

- 2.8 Για λόγους απλούστευσης θα υποθέσουμε ότι 10 kg αέρα που βρίσκεται σε ένα αεροστεγές δοχείο με σταθερό όγκο 10 m^3 , έχουν μόνο δυο ανεξάρτητες μεταβλητές A και B . Σε χρόνο $t = 0$, οι μετρήσεις δείχνουν ότι, $A = 12$ και $B = 14$, ενώ μετά από χρόνο 5 h οι αντίστοιχες τιμές είναι $A = 10$ και $B = 14$.
- (α) Ποιο είναι το σύστημα σ' αυτό το πρόβλημα;
 - (β) Ποιες είναι οι τιμές των ποσοτήτων των συστατικών και των παραμέτρων; Ποιες είναι οι περιοχές αυτών των τιμών;
 - (γ) Ποια είναι η κατάσταση του συστήματος στο χρόνο $t = 0$;
 - (δ) Ποια είναι η κατάσταση του συστήματος στο χρόνο $t = 5 \text{ h}$;
- 2.9 Θεωρήστε τις περιγραφές που δίνονται παρακάτω κατά ζεύγη και επισημάνετε ποια ζεύγη ορίζουν το ίδιο σύστημα και ποια την ίδια κατάσταση. Σημειώστε ότι οι σχετικές απαντήσεις εξαρτώνται από το πώς ορίζεται κάθε σύστημα. Για κάθε περιγραφή θεωρήστε ποικίλους εναλλακτικούς ορισμούς συστήματος.

- (α) Δύο χιλιόγραμμα ύδατος που περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα 1 rpm σε ένα υδατοστεγές δοχείο 2 λίτρων.
- (β) Δύο χιλιόγραμμα αλκοόλης που περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα 1 rpm σ' ένα στεγανό δοχείο 2 λίτρων.
- (γ) Ένα χιλιόγραμμα ύδατος σε ακινησία μέσα σ' ένα στεγανό δοχείο ενός λίτρου.
- (δ) Δύο χιλιόγραμμα ύδατος σ' ένα στεγανό δοχείο χωρισμένο σε δύο ίσα διαμερίσματα μέσω ενός στερεού διαχωρισματος.
- (ε) Τα προϊόντα ηλεκτρόλυσης H_2 και O_2 , δύο χιλιόγραμμων ύδατος σ' ένα στεγανό δοχείο 2 λίτρων.
- (στ) Δύο χιλιόγραμμα ύδατος σε δοχείο 2 λίτρων που διαρρέεται συνεχώς με ρυθμό 1 kg/h.

2.10 Δέκα χιλιόγραμμα αέρα είναι εγκλεισμένα σ' ένα αεροστεγές αερόστατο με σταθερό όγκο 10 m^3 . Για λόγους απλούστευσης, δεχθείτε ότι ο αέρας έχει δυο μόνο ανεξάρτητες ιδιότητες A και B κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες (είναι μάλλον ατυχής παραδοχή, αλλά απλουστεύει την άσκηση). Μετρήσεις των A και B που έγιναν συναρτήσει του χρόνου για περίοδο 10 h έδωσαν αποτελέσματα $A(t) = A_{\text{ave}}(1 + \sin \omega t)$ και $B(t) = B_{\text{ave}}$, όπου $\omega = 80 \text{ s}^{-1}$, $A_{\text{ave}} = 10$ μονάδες ιδιότητας A , και $B_{\text{ave}} = 10$ μονάδες ιδιότητας B . Οι μέσες τιμές των A και B στη διάρκεια της περιόδου των μετρήσεων είναι ίσες με A_{ave} και B_{ave} αντίστοιχα. Τίθενται τα ακόλουθα ερωτήματα:

- (α) Ποιο είναι το σύστημα;
- (β) Ποιες είναι οι παράμετροι;
- (γ) Ποια είναι η κατάσταση του συστήματος σε χρόνο $t = 5 \text{ min}$;
- (δ) Σχετίζονται οι μέσες τιμές με κάποια κατάσταση του συστήματος;

2.11 Ένα σύστημα απαρτίζεται από ένα σωματίδιο χωρίς δομή σ' ένα δοχείο σταθερού όγκου και έχει μόνο δυο ανεξάρτητες ιδιότητες P_1 και P_2 . Αποφανθείτε για τον τύπο αλλαγής της κατάστασης που δίδουν οι ακόλουθες προδιαγραφές, δηλαδή αποφανθείτε κατά πόσο λαμβάνει χώρα αλλαγή κατάστασης, κατά πόσο αυτή είναι προκλητή ή αυθόρμητη, καθώς και αν το σύστημα υπόκειται ή όχι σε αλληλεπιδράσεις, όταν:

- (α) Οι τιμές των ιδιοτήτων P_1 και P_2 μεταβάλλονται με τον χρόνο, ενώ δυο ταυτόσημα βάρη συνδεδεμένα με το σωματίδιο μέσω ανεξαρτήτων μηχανισμών κινούνται, το ένα ανυψούμενο και το άλλο κατερχόμενο με την ίδια ταχύτητα. Το σωματίδιο δεν συνδέεται με άλλο σώμα στο περιβάλλον.
- (β) Ομοίως, όπως στην περίπτωση (α), με μόνη διαφορά ότι οι τιμές των ιδιοτήτων P_1 και P_2 δεν αλλάζουν με τον χρόνο.
- (γ) Ομοίως, όπως στην περίπτωση (α), με μόνη διαφορά ότι καθένα από τα δυο βάρη έχει μηδενική ταχύτητα.

3.15 Ο κινητήρας ενός ευρωπαϊκού αυτοκινήτου έχει μέγιστη ισχύ 120 hp (ίππων) όταν το αυτοκίνητο τρέχει με ταχύτητα 140 km/h. Η κατανάλωση καυσίμου στη μέγιστη ταχύτητα είναι περίπου 0.2 kg βενζίνης/km. Η ποσότητα ενέργειας που παραλαμβάνει ο κινητήρας από την καύση 1 kg βενζίνης είναι περίπου 11,000 kcal, αλλά μόνο κλάσμα αυτής της ενέργειας μετατρέπεται σε κινητήριο έργο. Η τιμή της βενζίνης είναι \$1.4 ανά kg.

- (α) Ποιο είναι το κλάσμα της ισχύος του καυσίμου που μετατρέπεται σε χρησιμη κινητήρια ισχύ στη μέγιστη ταχύτητα και στη μέγιστη ισχύ του κινητήρα; Ποιο είναι το κόστος του καυσίμου ανά χιλιόμετρο;
- (β) Στο ένα τρίτο περίπου της μέγιστης ισχύος και σε ταχύτητα 80 km/h η κατανάλωση καυσίμου είναι περίπου 0.7 kg/h. Συγκρίνατε το κόστος ανά χιλιόμετρο γι' αυτόν τον κινητήρα σ' αυτή την περιοχή ισχύος με το αντίστοιχο κόστος ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου 40 hp που τρέχει με 80 km/h. Το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για επαναφόρτιση του συσσωρευτή είναι \$0.18 ανά kwh.
- (γ) Αν οι συσσωρευτές στην περίπτωση (β) επαναφορτίζονται με ηλιακά φωτοβολταϊκά στοιχεία σε μια γήινη περιοχή όπου η μέση ηλιόπτωση είναι 4

kWh/m² ανά ημέρα, και τα στοιχεία μετατρέπουν το 10% της ενέργειας αυτής σε ηλεκτρική ενέργεια, ποια είναι η επιφάνεια των στοιχείων που απαιτείται για την κίνηση ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου 40 hp στη μέγιστη ταχύτητά του για 10,000 km/έτος;

- (δ) Αν η ενέργεια επαναφόρτισης των συσσωρευτών προέρχεται από ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο που μετατρέπει 90% μιας υδατόπτωσης 50 m σε ηλεκτρική ενέργεια, ποιος είναι ο ημερήσιος ρυθμός ροής του ύδατος για να λειτουργήσει το ηλεκτρικό αυτοκίνητο των 40 hp για 10,000 km ανά έτος;

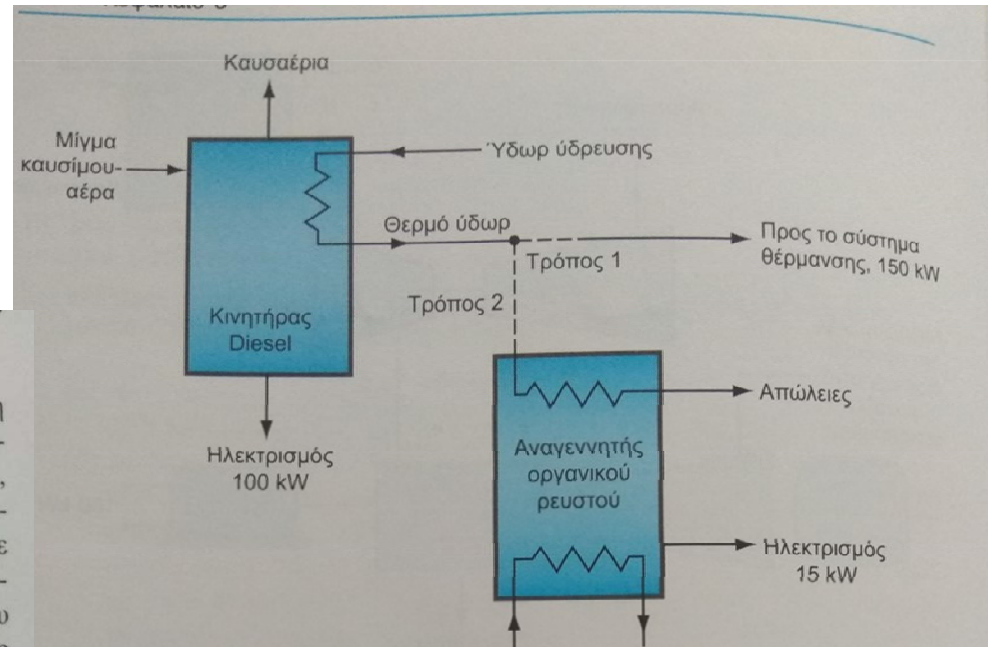
3.16 Υδρογόνο παράγεται συνήθως από ύδωρ μέσω μιας καταλυτικής αντίδρασης υψηλής θερμοκρασίας ή μέσω ηλεκτρόλυσης. Ένα ηλεκτρολυτικό συγκρότημα με απόδοση 100% θα απαιτούσε περίπου 34,000 kcal ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή 1 kg υδρογόνου.

Ένας κινητήρας αυτοκινήτου μπορεί να τροποποιηθεί για να λειτουργεί με υδρογόνο αντί για βενζίνη. Το ποσό ενέργειας που παραλαμβάνει ο κινητήρας από την καύση 1 kg υδρογόνου είναι περίπου 34,000 kcal, αλλά μόνο 40% αυτής της ενέργειας μετατρέπεται από τη μηχανή σε κινητήρια ενέργεια.

- (α) Αν υποθέσουμε ότι έχουμε έναν ηλεκτρολυτικό συγκρότημα με απόδοση 50% που λειτουργεί με ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια τοπική πυρηνική μονάδα ισχύος με βαθμό απόδοσης 35%, ποιο κλάσμα πυρηνικής ισχύος μετατρέπεται τελικά σε κινητήρια ισχύ από τον κινητήρα υδρογόνου;
- (β) Είναι σωστό να θεωρούμε το υδρογόνο σαν μια πηγή ενέργειας όπως ακριβώς θεωρούμε τον άνθρακα και το πετρέλαιο σαν πηγές ενέργειας;
- (γ) Αν η ηλεκτρική ενέργεια για ηλεκτρολυτική παραγωγή υδρογόνου με απόδοση 50% προέρχεται από φωτοβολταϊκά στοιχεία με απόδοση 10% σε γήινη περιοχή με ηλιοπτώση 4 kWh/m^2 ανά ημέρα, υπολογίστε την επιφάνεια των στοιχείων που απαιτούνται για να παράγουν υδρογόνο ικανό να μετακινεί το αυτοκίνητο κατά 500 km ανά εβδομάδα.
- (δ) Αν υποθέσουμε μια επένδυση κεφαλαίου \$110 ανά kW εγκατεστημένης ισχύος για ένα πυρηνικό εργοστάσιο παραγωγής, \$300 ανά kW εγκατεστημένης ισχύος για ηλεκτρολυτική παραγωγή υδρογόνου, ένα ετήσιο κόστος (εκτός του κόστους καυσίμου) 25% της επένδυσης, κόστος πυρηνικού καυσίμου 0.6 cent/kWh, και αποδόσεις μετατροπής ενέργειας όπως στην περίπτωση (α), ποιο είναι το κόστος (σε cents/kWh) της παραγωγής υδρογόνου αν το πυρηνικό και το ηλεκτρολυτικό εργοστάσιο λειτουργούν 8000 ώρες ετησίως;
- (ε) Επαναλάβετε την περίπτωση (δ) δεχόμενοι ότι το ηλεκτρολυτικό εργοστάσιο λειτουργεί μόνο για 3000 ώρες ετησίως που αντιστοιχούν σε πε-

ρίοδους χαμηλής ενεργειακής ζήτησης. Κατά συνέπεια εκτός από το καύσιμο μόνο τρία όγδοα του κόστους του πυρηνικού εργοστασίου θα πρέπει να επιμερισθούν στην παραγωγή υδρογόνου. Συγκρίνατε τα αποτελέσματα των περιπτώσεων (δ) και (ε) με ένα κόστος βενζίνης περίπου 8 cents/kWh.

3.21 Μια απομακρυσμένη κατοικία καλύπτει τις ανάγκες της σε ενέργεια με τη βοήθεια ενός θερμοηλεκτρικού συστήματος παραγωγής ηλεκτρισμού και ζεστού ύδατος που εικονίζεται σχηματικά στο Σχήμα Π3.21. Σε πλήρες φορτίο, το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος που λειτουργεί με κινητήρα Diesel παράγει ηλεκτρική ισχύ 100 kW. Περίπου 10% από την ενέργεια του καυσίμου χάνεται με τα καυσαέρια. Το μίγμα αέρα-καυσίμου προσδίδει 40 MJ ενέργειας ανά χιλιόγραμμο καυσίμου. Το θερμό ύδωρ που παράγεται από το σύστημα ψύξης του κινητήρα Diesel χρησιμοποιείται κατά ένα από δύο τρόπους. Κατά τον τρόπο 1 κυκλοφορεί σε θερμαντικά σώματα για τη θέρμανση του κτιρίου. Κατά τον τρόπο 2 χρησιμοποιείται για τη λειτουργία ενός αναγεννητή οργανικού ρευστού



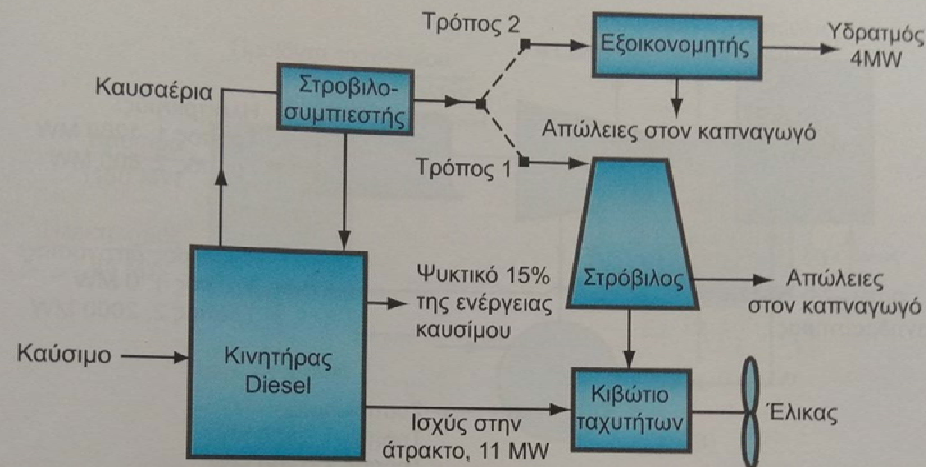
Σχήμα Π3.21

στού συνδεδεμένου με μια γεννήτρια που παράγει επιπλέον ηλεκτρική ισχύ 15 kW.

- (α) Ποιος είναι ο ρυθμός παροχής (kg/s) του καταναλισκόμενου καυσίμου στη γεννήτρια για την παραγωγή των 100 kW σε κάθε ένα από τους προαναφερόμενους τρόπους λειτουργίας; Με ποιο ρυθμό απορρίπτεται ενέργεια με τα καυσαέρια;
- (β) Πώς θα επιμερίσετε το κόστος καυσίμου ανάμεσα στην ισχύ που διατίθεται στο σύστημα θέρμανσης και στην ηλεκτρική ισχύ που παράγεται με τον πρώτο τρόπο λειτουργίας;

3.22 Σε ένα πετρελαιοφόρο με χωρητικότητα περίπου 800,000 βαρέλια, το μηχανοστάσιο απαρτίζεται από ένα ολιγότροφο κινητήρα Diesel με στροβιλοσυμπιεστή που είναι συνδεδεμένος με την έλικα του πλοίου (βλέπε και Σχήμα Π3.22). Σε πλήρες φορτίο, ο κινητήρας καταναλώνει 1870 kg καυσίμου/h και αποδίδει στην άτρακτο ισχύ 11 MW. Περίπου 15% της ενέργειας του καυσίμου διατίθεται για το σύστημα ψύξης. Το καύσιμο αποδίδει στον κινητήρα ενέργεια 11 kWh ανά kg. Το κόστος του καυσίμου ανέρχεται σε 20 cents/kg. Η μονάδα παραγωγής λειτουργεί κατά ένα από τους ακόλουθους δύο τρόπους:

Κατά τον πρώτο τρόπο, ένας στρόβιλος τροφοδοτούμενος με καυσαέρια που εξέρχονται από τον στροβιλοσυμπιεστή αποδίδει ισχύ 1.1 MW επιπλέον



Σχήμα Π3.22

των 11 MW του κινητήρα. Κατά τον δεύτερο τρόπο, τα καυσαέρια από τον στροβιλοσυμπιεστή τροφοδοτούν έναν εξοικονομητή που παράγει 4 MW ατμού για τη θέρμανση του φορτίου.

- Ποιος είναι ο ρυθμός παροχής (σε MW) του καυσίμου σε πλήρες φορτίο και σε κάθε ένα από τους δυο τρόπους λειτουργίας;
- Ποιος είναι ο ρυθμός ενέργειας που απορρίπτεται από τον καπναγωγό στον κάθε ένα τρόπο λειτουργίας;
- Πώς θα επιμερίσετε το κόστος καυσίμου ανάμεσα στον ατμό θέρμανσης του φορτίου και στην ισχύ στην άτρακτο, όταν το πετρελαιοφόρο λειτουργεί με τον δεύτερο τρόπο;