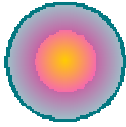


Φυσικές έννοιες & Κινητήριες μηχανές

- 2.1. Γενικά
- 2.2. Δύναμη
- 2.3. Τριβή
- 2.4. Ροπή
- 2.5. Πίεση
- 2.6. Απόλυτη ή πραγματική πίεση
- 2.7. Έργο
- 2.8. Ενέργεια
- 2.9. Ισχύς
- 2.10. Θερμοκρασία
- 2.11. Σχετική και απόλυτη θερμοκρασία
- 2.12. Πυκνότητα, ειδικό βάρος και ειδικός όγκος
- 2.13. Θερμότητα
- 2.14. Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας
- 2.15. Πρώτος θερμοδυναμικός νόμος
- 2.16. Δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος
- 2.17. Κινητήριες μηχανές - Ορισμός
- 2.18. Κινητήριες μηχανές - Κατάταξη



Διδακτικοί στόχοι

Ο σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι να δώσει στο μαθητή τις βασικές γνώσεις για τις κυριότερες φυσικές έννοιες και τα διάφορα μεγέθη που θα συναντήσει σε επόμενες ενότητες αυτού του βιβλίου. Οι γνώσεις αυτές είναι απαραίτητες για την κατανόηση τόσο των αρχών λειτουργίας των διαφόρων μηχανών, όσο και των διαφόρων φαινομένων που ο μαθητής βλέπει καθημερινά, γύρω του.

Μετά την ολοκλήρωση του κεφαλαίου αυτού, ο μαθητής θα πρέπει να είναι σε θέση:

- να δίνει τον ορισμό της δύναμης και να γνωρίζει τις μονάδες μέτρησής της
- να δίνει τον ορισμό της τριβής και να μπορεί να διαχωρίζει τα είδη της
- να δίνει τον ορισμό της ροπής και των μονάδων μέτρησής της
- να δίνει τον ορισμό της πίεσης και των μονάδων μέτρησής της
- να δίνει τον ορισμό της θερμοκρασίας και των μονάδων μέτρησής της
- να δίνει τον ορισμό του έργου και των μονάδων μέτρησής του
- να δίνει τον ορισμό της ισχύος και των μονάδων μέτρησής της
- να δίνει τον ορισμό της ενέργειας και των μονάδων μέτρησής της και να γνωρίζει τα βασικά είδη ενέργειας
- να δίνει τον ορισμό της θερμότητας και των μονάδων μέτρησής της
- να μπορεί να εξηγή με απλά λόγια τις βασικές αρχές του πρώτου και δεύτερου θερμοδυναμικού νόμου
- να μπορεί να κατατάσσει κατά είδη, τις κινητήριες μηχανές, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, το καύσιμο που χρησιμοποιούν, τη διάταξη των βασικών τμημάτων τους κ.τ.λ.

Τέλος, ο μαθητής θα πρέπει να εκτελεί με ευχέρεια τις βασικές μετατροπές των μονάδων για όλα τα μεγέθη που περιγράφονται.

2.1 Γενικά

Από τη Φυσική είναι γνωστό, ότι όλα τα σώματα που υπάρχουν στη φύση βρίσκονται είτε σε στερεή, είτε σε υγρή είτε σε αέρια κατάσταση. Ειδικά για τις δύο τελευταίες περιπτώσεις με μια λέξη η κατάσταση των σωμάτων αυτών (υγρών και αερίων) χαρακτηρίζεται ως ρευστή, ενώ τα ίδια ως ρευστά.

Τα φυσικά σώματα, γενικά, μπορούν να αλλάζουν κατάσταση, όταν για κάποιο λόγο μεταβάλλεται είτε η θερμοκρασία τους είτε η πίεσή τους. Έτσι, τα στερεά σώματα θερμαινόμενα λιώνουν και μετατρέπονται σε υγρά. Τα υγρά όταν θερμαίνονται μετατρέπονται σε ατμούς, ενώ αντίθετα, τα αέρια όταν ψύχονται και συμπιέζονται, μετα-

τρέπονται σε υγρά. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του νερού το οποίο συναντάμε καθημερινά, είτε ως πάγο (**στερεά κατάσταση**), είτε ως υγρό στη θάλασσα, ή στη βρύση του σπιτιού μας (**υγρή κατάσταση**), είτε τέλος, ως ατμό στα σύννεφα (**αέρια κατάσταση**).

Η κατάσταση ενός αερίου προσδιορίζεται με ακρίβεια, όταν είναι γνωστά τρία χαρακτηριστικά στοιχεία της δηλαδή, η πίεση, η θερμοκρασία και ο όγκος του.

Αν ένα από τα τρία μεγέθη μεταβληθεί, τότε, θεωρείται, ότι το αέριο μεταβάλλει την κατάστασή του.

Τις αλλαγές αυτές επιδιώκουμε να προκαλούμε και να ελέγχουμε, έτσι ώστε, μέσω των θερμικών μηχανών, να παράγουμε το ζητούμενο έργο.

2.2 Δύναμη

Για να μεταβληθεί η κινητική κατάσταση ενός σώματος ή για να παραμορφωθεί το σχήμα του, θα πρέπει να υπάρχει μια αιτία. Την αιτία αυτή, την οποία δε βλέπουμε αλλά την αντιλαμβανόμαστε από τα αποτελέσματά της, την ονομάζουμε δύναμη και τη συμβολίζουμε με το γράμμα F .

Δύναμη, λοιπόν είναι το αίτιο που προκαλεί τη μεταβολή της κινητικής κατάστασης ενός σώματος ή την παραμόρφωσή του.

Παραδείγματα δυνάμεων είναι η παγκόσμια έλξη των σωμάτων, οι μαγνητικές και οι ηλεκτρικές δυνάμεις, η τριβή, η δύναμη του ανέμου, η ένταση του ελατηρίου, η ένταση των μυών ενός ανθρώπου που σπρώχνει ή ανυψώνει ένα αντικείμενο, η

δύναμη των αερίων που παράγονται από την καύση του καυσίμου μέσα στο θάλαμο καύσης μιας μηχανής κ.τ.λ.

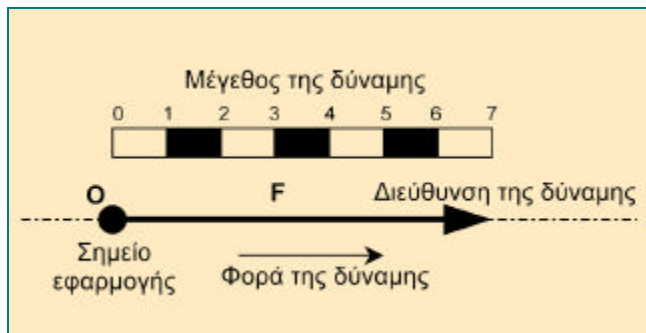
Οι δυνάμεις στη φύση, από πλευράς προέλευσης, διακρίνονται σε δυνάμεις επαφής και σε δυνάμεις πεδίου.

Στην πρώτη κατηγορία, οι δυνάμεις εμφανίζονται όταν τα σώματα έρχονται σε επαφή μεταξύ τους, ενώ στη δεύτερη κατηγορία, η εμφάνισή τους γίνεται χωρίς τα σώματα να έρχονται σε επαφή, παρά μόνο αν αυτά βρεθούν στην κατάλληλη απόσταση ή γενικότερα, στον κατάλληλο χώρο (πεδίο). Τα πιο γνωστά από τα πεδία είναι αυτό της βαρύτητας της Γης και γενικότερα των ουράνιων σωμάτων και το μαγνητικό πεδίο, την επίδραση του οποίου αντιλαμβανόμαστε όταν χρησιμοποιούμε ένα μαγνήτη για να σηκώσουμε ένα μεταλλικό αντικείμενο ή όταν παρατηρούμε την κίνηση του δείκτη μιας πυξίδας.

Μια δύναμη καθορίζεται, επακριβώς, όταν είναι γνωστά:

- ✓ **το μέγεθός της, δηλαδή η τιμή της**
- ✓ **η διεύθυνση πάνω στην οποία ενεργεί,**
- ✓ **η φορά της, δηλαδή προς ποια κατεύθυνση δρα και**
- ✓ **το σημείο εφαρμογής της**

Στην περίπτωση που τα παραπάνω στοιχεία είναι γνωστά, η δύναμη μπορεί να αναπαρασταθεί γραφικά, ως ένα διάνυσμα (βέλος), το μήκος του οποίου εκφράζει το μέγεθος της δύναμης, η αιχμή του τη φορά της δύναμης και η αρχή ή το τέλος του διανύσματος το σημείο εφαρμογής της. Στο Σχήμα 2.1 φαίνεται η γραφική αναπαράσταση μιας δύναμης και ο ορισμός των στοιχείων που την καθορίζουν.



Σχήμα 2.1 : Ο ορισμός της δύναμης

Όταν σε ένα σώμα ενεργούν περισσότερες από μία δυνάμεις, για να βρούμε το αποτέλεσμα τους, θα πρέπει να κάνουμε τη σύνθεση των επιμέρους δυνάμεων. Το αποτέλεσμα αυτής της σύνθεσης είναι η συνισταμένη δύναμη. Με άλλα λόγια, η **συνισταμένη δύναμη** είναι η δύναμη εκείνη η ο-

ποία, όταν θεωρηθεί ότι ενεργεί σε ένα σώμα, επιφέρει το ίδιο αποτέλεσμα που επιφέρουν δύο ή περισσότερες δυνάμεις που ενεργούν ταυτόχρονα, στο ίδιο σώμα. Αυτές οι επιμέρους δυνάμεις ονομάζονται συνιστώσες δυνάμεις.

Με τον ίδιο τρόπο, κάθε δύναμη μπορεί να αναλυθεί στις επιμέρους συνιστώσες δυνάμεις της.

Μονάδα μέτρησης της δύναμης στο διεθνές σύστημα (SI) είναι το Newton (Νιούτον) το οποίο συμβολίζεται με το γράμμα N και ορίζεται ως:

$$1\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$$

Επιπλέον πληροφορίες

Για τη δύναμη ισχύει ο θεμελιώδης νόμος της Μηχανικής που συνδέει το αίτιο, το οποίο είναι η ίδια η δύναμη, με το αποτέλεσμα αυτής, που είναι η επιτάχυνση του σώματος και περιγράφεται από τη σχέση :

$$F = m \cdot \gamma$$

Ο όρος m , που είναι πάντα θετικός, είναι η μάζα του σώματος και προκύπτει από την παραπάνω σχέση ως το πηλίκο της δύναμης F η οποία ασκείται στο σώμα δια της επιτάχυνσης γ που δίνει η δύναμη αυτή στο σώμα, δηλαδή :

$$m = F / \gamma$$

Στην περίπτωση του πεδίου βαρύτητας της Γης, η δύναμη F είναι το βάρος του σώματος, ενώ η

επιτάχυνση γ είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας g , το γνωστό δηλαδή από τη φυσική μέγεθος, το οποίο συνήθως έχει την τιμή $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Συνεπώς, ένα σώμα που έχει μάζα $m = 1\text{kg}$ δέχεται μια ελκτική δύναμη F από τη Γη ίση με:

$$F = m \cdot g = 1\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 = 9,81 \text{ kg m/s}^2$$

Ο νόμος αυτός ονομάζεται θεμελιώδης γιατί από αυτόν προέρχονται όλοι οι υπόλοιποι νόμοι της Μηχανικής.

Από τον ορισμό της δύναμης προκύπτει ότι, αν σε ένα σώμα η δύναμη F είναι μηδενική, επειδή η μάζα m είναι πάντα διάφορη του μηδενός, αυτό σημαίνει ότι η επιτάχυνση του σώματος θα είναι μηδέν. Δηλαδή, το σώμα ούτε επιταχύνεται, ούτε επιβραδύνεται, με αποτέλεσμα είτε να παραμένει ακίνητο, είτε να κινείται με σταθερή ταχύτητα.

Αν, αντιθέτως, σε ένα σώμα ασκηθεί σταθερή δύναμη, το σώμα θα αποκτήσει σταθερή επιτάχυνση, αφού η μάζα του είναι σταθερή. Άλλες μονάδες μέτρησης της δύναμης είναι το *kilogramd* (kp) (κυλοπόντι) και η λίμπρα δύναμης (*round-force*) ή (*lbf*). Για τη μετατροπή των μονά-

δων μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι αναλογίες:

$$1 \text{ N} = 0,101972 \text{ kp}$$

$$1 \text{ N} = 0,224809 \text{ lbf}$$

αλλά και

$$1 \text{ kp} = 9,80665 \text{ N}$$

$$1 \text{ lbf} = 4,44822 \text{ N}$$

2.3 Τριβή

Τριβή είναι η δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ δύο σωμάτων τα οποία βρίσκονται σε επαφή και κινούνται ή τείνουν να κινηθούν το ένα προς την κατεύθυνση (μέρος) του άλλου.

Η δύναμη της τριβής έχει διεύθυνση αντίθετη από εκείνη που έχει η σχετική κίνηση των δύο επιφανειών όταν τρίβονται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η κίνηση των δύο σωμάτων.

Υπάρχουν τρία είδη τριβής:

- n η στατική τριβή
- n η τριβή ολίσθησης
- n η τριβή κύλισης

Πιο αναλυτικά:

n **Στατική τριβή** είναι εκείνη που εμφανίζεται όταν οι δύο επιφάνειες που έρχονται σε επαφή είναι ακίνητες.

n **Τριβή ολίσθησης** έχουμε όταν ένα σώμα ολισθαίνει (γλιστρά) επάνω σε μια επιφάνεια. Για παράδειγμα, τριβή ολίσθησης εμφανίζεται μεταξύ των επιφανειών των ελατηρίων του εμβόλου μιας μηχανής και των τοιχωμάτων του χιτωνίου.

n **Τριβή κύλισης** αναπτύσσεται όταν ένα σώμα κυλιέται επάνω στην επιφάνεια ενός άλλου σώματος. Έτσι τριβή κύλισης έχουμε στην περίπτωση των έν-

σφαιρων τριβέων (ρουλεμάν) και στην επιφάνεια επαφής των ελαστικών των αυτοκινήτων με το έδαφος.

Η στατική τριβή είναι πάντοτε μεγαλύτερη της τριβής ολίσθησης, ενώ η τριβή κύλισης είναι μικρότερη από την αντίστοιχη της ολίσθησης.

Πειραματικά έχει αποδειχθεί, ότι η δύναμη τριβής T είναι ανάλογη προς την κάθετη συνιστώσα της δύναμης F_k , που κρατά τα δύο σώματα σε επαφή και ανεξάρτητη από το εμβαδόν της επιφάνειας επαφής των δύο σωμάτων.

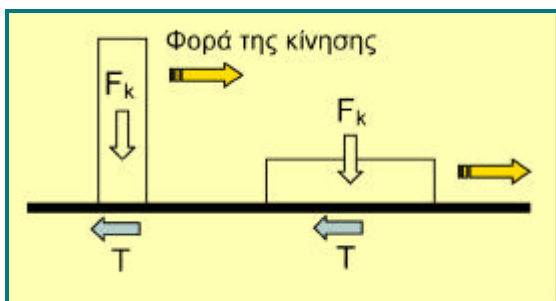
Δηλαδή, ισχύει η σχέση:

$$T = \mu \cdot F_k$$

Ο όρος μ στην παραπάνω σχέση ονομάζεται συντελεστής τριβής και είναι μια σταθερά χωρίς μονάδες, που εξαρτάται από το είδος των επιφανειών που βρίσκονται σε επαφή, αλλά και από το είδος της τριβής που υπάρχει μεταξύ των δύο σωμάτων (στατική τριβή, ή τριβή ολίσθησης ή τριβή κύλισης).

Από την παραπάνω σχέση καταλαβαίνουμε ότι η δύναμη τριβής δεν εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας επαφής των δύο σωμάτων, αλλά μόνο από το είδος των επιφανειών που έρχονται σε επαφή, δηλαδή από το συντελεστή τριβής, (Σχήμα

2.2). Για παράδειγμα, η δύναμη τριβής που αναπτύσσεται όταν σπρώχνουμε ένα βιβλίο επάνω σε ένα τραπέζι, είναι η ίδια ανεξάρτητα από το ποια πλευρά (επιφάνεια) του βιβλίου έρχεται σε επαφή με το τραπέζι (η μικρή ή η μεγάλη). Στο παράδειγμα αυτό θεωρούμε ότι όλες οι πλευρές του βιβλίου είναι από το ίδιο υλικό και συνεπώς, έχουν τον ίδιο συντελεστή τριβής.



Σχήμα 2.2 Η δύναμη τριβής είναι ανεξάρτητη από το εμβαδόν της επιφάνειας επαφής

Ανάλογα με το είδος της τριβής, ο συντελεστής της διακρίνεται σε στατικό συντελεστή τριβής, σε κινητικό συντελεστή τριβής και σε συντελεστή τριβής κύλισης. Ενδεικτικά αναφέρουμε, ότι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ μεταλλικών επιφανειών με καλή κατεργασία τους και συνεχή λίπανση, μπορεί να φθάσει έως και την τιμή 0,01. Αντιθέτως, ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ ξύλινων επιφανειών, φθάνει έως και την τιμή 0,5.

Για τη μείωση των τριβών στα διάφορα τμήματα των μηχανών χρησιμοποιούνται λιπαντικές ουσίες (λάδι λίπανσης, γράσο κτλ.), οι οποίες μειώνουν το συντελεστή τριβής και συνεπώς, και τη δύναμη τριβής. Με τον τρόπο αυτό περιορίζονται οι απώλειες λόγω τριβών, που στις κινητήριες μηχανές είναι πολύ σημαντικές.

Η δύναμη της τριβής παράγει αρνητικό έργο το οποίο μετατρέπεται σε θερμότητα. Στις κινητήριες μηχανές το λάδι της λίπανσης, εκτός από τη μείωση των τριβών, απομακρύνει και μέρος της αναπτυσσόμενης θερμότητας. Έτσι τα διάφορα σημεία της μηχανής κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της, διατηρούν σταθερή θερμοκρασία και βρίσκονται μέσα στα όρια της αντοχής τους.

2.4 Ροπή

Όταν σε ένα σώμα το οποίο μπορεί να περιστρέφεται γύρω από ένα σημείο, εφαρμόσκει μια δύναμη, η διεύθυνση της οποίας δεν διέρχεται από το σημείο περιστροφής, τότε το σώμα θα στραφεί.

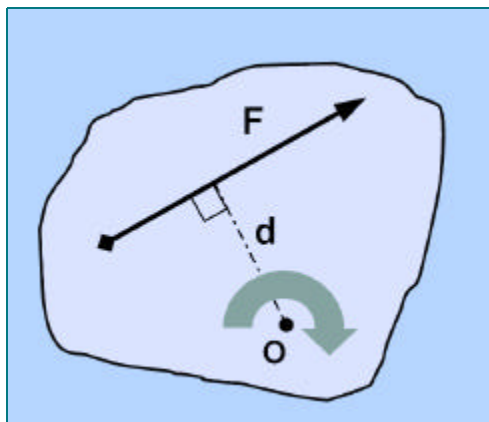
Το μέγεθος της στροφής αυτής εξαρτάται:
 ✓ από το μέγεθος της δύναμης και
 ✓ από την ελάχιστη απόσταση της δύναμης από το σημείο περιστροφής
Ονομάζουμε, λοιπόν ροπή M, το γινόμενο της δύναμης F επί την ελάχιστη απόσταση d, (Σχήμα 2.3). Δηλαδή ισχύει η σχέση:

$$M = F \cdot d$$

Η ελάχιστη απόσταση d ονομάζεται μοχλοβραχίονας.

Ανάλογα με τη φορά με την οποία μια δύναμη στρέφει το σώμα, η αντίστοιχη ροπή χαρακτηρίζεται ως θετική ή αρνητική. Συνήθως, όταν η δύναμη στρέφει το σώμα κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού, η ροπή έχει δεξιόστροφη φορά και χαρακτηρίζεται ως θετική.

Αντιθέτως, όταν η δύναμη στρέφει το σώμα αντίθετα προς τη φορά των δεικτών του ρολογιού, η ροπή είναι αριστερόστροφη και χαρακτηρίζεται ως αρνητική.



Σχήμα 2.3 : Ο ορισμός της ροπής

Η ροπή είναι ένα μέγεθος το οποίο συναντάμε καθημερινά στη ζωή μας σε μεγάλο πλήθος εφαρμογών, όπως για παράδειγμα, όταν σφίγγουμε ή χαλαρώνουμε

μια βίδα με το «γερμανικό» κλειδί ή όταν χρησιμοποιούμε το χερούλι (πόμολο) μιας πόρτας για να την ανοίξουμε. Την αισθανόμαστε επίσης στα πόδια μας, όταν κινούμαστε με το ποδήλατο, ενώ την αντιλαμβάνομαστε και σε μια μηχανή εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) όταν βλέπουμε τη μετατροπή της παλινδρομικής κίνησης του εμβόλου σε αντίστοιχη περιστροφική του στροφαλοφόρου άξονα της μηχανής. Ισχύει, συνεπώς, ότι και με τις δυνάμεις: όταν δηλαδή σε ένα σώμα επενεργούν περισσότερες από μία ροπές, το σώμα καταλαβαίνει τη συνισταμένη τους, που δεν είναι τίποτα άλλο από το αλγεβρικό άθροισμα όλων των ροπών που ενεργούν. Έτσι, αν σε ένα σώμα ενεργούν οι ροπές M_1 , M_2 και M_3 , η συνισταμένη ροπή M θα είναι:

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$

Παράδειγμα - Άσκηση

Έστω, ότι ο διωστήρας μιας μηχανής πετρελαίου (diesel) μεταβιβάζει μια δύναμη F ίση με 12.000N , (Σχήμα 2.4). Ποιος είναι ο μοχλοβραχίονας της δύναμης ως προς τον άξονα του στροφαλοφόρου και πόση η ροπή που προκαλεί; Δίνονται επίσης:

η γωνία $\varphi = 8^\circ$

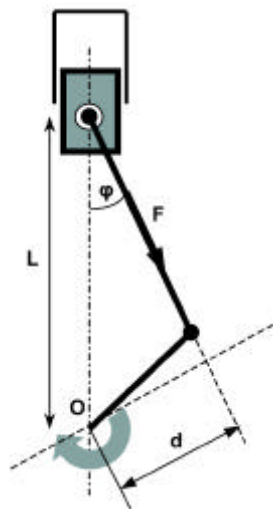
η απόσταση $L = 0,4\text{m}$

Λύση

Για να βρούμε τον μοχλοβραχίονα, προεκτείνουμε την ευθεία του διωστήρα προς τα κάτω, και από το κέντρο του στροφαλοφόρου φέρνουμε κάθετη γραμμή προς την προέκταση του διωστήρα, (Σχήμα 2.4). Η ζητούμενη απόσταση είναι το μήκος d το οποίο μπορεί να υπολογιστεί εύκολα, χρησιμοποιώντας την τριγωνομετρική σχέση ορισμού του ημίτονου της γωνίας φ .

Δηλαδή, θα ισχύει η σχέση :

Σχήμα 2.4 : Υπολογισμός της ροπής που προκαλεί ο διωστήρας της μηχανής



$$\sin\varphi = d / L \text{ ή } d = L \cdot \sin\varphi \text{ ή } d = 0,4 \cdot 0,13917 = 0,0557 \text{ m}$$

Συνεπώς η ροπή που αναπτύσσεται στο κέντρο του στροφαλοφόρου θα είναι:

$$M = F \cdot d = 12.000 \cdot 0,0557 = 668,4 \text{ Nm}$$

2.5 Πίεση

Όλα τα αέρια έχουν την τάση να καταλαμβάνουν συνεχώς και μεγαλύτερο όγκο. Έτσι, όταν ένα αέριο περιοριστεί σε ένα κλειστό δοχείο, η τάση του να καταλάβει όλον τον όγκο του δοχείου, εκδηλώνεται σαν μια δύναμη. Η δύναμη αυτή ασκείται ομοιόμορφα σε όλα τα σημεία των τοιχωμάτων του δοχείου, μάλιστα με τέτοιο τρόπο, ώστε σε ίσης έκτασης επιφάνειες τοιχωμάτων να εξασκούνται ίσες δυνάμεις. Δηλαδή, σε κάθε μονάδα επιφάνειας του δοχείου εφαρμόζεται μια δύναμη, η οποία ονομάζεται πίεση.

Πίεση, λοιπόν, είναι η δύναμη η οποία αντιστοιχεί στη μονάδα επιφάνειας και ορίζεται ως το πηλίκο μιας δύναμης προς το εμβαδόν της επιφάνειας επάνω στην οποία εφαρμόζεται αυτή η δύναμη.

Αν p είναι η πίεση, F η δύναμη και S η επιφάνεια, τότε σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό, η πίεση ορίζεται ως:

$$p = F/S$$

Είναι σαφές, ότι όσο το μέγεθος του δοχείου - μέσα στο οποίο υπάρχει ένα αέριο - μικραίνει, τόσο μεγαλύτερη γίνεται η πίεση που ασκεί το αέριο στα τοιχώματα του δοχείου. Αντιθέτως, όταν το μέγεθος του δοχείου μεγαλώνει, το αέριο καταλαμβάνει μεγαλύτερο όγκο ενώ η πίεση του αερίου ελαττώνεται.

Όταν σε ένα αέριο αυξάνει η πίεση, τότε λέμε ότι το αέριο συμπιέζεται. Όταν ανιθέτως, σε ένα αέριο ελαττώνεται η πίεση, τότε λέμε ότι το αέριο εκτονώνεται.

Οι αντίστοιχοι όροι που προκύπτουν από τις **δύο αυτές καταστάσεις του αερίου**, (δηλαδή η **συμπίεση** και η **εκτόνωση**), είναι πολύ σημαντικοί για την περιγραφή και την κατανόηση της λειτουργίας όλων σχεδόν των κινητήριων μηχανών.

Για τη μέτρηση της πίεσης χρησιμοποιούνται διάφορες μονάδες, είτε του μετρικού, είτε του αγγλικού συστήματος.

Σύγχρονη μονάδα μέτρησης της πίεσης είναι το bar, το οποίο ορίζεται ως:

$$1 \text{ bar} = 10 \text{ N/cm}^2$$

ενώ, κατά προσέγγιση, μπορεί να θεωρηθεί ότι:

$$1 \text{ at} = 1 \text{ bar} \text{ ή ακριβέστερα} \\ 1 \text{ at} = 0,989665 \text{ bar}$$

Στο διεθνές σύστημα SI, ως βασική μονάδα πίεσης θεωρείται το Pascal (Pa), το οποίο ορίζεται ως:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Ακόμα ισχύει ότι:

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

Υπενθυμίζεται ότι με το γράμμα N συμβολίζεται η μονάδα δύναμης Newton (Νιούτον) η οποία ορίζεται ως:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Επιπλέον πληροφορίες

Μια από τις πρώτες μονάδες μέτρησης της πίεσης είναι η φυσική ατμόσφαιρα, η οποία συμβολίζεται με τα γράμματα *atm* και αντιπροσωπεύει την πίεση που ασκεί το βάρος του αέρα της ατμόσφαιρας στην επιφάνεια της Γης. Την πίεση αυτή πρώτος μελέτησε και μετρήσε ο Ιταλός φυσικός Torricelli (1608-47) ο οποίος βρήκε ότι η πίεση που ασκείται στην επιφάνεια της θάλασσας, υπό ορισμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες, είναι ίση με την πίεση που ασκεί μια στήλη υδραργύρου (*Hg*) ύψους 760 mm.

Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm στήλης υδραργύρου ή} \\ 1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}$$

Δεδομένου ότι το ειδικό βάρος του υδραργύρου είναι κατά 13,6 φορές μεγαλύτερο από εκείνο του νερού, αυτό σημαίνει ότι τα 760mm υδραργύρου αντιστοιχούν σε:

$$760 \cdot 13,6 = 10 \cdot 330 \text{ mm} = 10,33 \text{ m νερού}$$

και συνεπώς:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 10,33 \text{ m στήλης νερού}$$

Αν θεωρήσουμε μια στήλη νερού με βάση 1 cm^2 και ύψος 10,33m ή 1.033cm, τότε η στήλη αυτή θα έχει όγκο, ίσο με:

$$1 \text{ cm}^2 \cdot 1033 \text{ cm} = 1033 \text{ cm}^3$$

Αλλά επειδή κάθε κυβικό εκατοστό (cm^3) νερού έχει βάρος 1gr, το βάρος αυτής της στήλης θα είναι 1.033gr ή 1,033kg. Με τα στοιχεία αυτά προκύπτει ότι μία φυσική ατμόσφαιρα (*atm*) είναι ίση με την πίεση που ασκεί βάρος 1,033kg στη στοιχειώδη επιφάνεια ενός τετραγωνικού εκατοστού (cm^2).

Δηλαδή:

$$1 \text{ atm} = 1,033 \text{ kg/cm}^2$$

Η πίεση της ατμόσφαιρας δεν είναι όμως πάντα σταθερή και ίση με 1 *atm*, αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με τις ατμοσφαιρικές συνθήκες. Επίσης, μεταβάλλεται από το ένα μέρος της Γης στο άλλο ανάλογα με το υψόμετρο του κάθε τόπου. Για τους λόγους αυτούς, η φυσική ατμόσφαιρα ως μονάδα χρησιμοποιείται σπανιότατα, τουλάχιστον σε τεχνικές εφαρμογές.

Αντί για τη φυσική ατμόσφαιρα, χρησιμοποιήθηκε, παλαιότερα, η τεχνική ατμόσφαιρα η οποία εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα σε ορισμένες εφαρμογές. Η μονάδα αυτή συμβολίζεται με τα γράμματα *at* και ορίζεται ως:

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kg/cm}^2 = 735.5 \text{ mm στήλης Hg}$$

Στο αγγλικό σύστημα μονάδων, αντί του *N* χρησιμοποιείται η λίμπρα δύναμης (*lbf*) και, αντί των τετραγωνικών μέτρων (m^2), οι τετραγωνικές ίντσες (in^2). Έτσι, στο αγγλικό σύστημα μονάδων η μονάδα μέτρησης της πίεσης ορίζεται ως :

Λίμπρα δύναμης ανά τετραγωνική ίντσα συμβολίζεται δε ως : *lbf/in²* ή αλλιώς *p.s.i.*, από την αγγλική έκφραση : *round per square inch* (λίμπρα ανά τετραγωνική ίντσα).

Για τη μετατροπή των μονάδων του αγγλικού συστήματος στο διεθνές σύστημα, μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι αναλογίες :

$$1 \text{ lbf/in}^2 (=1\text{p.s.i}) = 6894,76 \text{ Pa} = 0,0689 \text{ bar}$$

και

$$1 \text{ bar} (=10^5 \text{ Pa}) = 14,5037 \text{ lbf/in}^2 (= \text{p.s.i})$$

2.6 Απόλυτη ή πραγματική πίεση

Η πίεση που εξασκεί ένα υγρό ή ένα αέριο στο χώρο που βρίσκεται, υπολογίζεται με ένα όργανο το οποίο ονομάζεται μανόμετρο. Αν ορίσουμε, λοιπόν, ως απόλυτη πίεση, την πραγματική πίεση που ασκεί το υγρό ή το αέριο, και ως ατμοσφαιρική πίεση, την πίεση που ασκεί το βάρος του ατμοσφαιρικού αέρα στην επιφάνεια της θάλασσας, τότε η διαφορά τους μας δίνει τη μανομετρική πίεση, δηλαδή την ένδειξη που δείχνουν τα μανόμετρα. Με άλλα λόγια, αν:

p_{abs} είναι η απόλυτη πίεση,
 p_a είναι η ατμοσφαιρική πίεση και
 p_g η μανομετρική πίεση,
 τότε ισχύει η σχέση:

$$p_g = p_{abs} - p_a$$

Παραστατικά, η παραπάνω σχέση απεικονίζεται στο (Σχήμα 2.5).

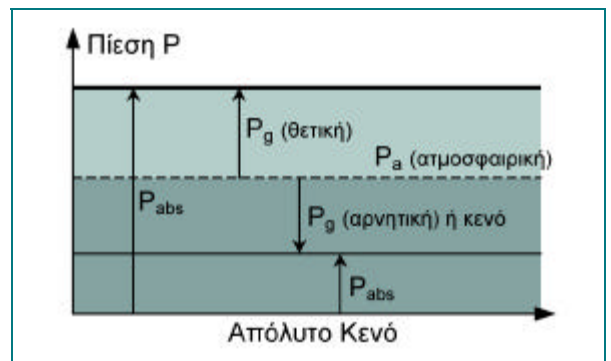
Η μανομετρική πίεση (δηλαδή η πίεση που δείχνουν τα μανόμετρα) είναι η διαφορά της απόλυτης πίεσης από την ατμοσφαιρική.

Αν από ένα κλειστό δοχείο αφαιρέσουμε τελείως τον αέρα, τότε μέσα σ' αυτό το χώρο θα επικρατεί το τέλειο κενό. Αυτό σημαίνει, ότι η πίεση μέσα στο χώρο είναι μηδενική, αφού δεν υπάρχει κάποιο αέριο που να ασκεί πίεση στα τοιχώματα του δοχείου.

Με την ίδια έννοια, όταν η πίεση μέσα σ' ένα χώρο είναι μικρότερη της ατμοσφαιρικής πίεσης, τότε λέμε ότι στο χώρο έχουμε «κενό», του οποίου το μέγεθος εκφράζεται ως η διαφορά της απόλυτης πίεσης και της

ατμοσφαιρικής, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.5. Οι μονάδες μέτρησης του κενού είναι ανάλογες με αυτές της πίεσης, και είναι διαβαθμισμένες σε mm στήλης υδραργύρου (Hg), ενώ **τα όργανα μέτρησης του κενού ονομάζονται υποπίεσόμετρα (ή κενόμετρα).**

Τα υποπίεσόμετρα, συνήθως, φέρουν υποδιαίρεσεις σε mbars ή σε mm στήλης υδραργύρου (Hg). Θα πρέπει να σημειωθεί πάντως, ότι πρακτικά, το τέλειο κενό δεν μπορεί να επιτευχθεί, ακόμα και μέσα σε εργαστηριακούς χώρους.



Σχήμα 2.5 : Σχηματική παράσταση των διαφορών πιέσεων

Παράδειγμα - Άσκηση

Σε μία μηχανή εσωτερικής καύσης, όπως είναι η μηχανή Diesel ενός πλοίου, η διάμετρος του εμβόλου είναι 800 mm και η πίεση που εμφανίζεται κατά την καύση του μίγματος είναι 15 bar. Πόση είναι η δύναμη που ασκείται στο έμβολο;

Λύση

Αρχικά υπολογίζεται η επιφάνεια του εμβόλου από τη σχέση:

$$S = \pi \cdot d^2/4$$

όπου S είναι το εμβαδόν της επιφάνειας του εμβόλου και d η διάμετρος του εμβόλου.

Άρα :

$$S = 3,14159 \cdot 0,8^2 / 4 = 0,502 \text{ m}^2$$

Με βάση τον ορισμό της πίεσης:

$$p = F/S$$

ή διαφορετικά

$$F = p \cdot S,$$

Μετατρέπουμε τα 15 bar σε μονάδες του διεθνούς συστήματος (SI) και έχουμε:

$$p = 15 \text{ bar} = 15 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = 15 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Άρα, τελικά, η δύναμη F θα είναι:

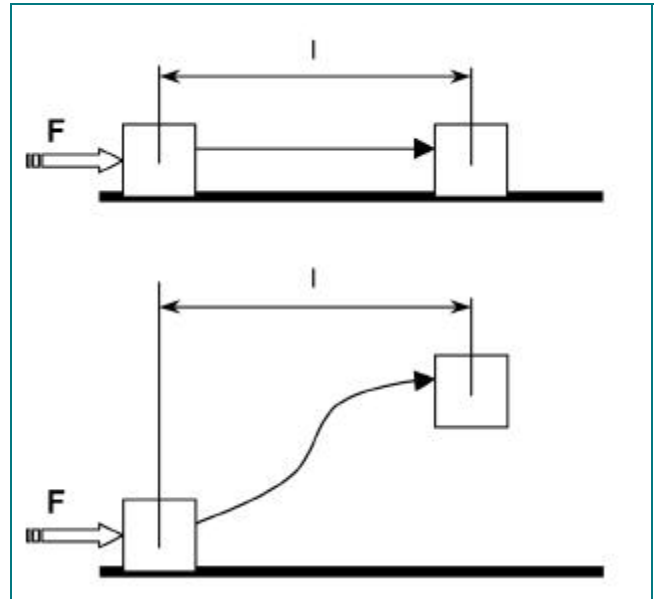
$$F = 15 \cdot 10^5 \cdot 0,502 = 753.000 \text{ N}$$

ή διαφορετικά :

$$F = 7,53 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Τότε, το ποσό του έργου W που παράγεται, είναι ίσο με το γινόμενο της δύναμης F επί την απόσταση l στην οποία μετακινήθηκε η δύναμη, (Σχήμα 2.6). Δηλαδή:

$$W = F \cdot l$$



Σχήμα 2.6 Ορισμός του έργου

Συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι: **Έργο είναι το γινόμενο μιας δύναμης επί την απόσταση, κατά την οποία μετακινείται το σημείο εφαρμογής της δύναμης κατά τη διεύθυνση της.**

Όταν η μετατόπιση του σώματος έχει τη φορά της δύναμης, τότε το έργο που παράγεται, θεωρείται θετικό, ενώ αν η μετατόπιση είναι αντίθετη προς τη φορά της δύναμης, τότε το έργο θεωρείται αρνητικό. Αν η μετατόπιση είναι κάθετη προς τη διεύθυνση της δύναμης τότε το έργο που παράγεται είναι μηδέν.

Σύμφωνα με τους ορισμούς αυτούς, θετικό έργο παράγεται όταν, για παράδειγμα, α-

2.7 Έργο

Όταν μια δύναμη μετακινεί το σημείο εφαρμογής της κατά τη διεύθυνσή της, τότε λέμε ότι η δύναμη αυτή παράγει έργο. Για παράδειγμα, έργο παράγεται όταν σηκώνουμε με ένα γερανό, ένα φορτίο από το έδαφος σε κάποιο ύψος.

νυψώνεται ένα βάρος ή συμπιέζεται ένα ελατήριο ή όταν τα αέρια μέσα στο θάλαμο καύσης μιας μηχανής εκτονώνονται και ωθούν το έμβολο. Αντίθετα, όταν προσπαθούμε να σηκώσουμε ένα βάρος, η δύναμη της βαρύτητας παράγει αρνητικό έργο, αφού η μετατόπιση (ανύψωση) που επιχειρούμε, έχει αντίθετη φορά από τη φορά της δύναμης της βαρύτητας. Μονάδα μέτρησης του έργου στο διεθνές σύστημα (SI) είναι το Joule (Τζάουλ) το οποίο συμβολίζεται με το γράμμα J και ορίζεται ως:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Επιπλέον πληροφορίες

Άλλες μονάδες έργου είναι το erg (έργιο), ενώ στο αγγλικό σύστημα μονάδα έργου είναι το ποδόλμπρο (ft-lbf). Για τη μετατροπή αυτών των μονάδων, στο Διεθνές Σύστημα (SI) ισχύουν οι παρακάτω αναλογίες:

$$1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$$

$$1 \text{ ft-lbf} = 1,35582 \text{ J}$$

Παράδειγμα - Άσκηση

Πόσο είναι το έργο που παράγεται όταν ανυψώνεται βάρος 50 N (μάζα περίπου 5,1 kg) σε ύψος 10 m;

Λύση

Το έργο που παράγεται υπολογίζεται από τη σχέση:

$$W = F \cdot l$$

όπου $F=50 \text{ N}$ και $l=10 \text{ m}$
Άρα, το παραγόμενο έργο θα είναι:

$$W = 50 \cdot 10 = 500 \text{ J}$$

2.8 Ενέργεια

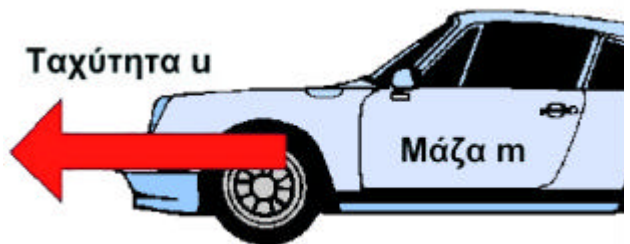
Ένα σώμα ή ένα σύστημα λέμε ότι έχει ενέργεια όταν μπορεί να αποδώσει έργο. Προσοχή θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι η ενέργεια και το έργο, ως έννοιες διαφέρουν μεταξύ τους, αν και έχουν κοινές μονάδες μέτρησης.

Η ενέργεια εκφράζει την ικανότητα ενός συστήματος να αποδώσει έργο και όχι αυτό το ίδιο το μέτρο του έργου που παράγει το σύστημα.

Στη φύση, η ενέργεια εμφανίζεται με διάφορες μορφές, οι βασικότερες από τις οποίες είναι:

α) Η κινητική ενέργεια. Είναι η ενέργεια την οποία έχει ένα σώμα που κινείται. Πράγματι, ένα αυτοκίνητο που κινείται με μια ταχύτητα u , έχει κινητική ενέργεια E_k , που εξαρτάται από τη μάζα του m και το τετράγωνο της ταχύτητάς του, (Σχήμα 2.7). Δηλαδή, η κινητική ενέργεια ορίζεται από τη σχέση:

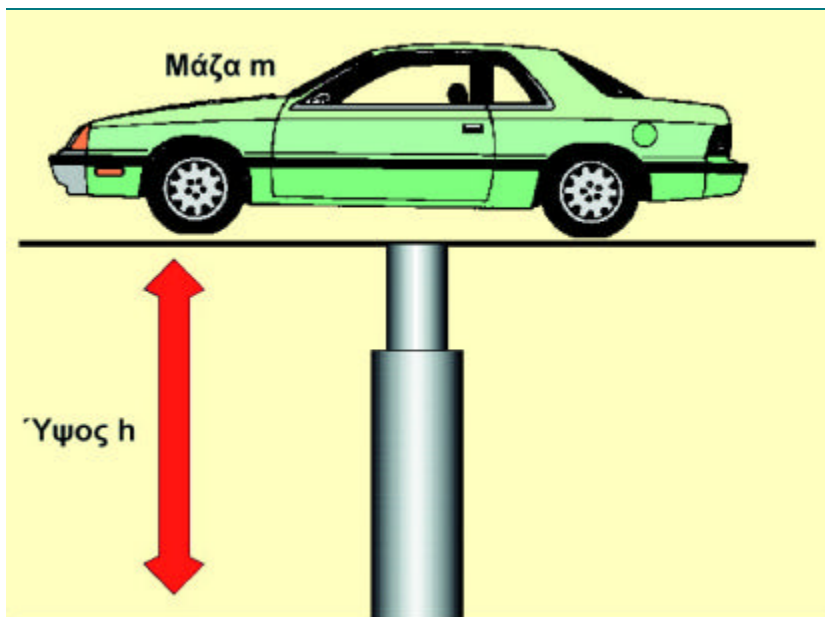
$$E_k = 0,5 \cdot m \cdot u^2$$



Σχήμα 2.7 : Η κινητική ενέργεια ενός αυτοκινήτου που κινείται με σταθερή ταχύτητα

β) Η δυναμική ενέργεια ή «ενέργεια λόγω θέσης» όπως αλλιώς ονομάζεται. Είναι η ενέργεια που έχει ένα σώμα, λόγω της

υψομετρικής του διαφοράς σε σχέση με ένα άλλο επίπεδο ή με το ίδιο το έδαφος. Για παράδειγμα, όταν ένα αυτοκίνητο βρίσκεται ανυψωμένο στην πλατφόρμα, έχει μια ενέργεια λόγω της υψομετρικής του διαφοράς από το έδαφος, (Σχήμα 2.8).



Σχήμα 2.8 : Η δυναμική ενέργεια ενός σώματος που βρίσκεται σε ένα ύψος h από το έδαφος

Η δυναμική ενέργεια E_p , λοιπόν, εξαρτάται από τη μάζα m του σώματος, την υψομετρική διαφορά h που έχει το σώμα και την τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας g . Δηλαδή η ενέργεια αυτή ορίζεται από τη σχέση :

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

γ) Η εσωτερική ενέργεια. Είναι η ενέργεια που έχει η ύλη και που οφείλεται στην κίνηση και τη διαμόρφωση των μορίων που αποτελούν (συγκροτούν) την ύλη

αυτή. Για παράδειγμα, ένα αέριο που βρίσκεται υπό πίεση σε ένα δοχείο, έχει αποθηκευμένη ενέργεια. Όταν το αέριο αυτό θερμανθεί, η κίνηση των μορίων αυξάνει, η πίεση του αερίου μεγαλώνει και συνεπώς, η εσωτερική ενέργεια του αερίου αυξάνει.

δ) Η χημική ενέργεια.

Αυτή, όπως και η εσωτερική ενέργεια βρίσκεται μέσα στην ύλη και αποδεσμεύεται όταν υπάρξουν χημικές αντιδράσεις. Η ενέργεια που απελευθερώνεται από την καύση ενός καυσίμου μέσα στους κυλίνδρους μιας μηχανής εσωτερικής καύσης, είναι ένα παράδειγμα χημικής ενέργειας.

ε) Η πυρηνική ενέργεια.

Η ενέργεια αυτή βρίσκεται μέσα στα άτομα της ύλης και αποδίδεται όταν διασπασθεί ο πυρήνας τους.

Επίσης, η **ηλεκτρική ενέργεια**, η **μαγνητική** και η **θερμική ενέργεια**, είναι μερικές ακόμη από τις μορφές ενέργειας που συναντούμε καθημερινά στη ζωή μας.

Στο διεθνές σύστημα (SI), η ενέργεια μετράται σε Joule (Τζάουλ) που συμβολίζεται με το γράμμα J.

Άλλες μονάδες ενέργειας είναι η θερμίδα (cal), και η αγγλική θερμίδα (Btu), καθώς και η κιλοβατώρα (kWh). Περισσότερα στοιχεία γι' αυτές τις μονάδες θα δοθούν στη συνέχεια του βιβλίου, στην παράγραφο περί θερμότητας.

Παράδειγμα 1. - Άσκηση

Πόση είναι η κινητική ενέργεια ενός αυτοκινήτου με μάζα 1.000 kg, που κινείται με σταθερή ταχύτητα 80 km/h;

Λύση

Η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E_k = 0,5 \cdot m \cdot u^2$$

όπου $m = 1.000 \text{ kg}$ $u = 80 \text{ km/h} = 22,23 \text{ m/s}$

Άρα, η κινητική ενέργεια θα είναι:

$$E_k = 0,5 \cdot 1.000 \cdot 22,23^2 = 247.086,5 \text{ J}$$

Παράδειγμα 2. - Άσκηση

Πόση είναι η δυναμική ενέργεια που έχει ένα αυτοκίνητο μάζας $m = 1.000 \text{ kg}$, όταν βρίσκεται ανυψωμένο σε μια πλατφόρμα σε ύψος $h = 2 \text{ m}$ από το δάπεδο του συνεργείου; Η επιτάχυνση της βαρύτητας g να ληφθεί ίση με $9,81 \text{ m/s}^2$.

Λύση

Η δυναμική ενέργεια του αυτοκινήτου υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E_p = m \cdot h \cdot g$$

όπου $m = 1.000 \text{ kg}$
 $h = 2 \text{ m}$
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Άρα, η δυναμική ενέργεια θα είναι:

$$E_p = 1.000 \cdot 2 \cdot 9,81 = 19.620 \text{ J}$$

2.9 Ισχύς

Από τον ορισμό του έργου φαίνεται, ότι αυτό είναι ανεξάρτητο από το χρόνο που απαιτείται για να παραχθεί, γιατί το ίδιο έργο μπορεί να γίνει σε ένα δευτερόλεπτο, σε μία ώρα ή ένα μήνα.κ.ο.κ.

Η ισχύς είναι το φυσικό μέγεθος με το οποίο μπορούμε να συγκρίνουμε την απόδοση διαφόρων μηχανών.

Για να είναι δυνατή αυτή η σύγκριση, θα πρέπει οι μηχανές να έχουν ένα κοινό μέτρο. Το μέτρο αυτό είναι το έργο το οποίο μπορούν να αποδώσουν μέσα στον ίδιο χρόνο ή τη μονάδα του χρόνου.

Συνεπώς, όταν αναφερόμαστε στην ισχύ μιας μηχανής, μας ενδιαφέρει σε πόσο χρόνο παράγεται αυτό το έργο. Το πηλίκο, λοιπόν, του έργου W προς το χρόνο t , μέσα στον οποίο έχει παραχθεί αυτό, ονομάζεται ισχύς της μηχανής και συμβολίζεται με το γράμμα P .

Δηλαδή, ισχύει η σχέση:

$$P = W / t$$

Άρα, ισχύς είναι το έργο που παράγεται στη μονάδα του χρόνου

Η μονάδα μέτρησης της ισχύος στο διεθνές σύστημα (SI) είναι το Watt (βατ), συμβολίζεται με το γράμμα W και ισούται με $1J/s$. Συνήθως χρησιμοποιείται το πολλαπλάσιο του, δηλαδή τα $1000 W$ που ονομάζεται κιλοβάτ (kW).

Άλλες μονάδες ισχύος που χρησιμοποιούνται στην πράξη, είναι ο μετρικός ίππος που συμβολίζεται με τα γράμματα PS , ενώ στο αγγλικό σύστημα μονάδα ισχύος είναι το ποδόλιμπρο ανά δευτερόλεπτο ($1ft-lbf/s$)

και ο αγγλικός ίππος που συμβολίζεται με τα γράμματα HP .

Για τη μετατροπή των μονάδων μπορούν να χρησιμοποιούνται οι παρακάτω αναλογίες:

$$1W = 1,3596 \cdot 10^{-3} PS$$

$$1W = 1,341 \cdot 10^{-3} HP$$

$$1W = 0,7375 ft-lbf/s$$

ή διαφορετικά

$$1PS = 735,499 W = 0,7355 kW$$

$$1HP = 745,70 W = 0,7457 kW$$

$$1ft-lbf/s = 1,35582 W = 1,35582 \cdot 10^{-3} kW$$

Παράδειγμα 1. - Άσκηση

Ένας κινητήρας αυτοκινήτου έχει ισχύ $110 PS$. Πόση είναι η ισχύς του σε W , kW και αγγλικούς ίππους;

Λύση

Από τις παραπάνω σχέσεις μετατροπής των μονάδων έχουμε:

$$1 PS = 735,499 W = 0,7355 kW$$

Άρα οι $110 PS$ θα είναι:

$$110 PS = 110 \cdot 735,499 W = 80.905 W$$

και

$$110 PS = 110 \cdot 0,7355 kW = 80,905 kW$$

Από τις ίδιες αυτές αναλογίες μετατροπών, η σχέση μεταξύ μετρικού ίππου PS και αγγλικού ίππου HP , προκύπτει αν διαιρέσουμε, κατά μέλη, τις δύο παρακάτω σχέσεις :

$$1 PS = 735,499 W$$

$$1 HP = 745,70 W$$

Άρα :

$$1 \text{ PS} / 1 \text{ HP} = 735,499 / 745,70 \text{ P}$$

$$1 \text{ PS} / 1 \text{ HP} = 0,9863 \text{ P}$$

$$1 \text{ PS} = 0,987 \text{ HP}$$

και συνεπώς, οι 110 PS θα είναι :

$$110 \text{ PS} = 108,57 \text{ HP}$$

Παράδειγμα 2. - Άσκηση

Πόση ισχύ πρέπει να έχει μια μηχανή ανύψωσης αντικειμένων προκειμένου να ανυψώσει ένα σώμα μάζας $m=100 \text{ kg}$ σε ένα ύψος $h=30 \text{ m}$ και σε χρόνο $t=30 \text{ s}$; Η επιτάχυνση της βαρύτητας g να ληφθεί ίση με $9,81 \text{ m/s}^2$.

Λύση

Αρχικά υπολογίζουμε το βάρος του σώματος. Αυτό θα είναι :

$$B = m \cdot g = 100 \cdot 9,81 = 981 \text{ N}$$

Στη συνέχεια υπολογίζουμε το έργο που παράγει η μηχανή ανυψώνοντας το σώμα. Δηλαδή :

$$W = B \cdot h = 981 \cdot 30 = 29.430 \text{ Nm} = 29.430 \text{ J}$$

Αφού το παραπάνω έργο πρέπει να παραχθεί σε χρόνο 30 s , η ισχύς της μηχανής θα πρέπει να είναι :

$$P = W / t = 29.430 / 30 = 981 \text{ W} = 1,34 \text{ PS}$$

2.10 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία είναι το μέτρο με το οποίο προσδιορίζεται η θερμική κατάσταση των διαφόρων σωμάτων, στερεών, υγρών ή αερίων.

Έτσι, Θερμοκρασία είναι το φυσικό εκείνο μέγεθος, το οποίο χαρακτηρίζει πόσο θερμό (ζεστό) ή πόσο ψυχρό (κρύο) είναι ένα σώμα, σε σχέση με κάποιο άλλο.

Το αίτιο που δημιουργεί το αίσθημα του ψυχρού ή του θερμού είναι η θερμότητα, μια, δηλαδή, από τις βασικές μορφές ενέργειας, η οποία είτε προσδίδεται σε ένα σώμα, είτε αφαιρείται απ' αυτό.

Αυτή η μεταφορά της θερμότητας προς ή από το σώμα, προκαλεί και την αντίστοιχη μεταβολή της θερμοκρασίας. Αν, για παράδειγμα, έχουμε δύο σώματα το ένα από τα οποία είναι ψυχρό και το άλλο θερμό, και τα φέρουμε σε επαφή, θα διαπιστώσουμε τα εξής:

- n Λίγη ώρα αφότου τα δύο σώματα ήρθαν σε επαφή, το μεν θερμό σώμα εμφανίζεται λιγότερο θερμό, το δε ψυχρό σώμα λιγότερο ψυχρό.
- n Μετά από αρκετή ώρα, και τα δύο σώματα αποκτούν την ίδια θερμοκρασία.

Με το παράδειγμα αυτό καταλαβαίνουμε, ότι μεταξύ των δύο σωμάτων υπήρξε ροή θερμότητας ή, γενικότερα, μεταφορά ενέργειας από το θερμότερο σώμα στο ψυχρότερο, μέχρις ότου δηλαδή και τα δύο σώματα φθάσουν σε θερμική ισορροπία.

Η θερμοκρασία μετράται με ειδικό όργανο, το οποίο ονομάζεται **θερμόμετρο**. Η

λειτουργία του βασίζεται στις γνωστές ιδιότητες των σωμάτων - τη διαστολή και τη συστολή - που εκδηλώνονται όταν αυξάνει ή όταν μειώνεται η θερμοκρασία τους αντίστοιχα.

Τα θερμόμετρα, συνήθως, αποτελούνται από έναν λεπτό βαθμονομημένο γυάλινο σωλήνα, μέσα στον οποίο υπάρχει μια συγκεκριμένη ποσότητα ενός υγρού, που συνήθως είναι υδράργυρος ή οινόπνευμα. Το υγρό αυτό ανάλογα με τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, διαστέλλεται ή συστέλλεται και έτσι, με την κατάλληλη βαθμονόμηση μπορεί να δείχνει τη μεταβολή της θερμοκρασίας.

Τα θερμόμετρα διακρίνονται σε κοινά ή υδραργυρικά και σε οινόπνευματος, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση πολύ χαμηλών θερμοκρασιών.

Αντίθετα, για τη μέτρηση υψηλών θερμοκρασιών, χρησιμοποιούνται τα ηλεκτρικά θερμόμετρα τα οποία βασίζονται, είτε στην αρχή του θερμοηλεκτρικού φαινομένου, είτε στην αρχή της μεταβολής της ηλεκτρικής αντίστασης τη θερμοκρασία. Πάντως, και για τους δύο αυτούς τύπους θερμόμετρου, η μέτρηση της θερμοκρασίας ανάγεται στη μέτρηση της διαφοράς της ηλεκτρικής τάσης.

Η βαθμονόμηση των θερμομέτρων γίνεται σε βαθμούς Celsius (Κελσίου) και συμβολίζονται ως $^{\circ}\text{C}$, ή σε βαθμούς Fahrenheit (Φαρενάιτ) και συμβολίζονται ως $^{\circ}\text{F}$.

Οι βαθμοί Κελσίου χρησιμοποιούνται στο μετρικό σύστημα, ενώ οι βαθμοί Φαρενάιτ στο αγγλικό σύστημα μονάδων.

Στο θερμόμετρο του Κελσίου, το μηδέν της κλίμακας (0°C), αντιστοιχεί στη θερμοκρασία πήξης του αποσταγμένου νερού ενώ το σημείο των 100°C αντιστοιχεί στο σημείο

βρασμού του αποσταγμένου νερού, πάντα υπό συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης. Το διάστημα μεταξύ των δύο αυτών σημείων υποδιαιρείται σε 100 ίσα μέρη, τα οποία ονομάζονται βαθμοί Κελσίου.

Για το θερμόμετρο Φαρενάιτ, οι αντίστοιχοι βαθμοί είναι 32°F για το σημείο πήξης και 212°F για το σημείο βρασμού. Στην κλίμακα Φαρενάιτ, το διάστημα μεταξύ των δύο αυτών σημείων υποδιαιρείται σε 180 ίσα μέρη, τα οποία ονομάζονται βαθμοί Φαρενάιτ.

Οι σχέσεις που συνδέουν τις δύο αυτές βασικές κλίμακες μέτρησης της θερμοκρασίας, είναι:

$$^{\circ}\text{F} = (9/5) \cdot ^{\circ}\text{C} + 32$$

ή διαφορετικά

$$^{\circ}\text{C} = (5/9) \cdot (^{\circ}\text{F} - 32)$$

Παράδειγμα 1. - Άσκηση

Αν τα καυσάερια μιας μηχανής εσωτερικής καύσης έχουν θερμοκρασία 600°F , τι θερμοκρασία έχουν στην κλίμακα Κελσίου;

Λύση

$$\text{C} = (5/9) \cdot (^{\circ}\text{F} - 32) = (5/9) \cdot (600 - 32) = 315,56^{\circ}\text{C}$$

Παράδειγμα 2. - Άσκηση

Αν το λάδι λίπανσης μιας μηχανής έχει θερμοκρασία 50°C , πόσοι βαθμοί είναι στην κλίμακα Φαρενάιτ;

Λύση

$$F = (9/5) \cdot ^{\circ}\text{C} + 32 = (9/5) \cdot 50 + 32 = 1,8 \times 50 + 32 = 122^{\circ}\text{F}$$

Παράδειγμα 3. - Άσκηση

Ποια είναι εκείνη η θερμοκρασία στην οποία και οι δύο κλίμακες, Κελσίου και Φαρενάιτ, ταυτίζονται;

Λύση

Θα πρέπει η θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου να είναι ίδια με τη θερμοκρασία σε βαθμούς Φαρενάιτ. Δηλαδή, θα πρέπει να ισχύει :

$$^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{F} \text{ και } ^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C}$$

Οι σχέσεις μετατροπής γράφονται :

$$F = (9/5) \cdot C + 32 \text{ και } C = (5/9) \cdot (F - 32)$$

Επιλύουμε την πρώτη ως προς F, και τη δεύτερη ως προς C. Δηλαδή έχουμε, αντίστοιχα:

$$\begin{aligned} F &= 1,8 \cdot C + 32 \quad \mathbf{D} \\ F - 1,8 \cdot C &= 32 \quad \mathbf{D} - 0,8 \cdot F = 32 \quad \mathbf{D} \\ F &= -32 / 0,8 \quad \mathbf{D} \quad F = -40 \end{aligned}$$

και

$$\begin{aligned} C &= (5/9) \cdot (C - 32) = (C - 32) / 1,8 \quad \mathbf{D} \\ 1,8 \cdot C &= C - 32 \quad \mathbf{D} \quad 1,8 \cdot C - C = -32 \quad \mathbf{D} \\ 0,8 \cdot C &= -32 \quad \mathbf{D} \quad C = - (32 / 0,8) = -40 \end{aligned}$$

Άρα η θερμοκρασία η οποία είναι ίδια και για τις δύο κλίμακες είναι -40° βαθμοί. (Κελσίου ή Φαρενάιτ).

2.11 Σχετική και απόλυτη θερμοκρασία

Κάθε θερμοκρασία, η οποία μετράται από το μηδέν της κλίμακας Κελσίου ή της κλίμακας Φαρενάιτ, ονομάζεται σχετική, και μπορεί να είναι είτε θετική, (αν είναι πάνω από το μηδέν), είτε αρνητική, (αν είναι κάτω από αυτό).

Η σχετική θερμοκρασία συμβολίζεται με το γράμμα t και χρησιμοποιείται ευρύτατα, τόσο στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου, όσο και στις διάφορες τεχνικές εφαρμογές. Όπως και στην περίπτωση της πίεσης, έτσι και εδώ εκτός από τη σχετική θερμοκρασία υπάρχει και η απόλυτη θερμοκρασία, η οποία ορίζεται με βάση το απόλυτο μηδέν της κλίμακας. Θεωρητικά, το απόλυτο μηδέν είναι η χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία, η οποία για μεν την κλίμακα Κελσίου ορίζεται στους $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$, για δε την κλίμακα Φαρενάιτ στους $-461\text{ }^{\circ}\text{F}$. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι το απόλυτο μηδέν δεν υπάρχει στη φύση.

Κάθε θερμοκρασία που μετράται με αρχή το απόλυτο μηδέν, ονομάζεται απόλυτη θερμοκρασία και έχει πάντοτε θετικές τιμές.

Η απόλυτη θερμοκρασία συμβολίζεται με το γράμμα T και μετράται σε δύο κλίμακες: την κλίμακα Kelvin (Κέλβιν) που συμβολίζεται με το γράμμα K και την κλίμακα Rankine (Ρανκίν) που συμβολίζεται με το γράμμα R . Στο διεθνές σύστημα (SI) χρησιμοποιείται η κλίμακα Κέλβιν για δε τη μετατροπή των βαθμών Κελσίου σε βαθμούς Κέλβιν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η απλή σχέση :

$$K = \text{ }^{\circ}\text{C} + 273$$

Μια ανάλογη σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη μετατροπή των βαθμών Φαρενάιτ σε βαθμούς Ρανκίν :

$$R = \text{ }^{\circ}\text{F} + 460$$

Παράδειγμα - Άσκηση

Οι θερμοκρασίες των $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ και των $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ σε πόσους βαθμούς Κέλβιν αντιστοιχούν;

Λύση

Για τους $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ισχύει:

$$K = \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 40 + 273 = 313\text{ K}$$

Για τους $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ισχύει:

$$K = \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = -40 + 273 = 233\text{ K}$$

2.12 Πυκνότητα, ειδικό βάρος και ειδικός όγκος

Από τη Φυσική είναι γνωστό, ότι η **πυκνότητα ενός υλικού είναι το πηλίκο της μάζας m του υλικού δια του όγκου V , που αυτό καταλαμβάνει**. Δηλαδή :

$$\rho = m / V$$

Στο διεθνές σύστημα (SI) η μονάδα μέτρησης της πυκνότητας είναι το χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο (kg/m^3).

Αν στον παραπάνω ορισμό της πυκνότητας, αντί της μάζας θεωρήσουμε το μέτρο του βάρους του σώματος, τότε έχουμε τον ορισμό του ειδικού βάρους γ . Δηλαδή, ειδικό βάρος γ ενός σώματος είναι το πηλίκο του μέτρου του βάρους του σώματος B δια του όγκου V που το σώμα καταλαμβάνει. Δηλαδή :

$$\gamma = B / V$$

Στο διεθνές σύστημα (SI) η μονάδα μέτρησης του ειδικού βάρους είναι το Νιούτον ανά κυβικό μέτρο (N/m^3).

Ο ειδικός όγκος u είναι το αντίστροφο της πυκνότητας ρ , δηλαδή είναι ο όγκος V τον οποίο καταλαμβάνει η μονάδα της μάζας m του σώματος. Δηλαδή, ισχύει :

$$u = V / m$$

αλλά και

$$\rho = 1 / u$$

ή διαφορετικά

$$u = 1 / \rho$$

Στο διεθνές σύστημα (SI) η μονάδα μέτρησης του ειδικού όγκου είναι το κυβικό μέτρο ανά χιλιόγραμμα (m^3/kg). Αλλά και το ειδικό βάρος ενός αερίου μπορεί να προσδιοριστεί, αν διαιρεθεί ένα οποιοδήποτε βάρος του με τον όγκο που αυτό καταλαμβάνει.

Ομοίως, και ο ειδικός όγκος μπορεί να προσδιοριστεί, αν διαιρεθεί ένας τυχαίος όγκος του αερίου με τη μάζα που έχει ο όγκος αυτός.

Η πυκνότητα και ο ειδικός όγκος των αερίων δεν είναι μεγέθη σταθερά, αλλά αντίθετα, εξαρτώνται πάντοτε από την πίεση και τη θερμοκρασία. Η εξάρτηση είναι τέτοια, ώστε όσο μικρότερη είναι η πίεση και μεγαλύτερη η θερμοκρασία, τόσο αραιότερο γίνεται το αέριο και συνεπώς, η πυκνότητα μειώνεται ή ο ειδικός όγκος αυξάνει.

Επιπλέον πληροφορίες

Στο αγγλικό σύστημα η μονάδα μέτρησης της πυκνότητας είναι η λίμπρα ανά κυβικό πόδι ή κυβική ίντσα (lb/ft^3 ή lb/in^3).

Στο ίδιο σύστημα η μονάδα μέτρησης του ειδικού βάρους είναι η λίμπρα βάρους ανά κυβικό πόδι (lb/ft^3) ή η λίμπρα βάρους ανά κυβική ίντσα (lb/in^3).

Επίσης για το αγγλικό σύστημα, οι μονάδες μέτρησης του ειδικού όγκου είναι το κυβικό πόδι ανά λίμπρα (ft^3/lb) ή η κυβική ίντσα ανά λίμπρα (in^3/lb).

2.13 Θερμότητα

Θερμότητα είναι η θερμική ενέργεια που μεταφέρεται μεταξύ δύο συστημάτων, λόγω της θερμοκρασιακής διαφοράς που υπάρχει μεταξύ τους, όταν έρχονται σε κάποιου είδους επικοινωνία μεταξύ τους.

Η θερμότητα λοιπόν είναι μια από τις βασικές μορφές ενέργειας και είναι το αίτιο της μεταβολής της θερμικής κατάστασης των σωμάτων.

Όταν, για παράδειγμα, σε ένα σώμα προσδίδουμε θερμότητα, αυξάνει η θερμοκρασία του, ενώ όταν αφαιρούμε θερμότητα, η θερμοκρασία του μειώνεται. Από τα παραπάνω γίνεται φανερό, ότι η θερμότητα είναι το ποσό της ενέργειας το οποίο δίδεται ή αφαιρείται από ένα σώμα, ενώ η θερμοκρασία είναι το μέτρο με το οποίο προσδιορίζουμε κάθε στιγμή τη θερμική κατάσταση του σώματος. Με άλλα λόγια, η θερμότητα είναι το αίτιο και η θερμοκρασία το αποτέλεσμα.

Το ποσό της θερμότητας Q , που απαιτείται να δοθεί σε ένα σώμα μάζας m , για την αύξηση της θερμοκρασίας του από μια θερμοκρασία π.χ. t_1 σε μια θερμοκρασία t_2 , δίνεται από τη σχέση:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

όπου c είναι η ειδική θερμότητα του σώματος η οποία εκφράζεται σε μονάδες J/kgK και ΔT η θερμοκρασιακή διαφορά σε K (βαθμούς κλίμακας Κέλβιν). Η ειδική θερμότητα εξαρτάται από το είδος του σώματος και, συνήθως, δίνεται από πίνακες. Για

παράδειγμα, η ειδική θερμότητα του νερού σε θερμοκρασία $14,5^\circ\text{C}$ είναι $4,19 \text{ kJ/kgK}$.

Το πως η θερμική ενέργεια (θερμότητα) - που δίνουμε σ' ένα σώμα ή αφαιρούμε απ' αυτό - μεταβάλλει τη θερμική του κατάσταση, μπορούμε να το καταλάβουμε αν παρατηρήσουμε τη μικροσκοπική δομή των σωμάτων.

Έτσι, τα μόρια από τα οποία αποτελούνται τα σώματα, κινούνται γύρω από μια θέση εκτελώντας παλμικές κινήσεις. Όταν στο σώμα προσδίδεται θερμότητα, δηλαδή ενέργεια, η ταχύτητα της παλμικής αυτής κίνησης των μορίων αυξάνει και οι συγκρούσεις μεταξύ τους γίνονται εντονότερες, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνει η θερμοκρασία του σώματος.

Αντιθέτως, όταν αφαιρείται θερμότητα, η κίνηση των μορίων περιορίζεται και παρατηρούμε μείωση της θερμοκρασίας του σώματος. Μάλιστα, όταν η θερμοκρασία του σώματος φθάσει στο απόλυτο μηδέν (-273°C), τότε η κίνηση των μορίων μηδενίζεται. Στο διεθνές σύστημα (SI), μονάδα μέτρησης της θερμότητας είναι το Joule (J), ο ορισμός του οποίου έχει δοθεί σε προηγούμενη παράγραφο.

Άλλες μονάδες μέτρησης της θερμότητας που συναντάμε ακόμα στην πράξη, είναι το calorie (καλορί) ή αλλιώς η θερμίδα, η οποία συμβολίζεται με τα γράμματα cal, καθώς και η αγγλική θερμίδα (British thermal unit), γνωστή και ως Btu, από τα αρχικά, δηλαδή, των προηγούμενων τριών λέξεων. Πάντως, περισσότερο εύχρηστα είναι τα πολλαπλάσια της θερμίδας, δηλαδή το kilocalorie, όπου:

$$1 \text{ kcal} = 1.000 \text{ cal}$$

Ένα kcal είναι ίσο με 4.186J και είναι η ποσότητα της θερμότητας η οποία πρέπει να αποδοθεί σε ένα χιλιόγραμμα (kg) νερού, ώστε να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά ένα βαθμό Κελσίου. Για τη μετατροπή των μονάδων, στο διεθνές σύστημα (SI), να χρησιμοποιηθούν οι αναλογίες:

$$1 \text{ J} = 238,85 \cdot 10^{-6} \text{ kcal}$$

$$1 \text{ J} = 947,8 \cdot 10^{-6} \text{ Btu}$$

ή διαφορετικά

$$1 \text{ kcal} = 4.186 \text{ J}$$

$$1 \text{ Btu} = 1.055 \text{ J}$$

Παράδειγμα 1. - Άσκηση

Πόση θερμότητα πρέπει να δώσουμε σε μια χαλύβδινη ράβδο μάζας 10 kg, για να αυξηθεί η θερμοκρασία της από τους 20 °C στους 60 °C; Δίνεται η ειδική θερμότητα της ράβδου, ίση με $c = 0,5 \text{ kJ/kgK}$

Λύση

Το ποσό της θερμότητας Q που πρέπει να δοθεί στη ράβδο για την αύξηση της θερμοκρασίας του από t^1 σε t^2 δίνεται από τη σχέση:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Αλλά

$$T_1 = t_1 + 273 = 20 + 273 = 293 \text{ K}$$

$$T_2 = t_2 + 273 = 60 + 273 = 333 \text{ K}$$

και

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 333 - 293 = 40 \text{ K}$$

Άρα, η θερμότητα που θα πρέπει να δοθεί στη χαλύβδινη ράβδο είναι:

$$Q = 10 \cdot 0,5 \cdot 40 = 200 \text{ KJ}$$

Παράδειγμα 2. - Άσκηση

Πόση θερμότητα πρέπει να δώσουμε σε 2 kg, νερό για να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά 10 °C ; Η πίεση θεωρείται ότι είναι η ατμοσφαιρική.

Λύση

Από τον ορισμό του kcal, γνωρίζουμε ότι για να αυξηθεί η θερμοκρασία ενός χιλιόγραμμου νερού κατά ένα βαθμό Κελσίου, απαιτούνται 4186 J. Άρα, για τα 2 χιλιόγραμμα θα απαιτηθεί ενέργεια:

$$4.186 \text{ J} \cdot 2 = 8.372 \text{ J}$$

Και για να αυξηθεί κατά 10 βαθμούς Κελσίου η θερμοκρασία, θα απαιτηθεί ενέργεια:

$$8.372 \text{ J} \cdot 10 = 83.720 \text{ J} = 83,72 \text{ kJ} \\ = 20 \text{ kcal}$$

2.14 Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η θερμότητα είναι θερμική ενέργεια που μεταφέρεται μεταξύ δύο συστημάτων, όταν:

✓ υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ τους και

✓ τα συστήματα βρίσκονται σε κάποια μορφή επικοινωνία μεταξύ τους.

Και οι δύο αυτές προϋποθέσεις, είναι απαραίτητο να υπάρχουν ταυτόχρονα, προκειμένου να συμβεί μεταφορά θερμότητας.

Ας σημειωθεί, ότι η ροή της θερμότητας

γίνεται πάντα από το πιο ζεστό στο λιγότερο ζεστό, και σταματά όταν τα δύο σώματα αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία.

Συμβατικά, η ροή της θερμότητας είναι θετική, όταν η θερμοκρασία του χώρου που περιβάλλει ένα σύστημα είναι υψηλότερη από το σύστημα, και αρνητική, όταν είναι χαμηλότερη από το σύστημα. Με άλλα λόγια, **θετική μεταφορά θερμότητας έχουμε, όταν η θερμότητα μεταφέρεται προς το σύστημα, και αρνητική όταν η θερμότητα αφαιρείται από σύστημα.**

Οι βασικοί τρόποι μετάδοσης της θερμότητας είναι:

α) Με αγωγιμότητα

Με τον τρόπο αυτό, η μετάδοση γίνεται από μόριο σε μόριο, μέσα σε ένα στερεό σώμα, ή μεταξύ δύο στερεών σωμάτων που βρίσκονται σε απόλυτη επαφή μεταξύ τους, καθώς επίσης και μέσα σε υγρά ή αέρια που βρίσκονται σε απόλυτη ακινησία (ηρεμία). Το ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται, είναι ανάλογο προς τη θερμοκρασιακή διαφορά και το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, το μέγεθος του οποίου εξαρτάται από το είδος του κάθε υλικού. Οι τιμές του συντελεστή αυτού είναι μεγάλες για τα μέταλλα, μικρότερες για τα μη μεταλλικά σώματα και τα υγρά, και πολύ μικρότερες για όλα τα αέρια.

Παραδείγματα αυτού του τρόπου μετάδοσης, συναντάμε συνεχώς στην καθημερινή μας ζωή. Έτσι όταν ανακατεύουμε με ένα μεταλλικό κουτάλι το ζεστό νερό ενός δοχείου, η θερμότητα του μεταφέρεται στο κουτάλι, με αποτέλεσμα, μετά από λίγο, να έχει και αυτό ζεσταθεί.

Ερώτηση: Τι συμβαίνει, όταν το κουτάλι είναι πλαστικό ή ξύλινο;

Ένα άλλο παράδειγμα αυτού του τρόπου

μετάδοσης της θερμότητας έχουμε, όταν ξεκινά τη λειτουργία του ένας λέβητας του συστήματος κεντρικής θέρμανσης μιας πολυκατοικίας.

Αρχικά, τα εξωτερικά τοιχώματα του λέβητα είναι κρύα, προοδευτικά όμως, και καθώς τα εσωτερικά του τοιχώματα θερμαίνονται όλο και περισσότερο, μέρος της θερμότητας μεταφέρεται και στα εξωτερικά τοιχώματα, με αποτέλεσμα σε λίγη ώρα να έχουν κι αυτά ζεσταθεί αρκετά.

Μάλιστα, για να περιορίσουμε τη μετάδοση της θερμότητας από το εσωτερικό του λέβητα προς τα εξωτερικά τοιχώματά του, χρησιμοποιούμε μονωτικά υλικά με μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, τα οποία παρεμβάλλονται μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού τοιχώματος.

Ερώτηση: Που αλλού χρησιμοποιούμε μονωτικά υλικά;

β) Με μεταφορά.

Στην περίπτωση αυτή, η θερμότητα μεταφέρεται από ένα ζεστό σώμα σε ένα «εν κινήσει» υγρό ή αέριο, ή και αντίστροφα.

Όταν κοντά σε ένα στερεό σώμα ή και απευθείας επάνω του ρέει ένα ρευστό (υγρό ή αέριο), του οποίου η θερμοκρασία είναι διαφορετική από εκείνη του στερεού σώματος, τότε μεταφέρεται θερμική ενέργεια προς το στερεό σώμα, ή και αντίστροφα, από το στερεό δηλ. προς το αέριο. Η κίνηση του ρευστού επάνω στο σώμα μπορεί να είναι, είτε βεβιασμένη, να προκαλείται δηλαδή από μια αντλία ή έναν ανεμιστήρα, είτε φυσική, να οφείλεται δηλαδή στη διαφορά της πυκνότητας της μάζας του ρευστού, αφού όπως είναι γνωστό, όταν ένα ρευστό θερμαίνεται, αυξάνει ο όγκος του και μειώνεται η πυκνότητά του.

Κλασσική περίπτωση φυσικής κυκλοφορί-

ας είναι η ροή του αέρα επάνω από τα θερμαντικά σώματα των σπιτιών.

Και σε αυτό το είδος μετάδοσης της θερμότητας, η θερμική ενέργεια που μεταφέρεται, είναι ανάλογη προς τη θερμοκρασιακή διαφορά των δύο σωμάτων και το συντελεστή μεταφοράς της θερμότητας.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, και τα δύο είδη μετάδοσης της θερμότητας, (με αγωγιμότητα και με μεταφορά) συνυπάρχουν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της συνύπαρξης, είναι η θέρμανση μιας κατοικίας.

Πραγματικά, στο εσωτερικό ενός δωματίου, μέρος της θερμότητας αποδίδεται από τα θερμαντικά σώματα στο χώρο, μεταφέρεται με το ζεστό αέρα στα εσωτερικά τοιχώματα του δωματίου. Εφαρμόζεται δηλ. η αρχή της μεταφοράς της θερμότητας.

Από εκεί, μέρος της θερμότητας μεταφέρεται, με την αρχή της αγωγιμότητας, στο εσωτερικό του τοίχου, και στα διάφορα υλικά του (τούβλα, μονωτικά υλικά, επιχρίσματα).

Τέλος, στην εξωτερική πλευρά του τοίχου, μέρος της θερμότητας που φθάνει από το εσωτερικό του τοίχου, μεταφέρεται και πάλι με τη μέθοδο της μεταφοράς στον ψυχρότερο αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Ερώτηση; Τι συμβαίνει κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, που η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία στο εσωτερικό ενός δωματίου;

γ) Με ακτινοβολία

Στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις, για να είναι δυνατή η μετάδοση της θερμότητας, είναι απαραίτητο να υπάρχει κάποιο μέσο μεταφοράς (αέριο, υγρό) ή

ύλη (σε στερεή ή ρευστή μορφή) μεταξύ των σωμάτων. Ωστόσο, θερμική ενέργεια είναι δυνατόν να διαδοθεί και από ένα σώμα σε ένα άλλο, χωρίς να μεσολαβεί ύλη μεταξύ τους. Αυτό γίνεται μέσω της ακτινοβολίας των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και ονομάζεται μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία.

Η ακτινοβολία είναι μια ακόμα μορφή ενέργειας, ενώ όλα τα σώματα, ανάλογα με τη θερμοκρασία τους και την κατάσταση της επιφάνειάς τους, ακτινοβολούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Έτσι, λοιπόν, ένα θερμό σώμα ακτινοβολεί ενέργεια η οποία διαδίδεται με τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Τα κύματα αυτά, όταν φθάσουν σε ένα άλλο σώμα, λιγότερο θερμό, απορροφώνται από αυτό, ενώ η ενέργεια που μεταφέρουν προκαλεί αύξηση της εσωτερικής ενέργειας του σώματος που δέχεται την ακτινοβολία, και συνεπώς, αρχίζει και αυτό να θερμαίνεται.

Και στην περίπτωση αυτή, όπως και στις άλλες, η μετάδοση της θερμικής ενέργειας γίνεται από το θερμότερο σώμα προς το λιγότερο θερμό.

Θα πρέπει να αναφερθεί, ότι ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορούν να δημιουργηθούν από διάφορες αιτίες, όπως για παράδειγμα, από μια κεραία ενός ραδιοφωνικού σταθμού ή κινητής τηλεφωνίας ή από τους πυλώνες μεταφοράς ρεύματος υψηλής τάσης. Όταν όμως το αίτιο της εκπομπής ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι η θερμοκρασία ενός σώματος, τότε η ακτινοβολία ονομάζεται θερμική ακτινοβολία. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η θερμική ακτινοβολία, όπως και όλες οι υπόλοιπες ακτινοβολίες, διαδίδονται με την ταχύτητα του φωτός.

2.15 Πρώτος Θερμοδυναμικός νόμος

Από τη Φυσική είναι γνωστό, ως αρχή, ότι κάθε μορφή ενέργειας μπορεί να μετατραπεί σε κάποια άλλη χωρίς απώλειες, χωρίς, δηλαδή, να χαθεί κάποια ποσότητα από την αρχική ενέργεια.

Η αρχή αυτή ονομάζεται αρχή της διατήρησης της ενέργειας ή νόμος του Mayer (Μάγιερ). Η αρχή αυτή καθορίζει, ότι **η συνολική ενέργεια η οποία θα υπάρχει σε ένα σύστημα στο τέλος της διαδικασίας μετατροπής μιας ποσότητας ενέργειας σε κάποια άλλη μορφή, θα είναι ίση με το άθροισμα όλων των επιμέρους μορφών ενέργειας που προέκυψαν κατά τη διαδικασία αυτής της μετατροπής**. Το άθροισμα, μάλιστα, αυτό θα είναι ίσο ακριβώς με την ποσότητα της αρχικής ενέργειας που μετατράπηκε.

Αν, λοιπόν, συμβολίσουμε με ΣW το αλγεβρικό άθροισμα όλων των έργων που παρήχθησαν κατά τη διάρκεια μιας κυκλικής διεργασίας - και που δεν είναι άλλο από το καθαρό έργο - και με ΣQ το αλγεβρικό άθροισμα όλων των θερμότητων που ανταλλάχθηκαν κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, θα ισχύει η σχέση:

$$\Sigma W = J + \Sigma Q$$

όπου το $J = 1$ όταν χρησιμοποιούμε ως μονάδες το Joule (J) και $J = 4186$ όταν τη θερμότητα την εκφράσουμε σε θερμίδες (kcal).

Διευκρινίζεται, ότι με τον όρο κυκλική διεργασία εννοούμε κάθε μεταβολή της κατάστασης ενός συστήματος, κατά την οποία η αρχική και η τελική κατάσταση

του συστήματος αυτού που εκτελεί τη διεργασία είναι η ίδια. Με άλλα λόγια, οι ιδιότητες ενός συστήματος έχουν τις ίδιες τιμές τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της διεργασίας του.

Η παραπάνω σχέση αποτελεί το πρώτο θερμοδυναμικό νόμο, σύμφωνα με τον οποίο, όταν ένα σύστημα εκτελεί μια κυκλική διεργασία, τότε το καθαρό έργο είναι ανάλογο προς την καθαρή θερμότητα.

Στην παράγραφο που αναφερθήκαμε στον ορισμό και στις μονάδες μέτρησης της ισχύος, είδαμε ότι η ισχύς είναι το πηλίκο του έργου δια του χρόνου στον οποίο παράγεται αυτό. Αν, λοιπόν, την ισχύ την πολλαπλασιάσουμε με το χρόνο, θα πάρουμε και πάλι έργο ή ενέργεια. Ο παραπάνω συλλογισμός μας βοηθά να ορίσουμε μια ακόμα μονάδα ενέργειας πολύ διαδεδομένη, τη βατώρα (Wh) ή το πολλαπλάσιο αυτής, την κιλοβατώρα (kWh).

Η μονάδα αυτή σημαίνει ότι, αν μια μηχανή ισχύος 1kW (= 1.000W) εργαστεί επί μια ώρα, θα παραχθεί έργο (ενέργεια) ίσο προς 1 kWh. Και αφού το Joule (J) ορίζεται ως:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$$

και:

$$1 \text{ h} = 3.600 \text{ s}$$

προκύπτει ότι:

$$1 \text{ kWh} = 1.000 \text{ W} \cdot 3.600 \text{ s} = 3.600 \text{ kJ}$$

Παράδειγμα 1. - Άσκηση

Σε μια κυκλική διεργασία γίνονται οι εξής μεταφορές θερμότητας: +20J, -30J, -10J και +40J. Πόσο είναι το καθαρό έργο της κυκλικής διεργασίας;

Λύση

Αρχικά υπολογίζουμε το αλγεβρικό άθροισμα όλων των θερμοτήτων που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της διεργασίας και έχουμε:

$$\Sigma Q = 20 - 30 - 10 + 40 = 20 \text{ J}$$

Αν χρησιμοποιηθούν οι μονάδες του διεθνούς συστήματος, η σταθερά J θα είναι ίση με τη μονάδα και, συνεπώς, το καθαρό έργο θα είναι:

$$\Sigma W = J \cdot \Sigma Q = 1 \cdot 20 = 20 \text{ J}$$

Επιπλέον πληροφορίες

Πειράματα που έγιναν από τον Βρετανό φυσικό J.P. Joule (Τζάουλ) στα μέσα του 19^{ου} αιώνα, έδειξαν ότι το μηχανικό έργο W που αποδίδεται από ένα σύστημα, διαιρούμενο με το ποσό της θερμότητας Q που χρειάζεται να δοθεί στο σύστημα για να παραχθεί το μηχανικό έργο, είναι ίσο με μια σταθερά. Με σύμβολα, αυτό διατυπώνεται ως εξής:

$$W / Q = J = \text{σταθερά}$$

Αν σε ένα δοχείο που περιέχει 1 kg νερό σε θερμοκρασία 14,5 °C δώσουμε 1 kcal, η θερμοκρασία του θα αυξηθεί κατά ένα βαθμό °C. Όμως, την ίδια αύξηση της θερμοκρασίας θα μπορούσαμε να επιτύχουμε αν μονώναμε καλά το δοχείο και ανακατεύαμε το νερό με κάποιο μηχανισμό. Βλέπουμε, δηλαδή, ότι το μηχανικό έργο και η θερμότητα μπορούν να προκαλέσουν το ίδιο αποτέλεσμα σε ένα σύστημα.

Η σταθερά J της παραπάνω σχέσης είναι γνωστή ως το μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας. Η

σταθερά αυτή παίρνει την τιμή της μονάδας όταν το σύστημα των μονάδων είναι αυτό του διεθνούς συστήματος (SI), δηλαδή το έργο και τη θερμότητα τα μετράμε σε Joule (J).

Αν τη θερμότητα την εκφράσουμε σε kcal, τότε η σταθερά παίρνει την τιμή 4.186 J/kcal. Πρόκειται για την αναλογία που είδαμε στην παράγραφο που αναφερόταν στη θερμότητα και τη σχέση που υπάρχει μεταξύ Joule (J) και θερμίδας (kcal), δηλαδή:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm και}$$

$$1 \text{ kcal} = 4.186 \text{ J}$$

Στο αγγλικό σύστημα η αντίστοιχη αναλογία είναι:

$$1 \text{ Btu} = 778 \text{ lbf-ft}$$

Η παραπάνω σχέση ισοδυναμίας μηχανικού έργου και θερμότητας εφαρμόζεται, ανεξάρτητα από το είδος του συστήματος ή τη φύση των διεργασιών που ακολουθούνται.

2.16 Δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος

Όπως και ο πρώτος, έτσι και ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος είναι αποτέλεσμα παρατηρήσεων που έκαναν κατά καιρούς πολλοί ερευνητές σε διάφορες μηχανές. Πρώτος ο S. Carnot (Καρνό) παρατήρησε ότι για να παράγει έργο μια ατμομηχανή, θα πρέπει να υπάρχει ροή θερμότητας από μια θερμή πηγή με υψηλή θερμοκρασία, προς μια άλλη ψυχρή πηγή με χαμηλότερη θερμοκρασία. Επίσης παρατήρησε, ότι όσο η διαφορά της θερμοκρασίας των δύο αυτών πηγών ήταν μεγαλύτερη, τόσο μεγαλύτερο ήταν και το παραγόμενο έργο.

Με άλλα λόγια, **ο δεύτερος θερμοδυναμικός νόμος ή αρχή του Carnot (Καρνό) καθορίζει, ότι η θερμότητα ρέει από μόνη της από τα θερμότερα προς τα ψυχρότερα σώματα και ποτέ αντιστρόφως.** Ο νόμος αυτός εξηγεί τη βασική λειτουργία των θερμικών μηχανών, στις οποίες εκμεταλ-

λεύομαστε τη διαφορά της θερμοκρασίας η οποία υπάρχει μεταξύ ενός θερμού και ενός ψυχρού σώματος.

Ο νόμος αυτός καθορίζει επιπλέον ότι **η απόδοση μιας θερμικής μηχανής είναι, πάντοτε, ένας αριθμός μικρότερος της μονάδας, ακόμα και όταν η μηχανή είναι τέλεια.** Αυτό σημαίνει, ότι μόνο ένα μέρος της θερμότητας που παραλαμβάνει η μηχανή από το θερμό σώμα, μπορεί να μετατραπεί σε μηχανικό έργο.

Ωστόσο, η απόδοση της μηχανής μεγαλώνει, όσο μεγαλύτερη γίνεται η διαφορά μεταξύ του θερμού και του ψυχρού σώματος. Επειδή, όμως, ως ψυχρό σώμα χρησιμοποιείται συνήθως το περιβάλλον (νερό ή αέρας ψύξης), γίνεται φανερό, ότι στην πράξη η απόδοση μιας μηχανής εξαρτάται από τη θερμοκρασία του θερμού μόνο σώματος, και η οποία πρέπει να είναι, όσο το δυνατό, μεγαλύτερη.

2.17 Κινητήριες μηχανές - Ορισμός

Κινητήρια μηχανή ονομάζεται, γενικά, ένα σύνολο εξαρτημάτων το οποίο μπορούν να παράγουν κινητήριο ωφέλιμο μηχανικό έργο. Σε όλες σχεδόν τις κινητήριες μηχανές, τα διάφορα μέρη που τις συγκροτούν, συνεργάζονται μεταξύ τους κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτυγχάνεται η κίνηση ενός βασικού άξονα, από τον οποίο παραλαμβάνουμε τελικά το ωφέλιμο έργο.

Κινητήριες μηχανές συναντάμε πλέον, καθημερινά, σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα. Έτσι, οι κινητήριες μηχανές χρη-

σιμοποιούνται σε όλα τα μέσα μαζικής μεταφοράς, αλλά και στις περισσότερες συσκευές καθημερινής χρήσης.

Όλες οι μηχανές, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους, παραλαμβάνουν ενέργεια κάποιας μορφής, πχ. θερμική, χημική, ηλεκτρική, υδραυλική, και μετατρέπουν μέρος αυτής, κυρίως σε μηχανική ενέργεια ή, αλλιώς σε κινητήριο έργο.

2.18 Κινητήριες μηχανές - Κατάταξη

Οι κινητήριες μηχανές διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με τη μορφή της ενέργειας την οποία παραλαμβάνουν και που μετατρέπουν, τελικά, σε κινητική.

Οι μηχανές που καταναλώνουν θερμική ενέργεια, ονομάζονται θερμικές μηχανές, και τέτοιες είναι οι μηχανές εσωτερικής καύσης (βενζινοκινητήρες ή κινητήρες πετρελαίου), οι ατμοστρόβιλοι και οι αεριοστρόβιλοι.

Οι μηχανές που χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια για την παραγωγή μηχανικού έργου, ονομάζονται ηλεκτροκινητήρες, ενώ οι κινητήριες μηχανές που χρησιμοποιούν υδραυλική ενέργεια, υδραυλικοί κινητήρες.

Στο βιβλίο αυτό μας ενδιαφέρουν οι θερμικές μηχανές και ειδικότερα, οι μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) τις οποίες και θα γνωρίσουμε αναλυτικά, στα επόμενα κεφάλαια.

Πάντως, μια πρώτη, γενική κατάταξη των μηχανών εσωτερικής καύσης, είναι η εξής:

1) Ως προς το θερμικό κύκλο:

- Ι Μηχανές σταθερής πίεσης (πετρελαιομηχανές ή μηχανές Diesel)
- Ι Μηχανές έκρηξης ή σταθερού όγκου (βενζινομηχανές ή μηχανές Otto)
- Ι Μηχανές μικτού κύκλου

2) Ως προς τους χρόνους λειτουργίας:

- Ι Δίχρονοι
- Ι Τετράχρονοι
- Ι Συνεχούς λειτουργίας (αεριοστρόβιλοι)

3) Ως προς τον τρόπο πλήρωσης της μηχανής με αέριο καύσιμο μίγμα:

- Ι Φυσικής εισπνοής με την κάθοδο του εμβόλου
- Ι υπερπληρούμενες

4) Ως προς την ισχύ:

- Ι Απλής και διπλής ενέργειας
- Ι Μικρής, μέσης ή μεγάλης ισχύος

5) Ως προς την ταχύτητα:

- Ι Βραδύστροφες 100 - 120 rpm (μηχανές πλοίων)
- Ι Μέσου αριθμού στροφών 250 - 500 rpm (μηχανές πλοίων)
- Ι Ταχύστροφες πετρελαιομηχανές 1.000 - 4.500 rpm (μηχανές φορτηγών και αυτοκινήτων)
- Ι Ταχύστροφες βενζινομηχανές αυτοκινήτων 3.500 - 7.000 rpm (μηχανές αυτοκινήτων)
- Ι Ταχύστροφες βενζινομηχανές αυτοκινήτων 7.000 rpm και άνω (μηχανές αυτοκινήτων αγώνων)

6) Ως προς το χρησιμοποιούμενο καύσιμο:

- Ι Μηχανές βαρέων πετρελαίων (μαζούτ)
- Ι Μηχανές ελαφρών υγρών (diesel)
- Ι Μηχανές βενζίνης
- Ι Μηχανές φυσικών αερίων
- Ι Μηχανές μικτού καυσίμου (5% πετρέλαιο, 95% αέριο)

7) Ως προς τα μέσα βελτίωσης της καύσης:

- Ι Με ή χωρίς στροβιλισμό
- Ι Μεγάλης ή μικρής περιόδου αέρα

8) Ως προς τη φορά περιστροφής:

- Ι Δεξιόστροφες
- Ι Αριστερόστροφες
- Ι Αναστρέψιμες και μη αναστρέψιμες

9) Ως προς τη ψύξη:

- | Αερόψυκτες
- | Υδροψυκτες

10) Ως προς τη διάταξη των εμβόλων:

- | Κατακόρυφες (Σχήμα 2.9)
- | Οριζόντιες (Σχήμα 2.10)
- | Τύπου boxer (Σχήμα 2.11)
- | Διάταξης V (Σχήμα 2.12)
- | Αντιθέτων εμβόλων (Σχήμα 2.13)
- | Αστεροειδής διάταξη ενός ή δύο αστερών (Σχήμα 2.14 και 2.15)

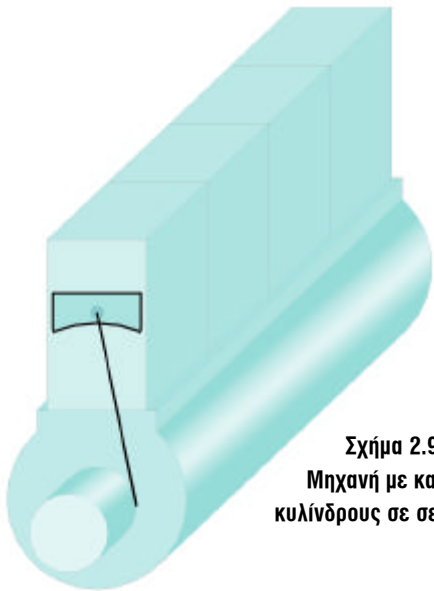
- | Μηχανές με περιστρεφόμενο έμβολο, τύπου Wankel (Βάνκελ)

11) Ως προς τον τρόπο έγχυσης του καυσίμου:

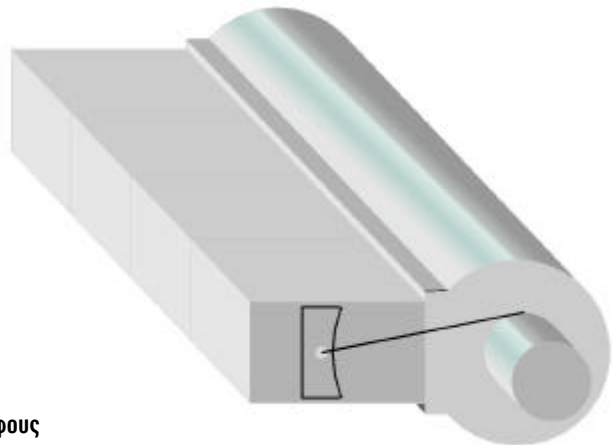
- | Με εμφύσηση αέρα
- | Με μηχανική έγχυση
- | Με εξαέρωση

12) Ως προς τη χρήση τους:

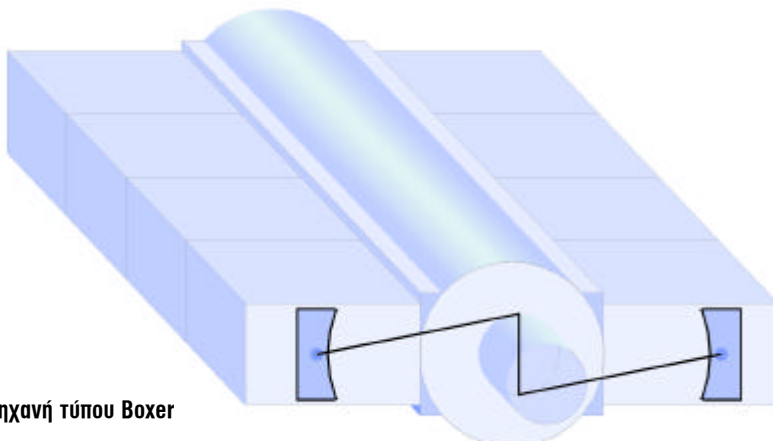
- | Μηχανές ξηράς
- | Μηχανές θαλάσσης
- | Μηχανές αέρος



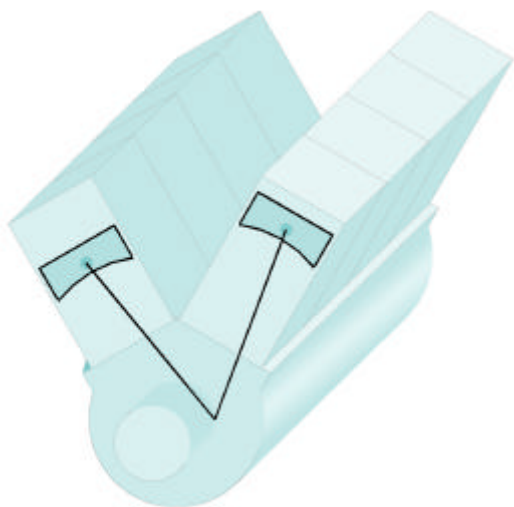
Σχήμα 2.9:
Μηχανή με κατακόρυφους
κυλίνδρους σε σειρά



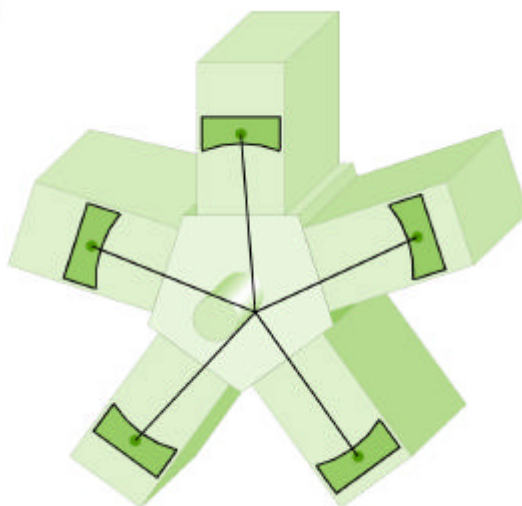
Σχήμα 2.10: Μηχανή
με οριζόντιους κυλίνδρους σε σειρά



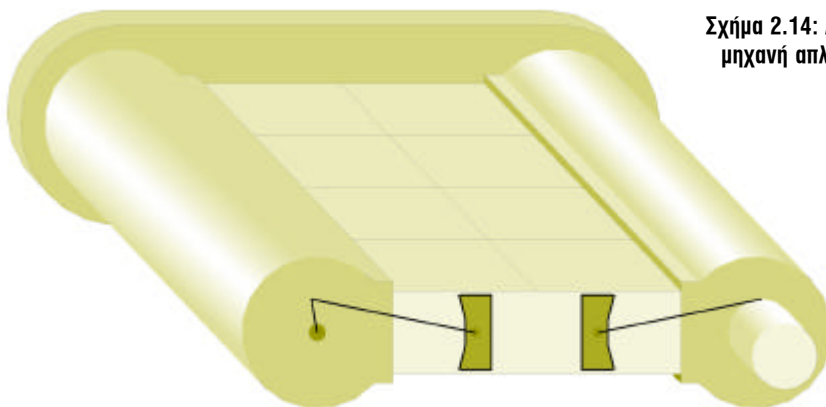
Σχήμα 2.11: Μηχανή τύπου Boxer



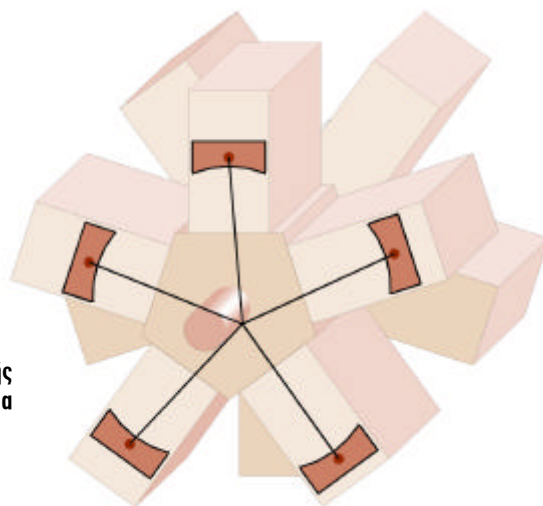
Σχήμα 2.12: Μηχανή διάταξης V



Σχήμα 2.14: Αστεροειδής μηχανή απλού αστέρα



Σχήμα 2.13: Μηχανή αντιθέτων εμβόλων



Σχήμα 2.15: Αστεροειδής μηχανή διπλού αστέρα

Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό είδαμε ότι:

- ✓ Δύναμη είναι το αίτιο που προκαλεί τη μεταβολή της κινητικής κατάστασης ενός σώματος ή την παραμόρφωσή του.
- ✓ Μια δύναμη καθορίζεται επακριβώς, όταν είναι γνωστό το μέγεθός της, η διεύθυνσή της και η φορά της.
- ✓ Τριβή είναι η δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ δύο σωμάτων τα οποία βρίσκονται σε επαφή και κινούνται ή τείνουν να κινηθούν το ένα προς το μέρος του άλλου.
- ✓ Ροπή ως προς ένα σημείο, ονομάζουμε το γινόμενο μιας δύναμης επί την ελάχιστη απόστασή της από το σημείο αυτό.
- ✓ Πίεση είναι η δύναμη η οποία αντιστοιχεί στη μονάδα επιφανείας, και ορίζεται ως το πηλίκο μιας δύναμης προς το εμβαδόν της επιφανείας, επάνω στην οποία εφαρμόζεται αυτή η δύναμη.
- ✓ Η μανομετρική πίεση είναι η διαφορά της απόλυτης πίεσης από την αντίστοιχη ατμοσφαιρική.
- ✓ Έργο είναι το γινόμενο μιας δύναμης επί την απόσταση, κατά την οποία μετακινείται το σημείο εφαρμογής της δύναμης κατά τη διεύθυνσή της.
- ✓ Ισχύς είναι το έργο που παράγεται στη μονάδα του χρόνου.
- ✓ Η ενέργεια εκφράζει την ικανότητα ενός συστήματος να αποδώσει έργο
- ✓ Θερμοκρασία είναι ένα φυσικό μέγεθος, το οποίο χαρακτηρίζει πόσο θερμό (ζεστό) ή πόσο ψυχρό (κρύο) είναι ένα σώμα, σε σχέση με κάποιο άλλο.
- ✓ Πυκνότητα ενός υλικού είναι το πηλίκο της μάζας m του υλικού δια του όγκου που αυτό καταλαμβάνει.
- ✓ Ειδικό βάρος ενός σώματος είναι το πηλίκο του μέτρου του βάρους του σώματος δια του όγκου που το σώμα καταλαμβάνει.
- ✓ Ο ειδικός όγκος είναι το αντίστροφο της πυκνότητας, δηλαδή είναι ο όγκος τον οποίο καταλαμβάνει η μονάδα της μάζας του σώματος.
- ✓ Η θερμότητα είναι μια από τις βασικές μορφές ενέργειας και είναι το αίτιο της μεταβολής της θερμικής κατάστασης των σωμάτων.
- ✓ Η μετάδοση της θερμότητας γίνεται με τρεις τρόπους: αγωγιμότητα, με μεταφορά και με ακτινοβολία.
- ✓ Σύμφωνα με τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο, η συνολική ενέργεια σε ένα σύστημα στο τέλος της διαδικασίας μετατροπής μιας ποσότητας ενέργειας σε κάποια άλλη μορφή, θα είναι ίση με το άθροισμα όλων των επιμέρους μορφών ενέργειας που προέκυψαν κατά τη διαδικασία αυτής της μετατροπής.
- ✓ Σύμφωνα με το δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο, η θερμότητα ρέει από μόνη της από τα θερμότερα προς τα ψυχρότερα σώματα και ποτέ αντίστροφως.
- ✓ Κινητήρια μηχανή είναι, γενικά, ένα σύνολο εξαρτημάτων τα οποία μπορούν να παράγουν κινητήριο ωφέλιμο μηχανικό έργο.
- ✓ Η κατάταξη των κινητήριων μηχανών γίνεται, ανάλογα με τη μορφή της ενέργειας την οποία παραλαμβάνουν και που μετατρέπουν, τελικά, σε κινητική.

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

1. Δώστε μερικά παραδείγματα δυνάμεων που προκαλούνται από την επαφή μεταξύ σωμάτων.
2. Δώστε μερικά παραδείγματα δυνάμεων που αναπτύσσονται κάτω από την επίδραση ενός πεδίου (πχ μαγνητικού, πεδίου βαρύτητας).
3. Με ποια στοιχεία καθορίζεται, επακριβώς μια δύναμη;
4. Δώστε δέκα παραδείγματα από την καθημερινή σας ζωή, στα οποία να εμφανίζεται η επίδραση μιας ροπής.
5. Μια πλατφόρμα ενός συνεργείου ανυψώνει ένα αυτοκίνητο μάζας $m = 1.200 \text{ kg}$ σε ύψος $h = 1,8 \text{ m}$ και σε χρόνο $t = 10 \text{ s}$. Πόση είναι η μηχανική ισχύς της πλατφόρμας σε kW και πόσο το έργο ανύψωσης σε J;
6. Ένα αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο, με σταθερή ταχύτητα 100 km/h . Η αεροδυναμική αντίσταση και οι μηχανικές τριβές δίνουν μια συνολική δύναμη αντίστασης 1.100 N . Πόση είναι η ισχύς κίνησης του αυτοκινήτου σε kW και PS; Αν θεωρηθεί, ότι στην ταχύτητα αυτή η αεροδυναμική αντίσταση είναι ίση με τις μηχανικές τριβές, υπολογίστε πόση θα είναι η βελτίωση για την ισχύ κίνησης, για την ίδια ταχύτητα, αν η αεροδυναμική αντίσταση του αυτοκινήτου μειωθεί κατά 20%.
7. Ένα δοχείο όταν είναι κενό, έχει βάρος $2,5 \text{ kg}$, ενώ όταν είναι γεμάτο με βενζίνη, το βάρος του είναι 10 kg . Αν η πυκνότητα της βενζίνης είναι 750 kg/m^3 ($0,75 \text{ kg/l}$), πόση είναι η χωρητικότητα (ο όγκος) του δοχείου σε m^3 και πόση σε λίτρα(l); Για τη μετατροπή των μονάδων δίνεται ότι $1 \text{ l} = 0,001 \text{ m}^3$.
8. Δέκα λίτρα (l) νερού θερμαίνονται από τους $15 \text{ }^\circ\text{C}$ στους $80 \text{ }^\circ\text{C}$. Πόση είναι η ποσότητα της θερμότητας που δόθηκε στο νερό; Δίνονται η ειδική θερμότητα του νερού $c=4,18 \text{ kJ/kgK}$ και ότι: $1 \text{ l} = 0,001 \text{ m}^3$.
9. Ένας κινητήρας χρειάζεται $3,5$ λίτρα (l) λάδι. Σε ποια θερμοκρασία φθάνει το λάδι αν ο κινητήρας, κατά την εκκίνηση, έχει τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (περίπου $20 \text{ }^\circ\text{C}$), και, κατά τη λειτουργία του, η θερμότητα που δόθηκε στο λάδι είναι 600 kJ ; Δίνονται η πυκνότητα του λαδιού $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ ($0,9 \text{ kg/l}$) και η ειδική θερμότητα $c = 1,8 \text{ kJ/kgK}$. Ακόμα δίνεται ότι: $1 \text{ l} = 0,001 \text{ m}^3$.
10. Ποιοι είναι οι τρόποι μετάδοσης της θερμότητας; Δώστε μερικά παραδείγματα για τον κάθε τύπο της μετάδοσης αυτής που συναντάμε στο σπίτι ή στο αυτοκίνητο.

Δραστηριότητες

1. Συγκεντρώστε φωτογραφικό υλικό από διάφορους τύπους μηχανών εσωτερικής καύσης. (Μ.Ε.Κ.) και δημιουργήστε μία αφίσα με το υλικό αυτό.
2. Δημιουργήστε απλούς μηχανισμούς, οι οποίοι να παράγουν κάποιου είδους έργο (πχ. ανύψωση ενός βάρους) και στους οποίους να συνδυάζονται δυνάμεις και ροπές. Εντοπίστε τα σημεία όπου εμφανίζονται δυνάμεις - τριβείς, και προσπαθήστε να τις μειώσετε.

Βιβλιογραφία

1. Handbook of Engineering fundamentals, I. Eshbach, 3rd edition, John Wiley & Sons
2. Automotive Handbook, 2nd edition, Bosch, SAE
3. Mark's Standard Handbook for Mechanical Engineers, 10th edition, McGraw-Hill