

## Μάθημα 3.3

Νόμος ταχύτητας  
Μηχανισμός αντίδρασης

# Κατηγορίες αντιδράσεων

**Απλές ή στοιχειώδεις:** Πραγματοποιούνται σε ένα στάδιο.

**Πολύπλοκες:** Πραγματοποιούνται σε περισσότερα από ένα στάδια. Το βραδύτερο στάδιο καθορίζει την ταχύτητα της αντίδρασης.

# Νόμος ταχύτητας

Για μια αντίδραση της μορφής:



βρίσκεται πειραματικά:

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

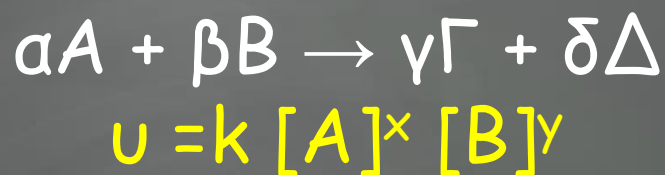
$v$ : η **στιγμιαία** ταχύτητα της αντίδρασης σε mol/L.s

$k$ : η **σταθερά ταχύτητας**, η οποία εξαρτάται από τη **θερμοκρασία** και τη **φύση** των αντιδρώντων

$[A]$ ,  $[B]$ : οι **συγκεντρώσεις** των  $A$  και  $B$  σε mol/L

$x$ ,  $y$ : αριθμοί που προκύπτουν **πειραματικά**.

# Νόμος ταχύτητας



$x$ : η **τάξη** της αντίδρασης **ως προς A**

$y$ : η **τάξη** της αντίδρασης **ως προς B**

$x + y$ : η **ολική τάξη** της αντίδρασης

$[A]^x, [B]^y$ : οι **ενεργές μάζες** των αντιδρώντων

- Αν  **$x = a$  και  $y = b$** , η αντίδραση **είναι απλή\*** (στοιχειώδης).
- Αν  **$x \neq a$  ή  $y \neq b$** , η αντίδραση **δεν είναι απλή** δηλ. πραγματοποιείται σε περισσότερα στάδια.

# Νόμος ταχύτητας - παρατηρήσεις

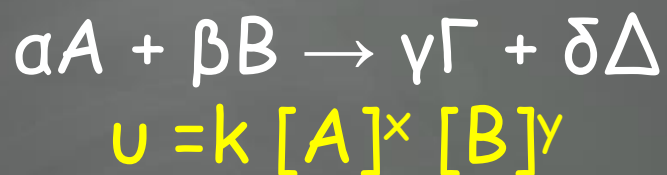


$$v = k [A]^x [B]^y$$

1. Τα στερεά **παραλείπονται** από την έκφραση του νόμου της ταχύτητας γιατί αντιδρούν μόνο **επιφανειακά**. Η ταχύτητα εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειάς τους και όχι από τη συνολική μάζα τους.

Π.χ. καύση του άνθρακα  $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$   
ο νόμος της ταχύτητας είναι  **$v = k[O_2]$** .

# Νόμος ταχύτητας - παρατηρήσεις



2. Οι μονάδες σταθεράς ταχύτητας **ποικίλλουν** ανάλογα με την τάξη της αντίδρασης.

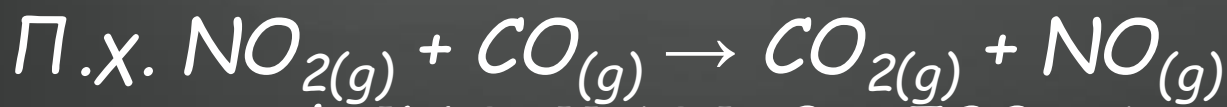
Π.χ. σε μια αντίδραση 1<sup>ης</sup> τάξης  **$v = k [A]$**  οι μονάδες του  $k$  είναι  **$s^{-1}$** .

# Νόμος ταχύτητας - παρατηρήσεις



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

3. Οι εκθέτες  $x, y$  παίρνουν συνήθως τιμές: 0, 1, 2, 3, χωρίς όμως να αποκλείονται οι **κλασματικοί** ή και **αρνητικοί** αριθμοί και ισχύουν μόνο για τις πειραματικές συνθήκες κάτω από τις οποίες έγινε ο προσδιορισμός τους.



$$v = k [\text{NO}_2][\text{CO}] \quad \theta > 500^\circ \text{C}$$

$$v = k' [\text{NO}_2]^2 \quad \theta < 500^\circ \text{C}$$



# Μελέτη χημικής κινητικής

Βρίσκουμε πειραματικά το νόμο της ταχύτητας και από τη μορφή του συμπεραίνουμε αν η αντίδραση είναι απλή ή πολύπλοκη.

Αν είναι πολύπλοκη, προτείνουμε ενδιάμεσες στοιχειώδεις αντιδράσεις, δηλ. μηχανισμό αντιδράσεων που να είναι συμβατός με το νόμο της ταχύτητας που πειραματικά προσδιορίσαμε.

Η στοιχειώδης αντίδραση που έχει τη μικρότερη ταχύτητα (μεγαλύτερη διάρκεια), καθορίζει το νόμο της ταχύτητας.



## Μελέτη χημικής κινητικής

Π.χ. η αντίδραση  $A + 2B \rightarrow \Gamma + 2\Delta$

Νόμος ταχύτητας (πειραματικά):  $v = k [A] [B]$

Άρα δεν είναι στοιχειώδης.

Προτεινόμενος μηχανισμός:

$A + B \rightarrow AB$  (αργή αντίδραση)

$AB + B \rightarrow \Gamma + 2\Delta$  (γρήγορη αντίδραση)

Η ταχύτητα καθορίζεται από το βραδύ στάδιο.

## Παρατηρήσεις

Η σταθερά ταχύτητας είναι αριθμητικά ίση με την ταχύτητα της αντίδρασης, όταν οι συγκεντρώσεις καθενός από τα αντιδρώντα είναι  $1 \text{ mol/L}$ .

$$v = k, \text{ όταν } [A] = [B] = 1 \text{ M}$$

## Παρατηρήσεις

Επειδή  $k = \frac{v}{[A]^x[B]^y}$

οι μονάδες της ταχύτητας είναι:

$$\frac{\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}}{\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{x+y}} = \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)^{1-(x+y)} \cdot \text{s}^{-1}$$

# Παρατηρήσεις

Η σταθερά  $k$  **δεν επηρεάζεται** από τη μεταβολή της συγκέντρωσης ή της πίεσης.

Η μεταβολή της θερμοκρασίας **επηρεάζει** την τιμή της  $k$ . Αύξηση  $\theta \Rightarrow$  αύξηση  $k \Rightarrow$  αύξηση  $u$ .

Η επιφάνεια επαφής **επηρεάζει** την τιμή της  $k$ . Αύξηση επιφάνειας επαφής  $\Rightarrow$  αύξηση  $k \Rightarrow$  αύξηση  $u$ .

Οι ακτινοβολίες και οι καταλύτες συνήθως **επηρεάζουν** την τιμή της  $k$ .

## Εφαρμογή 3.3

Από πειράματα διαπιστώθηκε ότι η ταχύτητα της αντίδρασης:  $A + 3B \rightarrow \Gamma$

ακολουθεί τον νόμο:  $v = k [A] [B]^2$

Με βάση τα δεδομένα αυτά τι συμπέρασμα προκύπτει; Να δώσετε ένα πιθανό μηχανισμό για την αντίδραση.