



ΦΥΛΛΟ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Κωδ. Αριθ.

5225

ΕΜΠ

Τίτλος

Χημική Κινητική και Ηλεκτροχημεία

Στοιχεία
Μαθήματος

Τ.Π	Ενοτ.Μαθ.		ΕΞ			Ω / Ε		
XM	BA.ΕΠ	●		4°				
	TE.ΕΠ		KOP	●	ΥΠΧ	●	ΘΕ	4
	ΤΧΛ.				ΕΠΑ		ΦΡ	2
	Ο.Α.Κ.		KAT		Π.ΤΜ		ΕΡΓ	2
	Ξ.Γ.						ΥΠΑ	

Προαπαιτ.
Γνώσεις

Μαθηματικά, Φυσική, Χημεία, Θερμοδυναμική, Δομή και Καταστάσεις της Ύλης

Σκοπός

Μελέτη της ταχύτητας και των μηχανισμών των χημικών αντιδράσεων (ομογενών, ετερογενών, καταλυτικών) και των παραγόντων που την επηρεάζουν. Μελέτη των ιδιοτήτων ηλεκτρολυτικών διαλυμάτων, της ηλεκτροχημικής διεπιφάνειας, ηλεκτρολυτικών και γαλβανικών κελιών και της κινητικής ηλεκτροδιακών δράσεων.
Παράλληλα με το μάθημα, οι φοιτητές εξοικειώνονται με τις θεωρητικές έννοιες και τις διεργασίες της Χημικής Κινητικής και της Ηλεκτροχημείας που διδάσκονται από έδρας, μέσω των εργαστηριακών ασκήσεων που εκπονούν.

Περιεχόμ.

Χημική Κινητική

- Ορισμός κινητικών μεγεθών. Ταχύτητα της αντίδρασης. Τάξη και μοριακότητα αντιδράσεων. σταθερά της ταχύτητας (συντελεστής ρυθμού).
- Κινητική στοιχειωδών αντιδράσεων: μονομοριακές, διμοριακές, τριμοριακές αντιδράσεις.
- Μέθοδοι προσδιορισμού της τάξης και του ρυθμού της αντίδρασης: διαφορική μέθοδος. μέθοδος ολοκλήρωσης. μέθοδος χρόνου υποδιπλασιασμού.
- Κινητική σύνθετων αντιδράσεων: παράλληλες, διαδοχικές και αμφίδρομες αντιδράσεις. Μέθοδοι χαλάρωσης.
- Επίδραση της θερμοκρασίας στην ταχύτητα της αντίδρασης: εξίσωση Arrhenious. ενέργεια ενεργοποίησης και παράγοντας συχνότητας. Θεωρία των συγκρούσεων. Θεωρία των απολύτων ταχυτήτων.
- Μηχανισμοί χημικών αντιδράσεων: προσέγγιση με την μέθοδο του βραδύτερου σταδίου και με την μέθοδο της μόνιμης (στατικής) κατάστασης.
- Κατάλυση. Ομογενείς καταλυτικές αντιδράσεις: όξινη-βασική κατάλυση. Κατάλυση με μηχανισμό ατόμων και ελευθέρων ριζών.
- Ετερογενείς καταλυτικές αντιδράσεις. Διάχυση. ρόφηση. ισόθερμες ρόφησης.
- Μηχανισμοί ετερογενών αντιδράσεων. Μηχανισμοί Langmuir, Langmuir–Hinshelwood, Langmuir–Rideal.
- Καταλύτες. Τρόποι παρασκευής και χαρακτηρισμός καταλυτών. Δραστικότητα και εκλεκτικότητα καταλυτών. Δηλητηρίαση καταλυτών.

Ηλεκτροχημεία

- Γενική περιγραφή ηλεκτροχημικών συστημάτων: γαλβανικά στοιχεία και ηλεκτροχημικά κελιά. Ηλεκτροουδετερότητα. Νόμος Faraday. Θερμοδυναμική ηλεκτροχημικής αντίδρασης.
- Ιδιότητες ηλεκτρολυτικών διαλυμάτων στην ισορροπία: ενεργότητα και συντελεστής ενεργότητας. Ηλεκτροχημικό δυναμικό. Αλληλεπιδράσεις μεταξύ ιόντων. Θεωρία Debye – Huckel.
- Φαινόμενα μεταφοράς σε ηλεκτροχημικά συστήματα: κίνηση των ιόντων στο ηλεκτρολυτικό διάλυμα λόγω ηλεκτρικού πεδίου (ηλεκτρομεταφορά). Ηλεκτρική και ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα. Γραμμομοριακή και ισοδύναμη αγωγιμότητα και εξάρτηση της από τη

συγκέντρωση, θερμοκρασία κ.λ.π. Ιοντική ευκινησία. Αριθμοί μεταφοράς. Κίνηση των σωματιδίων λόγω διάχυσης. • Ηλεκτροχημική διεπιφάνεια: δημιουργία, περιγραφή, εκτίμηση ηλεκτρικών ιδιοτήτων της. Ιδανικά πολούμενα και μη πολούμενα ηλεκτρόδια. Υπόδειγμα Helmholtz, υπόδειγμα Gouy – Charmann, υπόδειγμα Stern. • Θερμοδυναμική ηλεκτροχημικών συστημάτων και γαλβανικά στοιχεία: θερμοδυναμική μελέτη ηλεκτροχημικών συστημάτων. Διαμόρφωση, δράσεις, δυναμικό. Είδη Ηλεκτροδίων. Είδη Γαλβανικών στοιχείων. Εφαρμογές γαλβανικών στοιχείων. • Κινητική ηλεκτροχημικών δράσεων: ηλεκτροδιακή πόλωση. υπέρταση μεταφοράς φορτίου. εξίσωση Butler–Volmer και οριακές μορφές αυτής. Ηλεκτροχημικές αντιδράσεις πολλαπλών σταδίων. Υπέρταση διάχυσης. Ημιεμπειρική κινητική μελέτη ηλεκτροχημικών διεργασιών. Κινητική μελέτη αντιστρεπτών ηλεκτροχημικών διεργασιών.

Ανάλυση Διδασκαλίας :

Διδακτική Εβδομάδα	Αντικείμενο	Κεφάλαια Συγγραμματος
1 ^η	Χημική Κινητική: Ορισμός κινητικών μεγεθών. Ταχύτητα της αντίδρασης. Τάξη και μοριακότητα αντιδράσεων. Σταθερά της ταχύτητας (συντελεστής ρυθμού). Ηλεκτροχημεία: Εισαγωγή στο αντικείμενο της ηλεκτροχημείας. Στοιχεία ηλεκτροχημικού κελιού: ηλεκτρόδιο, άνοδος, κάθοδος, ηλεκτρολυτικό διάλυμα. Ηλεκτρολυτικά κελιά και γαλβανικά στοιχεία. Ροή του ρεύματος. Νόμος Faraday. Θερμοδυναμική ηλεκτροχημικών συστημάτων.	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Α1 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 1
2 ^η	Χημική Κινητική: Κινητική στοιχειωδών αντιδράσεων: μονομοριακές, διμοριακές, τριμοριακές αντιδράσεις. Ηλεκτροχημεία: Το ηλεκτρολυτικό διάλυμα στην ισορροπία. Η έννοια του ηλεκτροχημικού δυναμικού και της ενεργότητας. Θεωρία ηλεκτρολυτών Arrhenius. Ηλεκτρικές αλληλεπιδράσεις ιόντων.	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Α2 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 2
3 ^η	Χημική Κινητική: Μέθοδοι Προσδιορισμού της Τάξης και του Ρυθμού της Αντίδρασης: Διαφορική Μέθοδος. Μέθοδος Ολοκλήρωσης. Μέθοδος Χρόνου Υποδιπλασιασμού. Ηλεκτροχημεία: Θεωρία Debye-Huckel. Προσδιορισμός του μέσου συντελεστή ενεργότητας ηλεκτρολυτών. Οριακός τύπος Debye-Huckel.	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Α2 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 2
4 ^η	Χημική Κινητική: Κινητική σύνθετων αντιδράσεων: παράλληλες, διαδοχικές αμφίδρομες αντιδράσεις. Μέθοδοι χαλάρωσης, Ηλεκτροχημεία: Το ηλεκτρολυτικό διάλυμα εκτός ισορροπίας. Κίνηση ιόντων υπό την επίδραση ηλεκτρικού πεδίου (ηλεκτρομεταφορά). Ιοντική ευκινησία. Ειδική και ισοδύναμη αγωγιμότητα ηλεκτρολυτικών διαλυμάτων.	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Α3 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 3
5 ^η	Χημική Κινητική: Επίδραση της θερμοκρασίας στην ταχύτητα της αντίδρασης: εξίσωση Arrhenious. ενέργεια ενεργοποίησης και παράγοντας συχνότητας. Ηλεκτροχημεία: Αριθμοί μεταφοράς. Μοριακή διάχυση. Συναγωγή (εξαναγκασμένη ροή). Εξίσωση Nernst-Plack.	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Α4 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 3
6 ^η	Χημική Κινητική: Θεωρία των συγκρούσεων. Θεωρία των απολύτων ταχυτήτων.	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Α4 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 4

	Ηλεκτροχημεία: Ηλεκτροχημική διεπιφάνεια. Ιδανικά πολούμενα και ιδανικά μη πολούμενα ηλεκτρόδια. Μοντέλα ηλεκτροχημική διεπιφάνειας: Μοντέλο Helmholtz	
7 ^η	Χημική Κινητική: Μηχανισμοί χημικών αντιδράσεων: προσέγγιση με την μέθοδο του βραδύτερου σταδίου. Ηλεκτροχημεία: Μοντέλο Gouy-Chapman, Προσδιορισμός της χωρητικότητας και της διαφορικής χωρητικότητας ηλεκτροδίων. Μοντέλο Stern.	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Α6 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 4
8 ^η	Χημική Κινητική: Μηχανισμοί χημικών αντιδράσεων: προσέγγιση με την μέθοδο της μόνιμης (στατικής) κατάστασης. Ηλεκτροχημεία: Το δυναμικό του ηλεκτροδίου στην ισορροπία. Δυναμικό Galvani. Δυναμικό ηλεκτροδίου (ημιστοιχείου). Εξίσωση Nernst. Κατηγορίες ηλεκτροδίων.	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Α6 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 5
9 ^η	Χημική Κινητική: Κατάλυση. Ομογενείς καταλυτικές αντιδράσεις: όξινη-βασική κατάλυση. Κατάλυση με μηχανισμό ατόμων και ελευθέρων ριζών. Ηλεκτροχημεία: Δυναμικό ηλεκτροχημικών κελιών και συσχέτιση με την μεταβολή της ενέργειας Gibbs, τη σταθερά ισορροπίας και τη μεταβολή της ενθαλπίας της αντίδρασης. Σχέσεις ρεύματος-δυναμικού σε γαλβανικά στοιχεία και ηλεκτρολυτικά κελιά ιδανικά μη πολούμενων ηλεκτροδίων.	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Β1-2 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 5
10 ^η	Χημική Κινητική: Ετερογενείς καταλυτικές αντιδράσεις. Διάχυση. Ρόφηση. Ισόθερμες φυσικής ρόφησης. Ηλεκτροχημεία: Ηλεκτροχημική κινητική. Εξάρτηση της ταχύτητας της ηλεκτροδιακής δράσης από το δυναμικό του ηλεκτροδίου. Η έννοια της υπέρτασης ηλεκτροδιακής δράσης.	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Β3 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 5
11 ^η	Χημική Κινητική: Χημική Ρόφηση . Ισόθερμες ρόφησης. Ηλεκτροχημεία: Εξίσωσεις Butler-Volmer και Tafel. Η έννοια της αντίστασης μεταφοράς φορτίου. Ηλεκτροχημικές αντιδράσεις πολλαπλών σταδίων.	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Β3 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 6
12 ^η	Χημική Κινητική: Μηχανισμοί ετερογενών αντιδράσεων. Μηχανισμοί Langmuir, Langmuir–Hinshelwood, Langmuir–Rideal. Ηλεκτροχημεία: Σχέσεις ρεύματος-δυναμικού σε γαλβανικά στοιχεία και ηλεκτρολυτικά κελιά πολούμενων ηλεκτροδίων.	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Β3 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 6
13 ^η	Χημική Κινητική: Καταλύτες. Τρόποι παρασκευής και χαρακτηρισμός καταλυτών. Δραστικότητα και εκλεκτικότητα καταλυτών. Δηλητηρίαση καταλυτών. Ηλεκτροχημεία: Ημιμπερική μελέτη της ταχύτητας ηλεκτροχημικής αντίδρασης υπό την επίδραση των φαινομένων μεταφοράς μάζας (ηλεκτρομεταφοράς και διάχυσης).	ΧΚ: Σ/μα 1: Κεφ. Β5 ΗΛ: Σ/μα 3: Κεφ. 6

Απ.Σπ. Ω /Ε

ΘΕ	52	ΦΡ	26	ΕΡΓ	20	Κ. ΟΙΚ	112	205
----	----	----	----	-----	----	--------	-----	-----

Διδάσκοντες

Θεωρία: Δ. Δημοστίκαλη (Καθ.), Χ. Καραγιάννη (Καθ.), Α. Καραντώνης (Αναπλ. Καθ.) (Συντον.)

Εργαστήρια: Δ. Δημοτικάλη (Καθ.), Χ. Καραγιάννη (Καθ.), Α. Καραντώνης (Αναπλ. Καθ.), Κ. Χαριτίδης (Καθ.), Α. Μπακόλας (Επικ. Καθ.), Θ. Θεοδώρου (Καθ.), Λ. Ζουμπουλάκης (Αν. Καθ.), Γ. Παπαδόπουλος (Επικ. Καθ.)
ΕΔΙΠ: Π. Γεωργίου, Γ. Γρηγοριάδης, Κ. Δελέγκου, Β. Δρίτσα, Μ. Καρόγλου, Α. Κωνσταντή, Κ. Λαμπρόπουλος, Ε. Ντάφλου, Π. Παπανδρεόπουλος, Ε. Ρακαντά, Χ. Τσιάκαλος και ΥΔ. ΕΤΕΠ: Ε. Κανελλοπούλου

Διδ. Βοηθ.

1. Ι. Χανδρινός, “Στοιχεία - Αρχές Χημικής Κινητικής και Κατάλυσης”, ΕΜΠ 1997
2. Ν. Κουλουμπή, “Ηλεκτροχημεία”, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 2005
3. Α. Καραντώνης, “Βασικές Αρχές Ηλεκτροχημείας: Ιοντικά διαλύματα και Ηλεκτροχημική Κινητική”, (σε ηλεκτρονική μορφή)
4. Α. Καραντώνης, “Σημειώσεις Χημικής Κινητικής: Ομογενείς και Ετερογενείς Αντιδράσεις” (σε ηλεκτρονική μορφή)
5. Υπολογιστικές Ασκήσεις Χημικής Κινητικής
6. Υπολογιστικές Ασκήσεις Ηλεκτροχημείας
7. Οδηγός Εργαστηριακών Ασκήσεων Χημικής Κινητικής-Ηλεκτροχημείας, Συλλογική έκδοση, ΕΜΠ 2017

Τυπικό Δ.Σ.

1. K. J. Laidler, “Chemical Kinetics”, Harper & Row, N.Y. 1987
2. G. Prentice, “Electrochemical Engineering Principles”, Prentice-Hall, New Jersey 1991

Μεθ. Διεξ.

- Διδασκαλία θεωρίας και παραδειγμάτων από έδρας με επίλυση ασκήσεων.
- Εργαστηριακές Ασκήσεις: εκτέλεση δέκα (10) εργαστηριακών ασκήσεων από δύο τετραμελείς ομάδες σπουδαστών ανά εργαστηριακή άσκηση, ομαδική εργαστηριακή αναφορά εντός μίας εβδομάδας από την εκτέλεση της άσκησης και γραπτή ή προφορική εξέταση. Η συμμετοχή στο Εργαστήριο είναι υποχρεωτική και αποτελεί προϋπόθεση συμμετοχής στη Γραπτή Εξέταση.

ΤΙΤΛΟΙ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Ασκήσεις Χημικής Κινητικής

1. Ομογενής Κατάλυση με Πολωσίμετρο
2. Μελέτη ενζυμικής καταλυτικής αντίδρασης
3. Μέτρηση Ειδικής Επιφάνειας με Ρόφηση Αζώτου
4. Μέτρηση Κβαντικής Απόδοσης σε Φωτοχημική Αντίδραση
5. Κινητική Ετερογενούς Αντίδρασης με Μικροσκόπιο

Ασκήσεις Ηλεκτροχημείας

6. Αριθμοί Μεταφοράς
7. Τάση Διάσπασης- Ηλεκτροδιακά Δυναμικά
8. Αγωγιμομετρία-Κίνηση Ιόντων σε Ηλεκτρικό Πεδίο
9. Κυκλική Βολτάμετρία
10. Αναδιαλυτικές Τεχνικές Μικροανάλυσης / Ηλεκτρολυτική σύνθεση υποξειδίου του χαλκού

Αξιολ. Επιδ.

Η αξιολόγηση γίνεται:

- μέσω Γραπτής Εξέτασης (**ΓΕ**) που περιλαμβάνει την επίλυση ασκήσεων χωρίς χρήση σημειώσεων ή άλλων βοηθημάτων
- μέσω της εκτέλεσης των Εργαστηριακών Ασκήσεων (**ΕΑ**) όπως προκύπτει από την παρουσία και παρακολούθηση της εκτέλεσης της άσκησης, την ομαδική αναφορά και την γραπτή ή προφορική εξέταση

Ενιαίος
Βαθμός

Ο τελικός βαθμός προκύπτει από : Τελικός Βαθμός = (ΓΕ)*0.6 + (ΕΑ)*0.4

Διδακτικό Έργο :

1. Διδασκαλία θεωρίας : 4 ώρες/εβδομάδα x 2 τμήματα. Εκτελείται από τους διδάσκοντες
2. Φροντιστηριακές Ασκήσεις : 2 ώρες /εβδομάδα x 2 τμήματα. Εκτελείται από τους διδάσκοντες
3. Εργαστηριακές Ασκήσεις : 2 εργαστηριακές ημέρες x 2 ώρες/εβδομάδα. Εκτελούνται από ΔΕΠ, ΕΔΙΠ, ΕΤΕΠ και ΥΔ. Κάθε μία εργαστηριακή ημέρα εκτελούνται 10 εργαστηριακές ασκήσεις από δύο παράλληλες ομάδες ανά εργαστηριακή άσκηση.

Επεξήγηση Συντμήσεων

Τ. Π.	: Τμήμα Προέλευσης
Ενοτ. Μα	Ενότητα Μαθημάτων
ΒΑ. ΕΠ.	Βασικών Επιστημών
ΤΕ. ΕΠ.	Τεχνικών Επιστημών (engineering)
ΤΧΛ	Τεχνολογικών
Ο.Α.Κ	αναγράφεται Ο=οικονομικά , Α = ανθρωπιστικά και Κ = κοινωνιολογικά
Ξ. Γ.	ξένες γλώσσες
ΕΞ	εξάμηνο σπουδών που διδάσκεται το μάθημα
ΚΟΡ	μαθήματα κορμού που απευθύνονται στο σύνολο της τάξης
ΚΑΤ	μαθήματα κατεύθυνσης
ΥΠΧ	υποχρεωτικό μάθημα
ΕΠΛ	μάθημα επιλογής
Π.ΤΜ	παράλληλα τμήματα
Ω/Ε	ώρες /εβδομάδα που περιλαμβάνονται στο ωρολόγιο πρόγραμμα
ΘΕ	θεωρητική διδασκαλία (Ω/Ε)
ΦΡ	φροντιστήριο (Ω/Ε)
ΕΡΓ	εργαστήριο (Ω/Ε)
ΥΠΛ	υπολογιστικές ασκήσεις (Ω/Ε)
Τυπικό Δ. Σ	Τυπικό Διεθνές Σύγγραμμα
Απ.Σπ. Ω /ΕΞ	ώρες απασχόλησης σπουδαστή ανά εξάμηνο
Κ. ΟΙΚ.	κατ' οίκον