

STERPIS CHEMISTRY ACADEMY

SC-KIN-001 - Μέση ταχύτητα και στοιχειομετρία

Πρωτότυπη άσκηση Χημικής Κινητικής Γ' Λυκείου - Academy Edition 3.0

ΚΕΦΑΛΑΙΟΤαχύτητα
αντίδρασης**ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ**

Μέση ταχύτητα

ΔΥΣΚΟΛΙΑ 5,5 / 10**ΧΡΟΝΟΣ**

15 λεπτά

Διδακτικός στόχος

✓ Να κατασκευάζεις πίνακα mol.

✓ Να συνδέεις τις μεταβολές mol με τη στοιχειομετρία.

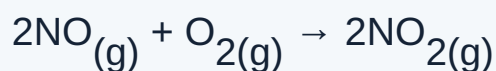
✓ Να υπολογίζεις τη μέση ταχύτητα αντίδρασης.

✓ Να σχεδιάζεις σωστό διάγραμμα c-t.

Εκφώνηση

Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου **5 L** εισάγονται **1 mol NO** και **0,60 mol O₂**.

Πραγματοποιείται η αντίδραση:



Μετά από **40 s**, στο δοχείο υπάρχουν συνολικά **1,40 mol αερίων**.

1. Να υπολογίσετε τα mol κάθε αερίου τη χρονική στιγμή $t=40\text{ s}$.
2. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης στο χρονικό διάστημα 0-40 s.

3. Να υπολογίσετε τον μέσο ρυθμό κατανάλωσης του NO και τον μέσο ρυθμό σχηματισμού του NO₂.
4. Να σχεδιάσετε ποιοτικά, στο ίδιο σύστημα αξόνων, τις συγκεντρώσεις των NO, O₂ και NO₂ σε συνάρτηση με τον χρόνο για το διάστημα 0-40 s.

Προσπάθησε μόνος σου

Μην ανοίξεις αμέσως τις βοήθειες. Ξεκίνα από πίνακα mol και εκφράσε το συνολικό πλήθος mol στη χρονική στιγμή των 40 s.

Καθοδηγούμενη βοήθεια

Θέσε ότι αντιδρούν **2x mol NO**. Τότε αντιδρούν **x mol O₂** και παράγονται **2x mol NO₂**.

Από τον πίνακα θα προκύψει: **n_{ολ}=1,60-x**. Χρησιμοποίησε το δεδομένο n_{ολ}=1,40 mol για να βρεις το x.

Πλήρης λύση

1ο βήμα: Πίνακας mol



mol	NO	O ₂	NO ₂
Αρχικά	1	0,60	0
Αντιδρούν / παράγονται	-2x	-x	+2x
Στα 40 s	1-2x	0,60-x	2x

2ο βήμα: Υπολογισμός του x

Στα 40 s το συνολικό πλήθος mol είναι:

$$n_{\text{ολ}} = (1-2x) + (0,60-x) + 2x = 1,60-x$$

Από την εκφώνηση:

$$1,60-x=1,40 \Rightarrow x=0,20 \text{ mol}$$

3ο βήμα: mol κάθε αερίου στα 40 s

Αέριο	Υπολογισμός	mol στα 40 s
NO	$1-2 \cdot 0,20$	0,60
O ₂	$0,60-0,20$	0,40
NO ₂	$2 \cdot 0,20$	0,40

4ο βήμα: Μεταβολές συγκεντρώσεων

Επειδή V=5 L:

$$\Delta[\text{NO}] = -0,40/5 = -0,080 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\Delta[\text{O}_2] = -0,20/5 = -0,040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\Delta[\text{NO}_2] = +0,40/5 = +0,080 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

5ο βήμα: Μέση ταχύτητα αντίδρασης

Για την αντίδραση $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$:

$$\bar{v} = -(1/2) \cdot \Delta[\text{NO}]/\Delta t = -\Delta[\text{O}_2]/\Delta t = (1/2) \cdot \Delta[\text{NO}_2]/\Delta t$$

Χρησιμοποιώντας το O_2 :

$$\bar{v} = -(-0,040)/40 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

6ο βήμα: Μέσοι ρυθμοί

Μέσος ρυθμός κατανάλωσης NO:

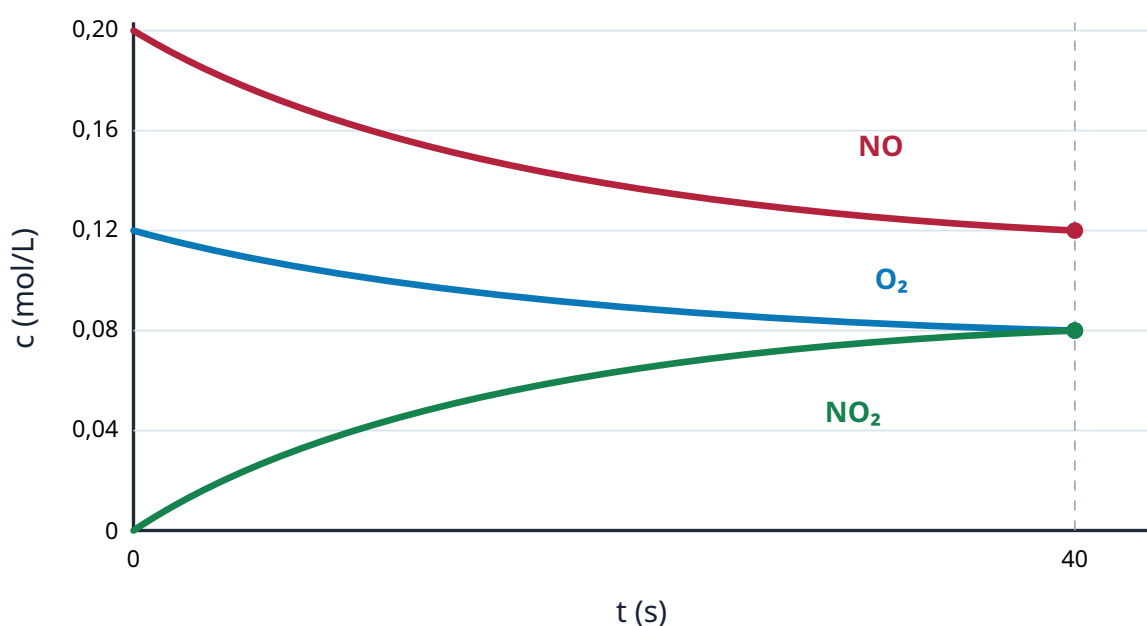
$$-\Delta[\text{NO}]/\Delta t = 0,080/40 = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Μέσος ρυθμός σχηματισμού NO_2 :

$$\Delta[\text{NO}_2]/\Delta t = 0,080/40 = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

7ο βήμα: Διάγραμμα συγκέντρωσης - χρόνου

Αρχικές συγκεντρώσεις: $[\text{NO}]_0 = 0,20 \text{ M}$, $[\text{O}_2]_0 = 0,12 \text{ M}$, $[\text{NO}_2]_0 = 0$. Στα 40 s: $[\text{NO}] = 0,12 \text{ M}$, $[\text{O}_2] = 0,08 \text{ M}$, $[\text{NO}_2] = 0,08 \text{ M}$.



Σημείωση: Οι καμπύλες είναι ομαλές. Οι συγκεντρώσεις των NO και O₂ μειώνονται γρήγορα στην αρχή και στη συνέχεια πιο αργά, ενώ η συγκέντρωση του NO₂ αυξάνεται γρήγορα στην αρχή και σταδιακά ο ρυθμός σχηματισμού του μειώνεται.

Τελικές απαντήσεις: $n(\text{NO})=0,60 \text{ mol}$, $n(\text{O}_2)=0,40 \text{ mol}$, $n(\text{NO}_2)=0,40 \text{ mol}$, $\bar{v}=1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, ρυθμός κατανάλωσης NO = $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ και ρυθμός σχηματισμού NO₂ = $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

Συχνά λάθη μαθητών

- Θεωρούν ότι η μέση ταχύτητα της αντίδρασης είναι ίση με τον ρυθμό κατανάλωσης του NO και ξεχνούν τον συντελεστή 2.
- Χρησιμοποιούν μεταβολή mol αντί για μεταβολή συγκέντρωσης.
- Βάζουν αρνητική τιμή στη μέση ταχύτητα. Η ταχύτητα αντίδρασης είναι θετικό μέγεθος.
- Σχεδιάζουν ευθείες αντί για ομαλές καμπύλες ή δεν σημειώνουν τα σωστά αρχικά και τελικά σημεία.

Τελικό συμπέρασμα

Η ίδια μέση ταχύτητα αντίδρασης προκύπτει από οποιοδήποτε συστατικό, μόνο όταν ληφθεί υπόψη ο στοιχειομετρικός συντελεστής του.

Τι θα μπορούσε να ρωτήσει ακόμη ο εξεταστής;

- Να υπολογιστεί η πίεση του μίγματος στα 40 s, αν δίνεται η θερμοκρασία.
- Να βρεθεί ο χρόνος στον οποίο η συγκέντρωση του NO γίνεται 0,15 M, αν θεωρηθεί σταθερή μέση ταχύτητα.
- Να συγκριθούν οι ρυθμοί κατανάλωσης NO και O₂.
- Να σχεδιαστεί διάγραμμα του συνολικού αριθμού mol σε συνάρτηση με τον χρόνο.

Συνδέεται με

Στοιχειομετρία • Αέρια μίγματα • Διαγράμματα συγκέντρωσης-χρόνου • Χημική ισορροπία