

STERPIS CHEMISTRY ACADEMY

SC-KIN-013 - Θερμική διάσπαση στερεού και μεταβολή πίεσης

Πρωτότυπη άσκηση Χημικής Κινητικής Γ' Λυκείου - Academy Edition 3.0

ΚΕΦΑΛΑΙΟΤαχύτητα
αντίδρασης**ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ**Πίεση αερίου - μέση
ταχύτητα**ΔΥΣΚΟΛΙΑ** 6,4 / 10**ΧΡΟΝΟΣ**

18 λεπτά

Διδακτικός στόχος

✓ Να υπολογίζεις mol αερίου από την καταστατική εξίσωση.

✓ Να κατασκευάζεις πίνακα mol για θερμική διάσπαση στερεού.

✓ Να υπολογίζεις τη μέση ταχύτητα αντίδρασης.

✓ Να ερμηνεύεις τη μεταβολή της πίεσης σε δοχείο σταθερού όγκου.

✓ Να σχεδιάζεις ποιοτικά διάγραμμα πίεσης-χρόνου.

Εκφώνηση

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου 10 L εισάγονται 0,60 mol στερεού MgCO_3 . Το δοχείο θερμαίνεται σε σταθερή θερμοκρασία 527 °C και πραγματοποιείται η αντίδραση:



Μετά από 6 min από την έναρξη της αντίδρασης, η πίεση στο δοχείο είναι 1,968 atm.

1. Να υπολογίσετε τα mol των MgCO_3 , MgO και CO_2 που υπάρχουν στο δοχείο τη χρονική στιγμή $t=6$ min.
2. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης στο χρονικό διάστημα 0-6 min.
3. Να υπολογίσετε τον μέσο ρυθμό σχηματισμού του CO_2 στο ίδιο χρονικό διάστημα.
4. Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η πίεση στο δοχείο κατά τη διάρκεια της αντίδρασης και να σχεδιάσετε ποιοτικά το διάγραμμα $P=f(t)$, αν μετά από τη χρονική στιγμή t_v η πίεση παραμένει σταθερή.

Δίνεται: $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Προσπάθησε μόνος σου

Ξεκίνα από το αέριο CO_2 . Η πίεση οφείλεται αποκλειστικά σε αυτό, επειδή οι άλλες δύο ουσίες είναι στερεές.

Καθοδηγούμενη βοήθεια

Μετέτρεψε πρώτα τη θερμοκρασία σε Kelvin και χρησιμοποίησε την εξίσωση $PV=nRT$ για να βρεις τα mol του CO_2 στα 6 min.

Στον πίνακα mol θέσε ότι διασπώνται x mol MgCO_3 . Από τη στοιχειομετρία παράγονται x mol MgO και x mol CO_2 .

Πλήρης λύση

1ο βήμα: Μετατροπή θερμοκρασίας

$$T=527+273=800 \text{ K}$$

2ο βήμα: Υπολογισμός mol CO₂ στα 6 min

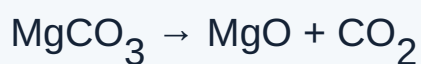
Στο δοχείο αέριο είναι μόνο το CO₂. Εφαρμόζουμε:

$$PV=nRT$$

$$n(\text{CO}_2)=PV/(RT)$$

$$n(\text{CO}_2)=(1,968 \cdot 10)/(0,082 \cdot 800)$$

$$n(\text{CO}_2)=19,68/65,6=0,30 \text{ mol}$$

3ο βήμα: Πίνακας mol

mol	MgCO ₃	MgO	CO ₂
Αρχικά	0,60	0	0
Αντιδρούν / παράγονται	-x	+x	+x
Στα 6 min	0,60-x	x	x

Από τα mol του CO₂:

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

Άρα:

$$n(\text{MgCO}_3)=0,60-0,30=0,30 \text{ mol}$$

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

$$n(\text{CO}_2)=0,30 \text{ mol}$$

4ο βήμα: Μέση ταχύτητα αντίδρασης

Η συγκέντρωση του CO₂ στα 6 min είναι:

$$[\text{CO}_2] = n/V = 0,30/10 = 0,030 \text{ M}$$

Αρχικά δεν υπάρχει CO_2 , επομένως:

$$\Delta[\text{CO}_2] = 0,030 - 0 = 0,030 \text{ M}$$

Ο στοιχειομετρικός συντελεστής του CO_2 είναι 1:

$$\bar{u} = \Delta[\text{CO}_2]/\Delta t$$

$$\bar{u} = 0,030/6$$

$$\bar{u} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

5ο βήμα: Μέσος ρυθμός σχηματισμού CO_2

Επειδή ο συντελεστής του CO_2 είναι 1, ο μέσος ρυθμός σχηματισμού του είναι ίσος με τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης:

$$\bar{u}_{\text{CO}_2} = \Delta[\text{CO}_2]/\Delta t$$

$$\bar{u}_{\text{CO}_2} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

6ο βήμα: Μεταβολή της πίεσης

Στην αρχή το δοχείο είναι κενό από αέρια, άρα:

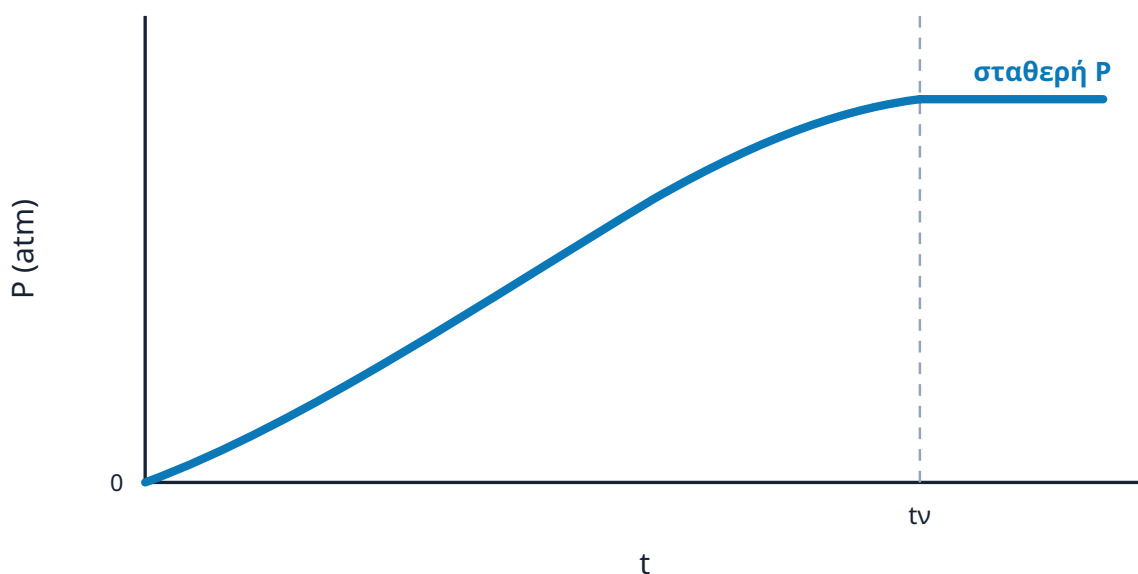
$$P_0 = 0$$

Καθώς διασπάται το MgCO_3 , παράγεται CO_2 και αυξάνεται ο αριθμός mol του αερίου.

Σε σταθερό όγκο και σταθερή θερμοκρασία:

$$P = nRT/V$$

Άρα η πίεση αυξάνεται όσο παράγεται CO_2 . Μετά τη χρονική στιγμή t_v , η πίεση παραμένει σταθερή, επειδή δεν μεταβάλλεται πλέον η ποσότητα του CO_2 .



Τελικές απαντήσεις:

Στα 6 min: $n(\text{MgCO}_3)=0,30 \text{ mol}$, $n(\text{MgO})=0,30 \text{ mol}$, $n(\text{CO}_2)=0,30 \text{ mol}$

$\bar{v}=5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

Μέσος ρυθμός σχηματισμού $\text{CO}_2=5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

Η πίεση αυξάνεται όσο παράγεται CO_2 και παραμένει σταθερή όταν παύει να μεταβάλλεται η ποσότητά του.

Συχνά λάθη μαθητών

- Χρησιμοποιούν τη θερμοκρασία 527 αντί για 800 K στην καταστατική εξίσωση.
- Προσθέτουν τα στερεά MgCO_3 και MgO στον υπολογισμό της πίεσης.
- Ξεχνούν να διαιρέσουν τα mol του CO_2 με τον όγκο πριν υπολογίσουν τη μέση ταχύτητα.
- Θεωρούν ότι η πίεση μειώνεται επειδή καταναλώνεται το MgCO_3 , παρότι το MgCO_3 είναι στερεό.

Τελικό συμπέρασμα

Σε μια θερμική διάσπαση στερεού, η πίεση του δοχείου καθορίζεται αποκλειστικά από το αέριο προϊόν. Η καταστατική εξίσωση οδηγεί στην πρόοδο της αντίδρασης και στη μέση ταχύτητα.

Τι θα μπορούσε να ρωτήσει ακόμη ο εξεταστής;

- Να υπολογιστεί το ποσοστό του MgCO_3 που έχει διασπαστεί στα 6 min.
- Να βρεθεί η μέγιστη πίεση αν διασπαστεί όλη η αρχική ποσότητα MgCO_3 .
- Να υπολογιστεί ο χρόνος για παραγωγή 0,20 mol CO_2 , αν θεωρηθεί σταθερή η μέση ταχύτητα.
- Να σχεδιαστεί το διάγραμμα $n(\text{CO}_2)=f(t)$.

Συνδέεται με

Καταστατική εξίσωση αερίων • Στοιχειομετρία • Μέση ταχύτητα • Θερμική διάσπαση • Διαγράμματα πίεσης