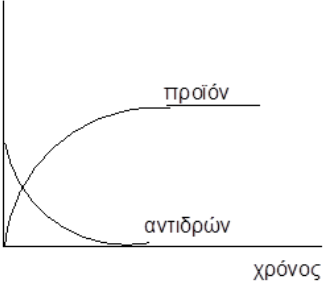
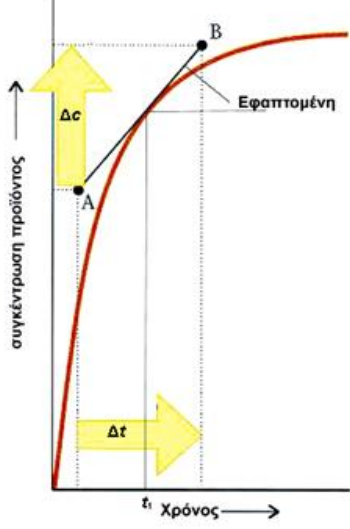


Ταχύτητα αντίδρασης - Ορισμός

τι ονομάζεται μέση ταχύτητα αντίδρασης;	<p>Γενικά ορίζεται μέση ταχύτητα v μιας χημικής αντίδρασης της μορφής:</p> $\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma \Gamma + \delta \Delta :$ <p>καθένα από τα πηλίκα:</p> $v = -\frac{1}{\alpha} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{\beta} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{\gamma} \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = \frac{1}{\delta} \frac{\Delta[\Delta]}{\Delta t}$ <p>παραδείγματα: Έτσι, η ταχύτητα της αντίδρασης $2\text{HI}(g) \rightarrow \text{H}_2(g) + \text{I}_2(g)$ είναι:</p> $v = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{HI}]}{\Delta t} = \frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[\text{I}_2]}{\Delta t}$
Πως μεταβάλλεται η ταχύτητα της αντίδρασης;	<p>η ταχύτητα της αντίδρασης δεν είναι σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της. Στην αρχή (εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων) η ταχύτητα είναι η μέγιστη. Ελαττώνεται, όμως, με την πάροδο του χρόνου, καθώς μειώνεται η συγκέντρωση των αντιδρώντων, ώσπου στο τέλος να μηδενιστεί.</p>
Ποια είναι η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας αντίδρασης;	<p>$1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ή $1 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$.</p>
Τι ονομάζεται ρυθμός κατανάλωσης ενός αντιδρώντος και τι ρυθμός παραγωγής ενός προϊόντος;	<p>Έστω η χημική αντίδραση:</p> $\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma \Gamma + \delta \Delta :$ <p>Ο ρυθμός μεταβολής καθενός από τα σώματα που μετέχουν στη χημική αντίδραση ορίζονται από τα κλάσματα:</p> $\begin{aligned} \text{για το A: } & \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \\ \text{για το B: } & \frac{\Delta[B]}{\Delta t} \\ \text{για το } \Gamma: & \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} \\ \text{για το } \Delta: & \frac{\Delta[\Delta]}{\Delta t} \end{aligned}$

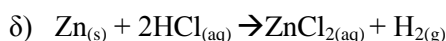
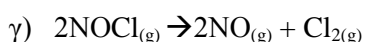
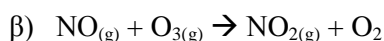
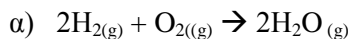
<p>Τι σχέση έχει ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης συστατικού της αντίδρασης με την ταχύτητα αντίδρασης;</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Οι ρυθμοί κατανάλωσης και παραγωγής διαφέρουν από τον ορισμό της στιγμιαίας ταχύτητας της αντίδρασης αφού σε κάθε χρονική στιγμή είναι πιθανόν διαφορετικοί για κάθε σώμα, ενώ η μέση ταχύτητα για τους ίδιους χρόνους είναι ίσες ως προς κάθε σώμα. • Η μονάδα μέτρησης του ρυθμού κατανάλωσης ή παραγωγής είναι $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ή $1 \text{ M} \cdot \text{s}^{-1}$.
<p>Τι ονομάζεται στιγμιαία ταχύτητα χημικής αντίδρασης;</p>	<p>Στιγμιαία ταχύτητα χημικής αντίδρασης, που έχει τη γενική μορφή</p> $\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma \Gamma + \delta \Delta,$ <p>ορίζεται ως:</p> $v = -\frac{1}{\alpha} \frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{\beta} \frac{d[B]}{dt} = \frac{1}{\gamma} \frac{d[\Gamma]}{dt} = \frac{1}{\delta} \frac{d[\Delta]}{dt}$
<p>Τι ονομάζεται καμπύλη της αντίδρασης;</p>	<p>Η καμπύλη αντίδρασης είναι η γραφική παράσταση της συγκέντρωσης σε συνάρτηση με το χρόνο και μας δείχνει πως μεταβάλλεται η συγκέντρωση ενός από τα αντιδρώντα ή τα προϊόντα με το χρόνο.</p> 
<p>Πως υπολογίζεται η στιγμιαία ταχύτητα από την καμπύλη της αντίδρασης;</p>	<p>Για να υπολογίσουμε τη στιγμιαία ταχύτητα τη χρονική στιγμή t_1, φέρνουμε την εφαπτομένη της καμπύλης που αντιστοιχεί στο σημείο t_1 και υπολογίζουμε τη κλίση της. Η κλίση της ευθείας αυτής βρίσκεται αν πάρουμε δύο σημεία της A και B και υπολογίσουμε το Δc και Δt. Η στιγμιαία ταχύτητα $v_{\text{στιγμιαία}}$ τη χρονική στιγμή t_1 δίνεται από τη σχέση: $v_{\text{στιγμιαία}} = \Delta c / \Delta t$</p> 

Ερωτήσεις κατανόησης και ασκήσεις

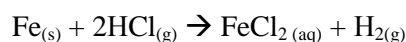
- 3-5.** Τι ονομάζεται ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης ενός αντιδρώντος;
- 3-6.** Πώς ορίζεται η μέση ταχύτητα μιας αντίδρασης;
- 3-7.** Ποια είναι η σχέση μεταξύ του ρυθμού μεταβολής της συγκέντρωσης ενός αντιδρώντος και της μέσης ταχύτητας της αντίδρασης;
- 3-8.** Πως μεταβάλλεται η ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης κατά τη διάρκειά της;
- 3-9.** Σε ποια χρονική στιγμή έχει συνήθως τη μέγιστη τιμή της;
- 3-10.** Πως ορίζεται η στιγμιαία ταχύτητα μιας αντίδρασης;
- 3-11.** Τι είναι καμπύλη αντίδρασης;
- 3-12.** Πως από την καμπύλη μιας αντίδρασης υπολογίζουμε:
- α)** τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης;
- β)** τη στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης;
- 3-13.** Είναι δυνατόν η μέση ταχύτητα και η στιγμιαία ταχύτητα μιας αντίδρασης να έχουν ίδια τιμή;

β) Πώς μεταβάλλεται η ταχύτητα κατά τη διάρκεια μιας χημικής αντίδρασης;

- 3-14.** Για καθεμία από τις παρακάτω αντιδράσεις να γραφεί η έκφραση που δίνει την ταχύτητα της αντίδρασης με βάση τη μεταβολή της συγκέντρωσης όλων των σωμάτων (αντιδρώντων και προϊόντων),



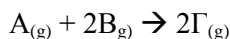
- 3-15.** Σε ένα δοχείο που περιέχει 200 mL, υδατικού διαλύματος HCl 1M προσθέτουμε 0,15 mol Fe, οπότε σε θερμοκρασία 25 °C πραγματοποιείται η αντίδραση:



α) Να προτείνετε δύο μεθόδους με τις οποίες μπορούμε να παρακολουθήσουμε την πορεία της αντίδρασης.

β) Πόσα mol H₂ παράγονται;

- 3-16.** Έστω η αντίδραση:



Στο διάγραμμα της διπλανής εικόνας φαίνεται η μεταβολή των συγκεντρώσεων των σωμάτων συναρτήσει του χρόνου.

Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις σαν σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α) Το αρχικό μίγμα των σωμάτων Α και Β είναι ισομοριακό.

β) Η καμπύλη (1) αντιστοιχεί στο σώμα Γ, ε η καμπύλη (2) αντιστοιχεί στο σώμα Α.

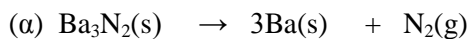
γ) Τα σώματα Α και Β αντιδρούν με την ίδια ταχύτητα.

δ) Μετά τη χρονική στιγμή $t = 10 \text{ min}$ η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μηδέν.

ε) Η αντίδραση έχει απόδοση μικρότερη από 100%

στ) Τη χρονική στιγμή t_1 η συγκέντρωση του Α είναι $\frac{C_0}{3}$.

3-17. Προτείνετε μεθόδους για την παρακολούθηση της κινητικής καθεμιάς από τις παρακάτω αντιδράσεις:



σε υδατικά διαλύματα

(α) Μέτρηση της πίεσης σε σύστημα σταθερού όγκου
(β) 1^ο Μέτρηση της αγωγιμότητας του διαλύματος - Αγωγιμομετρικά
2^ο Μέτρηση του pH – Πεχαμετρικά.

Ασκήσεις

3-18. Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης: $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{Γ}$ κατά τα 4 πρώτα min από την έναρξή της είναι $0,3 \text{ mol} / \text{L min}$. Αν οι αρχικές συγκεντρώσεις των Α και Β ήταν αντίστοιχα 1,6 M και 2,2 M, να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις των Α, Β και Γ, 4 min μετά την έναρξη της αντίδρασης.

[Απ. 0,4M , 1M , 1,2M]

3-19. Σε κλειστό δοχείο όγκου 4 L εισάγονται 0,8 mol ισομοριακού μίγματος δύο αερίων Α και Β οπότε γίνεται η αντίδραση $\text{A} + \text{B} \rightarrow 2\text{Γ}$.

Μετά την πάροδο 2 min βρέθηκε ότι στο δοχείο έχουν απομείνει 0,1 mol Β. Να βρεθούν: α) Η ταχύτητα για $t=2 \text{ min}$. β) Ο συνολικός αριθμός mol των αερίων μετά την πάροδο 2 min.

[Απ. 0,0375 mol / L min, 0,8 mol]

3-20. Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης: $\text{A} + 2\text{B} \rightarrow 3\text{Γ}$ είναι $0,03 \text{ mol} / \text{L s}$. Ποια θα είναι η συγκέντρωση των Α, Β και Γ ύστερα από 20s από την έναρξη της αντίδρασης, αν είναι γνωστό ότι οι αρχικές συγκεντρώσεις των Α και Β είναι αντίστοιχα 2 και 4 mol / L.

[Απ. 1,4M , 2,8M , 1,8M]

3-21. Σε δοχείο με όγκο 1,4 L εισάγονται 0,1 mol PCl_5 και η θερμοκρασία ανεβαίνει στους 127°C οπότε ο PCl_5 αρχίζει να διασπάται αργά σύμφωνα με την εξίσωση: $\text{PCl}_5 \rightarrow \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$ Στο τέλος των 2 min η ολική πίεση του μίγματος των αερίων έγινε 3,28 atm. Να βρεθεί η ταχύτητα της αντίδρασης μετά το τέλος των 2 min.

[Απ. 0,0143 mol / L min]

3-22. Σε δοχείο όγκου 1,2 L υπάρχουν 3 mol αερίου A και 6 mol του αερίου B τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με την εξίσωση: $A + 2B \rightarrow \Gamma$.

Μετά από 25s από την έναρξη της αντίδρασης σχηματίστηκαν στο δοχείο 1,5 mol από το αέριο Γ. Να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα της αντίδρασης.

[Απ. 0,05 mol / L s]

3-23. Σε δοχείο όγκου 2 L γίνεται η αντίδραση: $A + 3B \rightarrow 2\Gamma$

Οι αρχικές συγκεντρώσεις των A και B είναι 0,4 mol / L και 1,2 mol / L αντίστοιχα. Αν μετά από χρόνο 10s από την έναρξη της αντίδρασης, αντέδρασαν 0,6 mol από το B να βρεθούν:

- Οι συγκεντρώσεις όλων των συστατικών μετά από 10s από την έναρξη της αντίδρασης.
- Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης.

[Απ. i. 0,3 M , 0,9 M , 0,2 M ii. 0,01 mol / L sec]

3-24. Σε δοχείο όγκου 2L εισάγονται 0,5 mol αερίου A και 0,6 mol αερίου B, τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $A(g) + B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$

Μετά από 20s περιέχονται στο δοχείο 0,4 mol Γ.

- Να βρεθούν οι ποσότητες των αερίων A, B και Γ τη χρονική στιγμή $t = 20s$.
- Ποια είναι η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το χρονικό διάστημα από 0 έως 20s;
- Να γίνει η καμπύλη αντίδρασης για καθένα από τα αέρια A, B και Γ.

[Απ: α) 0,3 - 0,4 - 0,4 mol, β) $5 \cdot 10^{-3} M \cdot s^{-1}$]

3-25. Διάλυμα N_2O_5 σε διαλύτη CCl_4 έχει όγκο 5L και συγκέντρωση 0,5M. Όταν θερμανθεί το διάλυμα στους 500C, πραγματοποιείται η αντίδραση:



Αν μετά την πάροδο 100s από την έναρξη της αντίδρασης έχουν παραχθεί 3,36L αερίου, μετρημένα σε STP, να υπολογιστούν:

- η μέση ταχύτητα της αντίδρασης και η ταχύτητα κατανάλωσης του N_2O_5 στο παραπάνω χρονικό διάστημα,
- η σύσταση του διαλύματος στο τέλος των πρώτων 100s.

[Απ: α) $u = 3 \cdot 10^{-4} \text{mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$ και $u(NO_2) = 6 \cdot 10^{-4} \text{mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$,
β) 2,2mol N_2O_5 - 0,6mol NO_2]

3-26. Σε δοχείο εισάγονται τα αέρια A και B με συγκεντρώσεις 1,5M και 1M αντίστοιχα, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση: $2A(g) + B(g) \rightarrow 3\Gamma(g)$

Ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του προϊόντος Γ στη διάρκεια του πρώτου min είναι $0,01 \text{mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$. Να υπολογιστούν:

- οι ταχύτητες με τις οποίες καταναλώνονται τα A και B στη διάρκεια του πρώτου min.
- οι συγκεντρώσεις όλων των αερίων στο τέλος του πρώτου min.

[Απ: α) $u_A = 0,0067 \text{mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$ και $u_B = 0,0033 \text{mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$,
β) $C_A = 1,1M$, $C_B = 0,8M$ και $C_\Gamma = 0,6M$]

3-27. Η ταχύτητα μιας αντίδρασης διπλασιάζεται όταν η θερμοκρασία αυξάνεται κατά 100C. Έστω μια αντίδραση με ταχύτητα $u = 5 \cdot 10^{-3} \text{mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$ στους 500°C. Αν η θερμοκρασία αυξηθεί στους $\theta^\circ C$, η ταχύτητα της αντίδρασης γίνεται $u = 0,08 \text{mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$. Να υπολογιστεί η θερμοκρασία $\theta^\circ C$.

[Απ: $\theta = 900^\circ C$]

3-28. Σε κενό δοχείο όγκου 2L εισάγονται 1mol A και 0,8mol B, οπότε πραγματοποιείται η απλή αντίδραση: $A(g) + B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$

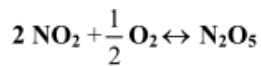
Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για τα πρώτα 100s από την έναρξη της αντίδρασης είναι $u = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$.

α) Ποια είναι η συγκέντρωση του Γ , 100s μετά την έναρξη της αντίδρασης;

β) Να υπολογίσετε τον λόγο της ταχύτητας της αντίδρασης τη χρονική στιγμή $t = 100s$ προς την αρχική ταχύτητα. Σε τι ποσοστό έχει μεταβληθεί η ταχύτητα της αντίδρασης;

$$[\text{Απ: α) } [\Gamma] = 0,4M \text{ και β) } \frac{u}{u_0} = \frac{3}{10} \text{ . Ελαττώνεται κατά 70%.}]$$

3-29. Δίδεται η αντίδραση σχηματισμού του πεντοξειδίου του αζώτου:



Ποια είναι η σχέση μεταξύ των ταχυτήτων σχηματισμού και κατανάλωσης των τριών σωμάτων της αντίδρασης;

$$r_{\text{αντ.}} = r_{\text{N}_2\text{O}_5} = -\frac{1}{2} r_{\text{NO}_2} = -2r_{\text{O}_2}$$