

118

BIBLIOTECA  C. QUIMICAS



ESTUDIO TERMODINAMICO DE LA OBTENCION  
DE CLORURO DE VINILO POR PIROLISIS DEL  
DICLOROETILENO

TESIS PROFESIONAL

JORGE KALFOPULOS KATZAKI

México, D. F.

1964



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA**  
**INCORPORADA A LA U. N. A. M.**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS.**

**ESTUDIO TERMODINAMICO DE LA OBTENCION  
DE CLORURO DE VINILO POR PIROLISIS DEL  
DICLOROETILENO**

T E S I S  
Que para obtener el Título de:  
Q U I M I C O  
p r e s e n t a:  
JORGE KALFOPULOS KATZAKI

*Al Señor, Creador del universo.*

*A María Santísima, Su Madre.*

*A mis Padres y Hermanos, con respeto y agradecimiento*

*A Ella ...*

## CAPITULOS

- I- INTRODUCCION
- II- PARTE EXPERIMENTAL
- III- PARTE TEORICA
- IV- CONCLUSIONES
- V- BIBLIOGRAFIA.

## INTRODUCCION.

### Síntesis histórica del cloruro de vinilo.

El descubrimiento del Cloruro de vinilo y su descripción como especie química, fueron hechos por el investigador francés H. Regnault en 1818, quien reportó su existencia y definió su estado físico, como gas a temperatura ambiente.

Años más tarde, en 1872, se le logró licuar con el solo concurso de la temperatura, sin embargo su conservación al estado líquido presentaba varias dificultades; en primer lugar tenía que estar refrigerado a menos 15 grados Centígrados, y en segundo lugar, debía de protegerse de la luz solar, pues se notó que expuesto a ella se formaba en el seno de la substancia, un polvo blanco cristalino, que se adhería a las paredes del recipiente; más tarde se supo que era el polímero.

La primera reacción industrial de obtención del Cloruro de vinilo, fué desarrollada por el químico alemán F. Klatte, haciendo reaccionar acetileno y ácido clorhídrico en medio gaseoso, en su laboratorio el año de 1912.

La polimerización en escala industrial del Cloruro de vinilo, fué hecha realidad a partir de 1930, siendo uno de los factores que con-

tribuyeron al surge que desde esa época empezaron a tener los plásticos. En especial, el mercado del Cloruro de polivinilo ( P.V.C. " Polivinyl Chloride" ), aumentó notablemente al descubrir W. L. Bacon en los Estados Unidos, la tremenda afinidad -- del P.V.C. a plastificantes del tipo de Estato de Dióxido y Fosfato de trióxido, las cuales confieren a los productos terminados, excelentes propiedades elastoméricas; así como su habilidad para co-polimerizarse con otros plásticos, sobre todo con el Acetato de vinilo y el Acronitrilo, dando por resultado, un mayor rango de propiedades mecánicas y físicas, mayor estabilidad térmica y a la luz, y mayor solubilidad en sustancias orgánicas, que el P.V.C. puro.

Con el aumento de mercado, se creó la necesidad de nuevas y mejores obtenciones tanto del monómero como del polímero; el paso siguiente fué la acción de Hidroxido de sodio sobre Diclоро etileno, desarrollada en los Estados Unidos. En la actualidad, las dos reacciones de obtención -- antes mencionadas, se practican en escala de laboratorio, y la que mas se usa, por su rendimiento y economía de producción es el "cracking" del Diclоро etileno, método que cubre el 30% de la producción total de monómeros en los Estados Unidos la cual fué de unos millones de kilogramos, estimada en 1940. La industria del Cloruro de vinilo, -- cono como se menciona, el 70% de la producción total de plastificantes, estimada en 118 millones de



kilogramos en el mismo año. De entre los monómeros el Cloruro de vinilo, solamente es igualado en importancia comercial, por el Estireno, el Butadieno, y el Metadieno.

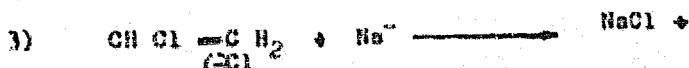
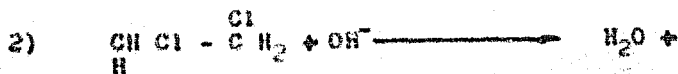
Como anterior prize en la industria de transformación, el 35% de la producción total de P.V.C. se aprovecha en moldeo y extrusión, 25% para película y láminas, 12% para recubrimientos, y el resto en distintos métodos de aprovechamiento industrial. Existen en el mercado, muchos nombres comerciales del P.V.C., los mas importantes son: Exon Geon, Koroseal, Marvinol, Pliovic, Tygon, Velon, Vinyllite, Vigen, etc...

El objeto del presente estudio, es el de presentar, un cálculo de las principales propiedades termodinámicas, de la reacción de obtención de Cloruro de vinilo por pirólisis del Dicloroetileno basado en datos encontrados en la literatura, y otros obtenidos experimentalmente.

PORTE EXPERIMENTAL

Obtención de Cloruro de vinilo por acción de  
Hidróxido de sodio sobre Dicloroetileno.  
 (Método de laboratorio).

En términos generales, el método consiste en desprotonar una molécula de ácido Clorhídrico del Dicloroetileno, mediante solución alcohólica de hidróxido de sodio, precipitando la formación de la doble ligadura del Cloruro de vinilo.



La cámara de reacción, fué un matraz de tres bocas de 500 ml. de capacidad, al cual se adaptó, un doble dispositivo de reflujo, conectando el segundo refrigerante a un recipiente enfriado a menos 15 grados centígrados, para recibir el producto de la reacción.

Se dispuso de un agitador magnético, y calentamiento a baño de vapor. También se adaptaron al matraz, un termómetro y un embudo de separación, destinada a contener el dicloroetileno. Se comenzó por preparar la solución alcohólica de hidróxido de sodio, vertiendo alcohol etílico

lico diluido con agua al matraz, y agregando el Hidróxido en lentejas, agitando hasta su completa disolución. A continuación se elevó la temperatura de la solución hasta 50 grados Centígrados, y se empezó a dejar gotear el Dicloroetileno a un ritmo -- aproximado de 100 gotas por minuto, aumentando an- mismo la velocidad de agitación.

La temperatura del matraz comenzó a elevarse debido a lo exotérmico de la reacción, pero se procuró que no pasara de los 70 grados Centígrados, disminuyendo el ritmo de goteo, y suspendiendo el calentamiento. De igual manera se procuró, que la temperatura de los gases a la salida del primer refrigerante, y entrada al segundo, no sobrepasara a la del medio ambiente, lo que se controló, con un termómetro colocado en ése sitio.

Después de 1 hora y 35 minutos de iniciado el reflujo, se suspendió la reacción, dejando enfriar el matraz y suspendiendo la agitación. El producto final, se redestilo colocando el tren de refrigeración sobre el recipiente colector, y dejando -- que alcanzara solo, la temperatura ambiente.

El rendimiento obtenido fué de 23% de dicloroetileno, convertidos a Cloruro de vinilo, el cual se expuso a la luz solar por espacio de 7 horas al cabo de las cuales, se empezó a formar el precipitado blanco cristalino, anteriormente descrito.

Obtención experimental del coeficiente de  
compresibilidad del Dicloroetileno.

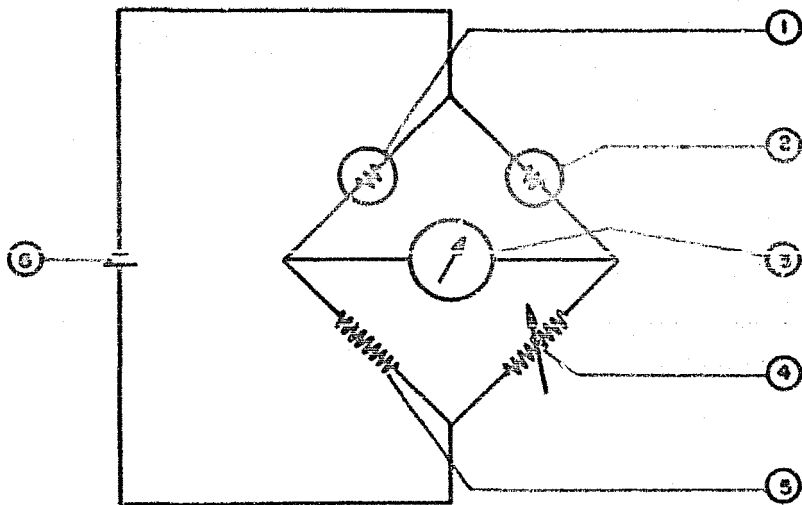
Se dispuso de un autoclave para altas --  
presiones, modelo AD-1487 fabricado por la "Auto--  
clave Engineer Co.", probado de fábrica a 5000 psi.  
y 650 grados Fahrenheit, de 300 ml. de capacidad.

La cámara del autoclave, está telescada en un --  
bloque de acero inoxidable 316 SS, cerrada herméticamente con un anillo empaque de acero y una tapa del mismo material provista de 6 tornillos de cierre. Por el centro de la tapa, baja el rotor de -- un agitador, y acoplado a la misma, un serpentín de enfriamiento. Existen tres bocas de alimentación a la cámara del reactor, una de ellas actuó -- como boca de salida conectada a una válvula de aguja, otra como boca de alimentación, la cual se selló después de introducido el dicloroetileno, la -- tercera, comunicada por una válvula al manómetro, -- conectaba la presión interior de la cámara a un -- cilindro acumulador de aceite, el cual lubrica a -- las chumaceras del agitador.

El calentamiento se --  
efectuó, por medio de la chaqueta de calentamiento eléctrica, acoplada al autoclave.

Medición de la presión. Se efectuó leyendo directamente en el manómetro, la presión del interior de la cámara.

Medición de la temperatura. Existe en la tapa del autoclave, una vaina de acero inoxidable que penetra



**ESQUEMA ELECTRICO DE MEDICION DE TEMPERATURA**

①	TERMISTOR DE COMPARACION	GC32JI 2000 OHM
②	TERMISTOR PATRON	GC32JI 2000 OHM
③	MICROAMPERIMETRO	0.21 A 0.5 mA.
④	RESISTENCIA VARIABLE	0 A 5000 OHM
⑤	RESISTENCIA FIJA	999 OHM
⑥	FUENTE DE PODER	PILA SECA 1.5 VOLT

CUADRO DE VALORES

tra al interior del reactor, por donde se puede introducir un termopar o cualquier otro dispositivo fino, de medición. Se escogió para ésta práctica, un par de Termistores modelo GC 32J1, fabricados por la "Vencell Electronic Co" con una resistencia de 2000 ohms con o menos  $\pm 5\%$  a 25 grados Centígrados; y colocados en un puente, con una resistencia fija y un reóstato, un galvanómetro y como fuente de poder, una pila seca comercial de 1.5 volts. El circuito se calibró, para obtener una gráfica de lectura directa: Resistencia contra temperatura.

## PARTE TÉCNICA.

En ausencia de datos sobre las relaciones Presión, Volumen y Temperatura, del Cloruro de Vinilo, el cálculo de sus propiedades termodinámicas no resulta exacto; sin embargo, la ley de los estados correspondientes, proporciona la exactitud suficiente para los fines del presente estudio.

Antes de --- construir diagramas termodinámicos basados en generalidades, se necesitan conocer los siguientes datos consignados en la literatura y obtenidos experimentalmente en su mayoría.

TABLA # 1

Propiedades físicas y químicas, y constantes numéricas del Cloruro de vinilo.

1) Peso molecular. ....	62.5
2) Densidad a 20 grados Centígrados. ....	0.9221
Densidad a -20 grados Centígrados. ....	0.9834
3) Punto de ebullición a 1 atmósfera. ...	-13.81 °C
4) Punto de fusión a 1 atmósfera. ....	-153.70 °C
5) Punto de explosión. ....	-108.00 °C
6) Límite de explosión. ....	4 a 22 % en vol.
7) Viscosidad:	
a -10 grados Centígrados. ....	0.248cp.
a -20 grados Centígrados. ....	0.274 cp.
a -30 grados Centígrados. ....	0.403 cp.
a -40 grados Centígrados. ....	0.550 cp.

- a -10 grados Centígrados. .... 20 dinas/cm<sup>2</sup>.
- e -20 grados Centígrados. .... 22.27 dinas/cm<sup>2</sup>.
- e -30 grados Centígrados. .... 23.87 dinas/cm<sup>2</sup>.

9) Presión de vapor:

- a -25 grados Centígrados. .. 2660 mm mercurio.
- a -11.37 grados Centígrados.. 760 mm mercurio.
- a -15.80 grados Centígrados.. 697 mm mercurio.
- a -27.80 grados Centígrados.. 100 mm mercurio.
- a -73.40 grados Centígrados.. 30 mm mercurio.
- a -87.50 grados Centígrados.. 10 mm mercurio.
- a -109.4 grados Centígrados.. 1 mm mercurio.

10) Calor específico:

- al estado gaseoso. .... 0.38 cal/ g. grado C.
- al estado líquido. .... 12.83 cal/g.grado C

11) Calor latente de vaporización:

- a 25 grados Centígrados. .... 71.26 cal/g.
- a 11.37 grados Centígrados. .... 79.23 cal/g.
- a -13.81 grados Centígrados. ... 85.60 cal/g.

12) Calor latente de fusión. .... 18.14 cal/g.

13) Calor de formación:

- a 9,298.2 grados Kelvin. .... 9000 cal/gmol.

14) Calor de polimerización. .... -272 cal/g.

15) Valores críticos:

- Tc. .. 156.5 grados C.
- Pc. .... 59.2 atm.
- Vc. .... 2.7 ml/g.

16) Pérdida de volumen por polimerización:

aproximadamente 15 %.

17) Constante dieléctrica:

- a 100 ciclos/seg. de frecuencia y 27.2 grados C.

..... 6.25



18) Relación PV/RT para 1 mol:

a 196.5 grados Centígrados. ....	0.264
a 29.0 grados Centígrados. ....	0.9178
a -11.37 grados Centígrados. ....	0.964
a -19.76 grados Centígrados. ....	0.9652
a -71.9 grados Centígrados. ...	1.000 (30 mm).

19) Solubilidad:

Soluble en: Tetracloruro de carbono,  
éter etílico.

Alcohol etílico.

Tricloroetano.

Dicloroetileno.

Parcialmente soluble en agua.

20) Toxicidad:

Nocivo a una concentración mayor de 500 ppm en volumen, por su efecto irritante de las vías respiratorias.

21) Volumen de vapor saturado a -11.81 grados C.  
..... 332 ml/g.

22) Relación de enton d/w- 323.

23) Entropía absoluta a 29 grados Centígrados.  
..... 61.68 cal/Kmol

Propiedades termodinámicas.

1) Calor específico y presión de vapor.

La literatura al efecto, propone la siguiente ecuación, obtenida espectroscópicamente, y calculada hasta el punto crítico; habiéndose obtu-

nido una desviación promedio de solo 1.5 % e los resultados, con respecto a los datos experimentales.

$$cp. = 5.13 + 2.985 \times 10^{-2} T - 1.02 \times 10^{-5} T^2.$$

Temp. en grados K.

La presión de vapor se ha obtenido únicamente hasta 60 grados Centígrados, dando lugar a la ecuación:

$$\text{Log. } P = 0.892 + \frac{1150.9}{T} + 1.7 \text{ log. } T + 0.0024515 T.$$

Temp. en grados K.  
P en atmósferas.

2) Diagramas Entalpia contra Temperatura; y Entropia contra Temperatura; usando como parámetro, la Presión.

Indispensables por su utilidad, éstas gráficas nos proporcionan la línea de cambio de fase, y el comportamiento del Cloruro de vinilo, a diferentes presiones, temperaturas y, estados físicos. Se tomaron en cuenta, para la construcción de éstas gráficas, tres niveles de temperatura, a saber: -13.81 grados Centígrados, punto de ebullición del líquido saturado; 156.5 que es la temperatura crítica del monómero; y una temperatura intermedia, que se escogió 100 grados Centígrados. Siendo la entalpia una propiedad que necesita definirse con respecto a un nivel, se le dió, arbitrariamente, el valor de 0 a -13.81 grados Centígrados y una atmósfera.

Valores éstoos, que forman el punto 1 de la curva. al punto 2, se obtiene sumando a la entalpia en 1, el valor del calor latente de vaporización, encontrado en tablas; el punto 3, corresponde a la entalpia del gas ideal a 1 atmósfera y -13.81 grados Centígrados. El punto 4 se obtuvo sumando a la entalpia en el punto 3, el valor calculado del incremento de entalpia entre -13.81 y 100 grados Centígrados; integrando la ecuación del calor específico correspondiente al caso. El punto 5, corresponde a la resta de la corrección para vapor saturado a 19.52 atmósferas, del valor de la entalpia en el punto 4. siendo 19.52, la presión que corresponde a 100 grados Centígrados, para gases ideales. El punto 6 se obtuvo restando la corrección para líquido saturado a 100 grados Centígrados, de la entalpia en el punto 4. el punto 7, se encontró, integrando la ecuación del calor específico, desde -13.81, hasta 156.5 grados Centígrados. el punto 8, se obtiene restando del punto 7, la corrección de entalpia y presión, como en el punto 1 para la presión crítica.

El diagrama entropía temperatura, fué construido de la siguiente manera: se dieron valores arbitrarios de 0 a -13.81 grados Centígrados a la entropía y el resto del procedimiento sigue exactamente la secuencia, de la gráfico anterior, empleando las correcciones para líquido y vapor saturado y para gases ideales, encontradas en gráficos, tablas, y con calor por integración de las ecuaciones al efecto.

TABLA # 2

Entalpia contra Temperatura y Presión.

Puntos	Temp.	Presión	Entalpia
1	-13.81	1	0
2	-13.81	1	87.46
3	-13.81	1	86.60
4	100	1	015
5	100	19.52	98
6	100	19.52	40
7	156.5	1	178
8	156.5	55.20	100

TABLA # 3

Entropia contra Temperatura y Presión.

Puntos	Temp.	Presión	Entropia
1	-13.81	1	0
2	-13.81	1	0.33
3	100	1	0.415
4	100	19.52	0.385
5	100	19.52	0.215
6	156.5	52.2	0.46
7	156.5	52.2	0.395

En ambas tablas: Temperatura en grados Centígrados.

Presión en atmósferas.

Entalpia en cal/g.

Entropia en cal/g.

Los siguientes datos calculados, fueron de gran utilidad en la construcción de las gráficas pues son los valores de la temperatura y presión de

JK

527

TEMPERATURE

100

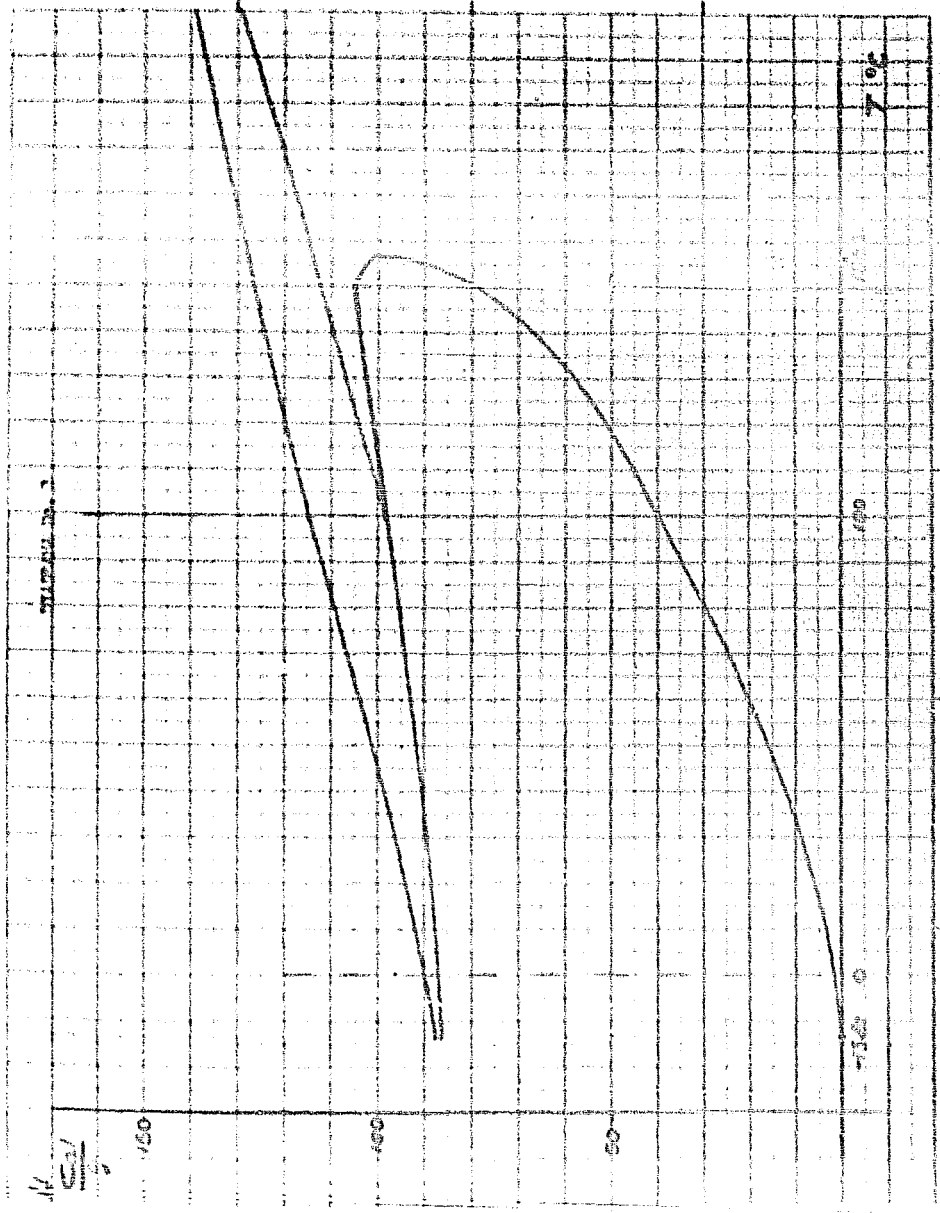
50

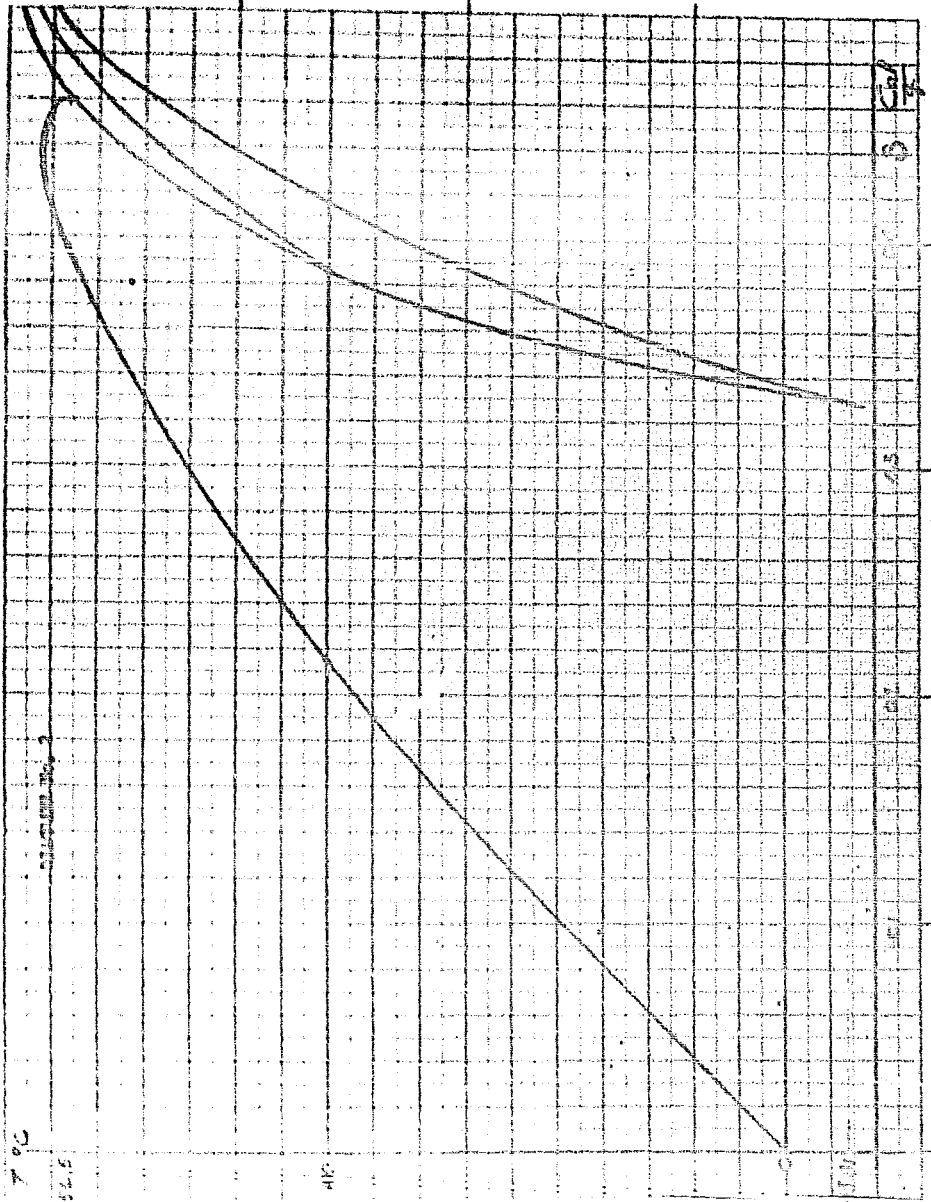
0

100

50

0





decidas:

$$Tr_1 = 0.6035 \quad Pr_1 = 0.0113 \quad Zc = 0.2631$$

$$Tr_2 = 0.8685 \quad Pr_2 = 0.3500 \quad \alpha = 7.3$$

En donde  $\alpha$  es la pendiente de la curva - de presión de vapor contra temperatura en el punto crítico.

3) Entalpía libre y Constante de equilibrio.

Tomando como base los datos de las ecuaciones de calor específico, Entalpía y Entropía, se obtuvo la ecuación:

$$\frac{G^\circ}{T} = \frac{17308}{T} + 4.2201 \ln. T + 0.7318 \times 10^{-2} T + 0.2541 \times 10^{-5} T^2 + 0.04644 \times 10^{-8} T^3 - 7.7568.$$

Además, tomando como base la ecuación:

$\frac{G^\circ}{T} = R \ln. K_a$ , se calcularon los valores de  $K_a$ , - la constante de equilibrio, desde 200 a 800 grados Centígrados, obteniéndose la tabla # 4, y los Diagramas, 1 y 2.

#### Pirólisis del Diclороetileno.

Los estudios comparativos de las distintas reacciones de obtención industrial, del Cloruro de vinilo, demuestran que la de clorhidración del di cloroetileno, mediante pirólisis, es el método mas económico, y el de mayor rendimiento de los actualmente en uso.

Al amparo de la reacción principal, -- ocurren reacciones secundarias, afectando a la economía de la producción, el grado de mineralización --

que de ellas se logre. Estas reacciones son las siguientes:

1) Reacción principal:



2) Reacciones secundarias:





TABLE 6.4

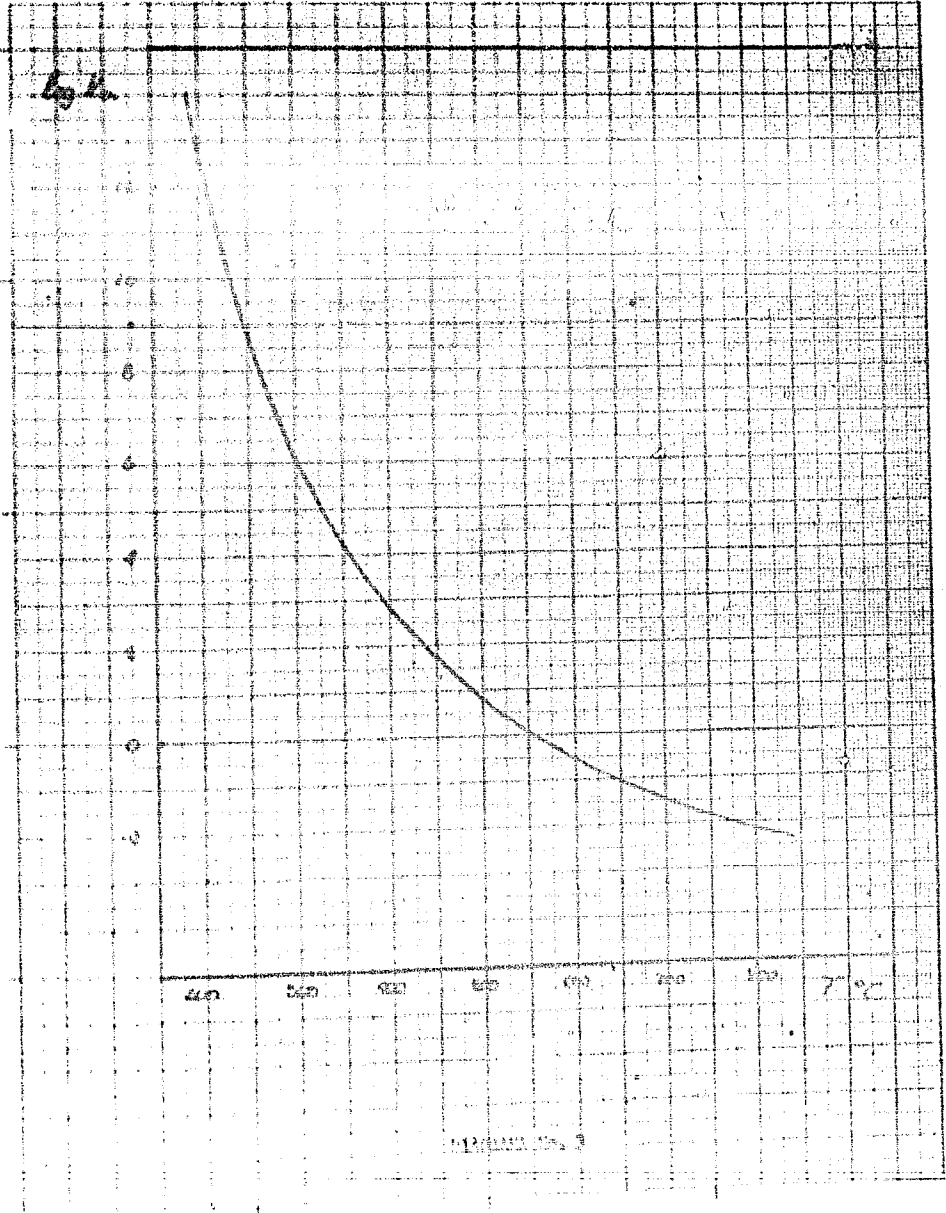
Spherulite Temperatures

$T^*$	$\frac{10^4}{T^*}$	$\ln \frac{1}{1-f}$	$T^* \ln \frac{1}{1-f} \times 10^4$	$\frac{10^4}{T^*} \ln \frac{1}{1-f}$	$T^*$	$\frac{10^4}{T^*} \ln \frac{1}{1-f}$
100	66.54	2.30153	22.153477	1.4616	60000	0.16164
150	66.712	2.17794	21.1051119	1.6255	62500	0.158125
200	55.071	2.47712	24.0748565	2.1954	90000	0.228090
250	49.9515	2.59472	24.7255161	2.5013	122500	0.3127885
300	43.279	2.43236	25.2891148	2.9272	160000	0.40656
350	38.4224	2.65124	25.7662562	3.2911	202500	0.5145525
400	34.616	2.69392	26.230991	3.659	250000	0.63525
450	31.46609	2.74016	26.6332972	4.0249	302500	0.7646525
500	28.6429	2.77615	27.0025116	4.3908	360000	0.91476
550	26.162763	2.81291	27.1381624	4.7567	422500	1.0735725
600	24.77529	2.84510	27.651210	5.1226	490000	1.24508
650	23.67711	2.87506	27.9431915	5.4885	562500	1.4291125
700	22.8151	2.90301	28.2148119	5.8544	640000	1.60664

LA # 4

DISTRIBUTION

$\tau$	$\tau^2 \times 10^3$	$\frac{1}{\tau}$	$0.04244 \times 10^{-10} \tau^3$	$-\frac{g}{\tau}$	ln. Ka.	Ka.
0.050	0.0025	20.0000	0.0001122	57.725418	12.8264935	$6.231 \times 10^{-1}$
0.1075	0.0094	10.0000	0.00047075	39.749223	8.70723	$5.096 \times 10^{-2}$
0.270	0.0073	7.0000	0.0125358	27.840592	6.083352	$1.2115 \times 10^{-2}$
0.42075	0.0018	5.0000	0.015911148	19.239403	4.2039361	$1.599 \times 10^{-3}$
0.640	0.0025	4.0000	0.0297216	12.774487	2.7913096	$6.185 \times 10^{-2}$
0.91125	0.0022	3.0000	0.042318448	8.120906	1.7744718	59.49
1.250	0.0020	2.0000	0.0585144	3.710473	0.8107632	6.468
1.60375	0.0018	1.5000	0.077264548	0.412545	0.0900144	1.0206
2.160	0.0016	1.0000	0.1002104	-2.333462	-0.509885	0.3235
2.74025	0.0014	0.7000	0.127516848	-4.656808	-1.017546	0.01041
3.410	0.0012	0.5000	0.1592092	-6.595464	-1.441154	0.02762
4.21875	0.0011	0.3000	0.195918748	-8.366757	-2.156812	0.06731
5.140	0.0010	0.2000	0.2377728	-9.870671	-1.820195	0.001415



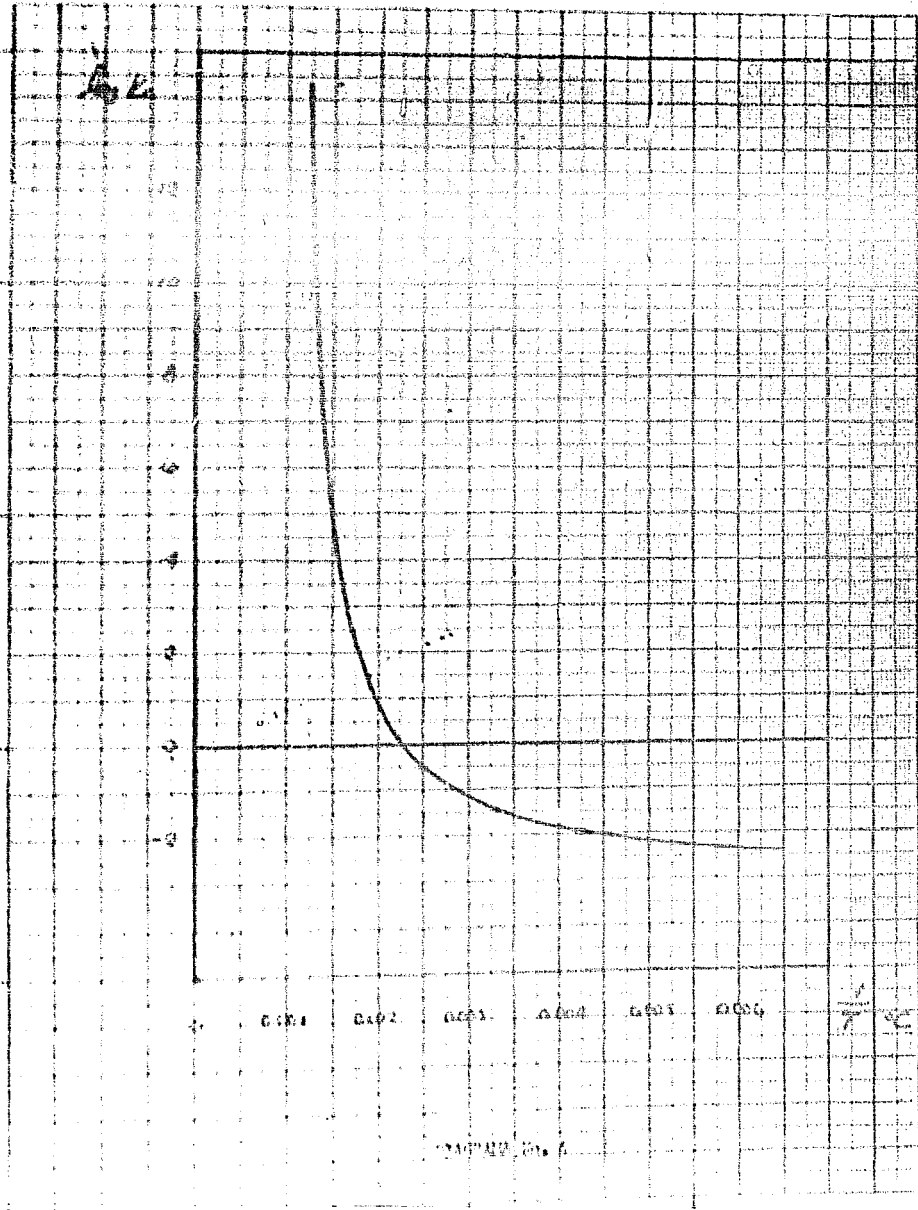
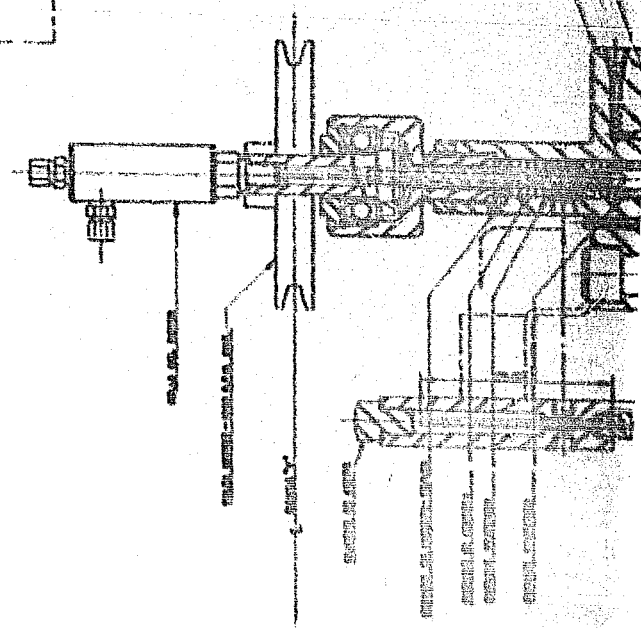
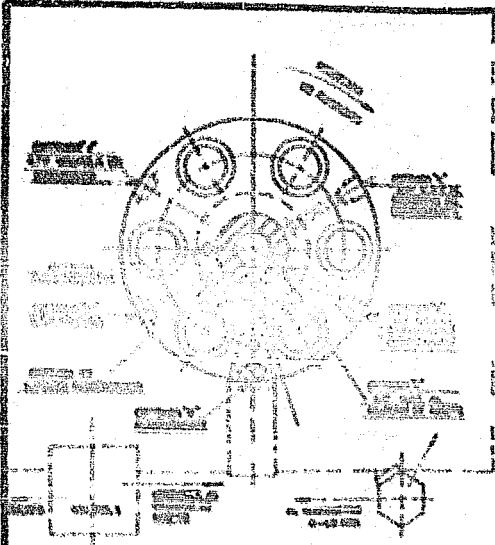
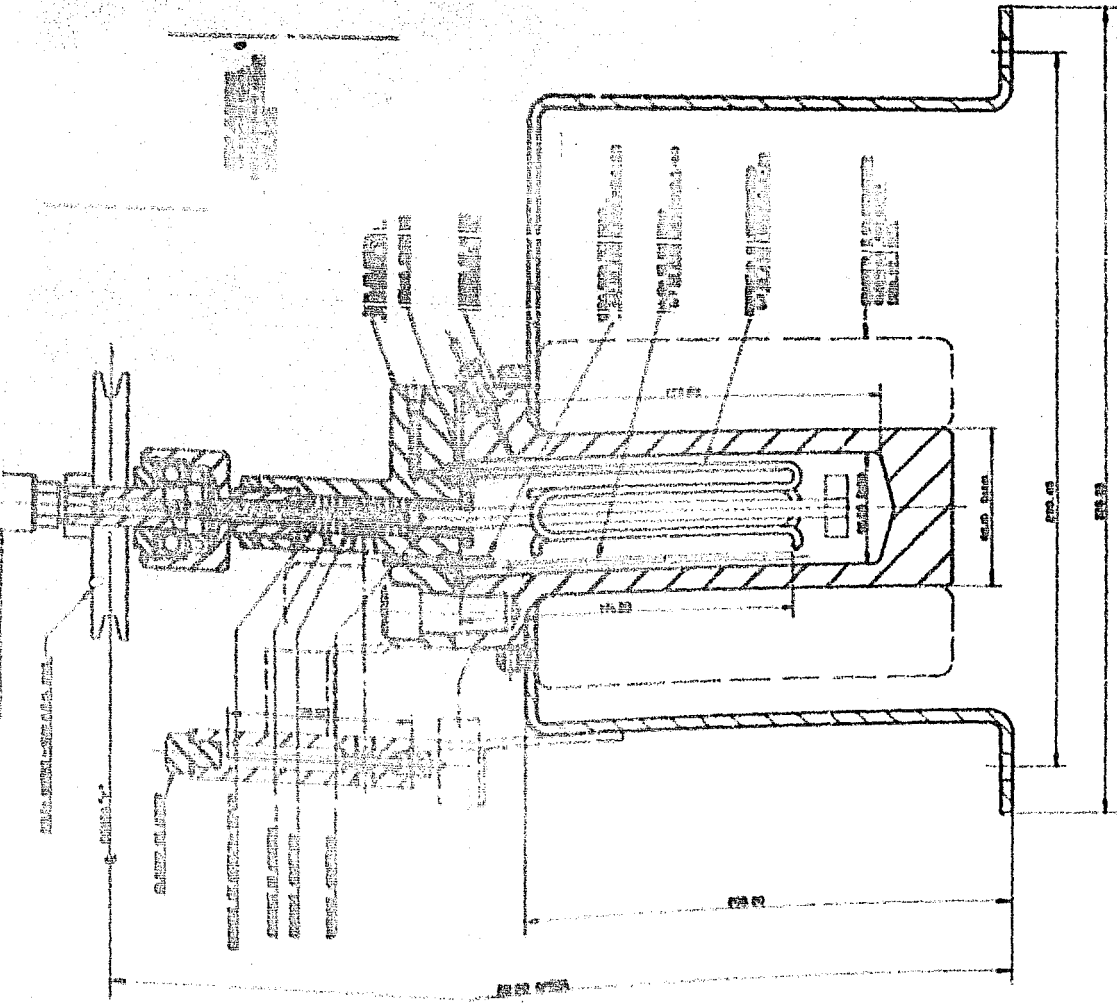


TABLE No. 1





DISEÑO DE LA CÁMARA DE ALTA PRESIÓN  
 DISEÑO DE LA CÁMARA DE BAJA PRESIÓN

24 INGENIEROS @ 610° P  
 63 102 INGENIEROS @ 73° P

TESIS PROFESIONAL U.I.A.		
AUTOCLAVE DE ALTA PRESIÓN		
NOMBRE DEL ALUMNO	N.º	C.D. N.º
AGUIRRE	1964	10

## CONCLUSIONES.

Dentro de la parte experimental, se comprobaron algunas propiedades del Cloruro de vinilo como son: Estado físico a temperatura ambiente; Punto de ebullición a presión atmosférica; Reactividad del compuesto para polimerizarse expuesto a la luz ultravioleta del sol; Solubilidad aparente en dicloroetileno, alcohol etílico y agua; así como las condiciones de trabajo prácticas, que se requiere que se usen en el laboratorio, para la obtención de Cloruro de vinilo. También, una aproximación experimental al valor del coeficiente de compresibilidad, (  $Z$  ), del dicloroetileno.

En la parte teórica, tiene importancia - la recopilación bibliográfica de la tabla de constantes y propiedades del Cloruro de vinilo, y el desarrollo y resolución de las ecuaciones termodinámicas presentadas en la literatura, hasta llegar a encontrar el valor de la constante de equilibrio de la reacción de obtención del compuesto, por pirólisis del dicloroetileno a distintas temperaturas.

De ésto último se desprende, el que los valores de la constante más apropiados al rendimiento de la reacción, se logran ajustando las condiciones de temperatura a un rango entre 500 y 600 grados Centígrados. Al hacer la recopilación de propiedades termodinámicas, se tomaron principalmente en cuenta la entalpía y la entropía, de la relación con las constantes de reacción y temperaturas, en las que se

realizen los cambios de fase del Cloruro de vinilo,  
graficando sabcas contra Temperatura, usando en am--  
bos casos, como parámetro la Presión.



## BIBLIOGRAFIA

- 1) Doraiswamy K.L.; Braha H.P.; Pai U.M.; Chidambaram S. "Thermal Dehydrochlorination of Ethylene - dichloride". Brit. Chem. Mag. (1960) V, 9, 698.
- 2) Hanerjee D.G.; and Doraiswamy K.L.; Brit. Chem. Mag.; (1968). III . 336.
- 3) Barton D.H.R.  
Journ. Chem. Soc.; (1946), 157-625.; (1949), 155.
- 4) Petroleum Refiner  
"Vinyl Chloride from Ethylene"  
(1953) 32, 136.
- 5) Ind. eng. Chem.; (1957) 39, 317.
- 6) Kobe K.A.  
Petroleum Refiner (1957) 36, 155.
- 7) Magidín M. Luis (Tesis profesional 1961)  
"Anteproyecto para la instalación de una planta productora de Cloruro de vinilo en la República Mexicana".
- 8) Vazquez Herrera Salvador (Tesis profesional 1961)  
"Estudio técnico-económico de la fabricación de Cloruro de vinilo en México".
- 9) Hougen O., Watson, & Ragutz.  
"Chemical Process Principles" Tomo II 619 a623  
2a. edición 1959; John Wiley & Sons, Inc.  
New York, London.
- 10) Catalano ~~1961~~ "Thermistors"  
Fenwal Electronics Inc. Framingham, Mass. U.S.A.

11) Brage Golding.

"Polymers & Resins" IX , 1959.

D. Van Nostrand Company Inc.

Princeton N.J. Toronto, New York, Londres.

12) Cram D.J., Hammond G.S.

"Organic Chemistry" 1959.

Mc Graw Hill Book Company

New York, Toronto, Londres.