ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΜΑΖΑΣ – ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΙΟΥΝΙΟΥ 2018

**ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ: 3 h**

ΕΠΙΒΑΛΛΕΤΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΒΙΒΛΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΦΑΝΕΙΩΝ ΘΕΩΡΙΑΣ

**ΑΛΛΑ ΔΕΝ ΕΠΙΤΡΕΠΟΝΤΑΙ ΦΥΛΛΑΔΙΑ ΜΕ ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ**

ΜΕΛΕΤΗΣΤΕ ΠΡΟΣΕΚΤΙΚΑ ΤΙΣ ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ – Η ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΟΥΣ ΕΙΝΑΙ ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

**ΚΑΛΗ ΤΥΧΗ**

Πρόβλημα Νο.1 (35%):

Σε μια μονάδα βιολογικού καθαρισμού η επεξεργασία των υγρών αποβλήτων γίνεται με την αερόβια αποδόμηση της οργανικής ύλης με κατάλληλους μικροοργανισμούς. Οι μικροοργανισμοί αιωρούνται στην κυλινδρική δεξαμενή επεξεργασίας διαμέτρου 2 m και βάθους 0.6 m. Το οξυγόνο διαχέεται από την ατμόσφαιρα στην δεξαμενή όπου καταναλώνεται με κινητική της οποίας η σταθερά είναι 0.89 s-1. Η διάχυση του οξυγόνου είναι μονοδιάστατη, η διεργασία είναι σε μόνιμη κατάσταση, ο αέρας και το απόβλητο βρίσκονται σε σταθερή θερμοκρασία 300 Κ. Ο συντελεστής διάχυσης του οξυγόνου είναι 1.1 10-4 cm2 s-1, ενώ η διαλυτότητα του οξυγόνου στους 300 Κ είναι 8 10-5 g cm-3.

α) Καταστρώστε την διαφορική εξίσωση που διέπει την μεταφορά οξυγόνου προσδιορίζοντας τις συνοριακές συνθήκες και αναφέροντας τις (επιπλέον) παραδοχές σας. [10%]

β) Επιλύοντας την διαφορική, εξάγετε την κατανομή της συγκέντρωσης και της γραμμομοριακής παροχής του οξυγόνου συναρτήσει του βάθους z. [15%]

γ) Προσδιορίστε τον ρυθμό μεταφοράς μάζας του οξυγόνου στην θέση z=0. [5%]

δ) Διαχέεται ή όχι το οξυγόνο έως τον πυθμένα της δεξαμενής; [5%]

**Πρόβλημα Νο.2 (20%):**

Να εκτιμηθεί ο μέγιστος ρυθμός εξάτμισης νερού από πισίνα πλάτους 4 m και μήκους 15 m σε 1 atm και 15ΟC. Η ταχύτητα του σχετικά θερμού αέρα μεταβάλλεται μεταξύ 1 και 10 m/s και η σχετική υγρασία στον αέρα από σχεδόν ξηρός αέρας μέχρι 50%.

Η τάση ατμών του νερού στους 15ΟC είναι0.016 atm, ενώ στις συνθήκες του προβλήματος μπορεί να θεωρηθούν οι παρακάτω τιμές:

Συντελεστής διάχυσης: 2.5⋅10-5 m2/s

Κινηματικό ιξώδες νερού: 1.5 10-5 m2/s

Δίνεται R=8.2 10-5 m3.atm/(K.mol)

Επίσης, για τον υπολογισμό μιας μέσης τιμής του αριθμού Sherwood ισχύει:

Sh=0.037Re0.8Sc1/3 για τυρβώδη ροή, Sh=0.323Re0.5Sc1/3 για στρωτή ροή.

**Πρόβλημα Νο.3 (20%):**

Εκτιμήστε τον συντελεστή διάχυσης άπειρης αραίωσης οξικού οξέος [CH3COOH] σε ακετόνη [(CH3)2CO] στους 313 Κ και συγκρίνετε με την πειραματική τιμή 4.04 10-5 cm2/s. Οι Tyn και Calus προτείνουν την εξής σχέση (*J. Chem. Eng. Data*, 20:106 (1975)):

$$D\_{AB}^{o}=8.93 10^{-8}\left(\frac{V\_{A}}{V\_{B}^{2}}\right)^{1/6}\left(\frac{Π\_{B}}{Π\_{A}}\right)^{0.6}\frac{T}{μ\_{Β}}$$

Οι μοριακοί όγκοι της διαλελυμένης ουσίας και του διαλύτη είναι VA=64 mL/mol και VB=77.5 mL/mol, ενώ το ιξώδες του διαλύτη, μΒ, είναι 0.27 cP. Η ιδιότητα Π που εμφανίζεται στην παραπάνω σχέση ονομάζεται παραχωρικό και σχετίζεται με την επιφανειακή τάση των υγρών. Η τιμή της μπορεί να υπολογιστεί ως το άθροισμα των επιμέρους συνεισφορών των δομικών μονάδων ενός μορίου. Για παράδειγμα, η μεθυλομάδα [CH3] έχει τιμή 55.5, η καρβοξυλομάδα 73.8, ενώ η καρβονυλομάδα [CO] 51.3.

Οι Tyn και Calus συνέστησαν επίσης τα εξής:

α) η σχέση δεν πρέπει να εφαρμόζεται για διάχυση σε ιξώδεις διαλύτες > 20-30 cP,

β) όταν η διαλελυμένη ουσία είναι οργανικό οξύ και ο διαλύτης ο,τιδήποτε άλλο εκτός από νερό, μεθανόλη ή βουτανόλη, τότε το οξύ προσμετράται ως «διμερές», επηρεάζοντας αναλόγως τις τιμές του μοριακού όγκου και του παραχωρικού.

Πρόβλημα Νο.4 (25%):

Πορώδης σφαίρα αλουμίνας διαμέτρου 10 mm εμποτίζεται σε διάλυμα KCl συγκέντρωσης 0.25 g/mL. Στην συνέχεια, η σφαίρα βυθίζεται σε τρεχούμενο καθαρό νερό και «ξεπλένεται» το 90% του περιεχόμενου άλατος σε 4.75 h. Ο συντελεστής διάχυσης KCl στο νερό είναι 1.84 10-9 m2/s.

Το πείραμα επαναλαμβάνεται με την σφαίρα να εμποτίζεται τώρα σε διάλυμα KBr συγκέντρωσης 0.28 g/mL και, στην συνέχεια, βυθίζεται σε τρεχούμενο νερό που περιέχει 0.02 g/mL KBr. Σε πόσο χρόνο θα «ξεπλυθεί» το 90% του άλατος εάν ο συντελεστής διάχυσης KBr στο νερό είναι 1.14 10-9 m2/s;

Το νομογράφημα δείχνει για διάφορες γεωμετρίες την συνάρτηση της συγκέντρωσης C\* με το αδιάστατο μεγέθος Deff.t/α2, όπου α είναι το απεικονιζόμενο χαρακτηριστικό μήκος της γεωμετρίας, t ο χρόνος διάχυσης και Deff ο αποτελεσματικός (δρων) συντελεστής διάχυσης.



Deff.t/α2

C\* = (C-C∞)/(Co-C∞)