



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL (ESPOL)
FACULTAD DE ING. EN CIENCIAS
DE LA TIERRA (FICT)



1er. EXAMEN DE MECÁNICA DE FLUIDOS

ESTUDIANTE: _____ Término: 2014-I
MATRÍCULA: _____ PARALELO 1 FECHA: 02/VII/2014

INDICACIONES GENERALES:

- 1) Lea atentamente TODAS las especificaciones de cada problema. Escriba claramente y sea ordenado (a) en el desarrollo de las respuestas.
- 2) Tomar en cuenta el Art. 21 del Reglamento de Evaluaciones y Calificaciones de Pregrado de la ESPOL (sobre deshonestidades Académicas premeditada y circunstancial), el Artículo 7, literal g del Código de Ética de la ESPOL y la Resolución del Consejo Académico CAc-2013-108, sobre compromiso ético de los estudiantes al momento de realizar un examen escrito. No tome riesgos innecesarios en ese sentido.
- 3) Tiene 2 horas para completar su examen. ¡Éxitos!

Ira. PARTE (20 PUNTOS):

1.- Escoja lo CORRECTO: Las líneas de corriente: (2 puntos)

- a) Son siempre equivalentes a las líneas de trazas. (b) Forman tubos de corriente. 2/2
c) Son normales al vector velocidad. d) Son reproducibles en laboratorio.

2.- Mencione 4 variables causantes de cambios en la densidad: (3 puntos)

Presión Volumen Temperatura Concentración (Salinidad) 3/3

3.- La derivada material de la componente en X de cualquier variable (aceleración, presión, etc), ¿se descompone en (máximo) cuántos términos?: (2 puntos)

- a) 3 (b) 4 c) 1 (d) 2 (e) 5 2/2

4.- Escoja: "El esfuerzo cortante es inversamente proporcional (vía la viscosidad dinámica) a la tasa de la velocidad con respecto a la profundidad" (2 puntos)

V

(F)

5.- Verdadero o Falso: "Clasificación de los fluidos": (2 puntos)

- 2/2
• (V) F : Flujo no viscoso implica viscosidad despreciable.
• (V) F : Flujo interno significa que el fluido está sujeto a la presión manométrica únicamente.
• (V) F : Flujo incomprensible implica que no hay cambios en la densidad.
• (V) F : Flujo turbulento involucra altas velocidades y viscosidades.

6.- Marque con X lo INCORRECTO sobre la ecuación de Bernoulli y tipos de energía (2 puntos)

- 2/2
- ☐ Entalpía se define como la suma de la energía de flujo y la interna.
 - ☒ Las 3 maneras de escribir la Ec. de Bernoulli son: presión, velocidad y altura topográfica.
 - ☐ Una asunción necesaria para Bernoulli es que el flujo sea permanente.
 - ☐ La suma de las transferencias de calor + trabajo son iguales al cambio de energía en el sistema / unidad de tiempo.

7.- Conteste en NO MÁS DE 3 LÍNEAS, y lo más concisamente: En caso de requerir calcular la fuerza hidrostática sobre una compuerta ~~curva~~^{circular}, describa la estrategia que Ud usaría como recurso para facilitar sus cálculos. (2 puntos)

2/2

Se descompone en una fuerza vertical F_y y 1 horizontal F_x pre-resultantes
La magnitud de la resultante se calcula vía Pitágoras. La dirección $\arctan\left(\frac{F_y}{F_x}\right)$
El sentido siempre será apuntando al centro de la curva (círculo).

8.- Escoja la(s) opción(es) CORRECTA(s) sobre flujo lagrangiano o euleriano: (3 puntos)

- 3/3
- ☐ La descripción euleriana no es la adecuada para medir los cambios espaciales en un fluido.
 - ☒ Un ingeniero hidráulico que estudia el caudal en un río, enfocándose en una cierta sección del mismo durante un cierto periodo de tiempo: descripción euleriana.
 - ☒ La descripción lagrangiana es compatible con el concepto de variación en el almacenamiento en un volumen de control.

9.- Resuelva:

(2 puntos)

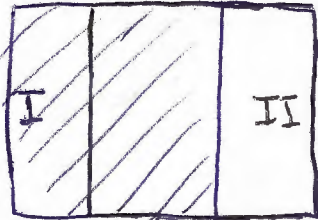
2/2

Se usa una grúa para bajar objetos pesados en el mar ($\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$), para un proyecto de construcción submarina. Determine aproximadamente la tensión en el cable de la grúa debida a un bloque rectangular de concreto ($\rho_{\text{rel}} = 2.3$), de $2\text{m} \times 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$, cuando está sumergido totalmente en el agua.

- a) 10.1 kN; b) 5.25 kN; c) 1.25 kN; d) 6.2 kN; e) 3.40 kN

IIda. PARTE (10 PUNTOS):

Demuestre la ecuación **GENERAL** del Teorema de Transporte de Reynolds (TTR), aplicando los conceptos y propiedades de un sistema y un volumen de control. **NOTA:** No se le pide evaluar los casos especiales ni aplicaciones.



$$\eta = \frac{B}{m} \quad \left. \begin{array}{l} \textcircled{1}: t \rightarrow: B_{sist_t} = B_{vc_t} \\ \textcircled{2}: t+\Delta t \rightarrow: B_{sist_{t+\Delta t}} = B_{vc_{t+\Delta t}} + B_{II_{t+\Delta t}} - B_{I_{t+\Delta t}} \end{array} \right\}$$

$$\frac{\textcircled{2} - \textcircled{1}}{\Delta t}:$$

$$\frac{B_{sist_{t+\Delta t}} - B_{sist_t}}{\Delta t} = \frac{B_{vc_{t+\Delta t}} - B_{vc_t}}{\Delta t} + \frac{B_{II_{t+\Delta t}}}{\Delta t} - \frac{B_{I_{t+\Delta t}}}{\Delta t}$$

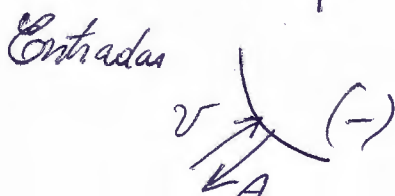
$$\frac{dB_{sist}}{dt} = \frac{\partial B_{vc}}{\partial t} + \frac{B_{II}}{m} \cdot \frac{m}{\Delta t} - \frac{B_I}{m} \cdot \frac{m}{\Delta t}$$

$$\frac{dB_{sist}}{dt} = \frac{\partial \eta \cdot m}{\partial t} + \frac{B_{II}}{m} \cdot \frac{\rho \Delta V}{\Delta t} - \frac{B_I}{m} \cdot \frac{\rho \Delta V}{\Delta t}$$

$$\frac{dB_{sist}}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} [\eta \rho \Delta V] + \eta_{II} \rho_2 Q_2 - \eta_I \rho_1 Q_1$$

$$\frac{dB_{sist}}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{vc} \eta \rho dV + \eta_{II} \rho_2 A_2 v_2 - \eta_I \rho_1 A_1 v_1$$

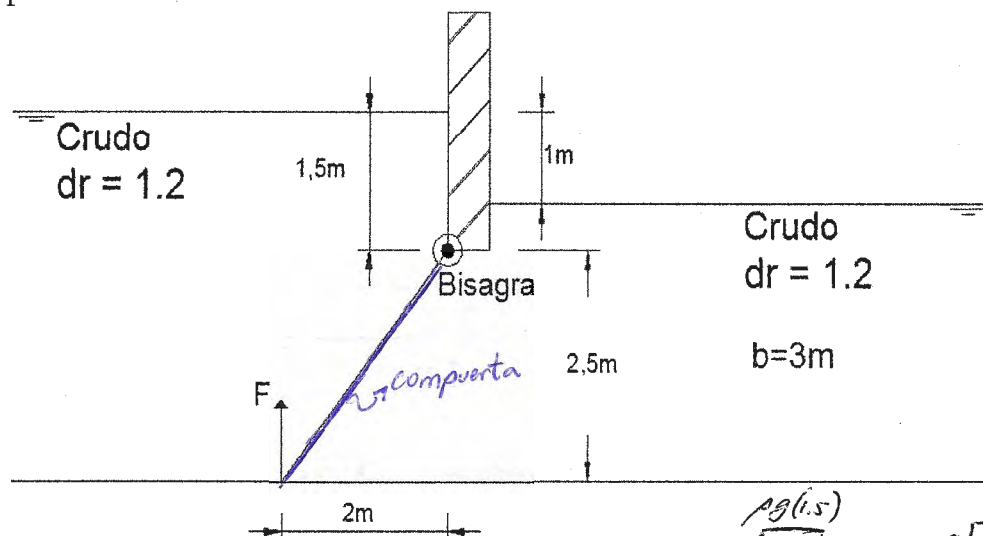
$$\frac{dB_{sist}}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{vc} \eta \rho dV + \int_{sc} \rho \eta (\vec{v} \cdot \vec{n}) dA$$



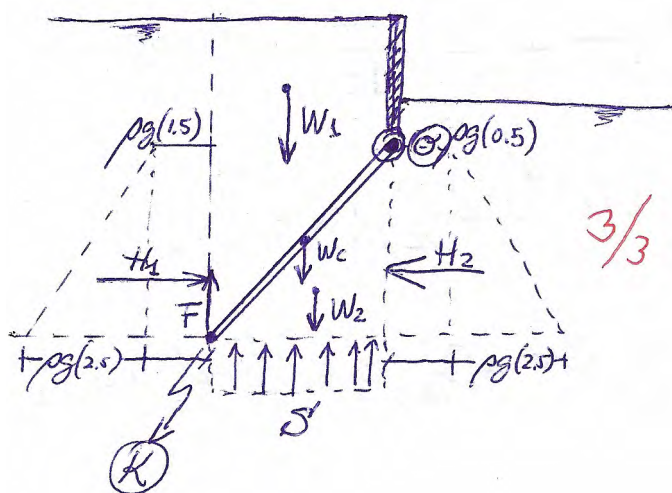
IIIra. PARTE (20 PUNTOS):

En una piscina (con ancho $b = 3\text{m}$) con crudo (cuya densidad relativa es 1.20), dibujando los prismas de presión y los diagramas de cuerpo libre correspondientes, halle:

- a) Encuentre la magnitud y la línea de acción de cada una de las fuerzas que actúan sobre la compuerta. Halle la magnitud, dirección y sentido de la resultante que actúa sobre el lado izquierdo ^{y derecho} de la compuerta.
- b) Determine la fuerza F para abrir la compuerta, si ésta es uniforme, tiene un ancho $b = 3\text{m}$ y pesa 35.6 kN .



D.C.L.



$$1) H_1: \quad H_1 = \int \left[\frac{\rho g (2.5)(2.5)}{2} (3) + \dots \right] + \rho g (2.5) + \rho g (1.5) + \rho g (1.5)(2.5)(3)$$

$$H_1 = 242.5 \text{ kN} \rightarrow$$

$$\text{Ubicación: } \bar{y} = \frac{\sum y_i A_i}{A_T}$$

$$\bar{y} = \left[\frac{\left(\frac{2.5}{3} \right) \left(\frac{2.5 \times 2.5}{2} \right) + \left(\frac{2.5}{2} \right) (1.5 \times 2.5)}{\frac{2.5 \times 2.5}{2} + 1.5 \times 2.5} \right] = 1.06 \text{ m}$$

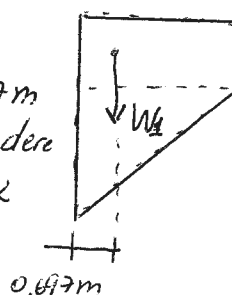
desde el fondo.

$$2) W_1 = \rho \cdot g \cdot V = \rho \cdot g \cdot \left[2 \times 1.5 \times 3 + \frac{2.5 \times 2}{2} \times 3 \right] = 194.04 \text{ kN} \downarrow$$

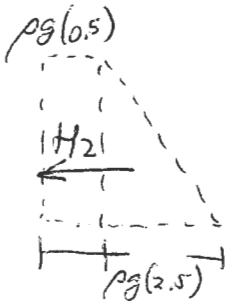
Ubicación:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i A_i}{A} = \frac{1(2 \times 1.5) + \frac{1}{3} \left(\frac{2.5 \times 2}{2} \right)}{2 \times 1.5 + \frac{2.5 \times 2}{2}} = 0.697 \text{ m}$$

a la derecha de K



$$3) H_2 = \rho \cdot g \cdot (3) \left[\frac{2.5(2.5)}{2} + 0.5(2.5) \right] = \rho \cdot g \cdot (3) [3.125 + 1.25] = \rho \cdot g \cdot (3) (4.375) = H_2 = 154.35 \text{ KN}$$

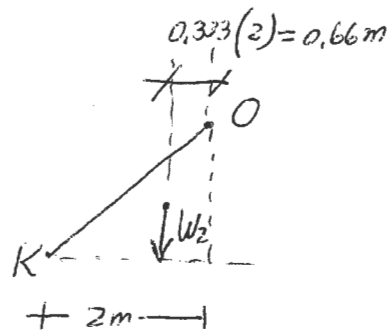


Ubicación:

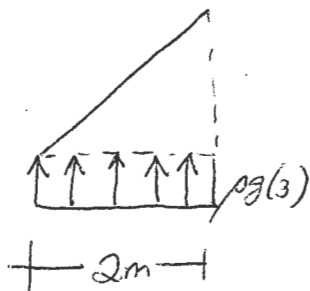
$$\bar{y}_2 = \frac{\left(\frac{2.5}{3}\right)(3.125) + \frac{2.5}{2}(1.25)}{4.375} = 0.95 \text{ m desde el fondo}$$

$$4) W_2 = \rho \cdot g \cdot \left[\frac{2 \times 2.5 \times 3}{2} \right] = 88.2 \text{ KN}$$

Ubicación: A 0.666 m a la izquierda de O.



5) S = Subpresión



$$S = [\rho \cdot g \cdot (3)] 2 (3) = 211.68 \text{ KN}$$

Ubicación, a 1m a la izquierda de O.

1/1

Fuerzas resultantes:

a.1) Lado izquierdo:

$$F_{R1} = \sqrt{H_2^2 + W_2^2} = 310.58 \text{ KN}, \quad \theta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{W_2}{H_2} \right) = 38.66^\circ$$

a.2) Lado derecho:

$$F_{R2} = \sqrt{(S - W_2)^2 + H_2^2} = 197.66 \text{ KN}, \quad \theta_2 = \tan^{-1} \left(\frac{S - W_2}{H_2} \right) = 38.66^\circ$$

$$b) \sum M_O = 0 + G$$

$$H_2 [2.5 - 1.06] + W_2 (2 - 0.666) + W_{\text{comp}} (1) - F (2) - H_2 (2.5 - 0.95) - S (1) + W_2 \left(\frac{2}{3} \right) = 0$$

$$F = 122.85 \text{ KN}$$

IVta. PARTE (20 PUNTOS):

Un campo de velocidades estacionario, incompresible y bidimensional está expresado por:

$$\vec{V} = (u, v) = (1 + 2.5x + y)\hat{i} + (-0.5 - 1.5x - 2.5y)\hat{j}$$

donde x, y están en metros y la velocidad está en m/s.

- Determine si existen puntos de estancamiento en este campo. De ser así, determine sus coordenadas.
- Calcule la aceleración (con el criterio de la derivada material) en el punto $X = 2\text{m}$, $Y = 3\text{m}$.
- Bosqueje los vectores de la **aceleración** en cada coordenada entre los intervalos $X [0, 5]$, y $Y [0, 4]$. Comente brevemente su gráfico.

$$a) \quad \vec{V} = (1 + 2.5x + y)\hat{i} + (-0.5 - 1.5x - 2.5y)\hat{j}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} u = 1 + 2.5x + y = 0 \\ v = -0.5 - 1.5x - 2.5y = 0 \end{array} \right\} \text{ para punto de estancamiento}$$

$$x(1.5): \quad 1.5 + 3.75x + 1.5y = 0$$

$$x(2.5): \quad -1.25 - 3.75x - 6.25y = 0$$

$$+ 0.25 - 4.75y = 0$$

$$y = 0.0526 \text{ m} \Rightarrow x = -0.421 \text{ m}$$

$$\text{Punto de Estancamiento: } (-0.421, 0.0526)$$

$$b) \quad a_x = \cancel{\frac{\partial u}{\partial t}} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \cancel{w \frac{\partial u}{\partial z}} \quad \therefore \quad a_x = u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \quad (1)$$

$$a_y = \cancel{\frac{\partial v}{\partial t}} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \cancel{w \frac{\partial v}{\partial z}} \quad \therefore \quad a_y = u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \quad (2)$$

$$a_z = \cancel{\frac{\partial w}{\partial t}} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + \cancel{w \frac{\partial w}{\partial z}} \Rightarrow \phi \text{ porque es campo bidimensional}$$



Campo estacionario

$$(1) \quad a_x = (1 + 2.5x + y)(2.5) + (-0.5 - 1.5x - 2.5y)(1)$$

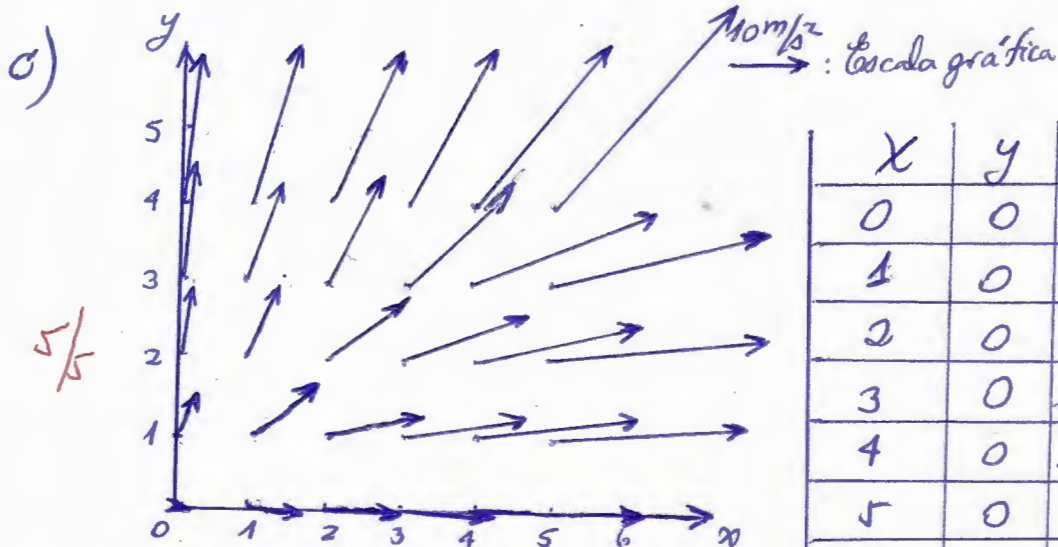
$$a_x|_{(2,3)} = 9(2.5) + (-11)(1) = 11.5 \text{ m/s}^2$$

2/2

$$(2) \quad a_y = (1 + 2.5x + y)(-1.5) + (-0.5 - 1.5x - 2.5y)(-2.5)$$

$$\frac{2}{2} \quad a_y = 14 \text{ m/s}^2 \quad \therefore \quad |a| = \sqrt{11.5^2 + 14^2} = 18.1 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{1}{1} \quad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right) = 50.6^\circ \quad \left. \vphantom{\frac{1}{1}} \right\} \text{ para punto (2,3)}$$



X	y	a_x	a_y	a	θ
3	4	16.25	18.75	24.8	49.09
4	4	21.00	18.75	28.2	41.26
5	4	25.75	18.75	31.9	36.06

3/3

Comentario: Como se ve en el plano cartesiano, los vectores de aceleraciones tienden a dispersarse, y aumentan su magnitud conforme se alejan del origen. Eso implica un notable incremento de las velocidades en esas zonas.

2/2

X	y	a_x	a_y	a	θ
0	0	2	-0.25	2.0	-7.13
1	0	6.75	-0.25	6.8	-2.12
2	0	11.50	-0.25	11.5	-1.25
3	0	16.25	-0.25	16.3	-0.88
4	0	21.00	-0.25	21.0	-0.68
5	0	25.75	-0.25	25.8	-0.56
0	1	2	4.50	4.9	66.04
1	1	6.75	4.50	8.1	33.69
2	1	11.50	4.50	12.3	21.37
3	1	16.25	4.50	16.9	15.48
4	1	21.00	4.50	21.5	12.09
5	1	25.75	4.50	26.1	9.91
0	2	2	9.25	9.5	77.80
1	2	6.75	9.25	11.5	53.88
2	2	11.50	9.25	14.8	38.81
3	2	16.25	9.25	18.7	29.65
4	2	21.00	9.25	22.9	23.77
5	2	25.75	9.25	27.4	19.76
0	3	2	14.0	14.1	81.87
1	3	6.75	14.0	15.5	64.26
2	3	11.50	14.0	18.1	50.60
3	3	16.25	14.0	21.4	40.75
4	3	21.00	14.0	25.2	33.69
5	3	25.75	14.0	29.3	28.53
0	4	2	18.75	18.9	83.91
1	4	6.75	18.75	19.9	70.20
2	4	11.50	18.75	22.0	58.48