

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΚΑΙ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ**

**ΕΝΙΑΙΕΣ ΤΕΛΙΚΕΣ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΕΣ ΚΑΙ
ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΕΣ ΓΡΑΠΤΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
20 25 - 20 26**

Γ' ΤΑΞΗΣ ΤΕΣΕΚ

ΣΕΙΡΑ Α'

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : Τετάρτη, 20 Μαΐου 2026

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: Ευστάθεια Πλοίου - Φορτώσεις

ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ : thnn302

ΛΥΣΕΙΣ

ΜΕΡΟΣ Α΄: Αποτελείται από 8 ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 5 μονάδες.

Για τις ερωτήσεις 1-4 να βάλετε σε κύκλο την ορθή απάντηση.

1. Για τους υπολογισμούς φορτώσεως στα πλοία χρησιμοποιείται μία παράμετρος γνωστή με την ονομασία συντελεστής στοιβασίας (Stowage Factor-SF):
 - (α) Για τα υγρά και τα ομοιογενή στερεά ο συντελεστής στοιβασίας είναι ίσος με το ειδικό βάρος.
 - (β) Για τα υγρά και τα ομοιογενή στερεά ο συντελεστής στοιβασίας είναι ίσος με τη σχετική πυκνότητα ρ .
 - (γ) Για τα υγρά και τα ομοιογενή στερεά ο συντελεστής στοιβασίας είναι ίσος με το αντίστροφο του ειδικού βάρους..
 - (δ) Για τα υγρά και τα ομοιογενή στερεά με τον συντελεστή στοιβασίας μπορούμε να εξαγάγουμε συμπεράσματα για την ποιότητα του φορτίου.

2. Ως διαγωγή (trim) ορίζεται:
 - (α) Η διαφορά μεταξύ πρωραίου και πρυμναίου βυθίσματος του πλοίου.
 - (β) Το άθροισμα πρωραίου και πρυμναίου βυθίσματος του πλοίου.
 - (γ) Η διαφορά μεταξύ πρωραίου και μέσου βυθίσματος του πλοίου.
 - (δ) Η διαφορά μεταξύ πρυμναίου και μέσου βυθίσματος του πλοίου.

3. Η δημιουργία εγκάρσιας κλίσης σε ένα πλοίο μπορεί να οφείλεται:
 - (α) Στην επίδραση του ανέμου.
 - (β) Σε ασύμμετρη κατανομή βαρών.
 - (γ) Στην φυγόκεντρη δύναμη κατά τη στροφή του πλοίου.
 - (δ) Σε όλα τα παραπάνω.

4. Κέντρο όγκου ή κέντρο ανώσεως (center of volume ή center of buoyancy) ονομάζεται:
 - (α) Το σημείο στο οποίο επενεργεί η συνισταμένη όλων των βαρών.
 - (β) Το σημείο στο οποίο επενεργεί η δύναμη της ανώσεως.
 - (γ) Το σημείο στο οποίο επιδρά ο μοχλοβραχίονας GZ.
 - (δ) Το σημείο στο οποίο η δύναμη της άνωσης τέμνει την ίσαλο γραμμή του πλοίου.

Για τις ερωτήσεις 5 - 8 απαντήστε στον διαθέσιμο χώρο του δοκιμίου

5. Να εξηγήσετε τι ορίζουμε ως χωρητικότητα πλοίου (tonnage) και να αναφέρετε ποια είναι η μονάδα μέτρησής της.
Είναι ο αριθμός που εκφράζει το αποτέλεσμα της μετρήσεως του όγκου των στεγασμένων χώρων του πλοίου και εκφράζεται σε κόρους (1 κόρος = $2,83m^3$). Διακρίνεται σε ολική και καθαρή.

6. Να δώσετε τον ορισμό των παρακάτω όρων:
 - (α) Βύθισμα πλοίου: Απόσταση του βασικού επιπέδου αναφοράς και μιας ισάλου.
 - (β) Κέντρο βάρους του πλοίου: Το σημείο στο οποίο επενεργεί η συνισταμένη όλων των βαρών που συνθέτουν το πλοίο.

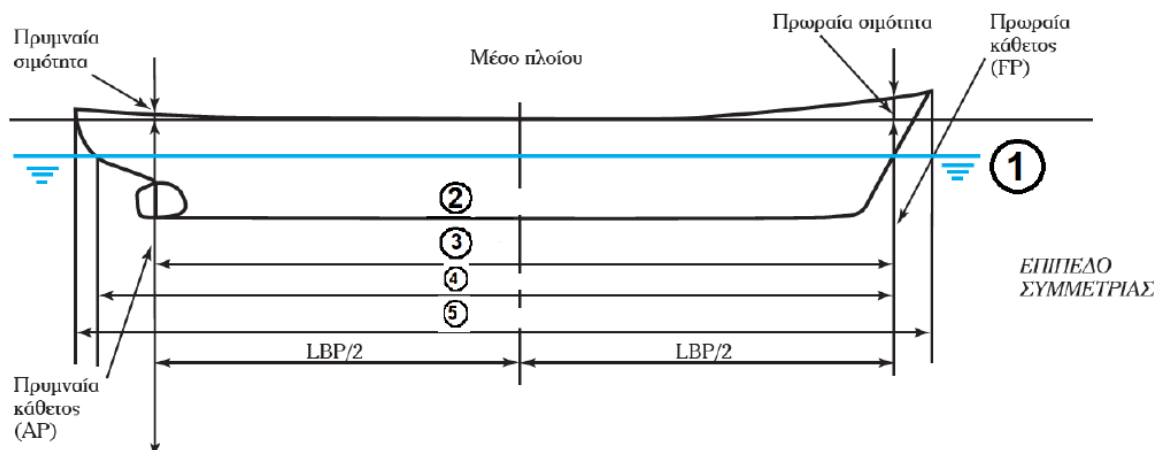
7. Να εξηγήσετε τους παρακάτω όρους:
- (α) TPC: (Tonnes per centimetre), το μέγεθος αυτό δίνει την αύξηση του εκτοπίσματος του πλοίου σε θάλασσα (πυκνότητας 1,025), όταν αυτό βυθιστεί παράλληλα κατά ένα cm ή απλά πόσο φορτίο χρειάζεται ώστε να αλλάξει το βύθισμα του πλοίου κατά 1 cm.
- (β) MCT 1cm: (Moments to change Trim), το μέγεθος αυτό δίνει τη ροπή που πρέπει να επενεργήσει στο πλοίο, ώστε να αλλάξει η διαγωγή του κατά ένα (1) cm.
8. (α) Ποια είναι η ελάχιστη τιμή μετακεντρικού ύψους, που μπορεί να έχει ένα πλοίο σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς για να του επιτραπεί ο απόπλους από το λιμάνι;
0,15 μέτρα / 15cm
- (β) Ποιον κίνδυνο, διατρέχει το πλοίο αν αποπλεύσει με μετακεντρικό ύψος μικρότερο από το ελάχιστο επιτρεπόμενο;
Σε περίπτωση που το πλοίο αποπλεύσει με μετακεντρικό ύψος λιγότερο του επιτρεπόμενου, τότε διατρέχει το κίνδυνο να περιέλθει σε ασταθή ισορροπία λόγω αρνητικού μετακεντρικού ύψους και να ανατραπεί.

**ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Α΄
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Β΄**

ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από τέσσερις (4) ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με 10 μονάδες.

9. Να εξηγήσετε τι ορίζουμε ως εγκάρσιο μετάκεντρο (transverse metacenter) και τι ως εγκάρσιο μετακεντρικό ύψος (GM).
Ο φορέας της ανώσεως τείνει να τέμνει το επίπεδο συμμετρίας του πλοίου σ' ένα σταθερό σημείο. Το σημείο αυτό ονομάζεται εγκάρσιο μετάκεντρο. Ως εγκάρσιο μετακεντρικό ύψος (GM) ορίζεται η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ του εγκάρσιου μετακέντρου (Mt) και του κέντρου βάρους (G) ενός πλοίου.
10. Το πιο κάτω σχήμα 1 απεικονίζει το επίπεδο συμμετρίας ενός πλοίου. Να γράψετε στον πίνακα 1 που ακολουθεί, την ονομασία - ορισμό του αντίστοιχου αριθμού του παρακάτω σχήματος 1.



Σχήμα 1

Πίνακας 1	
A/A	Ονομασία – Ορισμός
1	Ίσαλος Σχεδίασης
2	Βασική Γραμμή Αναφοράς
3	Μήκος μεταξύ των καθέτων (LBP)
4	Μήκος πάνω στην ίσαλο (LWL)
5	Ολικό Μήκος (LOA)

11. Να αναφέρετε, τέσσερις (4) παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, κατά την μελέτη ευστάθειας σε πλοία τύπου handy-max, όταν πρόκειται να μεταφέρουν φορτίο ξυλείας στο κατάστρωμα.

Η μελέτη της ευστάθειας θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη:

- Την αύξηση του βάρους της ξυλείας λόγω της απορροφήσεως υγρασίας.
- Τον σχηματισμό πάγου στα καταστρώματα, τους εξωτερικούς διαδρόμους και επί του φορτίου.
- Την επίδραση προοδευτικής δημιουργίας ελευθέρων επιφανειών στις δεξαμενές λόγω καταναλώσεων στο ταξίδι.
- Την κατανάλωση υγρών και εφοδίων.
- Το βάρος του νερού που πιθανόν παγιδεύεται στα διάκενα του φορτίου ξυλείας.

12. Μία δεξαμενή πλοίου χωράει 250 MT γλυκού νερού όταν είναι τελείως γεμάτη. Να βρείτε πόσους τόνους (MT) πετρέλαιο με σχετική πυκνότητα 0,88 MT/m³ χωράει αν μείνει κενή κατά 4% του όγκου της, προκειμένου το πετρέλαιο να μπορεί να διασταλεί λόγω αυξήσεως της θερμοκρασίας του.

Ο συνολικός όγκος της δεξαμενής είναι 250 m³, εφόσον η πυκνότητα του γλυκού νερού είναι 1000 kg/m³ (1MT προς 1m³).

Ο διαθέσιμος όγκος της όταν γεμίσει κατά 96% περιορίζεται σε:

$$V = 250 \times 0.96 = 240 \text{ m}^3$$

Επομένως το βάρος του πετρελαίου που περιέχει θα είναι:

$$W = 240 \text{ m}^3 \times 0.88 \text{ MT/m}^3 = 211,2 \text{ MT.}$$

**ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Β΄
ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Γ΄**

ΜΕΡΟΣ Γ΄: Αποτελείται από δύο (2) ερωτήσεις.

Κάθε ορθή απάντηση βαθμολογείται με δέκα (10) μονάδες.

13. Το πλοίο EXCELLENCE, με τα υδροστατικά στοιχεία του παρακάτω πίνακα, στο οποίο υπηρετείτε ως υποπλοίαρχοι, έχει λάβει οδηγίες να εκτελέσει διάπλου στις λίμνες του Καναδά και εν συνεχεία, να καταπλεύσει στο λιμάνι Santos της Βραζιλίας για εκφόρτωση του φορτίου του. Το πλοίο πλέει ισοβύθιστο σε θαλασσινό νερό, με

μέγιστο μέσο βύθισμα 13 μέτρα.

Πίνακας 2

Βύθισμα (m)	Εκτόπισμα σε θαλάσσιο νερό (MT)	TPC (MT/cm)	MCT 1 cm (MT-m/cm)	LCB από πρυμναία κάθετο (m)	LCF από πρυμναία κάθετο (m)	KM _T (m)
13,00	61245	52,3	731,76	99,22	94,70	12,15
12,80	60198	52,2	725,76	99,30	94,74	12,10
12,60	59151	52,0	719,63	99,38	94,78	12,06
12,40	58104	51,8	713,37	99,46	94,83	12,03
12,20	57067	51,7	706,84	99,54	94,89	12,00
12,00	56038	51,5	700,31	99,63	94,96	11,97
11,80	55002	51,3	693,79	99,71	95,05	11,94
11,60	53979	51,1	687,28	99,80	95,15	11,92
11,40	52954	51,0	680,73	99,89	95,26	11,90
11,20	51933	50,8	674,53	99,98	95,38	11,88
11,00	50914	50,6	668,49	100,07	95,51	11,87
10,80	49912	50,5	662,58	100,17	95,65	11,86
10,60	48910	50,3	657,03	100,26	95,80	11,86
10,40	47908	50,1	651,36	100,35	95,95	11,87
10,20	46906	50,0	645,61	100,45	96,11	11,88
10,00	45905	49,8	639,84	100,54	96,28	11,90
9,80	44917	49,6	633,26	100,63	96,47	11,92
9,60	43931	49,5	626,58	100,72	96,67	11,95
9,40	42945	49,3	619,85	100,81	96,89	11,98
9,20	41960	49,1	613,31	100,90	97,13	12,02
9,00	40980	49,0	607,04	100,99	97,39	12,06
8,80	40002	48,8	601,63	101,07	97,68	12,11

(α). Να υπολογίσετε την αύξηση του βυθίσματός του κατά την είσοδό του σε λίμνη με πυκνότητα νερού 1,000.

$$FWA = \frac{\Delta}{4 \cdot TPC} = \frac{61245}{4 \cdot 52.3} = \frac{61245}{4 \cdot 209.2} = 293\text{mm}$$

Το βύθισμα του πλοίου κατά την είσοδό του στη λίμνη θα αυξηθεί κατά 293mm ή 29,3 cm

(β). Να υπολογιστεί η ανοχή υφάλμυρου νερού όταν το πλοίο εισέλθει στο λιμένα Santos της Βραζιλίας όπου η πυκνότητα του νερού είναι $\rho = 1017$.

$$DWA = \frac{FWA \cdot (1025 - \rho)}{25} = \frac{293 \cdot (1025 - 1017)}{25} = \frac{293 \cdot 8}{25} = \frac{2344}{25} = 94 \text{ mm}$$

Το βύθισμα του πλοίου κατά την είσοδο του στο Santos της θα αυξηθεί κατά 94mm ή 9,4 cm

(γ). Με βάση τους υπολογισμούς σας, το πλοίο έχει τη δυνατότητα να προσεγγίσει τον συγκεκριμένο λιμένα, λαμβάνοντας υπόψη τον ισχύοντα περιορισμό βυθίσματος 14 μέτρων; Να τεκμηριώσετε την απάντησή σας.

Το πλοίο μπορεί να προσεγγίσει και να εισέλθει κανονικά στο λιμάνι, εφόσον το νέο του μέγιστο βύθισμα θα είναι $13\text{m} + 94\text{mm} = 13.09\text{m} (<14 \text{ μέτρα})$

14. (α) Να εξηγήσετε τι είναι η γωνία κλίσης “angle of loll”, και με ποιο τρόπο

επιτυγχάνεται η εξουδετέρωσής της.

Είναι η κλίση η οποία οφείλεται σε αρνητικό μετακεντρικό ύψος. Η εξουδετέρωσή της μπορεί να επιτευχθεί μόνο εάν το μετακεντρικό ύψος του πλοίου πάψει να έχει αρνητική τιμή. Ο μόνος τρόπος για να εξαφανιστεί το αρνητικό μετακεντρικό ύψος και κατ' επέκταση η εγκάρσια κλίση που οφείλεται σ' αυτό, είναι να προστεθεί βάρος σε θέση κάτω από το κέντρο βάρους του πλοίου, να αφαιρεθεί βάρος πάνω από το κέντρο βάρους του πλοίου ή τέλος να μετακινηθούν βάρη σε χαμηλότερη στάθμη. Τέτοιες δράσεις θα μετακινήσουν το κέντρο βάρους του πλοίου σε χαμηλότερη θέση και έτσι το GM θα μπορέσει να πάψει να είναι αρνητικό.

(β) Τι θα συμβεί εάν ο υπεύθυνος αξιωματικός καταστρώματος, προβεί στη μετάγγιση έρματος από μία δεξαμενή στη συμμετρική της, της άλλης πλευράς προς μηδενισμό της γωνίας κλίσης "angle of loll"; Τεκμηριώστε την απαντησή σας.

Η πράξη αυτή αποτελεί ολέθριο σφάλμα αφού όχι μόνο δεν επιφέρει την επιθυμητή ελάττωση του KG αλλά αντίθετα δημιουργεί πρόσθετη φαινομενική ανύψωσή του, γεγονός που συνεπάγεται το μετακεντρικό ύψος του πλοίου να γίνει περισσότερο αρνητικό το οποίο μπορεί να οδηγήσει στην ανατροπή του πλοίου.

ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ