

## ΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ Ι- 2023-4

### 3<sup>η</sup> σειρά Ασκήσεων

Ημερομηνία Παράδοσης: 8 Ιανουαρίου 2024

**Πρόβλημα 1:** Σε στήλη με δίσκους απορροφώνται κατά αντιρροή τα 90% ακετόνης από αέριο μίγμα που περιέχει 1.0 mol% ακετόνη. Οι γραμμομοριακές παροχές του αερίου μίγματος και του καθαρού νερού είναι (30+τελευταίος αριθμός ΑΜ σας) και (90+τελευταίος αριθμός ΑΜ σας) kmol/h, αντίστοιχα. Η διεργασία είναι ισοθερμική σε πίεση 101.3 kPa και θερμοκρασία 27 °C. Η καμπύλη ισορροπίας δίδεται από τη σχέση:  $y = 2.53x$ . Ζητούνται: Ο αριθμός των θεωρητικών βαθμίδων που απαιτούνται γι' αυτόν τον διαχωρισμό, γραφικά και αναλυτικά.

Για ΑΜ:1070065, Παροχή μίγματος αερίου= 30+5= 35 kmol/hr, Παροχή νερού=90+5=95 kmol/h

**Πρόβλημα 2:** Αέριο μίγμα αμμωνίας απορροφάται σε στήλη με δίσκους με καθαρό νερό, από σύσταση στην είσοδο (5+ τελευταίος αριθμός ΑΜ σας \* 0.1) mol% σε σύσταση 0,01 mol% στην έξοδο. Η παροχή αέρα και νερού είναι 0,0135 και 0,036 kmol/s αντίστοιχα. Η καμπύλη ισορροπίας δίδεται από τη σχέση:  $Y = X$ . Θεωρείστε πυκνό μίγμα. Ζητείται: Ο απαιτούμενος αριθμός θεωρητικών βαθμίδων

Για ΑΜ:1070065, Σύσταση μίγματος αμμωνίας= 5+5\*0.1= 5.5 %

**Πρόβλημα 3: (Παλιό θέμα): Απορρόφηση σε στήλες με βαθμίδες**

Ένα μίγμα αέρα και ατμών ενός οργανικού διαλύτη εισέρχεται στη βάση μιας στήλης απορρόφησης με ογκομετρική παροχή  $G_{εισ}$  (που δίνεται στα δεδομένα παρακάτω) και θα απομακρυνθεί με την βοήθεια ενός υγρού υδρογονάνθρακα (καθαρό, λάδι). Η μερική πίεση των ατμών του διαλύτη στο μίγμα στην είσοδο είναι ίση με  $P_i$  (δίνεται στα δεδομένα παρακάτω), σε mmHg. Το μίγμα εισέρχεται στην στήλη στους 25°C και σε συνθήκες πίεσης ~1 atm. Το περιεχόμενο των ατμών του διαλύτη στο μίγμα θα μειωθεί στην έξοδο της στήλης (κορυφή) στο 10 % της αρχικής τιμής. Το έλαιο που εισέρχεται από την κορυφή έχει μέσο μοριακό βάρος 200, ιξώδες 2.5 cP, και πυκνότητα 900 Kg/m<sup>3</sup>, το οποίο παρόλο που δεν μπορεί να θεωρηθεί ως ιδανικό ακολουθεί το νόμο του Raoult. Η τάση ατμών διαλύτη στους 25°C, είναι 400 mmHg. Θεωρείστε ισόθερμη διεργασία. Υπολογίστε:

(α) Υπολογίστε όλες τις παροχές στην βάση και στην κορυφή της στήλης απορρόφησης, τόσο για τα μίγματα όσο και για τα καθαρά συστατικά ( $G_i, G_i', L_i, L_i'$ )

(γ) Τον ελάχιστο λόγο υγρού/αερίου,  $L'/G'$

(β) Για ένα λόγο ροής υγρού/αερίου ίσο με 1.4 φορές μεγαλύτερο του ελαχίστου υπολογίστε τα moles του ελαίου που εισέρχονται στην στήλη απορρόφησης ανά δευτερόλεπτο

(δ) Σχεδιάστε το διάγραμμα McCabe-Thiele ( $Y$  vs.  $X$ ) και υπολογίστε τον αριθμό των θεωρητικών βαθμίδων γραφικά

(ε) Υπολογίστε τον αριθμό των θεωρητικών βαθμίδων αναλυτικά, χρησιμοποιώντας καταχρηστικά την εξίσωση Kremser, που ισχύει για αραιά μίγματα

$$N = \frac{1}{\ln(A_0)} \ln \left[ \left( \frac{y_B - mx_T}{y_T - mx_T} \right) \left( 1 - \frac{1}{A_0} \right) + \frac{1}{A_0} \right]$$

με  $A_0 = \frac{L'}{m_i G}$ ,  $y_B = y_{εισόδου αερίου}$ ,  $y_T = y_{εξόδου αερίου}$ ,  $x_T = x_{εισόδου ελαίου}$

**Δεδομένα**

Ογκομετρική παροχή μίγματος αερίου στην βάση της στήλης,  $G_{εισ} = (6 \text{ πρώτα νούμερα ΑΜ} / 7 \text{ νούμερα ΑΜ}) * 5$ , σε m<sup>3</sup>/s, θα πρέπει να τα μετατρέψετε σε γραμμομοριακή παροχή για την συνέχεια των υπολογισμών σας (kmol/s),  $P_{i,εισ}$ : μερική πίεση των ατμών του διαλύτη στο μίγμα στην είσοδο= (3 πρώτα νούμερα ΑΜ) σε mmHg, Παγκόσμια σταθερά αερίων,  $R=8.314 \text{ J/(Kmol)}$

**Πρόβλημα 4 (Άσκηση 6.9 του βιβλίου). Σύστημα απορροφητή-στήλη εξάντλησης.**

Μια μονάδα ανάκτησης διαλύτη αποτελείται από έναν απορροφητή ακολουθούμενο από στήλη εξάντλησης, ενώ τόσο ο απορροφητής όσο και η στήλη εξάντλησης είναι στήλες με δίσκους. Το ενενήντα τοις εκατό του βενζολίου (B) στο ρεύμα του αερίου εισόδου, το οποίο περιέχει 0.06 mol B/mol αδρανούς αερίου (χωρίς το αέριο B) ανακτάται στον απορροφητή. Το έλαιο που εισάγεται στην κορυφή του απορροφητή περιέχει 0.01 mol B/mol καθαρού ελαίου. Στο εξερχόμενο υγρό,  $X = 0.19$  mol B/mol καθαρού ελαίου. Η θερμοκρασία λειτουργίας είναι 77 °F (25 °C).

**Στη στήλη εξάντλησης**, για την απομάκρυνση του βενζολίου από το πλούσιο σε βενζόλιο έλαιο στους 110 °C χρησιμοποιείται υπέρθερμος ατμός. Η συγκέντρωση βενζολίου στο έλαιο  $x_{in} = 0.19$  στην είσοδο (πάνω μέρος της κλίνης) και 0.01 στην έξοδο (οι τιμές αυτές είναι γραμμομοριακά κλάσματα). Ο λόγος γραμμομοριακής ροής του ελαίου (καθαρού) προς τον ατμό (χωρίς βενζόλιο)  $(L'/G') = 2.0$ . Οι ατμοί συμπυκνώνονται, διαχωρίζονται και απομακρύνονται. Τα πρόσθετα δεδομένα είναι: MB ελαίου = 200, MB βενζολίου = 78 και MB αερίου = 32. Τα δεδομένα ισορροπίας του βενζολίου παρέχονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Δεδομένα ισορροπίας σε πιέσεις στήλης		
$X$ στο έλαιο	$Y$ στο αέριο, 25 °C	$Y$ στο ρεύμα, 110 °C
0	0	0
0.04	0,011	0.10
0.08	0.0215	0.21
0.12	0.032	0.33
0.16	0.042	0.47
0.20	0.0515	0.62
0.24	0.060	0.795
0.28	0.068	1.05

Υπολογίστε (α) το γραμμομοριακό κλάσμα του ελαίου που δεν περιέχει B προς το αέριο που δεν περιέχει B στην στήλη απορρόφησης  $(L'/V')$ , (β) τον αριθμό των θεωρητικών βαθμίδων για τον απορροφητή και (γ) τον ελάχιστο ρυθμό ροής ατμού που απαιτείται για την απομάκρυνση βενζολίου από 1 mol ελαίου υπό τις δεδομένες τελικές συνθήκες, θεωρώντας ότι η στήλη εξάντλησης διαθέτει άπειρο αριθμό δίσκων.

#### **Πρόβλημα 5.**

Σε ένα πύργο απορρόφησης, γράψτε το ισοζύγιο μάζας για το διαλυτό αέριο και υποθέτοντας αραιά μίγματα βρείτε την αναλυτική σχέση για τον αριθμό των μονάδων μεταφοράς και για το συνολικό ύψος του Πύργου. Περιγράψτε αναλυτικά όλα τα βήματα σας και **δείξτε όλες τις πράξεις σας αναλυτικά.**

**Πρόβλημα 6.** Επαναλάβετε το πρόβλημα 5 για την περίπτωση πυκνών μιγμάτων.

(συμβουλευτείτε τις διαφάνειες του μαθήματος και του φροντιστηρίου.

