

ΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

3^η Ενότητα ασκήσεων

1. Δίνονται οι παρακάτω σταθερές για τον υπολογισμό της τάσης ατμών των καθαρών συστατικών εξάνιο και επτάνιο, σύμφωνα με την σχέση του Antoine $\log_{10}(p_{\text{sat}})=A-B/(t+C)$, όπου $p_{\text{sat}}[=]\text{bar}$, $t[=]\text{ }^\circ\text{C}$.

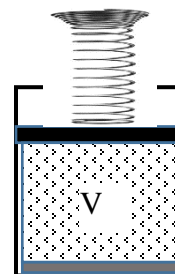
ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	A	B	C
Εξάνιο	4,00265	1171,53	224,376
Επτάνιο	4,02832	1268,636	216,961

(α) Εξάνιο διατηρείται σε σταθερή πίεση 2 bar σε δοχείο μεταβλητού όγκου (πχ. κύλινδρος με έμβολο). Εξετάστε αν θα λάβει χώρα μεταβολή φάσης καθώς το δοχείο θερμαίνεται σταδιακά από τους 70 °C στους 100 °C.

(β) Ποσότητα υγρού επτανίου τοποθετείται σε δοχείο σε ατμοσφαιρικές συνθήκες, το οποίο στη συνέχεια σφραγίζεται αεροστεγώς και διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία 25°C. Υπολογίστε το γραμμομοριακό κλάσμα επτανίου στην αέρια φάση, όταν αποκατασταθεί ισορροπία.

(γ) Ποια είναι η σύσταση μίγματος εξανίου-επτανίου, το οποίο σε ατμοσφαιρική πίεση έχει σημείο φουσαλίδας 80,08 °C; Ποιο είναι το σημείο δρόσου μίγματος με αυτή τη σύσταση;

2. Κύλινδρος με έμβολο περιέχει υγρό νερό όγκου 0,5L με αρχική θερμοκρασία 20°C. Το έμβολο συμπιέζεται από ελατήριο (βλ. σχήμα), έτσι ώστε στην αρχική θερμοκρασία –όπου όλο το ρευστό είναι υγρό- η πίεση να είναι $P_0=1$ bar. Η συμπεριφορά του ελατηρίου εκφράζεται από την εξίσωση $P=kV$, όπου $k=2$ bar/L και V είναι ο όγκος του κυλίνδρου. Υπολογίστε τον όγκο και την πίεση του ρευστού στον κύλινδρο όταν η θερμοκρασία του είναι 150°C. Ειδικότερα, εξετάστε αν το ρευστό μπορεί να είναι μονοφασικό, υγρό ή αέριο, ή είναι υποχρεωτικά διφασικό.



3. Μίγμα δύο συστατικών διαχωρίζεται σε στήλη κλασματικής απόσταξης, όπου τα γραμμομοριακά κλάσματα των προϊόντων κορυφής και πυθμένα ως προς το πτητικότερο συστατικό είναι αντίστοιχα $x_D=0,90$ και $x_B=0,06$. Τα δεδομένα θερμοδυναμικής ισορροπίας του μίγματος εκφράζονται από τις εξισώσεις του σημείου φουσαλίδας, $T_{\Sigma\Phi}=110-45x+15x^2$, και του σημείου δρόσου, $T_{\Sigma\Delta}=110-9y-21y^2$.

(α) Κάντε ένα πρόχειρο διάγραμμα της στήλης με τους δύο εναλλάκτες και τα διάφορα ρεύματα.

(β) Εξετάστε αν το σύστημα των δύο συστατικών έχει αζεοτροπικό σημείο.

(γ) Υπολογίστε τις θερμοκρασίες και συστάσεις των ρευμάτων εισόδου και εξόδου του συμπυκνωτή, αν αυτός παραλαμβάνει τους ατμούς από την κορυφή της στήλης και τους παραδίδει ως κορεσμένο υγρό.

(δ) Αν στον αναβραστήρα ατμοποιείται το 40% της εισερχόμενης γραμμομοριακής παροχής, υπολογίστε τις θερμοκρασίες και συστάσεις των ρευμάτων εισόδου και εξόδου του.

4. Ρεύμα καυσαερίων σε ατμοσφαιρική πίεση έχει κατά βάρος σύσταση 15% CO₂, 12% H₂O, 73% N₂. Υπολογίστε το σημείο δρόσου του ρεύματος και εξετάστε πόσα kg υδρατμού συμπυκνώνονται ανά kg αρχικών καυσαερίων αν τα καυσαέρια ψυχθούν στους 45 °C;

5. Αεροστεγές δοχείο όγκου 1 L, που διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία 25°C, γεμίζεται ως τη μέση με νερό (0,5 L / 500 g). Από τον υπόλοιπο όγκο εκκενώνεται ο αέρας και προστίθεται καθαρό διοξείδιο του άνθρακα, έτσι ώστε η αρχική πίεση στο δοχείο να είναι 2 bar.

(α) Αγνοώντας την εξάτμιση του νερού, υπολογίστε την τελική πίεση που θα επικρατεί στο δοχείο όταν αποκατασταθεί ισορροπία. Δίνεται η σταθερά του νόμου του Henry, $H_{CO_2}(25^\circ C)=1652$ bar.

(β) Εξετάστε αν η εξάτμιση του νερού επηρεάζει αισθητά το παραπάνω αποτέλεσμα. Δίνεται η τάση ατμών $p_{sat}(25^\circ C)=0,032$ bar.

6. Ρεύμα αέρα, πίεσης P και παροχής F m³/s, περιέχει σε μικρή αναλογία c_{g0} kmol/m³ SO₂ και για τον καθαρισμό του διέρχεται σε μορφή φυσαλίδων μέσα από δοχείο-πλυντρίδα που περιέχει ορισμένη ποσότητα (V m³) νερού. Όλα τα ρεύματα διατηρούνται στη θερμοκρασία περιβάλλοντος, T.

(α) Σχολιάστε τηλεγραφικά την παραδοχή ότι η πλυντρίδα λειτουργεί ως δοχείο πλήρους ανάδευσης και συσχετίστε την στιγμιαία σύσταση, $c_g(t)$, του αέριου ρεύματος εξόδου με τη στιγμιαία σύσταση $c_l(t)$ kmol/m³ του νερού σε SO₂. Διατυπώστε σαφώς οποιανδήποτε θερμοδυναμική σχέση επικαλεστείτε.

(β) Καταστρώστε και επιλύστε μεταβατικό ισοζύγιο μάζας ώστε να περιγράψετε την χρονική μεταβολή της σύστασης εξόδου $c_g(t)$ του αέριου ρεύματος.

(γ) Υπολογίστε μετά πόσο χρόνο πρέπει να ανανεωθεί το νερό στην πλυντρίδα αν η μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση εξόδου είναι $c_{g1}=0,01 c_{g0}$.