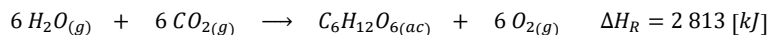


**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA****SERIE DE EJERCICIOS**

(Basada en reactivos de exámenes colegiados)

**Termoquímica, equilibrio químico y cinética química****Semestre 2024-2****Termoquímica**

1. La síntesis de glucosa en las plantas se puede simbolizar con la siguiente ecuación química:

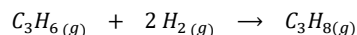


Calcule la entalpía de formación de la glucosa y la energía asociada a la obtención de 45 [g] de ésta.

$$\Delta H_f \text{ glucosa} = -997.6 \text{ [kJ]}$$

$$Q = +312.55 \text{ [kJ]}$$

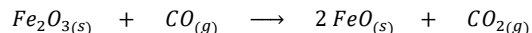
2. Determine la cantidad de energía involucrada en la obtención de 70 [g] de propano a partir de la reacción representada por la ecuación química siguiente:



Considere que dicha reacción se lleva a cabo a 25 [°C] y 1 [atm].

$$Q = -197.6 \text{ [kJ]}$$

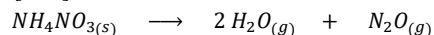
3. Al llevar a cabo la reacción siguiente:



se obtuvieron 49 [L] de  $CO_2$  medidos a 28 [°C] y 105 [kPa], determine la cantidad de calor involucrado en el proceso.

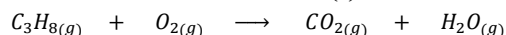
$$Q = -9.5351 \text{ [kJ]}$$

4. Determine la cantidad de calor involucrado en la producción de 42 [L] de  $N_2O_{(g)}$  medido a 36 [°C] y 0.5 [atm]. Considere la siguiente reacción:



$$Q = -30.1682 \text{ [kJ]}$$

5. Cuando se queman 70 [g] de propano,  $C_3H_8(g)$ , en presencia de 14 [g] de oxígeno,  $O_{2(g)}$ , se producen experimentalmente 6 [L] de  $CO_{2(g)}$  medidos a 25 [°C] y 101 325 [Pa].



Determine:

a) El rendimiento porcentual de la reacción.

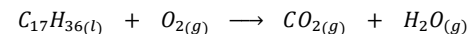
b) La cantidad de calor que se liberó. La  $\Delta H_f^\circ$  del propano es  $-103.8 \text{ [kJ} \cdot \text{mol}^{-1}]$ .

$$\text{a) } 93.4347 \% \text{ de rendimiento}$$

$$\text{b) } Q = 167.0612 \text{ [kJ]}$$

2

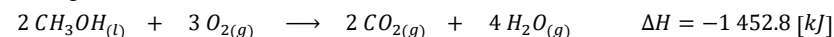
6. Un misil de crucero consume en promedio 15.9 [kg] de combustible por cada milla (1.609 [km]) recorrida con una eficiencia energética del 88.7 %. El proceso general de combustión se puede escribir de acuerdo con la siguiente ecuación química no balanceada:



Si la densidad del combustible es de 815 [kg/m<sup>3</sup>] y la entalpía de formación del  $C_{17}H_{36(l)}$  es de  $\Delta H_f^\circ = -598.3 \text{ [kJ/mol]}$ , ¿Cuánta energía está asociada a una prueba balística de 2 200 [km]?

$$E = -833\,085 \text{ [kJ]}$$

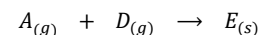
7. El metanol,  $CH_3OH(l)$ , es un disolvente orgánico que se utiliza como combustible en algunos motores de automóviles. Calcule la entalpía estándar de formación del metanol y el calor involucrado cuando se forman 450 [g] de dióxido de carbono, a partir de los datos siguientes:



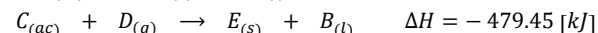
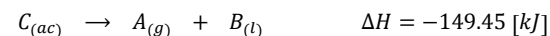
$$\Delta H_f^\circ \text{ } CH_3OH(l) = -150.7 \text{ [kJ} \cdot \text{mol}^{-1}]$$

$$Q = -7\,429.0909 \text{ [kJ]}$$

8. Haga uso de la Ley de Hess y calcule el cambio de entalpía para la reacción representada por la ecuación:



A partir de la información siguiente:

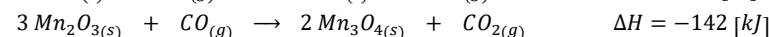
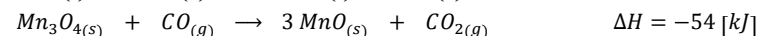
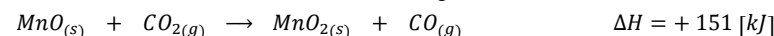


Además, indique qué tipo de reacción desde el punto de vista termoquímico es  $A + D$ .

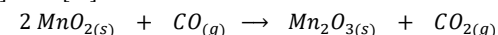
$$\Delta H = -330 \text{ [kJ]}$$

La reacción es exotérmica

9. Con base en los datos de las reacciones siguientes:

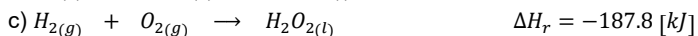
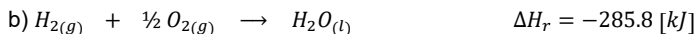
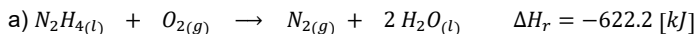


Determine la cantidad de calor involucrado en la producción de 350.3 [dm<sup>3</sup>] de  $CO_{2(g)}$  medido a 77 [kPa] y 22 [°C] de acuerdo con la reacción siguiente:

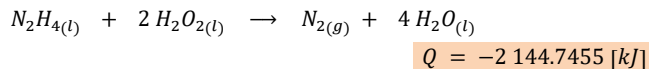


$$Q = -2\,405.1757 \text{ [kJ]}$$

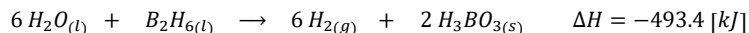
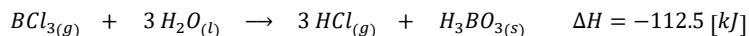
10. A partir de los datos siguientes:



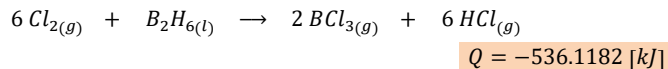
Calcule la cantidad de calor involucrado, cuando se hacen reaccionar 84 [g] de  $N_2H_4(l)$  (Hidrosina), de acuerdo con la reacción siguiente:



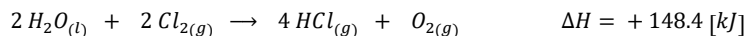
11. Con base en los datos de las reacciones siguientes:



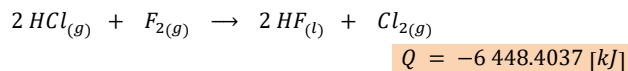
Determine la cantidad de calor involucrado en la producción de 21.42 [L] de  $BCl_3(g)$  a 0.9198 [atm] y 35 [°C] a partir de la siguiente reacción:



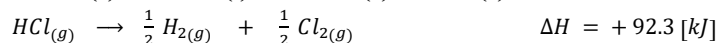
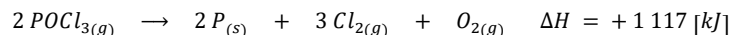
12. Con las entalpías de reacción siguientes:



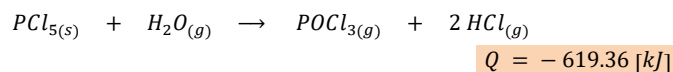
Calcule el calor involucrado en la producción de 210 [L] de cloro gaseoso, medido a 25 [°C] y 0.76 [atm], para la reacción siguiente. Considere una 70 % de rendimiento.



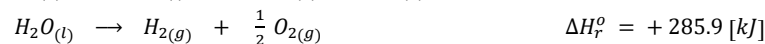
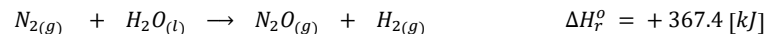
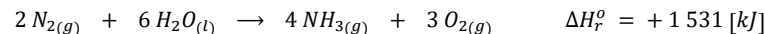
13. Con los datos siguientes:



Obtenga el calor involucrado en la reacción siguiente, cuando se usan 5 [mol] de  $PCl_5(s)$  y la eficiencia es del 98 %.

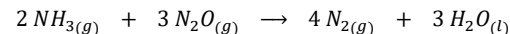


14. A partir de la información que a continuación se presenta:



Calcule:

a) La entalpía de la reacción química siguiente:



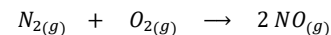
b) El calor involucrado en la producción de nitrógeno gaseoso, si se ponen a reaccionar 42 [g] de  $NH_3$  con 110 [g] de  $N_2O$ . Considere un rendimiento porcentual del 85 %.

$$\text{a) } \Delta H_r^\circ = -1\,010 [kJ]$$

$$\text{b) } Q = -715.42 [kJ]$$

### Equilibrio Químico

15. La constante de equilibrio  $K_p$  tiene un valor de 0.05 para la reacción representada por la ecuación siguiente:



Si en un recipiente completamente cerrado se tienen como presiones parciales iniciales 0.78 [atm] para el nitrógeno ( $N_2$ ), 0.83 [atm] para el oxígeno ( $O_2$ ) y 0.26 [atm] para el óxido nítrico ( $NO$ ). Indique cuál será el valor de las presiones en el equilibrio de cada uno de los componentes de la reacción.

$$P_{N_2} = 0.8160 [atm]$$

$$P_{O_2} = 0.8660 [atm]$$

$$P_{NO} = 0.1879 [atm]$$

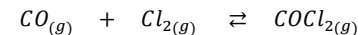
16. Se tienen en equilibrio 0.7 [mol] de A, 0.84 [mol] de B, 0.91 [mol] de C y 0.98 [mol] de D en un recipiente cerrado de 700 [mL] a 35 [°C]. Calcule  $K_C$  y  $K_P$ .



$$K_C = 0.815$$

$$K_P = 7.8877 \times 10^{-8}$$

17. Para el equilibrio:

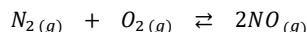


El valor de  $K_C$  es de  $1.5 \times 10^4$  a 300 [°C]. Si se inicia con 70 [g] de  $Cl_2$  y 70 [g] de  $CO$  en un recipiente cerrado de 140 [dm<sup>3</sup>], determine la concentración de cada reactivo en el equilibrio.

$$[CO(g)] = 10.8061 \times 10^{-3} [M]$$

$$[Cl_2(g)] = 4 \times 10^{-5} [M]$$

18. Considere el siguiente sistema químico en equilibrio:



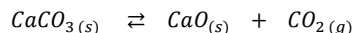
La constante de equilibrio tiene un valor de 0.0123, cuando el sistema es calentado a 3900 [°C] y comprimido hasta 15 [atm]. Si se mezclan cantidades iguales de las tres sustancias al inicio del proceso, ¿cuál es la composición, en fracción molar, de la mezcla cuando el sistema alcanza el equilibrio?

$$x_{N_2} = 0.4738$$

$$x_{O_2} = 0.4738$$

$$x_{NO} = 0.0524$$

19. Considere que la reacción de descomposición del  $CaCO_3$  se encuentra en equilibrio y tiene carácter endotérmico; esta reacción se representa con la siguiente ecuación química:

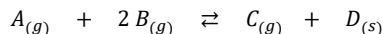


- a) Si la reacción se lleva a cabo en un sistema cerrado y se aumenta la temperatura, indique si se favorece la formación de los productos o del reactivo. Justifique su respuesta con base en el principio de LeChatelier.
- b) Escriba la expresión de la constante de equilibrio.

a) Se favorece la formación de reactivos

$$b) K_{eq} = [CO_{2(g)}]$$

20. La reacción representada por la ecuación siguiente:



se lleva a cabo en un recipiente con volumen de 2 [L] a 120 [°C] y 1.3 [atm]. Si inicialmente se tenían 1.5 [mol] de A y 2.5 [mol] de B, y al alcanzar el equilibrio se tienen 1.9 [mol] de B, determine lo siguiente:

- a) Las concentraciones en el equilibrio de A, B y C.
- b) El valor de  $K_C$ .
- c) El valor de  $K_p$ .
- d) Indique hacia dónde se desplazará el equilibrio si:
- Se agrega B al sistema.
  - Se incrementa la temperatura, suponiendo que la reacción es exotérmica.
  - Disminuye la presión.

$$a) [A]_{eq} = 0.6 [M] ; [B]_{eq} = 0.95 [M] ; [C]_{eq} = 0.15 [M]$$

$$b) K_C = 0.277$$

$$c) K_p = 2.662 \times 10^{-4}$$

d) i. Hacia productos

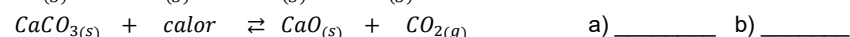
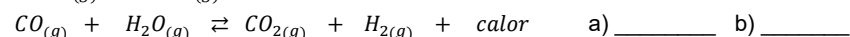
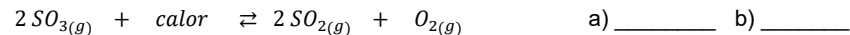
ii. Hacia reactivos

iii. Hacia reactivos

21. Para cada una de las reacciones siguientes, indique si el equilibrio se desplaza hacia reactivos, productos o no se desplaza, cuando:

a) Aumenta la presión total.

b) Disminuye la temperatura.



a) Reactivos                      b) Reactivos

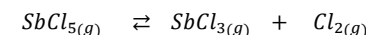
a) No se desplaza              b) Productos

a) Productos                    b) Productos

a) No se desplaza              b) Productos

a) Reactivos                    b) Reactivos

22. En un recipiente de 2 [dm<sup>3</sup>] se encuentran en equilibrio a 448 [°C], 1.90 [g] de  $SbCl_{5(g)}$ , 45.7 [g] de  $SbCl_{3(g)}$  y 1.41 [g] de  $Cl_{2(g)}$ .



a) Calcule  $K_C$  y  $K_p$

Indique hacia dónde se desplaza la reacción en equilibrio si:

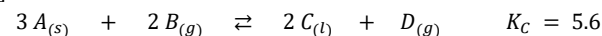
- b) Se elimina  $SbCl_{5(g)}$  de la mezcla en equilibrio.
- c) Disminuye la presión

$$a) K_C = 0.6232 ; K_p = 36.85$$

c) Hacia reactivos

d) Hacia productos

23. A 315 [K] se presenta el equilibrio siguiente:



Se colocan 0.21 [mol] de A, 0.35 [mol] de B, 1.4 [mol] de C y 0.91 [mol] de D en un recipiente sellado de volumen 7 [litros]. Determine:

- a) Las concentraciones molares en el equilibrio de las especies gaseosas.
- b) Indique hacia dónde se desplaza el equilibrio de la reacción si:
- Disminuye la presión.
  - Aumenta la concentración de [B].

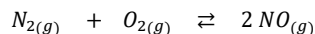
$$a) [B]_{eq} = 0.1276114784 [M]$$

$$[D]_{eq} = 0.09119426079 [M]$$

i) Hacia productos.

ii) Hacia productos.

24. Al llevar a cabo la reacción siguiente:

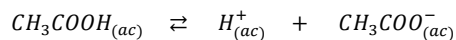


Indique hacia donde se desplaza el equilibrio si:

- Se inyecta al tanque de reacción una cantidad adicional de  $N_{2(g)}$ .
- Se aumenta la presión.
- Se aumenta la temperatura (para responder a este inciso, calcule  $\Delta H_r^\circ$ ).

- Hacia productos.
- No se altera.
- Hacia productos.  $\Delta H_r^\circ = +$

25. A 50  $[dm^3]$  de una disolución de ácido acético ( $CH_3COOH$ ) con una concentración  $C_M = 0.271 [M]$  se le agregan 0.26  $[g]$  de acetato de sodio sólido ( $CH_3COONa$ ) hasta su disolución total. Si la disociación del ácido acético se representa con la siguiente ecuación química en el estado de equilibrio:



Calcule el  $pH$  de la disolución antes y después de agregar el acetato de sodio. Considere que, a  $T = 25 [^\circ C]$ , la constante de equilibrio del proceso es  $K_a = 1.8 \times 10^{-5} [M]$ .

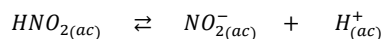
$$\text{Antes } pH = 3.657 \quad ; \quad \text{Después } pH = 4.249$$

26. Cuando a 250  $[mL]$  de una disolución de  $HCl_{(ac)}$  se le mide el  $pH$ , éste tiene un valor de 0.98. A esta disolución se le agregan 2.85  $[g]$  de  $KCl$  que se encuentra a un 94 %  $\frac{m}{m}$  de pureza. Calcule la fuerza iónica total de la disolución resultante, después de agregar el  $KCl$ .

$$I_c = 0.3925 [M]$$

27. Una disolución de ácido nitroso ( $HNO_2$ ) con una concentración de 1.45  $[M]$  tiene un  $pH$  de 1.6. Determine el valor de la constante de acidez ( $K_a$ ) del ácido.

La reacción de ionización del  $HNO_2$  en agua, está representada la ecuación siguiente:



$$K_a = 4.4278 \times 10^{-4}$$

28. Al preparar una disolución 1  $[M]$  de un ácido monoprótico ( $HA$ ), se determinó que se ionizó el 35 % del ácido, según la ecuación química siguiente:

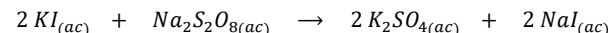


Determine el  $pH$  de la disolución una vez alcanzado el equilibrio y la constante de acidez ( $K_a$ ).

$$K_a = 0.1884 \quad ; \quad pH = 0.4559$$

### Cinética Química

29. Durante el estudio del siguiente proceso:



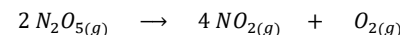
Se determinó que el proceso tiene la siguiente ecuación de rapidez:

$$v = k_1[KI][Na_2S_2O_8]$$

Si las concentraciones iniciales son  $[KI]_0 = 0.045 [M]$  y  $[Na_2S_2O_8]_0 = 1.12 [M]$ , determine cual es la concentración de persulfato de sodio ( $Na_2S_2O_8$ ) después de 20  $[s]$  de reacción.

$$[Na_2S_2O_8]_{t=20 [s]} = 0.0323 [M]$$

30. La descomposición del pentóxido de dinitrógeno ( $N_2O_5$ ) en fase a gaseosa a dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) y oxígeno ( $O_2$ ) a 25  $[^\circ C]$  responde a una cinética de primer orden de acuerdo con la ecuación siguiente:



Si en un recipiente cerrado herméticamente de 5  $[dm^3]$  se tiene una concentración de 1.75  $[M]$  de  $N_2O_5$ , la cual disminuye a la mitad en 285  $[s]$ . ¿Qué tiempo tomará para que la concentración inicial disminuya en un 90 %?

$$t = 946.78 [s]$$

31. La descomposición de cierto insecticida en agua es de primer orden y tiene una constante de velocidad de 1.45  $[año^{-1}]$  a 12  $[^\circ C]$ . Una cantidad de este insecticida se desecha en un lago el 1 de junio, lo que da a lugar a una concentración de  $5 \times 10^{-7} [g/cm^3]$ . Suponga que la temperatura promedio del lago es de 12  $[^\circ C]$ . ¿Cuántos meses se necesitarán para que la concentración del insecticida disminuya un 62 %?

$$8 \text{ meses}$$

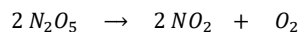
32. Calcule el número de átomos del isótopo *cobalto* – 60 que decaerán en un año, si inicialmente hay 2  $[mol]$  del isótopo. El tiempo de vida media del *cobalto* – 60 es de 5.27  $[año]$ .

$$1.485 \times 10^{23} [\text{átomos}] Co$$

33. La rapidez con la que se descompone una sustancia se describe con la ley de velocidad de primer orden. El 20 % de la sustancia original reacciona en 15  $[min]$ . Calcule el tiempo en segundos, para que reaccione el 90 % de la cantidad original.

$$9 \text{ 286.86 } [s]$$

34. El pentóxido de dinitrógeno ( $N_2O_5$ ) cuando se descompone en dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) y oxígeno ( $O_2$ ), sigue una cinética de reacción de primer orden de acuerdo con la siguiente ecuación química:



Se sabe que a  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , la constante de cinética de rapidez es  $3.19 \times 10^{-5}\text{ [s}^{-1}\text{]}$ . Si la concentración inicial del reactivo fue de  $1.5\text{ [M]}$ , determine:

- El tiempo de vida media del reactivo.
- En cuántas horas disminuirá la concentración del reactivo a  $0.2\text{ [M]}$ .

- $21.718\text{ [s]}$
- $17.54\text{ [h]}$

35. Cuando se analizó una sustancia radiactiva con un contador de Geiger se captaron  $5\ 180\text{ [señales/min]}$  en marzo de 1 997 y  $81\text{ [señales/min]}$  en marzo de 2 012. Calcule la vida media de la sustancia.

$$t_{1/2} = 2.5\text{ [años]}$$

36. La reacción  $2A \rightarrow B$  es de segundo orden respecto  $A$ , y se lleva a cabo a  $23\text{ }^\circ\text{C}$ . Si la concentración inicial de  $A$  era de  $0.086\text{ [M]}$  y al cabo de 2 minutos, su concentración es de  $1.2 \times 10^{-12}\text{ [M]}$ .

- Calcule el valor de la constante de rapidez.
- Calcule el tiempo de vida media en segundos, si la concentración inicial de  $A$  es de  $0.60\text{ [M]}$ .

$$k = 7 \times 10^9\text{ [M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$$

$$t_{1/2} = 2.38 \times 10^{-10}\text{ [s]}$$

37. Se midió la cinética de la descomposición del reactivo  $A$ , obteniendo los resultados mostrados en la siguiente tabla:

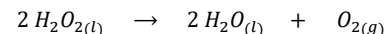
$t\text{ [h]}$	0	20	40	60	80	100	120
$[A]\text{ [}\frac{\text{mol}}{\text{L}}\text{]}$	0.7000	0.2661	0.1636	0.1204	0.0936	0.0772	0.0634

Con base en la totalidad de los datos experimentales proporcionados, determine lo siguiente:

- El orden de la reacción
- El valor de la constante de rapidez
- El tiempo de vida media

- Segundo orden
- $k = 0.1178\text{ [}\frac{\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{h}}\text{]}$
- $12.1246\text{ [h]}$

38. La descomposición del peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) en agua y oxígeno es una reacción de primer orden, representada por la ecuación siguiente:

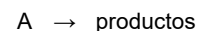


Si en el inicio de la reacción existe una concentración de peróxido de hidrógeno de  $0.678\text{ [M]}$ , a la cual le toma  $1.25\text{ [min]}$  para disminuir hasta una cuarta parte.

- Calcule la constante de rapidez de primer orden para la reacción.
- ¿Cuál es el tiempo de vida media del peróxido de hidrógeno?

- $k = 1.1090\text{ [min}^{-1}\text{]}$
- $0.625\text{ [min]}$

39. En la determinación de la ley de rapidez de una reacción de descomposición:



se han recolectado los siguientes datos de concentración inicial y rapidez.

$C_{0A}\text{ [M]}$	$v_0\text{ [}\frac{\text{M}}{\text{s}}\text{]}$
0.1	$1.820 \times 10^{-3}$
0.15	$4.106 \times 10^{-3}$
0.2	$7.285 \times 10^{-3}$
0.25	$1.235 \times 10^{-3}$
0.3	$1.578 \times 10^{-3}$

Con base en ellos, determine:

- El orden de la reacción
- El valor de la constante de rapidez.
- Cuál será la rapidez inicial para una concentración inicial de  $0.55\text{ [M]}$ .

- Orden de reacción 2
- $k = 0.186187\text{ [s}^{-1}\text{]}$
- $r = 5.606 \times 10^{-2}\text{ [M} \cdot \text{s}^{-1}\text{]}$

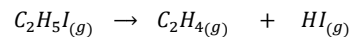
40. En un experimento donde reaccionó  $HCl$  y  $NaOH$  se obtuvieron los siguientes datos:

$[HCl]\text{ [mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{]}$	$[NaOH]\text{ [mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{]}$	Rapidez $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
0.1	0.1	0.002
0.2	0.1	0.008
0.1	0.2	0.004
0.2	0.2	0.016
0.4	0.4	0.128

- Determine el orden de la reacción respecto al  $HCl$ .
- Calcule el valor promedio de la constante de rapidez.

- Orden 2
- $k = 2$

41. El yoduro de etilo ( $C_2H_5I$ ) en fase gaseosa se descompone a cierta temperatura como se indica a continuación:



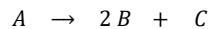
A partir de los datos siguientes, determine el orden de la reacción y la constante de velocidad.

Tiempo [min]	0	15	30	48	75
$[C_2H_5I]$ [M]	0.36	0.30	0.25	0.19	0.13

Reacción de orden uno

$$k = 13.68 \times 10^{-3} \left[ \frac{1}{min} \right]$$

42. Al llevar a cabo la reacción de descomposición de A:



Se han obtenido los datos siguientes:

$[A]$ $\left[ \frac{mol}{L} \right]$	0.45	0.40	0.38	0.34	0.31
Tiempo [s]	0	91	149	280	420

Calcule la constante de la rapidez de la reacción y el tiempo de vida media, considerando que es de segundo orden.

$$k = 0.002358 [M^{-1} \cdot s^{-1}]$$

$$t_{1/2} = 942.41 [s]$$