

Για τον προσδιορισμό του νόμου ταχύτητας της αντίδρασης, $2X(aq) + Y(aq) \rightarrow Z(aq)$ με τη μέθοδο των αρχικών ταχυτήτων έχουμε τα δεδομένα του πίνακα που ακολουθεί. Σε όλα τα πειράματα η θερμοκρασία είναι ίση με 30°C .

Πείραμα	Αρχικές συγκεντρώσεις (M)		Αρχική ταχύτητα σχηματισμού του $Z(aq)$ ($\text{M}\cdot\text{s}^{-1}$)
	$[X(aq)]_0$	$[Y(aq)]_0$	
1	0,20	0,10	$7\cdot 10^{-4}$
2	0,40	0,20	$1,4\cdot 10^{-3}$
3	0,40	0,40	$2,8\cdot 10^{-3}$

α) Να προσδιορίσετε το νόμο της ταχύτητας και την τάξη της αντίδρασης.

$$v = k[Y], 1\text{ης τάξης.}$$

Σ Λ

β) Να προσδιορίσετε την τιμή και τη μονάδα της σταθεράς k στους 30°C .

$$k = 7\cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Σ Λ

γ) Ποιος από τους παρακάτω μηχανισμούς είναι συνεπής με το νόμο ταχύτητας που προσδιορίστηκε;

1. $X + Y \rightarrow M$ (αργό στάδιο), $X + M \rightarrow Z$ (γρήγορο στάδιο)

2. $X + X \rightarrow M$ (αργό στάδιο), $Y + M \rightarrow Z$ (γρήγορο στάδιο)

3. $Y \rightarrow M$ (αργό στάδιο), $X + M \rightarrow N$ (γρήγορο στάδιο), $N + X \rightarrow Z$ (γρήγορο στάδιο)

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Σ Λ

Επιλογή 3. Το αργό στάδιο είναι το καθοριστικό στάδιο και καθορίζει την ταχύτητα της όλης αντίδρασης.

Σε κενό δοχείο όγκου 20 L εισάγουμε 6 mol CaCO_3 και θερμαίνουμε στους 1227°C , οπότε αποκαθίσταται η χημική ισορροπία: $\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g)$. Η σταθερά της ισορροπίας έχει τιμή $K_c = 0,2$, στους 1227°C .

α) Πόσα mol CaCO_3 θα διασπαστούν μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας;

Θα διασπαστούν 4 mol $\text{CaCO}_3(s)$

Σ Λ

β) Αν σε άλλο δοχείο όγκου 60 L εισάγουμε 6 mol CaCO_3 και θερμαίνουμε στους 1227°C τι θα συμβεί;

Η κατάσταση όμως της ισορροπίας δεν θα επιτευχθεί καθώς η $[\text{CO}_2]$ είναι ίση με $6/60 = 0,1 < K_c = 0,2$

Σ Λ

γ) Ποιος είναι ο ελάχιστος όγκος για ένα δοχείο, ώστε όταν θερμαίνουμε 6 mol CaCO_3 στους 1227°C να διασπαστούν όλα;

Ο όγκος των στερεών είναι αμελητέος σε σχέση με τον όγκο του δοχείου.

30 L.

Σ Λ

Σε δοχείο που περιέχει λ mol $\text{Cl}_2(g)$ εισάγονται ποσότητα $\text{Na}(s)$ και σε κατάλληλες συνθήκες διεξάγεται η αντίδραση (1):



Στο διπλανό γράφημα εμφανίζεται η ποσότητα του λαμβανόμενου $\text{NaCl}(s)$ σαν συνάρτηση του αριθμού των mol του προστιθέμενου $\text{Na}(s)$.

α) Να χαρακτηρίσετε την αντίδραση ως εξώθερμη ή ενδόθερμη.

Εξώθερμη ($\Delta H < 0$).

Σ Λ

β) Να εξηγήσετε γιατί η ποσότητα του σχηματιζόμενου NaCl αυξάνεται συνεχώς μέχρι την προσθήκη 0,4 mol Na ενώ στη συνέχεια παραμένει σταθερή.

γ) Με βάση τα δεδομένα του διαγράμματος να υπολογίσετε την ποσότητα (λ mol) του $\text{Cl}_2(g)$ που υπήρχε αρχικά στο δοχείο.

$\lambda = 0,2 \text{ mol Cl}_2$.

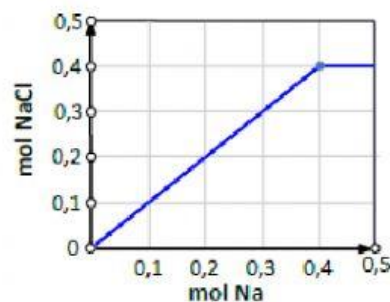
Σ Λ

δ) Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται από μίγμα 9,2 g Na και 11,2 L $\text{Cl}_2(g)$ μετρημένα σε STP, που αντιδρά σύμφωνα με την αντίδραση

164 kJ

Σ Λ

(1). Η ενθαλπία της αντίδρασης και το ποσό θερμότητας αντιστοιχούν στις ίδιες συνθήκες. Το Na έχει σχετική ατομική μάζα, $A_r = 23$.



Διάλυμα (Y) περιέχει το ασθενές μονοπρωτικό οξύ HA 0,1 M και το άλας του NaA 0,1 M και έχει pH = 6.

α) Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ιοντισμού (K_a) του οξέος HA.

$$K_a = 10^{-6}$$



β) Σε 50 mL του διαλύματος (Y) προσθέτουμε συνεχώς διάλυμα NaA 0,1 M.

i. Να εξηγήσετε γιατί με την προσθήκη του διαλύματος NaA το pH του διαλύματος αυξάνεται.

ii. Να υπολογίσετε την τιμή του pH στην οποία τείνει το διάλυμα με τη συνεχή προσθήκη του διαλύματος NaA.

$$\text{pH} = 9,5$$



γ) Σε μία εφαρμογή θέλουμε ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 7.

i. Να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος NaA 0,1 M που πρέπει να προσθέσουμε στα 50 mL του διαλύματος Y ώστε να προκύπτει το επιθυμητό pH = 7.

$$450 \text{ mL}$$



ii. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξούμε το διάλυμα Y με διάλυμα NaOH 0,1 M ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με το επιθυμητό pH = 7;

$$11/9$$



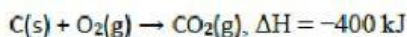
Η θερμοκρασία των διαλυμάτων είναι 25°C όπου $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

Μαλακός σίδηρος ονομάζεται μίγμα σιδήρου και άνθρακα. Ποσότητα μαλακού σιδήρου μάζας 10 g αντιδρά πλήρως με O_2 , οπότε όλη η ποσότητα του σιδήρου μετατρέπεται σε Fe_2O_3 και όλη η ποσότητα του C σε CO_2 . Το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται συνολικά είναι ίσο με 150 kJ. Να υπολογιστεί η % w/w περιεκτικότητα του μαλακού σιδήρου σε C.

Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:

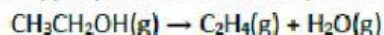


$$30\% \text{ w/w σε C.}$$

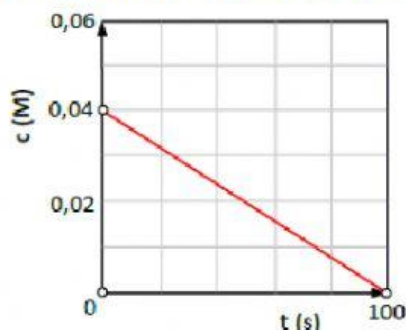


Σχετικές ατομικές μάζες, Fe:56, C:12. Οι ενθαλπίες και τα ποσά θερμότητας είναι μετρημένα στις ίδιες συνθήκες.

Σε θερμοκρασία 600 K και παρουσία $Al_2O_3(s)$ η αιθανόλη (CH_3CH_2OH) διασπάται σύμφωνα με την εξίσωση:



Η μεταβολή της συγκέντρωσης της CH_3CH_2OH με το χρόνο δίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



α) Να υπολογίσετε τις τελικές συγκεντρώσεις των δύο προϊόντων στο τέλος της αντίδρασης. Να χαρακτηρίσετε την κατάλυση ως ομογενή ή ετερογενή.

0,04 M και τα δύο. Ετερογενής κατάλυση



β) Να εξηγήσετε πως μεταβάλλεται (αυξάνεται, μειώνεται, μένει σταθερή) η ταχύτητα της αντίδρασης με την πάροδο του χρόνου και να υπολογίσετε την τιμή της για το χρονικό διάστημα 0-100 s.

$$\text{Σταθερή, } v = 4 \cdot 10^{-4} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$$

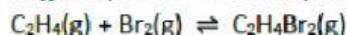


γ) Σε ποια χρονική στιγμή η συγκέντρωση της CH_3CH_2OH έχει υποδιπλασιαστεί; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

$$\text{Για } t = 50 \text{ s.}$$



Σε δοχείο όγκου $V = 2 \text{ L}$ εισάγονται $8 \text{ mol C}_2\text{H}_4(\text{g})$ και $5 \text{ mol Br}_2(\text{g})$ και αποκαθίσταται η ισορροπία (σε θερμοκρασία T):



Το διάγραμμα της μεταβολής της $[\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})]$ με το χρόνο δίνεται στο διπλανό σχήμα.

α) Να υπολογίσετε τη $[\text{Br}_2]$ και τη $[\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2]$ στην ισορροπία.

$$[\text{Br}_2] = 1 \text{ M}, [\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2] = 1,5 \text{ M}.$$

β) Να υπολογίσετε τη σταθερά (K_c) της ισορροπίας στη θερμοκρασία (T).

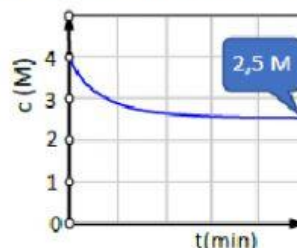
$$0,6 \text{ M}.$$

γ) Πόσα $\text{mol C}_2\text{H}_4\text{Br}_2(\text{g})$ πρέπει να αφαιρεθούν από την παραπάνω ισορροπία ώστε στη νέα ισορροπία να υπάρχουν $1 \text{ mol Br}_2(\text{g})$; Η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή.

$$2,8 \text{ mol}.$$

δ) Αυξάνουμε τη θερμοκρασία στο δοχείο της αρχικής χημικής ισορροπίας και στη νέα χημική ισορροπία παρατηρείται μεγαλύτερος συνολικός αριθμός mol σε σχέση με την αρχική χημική ισορροπία. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση προσηθήκης είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.

Εξώθερμη.



Σε δοχείο σταθερού όγκου $V = 2 \text{ L}$ εισάγονται $1,6 \text{ mol CH}_3\text{OH}(\text{g})$ και $1,8 \text{ mol CO}(\text{g})$, οπότε σε κατάλληλες συνθήκες αποκαθίσταται η χημική ισορροπία (1): $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(\text{g})$. Η απόδοση της αντίδρασης είναι ίση με 75%.

A1. Να υπολογιστούν: α) Οι συγκεντρώσεις των τριών σωμάτων στη χημική ισορροπία. β) Η σταθερά K_c της ισορροπίας (1) στη θερμοκρασία του πειράματος.

A2. Από το δοχείο της παραπάνω ισορροπίας (1) αφαιρούνται $\mu \text{ mol CH}_3\text{COOH}$ και αποκαθίσταται νέα ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία στην οποία προσδιορίστηκαν $0,2 \text{ mol CH}_3\text{OH}(\text{g})$. Να υπολογιστεί η τιμή του μ .

A3. $0,5 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$ διαλύονται σε νερό και προκύπτει διάλυμα (Y1) όγκου 1 L με $\text{pH} = 2,5$. Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς ιοντισμού του CH_3COOH .

A4. 200 mL του διαλύματος Y1 αναμιγνύονται με 200 mL διαλύματος HCl $0,2 \text{ M}$ και προκύπτουν 400 mL διαλύματος (Y2). Να υπολογιστεί ο βαθμός ιοντισμού (α) του CH_3COOH στο διάλυμα Y2.

A5. Σε μία εφαρμογή χρειαζόμαστε ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH} = 5$. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιξούμε το διάλυμα Y1 με διάλυμα NaOH $0,2 \text{ M}$ ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με $\text{pH} = 5$;

Όλα τα υδατικά διαλύματα έχουν $\theta = 25^\circ\text{C}$, όπου $K_w = 10^{-14}$ και σε αυτά ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

A1. α) $0,2 \text{ M}$, $0,3 \text{ M}$, $0,6 \text{ M}$. β) $K_c = 10$. **A2.** $\mu = 1 \text{ mol}$. **A3.** $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$. **A4.** $\alpha = 2 \cdot 10^{-4}$. **A5.** $V_1/V_2 = 6/10$.

A6. Με την αύξηση του όγκου του δοχείου και σύμφωνα με την αρχή Le Châtelier η ισορροπία οδεύει προς τα δεξιά και επομένως στη νέα χημική ισορροπία η ποσότητα του $\text{B}(\text{g})$ αλλά και η $[\text{B}(\text{g})]$ θα είναι μικρότερη. Έτσι η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά θα είναι μικρότερη στη νέα χημική ισορροπία.

Σε δοχείο σταθερού όγκου 5 L και σε σταθερή θερμοκρασία 227°C εισάγονται 2 mol A και 3 mol B οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



Ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης είναι $v = k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]$, ενώ η αρχική ταχύτητα είναι $v_0 = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

α) Να υπολογιστούν η τιμή και η μονάδα της σταθεράς ταχύτητας k στους 227°C .

β) Τη χρονική στιγμή $t_1 = 60 \text{ s}$ έχει σχηματιστεί $1 \text{ mol } \Gamma$. Να υπολογιστούν: i. Η ταχύτητα της αντίδρασης και η ταχύτητα σχηματισμού του Γ τη χρονική στιγμή t_1 . ii. Η ταχύτητα της αντίδρασης στο χρονικό διάστημα $0-60 \text{ s}$.

γ) Τη χρονική στιγμή t_2 η ολική πίεση στο δοχείο βρέθηκε ίση με $32,8 \text{ atm}$. Να υπολογιστεί η ταχύτητα της αντίδρασης της χρονική στιγμή t_2 . $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm}/(\text{mol} \cdot \text{K})$.

Γ1. α) $k = 0,01 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

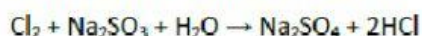
β) i. $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, $2,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, ii. $1,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

γ) $4 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

Το ορυκτό πυρολουσίτης περιέχει MnO_2 και αδρανείς ύλες. Το περιεχόμενο διοξειδίου του μαγγανίου (MnO_2) σε 1 g πυρολουσίτη αντιδρά πλήρως με περίσσεια διαλύματος HCl . Το αέριο Cl_2 που εκλύεται απαιτήσε για την πλήρη αντίδρασή του 100 mL διαλύματος Na_2SO_3 0,1 M. Να υπολογιστούν:

- α) Ο όγκος του αερίου σε STP που εκλύθηκε από την πρώτη αντίδραση.
β) Η %w/w περιεκτικότητα του ορυκτού σε MnO_2 . Για το MnO_2 , $M_r = 87$.

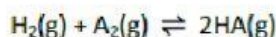
Δίνονται οι αντιδράσεις που ακολουθούν.



α) 0,224 L. β) 87%.



Το H_2 και ένα άλλο διατομικό στοιχείο (A_2) αντιδρούν μεταξύ τους και σχηματίζουν το οξύ HA , σύμφωνα με την εξίσωση:



Δ1. Σε δοχείο όγκου V_1 εισάγουμε 0,5 mol $\text{H}_2(\text{g})$ και 0,5 mol $\text{A}_2(\text{g})$, σε θερμοκρασία T και αποκαθίσταται η παραπάνω ισορροπία στην οποία προσδιορίστηκαν 0,6 mol $\text{HA}(\text{g})$. Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας στη θερμοκρασία T , καθώς και η απόδοση της αντίδρασης.

Δ2. Από το δοχείο της παραπάνω ισορροπίας εξάγονται 0,1 mol $\text{HA}(\text{g})$ το οποίο διαλύεται σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα (Y1) όγκου 1 L με $\text{pH} = 1$.

α) Να υπολογίσετε τις ποσότητες (σε mol) των τριών αερίων της ισορροπίας, μετά την απομάκρυνση της ποσότητας του $\text{HA}(\text{g})$, υπό σταθερή θερμοκρασία.

β) Να εξηγήσετε γιατί το HA είναι ισχυρό οξύ.

Δ3. Υδατικό διάλυμα (Y2) όγκου 2 L περιέχει 31 g αμίνης του τύπου RNH_2 ($\text{R} = \text{C}_n\text{H}_{2n+1}$, $n \geq 1$). Ο βαθμός ιοντισμού της αμίνης στο διάλυμα είναι $\alpha = 0,02$ και το διάλυμα έχει $\text{pH} = 12$.

α) Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού K_b της αμίνης RNH_2 .

β) Να προσδιορίσετε τον συντακτικό τύπο της αμίνης RNH_2 .

Δ4. 600 mL από το διάλυμα Y2 αναμιγνύονται με όγκο V από το διάλυμα Y1 και προκύπτει διάλυμα (Y3) με $\text{pH} = 10$. Να υπολογίσετε τον όγκο V .

Για τα διαλύματα των ηλεκτρολυτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta = 25^\circ\text{C}$. $K_w = 10^{-14}$. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, O:16, N:14.

Δ1. $K_c = 9$, $\alpha = 0,6$ (60%).

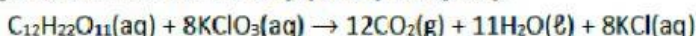
Δ2. α) 0,18 mol H_2 , 0,18 mol A_2 και 0,54 mol HA . β) Γιατί $c = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,1 \text{ M}$ (από $\text{pH} = 1$). Βαθμός ιοντισμού $\alpha = 1$.

Δ3. α) $K_b = 2 \cdot 10^{-4}$. β) CH_3NH_2 .

Δ4. $V = 2 \text{ L}$.



. Διάλυμα περιέχει 0,008 mol σακχαρόζης ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, κοινή ζάχαρη). Το διάλυμα αυτό αναμιγνύεται με άλλο διάλυμα που περιέχει 0,06 mol KClO_3 και διεξάγεται η αντίδραση:

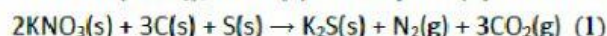


Αν κατά την αντίδραση ελευθερώθηκε ποσό θερμότητας ίσο με 45 kJ, να υπολογιστεί η ενθαλπία (ΔH) της αντίδρασης. Το ποσό θερμότητας και η ενθαλπία αντιστοιχούν στις ίδιες συνθήκες.

$\Delta H = -6000 \text{ kJ}$.



Μέχρι το 19ο αιώνα, η μαύρη πυρίτιδα ήταν η μόνη γνωστή εκρηκτική ουσία και για πολλά χρόνια χρησιμοποιούνταν για στρατιωτικούς σκοπούς. Στις μέρες μας χρησιμοποιείται σε πυροτεχνήματα και σε όπλα αθλητικού τύπου. Περιέχει μίγμα νιτρικού καλίου (KNO_3), θείου (S) και άνθρακα (C) και κατά την ανάφλεξη διεξάγεται η αντίδραση (1):



Ποσότητα μαύρης πυρίτιδας μάζας 27 g που περιέχει τα τρία αντιδρώντα σε στοιχειομετρική αναλογία αναφλέγεται και παράγεται ποσό θερμότητας ίσο με 58 kJ.

α) Να υπολογιστεί ο όγκος των παραγόμενων αερίων σε συνθήκες στις οποίες ο γραμμομοριακός όγκος είναι $V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

β) Να υπολογιστεί η ενθαλπία (ΔH) της αντίδρασης (1). Η τιμή της ενθαλπίας και το παραγόμενο ποσό θερμότητας αντιστοιχούν στις ίδιες συνθήκες.

Σχετικές ατομικές μάζες, K:39, N:14, O:16, C:12, S:32.

9,6 L. β) $\Delta H = -580 \text{ kJ}$.

