

Nombre: _____ C.I. _____

Ejemplos Evaluación Teórica Primer Examen Parcial.

A. Para cada proposición de la columna A seleccione la proposición que le corresponde en la columna B, indicando la letra en el espacio entre paréntesis. (1/2 punto cada una)

Columna A	Columna B
1() El instrumento ciego	a) Alto punto de ebullición.
2() En la identificación de un instrumento en un diagrama de instrumentación se deben usar letras mayúsculas para	b) Cambia el sentido físico de la variable.
3() Entre las ventajas del mercurio como líquido manométrico está	c) Se caracteriza porque el error de cada componente es acumulativo.
4() La elevación de cero	d) Dos diafragmas unidos entre sí herméticamente.
5() La presión dinámica	e) Es el que compara una variable con la señal de referencia y ejerce una acción de control.
6() En la identificación de un instrumento en un diagrama de instrumentación la primera letra se usa	f) Es igual a la suma presión estática más el efecto de la velocidad del fluido.
7() La supresión de cero	g) Indicar la variable medida.
8() Las galgas extensométricas	h) Es la cantidad con que el valor cero de la variable supera el valor inferior del rango.
9() Un transductor resistivo	i) Puede ser excitado tanto con corriente alterna como con corriente continua.
10() Un controlador	j) Es menos sensible que uno de vaso alargado.
11() Un fuelle consiste en	k) Indicar la función.
12() La presión de estancamiento	l) No requieren del uso de elementos mecánicos.
13() Un instrumento de medición a circuito abierto	m) Es el que no indica directamente el valor de la variable
14() Un manómetro de tubo en U	n) Puede ser excitado solo con corriente alterna.
15() Un transductor	o) Se caracteriza por requerir energía externa para su funcionamiento.
16() Un transductor magnético de presión	p) Es la cantidad con que el valor inferior del rango supera el valor cero de la variable medida.
17() Una cápsula simple consiste en	q) Se produce por el efecto de la velocidad del fluido.
18() Un instrumento de medición a circuito cerrado	r) Un cilindro al cual se le han hecho corrugaciones para darle elasticidad.

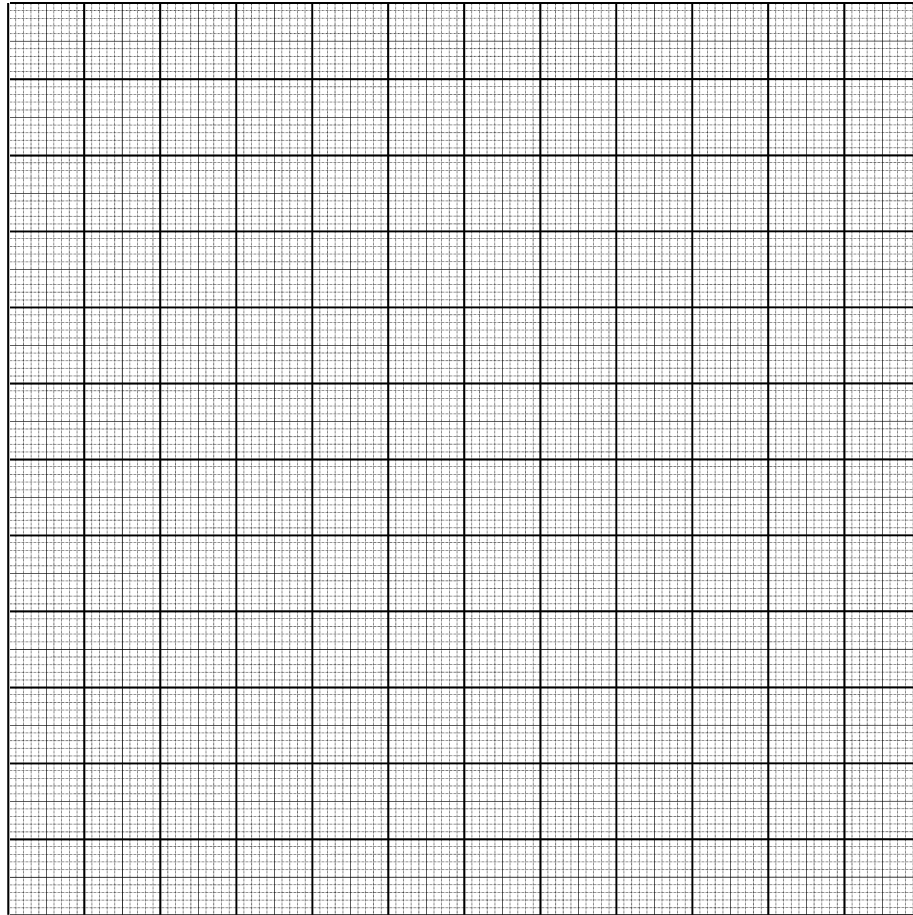
B. Conteste las siguientes preguntas

1. Describa el procedimiento general de calibración de un instrumento (1.5 puntos)
2. Haga un esquema de un medidor de presión de columna de líquido. Explique brevemente su funcionamiento y mencione los tipos existentes (1.5 puntos)
3. Haga un esquema que muestre los elementos funcionales de un instrumento de medición de circuito abierto, y sus conexiones. (1 punto)
4. Haga un esquema de un medidor de presión de tipo tubo Bourdon. Explique brevemente su funcionamiento y mencione los tipos existentes (1 puntos)
5. En un manómetro se han tomado los siguientes valores de entrada y salida:

Entrada	34	34.5	35	35.5	36	36.5	37	37.5	38	38.5	39	39.5	40	40.5	41
Salida	34.2	34.7	35.1	35.6	36	36.5	36.9	37.4	37.8	38.4	38.8	39.3	39.8	40.2	40.8

Nombre: _____ C.I. _____

Hallar: a) Rango, b) Amplitud, c) Sensibilidad, d) Máximo error estático, e) Tipos de desvíos existentes, y diga como los reconoce. (2 puntos)



6. Explique con la ayuda de un esquema el funcionamiento de un transductor resistivo.
7. Haga un esquema de un medidor de presión de anillo de balanceo y explique brevemente su funcionamiento.

C. Conteste falso o verdadero a las siguientes proposiciones. (1/2 punto cada una, dos malas eliminan una buena)

- 1() Los instrumentos de medición a circuito cerrado se caracterizan por trabajar solo con energía del proceso
- 2() La presión dinámica es igual a la presión estática más la presión de estancamiento.
- 3() Las galgas extensométricas no requieren del uso de elementos mecánicos
- 4() Un transductor cambia el sentido físico de la variable
- 5() El instrumento ciego es el que no lee directamente el valor de la variable
- 6() Se puede decir que una presión es de 10 cm.
- 7() Un manómetro de tubo en U es más preciso que uno de vaso alargado.
- 8() Entre las ventajas del mercurio como líquido manométrico están su bajo punto de fusión y su alto punto de ebullición.
- 9() El fuelle consiste en un disco metálico al cual se le han hecho corrugaciones.
- 10() Una cápsula simple se hace uniendo dos fuelles entre sí herméticamente.

Nombre: _____ C.I. _____

- 11() Un transductor magnético de presión puede ser excitado tanto con corriente alterna como con corriente continua.
- 12() Un transductor resistivo puede desarrollar altos niveles de ruido debido al desgaste.
- 13() En la identificación de un instrumento en un diagrama de instrumentación se deben usar letras mayúsculas para indicar la función y números para indicar el lazo al cual pertenecen.
- 14() En la identificación de un instrumento la primera letra indica la función y las subsiguientes las variables medidas.
- 15() En un diagrama de instrumentación si las letras de identificación de un instrumento exceden de cuatro se pueden colocar letras adicionales al exterior del círculo.
- 16() La supresión de cero es la cantidad con que el valor inferior del rango supera el valor cero de la variable medida.

D. Complete las siguientes proposiciones (1/2 punto cada una)

- 1. Los instrumentos se pueden clasificar según su estructura interna en _____ e _____.
- 2. En la identificación de un instrumento deben emplearse _____ para indicar la funcionabilidad del instrumento y _____ para indicar el lazo al cual pertenecen.
- 3. En la identificación de un instrumento la primera letra _____ y las letras subsiguientes _____.
- 4. El transductor es el que se encarga de _____

_____.
- 5. La cantidad con que el valor inferior del rango supera el cero de la variable se denomina _____.
- 6. El mínimo cambio en la entrada capaz de originar un cambio en la salida con características deseadas se denomina _____.
- 7. Cuando la salida del instrumento se aleja de la curva de calibración en forma proporcional es porque _____.
- 8. Al calibrar un instrumento se debe corregir primero _____ y en segundo lugar _____.
- 9. Los transmisores captan la variable por medio de _____ y la _____ en forma de una señal estandarizada.
- 10. El rango de valores dentro del cual el instrumento no responde se denomina _____.

Nombre: _____ C.I. _____

E. Seleccione la o las respuestas correspondientes a cada proposición (Las respuestas solo se calificarán como buenas o malas, DOS respuestas MALAS eliminan UNA BUENA) (1/2 punto cada una)

- 1() Los instrumentos de medición a circuito cerrado se caracterizan por
- a) El error de cada elemento se acumula en el siguiente.
 - b) Requerir energía externa para su funcionamiento.
 - c) Trabajar solo con energía del proceso.
 - d) El error de cada uno de los elementos puede ser menor que el del instrumento completo.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 2() La presión dinámica es igual a
- a) La presión estática más la presión de estancamiento.
 - b) La presión estática menos la presión de estancamiento.
 - c) La presión de estancamiento menos la presión estática.
 - d) La presión de estancamiento más la presión estática.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 3() Las galgas extensométricas
- a) No requieren del uso de elementos mecánicos.
 - b) No requieren energía externa para su funcionamiento.
 - c) Son sensibles a los cambios de temperatura.
 - d) Se deforman en el rango plástico.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 4() Un transductor
- a) Acondiciona la señal para poderla medir con más facilidad.
 - b) Acondiciona la señal para poderla medir con más facilidad sin cambiar el sentido físico.
 - c) Cambia el sentido físico de la variable.
 - d) Transforma siempre un desplazamiento en una señal eléctrica.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 5() El instrumento ciego
- a) Es el que no lee directamente el valor de la variable.
 - b) Es que no puede ver el valor de la variable.
 - c) Es el que no tiene mecanismo de indicación.
 - d) Es el que no genera ninguna señal de salida.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 6() Un manómetro de tubo en U
- a) Tiene mayor sensibilidad que uno de vaso alargado.
 - b) Tiene mayor rango que uno de vaso alargado.
 - c) Tiene menor amplitud que uno de pozo.
 - d) Tiene menor resolución que uno de pozo y vaso inclinado.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 7() Entre las ventajas del mercurio como líquido manométrico están
- a) Su bajo punto de fusión.
 - b) Su alto punto de ebullición.
 - c) Su alto punto de solidificación.
 - d) Su baja presión de vapor.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 8() El fuelle consiste en
- a) Un disco metálico al cual se le han hecho corrugaciones.
 - b) Un disco no metálico que bajo el efecto de la presión se deforma elásticamente
 - c) Un tubo corrugado que se alarga o encoge bajo el efecto de la presión.
 - d) Varios diafragmas unidos entre si herméticamente.
 - e) Ninguna de las anteriores
- 9() Una cápsula simple se hace
- a) Uniendo dos fuelles entre sí herméticamente.
 - b) Uniendo dos diafragmas entre si herméticamente.
 - c) Uniendo dos tapas cilíndricas que deslizan la una sobre la otra.
 - d) Con un tubo corrugado que se alarga o encoge bajo el efecto de la presión.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 10() Un transductor magnético de presión
- a) Puede ser excitado solo con corriente alterna.
 - b) Puede ser excitado tanto con corriente alterna como con corriente continua.
 - c) Requiere un gran desplazamiento del sensor.
 - d) Tiene un efecto de histéresis grande.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 11() Un transductor resistivo
- a) Puede desarrollar altos niveles de ruido.
 - b) Posee una gran vida útil.
 - c) Puede ser excitado tanto con corriente alterna como con corriente continua.
 - d) Solo puede ser excitado con corriente continua.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 12() En la identificación de un instrumento en un diagrama de instrumentación se deben usar
- a) Letras mayúsculas para indicar la función.
 - b) Números para indicar el lazo al cual pertenecen.
 - c) Letras minúsculas para indicar la variable medida.
 - d) Líneas siempre ortogonales para indicar las señales.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 13() En la identificación de un instrumento
- a) La primera letra indica la función.
 - b) Las letras subsiguientes las variables medidas.
 - c) Si las letras de identificación de un instrumento exceden de cuatro se pueden colocar letras adicionales al exterior del círculo.

Nombre: _____ C.I. _____

- d) Se debe usar un solo círculo para cada instrumento.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 14() Entre las ventajas de un proceso bien instrumentado están:
- a) El ahorro de material y tiempo.
 - b) La seguridad en la planta.
 - c) Computo de costos.
 - d) Actuación instantánea.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 15() Un instrumento de control es el que:
- a) Mide el valor de la variable para luego grabar este valor y saber así como está funcionando el proceso.
 - b) Mide el valor de la variable y lo indica en una pantalla digital.
 - c) Mide el valor de la variable y lo transmite a distancia mediante una señal estandarizada.
 - d) Mide el valor de la variable y la acondiciona para una lectura más cómoda.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 16() La amplitud es
- a) Los valores máximos y mínimos que el instrumento puede medir.
 - b) La diferencia entre el máximo valor de la escala y el mínimo valor de la escala del instrumento.
 - c) La diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo que admite el sensor.
 - d) Es el grado de acercamiento de la lectura de un instrumento al valor real de la variable al introducir repetidamente valores idénticos.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 17() La sensibilidad es
- a) El menor cambio en la entrada al instrumento para el cual comienza a responder.
 - b) Variación de la salida por variación unitaria de la entrada.
 - c) Es el grado de acercamiento de la lectura o salida del instrumento al valor correspondiente a una entrada.
 - d) Es la diferencia algebraica entre el valor indicado por el instrumento y el valor real de la variable.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 18() El desvío de angularidad se presenta:
- a) Cuando la salida del instrumento se desvía del valor real en cantidades proporcionales.
 - b) En cualquier tipo de instrumento.
 - c) Cuando la salida del instrumento es una curva y la desviación máxima suele ocurrir en la mitad de la escala.
 - d) Se presenta solo en mecanismos de amplificación de piñón cremallera.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 19() Si en un experimento que se realiza en el Pico Bolívar se toman medidas de presión absoluta y manométrica:
- a) Para una misma presión absoluta, la presión manométrica sería mayor que la presión manométrica medida a nivel del mar.
 - b) Para una misma presión absoluta, la presión manométrica sería menor que la presión manométrica medida a nivel del mar.
 - c) Los dos valores podrían ser iguales pero de signo contrario.
 - d) Si la presión absoluta es inferior a 100KPa, la presión manométrica medida será negativa.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 20() El tubo de Bourdon
- a) Trabaja según el mismo principio físico que el utilizado en los diafragmas.
 - b) El rango de presión depende solamente del material con que se fabrica.
 - c) El desplazamiento angular que se produce en su extremo depende de la forma de la sección transversal del tubo y de la curvatura del mismo.
 - d) El de tipo espiral produce una deformación unitaria mayor que el de tipo C.
 - e) Ninguna de las anteriores

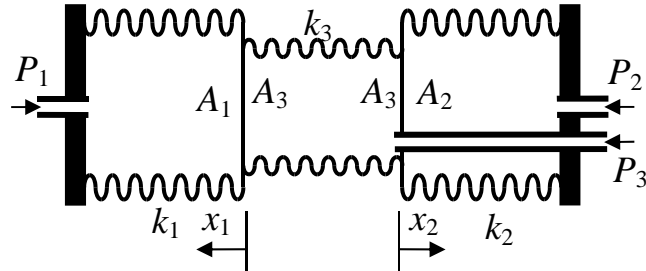
Ejemplos Ejercicios prácticos Primer Examen Parcial.

1. En el siguiente arreglo de fuelles determine la presiones P_1 , P_2 y P_3 , sabiendo que los fuelles 1 y 2 son idénticos ($A_1=A_2$, $k_1=k_2$), que el área efectiva del fuelle 3 es la mitad de la de los otros fuelles ($A_3=A_1/2$), la constante del fuelle 3 es el doble de la de los otros fuelles ($k_3=2k_1$) y que la presión 3 es de 8 veces la presión 1 ($P_3=8 P_1$). Los desplazamientos medidos son:

$$x_1 = 1 \text{ cm}, x_2 = 2 \text{ cm}$$

Las características del fuelle 1 son:

$$k_1 = 2000 \text{ Nw/m}, A_1 = 10 \text{ cm}^2.$$



(4 puntos)

SOLUCION

Por diagrama de cuerpo libre se obtienen las siguientes expresiones:

$$\begin{cases} P_1 A_1 - P_3 A_3 + k_1 x_1 + k_3 (x_1 + x_2) = 0 \\ P_3 A_3 - P_2 A_2 - k_2 x_2 - k_3 (x_1 + x_2) = 0 \end{cases}$$

Con la primera expresión, y los datos de los fuelles se tiene:

$$\begin{aligned} P_1 A_1 - 8 P_1 \frac{A_1}{2} + k_1 x_1 + 2 k_1 (x_1 + x_2) &= 0 \\ -3 P_1 A_1 + k_1 (3 x_1 + 2 x_2) &= 0 \\ P_1 &= \frac{k_1 (3 x_1 + 2 x_2)}{3 A_1} = \frac{2000 (3 \times 0.01 + 2 \times 0.02)}{3 \times 10 \times 10^{-4}} \end{aligned}$$

$$P_1 = 46.6667 \text{ kPa}$$

Con la segunda expresión, y los datos de los fuelles se obtiene:

$$\begin{aligned} 8 P_1 \frac{A_1}{2} - P_2 A_1 - k_1 x_2 - 2 k_1 (x_1 + x_2) &= 0 \\ P_2 A_1 &= 4 P_1 A_1 - k_1 x_2 - 2 k_1 x_1 - 2 k_1 x_2 \end{aligned}$$

$$P_2 = 4 P_1 - \frac{k_1}{A_1} (2 x_1 + 3 x_2) = 4 (46.6667) - \frac{2000}{10 \times 10^{-4}} (2 \times 0.01 + 3 \times 0.02)$$

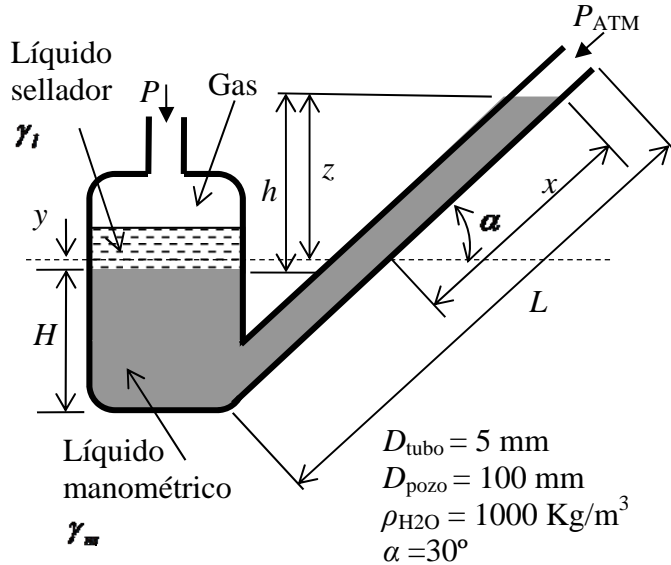
$$P_2 = 26.6667 \text{ kPa}$$

Por otro lado tenemos que:

$$P_3 = 8 P_1 = 373.3336 \text{ kPa}$$

2. Se tiene un manómetro de pozo y vaso inclinado con el cual se quiere medir la presión de un tanque que contiene un gas. Para aislar el gas del líquido manométrico (Agua) se introducen en el pozo 100 cc de un líquido sellador cuya densidad es la mitad de la del agua, tal como se muestra en la figura.

- Encuentre el valor de x cuando la presión en el tanque es igual a la presión atmosférica, y la altura del agua en el pozo (H) es de 10 cm.
- Suponiendo que el instrumento solo puede medir presiones manométricas positivas, encuentre el valor del rango del instrumento, expresado en Pascales, si la longitud del tubo (L) es de 1 metro.



(4 puntos)

SOLUCION

a) La ecuación de la hidrostática nos dice:

$$P + \gamma_l h_l = P_{ATM} + \gamma_m h$$

Donde:

$$h_l = \frac{V_l}{A_{pozo}} = \frac{4 \times 100 \text{ cc}}{\pi D_{pozo}^2} = \frac{4 \times 100 \times 10^{-6}}{\pi (100 \times 10^{-3})^2} = 1.2732 \text{ cm}$$

$$h = z + y$$

Por volúmenes desplazados:

$$y A_{pozo} = x A_{tubo}$$

$$y D_{pozo}^2 = x D_{tubo}^2$$

Con: $z = x \sin \alpha$

Sustituyendo obtenemos:

$$h = x \sin \alpha + x \left(\frac{D_{tubo}}{D_{pozo}} \right)^2$$

Sustituyendo en la ecuación de la hidrostática y tomando en cuenta que la presión del tanque es atmosférica ($P = P_{ATM}$)

$$\gamma_l h_l = \gamma_m x \left(\sin \alpha + \left(\frac{D_{tubo}}{D_{pozo}} \right)^2 \right)$$

Nombre: _____ C.I. _____

$$x = \frac{\gamma_l h_l}{\gamma_m \left(\sin \alpha + \left(\frac{D_{tubo}}{D_{pozo}} \right)^2 \right)} = \frac{(1000/2) \times 9.81 \times 1.2732 \times 10^{-2}}{1000 \times 9.81 \left(\sin 30^\circ + \left(\frac{5 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} \right)^2 \right)}$$

Por tanto cuando la presión $P = P_{atm}$:

$$x_{p=p_{atm}} = 1.2669 \text{ cm}$$

b) Para encontrar el rango del instrumento debemos considerar la longitud x máxima en el tubo:

$$x_{\max} = L - (H + y_{p=p_{atm}}) / \sin 30 - x_{p=p_{atm}}$$

Donde:

$$y = x \left(\frac{D_{tubo}}{D_{pozo}} \right)^2 = 1.2669 \times 10^{-2} \left(\frac{5 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} \right)^2 = 3.1672 \times 10^{-5} \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$x_{\max} = L - (H + 3.1672 \times 10^{-5}) / \sin 30 - 1.2669 \times 10^{-2}$$

$$x_{\max} = 0.7872 \text{ m}$$

$$y_{\max} = x_{\max} \left(\frac{D_{tubo}}{D_{pozo}} \right)^2 = 0.7872 \left(\frac{5 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} \right)^2 = 0.001968 \text{ m}$$

$$h_{\max} = x_{\max} \sin \alpha + y_{\max} = 0.7872 \sin 30^\circ + 0.001968$$

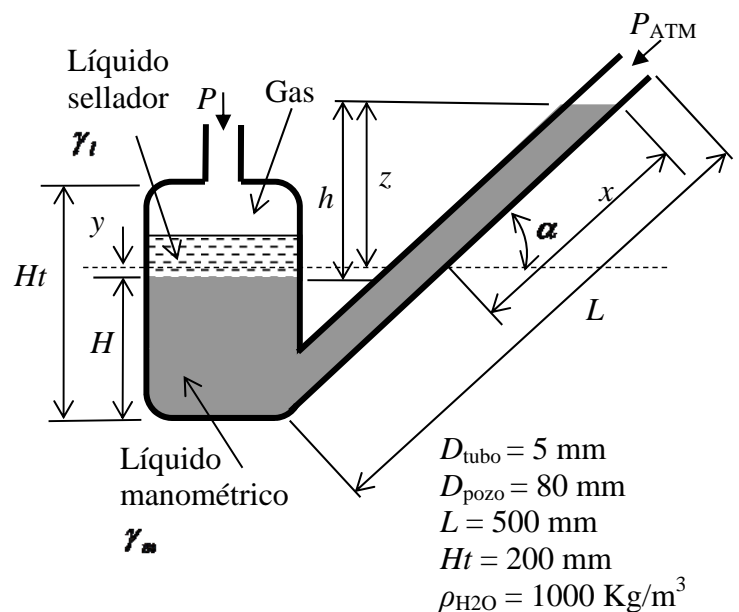
$$h_{\max} = 0.3956 \text{ m}$$

$$P_{\max} = h_{\max} \gamma_m = 0.3956 \times 1000 \times 9.81$$

$$P_{\max} = 3.88 \text{ kPa}$$

El rango del manómetro es: 0 a 3.88 kPa

3. Se tiene un manómetro de pozo y vaso inclinado con las dimensiones mostradas en la figura y con el cual se quiere medir la presión de un tanque que contiene un gas. Para aislar el gas del líquido manométrico (Agua) se introducen en el pozo 0.2 litros de un líquido sellador cuya densidad es la mitad de la del agua, tal como se muestra en la figura. El tubo está rotulado con una escala en milímetros y el último valor de la



Nombre: _____ C.I. _____

escala se encuentra a 2 cm del extremo superior del tubo.

- Si se quiere una resolución del instrumento de 5 Pa. ¿Cual debe ser el ángulo α del tubo?
- Si se quiere que el instrumento tenga un rango de 0 a 15 mm de columna de mercurio. ¿Qué volumen de agua debe introducirse en el instrumento?

(4 puntos)

SOLUCION

Ecuación general

$$P + \gamma_l h_l = P_{atm} + \gamma_m h \Leftrightarrow P + \gamma_l h_l = \gamma_m h \text{ si utilizamos presiones manométricas}$$

a) Calculo de α :

$$h = 5Pa = 0.5097mmH_2O$$

$$x = 1mm$$

Sabemos que: $h = z + y = x \sin \alpha + y$

Por volúmenes desplazados:

$$yD_{pozo}^2 = xD_{tubo}^2; \quad y = x \left(\frac{D_{tubo}}{D_{pozo}} \right)^2 = x \left(\frac{5 \times 10^{-3}}{80 \times 10^{-3}} \right)^2 = 0.00390625x$$

Por lo tanto:

$$h = x \sin \alpha + 0.0003906x$$

$$x \sin \alpha = h - 0.0003906x \Leftrightarrow \sin \alpha = \frac{h}{x} - 0.0003906 = \frac{0.5097}{1} - 0.0003906 = 0.5093$$

$$\alpha = 30.6179^\circ$$

b) Calculo del volumen inicial:

$$H + h = (L - 20) \sin \alpha$$

Donde para el valor máximo del rango:

$$h = \Delta P_{\max} = 15mmHg = 204mmH_2O$$

Por tanto:

$$H = (L - 20) \sin \alpha + h = (500 - 20) \sin(30.62) - 204 = 40.4689$$

El Volumen es:

$$V_{pozo} = \frac{\pi}{4} D_{pozo}^2 H = \frac{\pi}{4} (80)^2 40.4689 = 203419.0964mm^3$$

$$V_{tubo} = \frac{\pi}{4} D_{tubo}^2 (L - 20) = \frac{\pi}{4} (5)^2 480 = 9424.77796mm^3$$

Por tanto el Volumen total es:

$$V = V_{pozo} + V_{tubo} = 203419.0964 + 9424.77796 = 2128438744mm^3$$

$$V \approx 0.21 \text{ litros}$$

4. Un medidor de diafragma con un diámetro activo $D_a = 2''$ y un espesor de pared $t = 0.001''$ se utiliza para medir la presión dinámica en una tubería de aire comprimido a $P = 1200 \text{ KPa}$ y $T = 300 \text{ °K}$ (presión y temperatura absoluta). Determine la constante elástica requerida en el diafragma si la máxima velocidad del aire en el ducto es de $V = 10 \text{ m/s}$ y la deflexión máxima del centro del diafragma es de 10 mm .

$$R_{\text{aire}} = 287 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{K}}. \quad (4 \text{ puntos})$$

SOLUCION

La ecuación que rige el diafragma es:

$$d = KN(P - P_0)D_a^4 t^{1.5}$$

Como es un solo diafragma $N = 1$, por lo tanto la constante elástica viene determinada por:

$$K = \frac{d}{(P - P_0)D_a^4 t^{1.5}}$$

Debemos entonces calcular la presión aplicada, para ello utilizamos la ecuación de Bernoulli, aplicaca entre un punto 1 que mide presión estática y un punto 2 presión de estancamiento:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

En esta $V_2 = 0$ y $z_1 = z_2$, queda entonces:

$$P_2 - P_1 = P - P_0 = \frac{V_1^2}{2} \rho$$

En donde la densidad del aire se puede obtener por la ecuación de los gases ideales:

$$P = \rho RT \rightarrow \rho = \frac{P}{RT} = \frac{1200 \times 10^3}{287 \times 300} = 13.937$$

La diferencia de presión medida será entonces:

$$P - P_0 = \frac{V_1^2}{2} \rho = \frac{10^2}{2} 13.937 = 696.86 \text{ Pa}$$

La constante elástica del medidor será entonces de:

$$K = \frac{d}{(P - P_0)D_a^4 t^{1.5}} = \frac{10 \times 10^{-3}}{696.86 \left(2 \left(\frac{2.54}{100}\right)\right)^4 \left(0.001 \left(\frac{2.54}{100}\right)\right)^{-1.5}}$$

$$K = 1.2801 \times 10^{-9}$$

5. Un manómetro de tubo de Bourdon posee las siguientes características:

$$t = 0.5 \text{ mm}, \quad A = 20 \text{ mm}, \quad B = 5 \text{ mm}, \quad \alpha = 270^\circ, \quad R = 100 \text{ mm}$$

$$E = 16 \times 10^6 \text{ psi}, \quad x = 1.1, \quad y = 1.05, \quad z = 1.2$$

En una medición de presión se ha obtenido un desplazamiento $\Delta\alpha = 5^\circ$ para una presión de 40 psig, el valor $\Delta\alpha$ máximo es de 15° y el mínimo es de 0° .

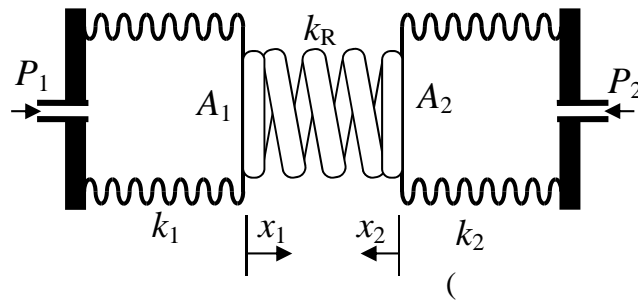
Este instrumento se quiere acoplar a una escala redonda, que posee un recorrido de 45° , mediante un mecanismo de amplificación de 4 barras, donde la distancia entre los ejes motor y receptor deberá ser de 200 mm, y se dispone de una biela de 150 mm.

Hallar:

- Rango del manómetro.
- Relación de amplificación del mecanismo de 4 barras.
- Longitud de la barra motora y receptora. (4 puntos)

6. En el siguiente arreglo de fuelles determine el desplazamiento o los desplazamientos que se deben medir así como la relación de presión-desplazamiento para conocer:

- P_1
- P_2
- $P_1 - P_2$
- $P_1 - P_2$ si los dos fuelles son idénticos ($A_1 = A_2, K_1 = K_2$)



(4 puntos)