

ΣΧΟΛΗ	ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ	ΕΞΑΜΗΝΟ	Γ'	STCW MC 7.03	App.2
ΜΑΘΗΜΑ	Γ02	ΦΥΣΙΚΗ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑΡΧΟΥΣ ΙΙΙ			
ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ					
ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ	3	ΕΞΑΜΗΝΟΥ	45	ΘΕΩΡΙΑ	30
				ΑΣΚΗΣΕΙΣ	15
<p>Σκοπός – Στόχοι: Μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας του μαθήματος στα Α', Β', Γ' εξάμηνα οι σπουδαστές θα πρέπει να αποκτήσουν τις βασικές γνώσεις που θα τους βοηθήσουν να κατανοήσουν τις φυσικές αρχές που διέπουν τη συμπεριφορά του πλοίου και του περιβάλλοντός του, καθώς και την λειτουργία του εξοπλισμού που θα συναντήσουν κατά την διάρκεια της επαγγελματικής τους σταδιοδρομίας. Οι σπουδαστές θα είναι επίσης σε θέση να κατανοήσουν καλύτερα τις τεχνικές προδιαγραφές, τη λειτουργία και τις οδηγίες συντήρησης του εξοπλισμού με τον οποίο δεν είναι αρκετά εξοικειωμένοι. Η διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής για Πλοιάρχους ΙΙΙ του Γ' Εξαμήνου περιλαμβάνει γνώσεις μηχανικής των ρευστών, θερμότητας, μηχανικών κυμάτων και ήχου. Η ύλη του μαθήματος ακολουθεί τις απαιτήσεις του IMO Model Course 7.03 (Officer in Charge of the Navigational Watch).</p>					
Τρόπος διδασκαλίας	Να χρησιμοποιούνται κατά το δυνατόν παραδείγματα και ασκήσεις σχετικές με τις απαιτήσεις του επαγγέλματος, ώστε οι σπουδαστές να κατανοήσουν τη χρησιμότητα των γνώσεων που αποκτούν από το μάθημα της Φυσικής στο επάγγελμά τους. Να ληφθούν υπόψη οι σημειώσεις στο τέλος κάθε ενότητας. Επιπλέον κατά την διδασκαλία να γίνεται χρήση της αγγλικής ορολογίας που συναντάται στο πλοίο.				
Μέσα/ Εξοπλισμός διδασκαλίας	Πίνακας, προβολέας (projector), υπολογιστής χειρός με τριγωνομετρικούς αριθμούς, εκπαιδευτικό κείμενο, εργαστηριακός εξοπλισμός. Προτείνεται ο ακόλουθος εξοπλισμός για να έχουν την ευκαιρία οι εκπαιδευόμενοι να πραγματοποιούν πειραματικές εργασίες/ασκήσεις και πειράματα επίδειξης σε εργαστήριο: Μετροταινίες, χάρακες, μοιρογνωμόνια, χρονόμετρα, ζυγαριά, σειρές μαζών, τροχαλιών, ελατηρίων, γυροσκόπιο επίδειξης, πίνακες σχεδίασης, ορθογώνια τεμάχια γυαλιού, πρίσματα (συμπεριλαμβανομένων των πρισμάτων με ορθή γωνία), επίπεδα και σφαιρικά κάτοπτρα, φωτιστική πηγή και οθόνες, σετ φακών διαφόρων εστιακών διαστάσεων, καυστήρες Bunsen, ορθοστάτες, ποτήρια, φιαλίδια και φιάλες μέτρησης, θερμόμετρα, θερμοδομηρητές χαλκού, μπουκάλια πυκνότητας, μανόμετρα, βαρόμετρο, υδρόμετρα, συσκευή για την επίδειξη των νόμων για τα αέρια, ένα υγρόμετρο, μία δεξαμενή κυματισμών, ένα σύνολο από διαπασών, σωλήνας συντονισμού, ραβδόμορφοι μαγνήτες, πυξίδες, ρινίσματα σιδήρου, μαγνητόμετρο, μία ασφαλής πηγή συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος, διάφορα είδη καλωδίων, αντιστάσεις, συνδετήρες (connectors), αμπερόμετρα, βολτόμετρα, γέφυρα Wheatstone, σωληνοειδές (solenoid), μετασχηματιστές, μεταβλητός επαγωγός και πυκνωτής, ηλεκτροκινητήρας επίδειξης και γεννήτρια, στοιχεία μπαταριών (αλκαλικά και μολύβδου – οξέος) με αποκομμένο το εξωτερικό περίβλημα, παλμογράφος.				
Τρόπος τελικής εξέτασης	Γραπτές εξετάσεις.				

Αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας

1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

1.1 Πυκνότητα.

- 1.1.1 Ορισμός της πυκνότητας μίας ουσίας ως μάζας ανά μονάδα όγκου.
- 1.1.2 Ορισμός της σχετικής πυκνότητας (*relative density*).
- 1.1.3 Μετατροπή της σχετικής πυκνότητας σε πυκνότητα.
- 1.1.4 Αναφορά στη σημασία του όρου *ειδικός όγκος* και στην σχέση του με την πυκνότητα.
- 1.1.5 Προσδιορισμός της πυκνότητας με απλές μετρήσεις της μάζας και του όγκου.

Κατευθυντήριες οδηγίες: *Αν και η σχετική πυκνότητα-relative density είναι ο γενικός αποδεκτός όρος, το ειδικό βάρος-specific gravity χρησιμοποιείται ακόμη και μπορεί να το συναντήσουν οι σπουδαστές. Θα πρέπει οι σπουδαστές να κατανοήσουν ότι πρόκειται για εναλλακτικά ονόματα της ίδιας έννοιας.*

1.1 Υγρά.

1. Εξήγηση των εννοιών ρευστό και υγρό.
2. Ορισμός της πίεσης (*pressure*) ως δύναμης που ενεργεί ομοιόμορφα ανά μονάδα επιφανείας.
3. Αναφορά στο ότι η μονάδα πίεσης είναι το Newton ανά τετραγωνικό μέτρο (N/m^2), που ονομάζεται pascal (Pa).
4. Αναφορά στο ότι $\text{Πίεση} = \frac{\text{ώση}}{\text{εμβαδόν}}$.
5. Αναφορά στο ότι η πίεση σε οποιοδήποτε σημείο του υγρού επενεργεί εξίσου προς όλες τις κατευθύνσεις.
6. Υπολογισμός της πίεσης και της ώσης στις δεξαμενές που υπόκεινται σε επιφάνεια υγρού.
7. Περιγραφή ενός μανομέτρου και εξήγηση του πώς χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της πίεσης.
8. Περιγραφή ενός απλού βαρομέτρου και εξήγηση του πώς χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης.
9. Περιγραφή ενός μεταλλικού βαρομέτρου και του πώς αυτό μετρά την ατμοσφαιρική πίεση.
10. Αναφορά στο ότι η μετεωρολογική μονάδα πίεσης είναι το bar, το οποίο είναι ίσο με 10^5 Pa (1 millibar = 100 Pa).
11. Σχεδιάγραμμα και περιγραφή της δράσης μίας αντλίας ανύψωσης (suction or lift pump) και μίας αντλίας πίεσης (pressure pump).
12. Εξήγηση του περιορισμού στο ύψος μέσω του οποίου μπορεί η αντλία ανύψωσης να λειτουργεί.
13. Περιγραφή του πώς μπορεί να μεταδοθεί η πίεση σε ένα υδραυλικό σύστημα και η εφαρμογή της στο υδραυλικό πιεστήριο.
14. Υπολογισμός του μηχανικού κέρδους και λόγου ταχύτητας (*velocity ratio*) ενός υδραυλικού πιεστηρίου για συγκεκριμένες διαστάσεις.
15. Ορισμός του ιξώδους (*viscosity*) ενός ρευστού ως της εσωτερικής αντίστασής του σε ροή.
16. Αναφορά στο ότι η αντίσταση τριβής σε ένα σώμα που κινείται μέσα από ένα ρευστό εξαρτάται από το ιξώδες του.
17. Πειραματική σύγκριση του ιξώδους των υγρών.
18. Περιγραφή της επίδρασης της θερμοκρασίας στο ιξώδες υγρών.
19. Να περιγραφούν οι εφαρμογές του ιξώδους σε απόσβεση υγρών.
20. Υπολογισμός της μεταβολής της πίεσης λόγω της μεταβολής της ταχύτητας ροής του υγρού, με δεδομένη την εξίσωση του Bernoulli.
21. Να εξηγηθεί ότι η εξίσωση Bernoulli προκύπτει από την αρχή διατήρησης της ενέργειας.
22. Αναφορά στο ότι η εξίσωση Bernoulli εφαρμόζεται αυστηρά στη μη-τυρβώδη και χωρίς εσωτερικές τριβές ροή.
23. Να περιγραφούν εφαρμογές της εξίσωσης Bernoulli σε βεντουρίμετρα και εκχυτήρες ή τζιφάρια (eductors).

Κατευθυντήριες οδηγίες: *Οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να καταλάβουν ότι η πίεση σε οποιοδήποτε σημείο του υγρού δεν εξαρτάται από το μέγεθος ή το σχήμα του δοχείου, αλλά μόνο από το βάθος και την πυκνότητα του υγρού και της πίεσης στην επιφάνεια του υγρού. Θα πρέπει επίσης να είναι σε θέση να διακρίνουν την απόλυτη πίεση και την*

πίεση με συνυπολογισμό της ατμοσφαιρικής πίεσης (πίεση μετρητή). Η εύρεση κέντρων πίεσης δεν απαιτείται.

1.2 Αρχή του Αρχιμήδη και πλεύση.

- 1.3.1 Αναφορά στην Αρχή του Αρχιμήδη.
- 1.3.2 Επαλήθευση της παραπάνω Αρχής με απλά πειράματα.
- 1.3.3 Να εξηγηθεί πώς θα μετρηθεί η σχετική πυκνότητα στερεών και υγρών χρησιμοποιώντας την Αρχή του Αρχιμήδη.
- 1.3.4 Αναφορά στο ότι ένα σώμα που επιπλέει, εκτοπίζει υγρό με βάρος ίσο με το δικό του βάρος.
- 1.3.5 Επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με τους ανωτέρω εκπαιδευτικούς στόχους.
- 1.3.6 Να εξηγηθεί η αρχή και η κατασκευή ενός υδρομέτρου (πυκνομέτρου).
- 1.3.7 Εξάσκηση στην χρήση ενός υδρομέτρου (hydrometer) για τη μέτρηση της σχετικής πυκνότητας των υγρών.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Η σύνδεση μεταξύ της πίεσης του ρευστού και της Αρχής του Αρχιμήδη μπορεί να καθοριστεί λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορά ώθησης στις άνω και κάτω επιφάνειες ενός βυθισμένου κύβου ή κυλίνδρου με τις πλευρές τους κάθετα.

2 ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

2.1 Θερμοκρασία.

- 2.1.1 Διάκριση μεταξύ της θερμοκρασίας ενός σώματος και της εσωτερικής του ενέργειας.
- 2.1.2 Να περιγραφεί η κατασκευή ενός θερμομέτρου υγρού σε γυαλί.
- 2.1.3 Να αναφερθεί πώς βαθμονομείται το θερμομετρο, χρησιμοποιώντας άνω και κάτω σταθερά σημεία καθώς και ποια σταθερά σημεία χρησιμοποιούνται.
- 2.1.4 Να αναφερθούν οι τιμές των σταθερών σημείων στην κλίμακα Κελσίου.
- 2.1.5 Να περιγραφεί η θερμοδυναμική κλίμακα και να αναφερθεί ότι $0^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{K}$.
- 2.1.6 Να εξηγηθεί η σχέση ανάμεσα στις κλίμακες Κελσίου, Κέλβιν και Φαρενάιτ.
- 2.1.7 Να αναφερθεί ότι το Κέλβιν έχει το ίδιο μέγεθος με τον βαθμό Κελσίου.
- 2.1.8 Ορισμός *θερμοχωρητικότητας* και *ειδικής θερμοχωρητικότητας* μιας ουσίας και αναφορά στις μονάδες στις οποίες μετρούνται.
- 2.1.9 Να αναφερθεί ότι η θερμική ενέργεια μεταδίδεται από θερμότερες σε ψυχρότερες ουσίες που βρίσκονται σε επαφή μέχρι να επέλθει μία κοινή θερμοκρασία.
- 2.1.10 Να εξηγηθεί ότι, δεδομένου ότι δεν συντελείται μεταφορά έργου, η θερμότητα που αποκτάται από μία ουσία ισούται με τη θερμότητα που έχει χαθεί από την άλλη.
- 2.1.11 Να εξηγηθεί γιατί το νερό έχει τον ελάχιστο όγκο και τη μέγιστη πυκνότητα στους 4°C .
- 2.1.12 Να αναφερθεί σε ποια θερμοκρασία το νερό παγώνει και να γίνει κατανοητή η επίδραση της αλατότητας στο σημείο ψύξης του νερού.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Να δοθεί έμφαση στο γεγονός ότι η θερμοκρασία είναι ένα μέτρο διαθεσιμότητας της εσωτερικής ενέργειας ενός σώματος για μεταφορά σε άλλα σώματα. Η θερμότητα είναι το όνομα που δίνεται στην ενέργεια κατά την διαδικασία μεταφοράς από το ένα σώμα στο άλλο ως αποτέλεσμα της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ τους.

2.2 Διαστολή στερεών και υγρών.

- 2.2.1 Να περιγραφεί η επίδραση των αλλαγών θερμοκρασίας στις φυσικές διαστάσεις στερεών και υγρών.
- 2.2.2 Ορισμός της *γραμμικής διαστολής* και αναφορά στις μονάδες στις οποίες εκφράζεται.

- 2.2.3 Να εξηγηθεί η συμπεριφορά ενός διμεταλλικού ελάσματος κατά τη διάρκεια αλλαγών της θερμοκρασίας.
- 2.2.4 Να δοθούν παραδείγματα για την πρακτική χρήση διμεταλλικών ελασμάτων.
- 2.2.5 Ορισμός της *διαστολής όγκου* και διάκριση μεταξύ πραγματικής και φαινομενικής διαστολής υγρών.
- 2.2.6 Να περιγραφεί η επίδραση της διαστολής στην πυκνότητα ενός υγρού.
- 2.2.7 Να περιγραφούν οι μεταβολές του όγκου και της πυκνότητας του νερού για τις θερμοκρασίες στην περιοχή από -5 έως 15°C .
- 2.2.8 Επίλυση απλών προβλημάτων με γραμμική διαστολή και διαστολή όγκου.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Όταν πρόκειται να αντιμετωπιστεί η επίδραση της διαστολής των υγρών, μπορεί να γίνει αναφορά στην διόρθωση της θερμοκρασίας των μετρήσεων από ένα βαρόμετρο υδραργύρου. Μπορεί να εξηγηθεί η ανάγκη για τη διατήρηση κενού χώρου (ullage) για να επιτρέψει την διαστολή σε μία δεξαμενή που μεταφέρει υγρό στα δεξαμενόπλοια.

2.3 Αέρια.

- 2.3.1 Να αναφερθεί ο νόμος του Boyle καθώς και η εξίσωση $p \times V = \text{σταθερή}$.
- 2.3.2 Να σχεδιαστεί πρόχειρα η καμπύλη όγκου-θερμοκρασίας που απεικονίζει τον νόμο του Charles και να προεκταθεί ώστε να βρει την τομή με τον άξονα της θερμοκρασίας.
- 2.3.3 Να σχεδιαστεί μία καμπύλη p - V που απεικονίζει τον νόμο του Boyle.
- 2.3.4 Να αναφερθεί ο νόμος του Charles καθώς και η εξίσωση $\frac{V}{T} = \text{σταθερό}$, όπου T είναι η θερμοκρασία.
- 2.3.5 Να αναφερθεί ο νόμος πίεσης καθώς και η εξίσωση $\frac{P}{T} = \text{σταθερό}$.
- 2.3.6 Να αναφερθεί ότι οι νόμοι για τα αέρια μπορούν να συνδυαστούν για να δώσουν την ιδανική εξίσωση αερίου, $\frac{P \cdot V}{T} = \text{σταθερό}$.
- 2.3.7 Να αναφερθεί ότι η σταθερά στην ιδανική εξίσωση αερίου εξαρτάται από τη μάζα και το συγκεκριμένο αέριο.
- 2.3.8 Επίλυση απλών αριθμητικών υπολογισμών που αφορούν τους νόμους αερίων.
- 2.3.9 Να αναφερθεί ότι η εκτόνωση ή η συμπίεση ενός αερίου σε σταθερή θερμοκρασία ονομάζεται *ισόθερμη* και ότι το αέριο υπακούει στον νόμο του Boyle.
- 2.3.10 Να εξηγηθεί ότι η θερμότητα πρέπει να προσλαμβάνεται ή να αφαιρείται από ένα αέριο κατά τη διάρκεια μίας ισόθερμης μεταβολής.
- 2.3.11 Να αναφερθεί ότι η εκτόνωση ή η συμπίεση ενός αερίου χωρίς μεταφορά θερμότητας μεταξύ του αερίου και του περιβάλλοντός του ονομάζεται *αδιαβατική*.
- 2.3.12 Να αναφερθεί ότι κατά τη διάρκεια μίας αδιαβατικής μεταβολής το αέριο ακολουθεί τον νόμο $p \cdot V^n = \text{σταθερό}$, όπου το n εξαρτάται από το αέριο ($n = 1.4$ για τον αέρα).
- 2.3.13 Να δοθούν παραδείγματα αδιαβατικής θέρμανσης και ψύξης.
- 2.3.14 Να εξηγηθεί ότι το διάγραμμα Mollier είναι χρήσιμο κατά την ανάλυση της απόδοσης αδιαβατικών διεργασιών σταθερής ροής.
- 2.3.15 Να εξηγηθεί ότι ένα αέριο παράγει έργο προς το περιβάλλον του κατά τη διάρκεια της εκτόνωσης και ότι πρέπει να καταναλωθεί έργο προς το αέριο κατά τη συμπίεση.
- 2.3.16 Να αναφερθεί ότι η αύξηση της εσωτερικής ενέργειας ισούται με τη θερμότητα που παρέχεται στο αέριο μείον το έργο που παράγεται από αυτό.

- 2.3.17 Σε σχέση με την εσωτερική ενέργεια, να εξηγηθεί γιατί στην αδιαβατική εκτόνωση το αέριο ψύχεται και στην αδιαβατική συμπίεση θερμαίνεται.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να γνωρίζουν ότι ισχύει η εξίσωση των ιδανικών αερίων για οποιαδήποτε αλλαγή στην πίεση, τον όγκο και τη θερμοκρασία μιας δεδομένης μάζας αερίου, συμπεριλαμβανομένων και των αδιαβατικών μεταβολών. Συνδυάζοντας τις δύο εκφράσεις θα πρέπει να είναι σε θέση να υπολογίσουν τη σχέση μεταξύ θερμοκρασίας - όγκου και θερμοκρασίας - πίεσης για αδιαβατικές μεταβολές. Η συμπεριφορά των πραγματικών αερίων ακολουθεί σε μεγάλο βαθμό τη συμπεριφορά ενός ιδανικού αερίου για το εύρος των ατμοσφαιρικών πιέσεων και θερμοκρασιών.

2.4 Διάδοση θερμότητας.

- 2.4.1 Να περιγραφεί η διάδοση της θερμότητας με αγωγή.
 2.4.2 Να δοθούν παραδείγματα καλών και κακών αγωγών θερμότητας.
 2.4.3 Να περιγραφεί η διάδοση της θερμότητας μέσω της μεταφοράς σε υγρά.
 2.4.4 Να εξηγηθεί γιατί οι θερμαντικές σπείρες (heating coils) τοποθετούνται στον πυθμένα μίας δεξαμενής.
 2.4.5 Να περιγραφεί η μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία.
 2.4.6 Να περιγραφεί πώς η φύση της επιφάνειας ενός σώματος επηρεάζει τον ρυθμό της διάδοσης θερμότητας.
 2.4.7 Να αναφερθεί ότι τα σώματα που είναι καλοί πομποί ενέργειας είναι επίσης και καλοί απορροφητές.
 2.4.8 Να αναφερθεί ότι όλα τα σώματα ακτινοβολούν και απορροφούν συνεχώς ακτινοβολία.
 2.4.9 Να αναφερθεί ότι οι θερμοκρασιακές μεταβολές συντελούνται όταν υπάρχει μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας με τη μεταφορά έργου προς ή από ένα σώμα.
 2.4.10 Να δοθούν παραδείγματα αλλαγών θερμοκρασίας που προκύπτουν από τη μεταφορά ενέργειας με την μορφή έργου.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Ένα σχετικό παράδειγμα μεταβολής της θερμοκρασίας που προκύπτει από τη μεταφορά της ενέργειας είναι η άνοδος της θερμοκρασίας ενός υγρού σε φυγοκεντρική αντλία που επενεργεί σε μία κλειστή βαλβίδα κατάθλιψης (π.χ. στις φυγοκεντρικές αντλίες χειρισμού φορτίου στα δεξαμενόπλοια).

2.5 Αλλαγή της κατάστασης.

- 2.5.1 Να αναφερθεί ότι οι ουσίες μπορούν να υπάρχουν σε τρεις καταστάσεις: στερεά, υγρή και αέρια.
 2.5.2 Να αναφερθεί ότι η μεταφορά ενέργειας συντελείται κατά την αλλαγή της κατάστασης και ότι η θερμοκρασία παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια της αλλαγής.
 2.5.3 Να ορισθεί η ειδική λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης.
 2.5.4 Να ορισθεί η ειδική λανθάνουσα θερμότητα συμπύκνωσης.
 2.5.5 Να επιλυθούν προβλήματα που συνεπάγονται αλλαγή της κατάστασης και λανθάνουσα θερμότητα.
 2.5.6 Να εξηγηθεί πώς η εξάτμιση προκαλεί ψύξη.
 2.5.7 Να εξηγηθεί ο βασικός σχηματισμός του υπέρθερμου ατμού (*superheated steam*), οι εφαρμογές του, οι κίνδυνό του και οι προφυλάξεις του.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να σχεδιάσουν την καμπύλη της θερμοκρασίας ως συνάρτηση του χρόνου για μία κατάλληλη ουσία καθώς ψύχεται και στερεοποιείται, προκειμένου να διαπιστωθεί ότι η θερμοκρασία παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια της αλλαγής της κατάστασης.

2.6 Ατμοί.

- 2.6.1 Να εξηγηθεί τι σημαίνουν *κορεσμένοι* και *ακόρεστοι ατμοί*.
 2.6.2 Να ορισθεί η *πίεση κορεσμένων ατμών* (SVP –Saturated Vapor Pressure).
 2.6.3 Να αναφερθεί ότι η SVP εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία και είναι ανεξάρτητη από τον όγκο.
 2.6.4 Να εξηγηθεί τι σημαίνει *βρασμός* και να ορισθεί το *σημείο βρασμού*.
 2.6.5 Να περιγραφεί η επίδραση της πίεσης στη θερμοκρασία βρασμού.
 2.6.6 Να ορισθεί το *σημείο δρόσου* (Dew Point).
 2.6.7 Να ορισθεί η *σχετική υγρασία* και να εξηγηθεί ότι μπορεί να γραφτεί ως:

$$\text{σχετική υγρασία (relative humidity)} = \frac{\text{SVP του νερού στο σημείο δρόσου}}{\text{SVP του νερού στην επικρατούσα θερμοκρασία}}$$

Ο σπουδαστής να εξασκηθεί ώστε να μπορεί να διαβάσει υγρό και ξηρό θερμόμετρο σε ψυχρόμετρο διπλού βολβού (hygrometer) και να χρησιμοποιεί τον σχετικό πίνακα για τον προσδιορισμό της σχετικής υγρασίας.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Μπορεί να αναφερθεί η μεταφορά υγροποιημένων αερίων (Liquefied Gases) σε ατμοσφαιρική πίεση. Το υγρό βράζει όταν θα φτάσει τη θερμοκρασία στην οποία η τάση κορεσμένων ατμών (SVP) του είναι ίση με την ατμοσφαιρική πίεση. Τότε καμία άλλη αλλαγή θερμοκρασίας δεν θα πραγματοποιηθεί, υπό την προϋπόθεση ότι το αέριο που εξατμίζεται αφαιρείται, έτσι ώστε η πίεση στη δεξαμενή να μην ανυψώνεται. Η πίεση σε μία κλειστή δεξαμενή υγροποιημένου αερίου είναι ίση με την τάση κορεσμένων ατμών του υγρού στην επικρατούσα θερμοκρασία.

2.7 Ψύξη.

- 2.7.1 Να περιγραφεί ο κύκλος ψύξης κατά την συμπίεση ατμού.
 2.7.2 Να εξηγηθεί γιατί το ψυκτικό πρέπει να έχει υψηλή ειδική λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης.
 2.7.3 Να περιγραφεί η διάταξη για την ταχεία διάχυση της θερμότητας από τις σπείρες του συμπυκνωτή.
 2.7.4 Να περιγραφεί η χρήση της άλμης ή της κυκλοφορίας του αέρα για την ψύξη μεγάλων χώρων.
 2.7.5 Να περιγραφεί πώς ο κύκλος συμπίεσης ατμών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αντλία θερμότητας.
 2.7.6 Ο σπουδαστής θα πρέπει να μπορεί να σκιαγραφεί και να περιγράψει ένα απλό κύκλωμα ψύξης.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Η αντλία θερμότητας μπορεί να αντιμετωπιστεί απλά λαμβάνοντας υπόψη τη θερμότητα που διαχέεται από τον συμπυκνωτή ως χρήσιμη εισαγωγή και την ψύξη μίας πηγής θερμότητας ως επακόλουθο αποτέλεσμα.

3. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΗΧΟΣ

3.1 Γενικά.

- 3.1.1 Να ορισθεί η *περίοδος* ως ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί από το σωματίδιο η ταλάντωση, δηλαδή ο χρόνος που απαιτείται για να κινηθεί το σωματίδιο από την θέση εκκίνησης του και να επιστρέψει στην αρχική του θέση και να αναφερθεί ότι γενικά συμβολίζεται με το γράμμα T .
 3.1.2 Εξήγηση της βασικής αρχής της απλής αρμονικής κίνησης (Α.Α.Κ.) η οποία συνοψίζεται στο ότι η επιτάχυνση a που προκαλεί την κίνηση του σωματιδίου ή του αντικειμένου είναι ανάλογη και αντίθετη με την μετατόπισή του x από τη θέση ισορροπίας του, δηλαδή: $a(t) \propto -x(t)$.
 3.1.3 Χρησιμοποίηση του παραπάνω τύπου της (Α.Α.Κ.) για την πραγματοποίηση απλών υπολογισμών.
 3.1.4 Διάκριση μεταξύ ελεύθερων και εξαναγκασμένων κραδασμών ενός σωματιδίου.

- 3.1.5 Εξήγηση της έννοιας του *συντονισμού* (resonance).
- 3.1.6 Ορισμός του *πλάτους* (amplitude) ως της μέγιστης μετατόπισης ενός σωματιδίου από τη θέση ισορροπίας του.
- 3.1.7 Ορισμός *συχνότητας* (frequency) ως του αριθμού των ταλαντώσεων ανά δευτερόλεπτο και αναφορά στο ότι η μονάδα μέτρησης είναι το Hertz (Hz)

3.2 Κύματα.

- 3.2.1 Ναδειχθεί ότι $T = 1/f$, όπου: T είναι η περίοδος σε δευτερόλεπτα και f είναι η συχνότητα σε hertz.
- 3.2.2 Διάκριση εγκαρσίων και διαμηκών κυμάτων με παραδείγματα του καθενός.
- 3.2.3 Εξήγηση της έννοιας *φάση* (Phase).
- 3.2.4 Ορισμός *μήκος κύματος* (wavelength) ως της απόστασης μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων σε κύματα που βρίσκονται σε φάση.
- 3.2.5 Να αναφερθεί ότι η ταχύτητα ενός κύματος εξαρτάται από το μέσο στο οποίο το κύμα ταξιδεύει.
- 3.2.6 Χρησιμοποίηση της κυματικής εξίσωσης: $\text{Ταχύτητα} = \text{συχνότητα} \times \text{μήκος κύματος}$.
- 3.2.7 Να εξηγηθεί τι εννοείται ως *μέτωπο κύματος*.
- 3.2.8 Ο σπουδαστής θα πρέπει να μπορεί να σκιαγραφεί και να περιγράφει την ανάκλαση ενός επίπεδου κύματος σε επίπεδη επιφάνεια.
- 3.2.9 Ο σπουδαστής θα πρέπει να μπορεί να σκιαγραφεί και να περιγράφει τη διάθλαση ενός επίπεδου κύματος σε επίπεδη επιφάνεια.
- 3.2.10 Ναδειχθεί ότι ένα κύμα το οποίο επιβραδύνεται λόγω της αλλαγής του μέσου, διαθλάται προς την κάθετη της διαχωριστικής επιφάνειας στην οποία λαμβάνει χώρα η διάθλαση.
- 3.2.11 Ο σπουδαστής θα πρέπει να μπορεί να σκιαγραφεί και να περιγράφει την περίθλαση ενός επίπεδου κύματος σε μία ευρεία και σε μία στενότερη οπή σε φράγμα.
- 3.2.12 Να εξηγηθεί τι σημαίνουν οι έννοιες: *ενισχυτική* και *καταστρεπτική συμβολή*.
- 3.2.13 Ο σπουδαστής θα πρέπει να μπορεί να σκιαγραφεί την εικόνα συμβολής που σχηματίζεται από δύο κυκλικά κύματα.
- 3.2.14 Να εξηγηθεί ποια είναι τα στάσιμα κύματα.
- 3.2.15 Να εξηγηθεί πώς μπορούν να σχηματιστούν στάσιμα κύματα λόγω συμβολής του προσπίπτοντος και του ανακλώμενου κύματος σε ένα επίπεδο όριο.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Η ανάκλαση, η διάθλαση και η περίθλαση των επίπεδων και κυκλικών κυμάτων μπορεί να επιδειχθεί αποτελεσματικά μέσω μίας δεξαμενής κυματισμού εφόσον είναι διαθέσιμη. Μπορούν επίσης να εμφανιστούν στάσιμα κύματα, εάν ρυθμίσουμε τη θέση του στερεού φράγματος στη δεξαμενή. Εικόνες συμβολής μπορούν να παραχθούν δημιουργώντας δύο κυκλικά κύματα ή χρησιμοποιώντας επίπεδα κύματα και ένα φράγμα με δύο μικρές οπές σε αυτό.

3.3 Ήχος.

- 3.3.1 Ορισμός του *ήχου* ως κίνησης κατά μήκος κύματος που έχει δημιουργηθεί από ένα δονούμενο αντικείμενο σε ένα υλικό μέσο.
- 3.3.2 Να αναφερθεί το κατά προσέγγιση εύρος συχνότητας του ήχου που μπορεί να ακουστεί.
- 3.3.3 Να αναφερθεί ότι ο ήχος σε συχνότητες πάνω από το ανώτερο ακουστικό όριο είναι γνωστός ως *υπέρηχος*.
- 3.3.4 Να αναφερθεί ότι η ταχύτητα του ήχου είναι ανάλογη προς

$$\sqrt{\frac{\text{μέτρο ελαστικότητας}}{\text{πυκνότητα}}}$$

και εξαρτάται από το μέσο μετάδοσης.

- 3.3.5 Να αναφερθεί ότι η ταχύτητα στον αέρα είναι ανάλογη με $\sqrt{\frac{\text{πίεση}}{\text{πυκνότητα}}}$.
- 3.3.6 Να εξηγηθεί γιατί η αλλαγή της πίεσης δεν επηρεάζει την ταχύτητα στον αέρα.
- 3.3.7 Να εξηγηθεί ότι η ταχύτητα στον αέρα είναι ανάλογη προς \sqrt{T} , όπου T είναι η θερμοκρασία στην κλίμακα Kelvin.
- 3.3.8 Να αναφερθεί ότι η ταχύτητα στον αέρα αυξάνεται με την αύξηση της υγρασίας.
- 3.3.9 Να αναφερθεί ότι ο ήχος υπακούει στους νόμους της ανάκλασης και της διάθλασης και περιθλάται με τον ίδιο τρόπο όπως και άλλα κύματα.
- 3.3.10 Να αναφερθεί ότι η ταχύτητα του ήχου στο θαλασσινό νερό είναι περίπου 1500 m/s και αυξάνεται με τη θερμοκρασία, την πίεση και την αλατότητα.
- 3.3.11 Να αναφερθεί ότι τόσο η ανάκλαση όσο και η διάδοση πραγματοποιούνται στο όριο που βρίσκεται μεταξύ διαφορετικών μέσων.
- 3.3.12 Να περιγραφεί η εφαρμογή της ανάκλασης στη μέτρηση του βάθους με ηχοβολιστική συσκευή και στον υπερηχητικό ανιχνευτή ρωγμών (ultrasonic crack detector) που χρησιμοποιείται γενικά για τον έλεγχο καιροστεγούς στεγανότητας (weather tightness) των καλυμμάτων κυτών.
- 3.3.13 Εκτέλεση υπολογισμών που αφορούν την ταχύτητα του ήχου και της ηχούς στον αέρα και στο νερό.
- 3.3.14 Περιγραφή της παραγωγής ήχου σε σωλήνες, συμπεριλαμβανομένου του σχηματισμού των στάσιμων κυμάτων, του συντονισμού και της θέσης των δεσμών και των αντιδεσμών.
- 3.3.15 Περιγραφή της επίδρασης της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας, της βαθμίδας υγρασίας (humidity gradient) και του ανέμου για την ακουστότητα του ήχου από απόσταση.
- 3.3.16 Να εξηγηθούν τα χαρακτηριστικά του ήχου: ένταση, ακουστότητα, ντεσιμπέλ, ύψος και συχνότητα.
- 3.3.17 Να αναφερθεί το κατά προσέγγιση εύρος συχνότητας του ήχου που μπορεί να ακουστεί, ο τρόπος που ορίζεται η ακουστότητα και το εύρος του σφυρίγματος του πλοίου.
- 3.3.18 Να περιγραφεί το φαινόμενο Doppler στη συχνότητα που ακούγεται όταν υπάρχει σχετική κίνηση μεταξύ της πηγής και του δέκτη.

Κατευθυντήριες οδηγίες: Ο όρος «υπέρηχος-ultrasonic» χρησιμοποιείται για συχνότητες πάνω από το ακουστικό όριο, το οποίο για τους περισσότερους ενήλικες είναι περίπου 15 kHz. Ο όρος «υπερηχητική-supersonic» χρησιμοποιείται για ταχύτητες που υπερβαίνουν την ταχύτητα του ήχου στο υπό εξέταση μέσο. Τα διακροτήματα μπορούν να επιδειχθούν με την συνήχηση δύο διαπασών της ίδιας συχνότητας, εκ των οποίων το ένα φέρει ένα μικρό κομμάτι χαρτιού ή μία παρόμοια μικρή μάζα που συνδέεται με το ένα σκέλος του. Αν υπάρχει διαθέσιμο μικρόφωνο και ενισχυτής, το διακρότημα μπορεί να εμφανιστεί σε έναν παλμογράφο.