

ブラウン運動とペランの実験

発表者：真喜志 敏

指導教官：賀教 清孝

○ 目的

1905年のアインシュタインの論文「ブラウン運動の理論」を元にランジュバン方程式を取り入れ、ペランの実験と照らし合わせる。これらより、微粒子(ブラウン粒子)の分子衝撃説を考え、原子の存在を明らかにする。

○ 概要

①ブラウン運動の理論 (アインシュタインの理論)

・力学的考察

溶液の理論から浸透圧の公式を用い、力のつりあいを力学的に求める。流体論からストークスの公式を用い、またフィックの法則の拡散係数Dを用いて、関係式を導く。

・統計的(数学的)考察

拡散を統計分布の時間的发展を記述する確率過程とみなし、拡散の微分方程式を考える。

上の二点から、平均二乗変位 $\sigma^2 = 2Dt$ が得られる。

②ランジュバン方程式 (質量m、粘性抵抗力 ζv , $\zeta = 6\pi\eta a$)

$$m \frac{dv}{dt} = -\zeta v + F(x)$$

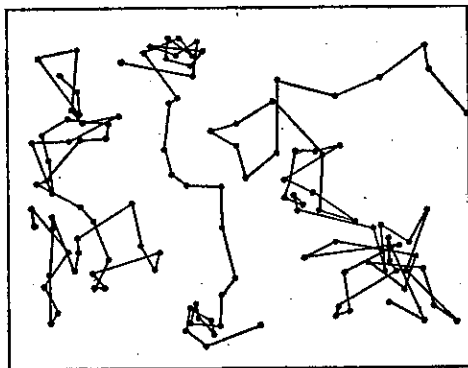
不規則な衝突の項(ゆらぎ力) $F(x)$ を加えることで、 $\sigma^2 = 2(k_B T / \zeta) \cdot t$ が得られる。

③ペランの実験

均等な大きさの粒子を作り、密度と体積を測定する。ストークスの法則が適用できること、希薄度の法則に従うことを示し、理論の妥当性を証明した。

その上で、 σ^2 がtに比例することを示し、力学的拡散係数と統計的拡散係数を等価することの妥当性、原子的描像の妥当性を示した。

・ゆらぎの効果として観測できるものに空の青さ、夕焼けの赤さなどがある。



3個の粒子について30秒ごとの粒子の位置を直線でつないだ図。大きさの尺度は枠の縦の長さが62.5 μm である(ペランの著書より)

