物理化学の進歩 Vol. 5 No. 1 (1931)

Schreinemakers 滲透の理論

堀 場 信 吉

Schreinemakers は三成分系液の滲透に就て1927年來多數の論文を和蘭學士院報に發表してゐる。此處にその詳細なる紹介をなす事は不可能であるが彼が滲透の徑路の圖示法には獨特の興味があるからその大要を述べる。

1 圖示法

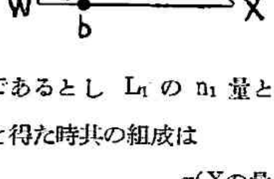
三成分系を圖示するに正三角の坐標を採らずして二等邊直角三角形を採る。(第一圖) 三成分系をX, Y, 及び W で表はし W を水とする。$X+Y+W=1$ とし三成分の組成は

$$x\,gm.\ X+y\,gm.\ Y+(1-x-y)\ gm.\ W$$

又は
$$x\,gm.\ mol\,X+y\,gm.\ mol\,Y+(1-x-y)\ gm.\ mol.\ W$$

にて示す。然る時は三角坐標の頂點 X. Y, W を各 X. Y. W の純粋なるものの點とせば三角形內の一點 q の組成は $aq=x$(Xの量) $bq=y$ (Yの量) $cq=1-x-y$ (Wの量) を示す事となる。今 q 點を通じて XY に平行に引ける線上の各點は W の量が常に一定なる點である。今二つの液 L_1 L_1' を採る。其の組成は各々

第 一 圖



$$x_1(\text{Xの量})+y_1(\text{Yの量})+(1-x_1-y_1)(\text{Wの量})$$

$$x_1'(\text{Xの量})+y_1'(\text{Yの量})+(1-x_1'-y_1')(\text{Wの量})$$

であるとし L_1 の n_1 量と L_1' の n_1' 量の混合物卽ち新しき液 L の n_1+n_1' 量を得た時其の組成は

$$x(\text{Xの量})+y(\text{Yの量})+(1-x-y)(\text{Wの量})$$

であるとする。然る時は

$$x=\frac{n_1x_1+n_1'x_1'}{n_1+n_1'}\ ,\qquad y=\frac{n_1y_1+n_1'y_1'}{n_1+n_1'}\qquad (1)$$

これを第三圖（三角形坐標の一部分を示す）に於てL_1L_1'を 1, 1′ 點で示せばL點は 1—1′ 線上の一點 c で示すことゝなる。

而して

$$1-e\ :\ 1'-e=n_1'\ :\ n_1\qquad (2)$$

の關係が保たれてゐる理由である。今もし L_2 の液（第三圖點 2 にて示す）の n_2 及び L_2' の液（仝圖點 2′ にて示す）の n_2' の混合で L を得たとしても前の場合に全く仝様に

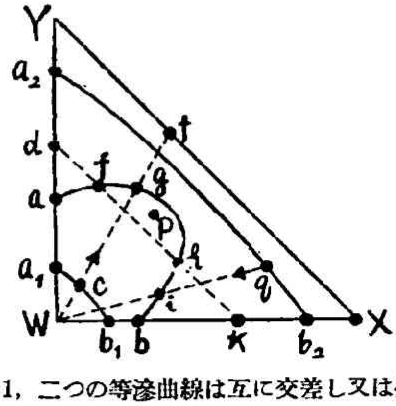
$$2-e\ :\ 2'-e=n_2'\ :\ n_2\qquad (3)$$

の關係は保たれてゐる。

II　一成分の滲透

今 L 液と Lg 液とを一つの隔膜によつて接觸せしめる。而してその膜は W を通過せしめるがX, Y は通過しないとする。若し L, Lg の接觸に於て W が何れの方にも擴散しない時は兩液の滲透的平衡にあると考へられる。此の如く兩液が滲透平衡にある時は兩液は “Isotonic” にあると云ふ。Lgの組成をgにて表はしLg と等滲にある液を坐標（第二圖）に於て求むればａｆｇhjｂの如き曲線となる。此を等滲曲線と云ふ。仝様にして a_1b_1, a_2b_2 の如き等滲曲線を求める事が出來る。此の等滲曲線の性質は

第　二　圖



1, 二つの等滲曲線は互に交差し又は接觸する事が無い。

2, 坐標中より W 點に向つて引ける直線は一つの等滲曲線を只一個處に於ての

み切る。

3. 等滲曲線が W 點より遠ざかるもの程滲透的の水の引力 (Osmotic water attraction; O. W. A.) が大である。

今第二圖の c 點及び q 點で表される液 Lc Lq が滲透的接觸をしたとする。然る時は Lq の O. W. A が Lc の O. W. A. より大であるから水は L_q より L_c に瀰散する。Lc の組成は Wcf 線にそひ矢の方向に進み, Lqの組成は qWの線の矢の方向に進み, ある一つの等滲曲線上例へば ab 曲線上のg及び i にて平衡狀態になる。卽ち

$$L_q \underset{\rightarrow}{|} L_c$$

矢は水が左より右に瀰散する事を示す。今 h點から XY に平行に dK を引けば此の線上の各點は皆全一の W の量を有してゐる。然し O. W. A に就ては L_f, L_h のみが全一であり df, hk の各點の液は L_h, L_f よりは大なる O. W. A を有し fh の間の各點は少なる O. W. A を有してゐる。從つて

$$\text{df, hk 間の } L \underset{\leftarrow}{|} L_h$$

及び

$$\text{fh 間の } L \underset{\rightarrow}{|} L_h$$

矢の方向は水の瀰散の方向を示してゐる。

fh の外の p 點の液の如きは L_h よりは W の量少なるに關らずL_h の O. W. A より少である。從つて

$$L_p \underset{\rightarrow *}{|} L_h$$

かくの如く水が少なる量の方より大なる方に瀰散する場合を吾人は非正規の瀰散と名づけやう。

滲透平衡に達する徑路の中 X. Y. W 各成分の量の變化を見るに種々の場合が存在する。今兩液の接觸の始めに於て一つの成分に就て左の方の液の組成が常に少であるとする。然る時

1) 左液に於て其組成増加し右液にて減少なる場合

——(紹　介)——

$\uparrow < \downarrow$

2) 左右兩液共其の組成增加する場合

$\uparrow < \uparrow$ *

3) 左右兩液共其の組成が減少する場合

* $\downarrow < \downarrow$

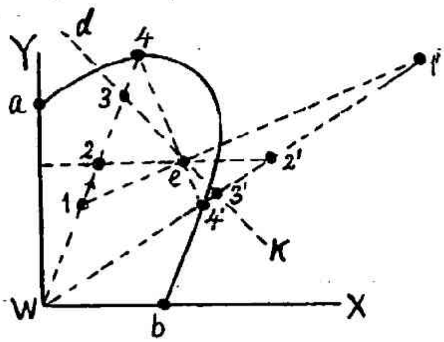
4) 左液に於て其の組成が減少し右液に於て增加する場合

* $\downarrow < \uparrow$ *

の各種がある。* を附したる場合は非正規の變化である。

今第三圖に於て 1, 1' 點にあたる L_1, L_1' 液を各 n_1, n_1' とする。此を隔膜と接觸せしめて其の平衡に達する徑路を見るに $n_1 \times L_1 + n_1' \times L_1'$ なる錯體 (Complex) は 1—1' 線上の一點にて示さるべき事は前に述べた。而してその平衡に達する徑過に於てL_1は W4 線上にそひ矢の方向に水を失ひ L_1' は 1'W の線上に矢の方向にそひて水を得る。而して ab を一つの等滲曲線とせば L_4, L_4' にて平衡に到達する。

第 三 圖



今 e 點を通じて WX に平行に 22' 線を, XY に平行に dk 線を引く時 L_1 が L_4 になる徑路を 1—2, 2—3, 3—4 の三つに分かつ事が出來る。其の間の X, Y, W の變化を見れば圖から明かなるが如く

	X	Y	W
1—2	$\uparrow < \downarrow$	$\uparrow < \downarrow$	$\downarrow > \uparrow$ $\rightarrow$
2—3	〃	* $\uparrow > \downarrow$ *	〃
3—4	〃	〃	* $\downarrow < \uparrow$ * $\rightarrow$ *

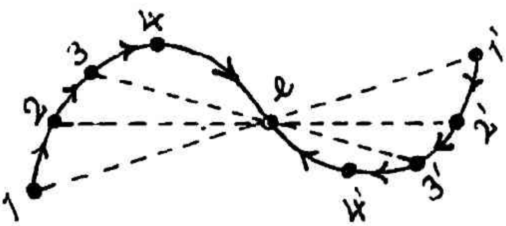
——(紹 介)——

物理化学の進歩 Vol. 5 No. 1 (1931)

III 三成分の滲透

今 X. Y. W の三成分共に膜を通じて擴散する時其の滲透の徑過を吟味して見様ふ。第四圖 1. 1′ にて L_1 L_2 を示して其の兩液が膜平衡に達する際一様の組成になるべきで其の點を e で表せば e は 1 1′ 線上の一點である。最初の採つた錯體が $n_1 \times L_1 | n_1' \times L_1'$ であつたとすれば

第 四 圖



既にのべた如く(第一項)

$$Xe=\frac{n_1x_1+n_1'x_1'}{n_1+n_1},\quad Ye=\frac{n_1y_1+n_1'y_1'}{n_1+n_1'}$$

であつて

$$e-1 : e-1'=n_1' : n_1$$

の關係が保たれてゐる。滲透の徑路が 1—2—3—4—e, 1′—2′—3′—4′-e の如く進めば 2, 2′ 點にては錯體は $n_2 \times L_2 | n_2' \times L_2'$ であつて

$$e-2 : e-2'=n'' : n'$$

3,3′4,4′ に就ても全様であつて

$$n_1+n_1'=n_2+n_2'=n_3+n_2'=\cdots\cdots$$

の關係が保たれてゐる。2,2′ ; 3, 3′ 等を共軛點と云ふ。

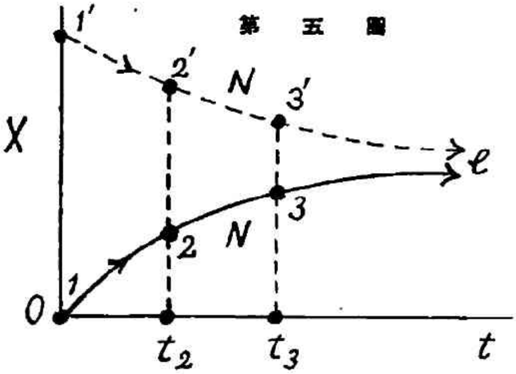
X, Y, W の時間的變化の關係を見るに第五, 第六, 第七圖の様である。組成の少なるものが必しも増大するに限らず非正規の變化が存在する。第七圖の變化を符號で示せば

1.2	2	2.3	3.4	4.e
↓<↑	*↓=↑*	*↓<↑*	↑<↑*	↑<↓

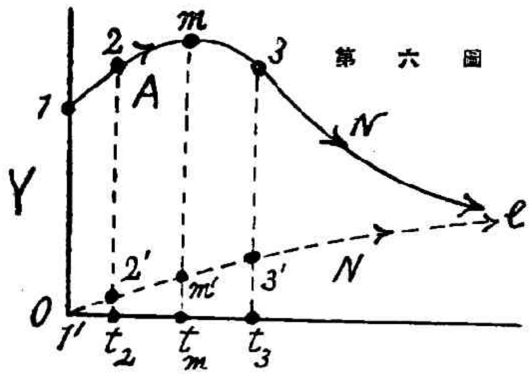
——(紹 介)——

星記號を付したものは非正規の變化である。

X=NaCl, Y=Na_2CO_3, W=H_2O として豚の膀胱を隔膜として用ひた實驗の一例を擧げる。

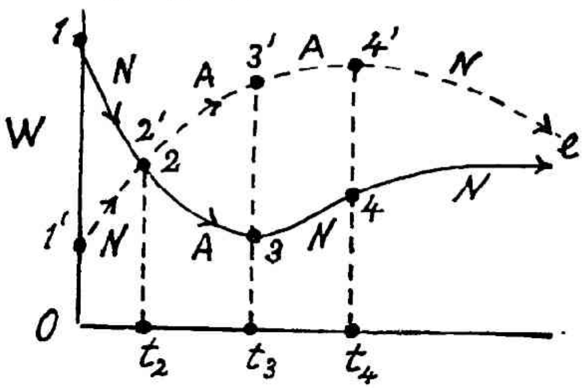


第 五 圖



第 六 圖

第 七 圖



—(紹 介)—

	t 時間	X	Y	W	X	Y	W		X	Y	W
1	0	0	8.637	91.363	17.584	0	82.416	1—4	↑<↓	↓>↑	↓<↑
2	7	0.9376	8.435	90.627	16.771	0.2155	83.014				
3	20	2.624	8.006	89.370	15.109	0.6123	84.279	4—6	〃	〃	↓<↑
4	44	4.954	7.278	87.768	12.843	1.273	85.884				
5	68	6.401	6.685	86.914	11.428	1.816	86.756	6—7	〃	〃	*↓>↑*
6	92	7.317	6.160	86.523	10.472	2.298	87.230				
7	118	7.839	5.738	86.423	9.870	2.732	87.398	7—8	〃	〃	*↓<↑*
8	165	8.397	5.198	86.405	9.272	3.315	87.413				
6	214	8.601	4.856	86.543	9.072	3.728	87.200	8—9	↑<↓*	〃	↑<↓

文　献

F. A. H. Schreinemakers: Proc. K. Akad-wet. Amsterdam. 30. 761 (1928)
以下十數編
Journ. Gen. Physiology. 11.701 (1928)

——(紹　介)——