

STERPIS CHEMISTRY ACADEMY - PREMIUM ΕΠΙΠΕΔΟ

# SC-KIN-011 - Διάγραμμα, νόμος ταχύτητας και θερμότητα

Πρωτότυπη άσκηση Χημικής Κινητικής Γ' Λυκείου - Academy Edition 3.0

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ**Ταχύτητα  
αντίδρασης**ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ**Διάγραμμα - νόμος  
ταχύτητας -  
θερμοχημεία**ΔΥΣΚΟΛΙΑ** 8,4 / 10**ΧΡΟΝΟΣ**

28 λεπτά

## Διδακτικός στόχος

✓ Να ερμηνεύεις διάγραμμα συγκέντρωσης-χρόνου.

✓ Να υπολογίζεις αρχική, στιγμιαία και μέση ταχύτητα.

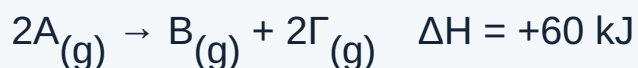
✓ Να εφαρμόζεις νόμο ταχύτητας σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

✓ Να συνδέεις τη στοιχειομετρία με απορρόφηση θερμότητας.

✓ Να υπολογίζεις ρυθμό σχηματισμού προϊόντος.

## Εκφώνηση

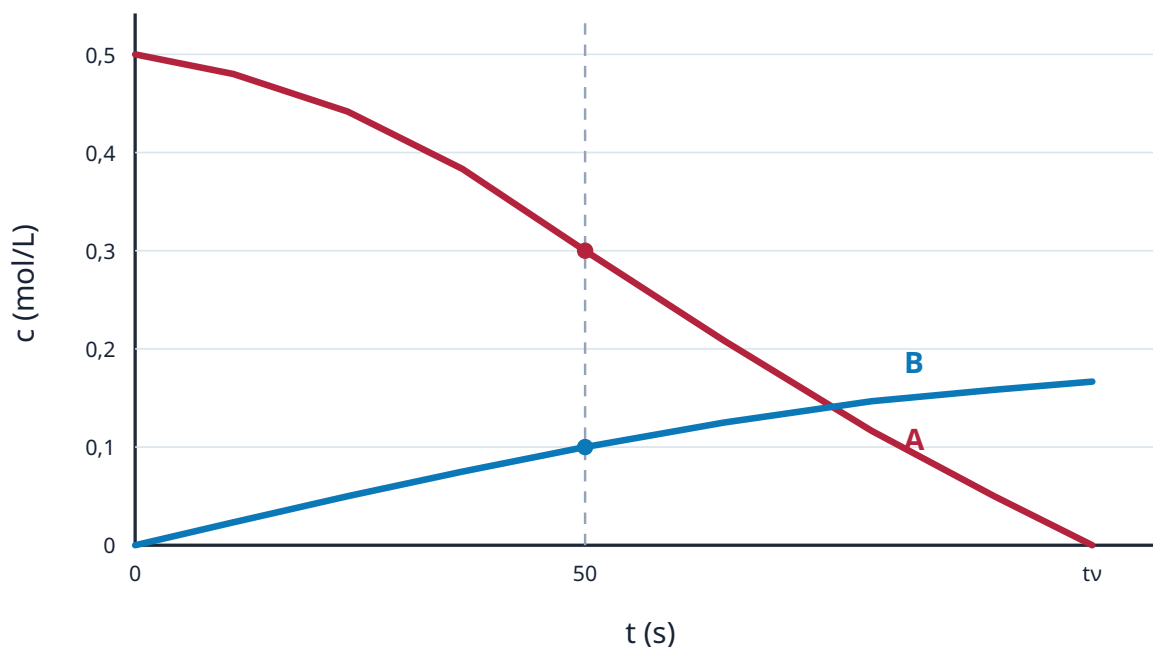
Σε δοχείο σταθερού όγκου 10 L εισάγεται ποσότητα αερίου Α και σε σταθερή θερμοκρασία πραγματοποιείται η απλή αντίδραση:



Η σταθερά ταχύτητας είναι:

$$k = 0,040 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Το διάγραμμα παρουσιάζει τις καμπύλες συγκέντρωσης των ουσιών Α και Β. Αρχικά στο δοχείο δεν υπάρχουν προϊόντα.



Από το διάγραμμα προκύπτει ότι:

- $[A]_0 = 0,50 \text{ M}$
- $[A]_{50} = 0,30 \text{ M}$
- $[B]_{50} = 0,10 \text{ M}$

1. Να γράψετε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης.
2. Να υπολογίσετε:
  1. την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης,
  2. την ταχύτητα της αντίδρασης τη χρονική στιγμή  $t=50 \text{ s}$ ,
  3. τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης στο χρονικό διάστημα  $0-50 \text{ s}$ .
3. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του Γ τη χρονική στιγμή  $t=50 \text{ s}$ .
4. Από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_2$  το σύστημα έχει απορροφήσει  $120 \text{ kJ}$ . Να υπολογίσετε:
  1. τα mol κάθε αερίου στη χρονική στιγμή  $t_2$ ,

2. την ταχύτητα της αντίδρασης στη χρονική στιγμή  $t_2$ ,
3. τον ρυθμό σχηματισμού του Γ στη χρονική στιγμή  $t_2$ .

## Προσπάθησε μόνος σου

Ξεκίνα με τον πίνακα συγκεντρώσεων για τη στιγμή  $t=50$  s. Στο θερμοχημικό ερώτημα, σύνδεσε πρώτα την απορροφούμενη θερμότητα με την πρόοδο της αντίδρασης.

## Καθοδηγούμενη βοήθεια

Η αντίδραση είναι απλή, επομένως ο νόμος ταχύτητας γράφεται από τα αντιδρώντα του στοιχειώδους σταδίου.

Για κάθε 2 mol A που αντιδρούν παράγονται 1 mol B και 2 mol Γ και απορροφώνται 60 kJ.

## Πλήρης λύση

### 1ο βήμα: Νόμος ταχύτητας

Η αντίδραση είναι απλή:



Επομένως ο νόμος ταχύτητας είναι:

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

**2ο βήμα: Αρχική ταχύτητα**

$$v_0 = k[A]_0^2$$

$$v_0 = 0,040 \cdot (0,50)^2$$

$$v_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

**3ο βήμα: Ταχύτητα στη χρονική στιγμή t=50 s**

$$v_{50} = k[A]_{50}^2$$

$$v_{50} = 0,040 \cdot (0,30)^2$$

$$v_{50} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

**4ο βήμα: Μέση ταχύτητα στο χρονικό διάστημα 0-50 s**

$$\bar{v} = -(1/2) \cdot \Delta[A] / \Delta t$$

$$\Delta[A] = 0,30 - 0,50 = -0,20 \text{ M}$$

$$\bar{v} = -(1/2) \cdot (-0,20/50)$$

$$\bar{v} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

**5ο βήμα: Συγκέντρωση του Γ στα 50 s**

Καταναλώθηκαν:

$$0,50 - 0,30 = 0,20 \text{ M A}$$

Από τη στοιχειομετρία:



Οι μεταβολές των συγκεντρώσεων Α και Γ είναι ίσες κατά απόλυτη τιμή.

$$[\text{Γ}]_{50} = 0,20 \text{ M}$$

Επαλήθευση από το Β:



$$[B]_{50} = 0,20/2 = 0,10 \text{ M}$$

**6ο βήμα: Θερμοχημικός υπολογισμός για τη στιγμή  $t_2$**



Για κάθε 60 kJ που απορροφώνται αντιδρούν 2 mol A.

$$60 \text{ kJ} \rightarrow 2 \text{ mol A}$$

$$120 \text{ kJ} \rightarrow x \text{ mol A}$$

$$x = 4 \text{ mol A}$$

**7ο βήμα: Πίνακας mol στη χρονική στιγμή  $t_2$**

Αρχικά:

$$n_0(A) = cV = 0,50 \cdot 10 = 5 \text{ mol}$$

$$60 \text{ kJ} \rightarrow 2 \text{ mol A}$$

$$120 \text{ kJ} \rightarrow 4 \text{ mol A}$$

| mol                    | A  | B  | Γ  |
|------------------------|----|----|----|
| Αρχικά                 | 5  | 0  | 0  |
| Αντιδρούν / παράγονται | -4 | +2 | +4 |
| Στη στιγμή $t_2$       | 1  | 2  | 4  |

**8ο βήμα: Ταχύτητα στη χρονική στιγμή  $t_2$**

$$[A]_2 = 1/10 = 0,10 \text{ M}$$

$$v_2 = k[A]_2^2$$

$$v_2 = 0,040 \cdot (0,10)^2$$

$$v_2 = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

### 9ο βήμα: Ρυθμός σχηματισμού του Γ

$$v = (1/2) \cdot v_{\Gamma}$$

$$v_{\Gamma} = 2v$$

$$v_{\Gamma} = 2 \cdot 4,0 \cdot 10^{-4}$$

$$v_{\Gamma} = 8,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Τελικές απαντήσεις:

$v = k[A]^2$ ,  $v_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $v_{50} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\bar{v}_{0-50} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $[\Gamma]_{50} = 0,20 \text{ M}$ .

Για  $Q = 120 \text{ kJ}$ :  $n(A) = 1 \text{ mol}$ ,  $n(B) = 2 \text{ mol}$ ,  $n(\Gamma) = 4 \text{ mol}$ ,  $v_2 = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  και  $v_{\Gamma} = 8,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

## Συχνά λάθη μαθητών

- Ξεχνούν τον συντελεστή 1/2 στον υπολογισμό της μέσης ταχύτητας από το Α.
- Θεωρούν ότι [B] και [Γ] αυξάνονται με την ίδια μεταβολή.
- Χρησιμοποιούν mol αντί για συγκέντρωση στον νόμο ταχύτητας.
- Δεν μετατρέπουν σωστά τη θερμότητα σε mol αντίδρασης με βάση το ΔH.

## Τελικό συμπέρασμα

Η σωστή επίλυση απαιτεί συνδυασμό διαγράμματος, στοιχειομετρίας, νόμου ταχύτητας και θερμοχημείας, με συνεπή χρήση των στοιχειομετρικών συντελεστών και των μονάδων.

## Τι θα μπορούσε να ρωτήσει ακόμη ο εξεταστής;

- Να υπολογιστεί ο μέσος ρυθμός σχηματισμού του Β στο διάστημα 0-50 s.
- Να υπολογιστεί η θερμότητα που απορροφάται όταν αντιδράσει το 60% του Α.
- Να σχεδιαστεί ποιοτικά η καμπύλη συγκέντρωσης του Γ.
- Να εξεταστεί η επίδραση υποδιπλασιασμού του όγκου στην ταχύτητα.

## Συνδέεται με

Στοιχειομετρία • Νόμος ταχύτητας • Διαγράμματα c-t • Θερμοχημεία • Ρυθμοί σχηματισμού