

STERPIS CHEMISTRY ACADEMY - PREMIUM ΕΠΙΠΕΔΟ

SC-KIN-014 - Νόμος ταχύτητας, μηχανισμός και καμπύλες

Πρωτότυπη άσκηση Χημικής Κινητικής Γ' Λυκείου - Academy Edition 3.0

ΚΕΦΑΛΑΙΟΤαχύτητα
αντίδρασης**ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ**Νόμος ταχύτητας -
μηχανισμός**ΔΥΣΚΟΛΙΑ** 8,8 / 10**ΧΡΟΝΟΣ**

30 λεπτά

Διδακτικός στόχος

✓ Προσδιορισμός νόμου ταχύτητας από πειραματικά δεδομένα.

✓ Υπολογισμός σταθεράς k και μονάδων.

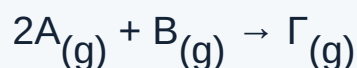
✓ Πίνακας mol και στιγμιαία ταχύτητα.

✓ Έλεγχος συμβατότητας προτεινόμενου μηχανισμού.

✓ Σχεδίαση καμπυλών $\text{u}-[\text{A}]$ και $\text{c}-\text{t}$.

Εκφώνηση

Για τη χημική αντίδραση:



σε σταθερή θερμοκρασία πραγματοποιήθηκαν τα ακόλουθα πειράματα αρχικών ταχυτήτων:

Πείραμα	$[A]_0$ (M)	$[B]_0$ (M)	v_0 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)
1	0,20	0,10	$2,0 \cdot 10^{-3}$
2	0,40	0,10	$8,0 \cdot 10^{-3}$
3	0,40	0,20	$1,6 \cdot 10^{-2}$

1. Να προσδιορίσετε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης.
2. Να υπολογίσετε τη σταθερά k και τις μονάδες της.
3. Σε δοχείο σταθερού όγκου 5 L εισάγονται 2,0 mol A και 1,0 mol B. Όταν έχουν παραχθεί 0,30 mol Γ, να υπολογίσετε:
 1. τα mol όλων των ουσιών,
 2. τις συγκεντρώσεις τους,
 3. τη στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης.
4. Προτείνεται ο μηχανισμός:



Να εξετάσετε αν συμφωνεί με τον πειραματικό νόμο ταχύτητας.

5. Να σχεδιάσετε ποιοτικά:
 1. την καμπύλη $v=f([A])$ για σταθερή $[B]$,
 2. τις καμπύλες $[A]=f(t)$, $[B]=f(t)$ και $[\Gamma]=f(t)$.

Προσπάθησε μόνος σου

Σύγκρινε πρώτα τα πειράματα 1-2 και 2-3. Στο τρίτο ερώτημα θέσε ότι παράγονται x mol Γ.

Καθοδηγούμενη βοήθεια

Από τα πειράματα 1-2 προκύπτει η τάξη ως προς Α. Από τα πειράματα 2-3 προκύπτει η τάξη ως προς Β.

Για τον προτεινόμενο μηχανισμό, ο νόμος ταχύτητας του αργού στοιχειώδους σταδίου είναι αυτός που πρέπει να συγκριθεί με τον πειραματικό νόμο.

Πλήρης λύση

α) Προσδιορισμός νόμου ταχύτητας

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

Σύγκριση πειραμάτων 1 και 2:

$$v_2/v_1 = ([A]_2/[A]_1)^x$$

$$4 = 2^x \Rightarrow x = 2$$

Σύγκριση πειραμάτων 2 και 3:

$$v_3/v_2 = ([B]_3/[B]_2)^y$$

$$2 = 2^y \Rightarrow y = 1$$

$$v = k[A]^2[B]$$

β) Υπολογισμός της k

Από το πείραμα 1:

$$2,0 \cdot 10^{-3} = k \cdot (0,20)^2 \cdot 0,10$$

$$k = 0,50 \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

γ) Κατάσταση του συστήματος όταν έχουν παραχθεί 0,30 mol Γ

mol	A	B	Γ
Αρχικά	2,0	1,0	0
Αντιδρούν / παράγεται	-2x	-x	+x
Τη δεδομένη στιγμή	2,0-2x	1,0-x	x

$$x = 0,30 \text{ mol}$$

$$n(\text{A}) = 2,0 - 0,60 = 1,40 \text{ mol}$$

$$n(\text{B}) = 1,0 - 0,30 = 0,70 \text{ mol}$$

$$n(\Gamma) = 0,30 \text{ mol}$$

Συγκεντρώσεις

$$[\text{A}] = 1,40/5 = 0,28 \text{ M}$$

$$[\text{B}] = 0,70/5 = 0,14 \text{ M}$$

$$[\Gamma] = 0,30/5 = 0,06 \text{ M}$$

Στιγμιαία ταχύτητα

$$v = k[\text{A}]^2[\text{B}]$$

$$v = 0,50 \cdot (0,28)^2 \cdot 0,14$$

$$v=5,49 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

δ) Έλεγχος προτεινόμενου μηχανισμού

Το αργό στοιχειώδες στάδιο είναι:



Άρα ο μηχανισμός προβλέπει:

$$v=k[A][B]$$

Ο πειραματικός νόμος είναι:

$$v=k[A]^2[B]$$

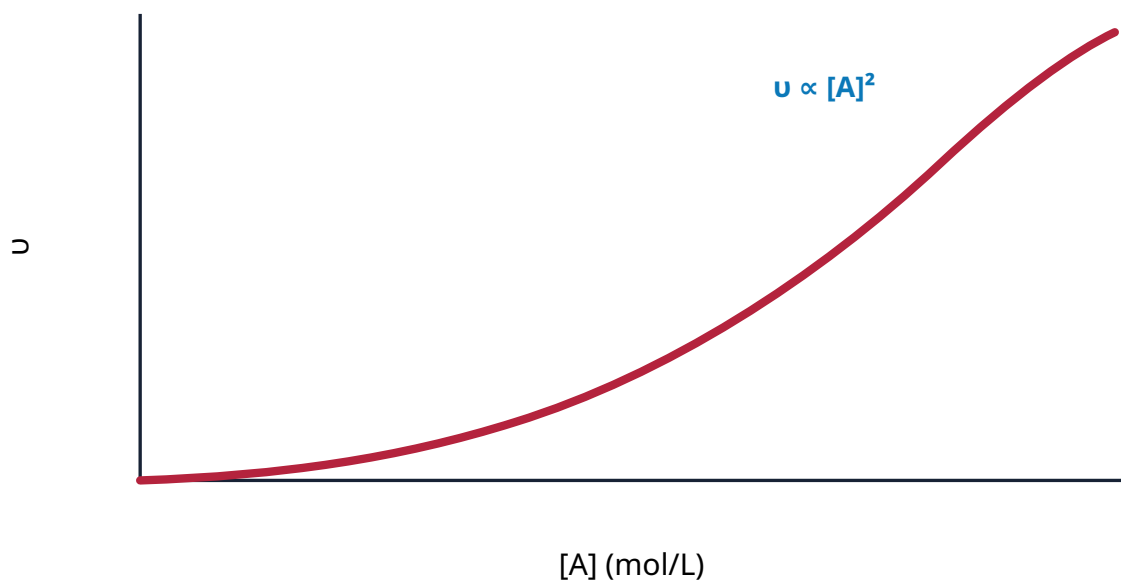
Ο προτεινόμενος μηχανισμός δεν συμφωνεί με τον πειραματικό νόμο ταχύτητας και απορρίπτεται.

ε-ι) Καμπύλη $v=f([A])$ για σταθερή $[B]$

Για σταθερή $[B]$:

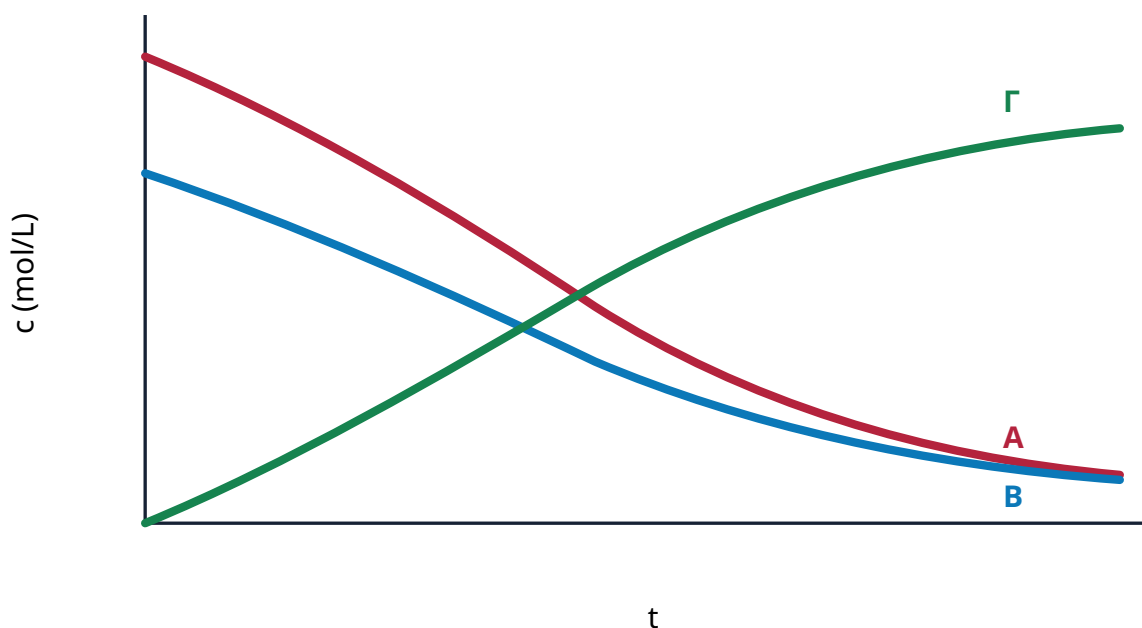
$$v=k'[A]^2$$

Η γραφική παράσταση δεν είναι ευθεία. Είναι ανοδική καμπύλη, κυρτή προς τα επάνω.



ε-ii) Καμπύλες συγκέντρωσης-χρόνου

Οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων μειώνονται με καμπύλες που σταδιακά γίνονται λιγότερο απότομες. Η συγκέντρωση του προϊόντος αυξάνεται με καμπύλη που επίσης σταδιακά οριζοντιώνεται.



Τελικές απαντήσεις:

$$v = k[A]^2[B]$$

$$k = 0,50 \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$n(A) = 1,40 \text{ mol}, n(B) = 0,70 \text{ mol}, n(\Gamma) = 0,30 \text{ mol}$$

$$[A] = 0,28 \text{ M}, [B] = 0,14 \text{ M}, [\Gamma] = 0,06 \text{ M}$$

$$v = 5,49 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Ο προτεινόμενος μηχανισμός απορρίπτεται.

Συχνά λάθη μαθητών

- Χρησιμοποιούν τους συντελεστές της ολικής αντίδρασης χωρίς πειραματικό έλεγχο.
- Δεν μετατρέπουν τα mol σε συγκεντρώσεις πριν εφαρμόσουν τον νόμο ταχύτητας.
- Αποδέχονται μηχανισμό επειδή δίνει σωστή ολική εξίσωση, χωρίς έλεγχο του νόμου ταχύτητας.
- Σχεδιάζουν ευθεία για $v = f([A])$, ενώ η ταχύτητα είναι ανάλογη του $[A]^2$.
- Σχεδιάζουν ευθείες στα διαγράμματα c-t αντί για ομαλές καμπύλες.

Τελικό συμπέρασμα

Ο νόμος ταχύτητας προκύπτει από πειραματικά δεδομένα. Οι γραφικές παραστάσεις πρέπει να αποδίδουν τη μαθηματική εξάρτηση και την πραγματική μεταβολή της ταχύτητας κατά την εξέλιξη της αντίδρασης.

Τι θα μπορούσε να ρωτήσει ακόμη ο εξεταστής;

- Να υπολογιστεί ο ρυθμός κατανάλωσης του A.
- Να εξεταστεί η μεταβολή της ταχύτητας αν διπλασιαστεί ο όγκος.
- Να προταθεί διαφορετικός μηχανισμός συμβατός με τον νόμο ταχύτητας.
- Να υπολογιστεί το ποσοστό κατανάλωσης των αντιδρώντων.

Συνδέεται με

Πειραματικός νόμος ταχύτητας • Πίνακας mol • Στιγμιαία ταχύτητα • Μηχανισμός αντίδρασης
• Καμπύλες c-t