

STERPIS CHEMISTRY ACADEMY

SC-KIN-009 - Γραφικές παραστάσεις και νόμος ταχύτητας

Πρωτότυπη άσκηση Χημικής Κινητικής Γ' Λυκείου - Academy Edition 3.0

ΚΕΦΑΛΑΙΟΤαχύτητα
αντίδρασης**ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ**Νόμος ταχύτητας -
διαγράμματα**ΔΥΣΚΟΛΙΑ** 7,8 / 10**ΧΡΟΝΟΣ**

26 λεπτά

Διδακτικός στόχος

✓ Να εξάγεις νόμο ταχύτητας από διάγραμμα $v=f([B])$.

✓ Να προβλέπεις την επίδραση συγκέντρωσης, όγκου και θερμοκρασίας.

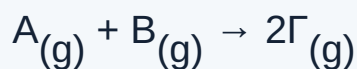
✓ Να σχεδιάζεις διαγράμματα $v=f([A])$, $[A]=f(t)$ και $P_{ολ}=f(t)$.

✓ Να υπολογίζεις αρχική και μέση ταχύτητα.

✓ Να συνδέεις τον ρυθμό σχηματισμού προϊόντος με τη μέση ταχύτητα.

Εκφώνηση

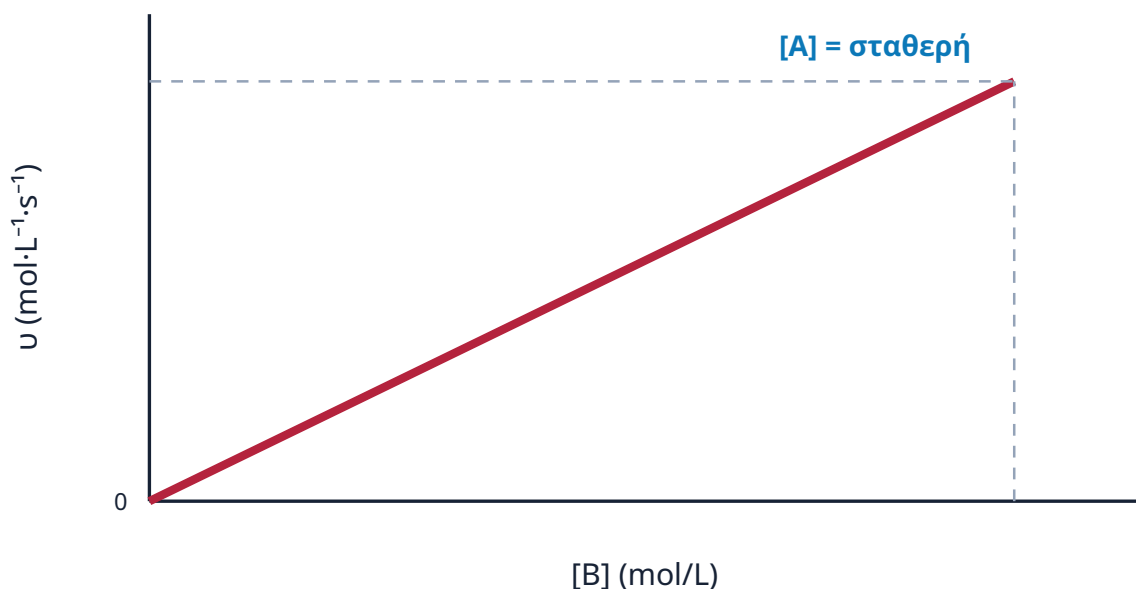
Για την απλή χημική αντίδραση:



σε θερμοκρασία θ °C η σταθερά ταχύτητας είναι:

$$k = 0,030 \text{ s}^{-1}$$

Το ακόλουθο διάγραμμα παριστάνει τη μεταβολή της ταχύτητας σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση του B, όταν η συγκέντρωση του A παραμένει σταθερή.



1. Να προσδιορίσετε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης.
2. Να εξηγήσετε ποια επίδραση έχουν στην αρχική ταχύτητα και στη σταθερά k οι ακόλουθες μεταβολές:
 1. διπλασιασμός της αρχικής συγκέντρωσης του A,
 2. διπλασιασμός του όγκου του δοχείου σε σταθερή θερμοκρασία,
 3. αύξηση της θερμοκρασίας.
3. Σε δοχείο σταθερού όγκου 10 L εισάγονται 4,0 mol A και 2,0 mol B. Στη θερμοκρασία θ °C πραγματοποιείται η αντίδραση, η οποία θεωρούμε ότι ολοκληρώνεται πρακτικά σε 160 s.
 1. Να σχεδιάσετε ποιοτικά τα διαγράμματα:
 - $v=f([A])$, όταν $[B]$ παραμένει σταθερή,
 - $[A]=f(t)$,
 - $P_{ολ}=f(t)$.

2. Να υπολογίσετε την αρχική ταχύτητα και τη μέση ταχύτητα στο χρονικό διάστημα 0-160 s.
3. Μετά από 40 s ο ρυθμός σχηματισμού του Γ είναι $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης στο χρονικό διάστημα 0-40 s.

Προσπάθησε μόνος σου

Από το αρχικό διάγραμμα βρες πρώτα την τάξη ως προς B. Η μονάδα της k θα σε βοηθήσει να προσδιορίσεις τη συνολική τάξη.

Καθοδηγούμενη βοήθεια

Η ευθεία που περνά από την αρχή των αξόνων δείχνει ότι η ταχύτητα είναι ανάλογη της [B]. Εφόσον k έχει μονάδα s^{-1} , η αντίδραση είναι συνολικά πρώτης τάξης.

Στο δοχείο το B είναι το περιοριστικό αντιδρών. Από τη στοιχειομετρία, όταν καταναλωθούν 2,0 mol B, καταναλώνονται 2,0 mol A και παράγονται 4,0 mol Γ.

Πλήρης λύση

α) Νόμος ταχύτητας

Από το διάγραμμα $v=f([B])$ προκύπτει ευθεία που περνά από την αρχή των αξόνων.

$$v \propto [B]$$

Άρα η αντίδραση είναι πρώτης τάξης ως προς B.

Η σταθερά k έχει μονάδα s^{-1} , επομένως η συνολική τάξη της αντίδρασης είναι 1.

Άρα η τάξη ως προς A είναι μηδέν:

$$v = k[A]^0[B]$$

$$v = k[B]$$

β) Επίδραση μεταβολών

i) Διπλασιασμός της αρχικής [A]

Η ταχύτητα δεν εξαρτάται από τη συγκέντρωση του A:

$$v = k[B]$$

Επομένως η αρχική ταχύτητα δεν μεταβάλλεται.

Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή, άρα και η k δεν μεταβάλλεται.

ii) Διπλασιασμός του όγκου σε σταθερή θερμοκρασία

Με τον διπλασιασμό του όγκου:

$$[B]' = [B]/2$$

Άρα:

$$v' = k[B]' = k[B]/2 = v/2$$

Η αρχική ταχύτητα υποδιπλασιάζεται, ενώ η k δεν μεταβάλλεται.

iii) Αύξηση της θερμοκρασίας

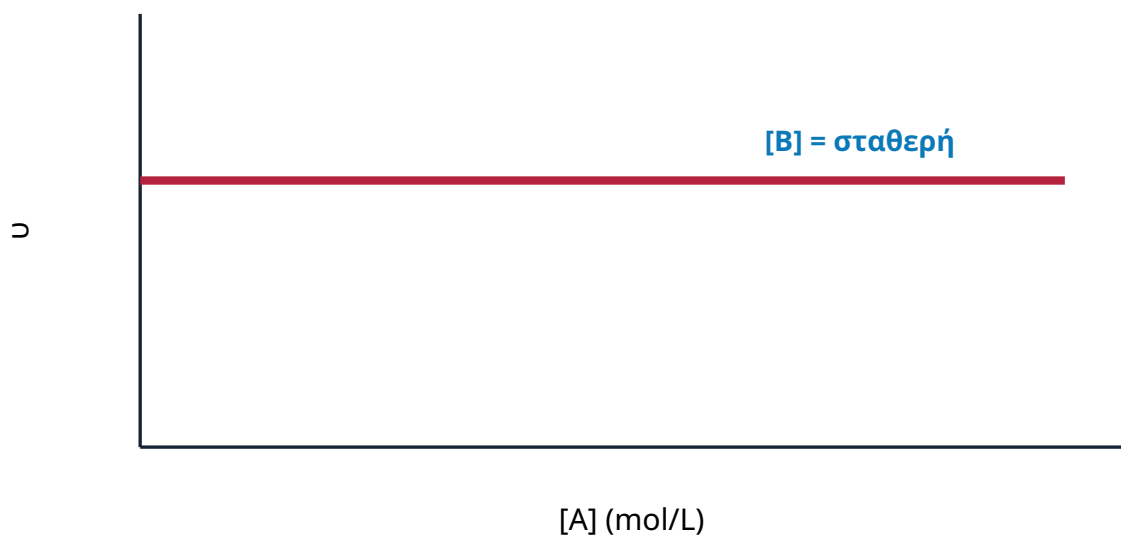
Με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται η σταθερά k , επειδή αυξάνεται το ποσοστό των αποτελεσματικών συγκρούσεων.

Συνεπώς αυξάνεται και η αρχική ταχύτητα.

γ-i) Διαγράμματα

1. Διάγραμμα $v=f([A])$ για σταθερή [B]

Επειδή $v=k[B]$, η ταχύτητα είναι ανεξάρτητη από την [A].



2. Διάγραμμα $[A]=f(t)$

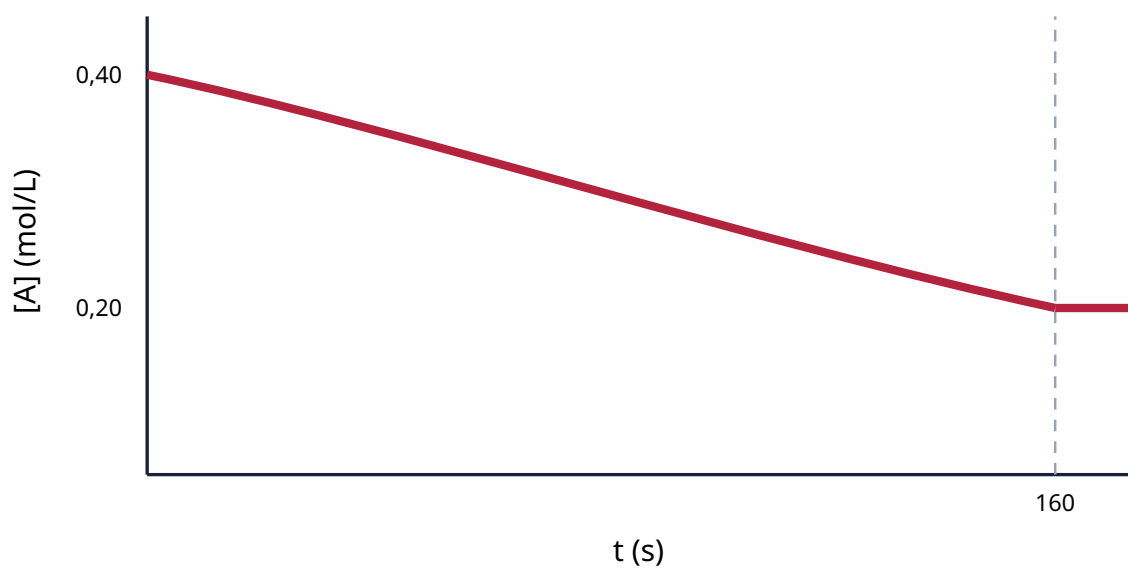
Αρχικά:

$$[A]_0 = 4,0/10 = 0,40 \text{ M}$$

Το B είναι περιοριστικό αντιδρών. Κατά την ολοκλήρωση καταναλώνονται 2,0 mol A:

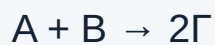
$$n(A)_{\text{τελ}} = 4,0 - 2,0 = 2,0 \text{ mol}$$

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



3. Διάγραμμα $P_{ολ}=f(t)$

Για την αντίδραση:



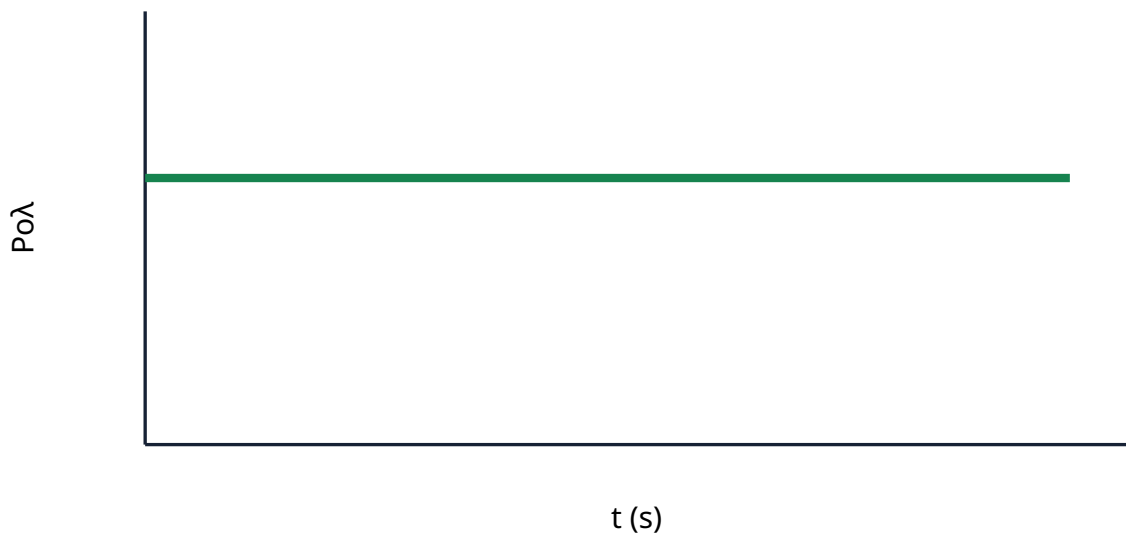
Το άθροισμα των στοιχειομετρικών συντελεστών των αερίων αντιδρώντων είναι ίσο με εκείνο των προϊόντων:

$$1+1=2$$

Άρα ο συνολικός αριθμός mol αερίων παραμένει σταθερός. Σε σταθερά V και T:

$$P_{ολ} \propto n_{ολ}$$

Επομένως η ολική πίεση παραμένει σταθερή.



γ-ii) Αρχική και μέση ταχύτητα

Αρχική συγκέντρωση του B:

$$[B]_0 = 2,0/10 = 0,20 \text{ M}$$

Αρχική ταχύτητα:

$$v_0 = k[B]_0$$

$$v_0 = 0,030 \cdot 0,20$$

$$v_0 = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Στην πρακτική ολοκλήρωση της αντίδρασης καταναλώνεται όλο το B:

$$\Delta[B] = 0 - 0,20 = -0,20 \text{ M}$$

Επειδή ο συντελεστής του B είναι 1:

$$\bar{v} = -\Delta[B]/\Delta t$$

$$\bar{v} = 0,20/160$$

$$\bar{v} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

γ-iii) Μέση ταχύτητα στο χρονικό διάστημα 0-40 s

Δίνεται ότι στη χρονική στιγμή 40 s ο ρυθμός σχηματισμού του Γ είναι:

$$v_{\Gamma,40} = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Από τη στοιχειομετρία:

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

$$v_{40} = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Από τον νόμο ταχύτητας:

$$v_{40} = k[B]_{40}$$

$$3,0 \cdot 10^{-3} = 0,030 \cdot [B]_{40}$$

$$[B]_{40} = 0,10 \text{ M}$$

Στο διάστημα 0-40 s:

$$\Delta[B] = 0,10 - 0,20 = -0,10 \text{ M}$$

$$\bar{v}_{0-40} = -\Delta[B]/\Delta t$$

$$\bar{v}_{0-40} = 0,10/40$$

$$\bar{v}_{0-40} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Τελικές απαντήσεις:

$$v=k[B]$$

Διπλασιασμός [A]: η v δεν αλλάζει, η k δεν αλλάζει

Διπλασιασμός V: η v υποδιπλασιάζεται, η k δεν αλλάζει

Αύξηση T: αυξάνονται k και v

$$v_0=6,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\bar{v}_{0-160}=1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\bar{v}_{0-40}=2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Συχνά λάθη μαθητών

- Θεωρούν ότι η ταχύτητα εξαρτάται από το A επειδή εμφανίζεται στην ολική αντίδραση.
- Μεταβάλλουν την k όταν αλλάζει ο όγκος σε σταθερή θερμοκρασία.
- Θεωρούν ότι η ολική πίεση μειώνεται επειδή καταναλώνονται αντιδρώντα, χωρίς να ελέγξουν τα συνολικά mol αερίων.
- Ταυτίζουν τον ρυθμό σχηματισμού του Γ με την ταχύτητα της αντίδρασης.

Τελικό συμπέρασμα

Το διάγραμμα και οι μονάδες της k καθορίζουν τον νόμο ταχύτητας. Η εξέλιξη των συγκεντρώσεων, η μεταβολή του όγκου και οι στοιχειομετρικοί συντελεστές πρέπει να εξετάζονται ξεχωριστά.

Τι θα μπορούσε να ρωτήσει ακόμη ο εξεταστής;

- Να σχεδιαστεί το διάγραμμα $[B]=f(t)$ και $[Γ]=f(t)$.
- Να υπολογιστεί η ταχύτητα όταν $[B]=0,05 \text{ M}$.
- Να εξεταστεί η επίδραση προσθήκης καταλύτη.
- Να υπολογιστεί η τελική σύσταση του αερίου μίγματος.

Συνδέεται με

Νόμος ταχύτητας • Διαγράμματα • Μεταβολή όγκου • Αέρια μίγματα • Μέση και στιγμιαία ταχύτητα