



ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ & ΜΑΖΑΣ

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: Κωνσταντίνος Χρυσικόπουλος
Φροντιστηριακές Ασκήσεις: Αφροδίτη Παπαδοπούλου

Βαθμός

3^η ΟΜΑΔΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Προθεσμία υποβολής : 14:00, Τετάρτη 9 Δεκεμβρίου 2020

Ονοματεπώνυμο:	
Αριθμός μητρώου:	

Απαντήστε τις ερωτήσεις **χειρόγραφα** στο χώρο που σας δίδεται ή στην πίσω πλευρά της κάθε σελίδας. Προσοχή στις (σωστές) μονάδες. Όλες οι ερωτήσεις είναι ισοδύναμες, με 20 μονάδες για τη σωστή απάντηση, ενώ μη πλήρεις απαντήσεις θα παίρνουν ανάλογα λιγότερες μονάδες. **Παρακαλώ να ανεβάσετε τις απαντήσεις σας στο E-class, σκαναρισμένες ως ένα έγγραφο μορφής pdf μέχρι την ώρα που λήγει η προθεσμία υποβολής. Εκπρόθεσμες υποβολές δεν μπορούν να γίνουν δεκτές.** Η παράμετρος «A1» στις ασκήσεις αντιστοιχεί στο **άθροισμα που δίνουν τα δύο τελευταία ψηφία του αριθμού μητρώου σας**, όπως καταγράφεται στην πρώτη σελίδα, και πρέπει να αντικατασταθεί από αυτό. Π.χ. αν AM=2014050009 τότε A1=9, αν AM=20140500155 τότε A1=10 και αν AM=20140500098 τότε A1=17. **Ασκήσεις λυμένες με A1 που δεν αντιστοιχεί στον AM σας, δεν θα βαθμολογούνται!**

A1=	
-----	--

Μην ξεχάσετε να γράψετε το όνομα, το επώνυμο, τον αριθμό μητρώου σας. Αναφέρετε σαφώς όλες τις παραδοχές σας. Προσοχή στις σωστές μονάδες!

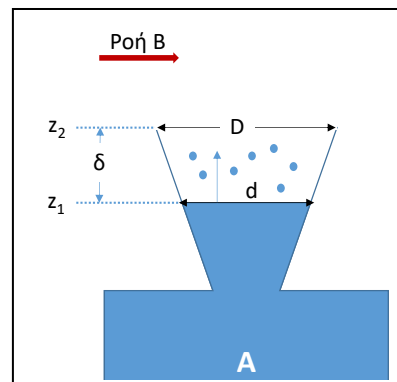
Χλωροφόρμιο (CHCl_3) σε υγρή κατάσταση εξατμίζεται μέσα σε σωλήνα που περιέχει αέρα. Στο άνω χείλος του σωλήνα υπάρχει ρεύμα αέρα που παρασύρει το χλωροφόρμιο που έχει εξατμιστεί. Θεωρείστε ότι ο αέρας δεν διαλύεται στο χλωροφόρμιο. α) Να βρεθεί ο συνολικός ρυθμός εξατμισμού W_A , του χλωροφορμίου (A) στον αέρα (B) σε mol/s. (β) Αν στη λύση της άσκησης, δεν λαμβάναμε υπόψη τη συναγωγή (c_{Au}^M) αλλά μόνο τη διάχυση (J_A), ποιο θα ήταν το σφάλμα στην απάντηση; Δίνονται:

$T = [2 + 2 \cdot A1]^\circ\text{C}$, $P = 760 \text{ mmHg}$, $D_{AB} = 0,104 \text{ cm}^2/\text{s}$, $\rho_A = 1,49 \text{ g/cm}^3$.

Η τάση ατμών του CHCl_3 δίνεται από την εξίσωση Antoine:

$$\log_{10}(P) = 6,95465 - \frac{1170,97}{T + 226,32}$$

όπου P σε mmHg και T σε $^\circ\text{C}$. Υπενθυμίζεται $R = 8,314 \text{ J/K mol}$.



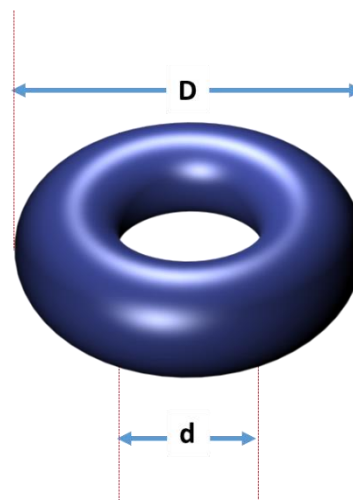
Υπόδειξη: Να θεωρήσετε διάχυση σε στάσιμο αέριο και μόνιμη κατάσταση με συναγωγή και χωρίς συναγωγή. Προσοχή η επιφάνεια κάθετη στην ροή του A είναι μεταβλητή και η διάμετρος του κύκλου σε κάθε $z_1 < z < z_2$ δίνεται από τη σχέση

$$d(z) = \left(D - \frac{D-d}{\delta} z_2 \right) + \left(\frac{D-d}{\delta} \right) z$$

Να συμπληρωθούν για το **A1=.....** σας:

▪ Θερμοκρασία	$T = [2 + 2 \cdot A1]^\circ\text{C} =$
▪ Απόσταση διεπιφάνειας από το χείλος του σωλήνα	$\delta = z_2 - z_1 = [15 + 0,5 \cdot A1] \text{ cm} =$
▪ Μεγάλη διάμετρος	$D = [2,0 + 0,1 \cdot A1] \text{ cm} =$
▪ Μικρή διάμετρος	$d = [1,00 + 0,05 \cdot A1] \text{ cm} =$

Ένα αναβράζον χάπι βιταμίνης D για παιδιά έχει σχήμα δακτυλιοειδούς τόρου, με εξωτερική διάμετρο $D=[5+0,1 \cdot A1]\text{mm}$ και εσωτερική διάμετρο $d=2\text{mm}$, τοποθετείται σε ποτήρι με νερό όγκου $V_w=[200+2 \cdot A1]\text{ml}$. Να γραφεί το ισοζύγιο μάζας, η οριακή συνθήκη και να εξαχθεί η σχέση που περιγράφει το συντελεστή μεταφοράς μάζας κατά την αρχική φάση της διαλυτοποίησης του χαπιού. Να υπολογιστεί ο συντελεστής μεταφοράς μάζας σε χρόνο $t=[5+0,1 \cdot A1]\text{ s}$, τη στιγμή δηλαδή που η συγκέντρωση της ενεργής ουσίας στο νερό έχει φτάσει τα $[10+0,1 \cdot A1]\text{ ng/ml}$. Χρησιμοποιείτε τη θεωρία του υμένα. Δίνεται η αρχική συγκέντρωση της ενεργής ουσίας στο χάπι ίση με 40 ng/cm^3 .



Υπόδειξη: Υποθέτουμε ψευδομόνιμες συνθήκες και θεωρούμε ότι το σχήμα της βιταμίνης παραμένει σταθερό (σταθερό D και d) κατά τη χρονική περίοδο που ενδιαφερόμαστε.

Να ξεκινήσετε με ισοζύγιο της ενεργής ουσίας (A):

Ρυθμός απομάκρυνσης του A από
το δισκίο

=

Ρυθμός μεταφοράς του A από την
επιφάνεια του χαπιού στο νερό

Δίνονται για τον δακτυλιοειδή τόρο:

Επιφάνεια $S=4\pi^2 Rr$

Όγκος $V=2\pi^2 Rr^2$ όπου R και r, η εξωτερική και εσωτερική ακτίνα, αντίστοιχα.

Να συμπληρωθεί για το **A1=.....** σας:

▪ Εξωτερική διάμετρος	$D=[5+0,1 \cdot A1]\text{ mm}$
▪ Όγκος νερού	$V_w=[200+2 \cdot A1]\text{ ml}$
▪ Χρόνος	$t_1=[5+0,1 \cdot A1]\text{ s}$
▪ Συγκέντρωση της ενεργής ουσίας στο νερό	$c_A(t_1)=[10+0,1 \cdot A1]\text{ ng/ml}$

Άσκηση 3**/20**

Σε ένα καλά αναδευόμενο δοχείο με νερό στους 303 K και 105 kPa βρίσκεται μόνη της μία σφαιρική φυσαλίδα οξυγόνου. Αρχικά η διάμετρος της φυσαλίδας ήταν $[0,25+0,01 \cdot A1]$ cm. Ύστερα από $[4+0,1 \cdot A1]$ min, η διάμετρος της φυσαλίδας γίνεται $[0,10+0,01 \cdot A1]$ cm. Ποια είναι η τιμή του συντελεστή μεταφοράς μάζας; Σε πόσο χρόνο η διάμετρος της φυσαλίδας θα γίνει ίση με το ένα τέταρτο της αρχικής διαμέτρου της; Δίνεται η συγκέντρωση κορεσμού οξυγόνου στο νερό $1,6 \times 10^{-3}$ mol/L.

Υπόδειξη: Να θεωρήσετε ότι στη διεπιφάνεια φυσαλίδας-νερό η συγκέντρωση του οξυγόνου είναι ίση με την συγκέντρωση κορεσμού, ενώ στο νερό είναι αμελητέα. Μέσα στη φυσαλίδα το οξυγόνο συμπεριφέρεται ως ιδανικό αέριο στις συνθήκες που δίνονται, με τη συγκέντρωση να παραμένει σταθερή (όσο απομακρύνεται οξυγόνο από τη φυσαλίδα αντίστοιχα μειώνεται ο όγκος της). Δίνεται $R=8,314$ J/K mol.

Να ξεκινήσετε με ισοζύγιο του οξυγόνου (A) στη φυσαλίδα:

Ρυθμός απομάκρυνσης του A από τον όγκο της φυσαλίδας
--

=

Ρυθμός μεταφοράς του A από την επιφάνεια της φυσαλίδας στο νερό

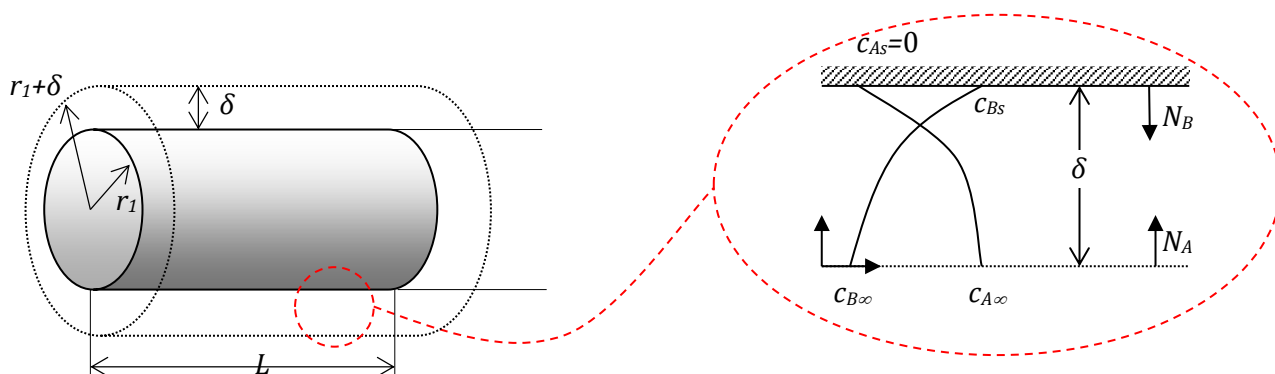
Να συμπληρωθεί για το **A1=...0... σας:**

▪ Αρχική διάμετρος της φυσαλίδας	$d_0=[0,25+0,01 \cdot A1]$ cm
▪ Χρόνος	$t_1=[4+0,1 \cdot A1]$ min
▪ Διάμετρος της φυσαλίδας	$d_1=[0,10+0,01 \cdot A1]$ cm

Στην επιφάνεια ενός κυλινδρικού καταλύτη με ακτίνα $r=r_1$ συμβαίνει η αντίδραση αερίων $2A \rightarrow B$, ακαριαία και μη αντιστρεπτά. Το αντιδρών A διαχέεται προς την επιφάνεια του καταλύτη μέσω μιας στιβάδας διάχυσης με πάχος δ και το προϊόν B διαχέεται μακριά από την επιφάνεια του καταλύτη. Να βρεθεί η σχέση που περιγράφει το ρυθμό μεταφοράς του A, $N_A(r)$ και η τιμή του στο μέσο του υμένα. Θεωρείστε ότι στο $r=r_1=[5+0,1 \cdot A1]\text{mm}$ $c_A=c_{As}=0$, ενώ στο $r=r_1+\delta$, όπου $\delta=[0,8+0,1 \cdot A1]\text{mm}$ $c_A=c_{A\infty}=10^{-2}\text{ kmol/m}^3$.

Δίνονται $L=10\text{ cm}$, $D_{AB}=2,1 \cdot 10^{-5}\text{ m}^2/\text{s}$, $P=100\text{ kPa}$, $T=[500+10 \cdot A1]\text{K}$, $R=8,314\text{ J/K mol}$

Υπόδειξη: Θεωρείστε μονοδιάστατη μεταφορά μάζας (στην ακτινική κατεύθυνση) σε μόνιμες συνθήκες και αγνοήστε την επίδραση των άκρων του καταλύτη. Εφόσον η αντίδραση είναι ακαριαία της μορφής $2A \rightarrow B$ προκύπτει ότι $N_A|_{r_1} = -2N_B|_{r_1}$. Προσοχή, ενώ ο ρυθμός μεταφοράς W_A είναι σταθερός, ο ρυθμός N_A εξαρτάται από το r .



Να συμπληρωθεί για το **A1=.....** σας:

▪ Ακτίνα καταλυτικού σωματιδίου	$r_1=[5+0,1 \cdot A1]\text{mm} =$
▪ Πάχος υμένα	$\delta=[0,8+0,1 \cdot A1]\text{mm} =$

Σφαίρα στερεής ουσίας Α (Μοριακού βάρους $M_{rA}=100 \text{ g/mol}$) διαμέτρου $d=[10+A1]\text{mm}$ και πυκνότητας $0,6 \text{ g/cm}^3$ αιωρείται σε υγρό Β (πυκνότητας $0,88 \text{ g/cm}^3$). Επειδή το στερεό Α είναι ελαφρώς διαλυτό στο υγρό Β, το στερεό Α διαλύεται και διαχεύεται στην υγρή φάση και ταυτόχρονα αντιδρά με το Β. Η αντίδραση είναι ομογενής πρώτης τάξης $r_A=-k_1C_A$. Η διαλυτότητα του στερεού Α στο Β είναι $C_{A0}=10^{-6} \text{ mol A/L B}$.

(α) Να εξαχθεί το προφίλ της συγκέντρωσης του Α σε μόνιμες συνθήκες (δηλαδή, όταν η μάζα του Α που διαχέεται από την επιφάνεια της σφαίρας στο υγρό Β είναι ίση με αυτή που αντιδρά με το υγρό Β). Τι παραδοχές θα κάνετε για τις οριακές συνθήκες?

(β) Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του Α σε απόσταση $[1+A1]\mu\text{m}$ από την επιφάνεια της σφαίρας αν $D_{AB}= 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$, και $k_1=[5+A1]\text{s}^{-1}$

Υπόδειξη: Να λύσετε την άσκηση ως διάχυση με ομογενή αντίδραση.

Δίνεται ότι η λύση της διαφορικής εξίσωσης:

$\frac{d}{dx} \left(x^2 \frac{dy}{dx} \right) - ax^2 = 0$ είναι της μορφής $y(x) = \frac{C_1}{x} \exp(ax) + \frac{C_2}{x} \exp(-ax)$ όπου C_1, C_2 σταθερές

Να συμπληρωθεί για το **A1=.....** σας:

▪ Διάμετρος σφαίρας	$d=[10+A1]\text{mm}$
▪ Απόσταση	$\delta=[1+A1]\mu\text{m}$
▪ Σταθερά αντίδρασης	$k_1=[5+A1]\text{s}^{-1}=$