

# 4. Cinética Química

1. Velocidad de reacción: Concepto y medida.
2. Efecto de la concentración.
3. Ley de velocidad.
4. Orden de reacción.
5. Relaciones concentración-tiempo.
6. Cinética de primer orden.
7. Vida media.
8. Efecto de la temperatura.
9. Mecanismos de reacción.
10. Energía de activación.
11. Catálisis

**Cartagena99**

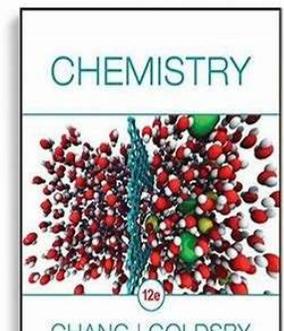
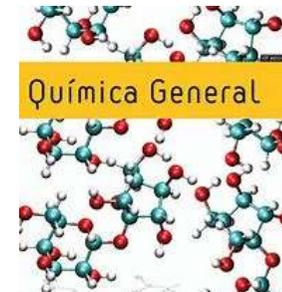
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Tema 7. Bibliografía

- ▶ Petrucci, R.H.; Harwood, W.S.; Herring, F.G. "Química General". Pearson Prentice Hall 8ª ed. 2017 Madrid (11 ed.): Tema 14
- ▶ Chang, R. Goldsby k "CHEMISTRY". Mc Graw-Hill, 12ed., 2017, México Chapter 13



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# 4. Cinética Química

TERMODINÁMICA: ENERGÍA Y ESPONTANEIDAD



¿ SE OBSERVA ?

La reacción se produce muy lentamente

CINÉTICA

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Cinética Química

- ▶ Estudia la **velocidad** a la que se producen las reacciones químicas
- ▶ Estudia los **mecanismos** a través de los cuales suceden dichas reacciones

Mecanismo: conjunto de pasos por los que los R se transforman en P

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Velocidad de reacción

- ▶ **Velocidad de reacción:** variación de la concentración de reactivos o productos con el tiempo
- ▶ Es una magnitud **siempre positiva**, aunque los R desaparecen y los P aparecen en el transcurso de la reacción



$$v = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{c} \frac{[\Delta C]}{\Delta t} = \frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

¿ Cómo medimos  $\Delta [A]$  o  $\Delta [C]$ ?

Propiedad físico química observable: color, pH....

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

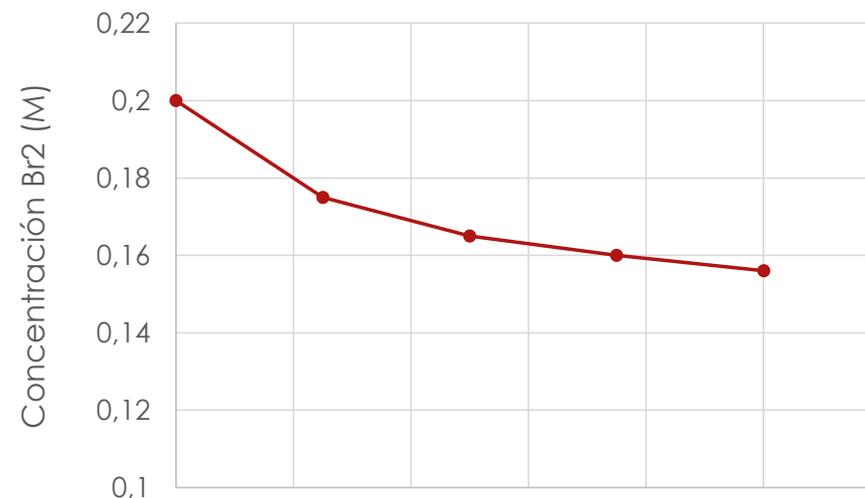
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Velocidad de reacción

► **Determinación de la velocidad de la reacción:**  $\text{Br}_2 + 2 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{HBr}$

$[\text{Br}_2]$ mol/L	Tiempo (s)	$v = - \frac{\text{Br}_2 \text{ fin} - \text{Br}_2 \text{ in}}{t_{\text{fin}} - t_{\text{in}}} \text{ (M/s)}$
0,200	0	
0,175	25	$= -(0,175-0,200)/25= 1,0 \times 10^{-3}$
0,165	50	$= -(0,165-0,175)/25= 4,0 \times 10^{-4}$
0,160	75	$= -(0,160-0,165)/25= 2,0 \times 10^{-4}$
0,156	100	$= -(0,155-0,160)/25= 1,6 \times 10^{-4}$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Velocidad de reacción

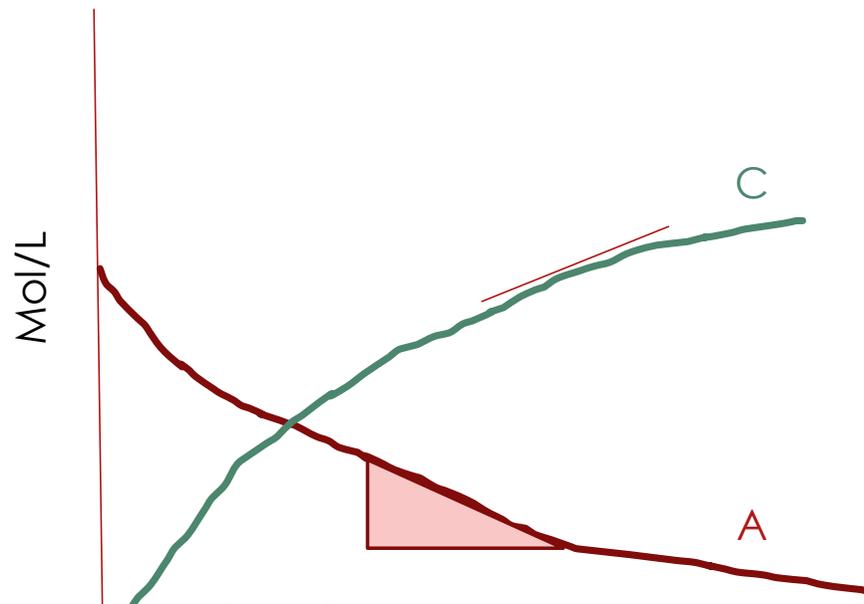
Si tomamos  $\Delta t$  muy pequeños:

$$v = -\frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{c} \frac{d[C]}{dt} = \frac{1}{d} \frac{d[D]}{dt}$$

Velocidad instantánea (para cualquier t)

Velocidad instantánea para t=0:

**Velocidad inicial**



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# Ley o ecuación de velocidad

- ▶ **La ecuación de velocidad** relaciona la velocidad de reacción con la concentración de reactivos que participan en la misma



$$v = k [A]^x [B]^y$$

[A] = moles A por L (M)

K: constante de velocidad

x, y : órdenes de reacción (respecto a A y B)

x+y: orden de reacción global

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Ley o ecuación de velocidad

- **Método de las velocidades iniciales:** experimentos sucesivos, se determina la velocidad de reacción variando la concentración de cada uno de los reactivos de forma sucesiva



$$v = k [A]^x [B]^y$$

Experim.	A (M)	B (M)	V (M/s)
1	0,10	0,10	$4,0 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,20	$1,6 \times 10^{-3}$

Exp. 1 y 3: varía A, B constante

$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{k (0,50)^x (0,10)^y}{k (0,10)^x (0,10)^y} = \frac{1,0 \times 10^{-2}}{4,0 \times 10^{-4}}$$

$$\frac{v_3}{v_1} = \frac{\cancel{k} (0,50)^x (\cancel{0,10})^y}{\cancel{k} (0,10)^x (\cancel{0,10})^y} = \frac{1,0 \times 10^{-2}}{4,0 \times 10^{-4}}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Ley o ecuación de velocidad

- **Método de las velocidades iniciales:** experimentos sucesivos, se determina la velocidad de reacción variando la concentración de cada uno de los reactivos de forma sucesiva



$$v = k [A]^x [B]^y$$

Exp. 3 y 4: varia B, A constante  $v_3/v_4$

$$\frac{v_3}{v_4} = \frac{1,0 \times 10^{-2}}{1,0 \times 10^{-2}} = \frac{k (0,50)^x (0,10)^y}{k (0,50)^x (0,50)^y}$$

Experim.	A (M)	B (M)	V (M/s)
1	0,10	0,10	$4,0 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,20	$1,6 \times 10^{-3}$

$$v_3 = v_4 \quad \frac{0,10^y}{0,50^y} = 1 \quad y=0$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Ley o ecuación de velocidad

- **Método de las velocidades iniciales:** experimentos sucesivos, se determina la velocidad de reacción variando la concentración de cada uno de los reactivos de forma sucesiva



$$v = k [A]^x [B]^y$$

$$v = K [A]^2$$

$$1,0 \times 10^{-2} = K (0,50)^2$$

$$K = 0,04$$

Unidades k:

Experim.	A (M)	B (M)	V (M/s)
1	0,10	0,10	$4,0 \times 10^{-4}$
2	0,20	0,20	$1,6 \times 10^{-3}$

$$v = 0,04 [A]^2$$

$$\text{mol}^{-1} \text{s}^{-1} = \text{mol}^2 \text{l}^{-2} \text{K}$$

Cartagena99

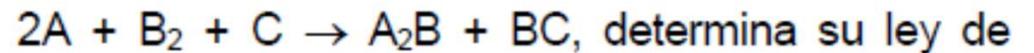
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Problema

4.4. Con los siguientes datos de la reacción velocidad y el valor de k.



Experimento	[A] <sub>i</sub>	[B <sub>2</sub> ] <sub>i</sub>	[C] <sub>i</sub>	V <sub>i</sub> (formación de BC)
1	0,20 M	0,20 M	0,20 M	2,4 x 10 <sup>-6</sup> M min <sup>-1</sup>
2	0,40 M	0,30 M	0,20 M	9,6 x 10 <sup>-6</sup> M min <sup>-1</sup>
3	0,20 M	0,30 M	0,20 M	2,4 x 10 <sup>-6</sup> M min <sup>-1</sup>
4	0,20 M	0,40 M	0,60 M	7,2 x 10 <sup>-6</sup> M min <sup>-1</sup>

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

$$v = k [A]^x [B_2]^y [C]^z$$

### Experimentos 1 y 3:

$v_1 = v_3$  ; [A] y [C] no varían, luego [B<sub>2</sub>] no afecta a la velocidad de reacción.  $y=0$

### Experimentos 1 y 2:

$$v_1 = k [A]_1^x [C]_1^z \quad 2,4 \times 10^{-6} = k (0,20)^x (0,20)^z$$

$$v_2 = k [A]_2^x [C]_2^z \quad 9,6 \times 10^{-6} = k (0,40)^x (0,20)^z$$

$$\frac{v_2}{v_1} \quad 4 = 2^x \quad x=2$$

### Experimentos 1 y 4:

$$v_1 = k [A]_1^x [C]_1^z \quad 2,4 \times 10^{-6} = k (0,20)^x (0,20)^z$$

$$v_4 = k [A]_4^x [C]_4^z \quad 7,2 \times 10^{-6} = k (0,20)^x (0,60)^z$$

$$\frac{v_4}{v_1} \quad 3 = 3^z \quad z=1$$

Calcular k: Expto. 1

$$2,4 \times 10^{-6} = k (0,20)^2 (0,20)^1 \quad k = 0,30 \times 10^{-3}$$

$$\text{Mol L}^{-1}\text{min}^{-1} = \text{Mol}^{-2} \text{L}^2 \text{min}^{-1} \times \text{Mol}^3 \text{L}^{-3}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# Relaciones concentración-tiempo: ley integrada de velocidad

- ▶ ¿Cuál será la fecha de caducidad de un medicamento?
- ▶ ¿Cuánto tiempo hay que esperar para poder consumir una fruta que ha sido tratada con un insecticida?
- ▶ ¿ Con qué frecuencia debemos suministrar un antibiótico para que sea efectivo?

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Relaciones concentración-tiempo: reacciones de **primer orden**

$$\left. \begin{array}{l} v = k [A] \\ v = - \frac{d[A]}{dt} \end{array} \right\} \begin{array}{l} - \frac{d[A]}{dt} = k [A] \\ - \frac{d[A]}{[A]} = k dt \end{array}$$
$$\int_{A_0}^A - \frac{d[A]}{[A]} = \int_0^t k dt$$
$$- (\ln A - \ln A_0) = kt$$
$$\ln A_0 - kt = \ln A$$
$$\ln A = \ln A_0 - kt$$

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

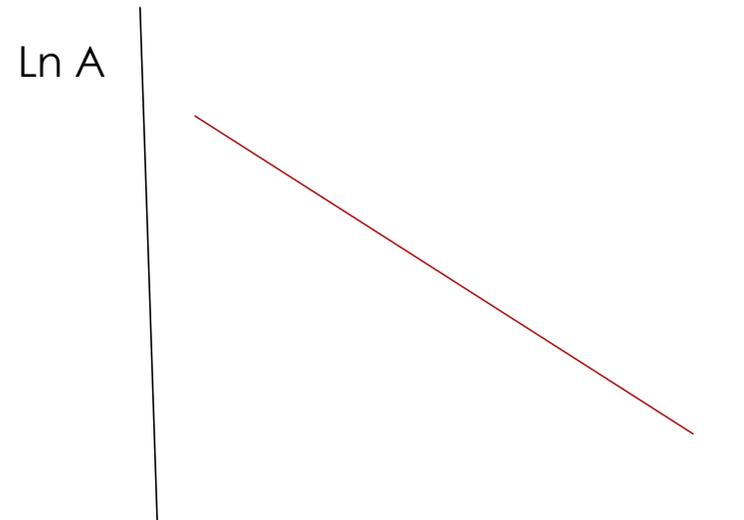
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Relaciones concentración-tiempo: reacciones de **primer orden**

$$\left. \begin{aligned} v &= k [A] \\ v &= - \frac{d[A]}{dt} \end{aligned} \right\}$$

$$\ln A = \ln A_0 - kt$$



$a = \ln A_0$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

# Relaciones concentración-tiempo: reacciones de **primer orden**

$$\ln A = \ln A_0 - kt$$

¿Cuánto tiempo tarda  $A_0$  en reducirse a la mitad?

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

$$t ?$$
$$A = \frac{A_0}{2}$$

$$\ln \frac{A_0}{2} = \ln A_0 - kt$$

$$kt = \ln A_0 - \ln \frac{A_0}{2} = \ln \frac{A_0}{A_0/2}$$

**Tiempo de vida medio o vida media** : tiempo

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Relaciones concentración-tiempo: reacciones de orden cero

$$-\frac{d[A]}{dt} = k[A]^0$$
$$-d[A] = k dt$$
$$\int_{A_0}^A -d[A] = \int_0^t k dt$$
$$A_0 - A = kt$$

$$t_{1/2} = \frac{A_0 - A}{k}$$

$$t_{1/2} = \frac{A_0 - \frac{A_0}{2}}{k}$$

$$t_{1/2} = \frac{1/2 A_0}{k}$$

$$t_{1/2} = \frac{A_0}{2k}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Relaciones concentración-tiempo: reacciones de **segundo orden**

$$-\frac{d[A]}{dt} = k[A]^2$$

$$-\frac{d[A]}{[A]^2} = k dt$$

$$\int_{A_0}^A -\frac{d[A]}{[A]^2} = \int_0^t k dt$$

$$\int_{A_0}^A -[A]^{-2} d[A] = \int_0^t k dt$$

$$t_{1/2} = \frac{\frac{1}{A_0/2} - \frac{1}{A_0}}{k}$$

$$t_{1/2} = \frac{2-1}{A_0 \cdot k}$$

$$t_{1/2} = \frac{1}{A_0 \cdot k}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Relaciones concentración - tiempo

Orden de reacción	Ley de velocidad	Unidades de la constante	Relación de [A] con el tiempo	$t_{1/2}$
0	$v = k$	$Mt^{-1}$	$[A] = -kt + [A]_0$	$\frac{[A]_0}{2k}$
1	$v = k[A]$	$t^{-1}$	$\ln[A] = -kt + \ln[A]_0$	$\frac{0,693}{k}$
2	$v = k[A]^2$	$M^{-1}t^{-1}$	$\frac{1}{[A]} = kt + \frac{1}{[A]_0}$	$\frac{1}{k[A]_0}$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Problema

- **4.14.** En una reacción de primer orden con un único reactivo, al cabo de 35 minutos ha reaccionado el 30% de la concentración inicial de éste. a) ¿Cuál es el valor de la constante de velocidad en s<sup>-1</sup>? b) ¿Qué tanto por ciento de reactivo quedará al cabo de 5 horas?

$$a) v = K [A] \quad \ln [A] = \ln [A_0] - kt \quad \ln 0,70x = \ln x - k \cdot 35 \times 60$$

$$k = \frac{\ln x - \ln 0,70 x}{35 \times 60} \quad k = 1,7 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

$$b) \ln ax = \ln x - 1,7 \times 10^{-4} \times 5 \times 3600 \quad \ln 1/a = 3,057 \quad 1/a = e^{3,057} \quad a = 0,047$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Mecanismo de reacción

- ▶ Secuencia de reacciones elementales (o **etapas elementales**) que conducen a la formación de los productos a partir de los reactivos
- ▶ La suma de las etapas elementales da lugar a la ecuación global de la reacción
- ▶ Las **etapas elementales** son reacciones sencillas que describen el transcurso de la reacción a nivel molecular



$\text{N}_2\text{O}_2$  : **intermediario de reacción**

Aparece en el mecanismo pero no en la ecuación global

**Molecularidad:** número de moléculas

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

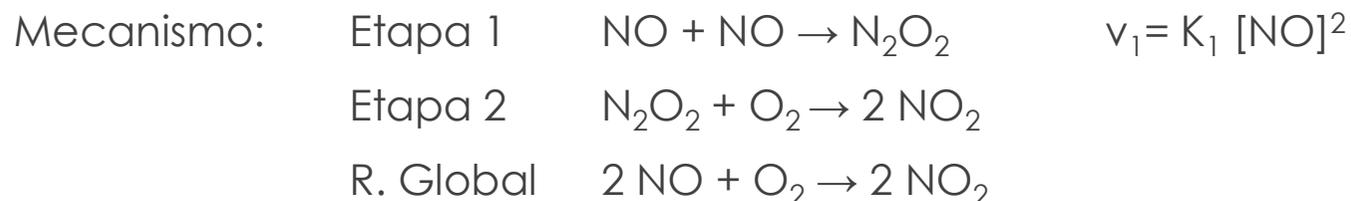
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# Mecanismo de reacción

- ▶ En las **etapas elementales** el orden de reacción respecto a cada reactivo coincide con su coeficiente estequiométrico



- ▶ Si un mecanismo contiene varias etapas, **la ley de velocidad del proceso global** viene dada por la **etapa más lenta** de la secuencia

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

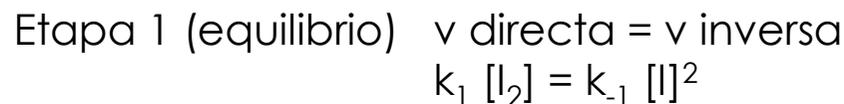
# Mecanismo de reacción



Mecanismo propuesto: 1 etapa elemental bimolecular, como reacción global

En la década de los 60 se detectó la presencia de átomos de yodo durante la reacción

Nueva propuesta de mecanismo:



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Cinética Química

- ▶ Estudia la **velocidad** a la que se producen las reacciones químicas
- ▶ Estudia los **mecanismos** a través de los cuales suceden dichas reacciones

Para estudiar la cinética de una reacción:

- ✓ Medir la velocidad de reacción
- ✓ Determinar experimentalmente la ley o ecuación de velocidad
- ✓ Proponer un mecanismo posible y detectar algún

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Factores que afectan a la velocidad de reacción

- ▶ ¿Por qué almacenamos los alimentos en la nevera o el congelador?
- ▶ ¿Por qué un huevo tarda menos tiempo en cocerse a 100°C que a 80 °C?

¿Cómo suceden las reacciones a nivel molecular?

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# Teoría de las colisiones

- ▶ Las reacciones químicas son el resultado de las colisiones entre las moléculas de reactivos

$$v = \text{cte} \times n^{\circ} \text{ choques/segundo}$$

A mayor concentración de R, mayor v

1 atm, 298 K

10%

colisiones

en 1 ml gas



- ▶ Las colisiones deben ser eficaces:

- ▶ Orientación adecuada

- ▶ Energía cinética suficiente para romper los enlaces entre las moléculas de R y formar

Cartagena99

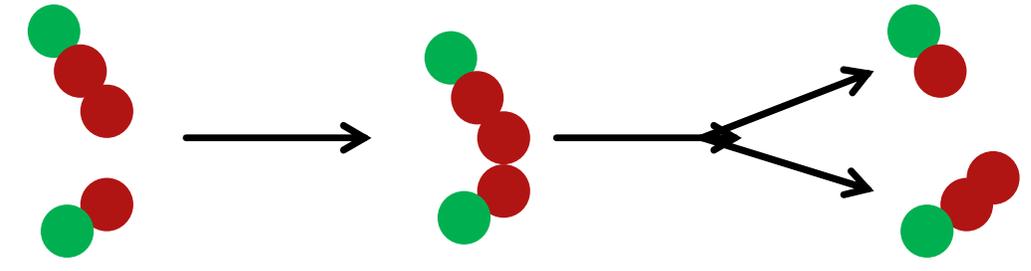
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

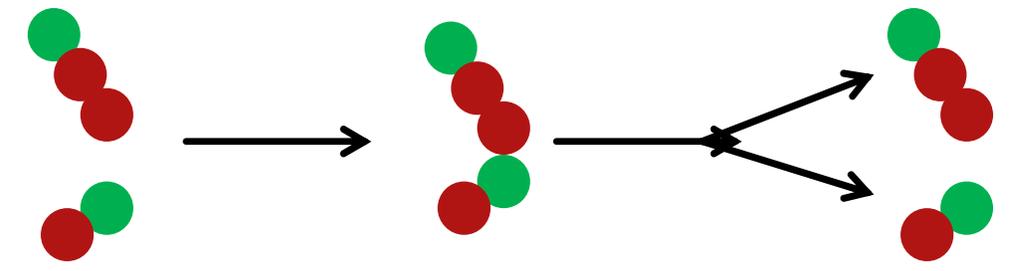
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Orientación  
Adecuada:

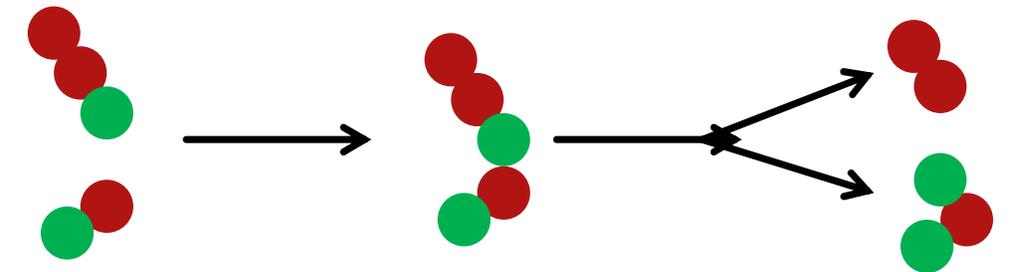
Colisión  
ineficaz  
● N  
● O



Colisión  
ineficaz



Colisión  
eficaz



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
- - -  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

# Teoría de las colisiones

## Energía cinética suficiente para romper los enlaces entre las moléculas de R y formar nuevos enlaces (P)

Cuando las moléculas de R chocan entre sí con la orientación adecuada y con energía suficiente, empiezan a romperse los enlaces y a establecerse otros nuevos, dando lugar a una especie transitoria (**complejo activado o estado de transición**), que desaparecerá después para dar lugar a los productos.

La cantidad mínima de energía que se requiere para formar el complejo activado (e iniciar la reacción química) se denomina **Energía de activación**

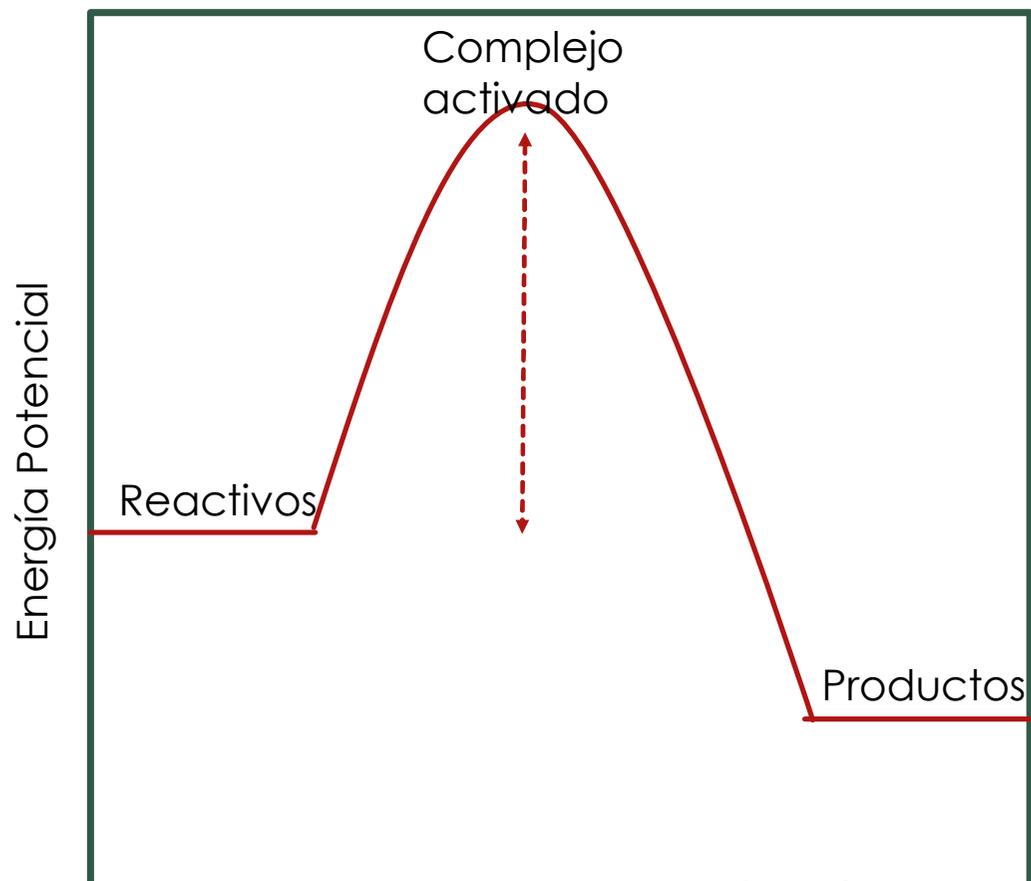
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Representando la evolución de la reacción en un diagrama de energía:



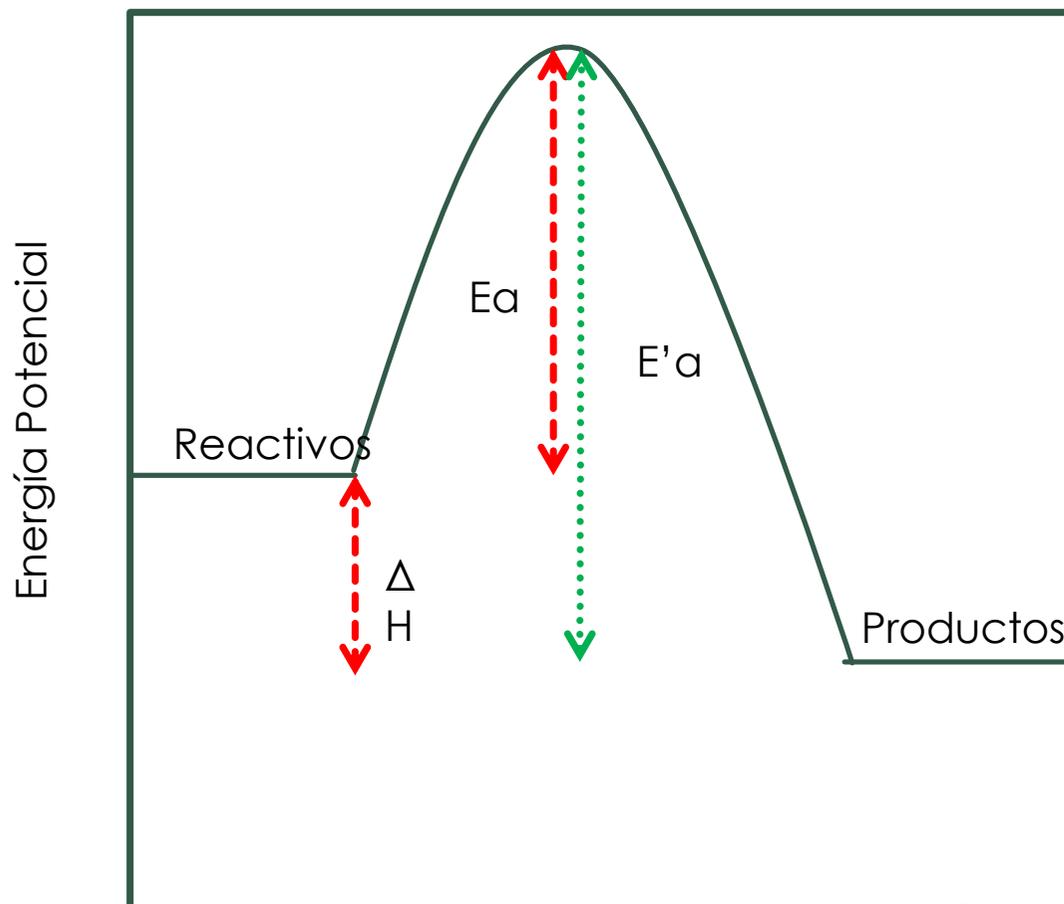
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Representando la evolución de la reacción en un diagrama de energía:



Si la reacción es **exotérmica**,  
 $E_a < E'_a$   
Si la reacción es **endotérmica**,  
 $E_a > E'_a$

$$\Delta H = E_a - E'_a$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# Teoría de las colisiones

**Energía cinética suficiente para romper los enlaces entre las moléculas de R y formar nuevos enlaces (P)**

¿Cuántas moléculas van a ser capaces de superar esa barrera energética o Energía de activación?

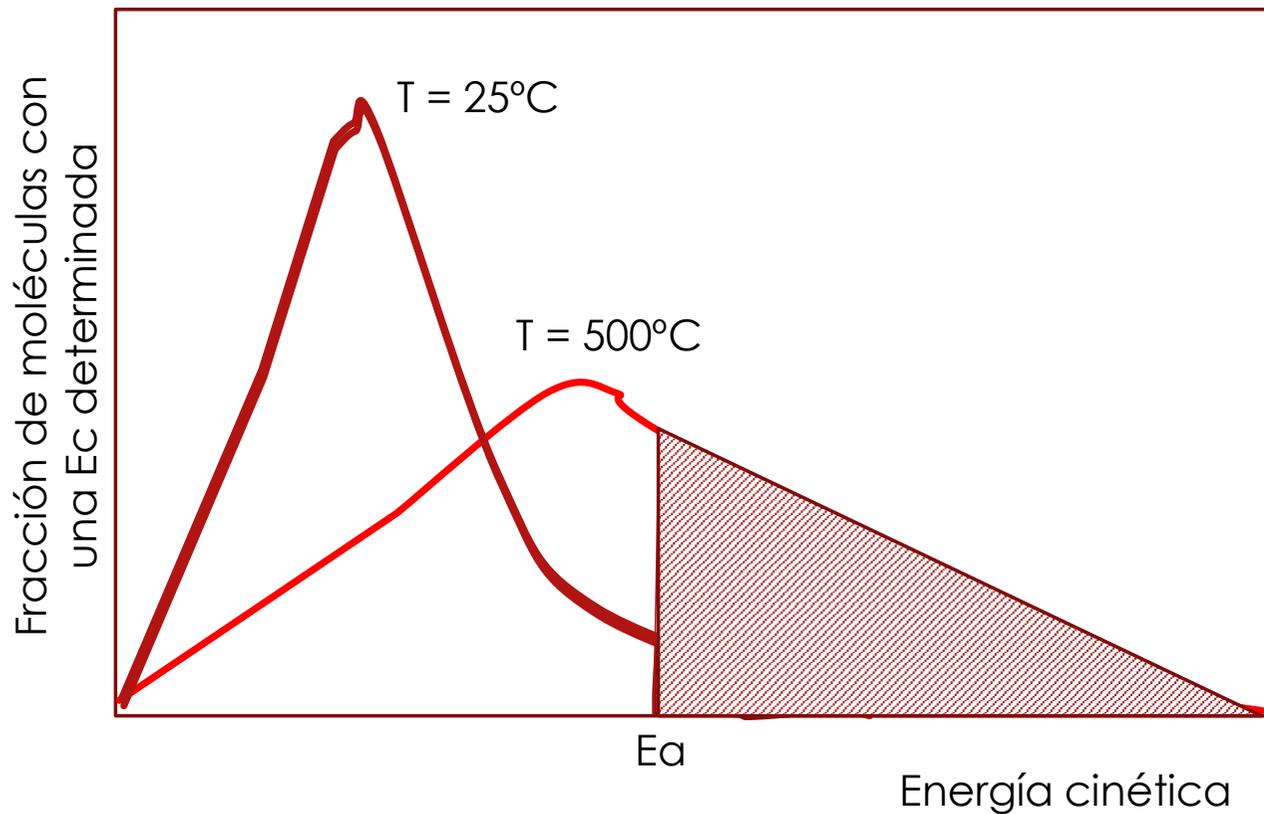
La **energía cinética promedio** de las moléculas es **proporcional a su T** (Teoría cinética de los gases)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cuanto mayor es la  $T$ , mayor número de moléculas podrán

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Relación de v con T: Ecuación de Arrhenius

A partir de observaciones experimentales, Svante Arrhenius (1889) demostró la relación entre la constante de velocidad (k), la T y la E activación de la mayoría de las reacciones:

$$k = A e^{-E_a/RT}$$

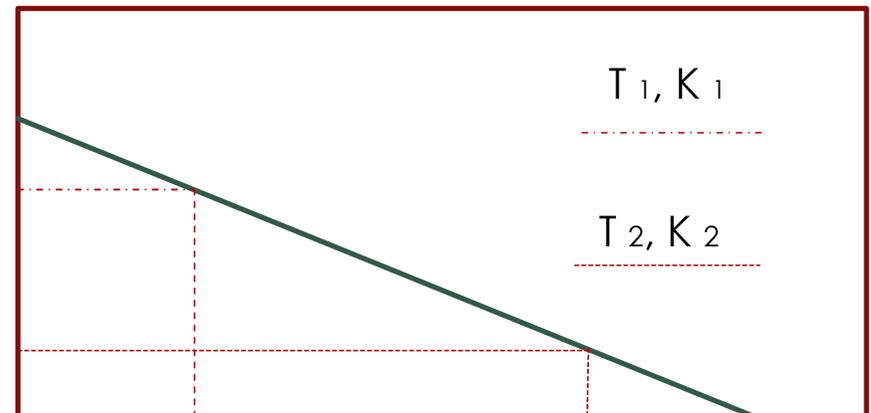
$$\ln K = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

$$y = a + b x$$

$$a = \ln A$$

$$b = - E_a/R$$

ln k



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Factores que afectan a la velocidad de reacción

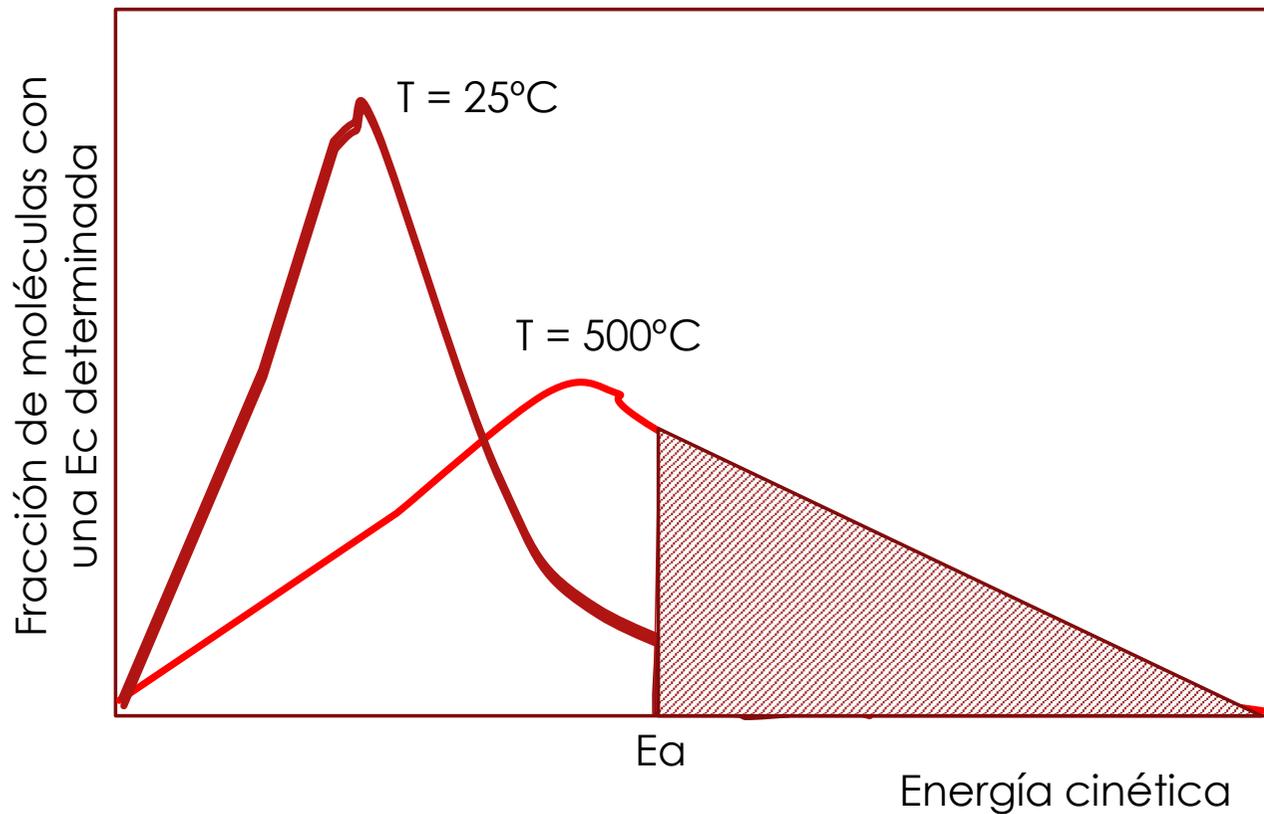
- ▶ **Temperatura:** a mayor  $T$ , mayor  $v$  de reacción (mayor número de colisiones y con energía superior a  $E_a$ )
- ▶ **Naturaleza y grado de división de los R:** Na-Ca con agua, a mayor superficie de contacto mayor probabilidad de choque, mayor  $v$
- ▶ **Concentración de R:** a mayor concentración de R, mayor probabilidad de colisión y, por tanto, de colisión eficaz, por lo que la velocidad de reacción es mayor
- ▶ **Catalizadores:** son sustancias que modifican la velocidad de reacción pero sin

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cuanto **mayor es la T**, mayor número de moléculas podrán

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Factores que afectan a la velocidad de reacción

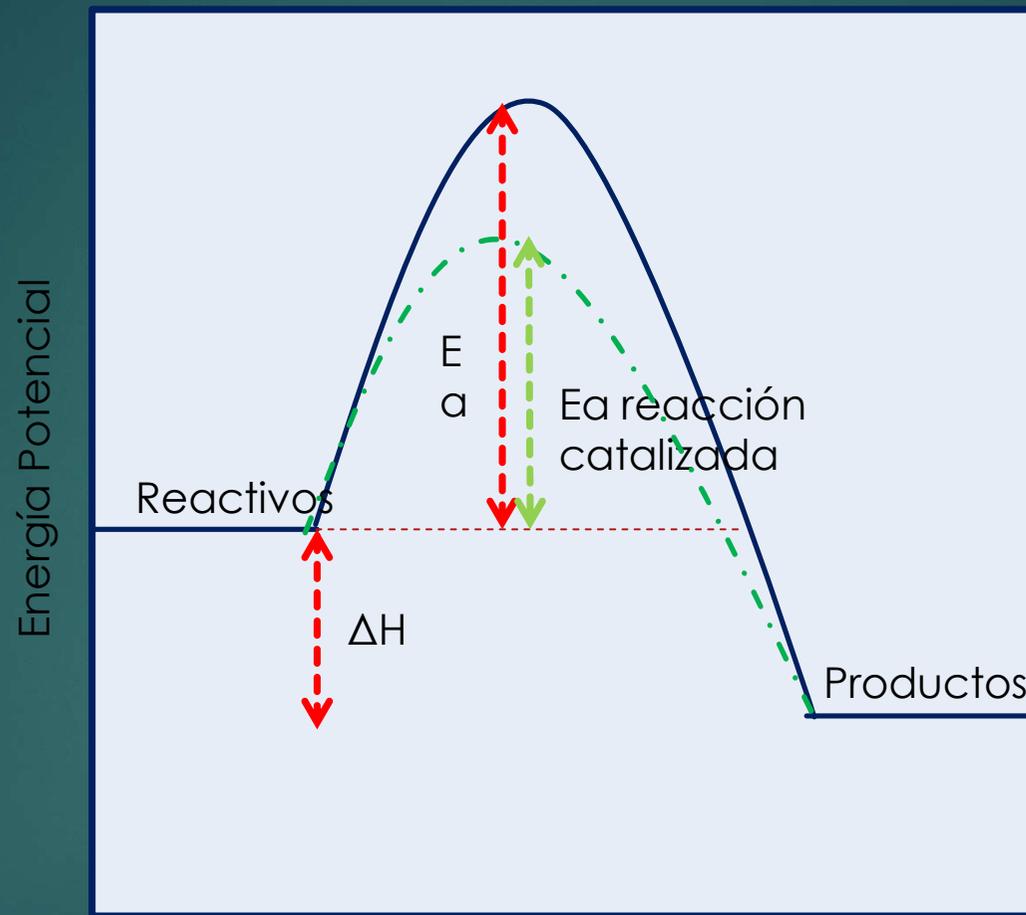
- ▶ **Temperatura:** a mayor  $T$ , mayor  $v$  de reacción (mayor número de colisiones y con energía superior a  $E_a$ )
- ▶ **Naturaleza y grado de división de los R:** Na-Ca con agua, a mayor superficie de contacto mayor probabilidad de choque, mayor  $v$
- ▶ **Concentración de R:** a mayor concentración de R, mayor probabilidad de colisión y, por tanto, de colisión eficaz, por lo que la velocidad de reacción es mayor
- ▶ **Catalizadores:** son sustancias que modifican la velocidad de reacción pero sin

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

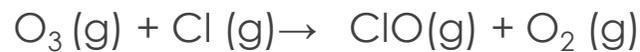
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Factores que afectan a la velocidad de reacción: catalizadores

**Catálisis homogénea:** R, P y catalizador en la misma fase (S, L o G)

Efecto de los freones en la destrucción de la capa de ozono:



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Factores que afectan a la velocidad de reacción: catalizadores

**Catálisis homogénea:** R, P y catalizador en la misma fase (S, L o G)

Compuestos metálicos solubles en disolventes orgánicos:  $[(C_6H_5)_3P]_3RhCl$

Cataliza la hidrogenación de grasas insaturadas ( mejores propiedades para industria alimentaria)



Más baratos y selectivos, condiciones ambientales más suaves (T y P)

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

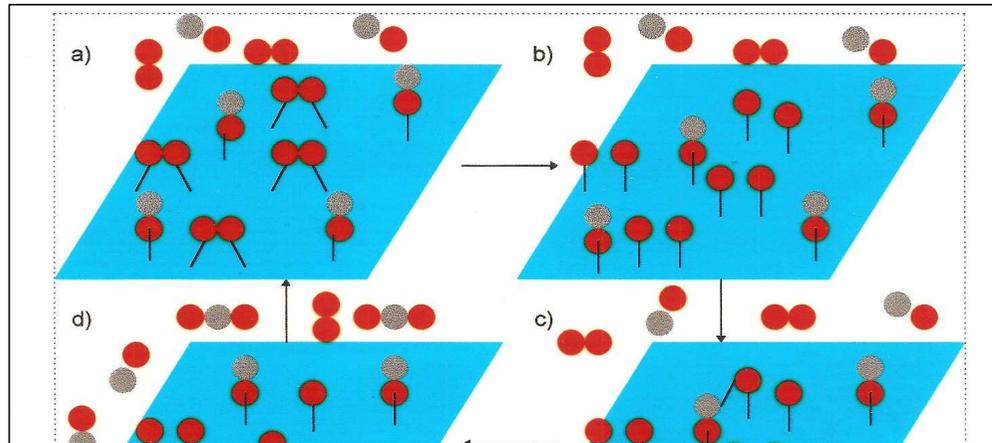
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

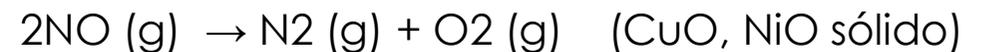
# Factores que afectan a la velocidad de reacción: catalizadores

**Catálisis heterogénea:** catalizador en distinta fase que R, P

Catalizador sólido, R y P gases (adsorción facilita el contacto con orientación adecuada o debilita enlaces R-R)



Convertidores catalíticos de los coches:



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

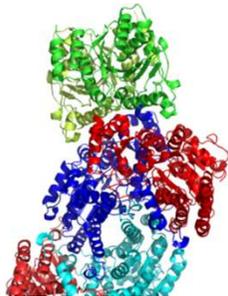
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Factores que afectan a la velocidad de reacción: catalizadores

**Catálisis enzimática:** las enzimas (proteínas) multiplican por  $10^6$  a  $10^{18}$  la velocidad de las reacciones bioquímicas y son muy específicas

Síntesis de Haber:  $N_2 (g) + 3 H_2 (g) \rightarrow 2NH_3 (g)$  Fe + óxidos de K y Al (s), 500 °C

Nitrogenasa:



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70