

Primer Examen Parcial.
Teoría

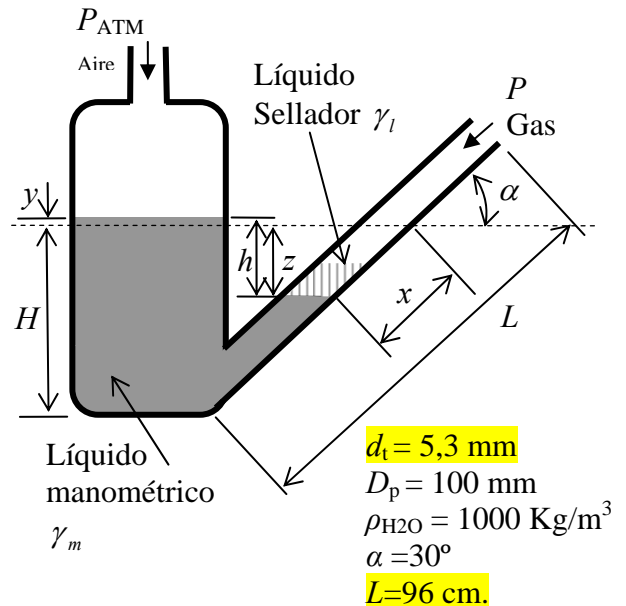
A. Para cada proposición de la columna A seleccione la proposición que le corresponde en la columna B, indicando la letra en el espacio entre paréntesis. (1/2 punto cada una) **Modelo Base**

Columna A	Columna B
1() Los instrumentos que están en contacto directo con el proceso son (1)	a) Elementos primarios (1)
2() Los instrumentos que guardan el valor de una variable sobre una hoja circular son (2)	b) Registradores gráficos (2)
3() El elemento que modifica el caudal del fluido o agente de control se denomina (3)	c) Indicadores
4() El bajo punto de ebullición es una desventaja del (4)	d) Elemento final de control (3)
5() El bajo punto de fusión es una ventaja del (5)	e) Controlador
6() Los instrumentos que pueden trabajar solo con energía del proceso son los (6)	f) Agua (4)
7() Los instrumentos donde el error de cada componente no es de gran influencia para el siguiente son los (7)	g) Mercurio (5)
8() El elemento que modifica una variable para adaptarlo a una señal estándar sin cambiar su sentido físico se denomina (8)	h) Líquido sellador
9() Según las normas S5.1 las funciones del instrumento se indican mediante (9)	i) De circuito abierto (6)
10() Cuando se quiere indicar que un instrumento está montado en un panel (10)	j) De circuito cerrado (7)
11() El cuarto elemento funcional de un sistema digital de medición es el (11)	k) Transductor
12() Los valores máximos y mínimos que puede medir un instrumento representan su (12)	l) Convertidor (8)
13() Cuando ocurre un cambio en la relación de entrada salida de un instrumento se produce (13)	m) Primera letra mayúscula
14() Dos diafragmas unidos entre sí herméticamente son (14)	n) Segunda y tercera letra (9)
15() A la suma de la presión estática más el efecto de la velocidad del fluido se le denomina (15)	o) Círculo
16() El transductor eléctrico de presión que requiere ser excitado solo con corriente alterna es (16)	p) Círculo con una línea horizontal continua en el centro (10)
17() El manómetro de columna de líquido que tiene mayor sensibilidad es el (17)	q) Círculo con una línea horizontal punteada en su centro.
18() El transductor eléctrico de presión que posee la mayor velocidad de respuesta es el (18)	r) Acondicionador de señal
19() El transductor eléctrico de presión más popular en la actualidad es el (19)	s) Transmisor de datos (11)
20() El amplificador mecánico que no puede presentar desvío de angularidad es el (20)	t) Elemento de indicación o registro
21() A un cilindro al cual se le han hecho corrugaciones para darle elasticidad se le denomina (21)	u) Rango (12)
22() A un disco al cual se le han hecho corrugaciones para darle elasticidad se le denomina (22)	v) Amplitud
23() Entre los medidores directos de presión absoluta de tipo ionización encontramos (23)	w) Sensibilidad
24() Entre los medidores directos de presión absoluta de tipo térmicos eléctricos encontramos (24)	x) Elevación de cero
	y) Supresión de cero
	z) Presión dinámica
	aa) Presión de estancamiento (15)
	bb) Desvío (13)
	cc) Error estático
	dd) Cápsula (14)
	ee) Fuelle (21)
	ff) Diafragma (22)
	gg) Tubo de Bourdon
	hh) Transductor extensométrico (19)
	ii) Transductor resistivo
	jj) Transductor magnético (16)
	kk) Transductor piezoeléctrico (18)
	ll) Tubo en U
	mm) Pozo y vaso alargado
	nn) Pozo y tubo inclinado (17)
	oo) Pirani (24)
	pp) Filamento caliente (23)
	qq) McLoed
	rr) Cuatro barras
	ss) Piñon cremallera (20)

Primer Examen Parcial.
Problemas
SOLUCION

1. Se tiene un manómetro de pozo y vaso inclinado con el cual se quiere medir la presión (P) de un tanque que contiene un gas. Para aislar el gas del líquido manométrico (Agua) se introducen en el tubo 1cc 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.
- Suponiendo que el instrumento solo puede medir presiones manométricas positivas, diga cual debe ser el valor de H para obtener el máximo rango en el instrumento.
- Encuentre el valor del rango del instrumento, expresado en Pascales, para las condiciones presentadas en (b) y suponiendo que por razones de seguridad de funcionamiento el nivel mínimo en el tubo medido desde el fondo es de 2 cm.



(4 puntos)

1. SOLUCION Valores de ejemplo

a) La ecuación de la hidrostática nos dice:

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

Donde la longitud (x_l) que ocupa el líquido sellador en el tubo es:

$$x_l = \frac{V_l}{A_t} = \frac{4V_l}{\pi d_t^2}$$

$$x_l = 4,5327 \text{ cm}$$

Por lo tanto:

$$h_l = x_l \sin(\alpha) = \frac{4V_l}{\pi d_t^2} \sin(\alpha)$$

$$h_l = 2,2664 \text{ cm}$$

Por otro lado en el pozo, tal como lo indica la figura:

$$h = z + y$$

Por volúmenes desplazados:

$$yA_{pozo} = xA_{tubo} \leftrightarrow yD_p^2 = xd_t^2 \leftrightarrow y = x \left(\frac{d_t}{D_p} \right)^2$$

Nombre: _____ C.I. _____

Y:

$$z = x \sin(\alpha)$$

Sustituyendo obtenemos:

$$h = x \sin(\alpha) + x \left(\frac{d_t}{D_p} \right)^2$$

Sustituyendo a h y a h_l en la ecuación de la hidrostática tenemos

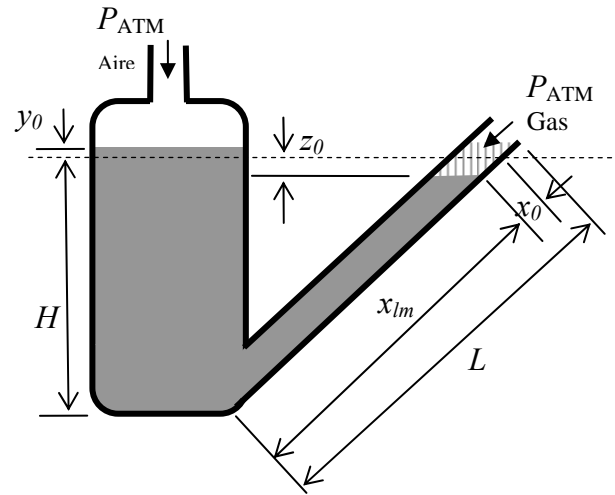
$$P_{ATM} + x\gamma \left(\sin(\alpha) + \left(\frac{d_t}{D_p} \right)^2 \right) = P + \gamma_l \frac{4V_l}{\pi d_t^2} \sin(\alpha)$$

y tomando en cuenta que la presión del tanque es atmosférica ($P=P_{ATM}$) es decir para $\Delta P = 0$ obtenemos el valor del desplazamiento inicial (x_0):

$$x_0 \gamma \left(\sin(\alpha) + \left(\frac{d_t}{D_p} \right)^2 \right) = \gamma_l \frac{4V_l}{\pi d_t^2} \sin(\alpha)$$

$$x_0 = \frac{\gamma_l 4V_l \sin(\alpha)}{\pi d_t^2 \gamma \left(\sin(\alpha) + \left(\frac{d_t}{D_p} \right)^2 \right)}$$

$$x_0 = 2,2537 \text{ cm}$$



Por otro lado podemos calcular el desnivel producto solo del líquido sellador:

$$h_0 = x_0 \left(\sin(\alpha) + \left(\frac{d_t}{D_p} \right)^2 \right)$$

$$h_0 = 1.1332 \text{ cm}$$

b) Para obtener el máximo rango posible en el instrumento y suponiendo solo se pueden medir presiones manométricas, se debe tener el tubo lleno a la presión mínima, en este caso la longitud del tubo llena de líquido manométrico es:

$$x_{lm} = L - x_l$$

Por lo tanto el sistema debe llenarse inicialmente, antes de agregar el líquido sellador, hasta un nivel:

$$H = x_{lm} \sin(\alpha) + z_0 = x_{lm} \sin(\alpha) + x_0 \sin(\alpha) = (L - x_l + x_0) \sin(\alpha)$$

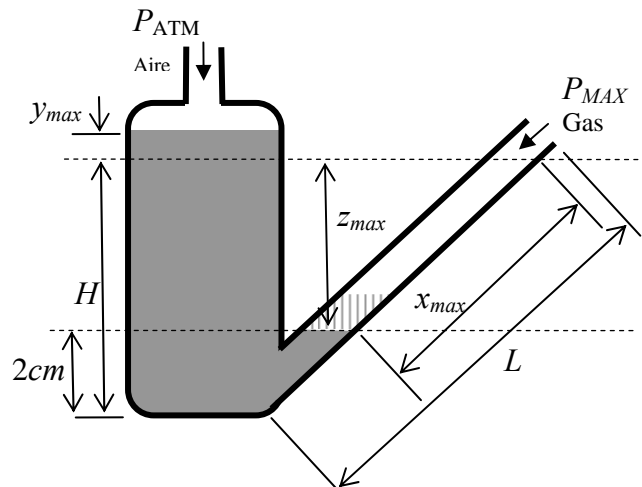
$$H = 46,86 \text{ cm}$$

c) Para el rango del instrumento debemos considerar que, como solo mide presiones manométricas, éste ira desde $\Delta P = 0$, hasta el desnivel máximo (h_{max}):

$$h_{max} = z_{max} + y_{max}$$

Donde:

$$z_{max} = (H - 0,02)$$



Nombre: _____ C.I. _____

Y y_{max} se calcula para cuando el volumen de líquido manométrico ha pasado al pozo para el nivel mínimo:

$$y_{max} = x_{max} \left(\frac{d_t}{D_p} \right)^2 = \frac{H - 0,02}{\sin(\alpha)} \left(\frac{d_t}{D_p} \right)^2$$

Sustituyendo:

$$h_{max} = (H - 0,02) + \frac{(H - 0,02)}{\sin(\alpha)} \left(\frac{d_t}{D_p} \right)^2 = (H - 0,02) \left(1 + \frac{1}{\sin(\alpha)} \left(\frac{d_t}{D_p} \right)^2 \right)$$

$h_{max} = 45,113 \text{ cm}$

Como debo considerar el desnivel que se produce cuando $P = P_{ATM}$ entonces:

$$P_{max} = \gamma(h_{max} - h_0)$$

Donde:

$$P_{max} = 4,3144 \text{ KPa}$$

El rango del manómetro es: 0 a 4,3 KPa

Resultados Valores de examen:

A	B	C	D
d = 5.3000e-003	d = 5.8000e-003	d = 5.3000e-003	d = 5.8000e-003
L = 9.6000e-001	L = 9.6000e-001	L = 6.9000e-001	L = 6.9000e-001
x1 = 4.5327e-002	x1 = 3.7849e-002	x1 = 4.5327e-002	x1 = 3.7849e-002
h1 = 2.2664e-002	h1 = 1.8924e-002	h1 = 2.2664e-002	h1 = 1.8924e-002
x0 = 2.2537e-002	x0 = 1.8798e-002	x0 = 2.2537e-002	x0 = 1.8798e-002
h0 = 1.1332e-002	h0 = 9.4622e-003	h0 = 1.1332e-002	h0 = 9.4622e-003
H = 4.6860e-001	H = 4.7047e-001	H = 3.3360e-001	H = 3.3547e-001
hm = 4.5113e-001	hm = 4.5351e-001	hm = 3.1537e-001	hm = 3.1760e-001
Pm = 4.3144e+003	Pm = 4.3561e+003	Pm = 2.9826e+003	Pm = 3.0228e+003

Calificación:

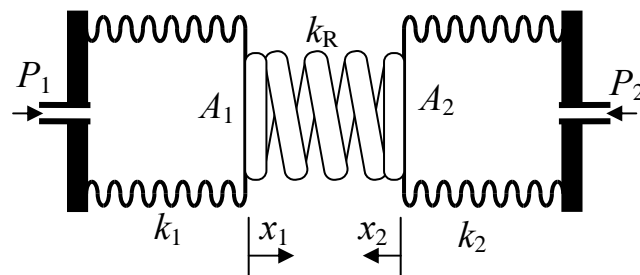
3 resultados buenos 4 pts,

2 resultados buenos 3 pts,

1 resultado bueno 2 pts,

Solo procedimiento bueno (parcialmente) 1 pto.

2. En el siguiente arreglo de fuelles se han medido los siguientes desplazamientos $x_1 = 1 \text{ cm}$, $x_2 = 2 \text{ cm}$, suponiendo los dos fuelles idénticos ($D_1 = D_2 = 4 \text{ cm}$, $k_1 = k_2 = 10 \text{ KN/m}$), y sabiendo que $P_1 + P_2 = 200 \text{ KPa}$, determine:



- $P_1 - P_2$
- k_R
- P_1

Nombre: _____ C.I. _____

d. P_2

(4 puntos)

SOLUCIÓN Valores de Ejemplo:

Diagramas de cuerpo libre en las dos caras de los fuelles:

$$P_1 A_1 - k_1 x_1 - k_R (x_1 + x_2) = 0$$

$$k_2 x_2 + k_R (x_1 + x_2) - P_2 A_2 = 0$$

Sumando ambas ecuaciones obtenemos:

$$P_1 A_1 - k_1 x_1 + k_2 x_2 - P_2 A_2 = 0$$

$$P_1 A_1 - P_2 A_2 = k_1 x_1 - k_2 x_2$$

$$A_1 (P_1 - P_2) = k_1 (x_1 - x_2)$$

$$P_1 - P_2 = \frac{k_1}{A_1} (x_1 - x_2) = \frac{4k_1}{\pi D_1^2} (x_1 - x_2)$$

$$P_1 - P_2 = -79,577 \text{ KPa}$$

Restando ambas ecuaciones obtenemos:

$$P_1 A_1 - k_1 x_1 - k_R (x_1 + x_2) - k_2 x_2 - k_R (x_1 + x_2) + P_2 A_2 = 0$$

$$P_1 A_1 + P_2 A_2 - k_1 x_1 - k_2 x_2 = 2k_R (x_1 + x_2)$$

$$k_R = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 - k_1 x_1 - k_2 x_2}{2(x_1 + x_2)} = \frac{(P_1 + P_2) A_1 - k_1 (x_1 + x_2)}{2(x_1 + x_2)}$$

$$k_R = -0,8112 \text{ KN/m}$$

Indica que los valores considerados no son consistentes físicamente.

Las dos presiones se calculan ahora directamente:

$$P_1 = \frac{(k_1 x_1 + k_R (x_1 + x_2))}{A_1}$$

$$P_1 = 60,21 \text{ KPa}$$

$$P_2 = \frac{(k_2 x_2 + k_R (x_1 + x_2))}{A_2}$$

$$P_2 = 139,79 \text{ KPa}$$

Resultados Valores de examen:

A	B	C	D
x1 = 1.3000e-002	x1 = 1.3000e-002	x1 = 1.8000e-002	x1 = 1.8000e-002
x2 = 2.6000e-002	x2 = 2.9000e-002	x2 = 2.6000e-002	x2 = 2.9000e-002
A = 1.2566e-003	A = 1.2566e-003	A = 1.2566e-003	A = 1.2566e-003
P1mP2 = -1.0345e+005	P1mP2 = -1.2732e+005	P1mP2 = -6.3662e+004	P1mP2 = -8.7535e+004
kr = -1.7779e+003	kr = -2.0080e+003	kr = -2.1440e+003	kr = -2.3263e+003
P1 = 4.8275e+004	P1 = 3.6338e+004	P1 = 6.8169e+004	P1 = 5.6232e+004
P2 = 1.5173e+005	P2 = 1.6366e+005	P2 = 1.3183e+005	P2 = 1.4377e+005

Calificación:

4 resultados buenos 4 pts,

3 resultados buenos 3 pts,

2 resultado bueno 2 pts,

1 resultado bueno 1 pto.