

Ψυχρομετρία. Εισαγωγή

Η Ψυχρομετρία ασχολείται με τη μελέτη και τη μέτρηση των περιεχόμενων υδρατμών (υγρασία) στον ατμοσφαιρικό αέρα. Κατ' επέκταση, ο όρος χρησιμοποιείται συνήθως για να περιγράψει τη μελέτη της ατμοσφαιρικής υγρασίας και της επίδρασής της στα κτήρια και στα συστήματα κλιματισμού αυτών καθώς και κατά την διαδικασία παραγωγής διαφόρων προϊόντων στην βιομηχανία. Υπάρχουν περιπτώσεις κλιματιζόμενων χώρων όπου απαιτείται σχετικά σταθερή θερμοκρασία για χειμώνα και καλοκαίρι. Τέτοιοι χώροι είναι οι αίθουσες ηλεκτρονικών υπολογιστών, εργαστήρια μικρομετρήσεων, ορισμένα τμήματα παραγωγής σε βιομηχανίες κ.λ.π. Οι περιεχόμενοι υδρατμοί στον ατμοσφαιρικό αέρα έχουν σημαντική, άμεση επίδραση στη διαμόρφωση των λεγόμενων «συνθηκών θερμικής άνεσης» σε ένα κλιματιζόμενο χώρο. Οι συνθήκες θερμικής άνεσης, αλλά και οι συνθήκες υγιεινής, σε ένα εσωτερικό χώρο επιβάλλουν το ποσοστό των περιεχόμενων υδρατμών στον ατμοσφαιρικό αέρα να κινείται εντός ενός σχετικά περιορισμένου πεδίου τιμών. Σε περιπτώσεις θερμών και υγρών κλιματικών συνθηκών θα πρέπει, μαζί με τη μείωση της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα, να αφαιρεθεί μέρος από την περιεχόμενη μάζα υδρατμών σε αυτόν, διαδικασία που συνήθως εκτελείται ταυτόχρονα με την ψύξη του αέρα από τις κλιματιστικές συσκευές. Αντίθετα, σε κρύα και ξηρά κλίματα, μαζί με τη θέρμανση του αέρα θα πρέπει να προστεθεί μάζα υδρατμών σε αυτόν, διαδικασία που εκτελείται από υγραντήρες.

Στο παρόν Κεφάλαιο παρουσιάζονται τα ακόλουθα θέματα:

- εισάγονται βασικές θερμοδυναμικές έννοιες και μεγέθη που εμπλέκονται στους ψυχρομετρικούς υπολογισμούς
- αναλύονται βασικές διεργασίες θέρμανσης, ψύξης και αερισμού εσωτερικών χώρων με τη βοήθεια του ψυχρομετρικού χάρτη
- παρουσιάζεται ο ψυχρομετρικός χάρτης ο οποίος χρησιμοποιείται για την εκτέλεση ψυχρομετρικών υπολογισμών.

Όλοι οι υπολογισμοί που εκτελούνται με τη βοήθεια του ψυχρομετρικού χάρτη αποτελούν συνέπεια είτε του πρώτου θερμοδυναμικού νόμου (αρχή διατήρηση της ενέργειας), είτε της αρχής διατήρησης μάζας. Το μίγμα αέρα και υδρατμών θα θεωρηθεί ως τέλειο αέριο. Τούτο είναι αρκούντως ακριβές για την περίπτωση των ψυχρομετρικών υπολογισμών, λόγω της πολύ μικρής ποσότητας υδρατμών που συνήθως περιέχεται στον ατμοσφαιρικό αέρα και της υπέρθερμης κατάστασης που τούτη βρίσκεται. Το υπολογιστικό σφάλμα εξαιτίας αυτής της θεώρησης είναι μικρότερο του 1%. Πριν την παρουσίαση του ψυχρομετρικού χάρτη και των βασικών διεργασιών του ατμοσφαιρικού αέρα σε αυτόν, είναι σκόπιμο να δοθούν μερικοί βασικοί ορισμοί σε θερμοδυναμικά μεγέθη και θεμελιώδεις έννοιες της Ψυχρομετρίας.

Ξηρός και υγρός ατμοσφαιρικός αέρας

Ο απαλλαγμένος από τους υδρατμούς ατμοσφαιρικός αέρας ονομάζεται «ξηρός ατμοσφαιρικός αέρας», αποτελείται δε από μίγμα των αερίων αζώτου, οξυγόνου, αργού, διοξειδίου του άνθρακα και ιχνών των αερίων ηλίου, υδρογόνου, ξένου, κρυπτού κλπ. Η

κατά μάζα σύσταση του αέρα αυτού σε κανονική ατμοσφαιρική πίεση είναι περίπου η ακόλουθη: άζωτο (N_2) 76%, οξυγόνο (O_2) 23%, αργό (A) 1%.

Ο συνήθης αέρας της ατμόσφαιρας περιέχει και μικρή ποσότητα υδρατμών, η οποία στις συνθήκες συνθήκες διαβίωσης μπορεί να φθάσει μέχρι και ποσοστό 3% κατά μάζα. Ο αέρας αυτός ονομάζεται υγρός ατμοσφαιρικός αέρας, για να διακρίνεται από τον ξηρό ατμοσφαιρικό αέρα, και είναι μίγμα ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα και υδρατμών. Παρά το μικρό ποσοστό της υγρασίας στον υγρό ατμοσφαιρικό αέρα, η επίδρασή της στις συνθήκες διαβίωσης είναι πολύ μεγάλη. Γι' αυτό και η υγρασία θεωρείται από τα θεμελιώδη μεγέθη στον κλιματισμό.

Στο σημείο αυτό, πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή βασικών ιδιοτήτων του υγρού ατμοσφαιρικού αέρα, ας θυμηθούμε το νόμο των μερικών πιέσεων του Dalton. Σύμφωνα λοιπόν με το νόμο των μερικών πιέσεων, η συνολική πίεση ενός μίγματος αερίων είναι ίση με το άθροισμα των μερικών πιέσεων των αερίων που το αποτελούν. Μερική πίεση συστατικού ενός μίγματος αερίων είναι η πίεση που έχει το συστατικό του μίγματος, όταν στην ίδια θερμοκρασία με το μίγμα καταλαμβάνει όγκο ίσο με το συνολικό όγκο μίγματος.

Σύμφωνα με το νόμο του Dalton, αν θεωρήσουμε τον υγρό ατμοσφαιρικό αέρα ως μίγμα ξηρού αέρα και υδρατμών, τότε η πίεση p του υγρού αέρα σε ένα χώρο θα είναι ίση με το άθροισμα των μερικών πιέσεων του ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα p_a , δηλαδή της πίεσης που δημιουργείται όταν μόνος ο ξηρός ατμοσφαιρικός αέρας καταλαμβάνει το χώρο του μίγματος στη θερμοκρασία του μίγματος και της μερικής πίεσης p_w των υδρατμών, δηλαδή της πίεσης που δημιουργείται όταν μόνονι τους οι υδρατμοί καταλαμβάνουν το χώρο του μίγματος στη θερμοκρασία του μίγματος:

$$p = p_a + p_w$$

Σε συνήθεις εφαρμογές η μερική πίεση των υδρατμών είναι πολύ μικρή σε σχέση με αυτή του υγρού ατμοσφαιρικού αέρα, δηλαδή:

$$P_w < 0,05 \cdot p$$

Στην περίπτωση αυτή ο υγρός ατμοσφαιρικός αέρας μπορεί να θεωρηθεί ότι συμπεριφέρεται ως τέλειο αέριο κατά προσέγγιση και, συνεπώς, ισχύουν οι νόμοι των τελείων αερίων και η γενική καταστατική εξίσωση, η οποία μπορεί να γραφεί στις ακόλουθες μορφές:

$$p V = n \cdot R \cdot T$$

Η συνολική μάζα του υγρού ατμοσφαιρικού αέρα ισούται με το άθροισμα των μαζών του ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα και της μάζας των υδρατμών που περιέχονται σε αυτόν:

$$m_{\text{υα}} = m_a + m_w$$

Ορισμοί βασικών θερμοδυναμικών μεγεθών

Στην ενότητα αυτή ακολουθεί η παράθεση ορισμών σε βασικά μεγέθη που θα χρησιμοποιηθούν στο παρόν Κεφάλαιο.

- **Ειδική υγρασία ή λόγος υγρότητας ή περιεχόμενο υγρασίας (humidity ratio):**

Ονομάζεται ο λόγος της μάζας των υδρατμών προς τη μάζα του ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα στην οποία περιέχεται. Συμβολίζεται με w και μετριέται σε kg ή gr υδρατμού προς kg ξηρού ατμοσφαιρικού αέρα:

$$w = m_w / m_a$$

- **Κατάσταση κορεσμού υγρού ατμοσφαιρικού αέρα (saturation):**

Είναι η κατάσταση στην οποία μπορεί να βρεθεί ο υγρός ατμοσφαιρικός αέρας, κατά την οποία έστω και η ελάχιστη ψύξη του προκαλεί υγροποίηση μέρους των υδρατμών που περιέχει (αποβολή τους από τον υγρό ατμοσφαιρικό αέρα). Συνεπώς, η επιφάνεια ψυχρότερων αντικειμένων που τοποθετούνται εντός του κορεσμένου ατμοσφαιρικού αέρα καλύπτεται από δρόσο.

Η έννοια της κατάστασης κορεσμού έχει να κάνει με τη δυνατότητα του υγρού ατμοσφαιρικού αέρα να απορροφήσει υδρατμούς και να τους διατηρήσει στη μάζα του σε αέρια μορφή. Το πόσο απέχει η κατάσταση υγρού ατμοσφαιρικού αέρα από την κατάσταση κορεσμού εξαρτάται από δύο παραμέτρους:

A) τη θερμοκρασία του υγρού ατμοσφαιρικού αέρα

B) την ειδική υγρασία, ουσιαστικά την περιεκτικότητα κατά μάζα του αέρα σε υδρατμούς.

Όσο η θερμοκρασία του υγρού ατμοσφαιρικού αέρα μειώνεται, με την ειδική υγρασία του να παραμένει αμετάβλητη, τόσο προσεγγίζεται η κατάσταση κορεσμού. Επίσης, αν η θερμοκρασία του αέρα παραμένει σταθερή, η κατάσταση κορεσμού θα προσεγγιστεί αν αυξάνεται η ειδική υγρασία του αέρα, π.χ. ψεκάζοντας υδρατμούς σε αυτόν.

- **Σημείο δρόσου υγρού ατμοσφαιρικού αέρα (dew point temperature):**

Σημείο δρόσου είναι η θερμοκρασία του υγρού ατμοσφαιρικού αέρα, στην οποία αρχίζει η συμπύκνωση των περιεχόμενων σε αυτόν υδρατμών, καθώς αρχίζει να ψύχεται, χωρίς να μεταβάλλεται η ειδική υγρασία w .

Εναλλακτικά, σημείο δρόσου είναι η θερμοκρασία, στην οποία αν ψυχθεί μη κορεσμένος ατμοσφαιρικός αέρας δεδομένης κατάστασης, θα γίνει κορεσμένος, χωρίς να μεταβληθεί η ειδική υγρασία w .

Είναι φανερό ότι όταν ο αέρας είναι κορεσμένος, το σημείο δρόσου του συμπίπτει με τη θερμοκρασία του, αφού η οποιαδήποτε μείωση της θερμοκρασίας ή αύξηση της ειδικής υγρασίας θα προκαλέσει υγροποίηση υδρατμών.

Γι' αυτό, όταν ο κορεσμένος αέρας ψυχθεί έστω και λίγο ομοιόμορφα σε όλη τη μάζα του, οπότε η θερμοκρασία του πέσει κάτω από το σημείο δρόσου του, τότε δημιουργούνται σταγονίδια που αιωρούνται μέσα στον κορεσμένο αέρα και δημιουργούν ομίχλη. Το σημείο δρόσου συμβολίζεται με T_{DP} (dew point).

- **Σχετική υγρασία (relative humidity):**

Είναι ο λόγος της μερικής πίεσης υδρατμών p_w που περιέχονται σε υγρό ατμοσφαιρικό αέρα προς τη μερική πίεση των υδρατμών στον ίδιο αέρα, όταν αυτός είναι κορεσμένος (για τις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας) p_{w-sat} . Συμβολίζεται με ϕ .

$$\phi = p_w / p_{w-sat}$$

- **Ειδικός όγκος αέρα:**

Ονομάζεται ο λόγος του όγκου του υγρού αέρα προς τη μάζα του ξηρού αέρα και μετριέται σε m^3 υγρού αέρα προς kg ξηρού αέρα. Συμβολίζεται με u .

$$u = V_{ua} / m_a$$

- **Ενθαλπία:**

Ενθαλπία είναι το άθροισμα της εσωτερικής ενέργειας ενός σώματος ή συστήματος και του γινομένου της πίεσης επί τον όγκο που καταλαμβάνει:

$$H = U + p \cdot V$$

Με τον όρο «ενθαλπία», ο οποίος προέρχεται από το ρήμα ενθάλπω = ζεσταίνω – περιθάλπω, χαρακτηρίζεται η ενέργεια που προσφέρεται κατά τη θέρμανση ουσιών και που εγκλωβίζεται στα μόριά τους. Συνέπεια αυτού είναι ότι τα μόρια αυτά έχουν μεγαλύτερο ενεργειακό περιεχόμενο από τα αρχικά μόρια. Έτσι, με την ενθαλπία εκφράζεται το θερμικό περιεχόμενο κάθε συστήματος και συμβολίζεται με το γράμμα H . Η ενθαλπία έχει μονάδες ενέργειας (Joule στο SI).

Η ενέργεια αυτή οφείλεται στις δυνάμεις των χημικών δεσμών που συγκρατούν τα άτομα μέσα στο μόριο, αλλά και στην κίνηση των ατόμων, των ηλεκτρονίων καθώς και του ίδιου του μορίου.

- **Ειδική ενθαλπία αέρα:** Ονομάζεται ο λόγος της ενθαλπίας του υγρού αέρα προς τη μάζα του ξηρού αέρα και μετριέται σε Joule προς kg ξηρού αέρα. Η ειδική ενθαλπία συμβολίζεται με h .

Θερμοκρασία Υγρού Βολβού (Wet Bulb Temperature)

Η θερμοκρασία αυτή είναι βασικότατο μέγεθος στα προβλήματα του κλιματισμού και συμβολίζεται με T_{WB} . Η θερμοκρασία υγρού βολβού είναι η ελάχιστη θερμοκρασία που μπορεί να φτάσει η θερμοκρασία υγρού αέρα αποκλειστικά λόγω της εξάτμισης νερού. Η θερμοκρασία υγρού βολβού είναι αυτή που αισθανόμαστε όταν εκθέσουμε κάποιο σημείο μουσκεμένου ανθρώπινου σώματος σε διερχόμενο ρεύμα αέρα.

Από την άλλη μεριά, ονομάζουμε ως **Θερμοκρασία Ξηρού Βολβού (Dry Bulb Temperature)** τη συνήθη θερμοκρασία του υγρού αέρα, για να διακρίνεται από τη θερμοκρασία υγρού βολβού. Η θερμοκρασία ξηρού βολβού συμβολίζεται με T_{DB} και είναι η θερμοκρασία που αντιλαμβανόμαστε ως θερμοκρασία περιβάλλοντος χώρου.

Η θερμοκρασία ξηρού βολβού μετριέται με τα συνήθη υδραγυρικά θερμόμετρα. Κατά τη μέτρηση αυτή θα πρέπει ο βολβός του θερμομέτρου (δεξαμενή υδραργύρου στα

υδραργυρικά θερμομέτρα ή γενικά το σημείο λήψης της θερμοκρασίας που έρχεται σε επαφή με τον αέρα σε άλλου είδους θερμομέτρα) να είναι ξηρός, δηλαδή απαλλαγμένος από υγρασία. Επίσης δεν θα πρέπει να είναι εκτεθειμένος σε ακτινοβολία. Και στις δύο περιπτώσεις η μέτρηση θα είναι λανθασμένη.

Η θερμοκρασία υγρού βολβού του αέρα μετριέται επίσης με τα συνήθη θερμομέτρα, όπου ο βολβός του θερμομέτρου θα πρέπει να περιβληθεί με γάζα νοτισμένη με νερό και να εκτεθεί στη συνέχεια σε ρεύμα αέρα. Κατά τη μέτρηση αυτή δημιουργούνται συνθήκες ταχείας εξάτμισης του νερού, είτε εμφυσώντας αέρα στη γάζα με μικρό ανεμιστήρα, είτε περιστρέφοντας το θερμομέτρο υγρού βολβού μέσα στον αέρα. Λόγω της εξάτμισης του νερού αρχίζει να κατεβαίνει η θερμοκρασία του θερμομέτρου και όταν φθάσει στην τελική ισορροπία σταθεροποιείται η ένδειξη, η οποία και λαμβάνεται ως θερμοκρασία υγρού βολβού.

Για τη μέτρηση συγχρόνως των θερμοκρασιών ξηρού και υγρού βολβού υπάρχουν ειδικά όργανα, τα ψυχρόμετρα. Αποτελούνται από ένα ζεύγος υδραργυρικών θερμομέτρων, όπου η κάτω άκρη μόνο του ενός, (δηλαδή το δοχείο του υδραργύρου του) σκεπάζεται από ύφασμα μουσελίνας σε μορφή φυτιλιού, η άκρη του οποίου καταλήγει βυθισμένη σε δοχείο με αποσταγμένο νερό. Έτσι το θερμομέτρο αυτό υγραίνεται συνεχώς σε αντίθεση με το άλλο του ζεύγους, που παραμένει ξηρό. Σε αυτά δημιουργείται εξάτμιση είτε με ανεμιστήρα, είτε με περιστροφή ολόκληρης της συσκευής μέσα στον αέρα. Τα περιστρεφόμενα ψυχρόμετρα ονομάζονται ψυχρόμετρα σφενδόνας.

Όταν η ατμόσφαιρα είναι υγρή (υψηλή σχετική υγρασία φ) δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο θερμομέτρων του ψυχρόμετρου. Αν όμως είναι ξηρή (χαμηλή σχετική υγρασία φ), τότε η εξάτμιση στο υγρό θερμομέτρο είναι μεγάλη, με συνέπεια η θερμοκρασία μεταξύ υγρού και ξηρού θερμομέτρου να παρουσιάζει μεγαλύτερη διαφορά.

Ψυχρομετρικός χάρτης

Ο ψυχρομετρικός χάρτης απεικονίζει γραφικά τις θερμοδυναμικές ιδιότητες του υγρού αέρα. Τα μεγέθη που απεικονίζει έχουν εκλεγεί κατά τρόπο τέτοιο, ώστε να είναι χρήσιμος στην επίλυση των προβλημάτων κλιματισμού εσωτερικών χώρων. Η χρήση του έγκειται στον υπολογισμό των ιδιοτήτων του αέρα σε μία αρχική και σε μία τελική κατάσταση, κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας κλιματισμού. Με γνώση των ιδιοτήτων του αέρα στην αρχική και τελική κατάσταση, είναι δυνατός ο υπολογισμός βασικών μεγεθών που εμπλέκονται κατά τη διεργασία κλιματισμού, όπως η προσφερόμενη ισχύς από τη συσκευή κλιματισμού στο χώρο ή το απορροφούμενο φορτίο κλιματισμού από τον κλιματιζόμενο χώρο. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ο υπολογισμός μεγεθών ισχύος και παροχής μάζας εκτελείται στη βάση των αρχών διατήρησης ενέργειας και μάζας κατά τη θερμοδυναμική διεργασία.

Είναι προφανές ότι οι ιδιότητες αρχικής και τελικής κατάστασης του ατμοσφαιρικού αέρα θα μπορούσαν να υπολογιστούν με χρήση των βασικών σχέσεων που διέπουν τις θερμοδυναμικές μεταβολές για το τέλειο αέριο. Ωστόσο, ο ψυχρομετρικός χάρτης παρέχει

μία ταχεία και ικανοποιητικής ακρίβειας λύση για την εκτέλεση πρώτων προσεγγιστικών υπολογισμών, αποφεύγοντας την εκτέλεση υπολογισμών.

Ο Mollier ήταν ο πρώτος που σε ένα διάγραμμα συσχέτισε την ειδική ενθαλπία h και την ειδική υγρασία w του υγρού ατμοσφαιρικού αέρα.

Ο ψυχομετρικός χάρτης περιλαμβάνει οικογένειες ευθειών και καμπύλων, κάθε μία από τις οποίες έχει παρασταθεί στο σχήμα που επισυνάπτεται και οι οποίες αντιστοιχούν στα ακόλουθα ψυχομετρικά μεγέθη του αέρα.

- Θερμοκρασία ξηρού βολβού (T_{DB}):

Αναφέρεται στον κάτω οριζόντιο άξονα του χάρτη σε $^{\circ}\text{C}$, τα δε σημεία του αέρα που έχουν την ίδια θερμοκρασία ξηρού βολβού βρίσκονται σε ευθείες σχεδόν κάθετες προς τον οριζόντιο άξονα.

- Θερμοκρασία υγρού βολβού (T_{WB}):

Οι ισοθερμοκρασιακές υγρού βολβού είναι λοξές ευθείες που μετρούνται πάνω στη διαγώνια καμπύλη κορεσμού του χάρτη.

- Θερμοκρασία σημείου δρόσου (T_{DP}):

Δίνεται από οριζόντιες ευθείες και μετριέται μαζί με τη θερμοκρασία υγρού βολβού πάνω στην καμπύλη κορεσμού του χάρτη.

- Σχετική υγρασία ϕ :

Δίνεται από τις καμπύλες του χάρτη σε %. Η καμπύλη κορεσμού του χάρτη είναι η καμπύλη σχετικής υγρασίας 100%.

- Ειδική υγρασία w :

Μετριέται στο δεξιό κάθετο άξονα του χάρτη. Οι γραμμές σταθερής ειδικής υγρασίας είναι ευθείες οριζόντιες.

- Ειδική ενθαλπία h :

Μετριέται στο αριστερό μέρος του χάρτη, στη διαγώνια κλίμακα. Σημεία με την ίδια ειδική ενθαλπία βρίσκονται πάνω σε λοξές ευθείες. Οι ευθείες αυτές διαφέρουν λίγο ως προς την κλίση από τις ευθείες σταθερής θερμοκρασίας υγρού βολβού.

- Ειδικός όγκος v :

Οι ευθείες σταθερού ειδικού όγκου είναι παράλληλες μεταξύ τους και λοξές ως προς τον οριζόντιο άξονα. Έχουν μεγαλύτερη κλίση ως προς τον οριζόντιο άξονα σε σχέση με τις ευθείες σταθερής ειδικής ενθαλπίας ή με τις διαγώνιες ισοθερμοκρασιακές ευθείες υγρού βολβού.

Με βάση τα ανωτέρω προκύπτει ότι στον ψυχομετρικό χάρτη έχουν αποτυπωθεί επτά βασικά θερμοδυναμικά μεγέθη του υγρού ατμοσφαιρικού αέρα. Γίνεται αντιληπτό ότι για

να προσδιοριστεί το σημείο πάνω στον ψυχομετρικό χάρτη που αναπαριστά την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο ατμοσφαιρικός αέρας, αρκεί να είναι γνωστά δύο από τα επτά μεγέθη που απεικονίζονται σε αυτόν. Έπειτα, είναι δυνατή η ανάγνωση των υπόλοιπων πέντε μεγεθών.

ΑΣΚΗΣΗ 1^η

" ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΝΟΣ ΧΩΡΟΥ "

ΣΚΟΠΟΣ

Οι φοιτητές θα ασκηθούν στην ορθή χρήση του ψυχομέτρου και θα εξοικειωθούν με τις διαδικασίες μέτρησης και υπολογισμού των 7 ψυχομετρικών μεγεθών του αέρα. Εξοικείωση με τη χρήση των ψυχομέτρων και ψυχομετρικών χαρτών.

ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Ψυχρόμετρο
- Ψυχομετρικός χάρτης
- Αποσταγμένο νερό
- μολύβι, χάρακας

ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Βεβαιωθείτε ότι το ύφασμα που τυλίγει το βολβό του υγρού θερμομέτρου, είναι καλά βρεγμένο. Το βρέξιμο του υγρού βολβού πρέπει να γίνεται πάντα με αποσταγμένο νερό και ποτέ με νερό της βρύσης, διότι σ' αυτό περιέχονται άλατα τα οποία μεταβάλλουν τις συνθήκες εξάτμισης ή συμπύκνωσης του νερού.
2. Περιστρέψτε το ψυχρόμετρο ώστε να αποκτήσει ταχύτητα περίπου 5 m/s, μέχρι να πάρετε τη μικρότερη δυνατή ένδειξη στο θερμοόμετρο υγρού βολβού.
3. Σταματήστε την περιστροφή του ψυχρόμετρου και σημειώστε αμέσως την ένδειξη του υγρού θερμομέτρου (T_{WB}). Κατόπιν σημειώστε και την ένδειξη του ξηρού θερμομέτρου (T_{DB}).
4. Μεταφέρετε τις ενδείξεις του ψυχομέτρου (T_{WB} και T_{DB}) στις αντίστοιχες κλίμακες του ψυχομετρικού χάρτη και βρείτε το σημείο που ορίζεται από τις θερμοκρασίες T_{WB} και T_{DB} .
5. Με τη βοήθεια του ψυχομετρικού χάρτη βρείτε όλα τα γνωστά σας ψυχομετρικά στοιχεία του αέρα του χώρου που μετράτε και συμπληρώστε τον πίνακα.

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ

T_{DB} : Θερμοκρασία ξηρού βολβού ($^{\circ}C$).

T_{WB} : Θερμοκρασία υγρού βολβού ($^{\circ}C$).

W : Περιεκτικότητα σε υγρασία ($\text{Kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{Kg}_{\text{da}}$)

h : Ειδική ενθαλπία ($\text{Kj}/\text{Kg}_{\text{da}}$)

Φ : Σχετική υγρασία

T_{dp} : Θερμοκρασία δρόσου ($^{\circ}\text{C}$)

u : Ειδικός όγκος αέρα ($\text{m}^3 / \text{Kg}_{\text{DA}}$)