

Propiedades Fisicoquímicas de sustancias		
Nombre	etano	
Masa Molar	30.070	g/mol
Temperatura Crítica	305.400	K
Presion Crítica	48.200	atm
Volumen Crítico	0.1480	L/mol
Punto ebullición	184.500	K
Punto de fusión	89.900	K
Cp (cal/mol K)	1.292e+0	a
$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3$ (300-2500)K	4.254e-2	b
	-1.657e-5	c
	2.081e-9	d
Constantes de Antonio	15.6637	A
$\ln(p) = A - (B/(T+C))$	1511.4200	B
T=K	-17.1600	C
p=mmHg		



Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2020
 Con apoyo del programa UNAM-DGAPA-PAPIME
 PE-200419

Propiedades Físicoquímicas de sustancias		
Nombre	propano	
Masa Molar	44.097	g/mol
Temperatura Crítica	369.800	K
Presion Crítica	41.900	atm
Volumen Crítico	0.2030	L/mol
Punto ebullición	231.100	K
Punto de fusión	85.500	K
Cp (cal/mol K)	-1.009e+0	a
Cp=a+bT+cT²+dT³	7.315e-2	b
(300-2500)K	-3.789e-5	c
	7.678e-9	d
Constantes de Antonio	15.7260	A
LN(p)=A-(B/(T+C))	1872.4600	B
T=K	-25.1600	C
p=mmHg		



Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2020
 Con apoyo del programa UNAM-DGAPA-PAPIME
 PE-200419

V ideal y real calculadas con a y b de tablas

Obtención de ecuación cúbica del volumen tipo Van der Waals

Introducir los valores en las celdas de color amarillo

T (K)	298.150
n (mol)	5.0000
p (atm)	7.0000
a (atmL ² /mol ²)	5.5075
b (L/mol)	0.0651
R (atmL/molK)	0.0820

V ³	V ²	V	Cte
1	-17.788571	19.669643	-6.402469



V ideal (L)	17.4631
-------------	---------

Resolución de volumen cúbico tipo $AV^3+BV^2+CV+D=0$

A=	1	
B=	-17.78857	
C=	19.66964	
D=	-6.40247	
Expresión	4	decimales

	Real	Imaginaria
V ₁ =	16.62886	+16.6289

V ideal y real con a y b dependientes de Vc

Obtención de ecuación cúbica del volumen tipo Van der Waals

Introducir los valores en las celdas de color amarillo

T (K)	298.150
n (mol)	5.0000
p (atm)	7.0000
a (atmL ² /mol ²)	3.1673
b (L/mol)	0.0493
R (atmL/molK)	0.0820

V ³	V ²	V	Cte
1	-17.709571	11.311786	-2.788355



V ideal (L)	17.4631
-------------	---------

Resolución de volumen cúbico tipo $AV^3+BV^2+CV+D=0$

A=	1	
B=	-17.70957	
C=	11.31179	
D=	-2.78836	
Expresión	4	decimales

	Real	Imaginaria	
V ₁ =	17.05594		+17.0559

V ideal y real con a y b independientes de Vc

Obtención de ecuación cúbica del volumen tipo Van der Waals

Introducir los valores en las celdas de color amarillo

T (K)	298.150
n (mol)	5.0000
p (atm)	7.0000
a (atmL ² /mol ²)	5.4891
b (L/mol)	0.0649
R (atmL/molK)	0.0820

V ³	V ²	V	Cte
1	-17.787571	19.603929	-6.361475



V ideal (L)	17.4631
-------------	---------

Resolución de volumen cúbico tipo $AV^3+BV^2+CV+D=0$

A=	1	
B=	-17.78757	
C=	19.60393	
D=	-6.36147	
Expresión	4	decimales

	Real	Imaginaria	
V ₁ =	16.63187		+16.6319

Obtención de propiedades reales en un gas ó de mezclado binario y ternario						
Introducir los valores en las celdas de color amarillo						
Componente	M (g/mol)	m (g)	pc (atm)	Tc (K)	Vc (L/mol)	ni
	16.00	0.00	45.40	190.60	0.0990	0.0000
Etano	30.00	150.00	48.20	305.40	0.1480	5.0000
Propano	44.00	132.00	41.90	369.80	0.2030	3.0000
					n total	8.0000

Componente	Dependiente de Vc		R (atmL/molK)	Independiente de Vc		y
	a (atmL ² /mol ²)	b (L/mol)	yi	a (atmL ² /mol ²)	b (L/mol)	
	1.3349	0.0330	0.0820	2.2699	0.0430	1.0000
Etano	3.1673	0.0493	0.6250	5.4891	0.0649	
Propano	5.1800	0.0677	0.3750	9.2583	0.0905	

Dependiente de Vc				
a _M (atmL ² /mol ²)	b _M (L/mol)	pc _M (atm)	Tc _M (K)	Vc _M (L/mol)
3.8643	0.0562	45.8375	329.5500	0.1686

Independiente de Vc				
a _M (atmL ² /mol ²)	b _M (L/mol)	pc _M (atm)	Tc _M (K)	Vc _M (L/mol)
6.7878	0.0745	45.8375	329.5500	0.1686



V ideal y real con a y b de tablas

Obtención de ecuación cúbica del volumen tipo Van der Waals

Introducir los valores en las celdas de color amarillo

T (K)	298.150
n (mol)	8.0000
p (atm)	4.5000
a (atmL ² /mol ²)	6.8036
b (L/mol)	0.0746
R (atmL/molK)	0.0820

V ³	V ²	V	Cte
1	-44.060444	96.762311	-57.747747



V ideal (L)	43.4636
-------------	---------

Resolución de volumen cúbico tipo $AV^3+BV^2+CV+D=0$

A=	1	
B=	-44.06044	
C=	96.76231	
D=	-57.74775	
Expresión	4	decimales

	Real	imaginaria	
V ₁ =	41.77739		+41.7774

oy en mezcla.ppt

Abrir con

*V ideal y real dependientes de Vc***Obtención de ecuación cúbica del volumen tipo Van der Waals**

Introducir los valores en las celdas de color amarillo

T (K)	298.15
n (mol)	8.0000
p (atm)	4.5
a_M (atmL ² /mol ²)	3.8643
b_M (L/mol)	0.0562
R (atmL/molK)	0.082



V^3	V^2	V	Cte
1	-43.9132661454	959545358	-24.7110042152

V ideal (L)	43.4636
-------------	---------

Resolución de volumen cúbico tipo $AV^3+BV^2+CV+D=0$

A=	1	
B=	-43.91327	
C=	54.95955	
D=	-24.71100	
Expresión	2	decimales

	Real	Imaginaria	
$V_1=$	42.63787		+42.64

V ideal y real independientes de Vc

Obtención de ecuación cúbica del volumen tipo Van der Waals

Introducir los valores en las celdas de color amarillo

T (K)	298.15
n (mol)	8.0000
p (atm)	4.5
aM (atmL ² /mol ²)	6.7878
bM (L/mol)	0.0745
R (atmL/molK)	0.082

V ³	V ²	V	Cte
1	-44.059762	96.537084	-57.547465

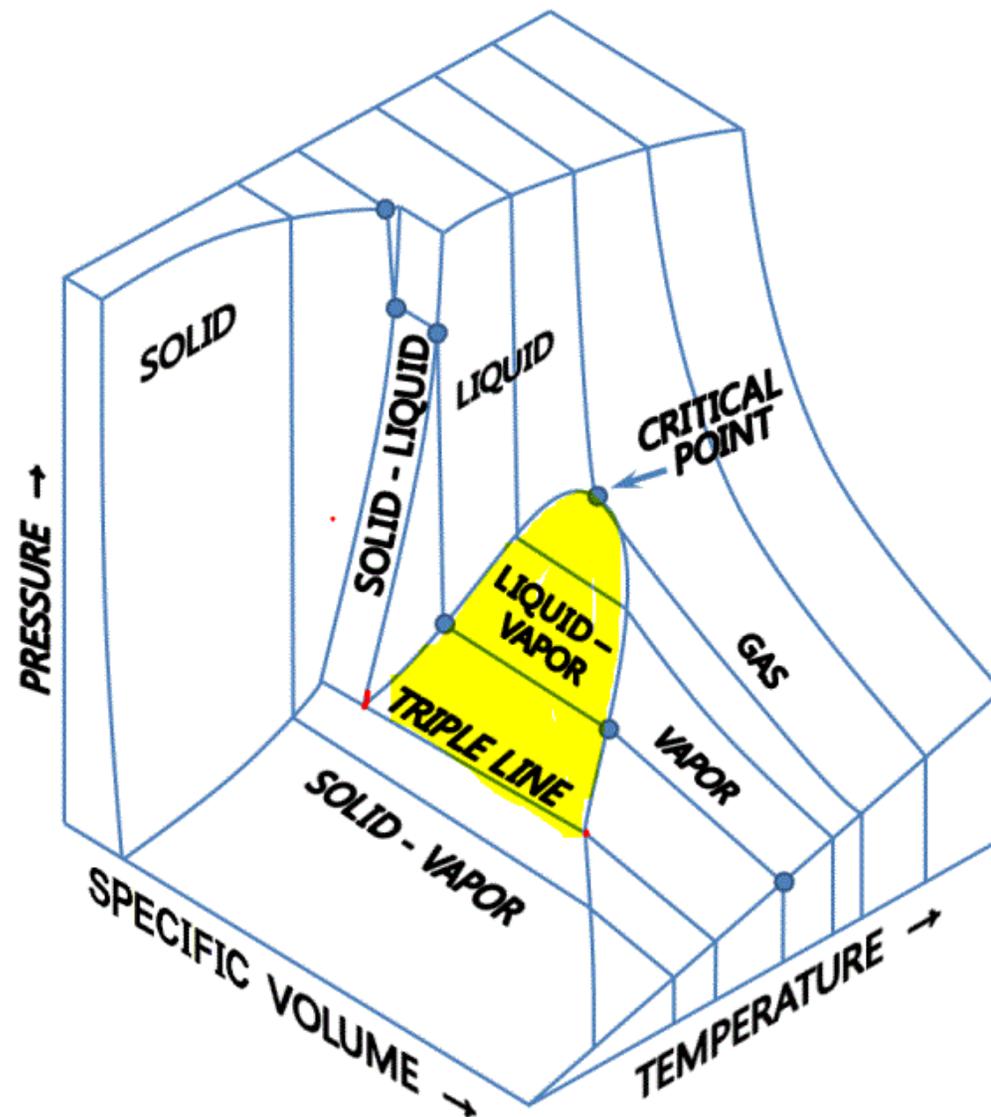


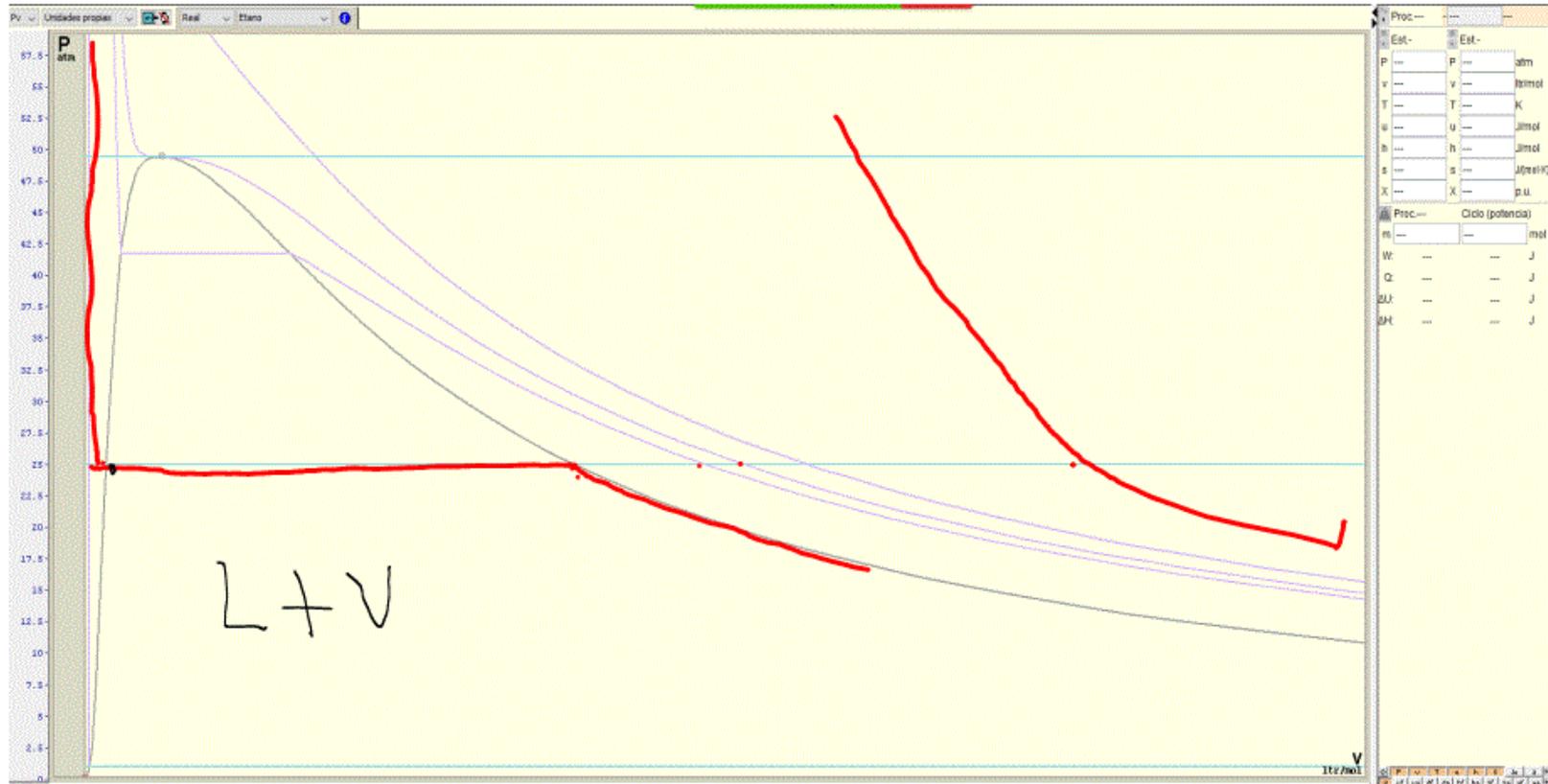
V ideal (L)	43.4636
-------------	---------

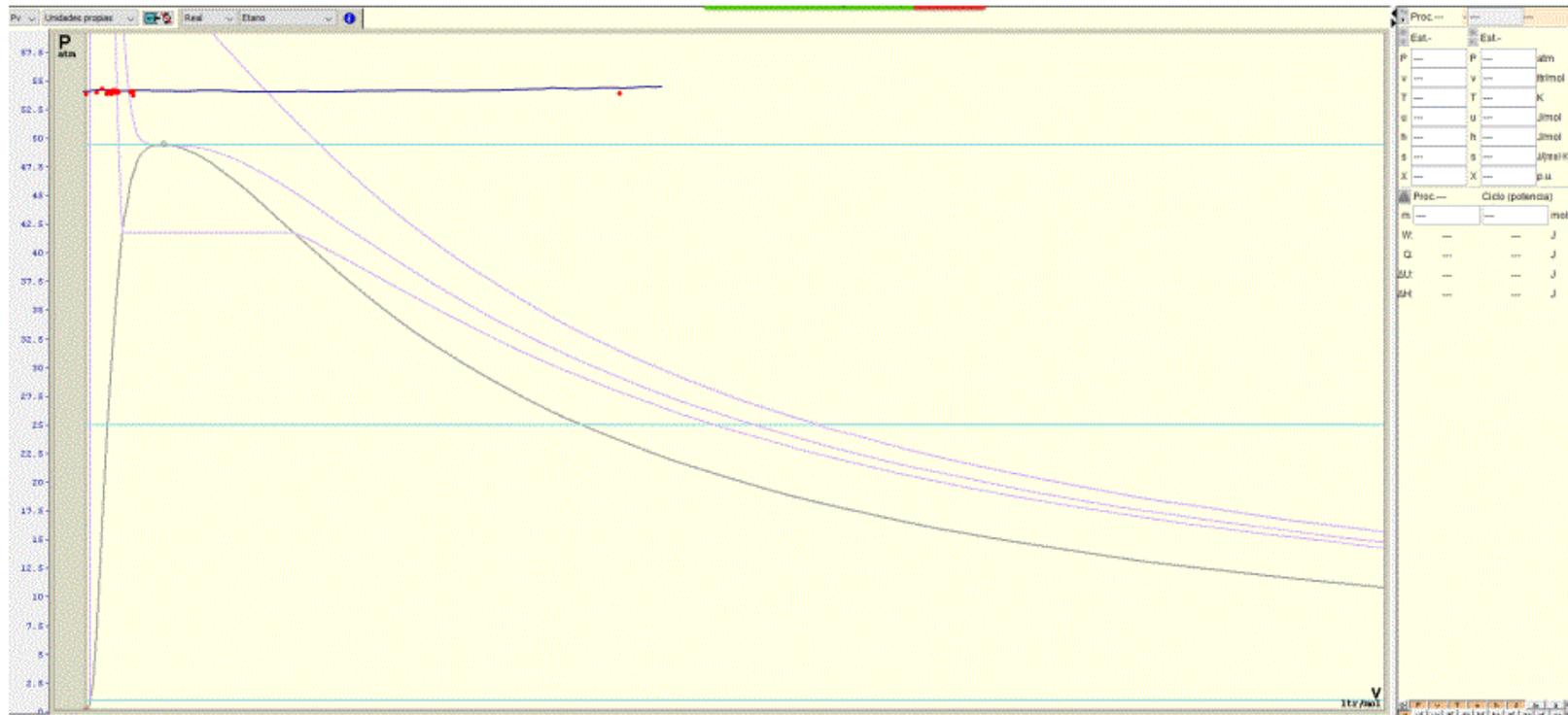
Resolución de volumen cúbico tipo $AV^3+BV^2+CV+D=0$

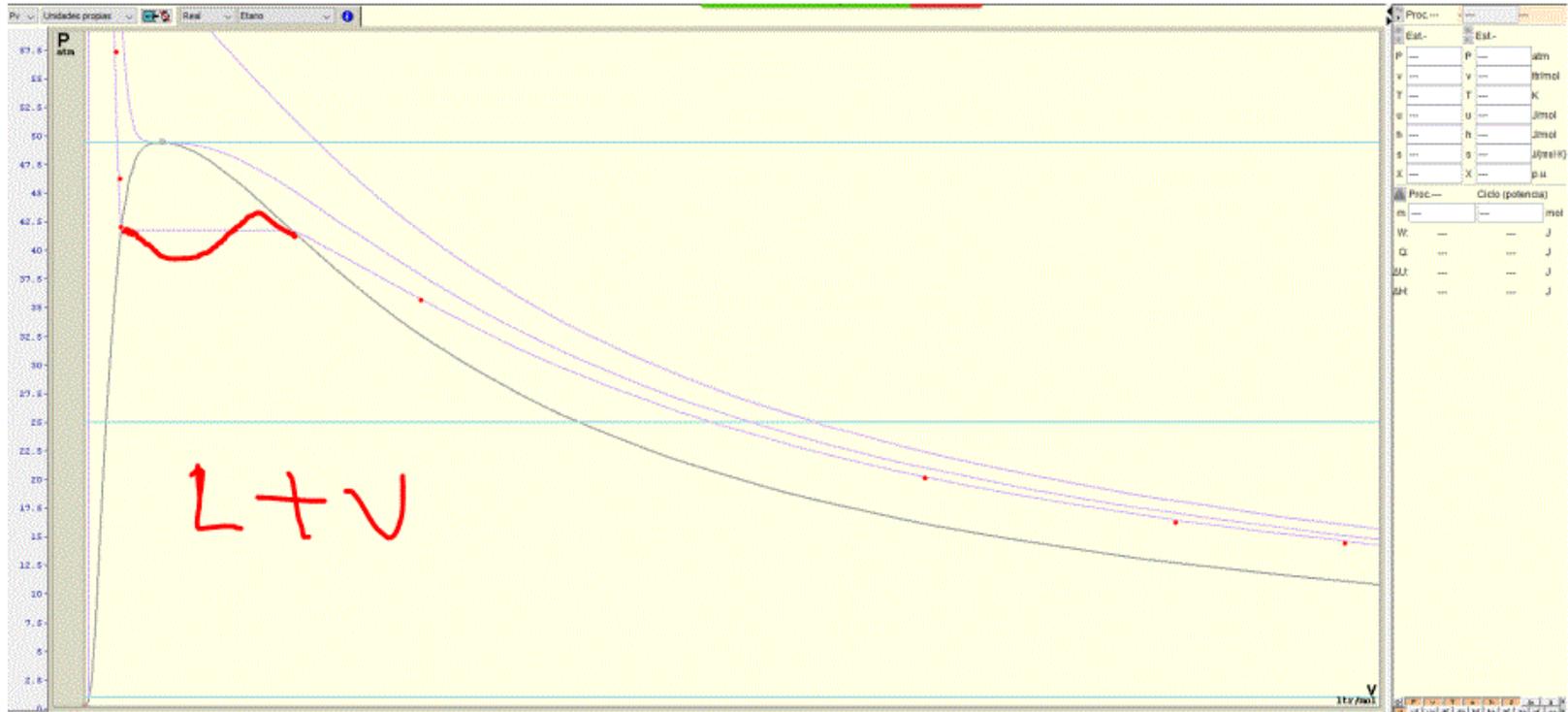
A=	1	
B=	-44.05976	
C=	96.53708	
D=	-57.54746	
Expresión	2	decimales

	Real	Imaginaria
V _r =	41.78225	+41.78









Método de Dumas

$$PV = nRT$$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$M = \frac{mRT}{PV} = \frac{(g)(\cancel{\text{atm}}\cancel{\text{K}}/\cancel{\text{mol}}\cancel{\text{K}})(\cancel{\text{K}})}{(\cancel{\text{atm}})(\cancel{\text{K}})}$$

$$= \frac{g}{\text{mol}}$$

$$P = \frac{nRT}{V-nb} - \frac{an^2}{V^2}$$

Despejar n

$$\left(P + \frac{an^2}{V^2} \right) (V-nb) = nRT$$

$$PV - pnb + \frac{an^2}{V} - \frac{an^3b}{V^2} = nRT$$

$$-\frac{an^3b}{V^2} + \frac{an^2}{V} - pnb - nRT + pV = 0$$

$$-\frac{an^3b}{V^2} + \frac{an^2}{V} - n(RT + pb) + pV = 0$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$-\frac{a\left(\frac{m}{M}\right)^3b}{V^2} + \frac{a\left(\frac{m}{M}\right)^2}{V} - \frac{m}{M}(RT + pb) + pV = 0$$

$$-\frac{am^3b}{M^3V^2} + \frac{am^2}{M^2V} - \frac{m}{M}(RT + pb) + pV = 0$$

$$\left[\frac{-am^3b}{M^3V^2} + \frac{am^2}{M^2V} - \frac{m}{M} (RT + pb) + pV = 0 \right] M^3$$

$$\frac{-am^3b}{V^2} + \frac{am^2M}{V} - mM^2(RT + pb) + M^3pV = 0$$

$$pVM^3 - M^2m(RT + pb) + M \frac{am^2}{V} - \frac{am^3b}{V^2} = 0$$

$M = ?$ CO_2

$T = 298.15 \text{ K}$ $V = 20.1 \text{ L}$

$m = 40 \text{ g}$ $p = 1 \text{ atm}$

Obtención de a y b de Van der Waals

Modelo

$$p = \frac{RT}{(\bar{V}-b)} - \left[\frac{a}{\bar{V}^2} \right]$$

R (atmL/molK)

0.082

Modelo

$$a = 3pc\bar{V}_c^2 \quad b = \frac{\bar{V}_c}{3}$$

a	atmL ² /mol ²	1.92978
b	L/mol	0.03133



Independiente de volumen crítico

Modelo

$$a = \frac{27R^2T_c^2}{64pc} \quad b = \frac{RT_c}{8pc}$$

a	atmL ² /mol ²	3.60577
b	L/mol	0.04283

Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2020
 Con apoyo del programa UNAM-DGAPA-PAPIME
 PE-200419

Masa molar real Mezclado Masa molar real Ind Vc Masa molar real Dep Vc

Obtención de ecuación cúbica de la masa molar (M) tipo Van der Waals

Introducir los valores en las celdas de color amarillo

T (K)	298.15
m (g)	40.0000
p (atm)	1.0000
a (atmL ² /mol ²)	3.6058
b (L/mol)	0.04283
R (atmL/molK)	0.0820
V (L)	20.1000



M ³	M ²	M	Cte
20.10000	-979.64520	287.02886	-24.46457

$$pVM^3 - mM^2(RT+pb) + M\left(\frac{am^2}{V}\right) - \frac{abm^3}{V^2} = 0$$

M ideal (g/mol) 48.6533

Resolución de M cúbico tipo $AM^3+BM^2+CM+D=0$

A=	20.100000	
B=	-979.645200	
C=	287.028856	
D=	-24.464569	
Expresión	2	decimales

	Real	Imaginaria	
M ₁ =	48.444313		+48.44
M ₂ =	0.147127	0.05897682057i	+0.15+0.06j
M ₃ =	0.147127	-0.05897682057i	+0.15-0.06j

Dr. Juan Carlos Vázquez Lira UNAM FES Zaragoza 2020

Con apoyo del programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE-20419 V2

Propiedades Físicoquímicas de sustancias		
Nombre	anhídrido carbónico	
Masa Molar	44.010	g/mol
Temperatura Crítica	304.200	K
Presion Crítica	72.800	atm
Volumen Crítico	0.0940	L/mol
Punto ebullición	216.600	K
Punto de fusión	194.700	K
Cp (cal/mol K)	4.728e+0	a
Cp=a+bT+cT²+dT³	1.754e-2	b
(300-2500)K	-1.338e-5	c
	4.097e-9	d
Constantes de Antonio	22.5898	A
LN(p)=A-(B/(T+C))	3103.3900	B
T=K	-0.1600	C
p=mmHg		



Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2020
 Con apoyo del programa UNAM-DGAPA-PAPIME
 PE-200419

Isotérmico Exp. Comp.

Relaciones de Maxwell.

$$\Delta U = q - w$$

$$d\bar{u} = \delta\bar{q} - \delta\bar{w}$$

$$\frac{\delta\bar{q}}{T} = d\bar{s}$$

$$d\bar{u} = T d\bar{s} - p d\bar{v}$$

$$\bar{w} = p d\bar{v}$$

$$v = \text{cte} \quad - p d\bar{v} = 0$$

$$d\bar{u} = T d\bar{s} \quad \text{calor a } v = \text{cte}$$

$$d(\bar{u} + p\bar{v}) = T d\bar{s} - p d\bar{v} + p d\bar{v} + \bar{v} dp$$

$$d\bar{h} = T d\bar{s} + \bar{v} dp$$

$$p = \text{cte} \quad \bar{v} dp = 0$$

$$d\bar{h} = T d\bar{s} = \text{calor}$$

$$d(\bar{H} - T\bar{S}) = \cancel{T}d\bar{S} + \bar{V}dp - \cancel{T}d\bar{S} - \bar{S}dT$$

$$d\bar{G} = -\bar{S}dT + \bar{V}dp$$

$p = \text{cte}$ $T = \text{cte}$ cambio estado

$d\bar{G} = 0$ equilibrio

$$d(\bar{U} - T\bar{S}) = \cancel{T}d\bar{S} - p d\bar{V} - \cancel{T}d\bar{S} - \bar{S}dT$$

$$dA = -\bar{S}dT - p d\bar{V}$$

$$dA = -\bar{s}dT - p d\bar{v}$$

Helmholtz $T = \text{cte}$ $v = \text{cte}$

$$dA = 0 \text{ equilibrio}$$