

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ
3η Ενότητα Ασκήσεων (επιστροφή με e-mail έως 04/11)

1. Μία απλή συσχέτιση για τον λόγο ολίσθησης μεταξύ υγρής και αέριας φάσης σε διαφασική ροή είναι η εξής:

$$S = \left(\frac{\rho_l}{\rho_g} \right)^{1/2}$$

Δείξτε ότι η σχέση αυτή αντιστοιχεί στην ελαχιστοποίηση της συνολικής ορμής των δύο φάσεων.

2. Μικρός λέβητας πίεσης 10 bar παράγει ατμό θερμοκρασίας 235 °C και λειτουργεί με καύσιμο προπάνιο (C₃H₈) και 5% περίσσεια αέρα (αναλογία N₂/O₂: 79/21 κατ' όγκο). Το καύσιμο και ο αέρας εισέρχονται στους 25 °C και τα καυσαέρια εξέρχονται σε πίεση 1,1 bar. Ο χρησιμοποιημένος ατμός επιστρέφει στο λέβητα ως συμπύκνωμα θερμοκρασίας 40 °C.

(α) Επιβεβαιώστε ότι η πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης πλήρους καύσης είναι -2043,1 kJ/mol C₃H₈, και υπολογίστε την αδιαβατική θερμοκρασία φλόγας για αυτές τις συνθήκες καύσης.

(β) Υπολογίστε τα kg καυσαερίων που παράγονται ανά mol C₃H₈ που καίγεται. Αν η ειδική θερμοχωρητικότητα των καυσαερίων είναι C_{p,g}=1,1 kJ/kg °C και η θερμοκρασία εξόδου τους από τον χώρο καύσης 190 °C, υπολογίστε τα kg ατμού που παράγονται ανά mol C₃H₈ που καίγεται.

(γ) Δώστε μία εκτίμηση για το σημείο δρόσου των καυσαερίων. Μπορεί να συνεισφέρει η λανθάνουσα θερμότητα των καυσαερίων στην προθέρμανση της τροφοδοσίας του συμπυκνώματος;

3. Θερμοηλεκτρικός σταθμός ηλεκτρικής ισχύος 800 MW, λειτουργεί με ατμό 600 K και απορρίπτει θερμότητα σε ποταμό θερμοκρασίας 293 K.

(α) Ποιος είναι ο μέγιστος θεωρητικός βαθμός απόδοσης για τη μετατροπή της θερμότητας σε έργο;

(β) Αν η μονάδα λειτουργεί με απόδοση 70% της μέγιστης θεωρητικής, πόση θερμότητα απορρίπτεται στον ποταμό;

4. Χρησιμοποιώντας πίνακες ατμού (π.χ. <https://www.checalc.com/calc/steam.html>)

(α) Συγκρίνετε τις συνεισφορές στην ενθαλπία λόγω αύξησης θερμοκρασίας και πίεσης κατά την μεταβολή νερού από αρχικές συνθήκες 1 bar, 20 °C σε τελικές 1000 bar, 50 °C.

(β) Ελέγξε την ισχύ της εξίσωσης Clapeyron για την ισορροπία υγρού/ατμού, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα πινάκων ατμού σε δύο περιοχές, μία γύρω στους 100°C και μία γύρω στους 360°C.

5. Εφευρέτης ισχυρίζεται ότι έχει κατασκευάσει μία συσκευή που λειτουργεί μόνον με κορεσμένο ατμό 150°C και παρέχει συνεχώς θερμότητα σε θερμοκρασία 200°C.

(α) Υποθέτοντας ότι είναι διαθέσιμο άφθονο νερό ψύξης σε θερμοκρασία 20°C, εξετάστε αν είναι δυνατή η λειτουργία μίας τέτοιας συσκευής.

(β) Η εφευρέτης ισχυρίζεται ότι η συσκευή του παρέχει σταθερά 2000 kJ θερμότητα για κάθε kg ατμού τροφοδοσίας. Ελέγξε την βασιμότητα του ισχυρισμού.