

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



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

Propiedades Fisicoquímicas de sustancias		
Nombre	propano	
Masa Molar	44.097	<b>g/mol</b>
Temperatura Crítica	369.800	<b>K</b>
Presion Crítica	41.900	<b>atm</b>
Volumen Crítico	0.2030	<b>L/mol</b>
Punto ebullición	231.100	<b>K</b>
Punto de fusión	85.500	<b>K</b>
<b>Cp (cal/mol K)</b>	-1.009e+0	<b>a</b>
$Cp=a+bT+cT^2+dT^3$	7.315e-2	<b>b</b>
<b>(300-2500)K</b>	-3.789e-5	<b>c</b>
	7.678e-9	<b>d</b>
<b>Constantes de Antonio</b>	15.7260	<b>A</b>
$LN(p)=A-(B/(T+C))$	1872.4600	<b>B</b>
T=K	-25.1600	<b>C</b>
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 <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup> )	5.5075
b (L/mol)	0.0651
R (atmL/molK)	0.0820

V <sup>3</sup>	V <sup>2</sup>	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 <sub>1</sub> =	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 <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup> )	3.1673
b (L/mol)	0.0493
R (atmL/molK)	0.0820

V <sup>3</sup>	V <sup>2</sup>	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 <sub>1</sub> =	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 <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup> )	5.4891
b (L/mol)	0.0649
R (atmL/molK)	0.0820

V <sup>3</sup>	V <sup>2</sup>	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 <sub>1</sub> =	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 <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup> )	b (L/mol)	yi	a (atmL <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup> )	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 <sub>M</sub> (atmL <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup> )	b <sub>M</sub> (L/mol)	pc <sub>M</sub> (atm)	Tc <sub>M</sub> (K)	Vc <sub>M</sub> (L/mol)
3.8643	0.0562	45.8375	329.5500	0.1686

Independiente de Vc				
a <sub>M</sub> (atmL <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup> )	b <sub>M</sub> (L/mol)	pc <sub>M</sub> (atm)	Tc <sub>M</sub> (K)	Vc <sub>M</sub> (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 <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup> )	6.8036
b (L/mol)	0.0746
R (atmL/molK)	0.0820

V <sup>3</sup>	V <sup>2</sup>	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 <sub>1</sub> =	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 <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup> )	6.7878
bM (L/mol)	0.0745
R (atmL/molK)	0.082

V <sup>3</sup>	V <sup>2</sup>	V	Cte
1	-44.059762	96.537084	-57.547465

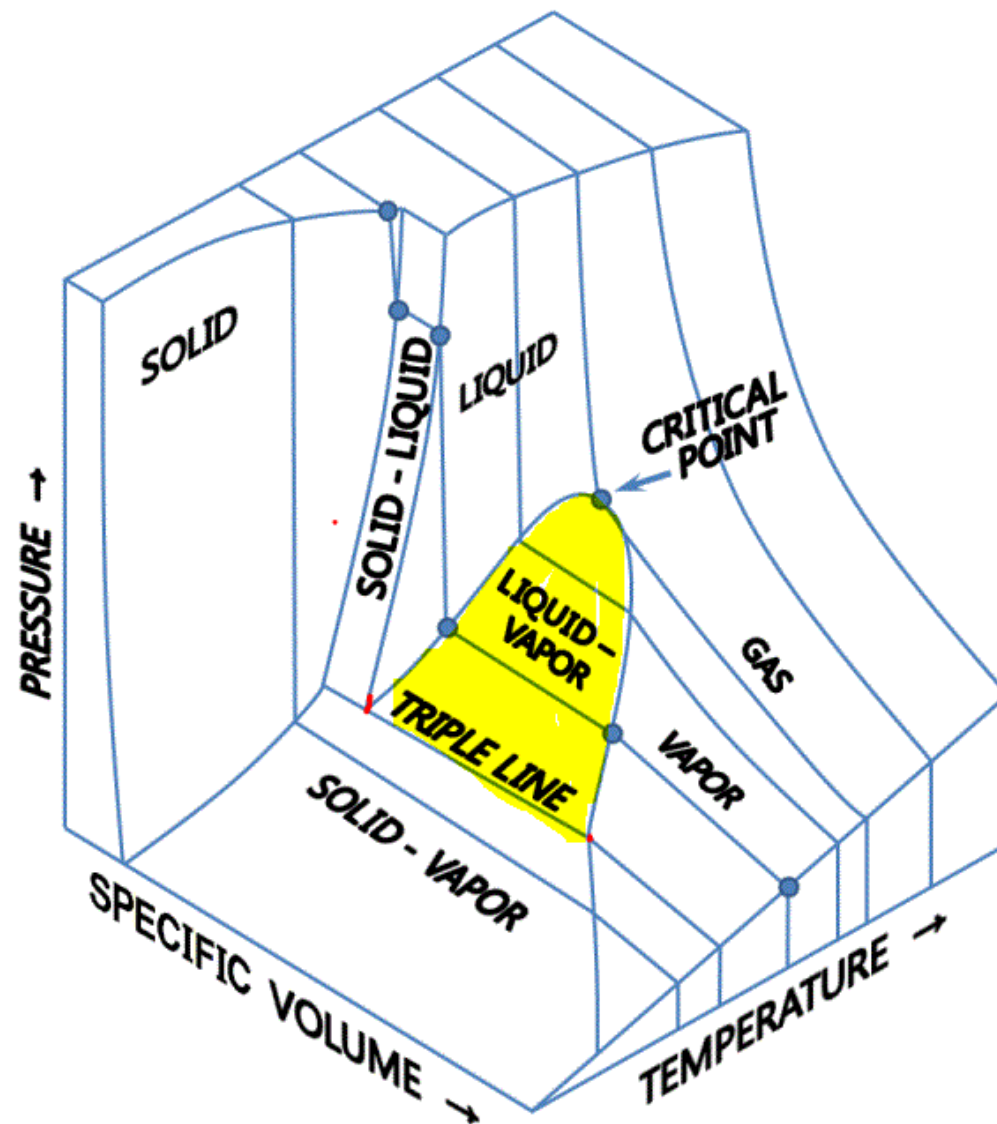


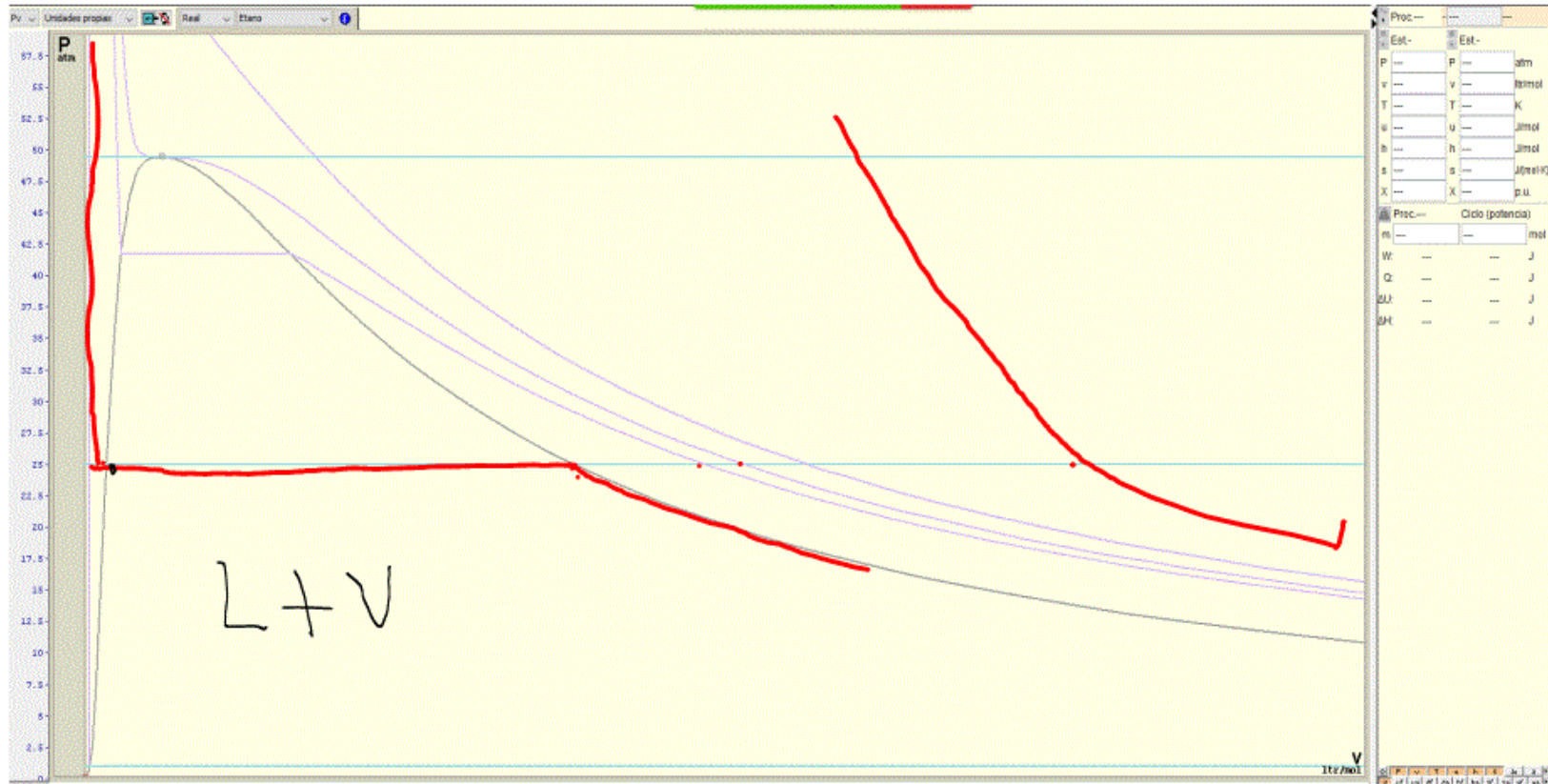
V ideal (L)	43.4636
-------------	---------

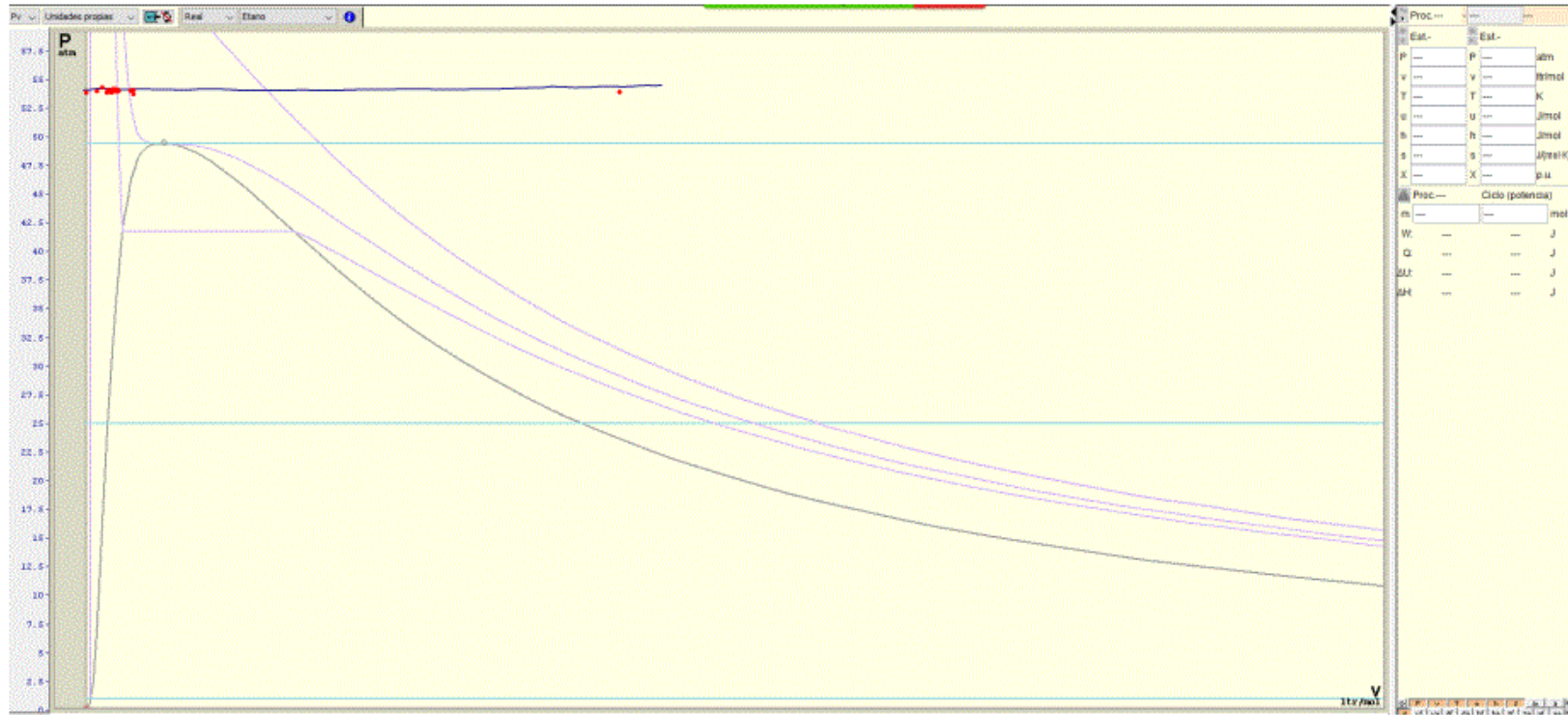
### Resolución de volumen cúbico tipo $AV^3+BV^2+CV+D=0$

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

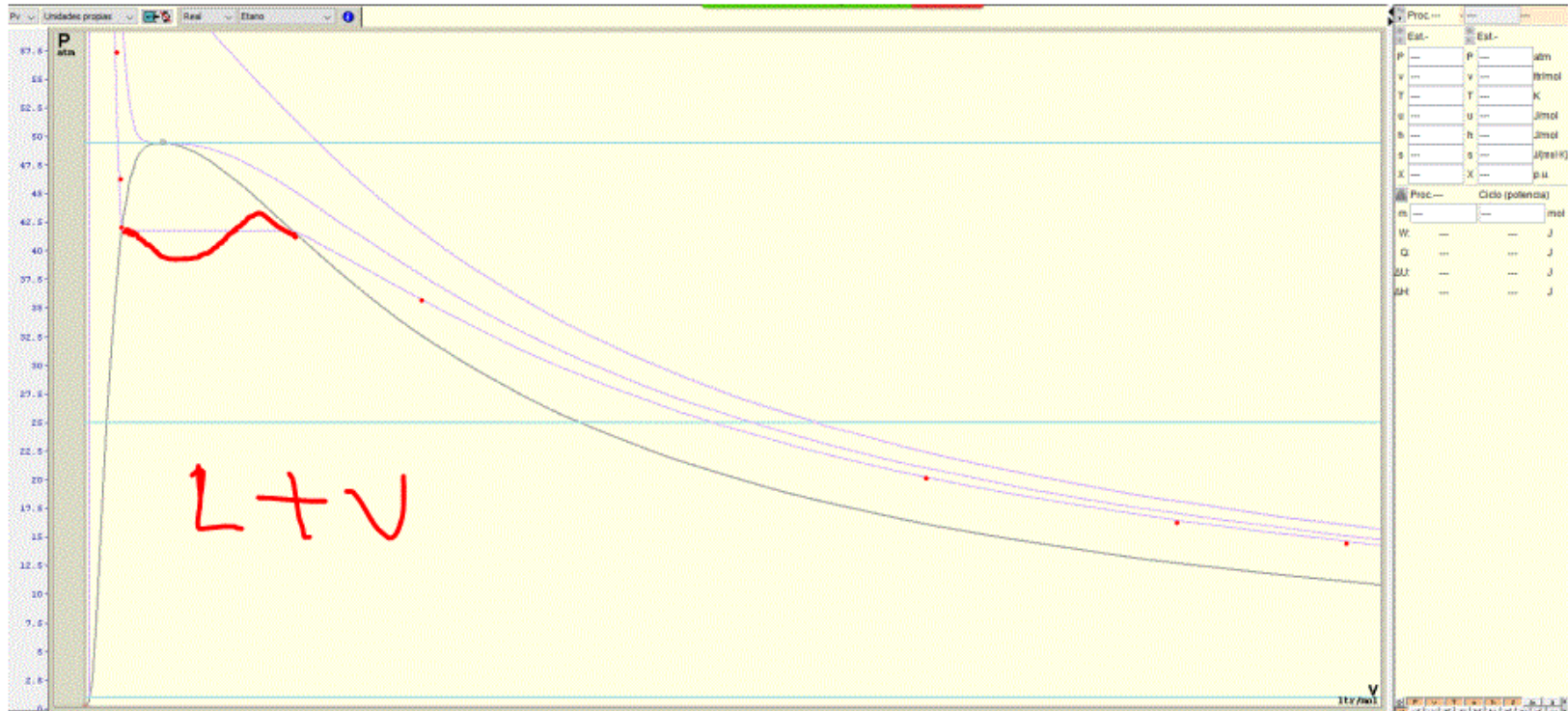
	Real	Imaginaria
V <sub>r</sub> =	41.78225	+41.78











# 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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

$M = ?$   $\text{CO}_2$

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

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

## 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 <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup> /mol <sup>2</sup> )	3.6058
b (L/mol)	0.04283
R (atmL/molK)	0.0820
V (L)	20.1000



M <sup>3</sup>	M <sup>2</sup>	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 <sub>1</sub> =	48.444313		+48.44
M <sub>2</sub> =	0.147127	0.05897682057i	+0.15+0.06j
M <sub>3</sub> =	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	<b>g/mol</b>
Temperatura Crítica	304.200	<b>K</b>
Presion Crítica	72.800	<b>atm</b>
Volumen Crítico	0.0940	<b>L/mol</b>
Punto ebullición	216.600	<b>K</b>
Punto de fusión	194.700	<b>K</b>
<b>Cp (cal/mol K)</b>	4.728e+0	<b>a</b>
$Cp=a+bT+cT^2+dT^3$	1.754e-2	<b>b</b>
<b>(300-2500)K</b>	-1.338e-5	<b>c</b>
	4.097e-9	<b>d</b>
<b>Constantes de Antonio</b>	22.5898	<b>A</b>
$LN(p)=A-(B/(T+C))$	3103.3900	<b>B</b>
T=K	-0.1600	<b>C</b>
p=mmHg		



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

Isotérmico Exp. Comp.

Relaciones de Maxwell.

$$\Delta U = q - w$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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