## Χημική κινητική

\* Θεωρούνται δεδομένα: Οι σχετικές ατομικές μάζες (Ar)των χημικών στοιχείων. Η παγκόσμια σταθερά αερίων: R=0,082 atm⋅L/mol⋅K. Η τιμή του απόλυτου μηδέν -273οC.

1. Για την αντίδραση N2O + NO → N2 + NO2 η ενέργεια του συστήματος αντιδρώντων και προϊόντων απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα.

α) Να απαντήσετε αν η αντίδραση είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. β) Αν α=210kJ και β=350kJ, i) να υπολογίσετε το ΔH της αντίδρασης ii) ποια είναι η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης; iii) ποια είναι η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης N2 + NO2→ N2O + NO

**(εξώθερμη – -140 kJ, 210 kJ, 350 kJ)**

1. Η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης Α + Β → 2 Γ, ΔΗ= 140 kJ είναι Εεν = 320 kJ. Ποια η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης 2 Γ →Α + Β;

**(180 kJ)**

1. Η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης Α + 2Β → 2 Γ είναι ίση με 300 kJ ενώ της αντίθετής της 2 Γ → Α + 2Β είναι ίση με 200 kJ. Η αντίδραση Α + 2Β → 2 Γ είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη; Ποια η τιμή της μεταβολής ενθαλπίας της (ΔΗ);

**(ενδόθερμη – 100 kJ)**

1. Έστω η μονόδρομη αντίδραση 2 Α (g) → 2 Β (g) + Γ (g). Στο διπλανό διάγραμμα φαίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης ενός από τα σώματα που μετέχουν σ' αυτή σε συνάρτηση με το χρόνο και σταθερή θερμοκρασία θ1. α) Σε ποιο από τα σώματα αντιστοιχεί το διάγραμμα; β) Ποια είναι η μορφή των διαγραμμάτων που παριστούν την μεταβολή της συγκέντρωσης των δύο άλλων σωμάτων της αντίδρασης; γ) Ποιος είναι ο μέσος ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του Γ στο συνολικό χρόνο της αντίδρασης και ποια είναι η ταχύτητα της αντίδρασης τη χρονική στιγμή t = 10s;

**(0,2 και 0mol/L∙min)**

1. Στο πρώτο 1 min της αντίδρασης Α(g) + 3 Β(g)→ 2 Γ(g) η μέση ταχύτητα της αντίδρασης είναι 0,2 mol/L∙min. Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του κάθε σώματος που συμμετέχει στην αντίδραση κατά το πρώτο min της αντίδρασης;

**(0,2 – 0,6 και 0,4mol/L∙min)**

1. Οι χημικές ουσίες Α, Β, Γ και Δ αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση Α + 2Β → 3Γ + Δ. Σημειώστε δίπλα στο κάθε αριθμό που βρίσκεται πάνω από την κάθε καμπύλη του διαγράμματος το σύμβολο της χημικής ουσίας στην οποία αντιστοιχεί αυτή η καμπύλη αιτιολογώντας την απάντησή σας.



1. Στα πρώτα 4 min της αντίδρασης Α(g) + 3 Β(g)→2Γ(g) ο ρυθμός παραγωγής του Γ είναι ίσος με 0,1mol/L∙min. Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του σώματος Β κατά το ίδιο χρονικό διάστημα;

**(0,15 mol/L∙min)**

1. Σε δοχείο 10 L προστίθενται 2 mol Α και 1,5 mol Β τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με την απλή αντίδραση: 2 Α(g) + Β(g)→ 2 Γ(g). Αν μετά από 2 min η συγκέντρωση του Α είναι 0,1 Μ α) Ποια είναι η μέση ταχύτητα της αντίδρασης; β) Ποια είναι η μέση ταχύτητα σχηματισμού του Γ κατά τα 2 πρώτα min;
2. Σε δοχείο 2 L τοποθετούνται 3 mol αερίου Α και 10 mol αερίου Β. Στα πρώτα 4 min της αντίδρασης Α(g) + 2 Β(g)→2Γ(g) η ποσότητα του Α βρέθηκε ίση με 1 mol. Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του σώματος Β και ποια η ταχύτητα αντίδρασης κατά το ίδιο χρονικό διάστημα;

**(0, 5 mol/L∙min – 0,25 mol/L∙min)**

1. Σε δοχείο 2 L τοποθετούνται 400 g στερεού CaCO3, οπότε λαμβάνει χώρα η αντίδραση CaCO3(s) → CaO(s) + CO2(g) Στα πρώτα 4 min της αντίδρασης η ποσότητα του CaCO3 βρέθηκε ίση με 200 g. Ποια η ταχύτητα αντίδρασης κατά το παραπάνω χρονικό διάστημα;

**(0,25 mol/L∙min)**

1. Σε δοχείο 10 L προστίθενται 2 mol Α και 1,5 mol Β τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με την απλή αντίδραση: 2 Α(g) + Β(g)→ 2 Γ(g). Αν η ταχύτητα της αντίδρασης τα δύο πρώτα min είναι 0,05 mol / L ⋅min α) Ποια είναι ημέση ταχύτητα σχηματισμού του Γ τα 2 πρώτα min; β) ποια είναι η ποσότητα του σώματος Α, 2 min μετά την έναρξη της αντίδρασης;

 **(0,1 mol/L∙min – 0 mol)**

1. Σε κενό δοχείο όγκου 2L εισάγονται 12mol Η2 και 3 mol Cl2, τα οποία αρχίζουν να αντιδρούν, με σταθερή θερμοκρασία, σύμφωνα με την απλή χημική εξίσωση: Η2(g) + Cl2(g)→ 2HCl(g). Αν ο μέσος ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του Η2 κατά τα 4 πρώτα min από την έναρξή της είναι 0,25mol/L⋅min. Ποιες είναι οι συγκεντρώσεις των Η2, Cl2 και HCl, 4min μετά την έναρξη της αντίδρασης;

**(5 - 0,5 - 2mol/L)**

1. Σε δοχείο 10 L προστίθενται 2 mol Α και 1,5 mol Β τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με την αντίδραση: 2 Α(g) + Β(g)→ 2 Γ(g). Αν μετά από 2 min η συγκέντρωση του Α είναι 0,1 Μ α) Ποια είναι η μέση ταχύτητα της αντίδρασηςκατά τα 2 πρώτα min; β) Ποια είναι η μέση ταχύτητα σχηματισμού του Γ κατά τα 2 πρώτα min;

**(0,025mol/L∙min - 0,05 mol/L∙min)**

1. Σε κενό δοχείο όγκου 5L εισάγονται kmol Η2 και 7 mol I2, τα οποία αρχίζουν να αντιδρούν, με σταθερή θερμοκρασία, σύμφωνα με την χημική εξίσωση: Η2(g) + I2(g)→ 2HI(g). Μετά τα πρώτα 2 min από την έναρξή της αντίδρασης στο δοχείο υπάρχουν 5mol Η2 και 8 mol ΗΙ. Ποια η ποσότητα kmol Η2 που προστέθηκε στην αρχή και ποια η μέση ταχύτητα της αντίδρασης στα πρώτα 2 min;

**(9 mol, –0,4mol/L∙min)**

1. Σε κενό δοχείο όγκου 2 L εισάγεται αέριο Α στους 227οC το οποίο ασκεί πίεση 41atm. Το αέριο διασπάται σύμφωνα με την αντίδραση: 2 Α(g)→2 Β(g) + Γ(g) και η ταχύτητα το πρώτο1min της αντίδρασης είναι 5·10-3mol/Ls. Ποια είναι η συνολική πίεση που ασκούν τα αέρια στο τέλος του 1min;

**(53,3atm)**

1. Σε κενό δοχείο όγκου 1 L εισάγουμε 0,6 mol ΝΟ και 0,6 mol Ο2. Θερμαίνουμε αρχικά το μίγμα, οπότε αρχίζει να αντιδρά σύμφωνα με την εξίσωση: 2ΝΟ + Ο2 → 2ΝΟ2. Παρατηρούμε ότι, ενώ κατά διάρκεια της αντίδρασης φροντίζουμε να διατηρούμε σταθερή τη θερμοκρασία, η πίεση στο δοχείο ελαττώνεται και σταθεροποιείται μετά από 2min. α) Ποια είναι η γραμμομοριακή σύσταση του μίγματος που υπάρχει στο δοχείο μετά τη σταθεροποίηση της πίεσης; β) Πως εξηγείται η μεταβολή στην τιμή της πίεσης; γ) Ποιος είναι ο μέσος ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του O2; δ) Ποια η μορφή της "καμπύλης αντίδρασης" και για τα τρία σώματα που μετέχουν στην αντίδραση;

**(0 - 0,3 - 0,6 mol–0,15mol/L∙min)**

1. Σε δοχείο 2 L τοποθετούνται k mol της αέριας ουσίας Α και 6 mol της αέριας ουσίας Β, οι οποίες αντιδρούν σύμφωνα με την αντίδραση: 2 Α(g)+ Β(g) →2 Γ(g). Με βάση το διπλανό διάγραμμα που παριστά την μεταβολή της συγκέντρωσης ενός από τα συμμετέχοντα στην αντίδραση σώματα, ποια είναι η ποσότητα k της ουσίας Α, που αρχικά τοποθετήθηκε στο δοχείο; Ποια διαγράμματα αντιστοιχούν στις άλλες δύο ουσίες που συμμετέχουν στη αντίδραση; Ποια η μέση ταχύτητα της αντίδρασης κατά τα 2 πρώτα s; Ποιος ο στιγμιαίος ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του αναπαριστάμενου σώματος στο χρόνο t=3 s; Ποια η στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης στο ίδιο χρόνο t=3 s;

**(8 mol** – **1 mol/L∙min – 0,4και 0,2 mol/L∙min)**

1. Σε δύο όμοια δοχεία 1 και 2 τοποθετείται ίση ποσότητα αερίου Α, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση 2 Α → Β. Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει την μεταβολή της συγκέντρωσης του αερίου Α στο κάθε δοχείο (η επάνω καμπύλη αντιστοιχεί στο δοχείο 1). Πώς δικαιολογείται η διαφορά της εμφάνισης των δύο καμπυλών;
2. Στην αντίδραση 2 Α → Β + Γ η μέση ταχύτητα από το 0 έως το 2 min της αντίδρασης είναι v, από το 2 min έως το 3min είναι v/3 και από το 3 min έως το 4 min είναι v/6. Ποια είναι σε συνάρτηση του v την μέση ταχύτητα της αντίδρασης από το 0 min έως το 4 min;

**(5v/8)**

1. Σε δοχείο εισάγουμε ισομοριακές ποσότητες από τα αέρια Α και Β οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση όπου k φυσικός αριθμός συντελεστής της ουσίας Β). Το παρακάτω διάγραμμα παριστάνει την μεταβολή της συγκέντρωσης μιάς από τις ουσίες της αντίδρασης η οποια ολοκληρώνεται μετά τον χρόνο t.



α)Την μεταβολή της συγκέντρωσης ποιας ουσίας παριστάνει το διάγραμμα και ποια η τιμή του k;

β) Ποια η μορφή των καμπυλών της μεταβολής της συγκέντρωσης των άλλων δύο ουσιών που συμμετέχουν στην αντίδραση;

1. Σε δοχείο στους  εισάγεται αέριο μίγμα που αποτελείται κατά 25% από CO και κατά 75% από Cl2 και πραγματοποιείται η αντίδραση: . Μετά χρόνο t διαπιστώνουμε ότι τα συνολικά mol αερίων στο δοχείο διαφέρουν κατά 20% σε σχέση με τα αρχικά mol. Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης από το χρόνο 0 έως το χρόνο t είναι Σε όμοιο δοχείο τους  εισάγεται ίδιας ποσότητας και ίδιας αναλογίας με προηγούμενο αέριο μίγμα οπότε πραγματοποιείται πάλι η αντίδραση: . Μετά χρόνο t διαπιστώνουμε ότι τα συνολικά mol αερίων στο δοχείο διαφέρουν κατά 10% σε σχέση με τα αρχικά mol. Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης από το χρόνο 0 έως το χρόνο t είναι 

α) Να υπολογίσετε τον λόγο των ταχυτήτων  (μονάδες 10)

β) Ποια από τις δύο θερμοκρασίες  ή η είναι μεγαλύτερη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

1. Για την αντίδραση , προέκυψαν τα παρακάτω πειραματικά δεδομένα, στους  :



Να προσδιορίσετε και να γράψετε τον νόμο της ταχύτητας της αντίδρασης

1. Σε δοχείο όγκου V=1L εισάγονται 4 mol αερίου  και περίσσεια n mol αερίου οπότε πραγματοποιείται η απλή αντίδραση . Η αρχική στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης είναι , ενώ όταν έχει αντιδράσει η μισή ποσότητα του η στιγμιαία ταχύτητα είναι ίση με . Να υπολογίσετε τα mol του που εισήχθηκαν αρχικά στο δοχείο.
2. Οι ενώσεις Α και Β σε διαλύματα αντιδρούν σύμφωνα με την απλή στοιχειομετρική αντίδραση:

. Να υπολογίσετε τις αρχικές ταχύτητες της αντίδρασης στις περιπτώσεις 2 έως 4 αντλώντας δεδομένα από τον παρακάτω πίνακα



Η προσθήκη των ουσιών Α στην περίπτωση 2 και Γ στην περίπτωση 3 δεν επηρεάζει τον συνολικό όγκο του διαλύματος και δίνονται για το : σχετική μοριακή μάζα 18 και πυκνότητα .

1. Τα αέρια  και σε διαλύματα αντιδρούν σύμφωνα με την απλή στοιχειομετρική αντίδραση:

. Ισομοριακό μίγμα των αερίων  και  καταλαμβάνει όγκο σε stp συνθήκες 22,4 L εισάγεται σε δοχείο και σε σταθερή θερμοκρασία  πραγματοποιείται η αντίδραση. Διαπιστώθηκε ότι σε 10 s από την έναρξή της είχαν ελευθερωθεί 40 kJ, ενώ 20s από την έναρξή της είχαν ελευθερωθεί συνολικά 48 kJ. Να υπολογίσετε α) τις στιγμιαίες ταχύτητες 10s και 20s από την έναρξη της αντίδρασης αν η σταθερά ταχύτητας είναι και β) την μέση ταχύτητα της αντίδρασης από το 10s έως το 20s.

1. Για την αντίδραση Α + Β → 2Γ εκτελέσαμε τα ακόλουθα δύο πειράματα υπό σταθερή θερμοκρασία Τ από τα αποτελέσματα των μετρήσεων τα οποία προέκυψαν οι ακόλουθες γραφικές παραστάσεις. Ι) Με σταθερή τη συγκέντρωση του Β υπολογίσαμε την ταχύτητα της αντίδρασης για διαφορετικές συγκεντρώσεις του Α (διάγραμμα 1α). ΙΙ) Με σταθερή τη συγκέντρωση του Α υπολογίσαμε την ταχύτητα της αντίδρασης για διαφορετικές συγκεντρώσεις του Β. (διάγραμμα 2α).
2. 

Με βάση τα παραπάνω διαγράμματα να υπολογίσετε: α) την τάξη της αντίδρασης (μονάδες 5), β) τη σταθερά ταχύτητας k (μονάδες 5), γ) τη σταθερή συγκέντρωση του Β στο πείραμα I) (μονάδες 5)

Δ2. Αν τα δύο παραπάνω πειράματα πραγματοποιηθούν με τις ίδιες συγκεντρώσεις αλλά σε σταθερή θερμοκρασία Τ΄> Τ το πρώτο πείραμα εμφανίζει το διάγραμμα 1β. α) Να υπολογίσετε την νέα σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης k’ (μονάδες 5) και β) Να σχεδιάσετε το αντίστοιχο διάγραμμα του δευτέρου πειράματος (διάγραμμα 2β) (μονάδες 5).



Να σχεδιάσετε το αντίστοιχο με το διάγραμμα (2) (μονάδες 10)

Μονάδες 25

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΜΕΡΙΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

***ΑΣΚΗΣΗ 6***

*Οι καμπύλες 2 και 4 αντιστοιχούν στα αντιδρώντα, επειδή εμφανίζουν τις συγκεντρώσεις μειούμενες. Επειδή ο ρυθμός μεταβολής είναι της καμπύλης 4 είναι διπλάσιος του ρυθμού μεταβολής της καμπύλης, 2 βασιζόμενοι ότι ο συντελεστής στην χημική εξίσωση του Α είναι 1 και του είναι Β είναι 2, η καμπύλη 2 αντιστοιχεί στο Α και η καμπύλη 4 στο Β.*

*Οι καμπύλες 1 και 3 αντιστοιχούν στα προϊόντα, επειδή εμφανίζουν τις συγκεντρώσεις αυξανόμενες. Επειδή ο ρυθμός μεταβολής είναι της καμπύλης 1 είναι τριπλάσιος του ρυθμού μεταβολής της καμπύλης 3 βασιζόμενοι, ότι ο συντελεστής στην χημική εξίσωση του Γ είναι 3 και του είναι Δ είναι 1, η καμπύλη 1 αντιστοιχεί στο Γ και η καμπύλη 3 στο Δ*

***ΑΣΚΗΣΗ 14***

*Έχουμε τον παρακάτω πίνακα mol*

|  |  |
| --- | --- |
| ***(mol)*** |  *H2 (g) + I2(g) → 2HI (g).* |
| *αρχικά* | *k* | *7* |  |
| *αντιδρούν* | *x* | *x* |  |
| *παράγονται*  |  |  | *2x* |
| *τελικά (στα 2 min)* | *k-x* | *7-x* | *2x* |

*Όμως ισχύει: k-x =5 και 2x=8 από όπου x= 4 mol και k = 9 mol*

*Επομένως η μέση ταχύτητα της αντίδρασης είναι U=* $\frac{1∙∆[HI]}{2∙∆t}$ *=* $\frac{\frac{2∙4 mol}{5 L}}{2∙2min}$*= 0,4* $\frac{mol}{L∙min}$

***ΑΣΚΗΣΗ 20***

*α) Η καμπύλη του διαγράμματος δείχνει το αντιδρών το οποίο είναι σε περίσσεια (αφού δεν αντέδρασε όλη η ποσότητά του). Αφού τα δύο αντιδρώντα είναι αρχικά ισομοριακά, σε περίσσεια είναι αυτό το οποίο στην χημική εξίσωση έχει το μικρότερο συντελεστή, δηλαδή το Α,που έχει συντελεστή 1. Επομένως καταναλώθηκε όλη η ποσότητα του Β ενώ, όπως φαίνεται από το διάγραμμα, καταναλώθηκε η μισή ποσότητα του Α*

*Για κάθε ποσότητα του Α καταναλώνεται διπλάσια του Β, οπότε k=2.*

*β) Η μορφή των καμπυλών συγκέντρωσης των διάφορων ουσιών της αντίδρασης εμφανίζεται στο πρακάτω διάγραμμα*



***ΑΣΚΗΣΗ 21***

*Έστω  mol είναι συνολικά το μίγμα που εισήχθηκε στα δοχεία με όγκο V. Θα υπάρχουν αρχικά σε κάθε δοχείο  και *

*Στο πρώτο δοχείο έχουμε τον παρακάτω πίνακα μεταβολών*

**

*Συνολικά mol στο χρόνο t: *

*Άρα από την εκφώνηση η μεταβολή αντιστοιχεί σε  και είναι:*

**

*Επομένως η μέση ταχύτητα σε χρόνο t είναι:*

**

*Ομοίως στο δεύτερο δοχείο έχουμε τον παρακάτω πίνακα μεταβολών*

**

*Συνολικά mol στο χρόνο t: *

*Άρα από την εκφώνηση η μεταβολή αντιστοιχεί σε  και είναι:*

**

*Επομένως η μέση ταχύτητα σε χρόνο t είναι:*

