, of course, be a function of N , V and E and may be denoted by the symbol $\Omega(N, V, E)$; the dependence on V comes in because the possible values ε_i of the single-particle energy ε are themselves a function of this parameter.² Remarkably enough, it is from the magnitude of the number Ω , and from its dependence on the parameters N , V and E , that complete thermodynamics of the given system can be derived!

$\Omega(N, V, E)$  کلیه خواص ترمودینامیکی دستگاه را به دست می دهد

We shall not stop here to discuss the ways in which the number $\Omega(N, V, E)$ can be computed; we shall do that only after we have developed our considerations sufficiently so that we can carry out further derivations from it. First we have to discover the manner in which this number is related to any of the leading thermodynamic quantities. To do this, we consider the problem of "thermal contact" between two given physical systems, in the hope that this consideration will bring out the true nature of the number Ω .

در اینجا خود را مشغول محاسبه تعداد میکروحالات $\Omega(N, V, E)$ نمی کنیم. این کار را زمانی انجام خواهیم داد که به اندازه کافی بتوانیم از $\Omega(N, V, E)$ اطلاعات کسب کنیم. در اینجا ابتدا ارتباط بین ترمودینامیک و اندازه خرد حالتها را تعیین می کنیم. برای این کار به صورت زیر عمل می کنیم.