

STERPIS CHEMISTRY ACADEMY

SC-KIN-010 - Μέση ταχύτητα, στιγμιαία ταχύτητα και θερμότητα

Πρωτότυπη άσκηση Χημικής Κινητικής Γ' Λυκείου - Academy Edition 3.0

ΚΕΦΑΛΑΙΟΤαχύτητα
αντίδρασης**ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ**Νόμος ταχύτητας -
θερμοχημεία**ΔΥΣΚΟΛΙΑ** 8,0 / 10**ΧΡΟΝΟΣ**

25 λεπτά

Διδακτικός στόχος

✓ Να ανακατασκευάζεις τις αρχικές συγκεντρώσεις από δεδομένα μεταγενέστερης στιγμής.

✓ Να υπολογίζεις μέση ταχύτητα από μεταβολή συγκέντρωσης.

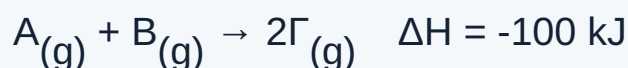
✓ Να συγκρίνεις στιγμιαίες ταχύτητες μέσω του νόμου ταχύτητας.

✓ Να υπολογίζεις ποσοστιαία μείωση της ταχύτητας.

✓ Να συνδέεις το εκλυόμενο ποσό θερμότητας με την πρόοδο της αντίδρασης.

Εκφώνηση

Σε δοχείο σταθερού όγκου 5 L εισάγονται ποσότητες των αερίων Α και Β και, σε σταθερή θερμοκρασία, πραγματοποιείται η απλή χημική αντίδραση:



Μετά από 4 min από την έναρξη της αντίδρασης, τη χρονική στιγμή t_1 , προσδιορίστηκαν πειραματικά οι συγκεντρώσεις:

$$[A]_1=0,40 \text{ M}, [B]_1=0,60 \text{ M}, [Γ]_1=0,40 \text{ M}$$

1. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης στο χρονικό διάστημα 0-4 min.
2. Να προσδιορίσετε:
 1. τη σχέση της αρχικής ταχύτητας v_0 με την ταχύτητα v_1 στη χρονική στιγμή t_1 ,
 2. το ποσοστό (%) κατά το οποίο έχει μειωθεί η ταχύτητα στη χρονική στιγμή t_1 .
3. Τη χρονική στιγμή t_2 έχει εκλυθεί από το σύστημα ποσό θερμότητας ίσο με 200 kJ. Να υπολογίσετε:
 1. τις συγκεντρώσεις των A, B και Γ στη χρονική στιγμή t_2 ,
 2. τη σχέση της ταχύτητας v_2 με την αρχική ταχύτητα v_0 ,
 3. το ποσοστό (%) κατά το οποίο έχει μειωθεί η αρχική ταχύτητα στη χρονική στιγμή t_2 .

Προσπάθησε μόνος σου

Από τη συγκέντρωση του Γ στη στιγμή t_1 βρες πρώτα τη μεταβολή των συγκεντρώσεων και έπειτα τις αρχικές συγκεντρώσεις. Στο τελευταίο ερώτημα μετέτρεψε τη θερμότητα σε mol αντίδρασης.

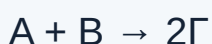
Καθοδηγούμενη βοήθεια

Επειδή αρχικά δεν υπάρχει Γ, από $[Γ]_1=0,40 \text{ M}$ και τον συντελεστή 2 προκύπτει ότι μέχρι τη στιγμή t_1 έχουν καταναλωθεί 0,20 M από καθένα από τα A και B.

Η αντίδραση είναι απλή, άρα $v=k[A][B]$. Για τα ποσοστά μείωσης χρησιμοποίησε: $((u_0-u)/u_0) \cdot 100$.

Πλήρης λύση

1ο βήμα: Εύρεση αρχικών συγκεντρώσεων



c (M)	A	B	Γ
Αρχικά	C_A	C_B	0
Μεταβολή	-x	-x	+2x
Στη στιγμή t_1	0,40	0,60	0,40

Από τη συγκέντρωση του Γ:

$$2x=0,40 \Rightarrow x=0,20 \text{ M}$$

Άρα:

$$C_A - 0,20 = 0,40 \Rightarrow C_A = 0,60 \text{ M}$$

$$C_B - 0,20 = 0,60 \Rightarrow C_B = 0,80 \text{ M}$$

α) Μέση ταχύτητα στο χρονικό διάστημα 0-4 min

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

Χρησιμοποιούμε τη συγκέντρωση του Γ:

$$\bar{v} = (1/2) \cdot (0,40 - 0) / 4$$

$$\bar{v} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

β) Σύγκριση αρχικής και στιγμιαίας ταχύτητας στη στιγμή t_1

Η αντίδραση είναι απλή, επομένως:

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

Αρχικά:

$$v_0 = k \cdot 0,60 \cdot 0,80 = 0,48k$$

Στη στιγμή t_1 :

$$v_1 = k \cdot 0,40 \cdot 0,60 = 0,24k$$

β-i) Σχέση v_0 και v_1

$$v_0/v_1 = 0,48k/0,24k = 2$$

$$v_0 = 2v_1$$

ή ισοδύναμα:

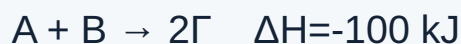
$$v_1 = v_0/2$$

β-ii) Ποσοστό μείωσης της ταχύτητας

$$\% \text{ μείωση} = ((v_0 - v_1)/v_0) \cdot 100$$

$$\% \text{ μείωση} = ((v_0 - 0,50v_0)/v_0) \cdot 100$$

$$\% \text{ μείωση} = 50\%$$

γ) Κατάσταση του συστήματος όταν έχουν εκλυθεί 200 kJ

Για κάθε 1 mol αντίδρασης εκλύονται 100 kJ.

$$100 \text{ kJ} \rightarrow 1 \text{ mol αντίδρασης}$$

$$200 \text{ kJ} \rightarrow \xi \text{ mol αντίδρασης}$$

$$\xi=2,0 \text{ mol}$$

1ο βήμα: Αρχικά mol

$$n_0(\text{A})=0,60 \cdot 5=3,0 \text{ mol}$$

$$n_0(\text{B})=0,80 \cdot 5=4,0 \text{ mol}$$

$$n_0(\text{Γ})=0$$

2ο βήμα: Πίνακας mol στη στιγμή t_2

mol	A	B	Γ
Αρχικά	3,0	4,0	0
Αντιδρούν / παράγεται	-ξ	-ξ	+2ξ
Στη στιγμή t_2	3,0-ξ	4,0-ξ	2ξ

Για $\xi=2,0 \text{ mol}$:

$$n(\text{A})_2=3,0-2,0=1,0 \text{ mol}$$

$$n(\text{B})_2=4,0-2,0=2,0 \text{ mol}$$

$$n(\text{Γ})_2=2 \cdot 2,0=4,0 \text{ mol}$$

γ-i) Συγκεντρώσεις στη στιγμή t_2

$$[\text{A}]_2=1,0/5=0,20 \text{ M}$$

$$[\text{B}]_2=2,0/5=0,40 \text{ M}$$

$$[\text{Γ}]_2=4,0/5=0,80 \text{ M}$$

γ-ii) Σχέση u_2 και u_0

$$u_2=k \cdot 0,20 \cdot 0,40=0,08k$$

$$u_0=0,48k$$

$$u_2/u_0 = 0,08/0,48 = 1/6$$

$$u_2 = u_0/6$$

ή ισοδύναμα:

$$u_0 = 6u_2$$

γ-iii) Ποσοστό μείωσης της αρχικής ταχύτητας

$$\% \text{ μείωση} = ((u_0 - u_2)/u_0) \cdot 100$$

$$\% \text{ μείωση} = (1 - 1/6) \cdot 100$$

$$\% \text{ μείωση} = (5/6) \cdot 100 = 83,3\%$$

Τελικές απαντήσεις:

$[A]_0 = 0,60 \text{ M}$ και $[B]_0 = 0,80 \text{ M}$

$\bar{u}_{0-4} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

$u_0 = 2u_1$ και η ταχύτητα έχει μειωθεί κατά 50% στη στιγμή t_1

Στη στιγμή t_2 : $[A]_2 = 0,20 \text{ M}$, $[B]_2 = 0,40 \text{ M}$, $[Γ]_2 = 0,80 \text{ M}$

$u_2 = u_0/6$

Η αρχική ταχύτητα έχει μειωθεί κατά 83,3%

Συχνά λάθη μαθητών

- Θεωρούν ότι η συγκέντρωση του Γ είναι ίση με τη συγκέντρωση που καταναλώθηκε από το Α.
- Υπολογίζουν τη μέση ταχύτητα ως $\Delta[Γ]/\Delta t$ χωρίς τον συντελεστή 1/2.
- Συγκρίνουν τις ταχύτητες με βάση μόνο μία συγκέντρωση, ενώ $u = k[A][B]$.
- Θεωρούν ότι τα 200 kJ αντιστοιχούν σε 200 mol ή σε 2 mol Γ αντί για 2 mol αντίδρασης.
- Υπολογίζουν ποσοστιαία μείωση ως $u/u_0 \cdot 100$ αντί για $(u_0 - u)/u_0 \cdot 100$.

Τελικό συμπέρασμα

Οι συγκεντρώσεις μιας μεταγενέστερης στιγμής επιτρέπουν την ανακατασκευή της αρχικής κατάστασης, ενώ ο νόμος ταχύτητας και το ΔH συνδέουν την πορεία της αντίδρασης με τη μεταβολή της ταχύτητας και της θερμότητας.

Τι θα μπορούσε να ρωτήσει ακόμη ο εξεταστής;

- Να υπολογιστεί ο μέσος ρυθμός σχηματισμού του Γ στο διάστημα 0-4 min.
- Να βρεθεί η μέγιστη θερμότητα που μπορεί να εκλυθεί.
- Να υπολογιστεί το ποσοστό κατανάλωσης των A και B στη στιγμή t_2 .
- Να εξεταστεί η μεταβολή της ταχύτητας αν στη στιγμή t_1 υποδιπλασιαστεί ο όγκος.

Συνδέεται με

Στοιχειομετρία • Μέση και στιγμιαία ταχύτητα • Νόμος ταχύτητας • Θερμοχημεία • Ποσοστιαίες μεταβολές