

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ

ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ 2025-26

Α' ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. (20%)

Η ειδική θερμοχωρητικότητα του διοξειδίου του άνθρακα, στο θερμοκρασιακό διάστημα 298 - 1200 K, δίνεται από την παρακάτω πολυωνυμική συνάρτηση της θερμοκρασίας:

$$C_p = 24.99735 + 55.18696 \cdot 10^{-3} \cdot T - 33.69137 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 + 7.948387 \cdot 10^{-9} \cdot T^3 \quad (1)$$

όπου C_p = ειδική θερμοχωρητικότητα σε J/[(gmol)(K)]

T = θερμοκρασία σε K

- (α) (4%) Ποιες είναι οι μονάδες των συντελεστών για να είναι η εξίσωση διαστασιολογικά ορθή;
- (β) (8%) Υπολογίστε την ειδική θερμοχωρητικότητα του διοξειδίου του άνθρακα σε Btu/[(lbmol)(°F)] για θερμοκρασία ίση με $(80 + 12 \cdot a)^\circ\text{F}$.
- (γ) (8%) Τροποποιείτε την παραπάνω εξίσωση (1) ώστε η ειδική θερμοχωρητικότητα C_p να δίνεται σε Btu/[(lbmol)(°F)] και η θερμοκρασία T σε °F.

2. (10%)

Ο αριθμός Reynolds Re είναι ένας αδιάστατος αριθμός, ο οποίος για ένα ρευστό που ρέει στο εσωτερικό ενός σωλήνα ορίζεται ως εξής:

$$Re = D \cdot u \cdot \rho / \mu$$

όπου D η διάμετρος του σωλήνα, u η ταχύτητα του ρευστού, ρ η πυκνότητα του ρευστού και μ το ιξώδες του ρευστού. Όταν η τιμή του αριθμού Re είναι μικρότερη από 2100, η ροή είναι στρωτή και οι ροϊκές γραμμές ομαλές. Για τιμές του αριθμού Reynolds μεγαλύτερες από την τιμή 2100, η ροή είναι τυρβώδης και χαρακτηρίζεται από έντονη ανακίνηση.

Υγρή μεθυλαιθυλοκετόνη (MEK) ρέει μέσα σε σωλήνα εσωτερικής διαμέτρου $2.067 \cdot (1 - a/200)$ in με μέση ταχύτητα 0.48 ft/s. Σε θερμοκρασία ρευστού 20 °C, η πυκνότητα της υγρής MEK είναι 0.805 g/cm³ και το ιξώδες 0.43 centipoise (cP). Υπενθυμίζεται ότι $1 \text{ P} = 0.1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$.

Υπολογίστε τον αριθμό Reynolds και σχολιάστε αν η ροή είναι στρωτή ή τυρβώδης. Αναφέρετε αναλυτικά τους υπολογισμούς σας.

3. (40%)

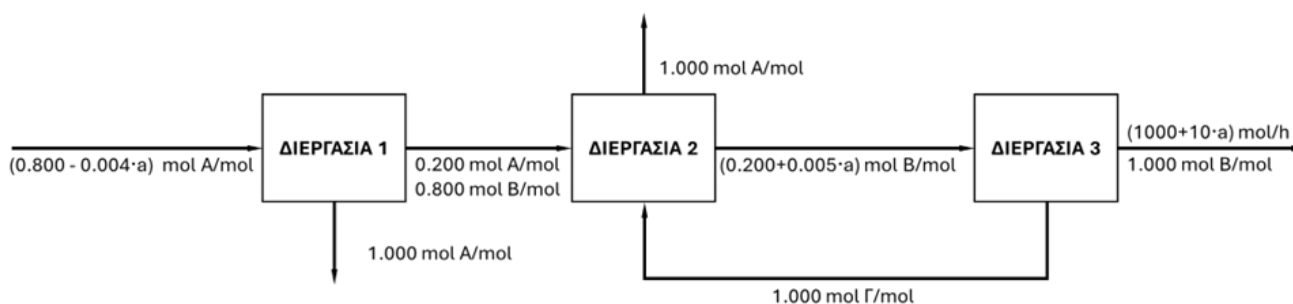
Φρέσκο μίγμα 3 συστατικών (Α, Β και Γ) με σύσταση 60% w/w σε Α τροφοδοτείται σε ένα σύστημα διεργασιών που λειτουργεί σε συνεχή και μόνιμη κατάσταση χωρίς να λαμβάνει χώρα αντίδραση. Η βασική φυσική διεργασία γίνεται σε μια μονάδα διαχωρισμού (Δ). Η εκροή της μονάδας Δ αποτελείται από δύο ρεύματα. Το πρώτο ρεύμα εξόδου (1) της μονάδας Δ έχει ροή $(1000 + 5 \cdot a)$ kg/h και σύσταση 80% w/w σε Α, 10% w/w σε Β και το υπόλοιπο Γ, ενώ το δεύτερο ρεύμα εξόδου (2) αποτελείται μόνο από συστατικά Α και Β. Μέρος από το δεύτερο ρεύμα (2) εξόδου της μονάδας Δ ανακυκλώνεται και το υπόλοιπο απομακρύνεται

(απορρίπτεται). Το συνολικό σύστημα λειτουργεί με την προϋπόθεση ότι η ροή του ρεύματος ανακύκλωσης είναι το $1/6$ της ροής της τροφοδοσίας της μονάδας Δ.

- (α) Σχεδιάστε το διάγραμμα ροής του συνολικού συστήματος.
- (β) Προσδιορίστε τους βαθμούς ελευθερίας σε όλα τα διακριτά συστήματα, στα οποία μπορούν να εφαρμοστούν ισοζύγια μάζας.
- (γ) Θέτοντας ως τιμή της ροής φρέσκιας τροφοδοσίας 2500 kg/h , υπολογίστε τη ροή (kg/h) και τη σύσταση (σε A, B και Γ ως w/w) όλων των ρευμάτων του διαγράμματος ροής. Αποτυπώστε όλες τις ροές και τις συστάσεις στο διάγραμμα ροής που σχεδιάσατε.
- (δ) Υπολογίστε την απόδοση του συνολικού συστήματος ως προς το συστατικό A στο προϊόν καθώς και το ποσοστό απόρριψης του συστατικού A.

4. (30%)

Ακολουθεί το διάγραμμα ροής μίας διαδικασίας τριών επιμέρους φυσικών διεργασιών που εφαρμόζονται σε ένα μίγμα. Η διεργασία Δ1 είναι μια κλασματική απόσταξη, η Δ2 είναι μια εκχύλιση και η Δ3 είναι εξάτμιση (Δ1, Δ2 και Δ3) που όλες λειτουργούν σε συνεχή και μόνιμη κατάσταση.



Υπολογίστε τη ροή (mol/h) και τη σύσταση (σε A, B και Γ σε mol/mol) όλων των ρευμάτων του διαγράμματος ροής. Αποτυπώστε όλα τα αποτελέσματα στο διάγραμμα ροής.

Διευκρινήσεις

1. Η εργασία είναι ατομική – Παράγοντας *a*

Ο παράγοντας *a* είναι τα 2 τελευταία ψηφία του αριθμού μητρώου του φοιτητή (πχ για Α.Μ. 05125124, *a*=24). Μόνο σε περίπτωση που δεν έχετε κωδικό (δεν έχει ολοκληρωθεί η εγγραφή σας στη Σχολή) θα χρησιμοποιήσετε τον αριθμό που αντιστοιχεί στην ημέρα γέννησης σας, πχ. 08.

2. Απορίες

Για απορίες να απευθύνεστε ηλεκτρονικά με αποστολή e-mail στην κα. Ξενίδου (thexen@chemeng.ntua.gr), και με παράλληλη κοινοποίηση στην κα. Γύφτου (penel@central.ntua.gr) και στην κα. Κωνσταντή (akonsta@mail.ntua.gr) βάζοντας **υποχρεωτικά** στο θέμα του μηνύματος «**EXM: Α' Σειρά Ασκήσεων**».

3. Μορφή Εργασίας

Η εργασία θα υποβληθεί σε μορφή αρχείου pdf.

Ενθαρρύνεται ιδιαίτερα η χρήση κειμενογράφου (π.χ. Word) για τη συγγραφή της εργασίας.

Εάν η εργασία είναι χειρόγραφη, θα πρέπει να μετατραπεί σε ένα ενιαίο αρχείο μορφής pdf με τη χρήση scanner ή κατάλληλης εφαρμογής για κινητά (πχ CamScanner).

4. Υποβολή Σειράς Ασκήσεων

- 4.1. Όσοι έχουν ακαδημαϊκό κωδικό, θα αναρτήσουν την εργασία τους στην ιστοσελίδα του μαθήματος στο Helios:

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

- 4.2. Όσοι δεν έχουν ακαδημαϊκό κωδικό (δεν έχει ολοκληρωθεί η εγγραφή στη Σχολή), θα αναρτήσουν την εργασία τους στο παρακάτω link:

<https://www.chemeng.ntua.gr/submission/exm.php> στην επιλογή «**Ασκήσεις για Επίλυση**».

Εάν το μέγεθος του αρχείου pdf είναι μεγαλύτερο από 20 Mb για την περίπτωση 4.1 και 5 Mb για την περίπτωση 4.2, το αρχείο δεν μπορεί να αναρτηθεί και θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε κάποιο από τα online tool που ελαττώνουν το μέγεθος του αρχείου, π.χ. το παρακάτω:

<https://smallpdf.com/compress-pdf>

5. Προθεσμία παράδοσης εργασίας: **7 Νοεμβρίου 2025, 11.59 μμ.**

Στην πρώτη σελίδα της εργασίας θα πρέπει να αναγράφονται **υποχρεωτικά**:

- το ονοματεπώνυμο
- ο αριθμός μητρώου
- ο παράγοντας *a* που χρησιμοποιήθηκε