

Θέμα 1. Ιξωδόμετρο ρίψης σφαίρας

A) Στην εργαστηριακή άσκηση ρίψης σφαίρας για μέτρηση του ιξώδους ρευστού κάντε το σχήμα για την σφαίρα, τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω του όταν αυτό έχει πιάσει την οριακή ταχύτητα U_∞ (η πυκνότητα της σφαίρας είναι μεγαλύτερη από την πυκνότητα του ρευστού) **(0.5 μονάδα)**

B) Στη σχέση ισορροπίας δυνάμεων λύστε ως προς U_∞ και απλοποιήστε όσο γίνεται τη σχέση **(1 μονάδα)**

- i) Τι θα συμβεί στην U_∞ αν βάλω σφαίρα με μεγαλύτερη πυκνότητα?
- ii) Τι συμβαίνει στην U_∞ αν βάλω σφαίρα μικρότερης διαμέτρου?
- iii) Στη στήλη του πειράματος, η γλυκερίνη όντας υγροσκοπική, απορροφά υγρασία από την ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα το ιξώδες του ρευστού στο πάνω μέρος της στήλης να αλλάξει. Που περιμένετε μεγαλύτερη U_∞ ? Στο πάνω ή στο κάτω μέρος της στήλης?

Δίνονται:

$\mu_{\text{νερού}} = 0.001 \text{ Pa s}$, $\mu_{\text{γλυκερίνη}} = 1.412 \text{ Pa s}$, Δύναμη Stokes $F_{st} = 6\pi\mu R U_\infty$

Δύναμη άνωσης: $F_b = V_{\text{σφαίρας}} \cdot \rho_{\text{ρευστού}} \cdot g$

Θέμα 2. Απορρόφηση SO_2 με νερό

SO_2 από ένα ρεύμα αέρα απορροφάται με καθαρό νερό σε στήλη με πληρωτικά υλικά. Ο αέρας είναι 1.6% κατ' όγκο και το γραμμομοριακό κλάσμα του αερίου στην έξοδο είναι $y_{\text{SO}_2, \text{out}} = 0.004$. Οι γραμμομοριακές παροχές για το αέριο και υγρό αντίστοιχα είναι $G = 0.062 \text{ kmol/s}$ και $L = 2.2 \text{ kmol/s}$. Υποθέστε αραιά μίγματα (Σταθερές γραμμομοριακές παροχές L , G)

- A) Υπολογίστε το γραμμομοριακό κλάσμα του SO_2 στο υγρό στην έξοδο της στήλης $x_{\text{SO}_2, \text{out}}$ **(1 μονάδα)**
- B) Αν χρησιμοποιήσετε διπλάσια ποσότητα νερού (L), αλλά μικρότερο μήκος στήλης ώστε το $y_{\text{SO}_2, \text{out}}$ να μην αλλάξει, βρείτε το νέο $x_{\text{SO}_2, \text{out}}$ **(0.5 μονάδα)**

Θέμα 3. Διαπερατότητα διαβρωμένου εδάφους

Οι εντατικές και κακές πρακτικές καλλιέργειας που χαρακτηρίζουν τον σύγχρονο αγροτικό τομέα εξαντλούν το χώμα από γονιμότητα με ένα χαρακτηριστικό αποτέλεσμα την μείωση της οργανικής ύλης στο έδαφος. Ένα μεγάλο ποσοστό οργανικής ύλης στο έδαφος αυξάνει την βιοποικιλία στο έδαφος και την ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών που είναι απαραίτητη για την σωστή ανάπτυξη των φυτών, αυξάνει την

απορροφητικότητα του εδάφους σε νερό κάνοντας περισσότερη υγρασία διαθέσιμη στα φυτά (για κάθε 1% αύξηση σε οργανική ύλη η χωρητικότητα του εδάφους σε υγρασία αυξάνεται κατά 3.7%) και αυξάνει το πορώδες του εδάφους επιτρέποντας περισσότερο νερό να διεισδύσει στο χώμα και να μην μένει στην επιφάνεια προκαλώντας πλημμύρες. Επιπλέον τα σωματίδια οργανικής ύλης είναι συνήθως πιο μεγάλα από την λάσπη (ιλύς) και τον πηλό αυξάνοντας επιπλέον την διαπερατότητα του εδάφους.

A) Συνδυάστε τις δύο σχέσεις Darcy και Kozeny για να εξάγετε μια σχέση για την διαπερατότητα k που να εξαρτάται από το πορώδες, τη διάμετρο σωματιδίων και τη σφαιρικότητα **(1 μονάδα)**

$$\text{Darcy: } u_0 = \frac{k}{\mu L} \Delta P, \quad \text{Kozeny: } u_0 = \frac{\psi^2 D_p^2 \varepsilon^3}{150(1-\varepsilon)^2 \mu L} \Delta P$$

B) Μελετάτε 2 ειδών χώματα. Το ένα είναι πηλός με μέσο μέγεθος σωματιδίων 0.001 mm, χαμηλό ποσοστό οργανικής ύλης (2%) και πορώδες 0.4. Το δεύτερο είναι επίσης πηλός με ίδιο μέγεθος σωματιδίων αλλά ο συγκεκριμένος έχει ποσοστό οργανικής ύλης 10% και πορώδες 0.75. Θεωρήστε ότι τα σωματίδια οργανικής ύλης έχουν μέγεθος 0.06 mm. Κάντε μια εκτίμηση για το πόσο μεγαλύτερη διαπερατότητα έχει το χώμα με μεγάλο ποσοστό οργανικής ύλης σε σχέση με το εξαντλημένο χώμα. Υποθέστε και στις δύο περιπτώσεις ίδια σφαιρικότητα. **(1 μονάδα)**