FIUBA 83.01/ 63.01 Química

Guía de Problemas G4

EJERCICIO 3

3) Dos moles de gas ideal evolucionan desde el punto A hasta el punto B por una isobara y desde el punto B hasta el punto C por una isoterma. Y luego la evolución prosigue desde el punto C hasta el punto D por una isocora Además, se conocen algunos valores de las propiedades en estos puntos, que se reseñan en la siguiente tabla:

	A	**B**	**C**	**D**
P (atm)	1		0,5	1
V (L)		100		
T (K)	300			

Información adicional: c_p (g) = 3,0 cal/mol·K

a) Completar la tabla de valores.

b) Graficar la evolución total en un diagrama P-V.

c) Hallar Q, W, ΔU y ΔH para toda la evolución.

a) Completar la tabla de valores.

$$PV = nRT$$

$$P_A V_A = nRT_A$$

$$V_A = \frac{nRT_A}{P_A} = \frac{2\ mol \cdot 0{,}082 \frac{atm \cdot L}{mol \cdot K} \cdot 300\ K}{1\ atm} = 49{,}2\ L$$

$A \rightarrow B$ Isobárico $\quad P_A = P_B$

$$P_B V_B = nRT_B$$

$$T_B = \frac{P_B V_B}{nR} = \frac{1\ atm \cdot 100\ L}{2\ mol \cdot 0{,}082 \frac{atm \cdot L}{mol \cdot K}} == 609{,}77\ \text{K}$$

B $\rightarrow C$ Isotermico $\quad T_B = T_C$

$$P_C V_C = nRT_C$$

$$V_C = \frac{nRT_C}{P_C} = \frac{2\ \text{mol} \cdot 0{,}082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 609{,}77\ \text{K}}{0{,}5\ \text{atm}} = 200\ \text{L}$$

$C \rightarrow D$ isocórico $\quad V_C = V_D$

$$P_D V_D = nRT_D$$

$$T_D = \frac{P_D V_D}{nR} = \frac{1\ atm \cdot 200\ L}{2\ mol \cdot 0{,}082 \frac{atm \cdot L}{mol \cdot K}} = 1219{,}51\ \text{K}$$

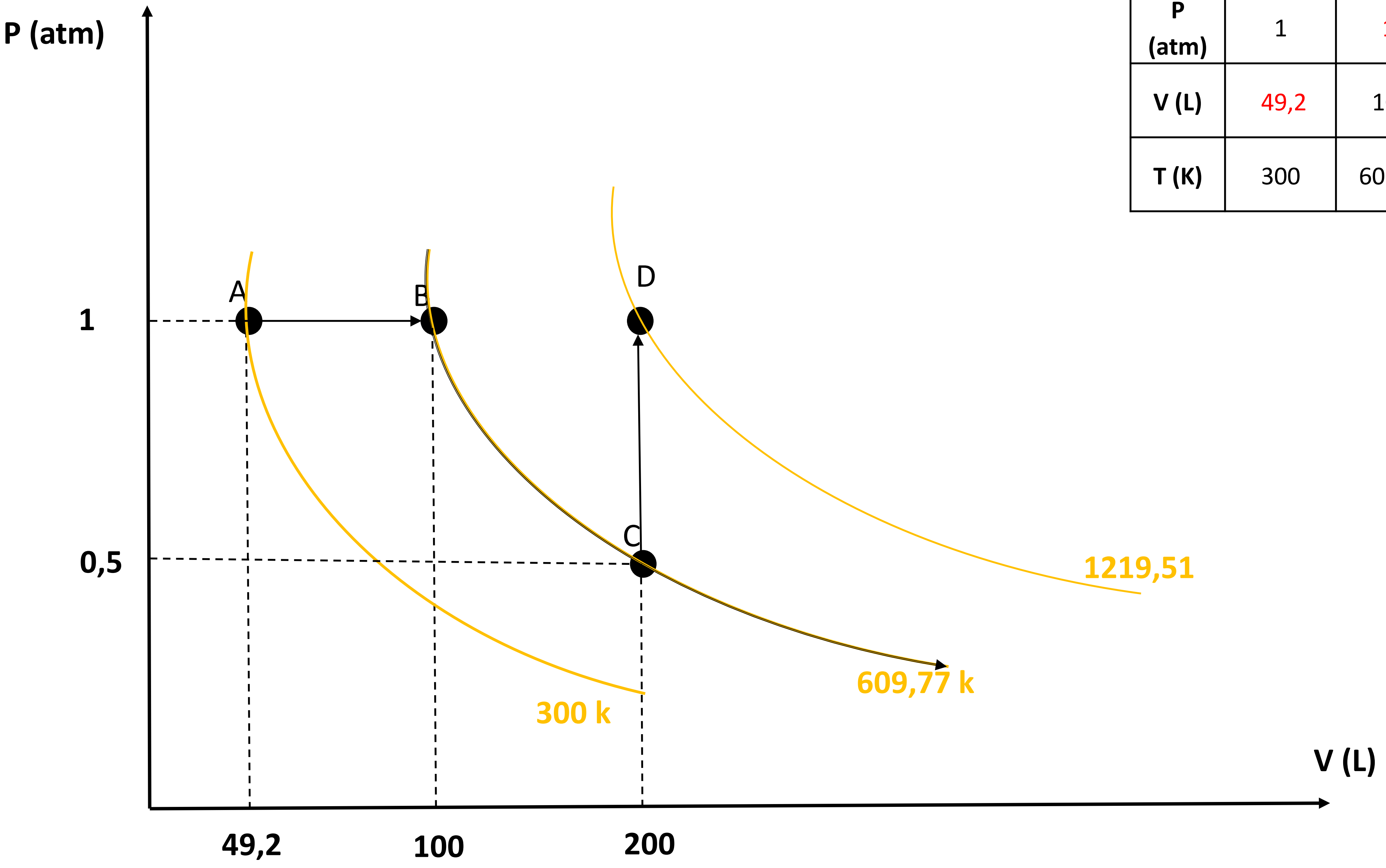
	A	B	C	D
P (atm)	1		0,5	1
V (L)		100		
T (K)	300			

	A	B	C	D
P (atm)	1	1	0,5	1
V (L)	49,2	100	200	200
T (K)	300	609,77	609,77	1219,51

$PV = nRT$

b) Graficar la evolución total en un diagrama P-V.

	A	B	C	D
P (atm)	1	1	0,5	1
V (L)	49,2	100	200	200
T (K)	300	609,77	609,77	1219,51



c) Hallar Q, W, ΔU y ΔH para toda la evolución.

$\boldsymbol{A \to B}$ **Isobárico** $\quad P_A = P_B =$ constante

$\Delta U = Q + W$ Primer principio

$$W_{AB} = -P_{ext}\int_{V_A}^{V_B} dV = P(V_B - V_A) = 1\,atm(100 - 49{,}2)L$$

$W_{AB} = -50{,}8\ L \cdot atm$ Si $1\ L \cdot atm = 24{,}22\ cal$

Entonces el $\boxed{W_{AB} = -1230{,}38\ cal}$

La ΔU de un gas ideal depende exclusivamente de la temperatura, por lo tanto, la ΔU se calcula usando la expresión general para un gas ideal:

$\Delta U = nC_v(T_B - T_A)$ No tenemos la C_v

Pero sabemos que $C_P - C_V = R$

Despejando $C_V = C_P - R = 3\frac{cal}{mol \cdot K} - 2\frac{cal}{mol \cdot K} = 1\frac{cal}{mol \cdot K}$

$$\Delta U_{AB} = 2\ mol \cdot 1\frac{cal}{mol \cdot K}(609{,}77 - 300)K$$

$$\boxed{\Delta U_{AB} = 619{,}54\ \text{cal}}$$

El calor (Q) es la transferencia de energía de un sistema a otro. Para expresar la relación entre el calor y la variación de temperatura usaremos ahora la capacidad calorífica a presión constante.

$$Q_{AB} = nC_V(T_B - T_A) = 2\ \text{mol} \cdot 3\frac{cal}{mol \cdot K}(609{,}77 - 300)K$$

$$\boxed{Q_{AB} = 1858{,}62\ \text{cal}}$$

A Presión constante $\boxed{Q_{AB} = \Delta H_{AB} = 1858{,}62\ \text{K}}$

	AB	BC	CD	Total
Q (cal)	1858,62			
W (cal)	-1230,38			
ΔU (cal)	619,54			
ΔH (cal)	1858,62			

c) Hallar Q, W, ΔU y ΔH para toda la evolución.

$B \rightarrow C$ **Isotérmico** $T_B = T_C$

$\Delta U = Q + W \qquad Q_{BC} = -W_{BC} \qquad \boxed{\Delta U_{BC} = 0}$

$$W_{BC} = -P_{ext}\int_{V_B}^{V_C} dV = -nRT\int_{V_B}^{V_C}\frac{dV}{V} = -nRTLn\left(\frac{V_C}{V_B}\right)$$

$$W_{BC} = -2\ mol \cdot 2\frac{cal}{mol{\cdot}K} \cdot 609{,}77K \cdot Ln\left(\frac{200L}{100L}\right)$$

$\boxed{W_{BC} = -1690{,}64\ \text{cal}} \qquad \boxed{Q_{BC} = 1690{,}64\ \text{cal}}$

a T= cte para un gas ideal: $P_BV_B = P_CV_C$

Entonces $\Delta(PV) = 0$

$\Delta H = \Delta U + \Delta(PV) \qquad \boxed{\Delta H_{BC} = 0}$

	AB	BC	CD	Total
Q (cal)	1858,62	1690,64		
W (cal)	-1230,38	-1690,64		
ΔU (cal)	619,54	0		
ΔH (cal)	1858,62	0		

$C \rightarrow D$ **Isocórico** $V_C = V_D$

$W_{CD} = -P_{ext}\int_{V_C}^{V_D} dV \qquad \boxed{W_{CD} = 0}$

$\Delta U = Q + W \longrightarrow \Delta U_{CD} = Q_{CD}$

$$\Delta U_{CD} = nC_V(T_D - T_C)$$

$$\Delta U_{CD} = 2\ mol \cdot 1\frac{cal}{mol{\cdot}K}(1219{,}51 - 609{,}77)K$$

$\boxed{\Delta U_{CD} = 1219{,}48\ cal = Q_{CD}}$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta(PV) \rightarrow \Delta H_{CD} = \Delta U_{CD} + V(P_D - P_C)$$

$$\Delta H_{CD} = 1219{,}48\ cal + 200\ L(1 - 0{,}5)atm$$

$\boxed{\Delta H_{CD} = 3641{,}48\ cal}$

	AB	BC	CD	Total
Q (cal)	1858,62	1690,64	1219,48	
W (cal)	-1230,38	-1690,64	0	
ΔU (cal)	619,54	0	1219,48	
ΔH (cal)	1858,62	0	3641,48	

Finalmente el calculo para toda la evolución:

	AB	BC	CD	Total
Q (cal)	1858,62	1690,64	1219,48	3768,74
W (cal)	-1230,38	-1690,64	0	-2921,02
ΔU (cal)	619,54	0	1219,48	1839,02
ΔH (cal)	1858,62	0	3641,48	5500,1