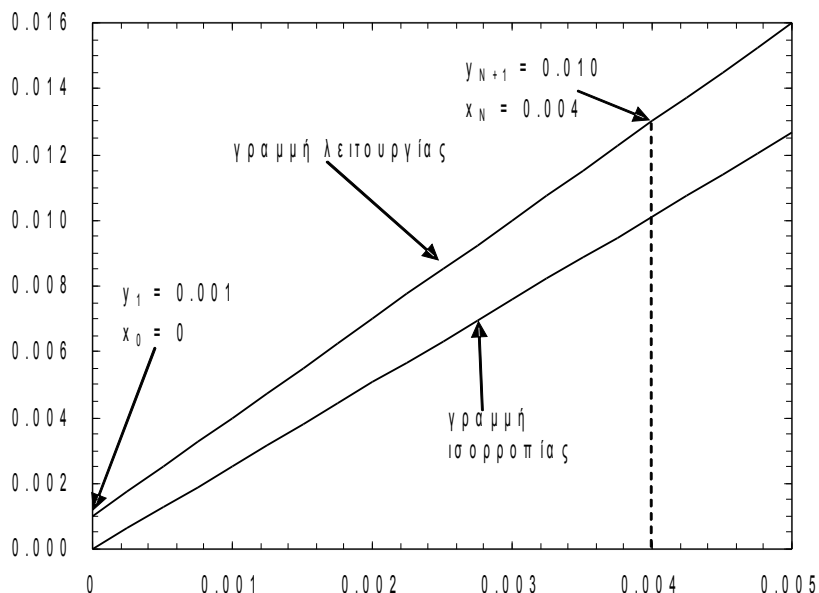


## Δ' Εξάμηνο ΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

### Ερωτήσεις Επανάληψης – δεύτερο μέρος



**Σχήμα 1.** Δεδομένα ισορροπίας  $y$ - $x$  για αέριο μίγμα ακετόνης-αέρα και η γραμμή λειτουργίας για πύργο απορρόφησης με νερό ως διαλύτη, που τροφοδοτείται με μίγμα σύστασης 1% mol σε ακετόνη και μειώνει την περιεκτικότητα σε αυτή κατά 90%.

01

**Ερώτηση:** Αναφερόμενοι στο Σχήμα 1, υπολογίστε γραφικά τον αριθμό των θεωρητικών βαθμίδων.

02

**Ερώτηση:** Αναφερόμενοι στο Σχήμα 1 και τα δεδομένα που αναγράφονται σε αυτό, υπολογίστε τη ροή διαλύτη  $L$  διαμέσου του πύργου για ροή αερίου  $G$  στην είσοδο ίση με 30 kmol/h. Παραδοχή:  $L$  και  $G$  σταθερά σε όλο τον πύργο απορρόφησης.

**Υπόδειξη:** βάσει των παραδοχών, η γραμμή λειτουργίας μπορεί να γραφεί ως  $y = ax + b$ . Υπολογίστε, με τη βοήθεια του διαγράμματος, τις τιμές των  $a$  και  $b$  και χρησιμοποιείστε τη σχέση τους με τα  $L$  και  $G$  για να τα προσδιορίσετε.

03

**Ερώτηση:** Αναφερόμενοι στο Σχήμα 1 και τα δεδομένα που αναγράφονται σε αυτό, γράψτε αναλυτικά τα ισοζύγια μάζας για τον πύργο απορρόφησης (ολικό και επιμέρους για την ακετόνη, χωρίς παραδοχή σταθερής ροής).

04

**Ερώτηση:** Σε διεργασία αφαλάτωσης υφάλμυρου νερού με αντίστροφη ώσμωση, χρησιμοποιείται

μεμβράνη με απόρριψη άλατος  $SR = 99\%$ . Αν το νερό της τροφοδοσίας έχει περιεκτικότητα σε αλάτι  $0.035 \text{ kmol m}^{-3}$  και ο λόγος διαχωρισμού είναι  $\Theta = 0.5$ , ποια θα είναι η συγκέντρωση άλατος στο διήθημα; Παραδοχή πλήρους ανάμειξης.

**Υπόδειξη:** Λόγω της παραδοχής πλήρους ανάμειξης θεωρούμε ότι η συγκέντρωση που επικρατεί ακριβώς πάνω στη μεμβράνη είναι αυτή του υπολείμματος, επομένως η απόρριψη άλατος πρέπει να οριστεί με βάση αυτή τη συγκέντρωση:  $SR = (C_R - C_P) / C_R$ . Από εδώ εκφράζουμε τη συγκέντρωση του υπολείμματος ως συνάρτηση της συγκέντρωσης διηθήματος. Το μερικό ισοζύγιο ως προς το αλάτι μπορεί να εκφραστεί και με τη βοήθεια του λόγου διαχωρισμού απαλείφοντας τις παροχές, οπότε εύκολα λύνουμε ως προς τη συγκέντρωση του διηθήματος.

05

**Ερώτηση:** Σε διεργασία αφαλάτωσης υφάλμυρου νερού με αντίστροφη ώσμωση, χρησιμοποιείται μεμβράνη με απόρριψη άλατος  $SR = 99\%$ . Αν το νερό της τροφοδοσίας έχει αλάτι  $2000 \text{ ppm}$  πόση πρέπει να είναι η παροχή της για να πάρουμε  $45 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  με  $100 \text{ ppm}$  αλάτι; Μοριακό βάρος άλατος ( $\text{NaCl}$ )  $58.5$ . Πυκνότητες όλων των ρευμάτων  $1000 \text{ kg m}^{-3}$ . Παραδοχή πλήρους ανάμειξης.

**Υπόδειξη:** Λόγω της παραδοχής πλήρους ανάμειξης θεωρούμε ότι η συγκέντρωση που επικρατεί ακριβώς πάνω στη μεμβράνη είναι αυτή του υπολείμματος, επομένως η απόρριψη άλατος πρέπει να οριστεί με βάση αυτή τη συγκέντρωση:  $SR = (C_R - C_P) / C_R$ . Μετατρέπουμε τα  $\text{ppm}$  σε συγκεντρώσεις ( $1 \text{ ppm} = 1 \text{ μέρος βάρους ουσίας ανά } 1000000 \text{ μέρη βάρους διαλύματος}$ ). Από τον ορισμό του συντελεστή απόρριψης βάσει της συγκέντρωσης υπολείμματος, μπορούμε να εκφράσουμε τη συγκέντρωση του υπολείμματος ως συνάρτηση της συγκέντρωσης διηθήματος. Μετά, με ολικό και μερικό ισοζύγιο, εύκολα βρίσκουμε την παροχή της τροφοδοσίας.

06

**Ερώτηση:** Σε συνέχεια του προηγούμενου προβλήματος, να βρεθεί η απαιτούμενη επιφάνεια της μεμβράνης. Δίνεται ότι η διαπερατότητα ( $P_M / \delta$ ) της μεμβράνης είναι  $7.5 \times 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ bar}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  και η πτώση πίεσης  $\Delta P$  είναι  $40 \text{ bar}$ . Σταθερά τελείων αερίων  $R = 0.083145 \text{ bar m}^3 \text{ K}^{-1} \text{ kmol}^{-1}$ . Κάνουμε και πάλι παραδοχή πλήρους ανάμειξης.

**Υπόδειξη:** Υπολογίζουμε την ωσμωτική πίεση ανάντη και κατάντη της μεμβράνης με τη βοήθεια των συγκεντρώσεων υπολείμματος και διηθήματος,  $\pi = iCRT$  και έτσι μπορούμε να γνωρίζουμε την κινητήρια δύναμη  $\Delta P - \Delta \pi$ . Η διαπερατότητα δίνεται ως ογκομετρική παροχή ανά μονάδα μεταβολής πίεσης, επιφάνειας μεμβράνης και χρόνου, οπότε και το ρυθμό ροής θα τον γράψουμε ως παροχή διηθήματος διά επιφάνεια.

07

**Ερώτηση:** Σε διεργασία αφαλάτωσης υφάλμυρου νερού με αντίστροφη ώσμωση, να βρεθεί η σύσταση ρεύματος εισόδου που δίνει διήθημα  $100 \text{ ppm}$  σε αλάτι, όταν χρησιμοποιείται μεμβράνη με απόρριψη διαλυτών  $SR = 99\%$ . Δίνεται λόγος απόρριψης  $\Theta = 0.1$ . Μοριακό βάρος άλατος ( $\text{NaCl}$ )  $58.5$ . Πυκνότητες όλων των ρευμάτων  $1000 \text{ kg m}^{-3}$ .

**Υπόδειξη:** πρώτα μετατρέπουμε τα  $\text{ppm}$  σε συγκέντρωση διηθήματος ( $1 \text{ ppm} = 1 \text{ μέρος βάρους ουσίας ανά } 1000000 \text{ μέρη βάρους διαλύματος}$ ). Από τον ορισμό του συντελεστή απόρριψης μπορούμε να εκφράσουμε τη συγκέντρωση του υπολείμματος ως συνάρτηση της συγκέντρωσης διηθήματος. Μετά, με μερικό ισοζύγιο με χρήση του λόγου διαχωρισμού, εύκολα βρίσκουμε την παροχή της τροφοδοσίας.

08

**Ερώτηση:** θα χρησιμοποιήσουμε μεμβράνη για τη λήψη ρεύματος εμπλουτισμένου σε οξυγόνο από ατμοσφαιρικό αέρα με περιεκτικότητα  $21\%$  κατ' όγκο. Οι διαπερατότητες της μεμβράνης είναι για το οξυγόνο  $1.52 \times 10^{-5}$  και για το άζωτο  $2.28 \times 10^{-6}$  (σε  $\text{m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ bar}^{-1}$ ). Ο ατμοσφαιρικός αέρας διοχετεύεται με ρυθμό  $0.01 \text{ kmol s}^{-1}$  και πίεση  $4 \text{ bar}$ , ενώ το διήθημα εξέρχεται σε ατμοσφαιρική πίεση. Θεωρώντας λόγο διαχωρισμού  $\Theta = 0.5$ , να βρεθεί η περιεκτικότητα του διηθήματος σε οξυγόνο.

**Υπόδειξη:** εργαζόμαστε όπως στο παράδειγμα M-1 και βρίσκουμε μια εξίσωση όμοια με τη M-50. Με τη βοήθεια του μερικού ισοζυγίου και του ορισμού του λόγου διαχωρισμού, βρίσκουμε την περιεκτικότητα του υπολείμματος ως συνάρτηση των άλλων ποσοτήτων και από τις δύο αυτές εξισώσεις βρίσκουμε τη ζητούμενη περιεκτικότητα.

09

**Ερώτηση:** σε συνέχεια του προηγούμενου προβλήματος, να βρεθεί η επιφάνεια της μεμβράνης για να επιτευχθεί ο δεδομένος διαχωρισμός. Ισχύουν τα προηγούμενα δεδομένα, καθώς και ότι το πάχος του εκλεκτικού στρώματος της μεμβράνης είναι 0.1  $\mu\text{m}$ .

**Υπόδειξη:** η κινητήρια δύναμη είναι βεβαίως η διαφορά των μερικών πιέσεων, οπότε αν η ροή εκφραστεί ως ογκομετρική παροχή διηθήματος  $F_p / A = \Theta F_F / A$ , όπου  $A$  η επιφάνεια της μεμβράνης, καταλήγουμε αμέσως σε μια σχέση ίδια με τη M-54 του παραδείγματος M-1.