



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Χημικών Μηχανικών

Εισαγωγή στη Χημική Μηχανική

2024 - 2025

Καθ. Ευαγγελία Παυλάτου (Συντονίστρια)
Επ. Καθ. Κυριάκος Λαμπρόπουλος

Σκοπός του μαθήματος είναι η εμπέδωση θεμελιακών εννοιών που σχετίζονται με τις διεργασίες και τα συστήματα που συναντώνται στη Χημική Βιομηχανία.

Συνοπτικά, στο τέλος του μαθήματος ο φοιτητής θα πρέπει να είναι σε θέση:

- να κατανοεί ένα **διάγραμμα ροής** απλών και σύνθετων διεργασιών/συστημάτων
- να καταστρώνει το φυσικό και μαθηματικό **πρότυπο για μια διεργασία** σε μόνιμη και μη μόνιμη (μεταβατική) κατάσταση
- να χρησιμοποιεί θεμελιακές εξισώσεις και να καταστρώνει ισοζύγια μάζας και ενέργειας για απλά και πολλαπλά συστήματα
- να καταστρώνει **ισοζύγια μάζας και ενέργειας συστατικών** σε απλές φυσικές διεργασίες και σε απλούς χημικούς αντιδραστήρες καθώς και σε συστήματα πολλαπλών διεργασιών
- να επεξεργάζεται και να συσχετίζει πειραματικά δεδομένα
- να εξοικειωθεί με βασικές μεθόδους αριθμητικής ανάλυσης για την επίλυση σχετικών προβλημάτων με χρήση H/Y'

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ορισμός επιστήμης και περιγραφή επαγγελματικής απασχόλησης Χημικού Μηχανικού. Έννοιες Χημικής Μηχανικής και εφαρμογές στη Χημική Βιομηχανία. Συστήματα Μονάδων και Διεθνές Σύστημα Μονάδων

2. ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΗΜΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Φυσικές και Χημικές διεργασίες. Διάγραμμα ροής. Αναπαράσταση διαγραμμάτων ροής. Συστήματα και σύνδεση αυτών σε διαγράμματα ροής Χημικών Βιομηχανιών. Μαθηματική ανάλυση διαγραμμάτων ροής. Μαθηματικά πρότυπα διεργασιών, εμπλεκόμενες μεταβλητές, ελεύθερες μεταβλητές, βαθμοί ελευθερίας.

3. ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΜΑΖΑΣ

Εξαγωγή και διαμόρφωση του συνολικού ισοζυγίου μάζας μιας διεργασίας. Ανάλυση των όρων του. Μεταβατικός όρος του ισοζυγίου και διατύπωση του ισοζυγίου σε μη-μόνιμη κατάσταση. Εφαρμογή του συνολικού ισοζυγίου μάζας σε απλά συστήματα (δεξαμενή σε μόνιμη και μη-μόνιμη κατάσταση, διεργασίες διαχωρισμού σε μόνιμη κατάσταση). Εξισώσεις Διατήρησης Μάζας. Καταστατικές Συσχετίσεις, Όγκοι Ελέγχου.

4. ΜΕΡΙΚΑ ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ

Η έννοια της συγκέντρωσης μιας ουσίας σε μίγματα. Η εξαγωγή και διαμόρφωση των μερικών ισοζυγίων μάζας για τα συστήματα ουσιών μιας διεργασίας. Η γραμμική τους εξάρτηση με το συνολικό ισοζύγιο μάζας

5. ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ

Μεταβατικός όρος των ισοζυγίων και διατύπωση τους σε μη-μόνιμη κατάσταση. Εφαρμογή των μερικών ισοζυγίων μάζας σε απλά συστήματα (δεξαμενή σε μόνιμη και μη-μόνιμη κατάσταση, διεργασίες διαχωρισμού σε μόνιμη κατάσταση, ανακύκλωση και παράκαμψη).

6. ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΜΑΖΑΣ ΜΕ ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ

Η έννοια της χημικής κινητικής. Η εξαγωγή και διατύπωση του συνολικού και μερικών ισοζυγίων μάζας παρουσία χημικής αντίδρασης. Οι όροι κατανάλωσης και παραγωγής. Εφαρμογή σε απλά συστήματα (χημικός αντιδραστήρας πλήρους ανάδευσης).

7. ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ

Καταστατικές εξισώσεις για ουσίες και για μίγματα

8. ΚΟΡΕΣΜΟΣ

Τάση ατμών. Σημείο βρασμού. Εξάτμιση και συμπύκνωση. Μερικός και ολικός κορεσμός. Σημείο Δρόσου

9. ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΑ ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΜΑΖΑΣ

Ισοζύγια μάζας για εξάτμιση και συμπύκνωση. Εφαρμογή σε συστήματα αέρα/νερού

10. ΕΝΘΑΛΠΙΑ

Εισαγωγή της έννοιας της ενθαλπίας και του υπολογισμού της για καθαρές ουσίες και για μίγματα ουσιών. Ειδική θερμότητα ουσιών. Ενθαλπία εξάτμισης/συμπύκνωσης

11. ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Εξαγωγή και διατύπωση του ισοζυγίου ενέργειας. Εφαρμογή σε απλά συστήματα (θερμαινόμενες δεξαμενές με μόνιμη και μεταβατική κατάσταση, διεργασίες συμπύκνωσης και εξάτμισης)

12. ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ

Η έννοια του θερμοτονισμού των χημικών αντιδράσεων. Προσδιορισμός της θερμότητας σχηματισμού από την πρότυπη τιμή της

13. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

14. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΑΛΓΕΒΡΙΚΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ

Διδάσκοντες:

Ευαγγελία Παυλάτου, Καθηγήτρια (Συντονίστρια Μαθήματος)

Γραφείο B1.116, email: pavlatou@chemeng.ntua.gr, Τηλ. 210-772-3110

Κυριάκος Λαμπρόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής

Γραφείο Γ.201.β, email: klabrop@central.ntua.gr, Τηλ. 210-772-3103

ΕΔΙΠ:

Δρ. Πηνελόπη Γύφτου

Γραφείο Θ.205, email: penel@central.ntua.gr, Τηλ. 210-772-3130

Δρ. Φίλιππος Δογάνης

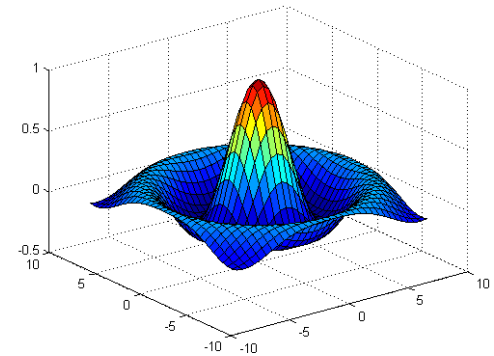
Γραφείο Γ.405.β, email: fdoganis@chemeng.ntua.gr, Τηλ. 210-772-2823

Δρ. Θεοδώρα Ξενίδου

Γραφείο H1.403, email: thexen@chemeng.ntua.gr, Τηλ. 210-772-3235

- ❖ ΔΙΑΛΕΞΕΙΣ
- ❖ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
- ❖ ΣΕΙΡΕΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ

Εφαρμογή Matlab σε θέματα χημικής μηχανικής



Διεξαγωγή του μαθήματος

- ❖ Ενδιάμεση πρόοδος [Π]
- ❖ Θέματα: 2 σειρές ασκήσεων & 1 υπολογιστικών θεμάτων =3 [A]
- ❖ Τελικό διαγώνισμα –Εξέταση [E]
- ❖ Τα θέματα και η πρόοδος είναι προαιρετικά και μετρούν 50% θετικά επί του τελικού βαθμού (με την προϋπόθεση ότι ο βαθμός της γραπτής εξέτασης είναι τουλάχιστον, και χωρίς προς τα άνω στρογγύλευση, 3).
- ❖ Επομένως, **Τελικός Βαθμός [B]** = $\max [E, (\Pi+E)/2, (A+E)/2, (\Pi+A)/2]$

ΠΡΟΟΔΟΣ [Π]	ΘΕΜΑΤΑ [A]	ΤΕΛΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ [E]	ΤΕΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ [B]
6	8	4	$0.5 * 6 + 0.5 * 8 \rightarrow 7$
9	7	-	$0.5 * 9 + 0.5 * 7 \rightarrow 8$
6	7	8	$0.5 * 7 + 0.5 * 8 \rightarrow 8$
2	9	1	1
2	7	3	$0.5 * 7 + 0.5 * 3 \rightarrow 5$
-	-	6	6

Χρονοδιάγραμμα ασκήσεων

ΘΕΜΑΤΑ-ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ		
Θέμα	Ανάρτηση	Παράδοση
Α' Σειρά Ασκήσεων	Παρασκευή 25 Οκτ.	Τετάρτη 6 Νοε.
Υπολογιστική Εργασία	Παρασκευή 29 Νοε.	Τετάρτη 11 Δεκ.
Β' Σειρά Ασκήσεων	Παρασκευή 13 Δεκ.	Παρασκευή 20 Δεκ.
ΠΡΟΟΔΟΣ		
Τετάρτη 13 Νοε.		

Άλλα στοιχεία του μαθήματος

Ιστοσελίδα μαθήματος (Υλικό μαθήματος)

<https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1287&lang=el>

Υποβολή ασκήσεων

Όσοι έχουν ιδρυματικό λογαριασμό:

<https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1287>

Όσοι δεν έχουν ιδρυματικό λογαριασμό:

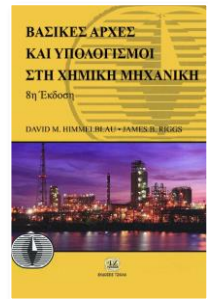
<https://www.chemeng.ntua.gr/submission/exm.php>

Σύγγραμμα

Himmelblau D., Riggs J. *Βασικές αρχές και Υπολογισμοί στη Χημική Μηχανική*,
Έκδοση: 8η/2022, Εκδόσεις Τζιόλα. (Εύδοξος)

Τυπικό Διεθνές σύγγραμμα

R.M. Felder, R.W. Roussaeu L. Bullard. *Elementary Principles of Chemical Processes*,
4th Edition, John Wiley, NY, 2016



Η ΧΗΜΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ



Ορισμός του Χημικού Μηχανικού

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχ. Χημικών Μηχανικών (1987)

https://www.chemeng.ntua.gr/the_chemical_engineering_science

Ο Χημικός Μηχανικός (ή μηχανικός διεργασιών) εφαρμόζει τις αρχές των **χημικών, φυσικών, μαθηματικών, οικονομικών και τεχνικών επιστημών**, σε πεδία που ανάγονται σε **διεργασίες ροής** των υλικών, **μετασχηματισμού της ύλης** και εγκαταστάσεις **διεξαγωγής διεργασιών** όπου η ύλη υποβάλλεται σε **κατεργασία ή επεξεργασία κατά τον ωφελιμότερο τρόπο** από κάθε άποψη (τεχνική, οικονομική, κοινωνική).

Ορισμός του Χημικού Μηχανικού

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχ. Χημικών Μηχανικών (1987)

https://www.chemeng.ntua.gr/the_chemical_engineering_science

Έργο του Χημικού Μηχανικού στην πράξη είναι:

- η έρευνα - ανάπτυξη - βελτίωση προϊόντων, μεθόδων και εγκαταστάσεων,
- η μελέτη - κατασκευή - λειτουργία - τεχνική εξυπηρέτηση χημικών εγκαταστάσεων,
- και ο σχεδιασμός - παραγωγή - έλεγχος - διάθεση - εφαρμογές των παραγόμενων προϊόντων και υλικών.

ΤΟ ΕΡΓΟ ΤΟΥ ΧΗΜΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

Δύο μεγάλες υποκατηγορίες:

- Σχεδιασμός & λειτουργία διεργασιών
(chemical process engineers)
- Ανάπτυξη νέων ή τροποποιημένων ουσιών για προϊόντα π.χ. τρόφιμα, φάρμακα κλπ.
(chemical product engineers)



- Η επιστήμη των διεργασιών στηρίζεται σε φυσικές και χημικές και βιοχημικές μετατροπές της ύλης
- Ο όρος «χημικός» είναι στην πραγματικότητα περιοριστικός???
- Με τις διεργασίες επιδιώκεται η αύξηση της αξίας ενός προϊόντος
- Όχι απαραίτητα εμπορεύσιμα προϊόντα (π.χ. βελτίωση ποιότητας αέρα, νερού)

A chemical engineer is someone who knows enough physics/mechanics to confuse a chemist, enough chemistry to confuse a physicist/mechanical engineer and enough mathematics to confuse himself.

Professor M.S. Ananth

*If you can't convince
them, confuse them*

Harry S Truman



Chemical engineering occupies a unique position at the interface between molecular sciences and engineering. Intimately linked with the fundamental subjects of **chemistry, biology, mathematics, and physics** — and in close collaboration with fellow engineering disciplines like **materials science, computer science, and mechanical, electrical, and civil and environmental engineering** — it offers unparalleled opportunities to do great things

MIT Chemical Engineering

Η Χημική Μηχανική είναι ο μοναδικός κλάδος της μηχανικής που βασίζεται στις τρεις επιστήμες και τα μαθηματικά. Ως εκ τούτου, είναι σε θέση να εξερευνήσει τις ανακαλύψεις και τις εξελίξεις στη Χημεία, τη Βιολογία και τη Φυσική για την επίλυση πιεστικών προβλημάτων στην **ενέργεια**, το **περιβάλλον**, τις **βιοεπιστήμες**, τα **υλικά** και άλλες συναρπαστικές περιοχές. Αυτό κάνει τη Χημική Μηχανική πολύ σημαντική και επίσης πολύ διασκεδαστική.

Gregory Stephanopoulos

Willard Henry Dow Professor in Chemical Engineering



Ο Χημικός Μηχανικός καλύπτει ένα μεγάλο φάσμα δραστηριοτήτων που διαρκώς γίνεται ευρύτερο. Οι επαγγελματικές δυνατότητες μπορούν να διαχωριστούν ως εξής:

- Απασχόληση σε βιομηχανικές παραγωγικές διαδικασίες (χημικά, πετρελαιοειδή, αέριο, χαρτί, φαρμακευτικά, τρόφιμα, κεραμικά, υφάσματα, πλαστικά κ.α.) [45%]
- Τεχνικές συμβουλές και προώθηση πωλήσεων προϊόντων, επιχειρησιακή έρευνα [11%]
- Δημόσια Διοίκηση - Δημόσιοι Οργανισμοί [13%]
- Μελέτες, σχεδιασμοί, κατασκευές [3%]
- Έρευνα, εξέλιξη και προσχεδιασμένες ιδιότητες νέων προϊόντων [6%]
- Εκπαίδευση, ιδιαίτερα στην Ανώτατη και Ανώτερη βαθμίδα [9%]
- Ελεύθεροι επαγγελματίες [8%]

Υπάρχουν ακόμη επαγγελματικές δυνατότητες [5%], εκτός από τις παραπάνω κλασικές, που μπορούν να ενταχθούν στο φάσμα των δραστηριοτήτων του ΧΜ, όπως Οικολογική Τεχνολογία, Περιβαλλοντική Μηχανική, Προγραμματισμός, Ασφάλεια και Συντήρηση έργων, Πληροφορική, Βιοφυσική και Βιοχημική Μηχανική.

ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ



ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

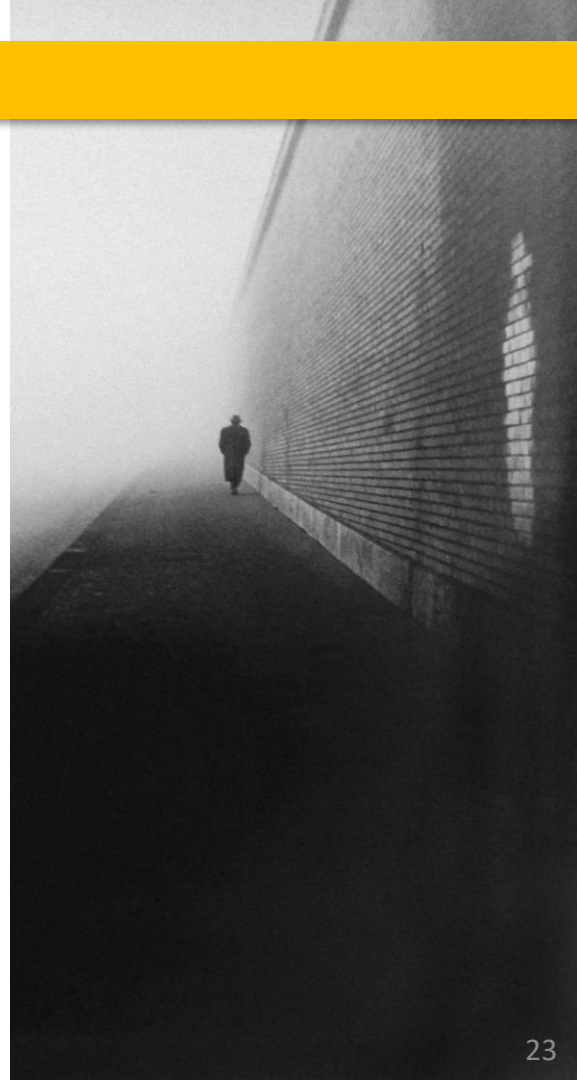
ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗΣ ΧΡΗΣΗΣ



Greatest Achievements of Chemical Engineers



- Πληροφορική (Σχεδιασμός, Μοντελοποίηση)
- Βιοτεχνολογία (Βιοπροϊόντα, Βιομετατροπές)
- Νανοτεχνολογία («Έξυπνα» νανο-συστήματα)
- Νέα Υλικά (Σύνθετα, Σχεδιασμός ιδιοτήτων)
- Νέα Τρόφιμα – Νέα Γεωργία
- Νέες Ενεργειακές Τεχνολογίες
- Αειφόρος Ανάπτυξη - Κλιματική Αλλαγή
- Νέες Επιχειρήσεις (Υπηρεσίες, Εφοδιαστική)
- Νέα Βιωσιμότητα (Ποιότητα, Πολιτισμός)





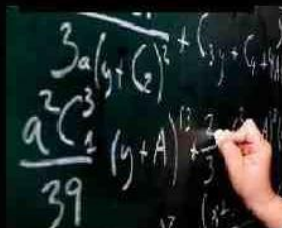
what my mom thinks I do



what chemists think I do



what engineers think I do



what university thinks I do



what I think I do



what I really do



What society thinks I do.



What my friends think I do.



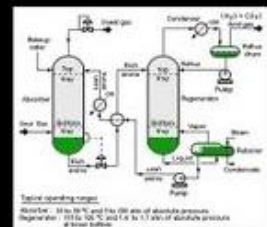
What my boss thinks I do.



What my family thinks I do.



What I think I do.



What I actually do.

