ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΜΑΖΑΣ (ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ)

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΙΟΥΝΙΟΥ 2021

**Θέμα 1 (3 μονάδες).**

Νερό με αρχική συγκέντρωση οξυγόνου ίση με 10 g O2/m3 έρχεται σε επαφή με ατμόσφαιρα καθαρού οξυγόνου σε θερμοκρασία 298 Κ και πίεση 2 atm. H διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό σε ισορροπία περιγράφεται από την εξίσωση

2 atm, 298 Κ

Καθαρό Ο2

10 g O2/m3

Αρχικά

(*t*=0)

z

*p*O2=*H* *C*O2

όπου *p*O2 είναι η μερική πίεση του οξυγόνου στην αέρια φάση σε atm,

*C*O2 είναι η συγκέντρωση του οξυγόνου στην υγρή φάση σε mol/m3, και

*Η* είναι ο συντελεστής του Henry με τιμή *Η*=0.8 atm / (mol/m3).

H συγκέντρωση του οξυγόνου σε βάθος 0.2 cm από την διεπιφάνεια μετριέται μετά την παρέλευση 1000 s και βρίσκεται ίση με *C*02(t=1000 s, z=0.2 cm) = 45 g/m3.

Mε βάση τα παραπάνω στοιχεία να εκτιμηθεί ο συντελεστής διάχυσης του οξυγόνου στο νερό (**3 μονάδες**).

**Ενδεικτική λύση**

CO2(0)=10 g/m3

CO2(S)=2 atm/(0.8 atm / (mol/m3)) = 2.5 mol/m3 · 32 g/mol = 80 g/m3

CO2(1000 s,0.2 cm)=45 g/m3

Μοντέλο ημι-άπειρου στερεού, σελ. 117 βιβλίου I.K. Kούκου, Εξίσωση (3.2.49) ή Εξίσωση (21.12) από βιβλίο Λυγερού:

(εάν αναφέρεται ως «άπειρο» μέσο αφαιρείται ½ μονάδα)

(εάν δεν αναφέρεται η πηγή της εξίσωσης αφαιρείται ½ μονάδα)



H αντιστροφή έγινε με βάση το Σχήμα 3.5 του βιβλίου του Ι.Κ. Κούκου ή Παράρτημα Π.1.2.

(εάν δεν αναφέρεται η πηγή για την αντιστροφή της εξίσωσης αφαιρείται ½ μονάδα)

 

**Θέμα 2 (7 μονάδες).**

Καθαρό αέριο συστατικό Α βρίσκεται σε επαφή με επίπεδη καταλυτική επιφάνεια στην οποία γίνεται η ακαριαία αντίδραση Α→Β με μηδενική πρακτικά συγκέντρωση του Α επάνω στην καταλυτική επιφάνεια (*y*A(z=0)=0, *y*B(z=0)=1, όπου *y* το γραμμομοριακό κλάσμα του συστατικού Α ή Β που δηλώνεται ως δείκτης και z η απόσταση από την καταλυτική επιφάνεια).

Το παραγόμενο συστατικό Β διαχέεται μακριά από την καταλυτική επιφάνεια με ταυτόχρονη μη καταλυτική αντίδραση Β→Α με ρυθμό παραγωγής του Α ίσο με *RΑ*=*k*·yB, όπου η σταθερά της χημικής αντίδρασης k έχει μονάδες mol/(m3 s).

Σε απόσταση δ από την καταλυτική επιφάνεια είναι yA(δ)=1 και yΒ(δ)=0 (η απόσταση δ είναι λοιπόν η απόσταση στην οποία όλο το Β έχει μετατραπεί πάλι σε Α).

Η διεργασία βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση.

**α**. Να γράψετε το ισοζύγιο του συστατικού B (**1 μονάδα**)

**β**. Να γράψετε το ισοζύγιο μάζας του συστατικού A (**1 μονάδα**)

**γ**. Ποια σχέση ικανοποιούν τα *Ν*Α και *Ν*Β (οι ροές των συστατικών Α και Β, αντίστοιχα) (**2 μονάδα**).

**δ**. Να επιλύσετε το ισοζύγιο του Β με κατάλληλες συνοριακές συνθήκες και να βρείτε την αναλυτική λύση (**3 μονάδες**).

**Ενδεικτική Λύση**

**α**. Για το ισοζύγιο μάζας του Β θεωρώ το ακόλουθο σχήμα:

dz

z

δ

NB(z)

NB(z+dz)

Θεωρώ τον όγκο ελέγχου πάχους *dz* και επιφάνειας *S* μεταξύ των διακεκομμένων γραμμών.

Εισερχόμενο Β = Εξερχόμενο Β + Καναναλισκόμενο Β



 (α)

όπου *ΝΒ*(*z*) είναι η συνολική ροή του Β.

(εάν δεν υπάρχει σκαρίφημα ή δεν ορίζεται ο συμβολισμός αφαιρείται ½ μονάδα)

**β**. Για το ισοζύγιο του Α

Εισερχόμενο Α = Εξερχόμενο Α - Καναναλισκόμενο Β



 (β)

όπου *ΝA*(*z*) είναι η συνολική ροή του A.

(εάν δεν υπάρχει σκαρίφημα ή δεν ορίζεται ο συμβολισμός αφαιρείται ½ μονάδα)

**γ**. Από τις Εξισώσεις (α) και (β) με πρόσθεση κατά μέλη προκύπτει ότι

$$\frac{d}{dz}\left(N\_{A}\left(z\right)+N\_{B}\left(z\right)\right)=0⇒N\_{A}\left(z\right)+N\_{B}\left(z\right)=σταθερά$$

Εφαρμογή της λύσης *NA*(*z*)+*NB*(*z*)=σταθερά, στο z=0 σε συνδυασμό με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης δίνει ότι σταθερά=0 και έτσι *NA*(*z*)+*NB*(*z*)=0.

(εάν έχετε την λάθος λογική *d*(f+g)=0 => f+g=0 τότε αφαιρείται 1 μονάδα)

**δ**. Από το ερώτημα (γ) και τον ορισμό της ροής *ΝΒ* προκύπτει ότι:



Αντικαθιστώ την (δ) στην (α) και έχω:



H τελευταία έχει λύση (βλ. σελ 326 βιβλίου Ι.Κ. Κούκου)



με συνοριακές συνθήκες *y*B(0)=1 και *y*B(*δ*)=0, οπότε





Η λύση είναι (βλ. σελ. 67 & 68 βιβλίου Ι.Κ. Κούκου)

$$y\_{B}=\frac{sinh\left[mδ\left(1-\frac{z}{δ}\right)\right]}{\sinh(\left(mδ\right))}$$

όπου *m*=*k*/*CDAB*.

(στο θέμα αυτό έχει αφαιρεθεί ½ μονάδα σε όσους έχουν γράψει λάθος το νόμο του Fick)