め、紙質は遙かに劣等である。即ち黄白紙に於ける如き伐採季節に何等制限なく亦竹稈の大小竹種の如何をも顧みず、雑混して紙を料製するのである。

伐採された竹稈を先づ双物で出来るだけ薄片に剥ぎ、或ひは水車で搗いて打碎き、此れを結束して浸水すること10日間、次で極濃厚なる石灰汁（竹料100に對し石灰用量20乃至40）を満した溜池に浸漬し、初の2ヶ月間は5日目毎に灌水をなし以後は其儘約8箇月間堆積し、熟成すれば清水にて洗滌漂白して抄紙に供するものである。

る。

抄紙法概ね黄白紙と同様であるが、これに用ふる漉簀は稍々荒らきものを使用し、亦紙が兎角切れ易いから厚く漉き、尙紙質の不良を擬はすために、若干の黄色色素、例へば薑黄の類を加用する。乾燥法は紙が厚質なるため、乾燥室の壁に附着し難いのと手間を省く必要上廣き芝生の上に擴げて天日で乾かして居る、斯の如き乾燥法は驟雨又は旋風の襲來により損害を被ること大なることをあるを以て、天氣に注意を拂つて仕事をするやうである。

膨 潤 の 法 則 (II)

J, R, Katz

祖 父 江 寛 譯

膨潤物質のミセルを結合さす或膠着物質は存在するか？

バリウムサルフェート或はアルセニアウストリサルファイドを沈澱させた時は膨潤物質は出来ない即沈澱のミセル間に凝聚はなく乾燥すれば容易に粉末になる。而るに反之して纖維素溶液から纖維素を沈澱させると其のミセル間に強い凝聚を有する膨潤物質が出来る、空氣乾燥すれば粉末にする事が非常に困難である。此の兩者の間の差異は何であるか？

我々は前にミセルの長い牽引型が此の差異の潜在する原因である事がわかつた。併し他の原因が存在する可能性も起る。ミセルの包を大きく而し多分尙亞顯微鏡の單位に結付けて居る膨潤物質中に於ける膠着物質があるかもしれない。生長物、組織、纖維、澱粉粒に於ては此の膠着物質はミセルの間或はミセルの小束の間にある膜の形であらう。かゝる組織構造の良い例は（100倍位大きくて顯微鏡で見得るが）ばん屑で與へられる。生ばんの間は澱粉粒は濡れた状態では弾性があつて同時に可塑性のある黴質グルテンで結付けらる。ばん焼の間に此の黴質は凝固される。もし我々がばん屑の薄い一片を検べるならばゼラチニゼーションを始めて膨化した澱粉粒子が各粒子を包む黴質の凝固せる網でとりまかれて壁の煉瓦の間の石灰の様に澱粉粒子間に作用して居る事を見出す

であらう。

Kurt Hess 及び其一派は非常に小さくはあるが同様な構造が纖維素纖維に存在し得て此の説を支持する或證據を與へたと述べて居る。例へば纖維狀物質は強く膨潤すれば短くなると云ふよく知られた事實は普通には説明困難であるが彼等に従へば纖維の纖維素ミセル間に存在する異物質の膜の作用によつて説明される。著者は此種の構造は澱粉粒子に存在し澱粉の膠化に重要な役目をする事に或證據を得た（他には説明の困難なことを説明する）。纖維と澱粉粒と兩者は複雑な他の生物生成物と共に植物の生成物である。

たとへ此等の假定が纖維と澱粉粒としあつたにしても化學的に純粹な膨潤物質に於てミセル間のかゝる膠着物質があると云ふ事は考へられない。其は可能であるが我々は其を信ずべき充分な理由を持つてない。あらゆる場合にかゝる膠着物質なしには膨潤出来ないと假定する事は非常な誇張であらう。

蒸氣壓（自由エネルギー）と膨潤熱；膨潤の熱力學

我々は浸潤度の函數として（固體に對する液體の親和性を測る所の）膨潤の自由エネルギーを測定する事によつて膨潤機構に重大な光明を與へやうと思ふ。それ故に（亦膨潤度の函數として測つた）膨潤熱で此のエネルギー

を比較する事は或價值があるであらう。此の目的で著者は多糖類とアルブミノイドの多數の水に對する親和力について廣い研究を發表した(1910—27)。A. Hofmann と J. C. Derksen 氏は有機液體中の膨潤の場合について此等の研究を續けた。

膨潤の自由エネルギーは一部膨潤せる物質中の液體の蒸氣壓から容易に決定される。もし A が自由エネルギーの減少であれば状態 I に於ける一部膨潤せる物質が水の更に一瓦をとつた時(膨潤物質が大きくてそのために膨潤度が變らないとして)には熱力學的方程式

$$A = -RT \log h_1 \quad \text{を得る。}$$

但し h_1 は同温度に於ける水の極大壓力の函數として表はした蒸氣壓で R は 1 瓦の水の瓦斯恒數であり T は絶對温度である。室溫に於ては式は次の形となる。

$$A = -\frac{1252}{18} \log h_1$$

もし h_1 を測定すれば此れから A は容易に測定出来る。不幸にして蒸氣壓は強いヒステレシスがある。

乾燥して行くのと濕潤して行くのと兩方面から h_1 を測つて兩値の平均をとる事によつて最近似値の得られる點の平衡状態を我々は h_1 によつて意味する。多くの場合に膨潤度の函數として蒸氣壓を測定するために著者は van Bemmelen の方法が最も適當して居るのを見出した。種々の人々の或る最近の觀測は固體の内部から空氣の最後の殘渣をも除去する高眞空に於てはヒステレシスは全く消失する。風乾二試料が各蒸氣壓にて秤量された、一は強硫酸上高眞空乾燥器中にて室溫乾燥し一は水上乾燥器中にて濕潤する。次に一定蒸氣壓の水と硫酸の混合物の入つて乾燥器中に兩者を入れる。二試料が一定重量になつた時此等含水量の平均が其の蒸氣壓と平衡にある膨潤度を與へる。

カゼイン、スクライン、セリウムアルブミン、アラビヤゴムの如き物質すべては水の膨潤に特性である同じ S 字型の蒸氣壓曲線を與へる(Fig 1)。膨潤度は乾燥物質 1 瓦に對する水の瓦數で表はす。Fig 2 は自由エネルギーの減少が浸潤度に従ふ處の曲線の形を示す。

Fig 1. —Casein

く發生する。膨潤の積分熱 (W) は乾燥物の 1 瓦が水の i 瓦をとる時に發生する熱量である。此量は寒暖計熱量

Fig. 2 - Casein.

計にて測定される。膨潤微分熱 (w) は一部膨潤せる(含水量 i) 物質の多量の水の 1 瓦をとる時發生する熱量である。

$$w = \frac{dW}{di}$$

w は W_i 曲線から計算される。膨潤は其の最後の度合が非常に遅い過程であるから精密に W を決定する事は困難である。之は確かに dW/di を不確定ならしめる。 dW/di として見出された値に一定の系統的誤差があるかもしれない。略々双曲線である曲線に従ひ W は i による。

$$W = Ai/B + i^2$$

但し A と B は恒數(膨潤物質について各異る)。Fig 3 (Table 1) はカゼインに對する曲線である。

もし膨潤結晶(CO-ヘモグロビン即ビテリン)の蒸氣壓を決めれば外觀非晶質の物質に對し、全く同じ型と曲線になる。

膨潤熱は研究されたいすべての場合に強

Fig. 3

Table I

i	W(in cal.)
0.	0.
0.021	4.2
0.042	9.2
0.081	13.4
0.154	20.1
0.196	21.7

所謂膨潤の初熱

(initial heat of swelling) 即完全に乾燥せる物質の多量
が 1 g. の水をとる時發生する熱量は非常に大きい。

$[w]_i=0$ に対しては 250 から 420 cal. の價が見出され
る。例を示せば

カゼイン	265 cal
ヌクライン	310 "
セルローズ	390 "
イヌリン	420 "
人造玉蜀黍澱粉	315 "

膨潤結晶例へばエデスチンについては約 200 cal. で殆
んど同じ位である。此等の數と曲線は水を固體に結付け
る力を測定するに用ひる。此等の力は最初の水について
は非常に大きく水をとるに従つて急激に減少する。強膨
潤物質については之が非常に小さい。此等の數と曲線か
ら與へられた場合に於ける膨潤がミセル内かミセル間か
可換型かをたゞX線問を案内として知る事は非常に困難
であるが我々は此種の問題の解決にはX線を使用せんと
するであらう。有機液體中の膨潤の場合同様の結果が得
られる(硝酸纖維素、醋酸纖維素)。併し之には二つの困難
がある即ち後に見る如く膨潤の初熱が 60—110 cal に達
するよりも小さく蒸氣壓曲線の S 型は明らかでないか或
は缺けてゐる。此の場合には蒸氣壓曲線は極く最初から
で軸に對し凹面側にかわる。明らかに膨潤固體に對する
有機液體の結付く力は水の場合より弱い。自由エネルギー
と膨潤熱の曲線は水の場合と同様ではあるが。

もし我々が自由エネルギーの減少と膨潤微分熱とを比
較するならば膨潤機構に可成の洞察が出来る。かゝる凝

縮系に於ては自由エネルギーと膨潤の微分熱との差は $T\eta$
で與へられる但し η は水 1 瓦が部分膨潤せる物質 (水含
量 i) の多量によつてとられるときのエントロピーの變化
で T は絶対溫度である。もし η が殆んど 0 であれば膨潤
は全く固體と液體との間の引力の結果であらう。もし η
が重要な値であればもつと何事かが膨潤過程に起る (水
分子の分配と配列のプロバビリティーの變化)。

エントロピーに於ける變化が決定出来る程正確に膨潤
の微分熱を測定する事は困難である。自由エネルギーの
減少は蒸氣壓のヒステレシスで不確定であるから尙一層
困難である。膨潤の微分熱の決定には一定の誤差がある
であらう。此等の誤差の原因については著者は、1917年
自由エネルギーと膨潤の微分熱に於ける變化を比較し此
等の變化は浸潤の少量のときは略々等しい事を見出し
た。其故に自由エネルギーの減少と膨潤微分熱の絶対値
の間に見出される差を無視せんとし第一近似法として此
等は實驗誤差によると假定し得る。

Fricke and Lüke (*Z. Elektroch.* 36, 309, 1930) は此問
題に1930に立戻つた。彼等は二つの別の方法で膨潤微分
熱を決定した即ち膨潤の積分熱からと溫度による蒸氣壓
の變化から (液混合に對するキルヒホッフの式に相似の
式から)、此等二つの量は寧ろよく合致し實驗誤差は二つ
の場合に非常に違つた性質であるから Fricke and Lüke
は浸潤の微分熱に對し此等の値は自由エネルギーの値と
比較するに充分確かと考へた。あらゆる場合に膨潤には
エントロピーの重大な減少があつた。此のエントロピー
の減少に對する説明は與へられない。

著者は充分なる此の新實驗的證據を考へてゐる明らか
に膨潤にはエントロピーの減少が存在する。浸潤の少量
に對してはエントロピーの此の減少はしばしば膨潤度
には殆んど無關係である。如何にしてエントロピーの此
の減少は説明出来るか? 明らかに液體水の場合よりも水分
子の配列の不規則性の少くなる事によつて説明されるで
あらう。彼等は勝手に並ぶ事が少くならねばならぬ。
鹽類水和物生成の場合にも同様なエントロピーの減少が
見出され此の場合の減少量は膨潤の場合と同じ位である

から兩説明が可能である。水の會合度が膨潤にて變化するか又は結晶の生成の様に或規則正しい配列が膨潤せる固体中にとられる水に起るかである。二因子中初めのものを除外し得る有機非會合液体中に於ける膨潤で同種の實驗をする事によつて此等二つの可能性の間の一つを決定したいと思ふ。此様な研究は著者の研究室で J. C. Derksen 氏によつて行はれた。第一近似として η が i に無関係と考へられるならば蒸氣壓曲線の形は膨潤微分熱 $[w]_{i=0}$ の値と結び付けられる、 $[w]_{i=0}$ が大きければ大きい程蒸氣壓曲線の S 型は強くなる。著者が前に (1917) $\eta=0$ の假定の下になした計算は η が殆んど i に無関係である時大部分に對して價值がある。

膨潤壓と其熱力學的的部分的膨潤物蒸氣壓に對する關係について數語を附加へやう。此關係は (近似的)

$$P = - \frac{RT}{MV_0} \ln h.$$

P は氣壓で表はした壓力、 M は分子量、 V_0 は液体の比容、 h は減少蒸氣壓。

蒸氣壓曲線から計算せる P_i 曲線の形は自由エネルギー (Fig 2) の曲線に相似である。 h が非常に小さい時には膨潤度小さいのに對し P は千氣壓にも昇る。膨潤壓が非常に大きい事は既に古代からわかつて居た。例へば岩から石にする時エジプト人は岩の穴に充分乾燥した木材をつめ其の上に水を注いだ。

膨潤壓の實驗的測定は Reinke, Freundlich と Posnjak, v. Terzaghi, Stamberger 及び Blow 氏等 (H. Freundlich, Kapillar chemie, 3rd Edition, II, p. 569) によつて行はれた。V. Terzaghi and Hill (*Coll. sympos. Monog.*, 4, 58, 1926) は膨潤壓の直接の測定は蒸氣壓から計算した値と一致しないと云ふ著明な事實を見出した此は熱力學の第二法則に矛盾する様に思はれる。併し Stamberger (*J. Chem. Soc.*, 1929, p. 2318) はベンゼン或はクロロホルム中にて一部膨潤させたゴムの蒸氣壓と膨潤壓を測定し計算で一致した。H. Freundlich は此の結果を兩方の場合に同量が正確に測定されなかつた事によつて説明してゐる。蒸氣壓の測定にはゲルと液との境界

を通じて揮發性液のみが關係するが膨潤壓の場合には揮發性液にとけた不揮發物も亦關係する。此興味ある現象はもつとよく研究する價值がある。熱力學の見地から膨潤壓と滲透壓とは全く同じ事である兩方の場合に壓力は系の一成分は全系を動く事が出来るのに他の成分は其制限部分内に限られるといふ事實による。熱力學の見地からは其が半透膜によつて實現するかなしに實現するかは重要な事ではない。

浸潤熱と容積收縮

固体が水中で膨潤する時に常に著しい其系全容積の減少がある。膨潤した物質の容積は固体と液体の容積の和より小さい。此容積の減少 (乾燥固体 1 瓦につき cm^3 で測つた) は双曲線に従つて膨潤度 i による。

Fig 4

$$C = \frac{bi}{g+i}$$

Fig 4 は i に關しカゼインの容積收縮を示す。

此の双曲線は浸潤の (積分) 熱の双曲線を呼び起こす。相似性が更に詳しく研究された。容積の收縮は液と固体間の引力の表現とする

のが合理的に思はれる。併し乍ら同物質の容積收縮と膨潤度の異なる物に對する浸潤熱とは正確に比例しない。二つの比は變化する。併し種々の膨潤固体を比較し容積收縮と浸潤熱との比が常に同じ位の 10×10^{-4} から 30×10^{-4} 迄の間にある (但し C は cm^3 で W は cal で表はし C/W は $i=0$ に對してとる) 即ち

カゼイン	15×10^{-4}
ヌクライン	30×10^{-4}
イヌリン	28×10^{-4}
人造スターチコーン	11×10^{-4}
エデスチン結晶	14×10^{-4}

乾燥せる膨潤物に吸收される水の初めの量に對しては容積收縮は非常に大きい事は明らかである $(dc/di)_{i=0}$ については

$$C = 0.39 \text{ cm}^3$$

人造スターチコーン

0.26 "

其故に最初の吸収された水はたゞ 0.7~0.6 の比容しか持つて居ない。之は固體と液體との間の非常に強い引力を表はすし又水の會合度の變化によるのでもあらう。

膨潤によつて固體の機械的性質の變化

すべての膨潤物體は乾燥せる時濕潤せる時よりも一層固く脆弱である事はよく知られて居る。濕つた時は弾力性で柔い。パン屑とこけは何人もよく知つて居る例である。ゼラチンも實際に良い例である。もし粉末にしたければ充分乾燥しなければならない。水の數百分を含む時にはゴムの様に弾力性である。凝集力の此の變化は尙研究が不充分だ。

膨潤によつて弾力率 (Modulus of elasticity) は非常に減少される。定量的に此等の變化を研究するには特に強く膨潤せる物質の場合には弾性と流動性とを消去する必要がある。Clerk Maxwell は (*Phil. Mag.* [XIV], 35, 134, 1865) 弾性と流動性の兩者を有する物質の變形式を與へた。此式は強く膨潤せる物質の場合に此の二つを消去するに役立つ。もし S が變形で F が變形力であれば F は同時に F に比例する弾性變形 (F/E 但し E は弾性率) と F に比例する流動性變化 ds/dt ($1/\sigma F$, 但し σ は粘度係数) を與へるであらう。Maxwell に依れば

$$\frac{ds}{dt} = \frac{1}{E} \frac{dF}{dt} + \frac{1}{\sigma} F$$

σ が小さい時は液の場合であり σ が大きい時は固體の場合である。乾燥せる物質にては σ は非常に大きく膨潤せる物質にては非常に小さい。かゝる場合には此の現象は非常に複雑である。

もし我々が弾性現象を流動性現象から離し得るならば膨潤度 i の函數として弾性率は急激に次に緩慢に減少するそして i の大きな値に對して非常に小さい値となる事がわかる。ラミナリヤの一片についての E 變化を Fig. 5 に示す (J. Reinke, 1879)。

此の弾性率の膨潤による變化はボアソンの恒數 μ と比較するとよくわかる。多くの固體について μ の値は 0.2 と 0.5 の間にある。一般に μ が小さければ小さい程物は固い。物體が半固體の時は μ は殆んど 0.500 である。

Fig. 5

鋼	鐵	0.269				
硝	子	0.245				
銅		0.329				
鉛		0.400				
エ	ボ	ナ	イ	ト	0.389	
ゴ				ム	0.490	
バ	ラ	フ	イ	ン	0.500	
ゼ	ラ	チ	ン	ゲ	ル	0.500

其故に多分膨潤度 i と共に μ は増し膨潤度の大きな値に對しては μ は殆んど 0.50 になる。 E と μ とを結付ける式は $E = \frac{3(1-2\mu)}{K}$ である。但し K は體積壓縮係數である。 μ が 0.50 に近づけば E は非常に小さくならねばならぬ。之は實驗に (Fig. 5) 示したものと一致す。

自敎的原理としての膨潤と溶液との類似

膨潤種々の點に溶液と類似して居る。ミセルは亞顯微鏡的の大きさであるが (ミセル間膨潤の際にも) もし (固體中に水の) 溶液の出來ると膨潤とを比較すれば眞の溶液と非常によく似て居る。著者は前述の膨潤法則が此の原理からすべて理解される事を示した (Gesetze der Quellung, *Koll. Beih.*, 9, 118, 1917)、硫酸や磷酸の様な極く小し蒸發性であり水と容易に混り非常に熱を出す液體は前述の膨潤法則に類似せる水蒸氣壓依存と混和熱と容積收縮の曲線を示す $(c/W)_{i=0}$ にしても膨潤物の場合

と同じ位の大きさである、即ち

硫	酸	19×10^{-4}
磷	酸	11×10^{-4}

(膨潤物質 10×10^{-4} から 30×10^{-4})

膨潤の定量的法則のすべての特性は一成分の分子量が他成分の分子量の数十倍にもなるといふ假定の下に van der Waals の二成分混合理論から導き出す事が出来る。b については van der Waals の式に従へば非常な容積収縮を起さねばならぬ。之は強い発熱の結果となるし又蒸気圧の S 型の結果となる。(c/W) $_{i=0}$ が種々の物質にて大體同じ値となる事も此理論から豫知し得る事である。之は臨界圧が種々の物質についてあまり變らないといふよく知られた事實と並行である。多の場合には膨潤と溶液との間の類似は膨潤現象を研究するに役立つ事がわかる。

電解質溶液中に於ける膨潤；

電解質水溶液中に於ける膨潤には複雑な現象が見られる。W. Pauli (W. Pauli and H. Handovsky, *Bioch. Z.*, 18, 340, 1909 ; 24, 239, 1910) 氏は二イオンの一つが他のイオンよりも強くミセルに吸収 (表面のみ或はその内部迄) されると云ふ説によつて電氣的に説明される事を示した。此の概念は更に更に妥當的になつた。其故にかゝる水溶液中の強い膨潤 (水中よりも強い) を説明し得る。吸着イオン (反対荷電のイオンがそれによつて不動化する) をそれと共に水の球を伴ひ又強膨潤 (イオンはミセルよりも多くの水を結付ける) をするイオンの水球がある事が Pauli で考へられるし又同種の電氣を持ったミセルは互に電氣力で反撥する事によつて強膨潤が説明される。前者が最も可能性あると考へられるが後者も亦論じねばならない。兩場合に我々は溶液内とミセル表面とがイオンに對し所謂争ふといふ事を考へれば水の最小量を結合する此等イオンが最大膨潤をなすといふ逆説的事實を了解する事が出来る。其故に結付く水が少なければ少い程容易にミセル表面に濃水溶液から吸着出来るし其故により強く膨潤する。かくしてロザナイド類沃化物類が何故強力な膨潤剤かを知る。膨潤物に吸収された

鹽類の量を決定するのに此の量は、膨潤強度と共に増す事がわかる。

(Hofmeister 系列) 知名の lyotropic 系列で此れは同時にイオンに結合する水の量の増加を示す。此の現象の非常に簡単な説明は之を理解するに役立つが而し之はあまりに簡単だと云ふ事を記憶する必要がある。電解質の濃水溶液中に於ける膨潤の現象は非常に複雑な現象である。

總ての此等膨潤の場合に X 線圖はミセル膨潤と permutoid 膨潤とを區別し得る。例へば纖維素は NaOH 或は HNO_3 或は LiCNS 溶液中にて膨潤するときは化合物を作る。

有機物の水溶液中に於ける膨潤

チオウレウム、クロール水和物、レゾルシノール、ベンゼンサルホネートの如き寧ろ不活性と考へらるゝ多くの有機物は濃水溶液にロザナイド沃化物等と同様多糖類蛋白質の強膨潤を與へる事はよく知られて居る。著者は H. Freundlich 氏の忠言により此等の有機物の研究をなし其の結果をまず此所に發表した。

有機結合にて不酸化硫黄を含むすべての物質は強膨潤を水溶液中にて與へるチオウレウムのみが特別の場合である。同様な酸化化合物は硫黄化合物よりも弱い。膨潤効果はミセル表面に硫黄化合物の親水群 (チオウレウムの場合には NH_2) を硫黄化合物の強く吸着する其故にミセル表面を一層親水性にする事によつて説明出来る。硫黄化合物が酸素化合物よりも強く働くのは多分酸素原子が硫黄に結合するミセル表面酸素原子の殘親和力によるであらう。

同様にハロゲンを含むすべての有機物は強い膨潤力を與へる。アセテート、モノクロルアセテート、ジクロルアセテート、トリクロルアセテートの如き系列を比較するにハロゲン原子の多い程膨潤吸着も強くなる。異ハロゲンを比較するに沃度化合物は臭素誘導體より強く息素化合物は鹽素誘導體よりも強い。此所に多分ミセル表面酸素原子の殘親和力是有機化合物のハロゲン原子と結

付く有機化合物の親水群により水は結合される。

フェノールとレゾルシノールの場合には OH 基は多分ミセル表面で結合す。ベンゼンサルフォネートの場合には併し非親水性ベンゼン群がミセル表面に向つて轉向し SO_3 群は液に向ひ親水群として作用する。

かくして我々はプロピルとブチルアルコールの水溶液が純水よりもカゼインとゼラチンの強膨潤を與へるといふ不思議な事實に簡単な説明を與へる (此等の固體は純無水のアルコール中では少しも膨潤しない)、アルコール類は水の方へ親水等 OH 基を向け吸着によつて蛋白質類ミセルの水和容量を増加しつゝミセルの表面に吸着される。併しもし充分に水が存在しなければ此效果は起らないからアルコールの脱水効果が奏效する。此等のすべての場合に吸着は親水性基の存在により強膨潤をさすのみならずミセル相互を離す作用となす (彼等の間に所謂受動的に水が浸入す)。或事實は此の第二の理論は重要と考へねばならない事を示す例へば強膨潤効果は時としてクロロフォルムとベンゼンの稀水溶液中にて見られる。

著者は有機物質の水溶液中の膨潤効果はよく考へられ

てる様にそれ程説明困難ではないと信ずる。纖維素澱粉蛋白質類についての重要な工業的方法の大部分が膨潤法則と親密に結付けられると云ふ事を考へるのがよい。空間の考慮は膨潤に關する此等の又他の重要な事實の考慮を除外するのを必要ならしめる。彼等に關する多くの記を見出すためには讀者は H. Freundlich 氏の *Kapillarchemie* (最新刊) の第二部を見られたい H. Freundlich の見界を比較する事に依つて一方測的の觀測を矯正する事が容易である。尙膨潤に關する著者のもつと明らかな題は次の文獻を参照されたい。

Gesetze der Quellung, *Koll. Beih.*, 9, 1, 1917

Quellung I and II, *Naturw.* 3, 316, 1924

" 4, 154, 1925 (J. Springer)

Das Problem der Quellung der Cellulose und ihrer Derivate, *Z. Cellulosechemie*, 11, Heft 2, 1930

Micellartheorie und Quellung der Cellulose in K. Hess, *Chemie der Zellulose*, Akad. Verlagsges 1927, pp, 687—769

——(終り)——