

1^η Σειρά Ασκήσεων Κινητικής

Θερμή παράκληση όπως παραδώσετε τις ασκήσεις σε αρχείο .docx, το οποίο θα φέρει στην πρώτη σελίδα του αρχείου σας **ΜΟΝΟ**:

- α) το όνομα σας (με **bold** χαρακτήρες Times New Roman 12pt),
- β) το επώνυμο σας (με **bold** χαρακτήρες Times New Roman 12pt),
- γ) τον αριθμό μητρώου σας (με **bold** χαρακτήρες Times New Roman 12pt),
- δ) την ημερομηνία παράδοσης (με **bold** χαρακτήρες Times New Roman 12pt) και
- ε) τα στοιχεία των συναδέλφων σας που συμμετέχουν στην ομάδα (με απλούς χαρακτήρες Times New Roman 12pt)!!!

Παράδειγμα:

Γεώργιος Λαϊνόπουλος, 2646
12 Ιανουαρίου 2024
Δανάη Κατρινά, 3847
Γεώργιος Καρτούλης, 3745
Ευτέρπη Παραθύρη, 2754

Στο επάνω μέρος της κάθε σελίδας (δηλ. στο header):

- α) την ονομασία και τον αριθμό της σειράς ασκήσεων και

στο κάτω μέρος της κάθε σελίδας (δηλ. στο footer):

- α) τον αριθμό της σελίδας.

Φύλλα ασκήσεων ΜΗ συμμορφούμενα με τις ανωτέρω οδηγίες

ΔΕΝ βαθμολογούνται!!!

Καλείσθε να λειτουργήσετε σε ομάδες των 4-5 ατόμων για την

επίλυση των ασκήσεων, αναλαμβάνοντας κάθε μέλος της ομάδας

συγκεκριμένο αριθμό ασκήσεων. Μετά την επίλυση των ασκήσεων

που αναλάβατε **πρέπει να προχωρήσετε στην επεξήγησή τους και στα**

υπόλοιπα μέλη της ομάδας σας!!!

Οι ασκήσεις θα παραδοθούν την 12^η Ιανουαρίου 2024 και ώρες 12:00 έως 18:00 μέσω

της εφαρμογής Google Forms

(https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSceXSQBks23oRp_YRH69)

[dUcEkmgyhkrgrDga6Iu8zy3Hy0Q/viewform](https://www.derivative-calculator.net/)). Αρχεία με εμφανείς ομοιότητες μεταξύ τους, θα μηδενισθούν! Για κανένα λόγο ΔΕΝ θα γίνουν αρχεία δεκτά σε κατοπινό χρόνο!!! Απαιτείται ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ και ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑΚΗ επίλυση της κάθε άσκησης!!! Πρέπει να αναγράφετε παντού μονάδες (σε κάθε αποτέλεσμα) και να προσέχετε στη χρήση των σημαντικών ψηφίων (απώλεια βαθμολογίας έως και 70 % σε αντίθετη περίπτωση)!!!

Άλλες ηλεκτρονικές διευθύνσεις ΠΕΡΑΝ της ακαδημαϊκής σας ΔΕΝ γίνονται δεκτές και θα ακυρώνεται η συνολική σας απάντηση και κατάθεση αρχείου! Η ονομασία του αρχείου σας θα πρέπει να είναι της μορφής:

"1ο_σετ_Κινητικής.docx" (τα στοιχεία του ονοματεπωνύμου σας θα προστεθούν αυτόματα!!!)

Όλα τα μέλη της κάθε ομάδας ΟΦΕΙΛΟΥΝ να παραδώσουν αρχείο με τις λυμένες ασκήσεις!!! Δείξτε παρακαλώ συνέπεια στην τήρηση των ανωτέρω οδηγιών!!!

Χρησιμοποιείτε τις ιστοσελίδες <https://www.derivative-calculator.net/> και <https://www.integral-calculator.com/> για την ευκολότερη αντιμετώπιση των επόμενων ερωτήσεων αυτοεξέτασης αλλά και των παρακάτω προβλημάτων (ιδιαίτερα για την απεικόνιση συναρτήσεων!!!).

1.1. Η αντίδραση:



χαρακτηρίζεται από ταχύτητες σχηματισμού του Z για διάφορες συγκεντρώσεις των A και B ως ακολούθως:

[A]/mol dm ⁻³	[B]/mol dm ⁻³	Ταχύτητα/ mol dm ⁻³ s ⁻¹
3,5 X 10 ⁻²	2,3 X 10 ⁻²	5,0 X 10 ⁻⁷
7,0 X 10 ⁻²	4,6 X 10 ⁻²	2,0 X 10 ⁻⁶
7,0 X 10 ⁻²	9,2 X 10 ⁻²	4,0 X 10 ⁻⁶

Προσδιορίστε την τιμή των εκθετών α και β στην εξίσωση ταχύτητας:

$$v = k[A]^\alpha[B]^\beta$$

και την τιμή της σταθεράς ταχύτητας k .

1.2. Η στοιχειομετρική αντίδραση οξείδωσης των Br⁻ από H₂O₂ σε όξινο διάλυμα δίνεται:



Επειδή η αντίδραση δεν πραγματοποιείται σε ένα στάδιο, η εξίσωση ταχύτητας δεν ανταποκρίνεται στην ανωτέρω στοιχειομετρική εξίσωση αλλά δίνεται από:

$$v = k[\text{H}_2\text{O}_2][\text{H}^+][\text{Br}^-].$$

α) Εάν η συγκέντρωση του H₂O₂ αυξηθεί κατά έναν παράγοντα 3, ποιος θα είναι ο παράγοντας αύξησης της ταχύτητας κατανάλωσης Br⁻;

β) Εάν η ταχύτητα κατανάλωσης Br⁻ είναι ίση με 7,2 X 10⁻³ mol dm⁻³ s⁻¹, ποια είναι η ταχύτητα κατανάλωσης του H₂O₂; Ποια είναι η ταχύτητα σχηματισμού του βρωμίου;

γ) Αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων βρωμίου τι αποτέλεσμα επιφέρει στη σταθερά ταχύτητας k ;

δ) Με προσθήκη νερού στο αντιδρών διάλυμα διπλασιάζουμε τον συνολικό όγκο. Ποιο θα είναι το αποτέλεσμα στην ταχύτητα μεταβολής της συγκέντρωσης των Br⁻; Ποιο θα είναι το αποτέλεσμα στη σταθερά ταχύτητας k ;

1.3. Αντιδρών διασπάται στους 600 K με σταθερά ταχύτητας ίση με 3,72 X 10⁻⁵ s⁻¹.

α) Υπολογίστε τον χρόνο ημιζωής της αντίδρασης.

β) Τι κλάσμα του αντιδρώντος θα παραμείνει ανέπαφο μετά από θέρμανση της ουσίας για διάστημα 3 h στους 600 K;

1.4. Δίνονται στον ακόλουθο πίνακα αποτελέσματα της ταχύτητας αντίδρασης μεταξύ των

αντιδρώντων A και B. Εξάγετε την τιμή της τάξης της αντίδρασης α ως προς A, την τιμή της τάξης της αντίδρασης β ως προς B και την τιμή της σταθεράς ταχύτητας.

[A]/mol dm ⁻³	[B]/mol dm ⁻³	Ταχύτητα/ mol dm ⁻³ s ⁻¹
1,4 X 10 ⁻²	2,3 X 10 ⁻²	7,40 X 10 ⁻⁹
2,8 X 10 ⁻²	4,6 X 10 ⁻²	5,92 X 10 ⁻⁸
2,8 X 10 ⁻¹	4,6 X 10 ⁻²	5,92 X 10 ⁻⁶

1.5. Το ισότοπο ⁹⁰Sr υπόκειται σε ραδιενεργή διάσπαση (πάντα 1^{ης} τάξης!!!) και χαρακτηρίζεται από χρόνο ημιζωής ίσο με 28,1 έτη. Σε περίπτωση κατάποσης από θηλαστικά εγκαθίσταται μόνιμα στα οστά τους (παρόμοιο μέγεθος το ιόν του με το ιόν Ca). Σε περίπτωση απορρόφησης ποσότητας 1 μg κατά τη γέννηση, τι ποσότητα του ισοτόπου παραμένει μετά την πάροδο α) 25 ετών, β) 50 ετών και γ) 70 ετών.

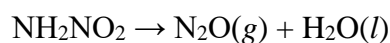
1.6. Η σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης:



είναι ίση με 1,3 X 10¹¹ dm³ mol⁻¹ s⁻¹. Υπολογίστε το χρόνο ημιζωής της αντίδρασης εξουδετέρωσης στις περιπτώσεις: α) [H⁺] = [OH⁻] = 10⁻¹ M και β) [H⁺] = [OH⁻] = 10⁻⁴ M.

1.7. Ποια σχέση συνδέει το χρόνο ολοκλήρωσης μίας αντίδρασης πρώτης τάξης σε ποσοστό 99 % με το χρόνο ημιζωής της αντίδρασης; (Υπόδειξη: Υπολογίστε την τιμή του κλάσματος $t_{99\%}/t_{1/2}$.)

1.8. Η αντίδραση διάσπασης του νιτραμιδίου σε βασικό περιβάλλον:



μελετάται με τη συλλογή του εκλυόμενου αερίου κατά την αντίδραση. Κατά τη διάρκεια ανάλογου πειράματος 50,0 mg νιτραμιδίου διασπώνται στους 15°C. Ο εκλυόμενος όγκος ξηρού αερίου μετά παρέλευση 70 min είναι ίσος με 6,59 cm³ σε πίεση 1 bar. Υπολογίστε τη σταθερά ταχύτητας και το χρόνο ημιζωής της ανωτέρω αντίδρασης διάσπασης.

1.9. Το ισότοπο ³²₁₅P είναι ραδιενεργό και χαρακτηρίζεται από χρόνο ημιζωής 14,3 ημερών.

Υπολογίστε τη σταθερά ταχύτητας (s⁻¹). Τι ποσοστό της αρχικής ενεργής ποσότητας παραμένει ενεργό μετά από παρέλευση α) 10 ημερών, β) 20 ημερών και γ) 100 ημερών;

(Υπόδειξη: Υπολογίστε το λόγο τελικής προς αρχική ποσότητα για κάθε χρονική περίπτωση!)

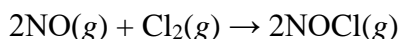
1.10. Η μέτρηση της συνολικής πίεσης αποτελεί πρόσφορο τρόπο παρακολούθησης της αέριας αντίδρασης:



Η ταχύτητα της αντίδρασης εξαρτάται από τη συγκέντρωση του αντιδρώντος, η οποία είναι ανάλογη της μερικής πίεσης του αντιδρώντος. Εξαγάγετε σχέση που να συνδέει την ταχύτητα της ανωτέρω αντίδρασης με την αρχική πίεση, P_0 , και τη συνολική πίεση, P_t , σε χρόνο t .

(Υπόδειξη: Υποθέστε ότι η αντίδραση είναι 2^{ης} τάξης. Καταστρώστε πίνακα με αρχικές (t_0) και τελικές τιμές (t) των moles των NOCl, NO και Cl₂, και καταστρώστε τις εξισώσεις ιδανικών αερίων για τις δύο περιπτώσεις. Χρησιμοποιείτε την εξίσωση ιδανικών αερίων για t_0 ώστε να υπολογίσετε την αρχική συγκέντρωση του NOCl και αντικαταστήστε την τιμή αυτή στη εξίσωση των ιδανικών αερίων για t .)

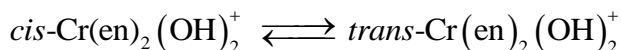
1.11. Η αντίδραση:



χαρακτηρίζεται 2^{ης} τάξης ως προς το NO και πρώτης τάξης ως προς το Cl₂. Σε όγκο 2 dm³, 5 mol NO έρχονται σε επαφή με 2 mol Cl₂ και η αρχική ταχύτητα είναι ίση με $2,4 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$.

Υπολογίστε την ταχύτητα της αντίδρασης όταν η μισή ποσότητα του χλωρίου έχει πλέον καταναλωθεί. (Υπόδειξη: Καταστρώστε πίνακα με αρχικές και τελικές τιμές των NO, Cl₂ και NOCl, και καταστρώστε τις εξισώσεις ταχύτητας για τις δύο περιπτώσεις.)

1.12. Η αντίδραση:



είναι 1^{ης} τάξης και προς τις δύο κατευθύνσεις. Η σταθερά ισορροπίας στους 25°C είναι ίση 0,16 και η σταθερά ταχύτητας k_1 ίση με $3,3 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$. Έστω πείραμα που ξεκινά αποκλειστικά με την *cis* μορφή του αντιδρώντος. Υπολογίστε το χρόνο που πρέπει να μεσολαβήσει για τον σχηματισμό μισής της ποσότητας ισορροπίας του *trans* προϊόντος. (Υπόδειξη: Υπολογίστε τον λόγο a_0/x από τη σχέση της σταθεράς ισορροπίας και αντικαταστήστε στην εξίσωση ταχύτητας.)

1.13. Αντίδραση στη αέρια φάση της μορφής:



ακολουθεί κινητική θεωρία αντιδράσεων 2^{ης} τάξης και οδηγείται σε ολοκλήρωση. Εφόσον επιτρέψουμε τη διεξαγωγή της αντίδρασης σε δοχείο σταθερού όγκου και αρχικής πίεσης 2 bar (όπου μόνο το αντιδρών ενυπάρχει), ποιες θα είναι οι τιμές των μερικών πιέσεων των συστατικών A, B και C και η συνολική πίεση σε χρονικά διαστήματα $t = t_{1/2}, 2t_{1/2}, 3t_{1/2}$ και ∞ .

(Υπόδειξη: Εφαρμογή της εξίσωσης ταχύτητας 2^{ης} τάξης, όπου το εκάστοτε καταναλωθέν αντιδρών είναι ... $2x$, και λύση ως προς kt . Από την εξίσωση του χρόνου ημιζωής, επίσης εξάγουμε το $kt_{1/2}$ και εξισώνουμε ... για να λύσουμε ως προς την άγνωστη συγκέντρωση x . Γνωρίζουμε ότι:

$$P_A \propto (a_0 - 2x), P_B \propto 2x, \dots,$$

οπότε και ανακαλύπτουμε τις μερικές πιέσεις αφού $P_0 = a_0$. Κατασκευάστε πίνακα με τις τιμές των t, P_A, P_B, P_C και P_{total} .)

1.14. Καταλήξτε στη σχέση του χρόνου ημιζωής αντίδρασης ν-τάξης, όπου όλα τα αντιδρώντα τυγχάνουν αρχικής συγκέντρωσης a_0 . (Υπόδειξη: Εκκινώντας από τη σχέση ταχύτητας της αντίστοιχης αντίδρασης.)

1.15. Η διαφορική εξίσωση

$$\frac{dx}{dt} = k(a_0 - x)(b_0 - x)$$

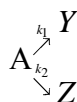
με λύση

$$\frac{1}{a_0 - b_0} \ln \frac{b_0(a_0 - x)}{a_0(b_0 - x)} = kt$$

αφορά αντίδραση δεύτερης τάξης της μορφής $A + B \rightarrow Z$. Ορίστε τη διαφορική εξίσωση και βρείτε τη λύση της που αφορά αντίδραση 2^{ης} τάξης με στοιχειομετρία $2A + B \rightarrow Z$.

1.16. Δώστε την διαφορική εξίσωση, καθώς και τη λύση, της μη αντιστρεπτής αντίδρασης $2A + B \rightarrow Z$, της οποίας η ταχύτητα είναι ανάλογη του γινομένου συγκεντρώσεων $[A]^2[B]$ και τα αντιδρώντα βρίσκονται σε στοιχειομετρικές αναλογίες. Η αρχική συγκέντρωση του A είναι $2a_0$ και του B a_0 . Επίσης, δώστε την έκφραση του χρόνου ημιζωής της ανωτέρω αντίδρασης. (Υπόδειξη: Αρχική ποσότητα συστατικού A ίση με $2a_0$ και συστατικού B ίση με a_0 . Μετά παρέλευση χρόνου t το συστατικό A γίνεται ίσο με $2a_0 - 2x$. Για τον υπολογισμό του χρόνου ημιζωής $x = a_0/2$.)

1.17. Δείξτε ότι για δύο ταυτόχρονες αντιδράσεις της μορφής



ισχύει συνεχώς ότι $\frac{[Y]}{[Z]} = \frac{k_1}{k_2}$.

1.18. Η σταθερά ταχύτητας αντίδρασης στους 30°C είναι διπλάσια της αντίστοιχης τιμής στους 20°C . Υπολογίστε την ενέργεια ενεργοποίησης. (Υπόδειξη: Δείξτε **ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ** όλους τους

υπολογισμούς και τα αριθμητικά αποτελέσματα!!! **Κατασκευάστε το διάγραμμα $\ln k$ προς $1/T$!!!**
Μόνο με το σωστό αριθμητικό αποτέλεσμα θα λάβετε τις ανάλογες μονάδες!!!)

1.19. Η σταθερά ταχύτητας αντίδρασης στους 230°C είναι διπλάσια της αντίστοιχης τιμής στους 220°C . Υπολογίστε την ενέργεια ενεργοποίησης. (Υπόδειξη: Όπως και στην άσκηση 1.25.)

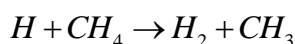
1.20. Αντίδραση διάσπασης $1^{\text{ης}}$ τάξης σε υδατικό διάλυμα χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα δεδομένα:

$t/^\circ\text{C}$	0	20	40	60
$k/10^{-5} \text{ min}^{-1}$	2,46	43,5	576	5480

Υπολογίστε την ενέργεια ενεργοποίησης και τον προεκθετικό παράγοντα. (Υπόδειξη: Όπως και στην άσκηση 1.17. **Χρησιμοποιείτε και το Excel αν επιθυμείτε!**)

1.21. Δύο δευτέρης τάξης αντιδράσεις χαρακτηρίζονται από ίδια τιμή προεκθετικού παράγοντα και οι ενέργειες ενεργοποίησης τους διαφέρουν κατά 20 kJ mol^{-1} . Υπολογίστε την αναλογία των σταθερών ταχύτητας των δύο αντιδράσεων α) στους 0°C και β) στους 1000°C .

1.22. Η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης



μετρήθηκε πειραματικά ίση με $49,8 \text{ kJ mol}^{-1}$. Δίνονται οι ακόλουθες τιμές ενθαλπών σχηματισμού, $\Delta_f H^\circ$:

H $218,0 \text{ kJ mol}^{-1}$, CH_4 $-74,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ και CH_3 $139,5 \text{ kJ mol}^{-1}$. Υπολογίστε την τιμή της ενέργειας ενεργοποίησης της αντίστροφης αντίδρασης.

1.23. Η αντίδραση $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$ λαμβάνει χώρα στην αέρια φάση, είναι $2^{\text{ης}}$ τάξης, η σταθερά ταχύτητας της είναι ίση με $2,34 \times 10^{-2} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ στους 400°C και η ενέργεια ενεργοποίησης της είναι ίση με 150 kJ mol^{-1} . Υπολογίστε τα ακόλουθα μεγέθη: $\Delta^\ddagger H^\circ$, $\Delta^\ddagger S^\circ$, $\Delta^\ddagger G^\circ$ στους 400°C και την τιμή του προεκθετικού παράγοντα.

1.24. Ο χρόνος ημιζώης της θερμικής μετουσίωσης της αιμογλοβίνης, μιας $1^{\text{ης}}$ τάξης αντίδραση, είναι 3460 s στους 60°C και 530 s στους 65°C . Υπολογίστε την ενθαλπία ενεργοποίησης και την εντροπία ενεργοποίησης στους 60°C με χρήση της εξίσωσης Arrhenius.

1.25. Η σταθερά ταχύτητας μίας αντίδρασης 1^{ης} τάξης είναι $7,40 \times 10^{-9} \text{ s}^{-1}$ στους 25°C και η ενέργεια ενεργοποίησης 112 kJ mol^{-1} . Υπολογίστε στους 25°C τον προεκθετικό παράγοντα A , την ενθαλπία ενεργοποίησης $\Delta^\ddagger H^\circ$, την ενέργεια ενεργοποίησης Gibbs $\Delta^\ddagger G^\circ$ και την εντροπία ενεργοποίησης $\Delta^\ddagger S^\circ$.

1.26. Όταν ανακαλύφθηκε το υποατομικό σωματίδιο μούνιο (Mu) δεν ήταν γνωστό αν φέρει φορτίο ή όχι. Μία κινητική μελέτη της φαινομένου της ιονικής ισχύος στην αντίδραση $\text{Mu} + \text{Cu}^{2+}$ σε διάλυμα νερού έδωσε τη λύση. Οι ακόλουθες τιμές σταθεράς ταχύτητας μετρήθηκαν σε δύο διαφορετικές τιμές ιονικής ισχύος:

$$\begin{aligned} I = 0M & \quad k = 6,50 \times 10^9 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1} \\ I = 0,9M & \quad k = 6,35 \times 10^9 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

Υποθέστε ότι το Mu έχει ένα αρνητικό φορτίο και υπολογίστε την αναμενόμενη τιμή της k για τιμή ιονικής ισχύος ίση με $0,9 \text{ M}$. Τι συμπεραίνετε για το πραγματικό φορτίο του μουνιού;

1.27. Μία αντίδραση του τύπου $\text{A}^+ + \text{B}^{2-} \rightarrow$ προϊόντα φέρει σταθερά ταχύτητας k ίση με $2,8 \times 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ στους 25°C και με ιονική ισχύ διαλύματος ίση με $1,0 \times 10^{-3} \text{ M}$. Υποθέστε την ισχύ του οριακού νόμου των Debye-Hückel και υπολογίστε την τιμή της σταθεράς ταχύτητας με μηδενική τιμή ιονικής ισχύος.

1.28. Η ταχύτητα αντίδρασης στους 300 K διπλασιάζεται όταν η πίεση αυξάνεται από το 1 bar στα 2000 bar . Υπολογίστε το μέγεθος $\Delta^\ddagger V^\circ$ θεωρώντας το ανεξάρτητο της πίεσης.