

Böüm 3 kinetike tfor:

2.1. Problem Formulasystem

V haeminale, N molekulitü seynettik bil gar olon. (i) gürich n-
cahlek (ii) seynettik (iii) her bi molekulitü olge polietil gar
molekulitü onse urahlepe myste idik olon.

$$\lambda < (v/n)^{1/3}$$

$$\frac{\bar{h}}{p} = \frac{\bar{h}}{\sqrt{2mE_T}} < (v/N)^{1/3} \Rightarrow \frac{\bar{h}}{\sqrt{2mE_T}} \left(\frac{N}{V}\right)^{1/3} \ll 1$$

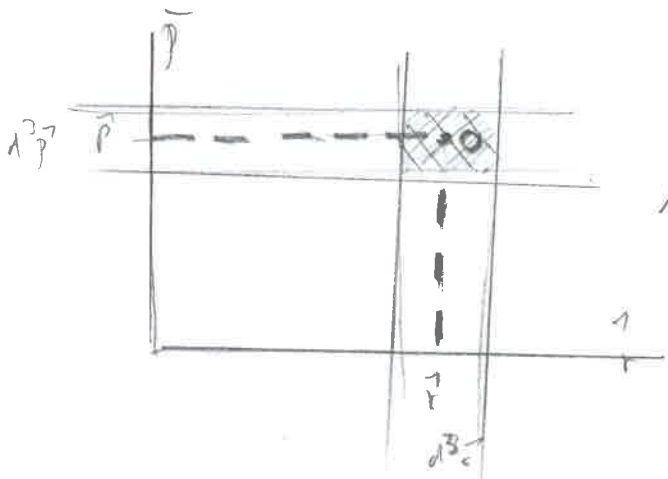
olsan.

(iv) molekulite $\bar{p}$ mon. $\rightarrow \bar{p}$ konum. $\rightarrow$ $\bar{p}$ tanim. (v) molekulite
birlikinde $\rightarrow$ $\bar{p}$ birlikte (vi) molekulite $\rightarrow$ $\bar{p}$ birlikte $\rightarrow$ $\bar{p}$ birlikte
kenti $\rightarrow$ $\bar{p}$ birlikte $\rightarrow$ $\bar{p}$ birlikte.

Herbst molekulare Details herabsteigend in die Tiefe. Besser werden

- Laplace form: $f = f(\vec{r}, \vec{p}, t)$

$f(\vec{r}, \vec{p}, t) d^3\vec{p} d^3\vec{r}$ t anında $d^3\vec{r}$ ve $d^3\vec{p}$ hacimlerini
 parçacık sayısını bu maddede f 'nin
 değeri sürekli.



g-uzayl b-bog'at.

$$\sum f(\vec{r}, \vec{p}, t) d^3\vec{r} d^3\vec{p} \xrightarrow{\approx} \int f(\vec{r}, \vec{p}, t) d^3\vec{r} d^3\vec{p}$$

normalizasyon sonucu $\int f(\vec{r}, \vec{p}, t) d^3\vec{r} d^3\vec{p} = N$

$\lim_{t \rightarrow 0} f(\vec{r}, \vec{p}, t) \xrightarrow{\text{limiti}} \text{denge durumu var.}$

bu bir A denli bulabilir.

herhangi bir t anında N nokta, bu t anında tüm sistemin durum p-uzayında N noktaya temsil edilebilir.

$\int f d^3\vec{p} = \frac{N}{V}$

(i) moleküler sayıya olmasın ($\sigma=0$)

t anında $(\vec{r}, \vec{p})$ noktasında $d^3\vec{r} d^3\vec{p}$ hacmindeki f okunuyorsa $f(\vec{r}, \vec{p}, t)$ diyelim. $t + \delta t$ sonra ise $(\vec{r} + \vec{v}\delta t, \vec{p} + \vec{F}\delta t, t + \delta t)$ noktasında $d^3\vec{r}' d^3\vec{p}'$ hacmindeki ise $f(\vec{r} + \vec{v}\delta t, \vec{p} + \vec{F}\delta t, t + \delta t)$ olsun sayıya olmasın $\delta t \rightarrow 0$ aldıkça

$f(\vec{r}, \vec{p}, t) d^3\vec{r} = f(\vec{r} + \vec{v}\delta t, \vec{p} + \vec{F}\delta t, t + \delta t) d^3\vec{r}' d^3\vec{p}'$

μ -uzayında: $d^3\vec{r} d^3\vec{p} = d^3\vec{r}' d^3\vec{p}'$ t, t' anında $d^3\vec{r}' d^3\vec{p}'$ hacminde bulunulur.

aslında $d^3\vec{r} d^3\vec{p} = |J| d^3\vec{r}' d^3\vec{p}'$

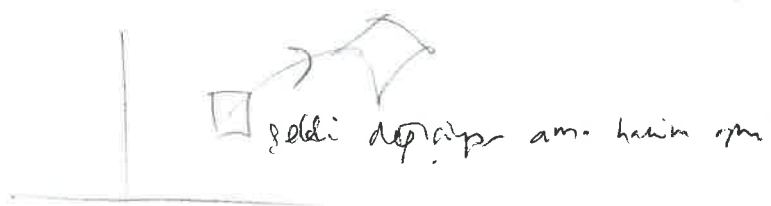
$\vec{r}' = \vec{r} + \vec{v} dt$

$\vec{p}' = \vec{p} + \vec{F} dt$

$|J| = \frac{\partial(x', y', z', v'_x, v'_y, v'_z)}{\partial(x, y, z, v_x, v_y, v_z)}$

$J = \begin{vmatrix} \frac{\partial x'}{\partial x} & \frac{\partial x'}{\partial y} & \frac{\partial x'}{\partial z} & \dots & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & dt & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & dt & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & dt \\ \hline \frac{1}{m} \frac{\partial F_x}{\partial x} dt & \dots & \dots & 1 & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{vmatrix}$

$= 1 + O((dt)^2) = 1$



(ii) şapşama oluru ($\sigma \neq 0$).

$$f(\vec{r}, \vec{p}, t) = f(\vec{r} + \vec{v} \delta t, \vec{p} + \vec{F} \delta t, t + \delta t) - \left(\frac{\partial f}{\partial t} \right)_{\text{coll}} \delta t$$

$$f(\vec{r} + \vec{v} \delta t, \vec{p} + \vec{F} \delta t, t + \delta t) = f(\vec{r}, \vec{p}, t) + \left(\frac{\partial f}{\partial t} \right)_{\text{coll}} \delta t$$

δt de 1. mertebeyle haddesiz.

$$\frac{\partial f}{\partial t} \delta t + \vec{v} \cdot \vec{\nabla}_r f \delta t + \vec{p} \cdot \vec{\nabla}_p f \delta t + f(\vec{r}, \vec{p}, t)$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\vec{p}}{m} \cdot \vec{\nabla}_r + \vec{F} \cdot \vec{\nabla}_p \right) f = \left(\frac{\partial f}{\partial t} \right)_{\text{coll}}$$

Boltzman Denk:

şapşama terimi

şimdiki son $\rightarrow$ bu nedir?

μ -uzayında bir hacim eleman A ve bunda δt sonraki de B olsun



$$A \equiv (\vec{r}, \vec{p}, t)$$

$$B \equiv (\vec{r} + \vec{v} \delta t, \vec{p} + \vec{F} \delta t, t + \delta t)$$

δt aralığında şapşama ile baz moleküler A'den çıkartılır.

o kadar hızlı ki bir kez bir mal. sayısını A'den çıkar.

$$\left[\delta t \neq 0 \text{ ileen } B \text{ deki mal. sayı} \right] = \left[t \text{ anında } A \text{ deki mal. sayı} \right] + \left[\delta t \text{ anında şapşama ile } A \text{ ya gelen moleküler sayı} \right]$$

$$\left(\frac{\partial f}{\partial t} \right)_{\text{coll}} \delta t = (\vec{v} \cdot \vec{\nabla}_r) \delta t$$

$\vec{v} \delta t d^3 \vec{r} d^3 \vec{p} =$ t ve $t + \delta t$ arasında olan şapşama sayısı $\vec{v}$ ile δt arasında $d^3 \vec{r} d^3 \vec{p}$ haciminde de.

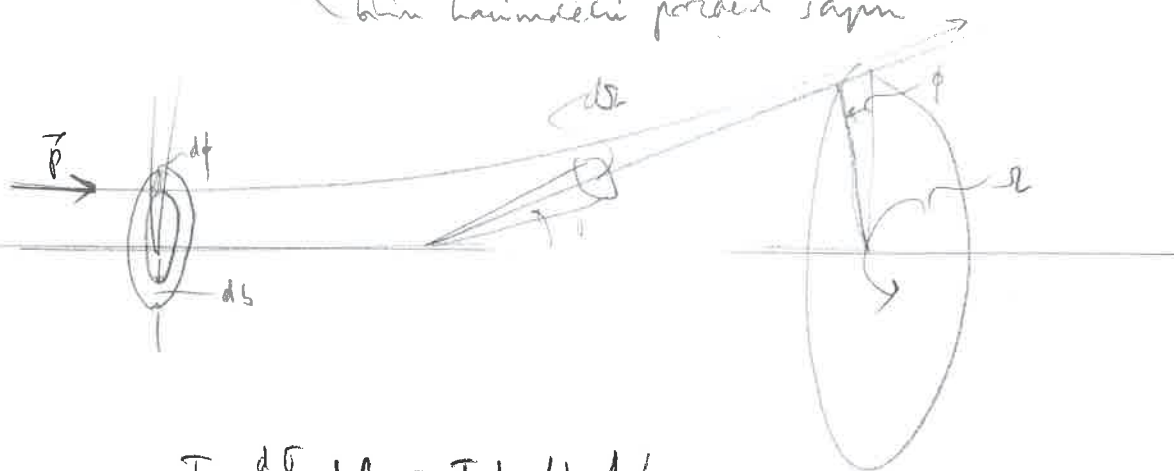
BS K $\delta t d^3 \vec{r} d^3 \vec{p} =$ // bir $d^3 \vec{r} d^3 \vec{p}$ haciminde // bir δt aralığında // şapşama moleküllerden

diff. sağı tenz kenti larum $\frac{d\sigma}{d\Omega}$

$$\sigma_t = \int \frac{d\sigma}{d\Omega} d\Omega$$

$\int \frac{d\sigma}{d\Omega} d\Omega \equiv \Omega$ sferik alanda $d\Omega$ katı açısı için birim zamanda saçılan moleküller sayıdır.

alm: $= n(\vec{v}_+ - \vec{v}_-)$
birim birimdeki potansiyel sayı



$$\int \frac{d\sigma}{d\Omega} d\Omega = \int b db d\phi$$

3.2. İnteli Çarpımlar:

$$m_1, m_2 \left\{ \begin{array}{ll} \vec{p}_1, \vec{p}_2 & \epsilon_1, \epsilon_2 \\ \vec{p}_1', \vec{p}_2' & \epsilon_1', \epsilon_2' \end{array} \right.$$

Esnek

$$\epsilon_i = \frac{p_i^2}{2m_i}$$

$$\left. \begin{array}{l} \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2' \\ \epsilon_1 + \epsilon_2 = \epsilon_1' + \epsilon_2' \end{array} \right\} M = m_1 + m_2$$

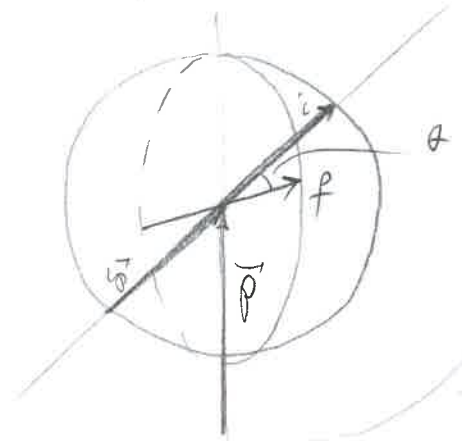
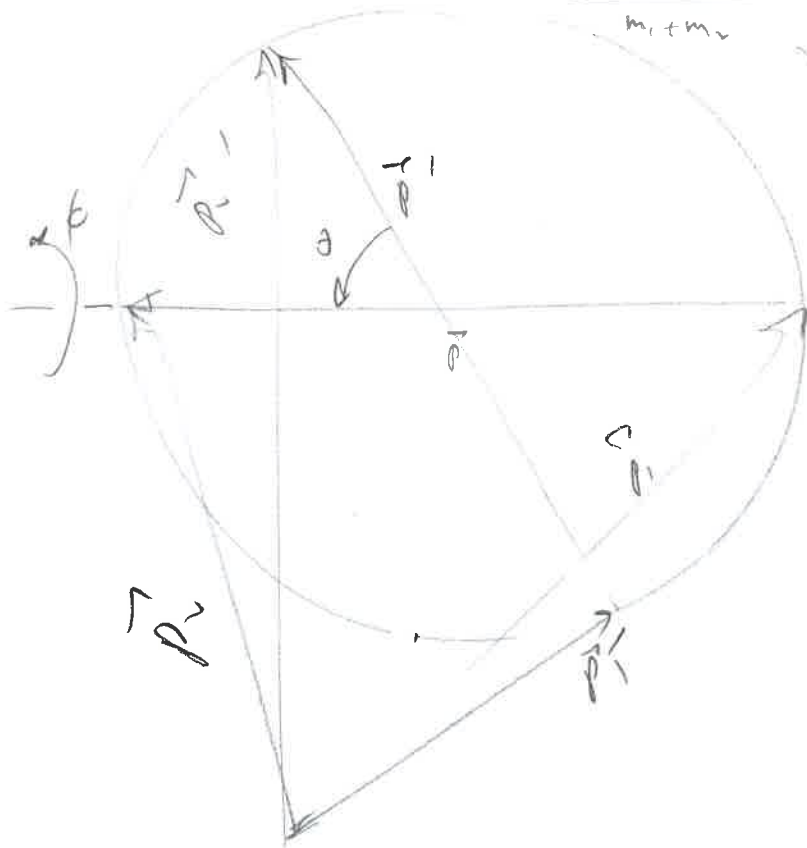
$$g = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

$$\vec{P} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \quad \text{top. non}$$

$$\vec{P} = \vec{p}_1 - \vec{p}_2 \quad \text{bottom non } m_1 = m_2$$

$$\vec{P} = \vec{P}' \quad |\vec{P}| = |\vec{P}'|$$

$$\frac{m_1 \vec{p}_1 - m_2 \vec{p}_2}{m_1 + m_2} = \mu (\vec{v}_1 - \vec{v}_2)$$



lösungen:

$$\vec{p}_1 = \frac{m_1}{M} \vec{P} - \vec{p}$$

$$\vec{p}_2 = \frac{m_2}{M} \vec{P} + \vec{p}$$

$$E = \frac{P^2}{2M} + \frac{p^2}{2\mu}$$

quantum mechaniksel asidom temel nicelik T geçiş matrisi:

$$H = H_0 + H'$$

$$H_0 |\varphi_n\rangle = E_n |\varphi_n\rangle \quad H |\psi\rangle = E |\psi\rangle$$

$$(H_0 + H') |\psi\rangle = E |\psi\rangle \quad H' |\psi\rangle = (E - H_0) |\psi\rangle$$

$$G_0(E) = \frac{1}{E - H_0 + i\epsilon} \quad \text{resolvent}$$

$$|\psi\rangle = |\varphi_n\rangle + G_0(E_n) H' |\psi\rangle \quad \text{Lippmann-Schwinger Den.}$$

$$\psi(r) = \varphi_n(r) + \int G_0(\vec{r}, \vec{r}'; E_n) H' \psi(\vec{r}') d^3r'$$

(1. Born yaklaşım)

$$|4\rangle = |4_0\rangle + G_0 \mathcal{H}' |4_0\rangle + G_0 \mathcal{H}' G_0 \mathcal{H}' |4_0\rangle + \dots$$

$$\left(\frac{\eta^2}{m}\right) 4\pi f = - \langle 4_0 | \mathcal{H}' | 4 \rangle \quad \mathcal{H}' | 4 \rangle = T(\mathcal{E}) | 4_0 \rangle$$

T : gelik matrisi

$$T(\mathcal{E}) = \mathcal{H}' + \mathcal{H}' G_0 T(\mathcal{E})$$

$$= \mathcal{H}' + \mathcal{H}' G_0 \mathcal{H}' + \mathcal{H}' G_0 \mathcal{H}' G_0 \mathcal{H}' + \dots$$

$$S = 1 - 2\pi i \delta(\mathcal{E} - \mathcal{H}_0) T \quad S\text{-matrisi}$$

$(1, 2) \rightarrow (1', 2')$ durumu gelik oran

$$dP_{12 \rightarrow 1'2'} = \mathcal{I} d\sigma = d^3 p_1' d^3 p_2' \delta^4(p_f - p_i) |T_{fi}|^2$$

$$\delta^4(p_f - p_i) = \delta^3(\vec{p} - \vec{p}') \delta(t - t') \quad (E \neq E')$$

$$\text{D.f. ter. kereti: } \mathcal{I} \frac{d\sigma}{4\mathcal{E}} = \int d^3 p_2' p_1' \tilde{\sim} \int d^3 p_1' \delta^4(p_f - p_i) |T_{fi}|^2$$

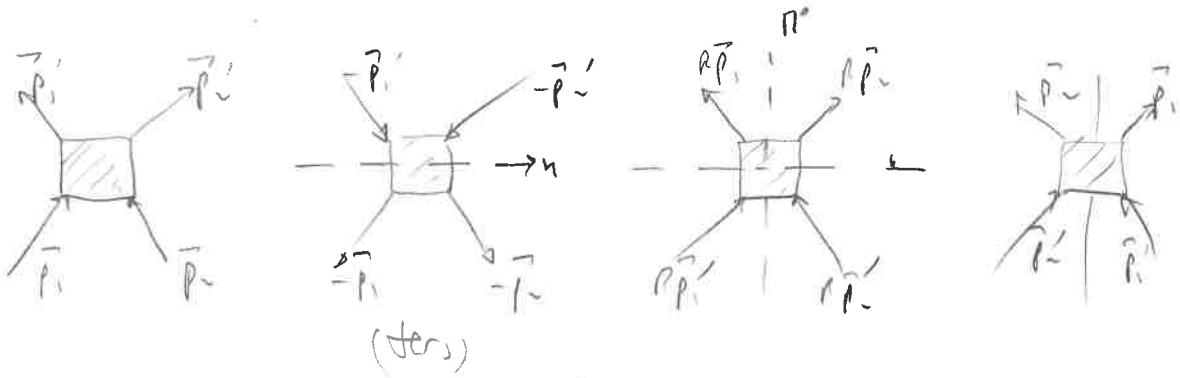
T : matrisi, uzayal dönmele ve zamanla atında ve zaman terslenmesi atında invaryanttır. (tüm melekile etimlemede elektromagnetik orijini olduklarımda)

$$\langle \vec{p}_1' \vec{p}_2' | T | \vec{p}_1 \vec{p}_2 \rangle = \langle R \vec{p}_2' R \vec{p}_1' | T | R \vec{p}_1 R \vec{p}_2 \rangle$$

$$\langle \vec{p}_1' \vec{p}_2' | T | \vec{p}_1 \vec{p}_2 \rangle = \langle -\vec{p}_2, \vec{p}_1 | T | -\vec{p}_1, -\vec{p}_2 \rangle$$

$$\text{ters sağılma: } \langle \vec{p}_2' \vec{p}_1' | T | \vec{p}_1 \vec{p}_2 \rangle = \langle \vec{p}_2 \vec{p}_1 | T | \vec{p}_1' \vec{p}_2' \rangle$$

aynı T matrisine, deaynı ile aynı S ya sahiptir.



Varsayımlar:

- 1) Çarpımlar iktisil olarak (binary)
- 2) Kap duvar ile olan çarpımlar iktisil
- 3) Değerlendirilebilir çarpımlar iktisil olarak etkilidir (ikmal)
- 4) Moleküler kaos (Bolteman 1874)
Stoichiometrisal çarpımlar iktisil olarak etkilidir (uncorrelated)

$(\vec{p}_1, \vec{p}_2)$ moleküler çarpımlar iktisil olarak etkilidir (F deki $d^3\vec{r}$ için eleman iktisil, δt zaman aralığı)

$$\int dN_{12} = F(\vec{r}, \vec{p}_1, \vec{p}_2, t) d^3\vec{p}_1 d^3\vec{p}_2 d^3\vec{r}$$

iki parçacık korelasyon fonksiyonu

$$3.10 \rightarrow R \delta t d^3\vec{r} d^3\vec{p}_1 = \delta t d^3\vec{p}_1 d^3\vec{r} \int d^3\vec{p}_2 dN_{12} F(\vec{r}, \vec{p}_1, \vec{p}_2, t)$$

$$R = \int d^3\vec{p}_2 d^3\vec{p}_1' d^3\vec{p}_2' \delta^n(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 - \vec{p}_1' - \vec{p}_2') |\vec{T}_{fi}|^2 F(\vec{r}, \vec{p}_1, \vec{p}_2, t)$$

$$\bar{R} = \int d^3\vec{p}_2 d^3\vec{p}_1 d^3\vec{p}_2' \delta^n(\vec{p}_1 - \vec{p}_2 - \vec{p}_2' - \vec{p}_1') |\vec{T}_{fi}|^2 F(\vec{r}, \vec{p}_1', \vec{p}_2', t)$$

$$|\vec{T}_{fi}|^2 = |\vec{T}_{fi}|^2$$

$$\left(\frac{\partial f}{\partial t} \right)_{\text{coll}} = \bar{R} - R = \int d^3\vec{p}_2 d^3\vec{p}_1' d^3\vec{p}_2' \delta^n(\vec{p}_1 - \vec{p}_2 - \vec{p}_2' - \vec{p}_1') |\vec{T}_{fi}|^2 (F_{12} - F_{12})$$

$\frac{d\sigma}{d\Omega} |\vec{v}_1 - \vec{v}_2| d\Omega$

F Cor. Ant.

• Verfahren:

A1

f_1

Farklı iki türde model var;

A: $m, \bar{F}, f$

$$B = M, \vec{Q}, z$$

slowly

$$\alpha, \beta : r = A \rightarrow c \in D$$

ayrı dağ. for. len

$$= \sum_{\alpha \beta \gamma} \int d^3 \vec{r}_i \int dr |\psi_i - \bar{\psi}| \sigma(r)_{\alpha \beta, A \gamma} (f_1 \sim f \sim p = f_1 \beta f_{-2})$$

$$(\partial_t + \vec{J}_1 \cdot \vec{\nabla}_r + \vec{Q} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{r}_2}) \eta = \sum_{\alpha \in \mathcal{P}_8} \int d^3 \vec{r}_1 \, d\mu \, |\vec{r}_1 - \vec{r}_2| \sigma(\mu)_{\alpha \beta, B_8}$$

$$\times (g'_{\alpha} g_{\beta} - g_{\beta} g'_{\alpha})$$

$$\sigma_{AA,AA} = \sigma_{AC,AB} = \sigma_{BA,BA} = \sigma_{BB,BB} = \sigma \neq 0$$

$f_{13} \rightarrow g_2$ linear!

3.4. Gibbs topological

istatistik topluluk : gıda durumu

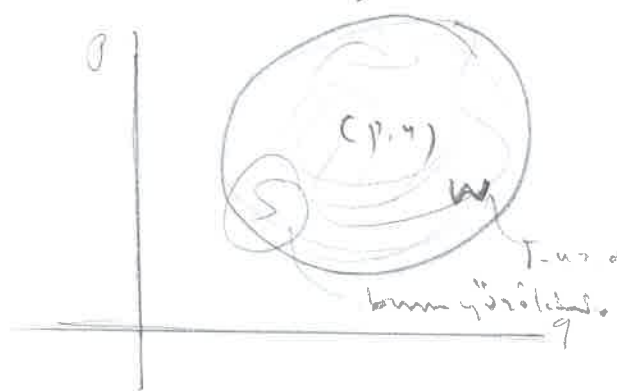
9.12. 2H lemming board. we build
2 lemming members $\bar{P}_1, \dots, \bar{P}_n$ ↓

Γ -uzay veyə fərqli Γ -uzayları qəbul edək. $\{\bar{p}_1, \dots, \bar{p}_N, \bar{q}_1, \dots, \bar{q}_N\}$

die par
K teil per cent p-magneten fällen

begin the 5-week search.

parçacık yörüngesini ve diğerlerini yörüngesini hesaplar.



Toplam Γ uzayında belirli noktaların yörüngesini

yörüngesini gösteren $f(\vec{q}, \vec{p}, t)$

ile tanımlanır.

Γ uzayında f için birim yörüngesini

$\int f(\vec{q}, \vec{p}, t) d^N q d^N p$ $(\vec{p}, \vec{q})$ noktası civarında Γ uzayının birim elemanı $d^N q d^N p$ + orijinde yer alan Γ uzayının birim elemanı $d^N q d^N p$ + orijinde yer alan Γ uzayının birim elemanı $d^N q d^N p$

$$\dot{p}_i = - \frac{\partial H}{\partial q_i}$$

Hamiltonianın birinci terimi

$$\dot{q}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i}$$

$(i = 1, \dots, 3N)$

$$H = H(p_1, \dots, p_{3N}; q_1, \dots, q_{3N})$$

LIUVILLE teoremi

$$\frac{dS}{dt} = 0 = \frac{\partial f}{\partial t} + \sum_{i=1}^{3N} \left(\frac{\partial f}{\partial p_i} \dot{p}_i + \frac{\partial f}{\partial q_i} \dot{q}_i \right)$$

ispat:

$$\vec{f} \equiv (\dot{p}_1, \dots, \dot{p}_{3N}; \dot{q}_1, \dot{q}_2, \dots, \dot{q}_{3N})$$

$$-\frac{d}{dt} \int_W f dW = \int dS \vec{n} \cdot \vec{f} f$$

$$= \int_W \vec{\nabla} \cdot (\vec{f} f) dW$$

6N boyutlu uzayda div. teoremi

$$\int_W \left(\frac{\partial f}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\vec{f} f) \right) dW = 0$$

W kenarları sınırlıdır

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\vec{f} f) = 0$$

olmalıdır

$$\vec{\nabla} \equiv \left(\frac{\partial}{\partial p_1}, \dots, \frac{\partial}{\partial p_{3N}}; \frac{\partial}{\partial q_1}, \dots, \frac{\partial}{\partial q_{3N}} \right)$$

$$\vec{\nabla} \cdot (\vec{v}_p) = \sum_{i=1}^{3N} \left(\frac{\partial}{\partial p_i} \dot{p}_i + \frac{\partial}{\partial q_i} \dot{q}_i \right) = \sum_i \left(\frac{\partial \dot{p}_i}{\partial p_i} + \frac{\partial \dot{q}_i}{\partial q_i} \right) p$$

Ham. denklemleri

$\frac{d\mathcal{H}}{dt} = 0$ $\rightarrow$ uzayın belirli bir noktası zamanla değişmez (statistiksel ortalama)

Q : dinamik değişken (operator)

$$\langle Q \rangle = \frac{\int d^{3N}q \int d^{3N}p Q(p, q, t) \rho(p, q, t)}{\int d^{3N}q \int d^{3N}p \rho(p, q, t)}$$

Q nun topluluğu ort

2.5. BBGKY Hiyerarşisi

Bogoliubov - Born - Green - Kirkwood - Yvon

Frekans teorisi: yeterince uzun süre bekletilirse, bir sistemin belirli bir halden geçiş yapma olasılığı hesaplanabilir.

f_s : s-tane parçacık için korulan bir fonksiyon. (s-tane parçacığın bir anlık ve kesin bir konumda bulunma olasılığı)

$$\{ \underbrace{p_i, q_i}_{3N} \} \rightarrow \{ \underbrace{\bar{p}_i, \bar{r}_i}_N \} = z_i$$

$$\int d^3r_i d^3p_i \rightarrow \int dz_i$$

$$\int dz_1 dz_2 \dots dz_N f(1, 2, \dots, N, t) = 1$$

$$\langle \dots \rangle = \int dz_1 \dots dz_N \rho(1, \dots, N) f(1, \dots, N, t)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = - \sum_{i=1}^N \left(\nabla_{p_i} f \dot{p}_i + \nabla_{r_i} f \dot{r}_i \right)$$

$$= \sum_i \left(\bar{\nabla}_{p_i} f \cdot \bar{\nabla}_{r_i} \pi - \bar{\nabla}_{r_i} f \cdot \bar{\nabla}_{p_i} \pi \right) \quad \pi = \sum_i \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i,j} u_{ij} + \sum_{i,j,k} v_{ijk}$$

$u_{ij} \equiv u(r_{ij})$
 $v_{ijk} \equiv v(r_{ij}, r_{jk}, r_{ki})$

$$\vec{\nabla}_{\vec{r}_i} h = \vec{\nabla}_{\vec{r}_i} \psi_i + \sum_{j=1}^N \vec{\nabla}_{\vec{r}_i} \psi_{ij}$$

$$= -\vec{F}_i - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N \vec{F}_{ij}$$

$$\nabla_{\vec{p}_i} h = \frac{\vec{p}_i}{m}$$

$$\left[\frac{\partial}{\partial t} + h_N(1, 2, \dots, N) \right] \psi(1, \dots, N) = 0$$

$$= \sum_i \left[\frac{\vec{p}_i}{m} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{r}_i} + \vec{F}_i \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_i} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^N \vec{K}_{ij} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_i} \right]$$

$$K_{ij} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_i} + K_{ji} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_j}$$

$$P_i \equiv \vec{K}_{ij} \cdot (\vec{\nabla}_{\vec{p}_i} - \vec{\nabla}_{\vec{p}_j})$$

$$= \sum_i \left(S_i + \frac{1}{2} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N P_{ij} \right) = \sum_i S_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N P_{ij}$$

$$= \sum_{i=1}^s \left(S_i + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^s P_{ij} \right) + \sum_{i=s+1}^N \left(S_i + \frac{1}{2} \sum_{j=s+1}^N P_{ij} \right) + \sum_{i=1}^s \sum_{j=s+1}^N P_{ij} \quad 2.55$$

$$= h_s(1, \dots, s) + h_{N-s}(s+1, \dots, N) + \sum_{i=1}^s \sum_{j=s+1}^N P_{ij}$$

2'nci terimlerin
olmadığı.

$$\int dz_{s+1} \dots dz_N h_{N-s}(s+1, \dots, N) \psi(1, 2, \dots, N) = 0 \quad \text{yüzey integrali ile}$$

* $\psi(1, 2, \dots, N)$ den bağımsız kısıtlarlar ile $(\vec{p}_i)$ 'ye göre gradient, i.e.e. bölüne integral ψ 'nin
faz uzayının sınırında hesaplar bu sırada $\psi=0$ dır.

genel s- parçacık dâhil. form.

$$\psi_s(1, \dots, s, t) = \frac{N!}{(N-s)!} \int dz_{s+1} \dots dz_N \psi(1, \dots, N, t) \quad (7)$$

ile tanımlan.

herhangi parçacık z_i de herhangi
 z_j de ... olduğu ile iftihar.

Orn tek parçacık dalgeleri fonksiyonu:

$$\begin{aligned}
 f_1(\vec{r}, \vec{p}, t) &= \left\langle \sum_{i=1}^N \delta^3(\vec{p} - \vec{p}_i) \delta^3(\vec{r} - \vec{r}_i) \right\rangle \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^N \int d^3 r_i d^3 p_i \delta^3(\vec{p} - \vec{p}_i) \delta^3(\vec{r} - \vec{r}_i) f(\vec{p}_i, \vec{r}_i, t)}{\int d^3 r_i d^3 p_i f(\vec{p}_i, \vec{r}_i, t)} \\
 &= N \int d^3 z_2 \dots \int d^3 z_N f(1, 2, \dots, N, t),
 \end{aligned}$$

$$\vec{P}_{i,j} = \vec{K}_{i,j} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{r}_i} + \vec{K}_{i,j} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_i} = \vec{K}_{i,j} \cdot (\vec{\nabla}_{\vec{p}_i} - \vec{\nabla}_{\vec{r}_i})$$

$\int$ için türevini al!

$$\left(\frac{\partial f_s}{\partial t} \right) = \frac{N!}{(N-s)!} \int d^3 z_{s+1} \dots d^3 z_N \left(\frac{\partial}{\partial t} \right) \frac{\partial h_N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial t} = 0$$

$$= - \frac{N!}{(N-s)!} \int d^3 z_{s+1} \dots d^3 z_N \left[h_{s+1} h_{N-s+1} \sum \sum P_{i,j} \right] f(1, \dots, N, t)$$

$$\frac{\partial f_s}{\partial t} + h_s f_s = - \frac{N!}{(N-s)!} \int d^3 z_{s+1} \dots d^3 z_N \sum_{i=1}^s \sum_{j=s+1}^N P_{i,j} f(1, \dots, N, t)$$

N-s özdeş terim var.

$$= - \sum_{i=1}^s \int d^3 z_{s+1} \dots d^3 z_N \frac{N!}{(N-s)!} (N-s) P_{i,s+1} f(1, \dots, N, t)$$

$$= - \sum_{i=1}^s \int d^3 z_{s+1} \frac{N}{(N-s-1)!} P_{i,s+1} \int d^3 z_{s+2} \dots d^3 z_N f(1, \dots, N, t)$$

$$= - \sum_{i=1}^s \int d^3 z_{s+1} P_{i,s+1} f_{s+1}$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + h_s \right) f_s = - \sum_{i=1}^s \int d^3 z_{s+1} \vec{K}_{i,s+1} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_i} f_{s+1} \quad \boxed{\text{Böğkeç}}$$

BS K akıntı terimi

ca-pipma integrali

$$\left(\partial_t + \frac{\vec{p}_1}{m} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{r}_1} + \vec{F}_2 \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_1} \right) f_1(z_1, t)$$

ilk (iki)

$$= - \int dz_2 \vec{K}_{12} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_1} f_2(z_2, t) \quad \text{keçmi} \quad \frac{f_2}{\text{zaman}}$$

$$\left[\partial_t + \frac{\vec{p}_1}{m} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{r}_1} + \frac{\vec{p}_2}{m} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{r}_2} + \vec{F}_1 \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_1} + \vec{F}_2 \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_2} + \frac{1}{2} \vec{K}_{12} \cdot (\vec{\nabla}_{\vec{p}_1} - \vec{\nabla}_{\vec{p}_2}) \right] f_2(z_2, t)$$

$$= - \int dz_3 \left(\vec{K}_{13} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_1} + \vec{K}_{23} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_2} \right) f_3(z_1, z_2, z_3, t)$$

 f_2 / zaman

$$n \cdot \sigma^3 \sim 10^{-5}$$

kaynak

moleküller arası pot. in menfisi = 10^{-8} cm∴ f_2 de hesaplanabilir

$$\vec{E} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}} \sim 1/\tau_c$$

carpışma süresi $\sim 10^{-14}$ cm⁻²

$$\vec{F} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}} \sim 1/\tau_c$$

bir molekülün hareketi için bir molekülü hareketi için geçen zaman

$$\frac{\vec{p}}{m} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{r}} \sim 1/\tau_c$$

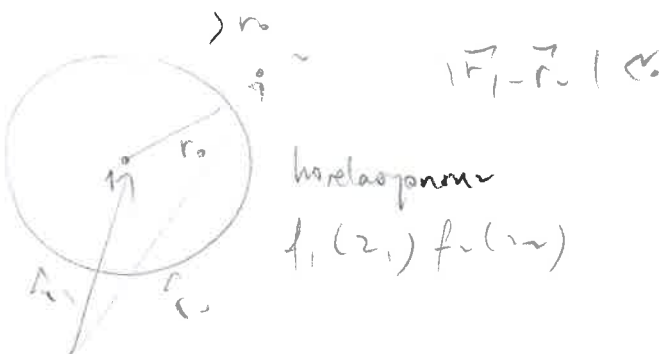
korelasyon farkın molekül arası mesafesi mesafesi olan zaman

 τ_c : en kısa τ_c : en uzun

Hiçbir şekilde f_2 de hesaplan. o zaman bu bağlamda denklemler var

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\vec{p}_1}{m} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{r}_1} \right) f_1(z_1, t) = - \int dz_2 \vec{K}_{12} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{p}_1} f_2(z_2, t)$$

$$\left[\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\vec{p}_1}{m} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{r}_1} + \frac{\vec{p}_2}{m} \cdot \vec{\nabla}_{\vec{r}_2} + \frac{1}{2} \vec{K}_{12} \cdot (\vec{\nabla}_{\vec{p}_1} - \vec{\nabla}_{\vec{p}_2}) \right] f_2(z_1, z_2, t) = 0$$



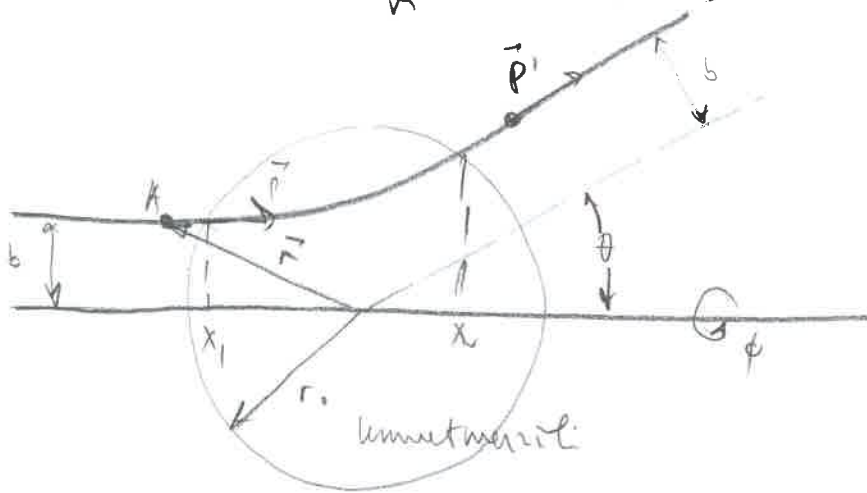
KM wie 5.10.0 Koordinaten

$$\vec{P} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \quad \vec{p} = (\vec{p}_2 - \vec{p}_1) / 2$$
$$\vec{R} = \frac{\vec{r}_1 + \vec{r}_2}{2} \quad \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

$$\vec{r}_n = \vec{R} + \frac{\vec{r}}{z} \quad \vec{p} = \vec{0} \quad \text{1cm we get!}$$

$$\left[\frac{\partial}{\partial t} + \frac{\vec{p}}{m} \cdot \vec{\nabla}_R + \frac{\vec{p}}{h} \cdot \vec{\nabla}_r + F(r) \cdot \vec{\nabla}_r \right] \rho(\vec{p}, \vec{r}, \vec{R}, t) - \vec{\nabla}_r \psi$$

$$f_2(\vec{p} + \vec{E} dt, \vec{r} + \frac{\vec{p}}{m} dt, t + dt) = f_1(\vec{p}, \vec{r}, t)$$



$$K_{ij} = -\nabla_{F_i} v(|\vec{r}_i - \vec{r}_j|)$$

$$\left(\frac{\partial f_1}{\partial t}\right)_{\text{coll}} = - \int_{r_0} dz_2 \vec{K}_{12} \cdot \vec{\nabla}_{p_1} f_2(z, z_2, t) \quad \text{Kollisionsterm ist 0}$$

$$= - \int_{r_0} dz \cdot \vec{E}_{\perp} \cdot (\vec{\nabla}_{\vec{r}_1} - \vec{\nabla}_{\vec{r}_2}) f_{\perp}(z, r_{\perp}, t) \quad \vec{r}_2 \rightarrow \vec{r}_1 \quad \vec{\nabla}_{\vec{r}_2} f_{\perp} = 0$$

$$= \frac{\hbar}{m} \int_{r_0}^{\infty} dr \left(\vec{p}_1 \cdot \vec{\nabla}_r + \vec{p}_2 \cdot \vec{\nabla}_r \right) f \sim$$

$$\delta \vec{r}_i \rightarrow \frac{1}{2} \nabla \vec{r}_i$$

$$\vec{\nabla} = -\frac{1}{2} \vec{\sigma}$$

$$= \frac{1}{m} \int_{\gamma} dz \quad (\bar{p}_- - \bar{p}_+) \bar{\nabla}_r f$$

$$= \frac{1}{m} \int_{r_0} d^3 p_- |\vec{p}_- - \vec{p}_+| \int d^3 r \cos \theta \partial_r f_-$$

$$= \int r^2 dr \sin \theta d\theta d\varphi \cos \theta \partial_r f_-$$

$$b = r \sin \theta \quad db = r \cos \theta d\theta$$

$$= \frac{1}{m} \int_{r_0} d^3 p_- |\vec{p}_- - \vec{p}_+| \int b db d\varphi \int_{x_1}^{x_2} dx \partial_x f_-$$

$$f_-(x_1) = f_1(p_1) f_-(p_-)$$

$$f_2(x_2) = f_1(p_1') f_-(p_-')$$

$$\left(\frac{\partial f_1}{\partial t} \right)_{\text{coll}} = \int \int d^3 \vec{p}_- |\vec{r}_- - \vec{r}_+| d\Omega \left(\frac{d\sigma}{d\Omega} \right) (f_1(p_1') f_-(p_-') - f_1(p_1) f_-(p_-))$$