

(194)

(歸山 亮) 光によるブラウン運動の變化に就て

光によるブラウン運動の變化に就て

歸 山 亮

緒 論

曩に光を吸収する或種膠質の滲透壓が光照射により増大する事を堀場・馬場¹⁾によつて見出された。此の光効果は或は直接膠質粒子のブラウン運動の光による變化に原因するにあらざるかの豫想の本に本研究が開始された。

すでに W. Pospisil は炭素, Gummigutt 等の Suspension の粒子のブラウン運動が光照射によつて増大する事を認めてゐる。筆者は出来得る限り均一なる粒子を持つ銀膠質に就て光照射によるブラウン運動の變化に就て研究した。研究の初めには間隙限外顯微鏡を用ひたが此の場合膠質粒子に光泳動様の運動を認めた。即ち光源(x軸)の方向へ粒子が流れることを見た。従つてブラウン運動の變化を測定するに不便であるから Zeiss のカージオイド限外顯微鏡を用ひて試料を Z 軸の方向より照射し粒子の運動を xy 平面上に追跡し光効果の有無を決定せんとした。

實驗装置及び實驗方法

容器は Cover glass を Slide glass の上にカナダバルサムにて膠着し中央を缺除せしめると殆んど Cover glass の厚さに相當する凹處を得る。此處に試料を満し Cover glass で蔽ふて使用する。深さ 0.15mm. 各邊 1.8mm. の大さを有

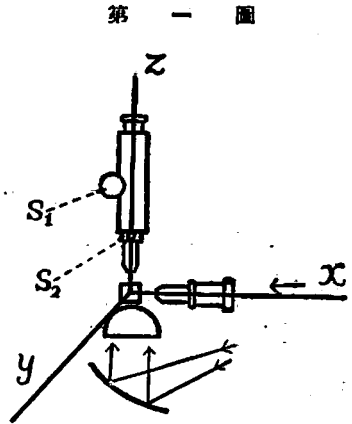
1) 物理化学の進歩, 第三卷第一輯, 一頁。

2) Ann. der phys. 735 (83) 1927

する立方體の容器を得るわけである。銀-コンスタンタン 線組合せの 熱電池を此に挿入しその中の温度の變化を Zeiss の Schleifengalvanometer に依り測定し粒子のブラウン運動を同一温度に換算する必要に供した。

照明は電球を用ひファイラメントの影像を照射光線より除いて使用し常に一定の電流を此に流した。

實驗を行ふには Abbe's Zeichenapparat を使用し粒子の運動を轉寫臺上に十秒おきに記録する。粒子の大きさは全く一樣なる事は望めないから追跡する粒子を頻繁に取り換へることは望ましくない。又粒子は完全に球狀ではあり得ないためストークスの抵抗方程式を變へねばならぬ困難に遭遇する。従つて同一粒子を明暗兩視野に於て追跡して比較した。そのためには顯微鏡の鏡筒を上下に動かす微動ネジ S_1 を使用して粒子が Z 軸の方向に運動するも見失はぬ様にし又 xy 平面に於て視野外に粒子が脱出せんとするときは對物鏡を水平に S_2 により微動せしめて粒子を視野の中央に持ち來たらしめて追跡を續行する。



試料としては銀膠質を使用した。注意して作れる電気傳導度用水に銀をブレットツヒの方法により作り適當に遠心分離を行つた。

粘度はオストワルドの粘度計に依り十分の一度おきに測定した。

温度の變化に對するブラウン運動の補正

本實驗に於ては光に依るブラウン運動の變化を見んとするのであるから温度の

(196)

(歸 山 亮) 光によるブラウン運動の變化に就て

變化によるブラウン運動の増減は消去せねばならぬ。此のために異なる温度のブラウン運動の測定値は或一定の温度に換算する必要がある。 t 時間に於ける變位の自乗平均を $\overline{\Delta^2}$ とすれば次の方程式が與へられる。

$$\overline{\Delta^2} = \frac{2}{3} \frac{RTt}{\pi N \eta r} \dots\dots\dots (1)$$

此處に Rワス恒數 η分散媒の粘度
 T絶對温度 r球狀粒子の半径
 Nアボガドロ數

十六度に於て t 時間に於ける變位の自乗平均を $\overline{\Delta^2}_{red}$ とすれば

$$\overline{\Delta^2}_{red} = 289 \frac{2Rt}{3\pi N \eta_{289} r} \dots\dots\dots (2)$$

(1) と (2) とより

$$\overline{\Delta^2}_{red} = \overline{\Delta^2} \frac{289}{T} \frac{\eta}{\eta_{289}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{289}{T} \frac{\eta}{\eta_{289}} = k \quad \text{とおけば}$$

$$\overline{\Delta^2}_{red} = \overline{\Delta^2} \cdot k \dots\dots\dots (4)$$

(4) 式により常に十六度に換算し温度によるブラウン運動の變化を除去した。

實驗結果

斯くして實驗の結果は強光線照射の場合は弱光線照射の場合よりブラウン運動増大せられその増加は 12.7% に及んだ。此の時の兩光線の強度の比は 65:1 であつた。

實驗結果 I

1500 ワット及び 20 ワットの電球照射に於て同一粒子に就て 10 秒おきに 204 回記録を行つた。

照 射 電 球	照射光線強度	$\overline{\Delta^2}_{red} \text{ mm.}^2$
1500 ワット	65	34.51
20 ワット	1	30.62

増加率 12.7%

—(原 報)—

若し強光線の強度が弱光線の凡そ二倍のときブラウン運動の増加は統計的振動の中に入り光による變化は認めなかつた。

實驗結果 II

60 ワット及び 20 ワット電球照射に於て同一粒子に就て 10 秒おきに 106 回記録を行つた。

照 射 電 球	照射光線強度	$\overline{\Delta^2}$ red mm. ²
60 ワット	2.2	36.75
20 ワット	1	36.42

増加率 0.9%

此處に吟味して見なければならぬ事は容器中に流れが生じておらぬかの疑問であるが此は次の理由により明かにされる。

1) 容器が極めて少さく薄く造られてゐるため試料の各部分は常に同一溫度に保たれ熱的攪拌が行はれる場合が少い。

2) $\overline{\Delta^2}$ を x, y の各成分に分ければ次の式が成立する。

$$\overline{\Delta_x^2} = \overline{\Delta_y^2} = \frac{RTt}{3\pi N\eta r} \dots\dots\dots (5)$$

又十秒, 二十秒, 三十秒の各時間に對應する變位の自乗平均 $\overline{\Delta_{10}^2}$, $\overline{\Delta_{20}^2}$, $\overline{\Delta_{30}^2}$ の間には次の式が成立する。

$$\overline{\Delta_{10}^2} : \overline{\Delta_{20}^2} : \overline{\Delta_{30}^2} = 1 : 2 : 3 \dots\dots\dots (6)$$

實驗結果 III 及び IV に示す如く此の二つの關係が實驗的に立證せられるを見れば容器中には流れはなかつたと考へられ粒子は純粹なブラウン運動を行つてゐたと考へ得る。

實驗結果 III

1500 ワット及び 20 ワット電球照射に於て夫々同一粒子に就て 10 秒おきに記録を行ひ $\overline{\Delta_x^2} = \overline{\Delta_y^2}$ を實驗的に證明した。

(198)

(歸 山 亮) 光によるブラウン運動の變化に就て

照射電球	記録回数	$\overline{\Delta x^2} \text{red. mm}^2$	$\overline{\Delta y^2} \text{red. mm}^2$	誤 差
1500ワット	142	9.04	9.08	0.4%
20ワット	77	16.18	15.91	1.8%

實 験 結 果 IV

1500 ワット電球照射に於て同一粒子を 10 秒, 20 秒, 30 秒おきに記録し

$$\overline{\Delta_{10}^2} : \overline{\Delta_{20}^2} : \overline{\Delta_{30}^2} = 1 : 2 : 3$$

を實驗的に證明した。

t(秒)	記録回数	$\overline{\Delta t^2} \text{mm}^2$	誤 差
10	142	18.08	
20	125	36.89	4.0%
30	111	55.66	7.8%

考 察

強光線照射の場合認めた(實驗結果 I) ブラウン運動の増加は(1)式により説明出来ない事實である。此の原因を討究するは困難なる問題で今此に觸れる事は出来ない。又最近に見出された或種膠質の滲透壓の光による變化の原因に就ては電気傳導度及び電気ポテンシャルの光による變化よりは膠質粒子のブラウン運動の光による變化の方がより直接的なる關係を有するものであらうと考へられる。

終りに臨み本研究中終始御懇篤なる御指導を賜りたる堀場教授に對して厚く感謝の意を表す。

本研究の研究費の一部は服部奉公會より補助を受けた。茲に記して感謝の意を表す。