

PROBLEMA “FAC SIMILE” PER ESAME DI STATO assegnato nelle quinte classi del Nautico San Giorgio di Genova e del Nautico Cristoforo Colombo di Camogli

Una nave, di dislocamento $D = 5000 t$ e con un'altezza metacentrica $GM = 0.65m$, vuole navigare per lossodromia tra i seguenti punti:

- partenza $A(\varphi = 20^{\circ}15.6' N; \lambda = 176^{\circ}34.8' E)$
 - arrivo $B(\varphi' = 23^{\circ}42.6' N; \lambda' = 012^{\circ}33.9' E)$
1. Determinare il cammino lossodromico per navigare dal punto A al punto B ;
 2. Trovandosi nel punto B alle ore 9:15, calcolare il Ps alle ore 16:45 sapendo che è $R_{v1} = 174^{\circ}$ e $v = 15kt$.
 3. Arrivati a destinazione si rompe un tubo da incendio e si raccolgono alcune tonnellate d'acqua in un locale di lunghezza $L = 12 m$ e larghezza $l = 15 m$.
Calcolare il nuovo valore dell'altezza metacentrica trasversale a seguito della superficie libera d'acqua che si è formata ($\pi = 1.026$).

NOTA. Considerata la Terra sferica, l'espressione della latitudine crescente è:

$$\varphi_c = 3437.747' \cdot \ln \tan \left(45^{\circ} + \frac{\varphi}{2} \right).$$

SOLUZIONE

1.

- Latitudine crescente di A :

$$\varphi_{cA} = 3437.747' \cdot \ln \tan \left(45^{\circ} + \frac{20^{\circ}15.6'}{2} \right) = 1241.754091'$$

- Latitudine crescente di B :

$$\varphi_{cB} = 3437.747' \cdot \ln \tan \left(45^{\circ} + \frac{23^{\circ}42.6'}{2} \right) = 1465.031926'$$

Valore assoluto della differenza delle latitudini crescenti:

$$\Delta\varphi_c = |1241.754091' - 1465.031926'| = 223.277834'$$

Longitudine, in primi, del punto A :

$$\lambda = 10594.8'$$

Longitudine, in primi, del punto B :

$$\lambda' = 753.9'$$

Valore assoluto della differenza, in primi, delle longitudini:

$$\Delta\lambda = |753.9' - 10594.8'| = 9840.9'.$$

Determinazione della rotta quadrantale:

$$\tan r = \frac{\Delta\lambda}{\Delta\varphi_c} = \frac{9840.9'}{223.277834'} = 44.07468392 \Rightarrow r = \arctan 44.07468392 = N88^{\circ}42'W,$$

il prefisso ed il suffisso della rotta quadrantale sono giustificati perché $\Delta\varphi_{AB}$ ha nome nord e $\Delta\lambda_{AB}$ ha nome ovest.

La rotta vera circolare è: $R_v = 360^\circ - 88^\circ 42' = 271^\circ 18'$.

Valore assoluto della differenza, in primi, delle latitudini

$$\Delta\varphi = |1215.6' - 1422.6'| = 207'$$

Determinazione del cammino:

$$m = \frac{\Delta\varphi}{\cos r} = \frac{207'}{\cos 88^\circ 42'} = 9124.03872mg \approx 9124mg.$$

2. Intervallo di tempo di navigazione dalle $09^h 15^m$ alle $16^h 45^m$:

$$\Delta t = 07^h 30^m,$$

a cui corrisponde il cammino lossodromico:

$$m_1 = 15 \frac{mg}{h} \cdot 7,5^h = 112.5mg.$$

Essendo $r_1 = S(180^\circ - 174^\circ)E = S6^\circ E$, la variazione di latitudine tra il punto B ed il punto D delle 16:45, è:

$$\Delta\varphi_{BD} = m_1 \cdot \cos r_1 = 112.5 \cdot \cos 6^\circ = 111.8837132' S = 1^\circ 51.9' S;$$

pertanto la latitudine del punto D , è:

$$\varphi_D = +23^\circ 42,6' + (-1^\circ 51,9') = +21^\circ 50.7' = 21^\circ 50.7' N$$

e la corrispondente latitudine crescente, è:

$$\varphi_{cB} = 3437.747' \cdot \ln \tan \left(45^\circ + \frac{21^\circ 50.7'}{2} \right) = 1343.660084'.$$

Valore assoluto della differenza, in primi, delle longitudini:

$$\Delta\varphi_{cBD} = |1343.660084' - 1465.031926'| = 121.3718419'$$

Variazione di longitudine:

$$\Delta\lambda_{BD} = m_1 \cdot \tan r_1 = 121.3718419 \cdot \tan 6^\circ = 12.75669462' E = 12^\circ 45.4' E$$

Longitudine del punto D :

$$\lambda_D = +12^\circ 33.9' + (+12^\circ 45.4') = +25^\circ 19.3' = 25^\circ 19.3' E.$$

3.

Se si rompe una tubazione e si allaga un compartimento con alcune tonnellate di acqua, essendo solo un trasferimento di materiale liquido esistente già a bordo, il peso della nave non muta e quindi il dislocamento rimane quello che era prima del sinistro.

Il problema è se il compartimento allagato è simmetrico concorde o no alla simmetria longitudinale della nave.

- Nel seguente disegno l'asse longitudinale x del locale allagato non coincide con l'asse di simmetria X della linea d'acqua:



- Nel seguente disegno l'asse longitudinale x del locale allagato coincide con l'asse X longitudinale della linea d'acqua



Nei due precedenti disegni g è il baricentro della linea d'acqua prima del sinistro e g' dopo il sinistro; e, come si rileva, nel primo caso il baricentro g prima del sinistro ed il baricentro g' dopo il sinistro non giacciono sullo stesso asse.

Il testo non dice nulla sulla posizione del locale allagato e quindi è buona norma considerare il caso corrispondente alla seconda figura.

Ricordiamo che nel caso della prima figura avremmo

$$r' = \frac{I_{X'}}{V} - \frac{i_{X'}}{V}, \quad (1)$$

nella quale, $i_{X'}$ si ottiene mediante il teorema di trasposizione dal momento d'inerzia i_x .

Ma nel problema in oggetto suppongo di essere nelle condizioni della seconda figura e quindi la (1) si trasforma nella seguente espressione

$$r' = \frac{I_x}{V} - \frac{i_x}{V} \quad (2)$$

Nella (1) e (2) è:

$$V = \frac{D}{\pi} \quad (3)$$

Dai dati, mediante la (3), è:

$$V = \frac{5000t}{1.026 \frac{t}{m^3}} \cong 4873.3m^3$$

E' assegnata l'altezza metacentrica $GM = 0.65m$, ovvero $r - a = 0.65m$, che posso scrivere

$$\frac{I_x}{V} - a = 0.65m;$$

dalla (2), ho la nuova altezza metacentrica è

$$\frac{I_x}{V} - \frac{i_x}{V} - a,$$

in cui è:

$$i_x = \frac{1}{12} \cdot L \cdot l^3 \quad (4)$$

Dai dati, la (4) porge:

$$i_x = \left(\frac{1}{12} \cdot 12 \cdot 15^3 \right) m^4 = 3375m^4$$

Quindi l'altezza metacentrica diminuisce di

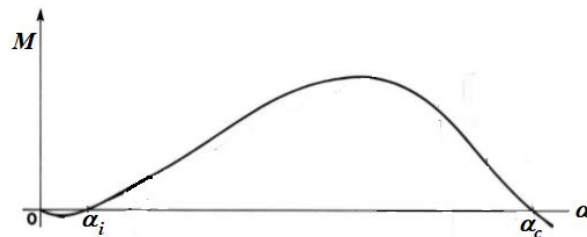
$$\frac{i_x}{V} = \frac{3375m^4}{4873.3m^3} \cong 0.69m .$$

Sorpresa! L'altezza metacentrica diventa negativa, ovvero:

$$r'-a = (0.65 - 0.69)m = -0.04m .$$

COMMENTO. La nave è in equilibrio instabile e quindi non appena giunge una forza esterna, anche di piccola intensità, sbanda di un certo angolo α_i detto di ingavonamento e la nave (detta ingavonata) trova, in questa posizione equilibrio stabile. Ciò significa che, giungendo una ulteriore forza esterna, la nave sbanda e al cessare dell'azione di quella forza ritorna nella posizione precedente di ingavonamento.

Nella seguente figura è rappresentato il diagramma del momento di stabilità di una nave ingavonata



OSSERVAZIONE. Se una nave è ingavonata (per esempio) a sinistra di un angolo α_i e si sposta un peso p verso destra, la nave sbanda a destra di un angolo α_i per l'ingavonamento aumentato dell'angolo α di sbandamento dovuto allo spostamento trasversale del peso p . Pertanto se si vuole raddrizzare una nave ingavonata bisogna spostare un peso verso il basso; la scelta del peso da spostare in basso dipende dalla disposizione dei pesi a bordo e dal valore dell'altezza metacentrica che si vuole ottenere.