

PROBLEMAS COMENTADOS

¡U!

CUIDADO CON LA NAFTA QUE ES MUY INFLAMABLE.

ENUNCIADO.

Se tiene un tubo de vidrio en forma de U de 100 g de masa y contiene 100 cm³ de agua y 10 cm³ de nafta como muestra la figura 1. En la parte inferior se coloca una resistencia aislada del agua, que permite calentar el sistema. Para esto se usa una fuente de $E = 50 \text{ V}$ y tres resistencias, dispuestas como se muestra en la figura 1. Al comienzo del experimento la temperatura de todo el sistema es $T_0 = 20^\circ\text{C}$ y la nafta forma una capa de 15 cm.

a) Calcular la diferencia inicial de nivel entre las superficies superiores de los líquidos en ambas ramas.

Se acciona el interruptor y se lo desconecta luego de un tiempo tal que todo el sistema puede alcanzar un estado de temperatura de 50°C , suponga que no se pierde energía.

b) Calcular la nueva altura de la columna de nafta.

c) ¿Cuánto tiempo tarda en calentarse todo el sistema? Desprecie los cambios de las resistencias con la temperatura.

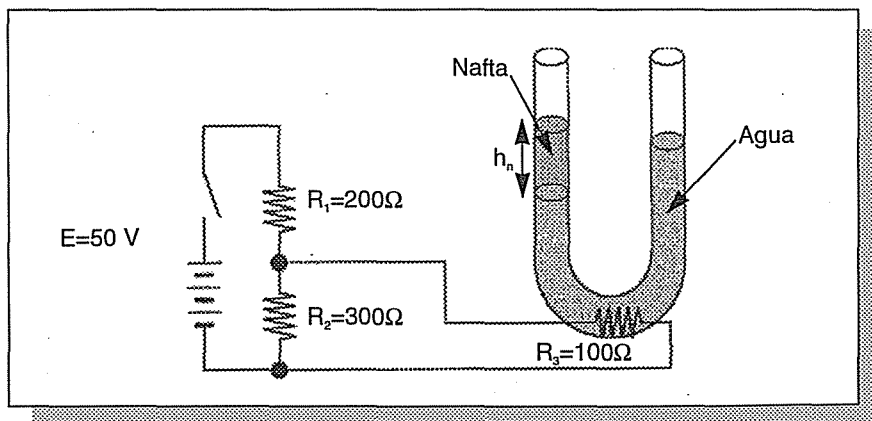


Figura 1

DATOS:

$c_a = 1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	(calor específico del agua)
$c_n = 0,3 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	(calor específico de la nafta)
$c_v = 0,2 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	(calor específico del vidrio)
$\rho_{a0} = 1,00 \text{ g cm}^{-3}$	(densidad del agua a T_0)
$\rho_{n0} = 0,68 \text{ g cm}^{-3}$	(densidad de la nafta a T_0)
$\gamma_a = 7,0 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	(coeficiente de dilatación volumétrica del agua)
$\gamma_n = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	(coeficiente de dilatación volumétrica de la nafta)
$\lambda_v = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	(coeficiente de dilatación lineal del vidrio)

RESPUESTAS.

a) Los líquidos dentro de la U están en equilibrio. La presión que ejerce la columna de nafta

$$P_{no} = \rho_{no} h_{no} g \quad (1)$$

Esta presión debe ser igual a la que ejerce la columna de agua en la otra rama de la U, que va desde el nivel al cual se inicia la columna de nafta, hasta la superficie superior (ver figura 2).

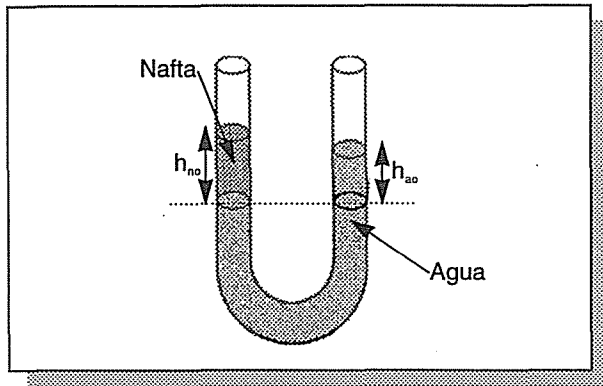


Figura 2

Así:

$$\rho_{ao} h_{ao} g = \rho_{no} h_{no} g \quad (2)$$

Donde A_{vo} es la sección del tubo a T_o . Así, el volumen de nafta a una temperatura T está dado por:

$$V_n = h_n A_v \quad (7)$$

A partir de ésta se obtiene:

$$h_{ao} = \rho_{no} h_{no} (\rho_{ao})^{-1} \quad (3)$$

Donde h_n es la altura de la columna de nafta a temperatura T . Luego se tiene:

$$\begin{aligned} V_n &= V_{no} [1 + \gamma_n (T - T_o)] \\ &= h_n A_v \\ &= h_n A_{vo} [1 + 2 \lambda_v (T - T_o)] \end{aligned} \quad (8)$$

Finalmente, la diferencia de niveles (Δh) está dada por:

$$\Delta h_o = h_{no} - h_{ao} = (\rho_{ao} - \rho_{no}) (\rho_{ao})^{-1} h_{no} \quad (4)$$

$$\Delta h_o = 4.8 \text{ cm}$$

b) Al accionar el interruptor del circuito se entrega energía calórica (calor por efecto Joule), con una determinada potencia, a los líquidos y al vidrio, los cuales incrementan su temperatura. Este incremento de la temperatura tiene asociado un incremento en el volumen de los líquidos (nafta y agua) y del vidrio.

De lo que se obtiene:

$$h_n = \frac{V_{no} [1 + \gamma_n (T - T_o)]}{A_{vo} [1 + 2 \lambda_v (T - T_o)]} \quad (9)$$

El volumen de la nafta a una temperatura T será:

Y recordando que:

$$V_{no} = A_{vo} h_{no} \quad (10)$$

$$V_n = V_{no} [1 + \gamma_n (T - T_o)] \quad (5)$$

Se obtiene finalmente, reemplazando (10) en (9), que:

Por otro lado, la dilatación del vidrio tiene asociado un incremento de la sección del tubo, la sección A_v a una temperatura T está dada por:

$$h_n = h_{no} \frac{[1 + \gamma_n (T - T_o)]}{[1 + 2 \lambda_v (T - T_o)]} \quad (11)$$

$$A_v = A_{vo} [1 + 2 \lambda_v (T - T_o)] \quad (6)$$

$$h_n = 15.2 \text{ cm}$$

c) Para calcular el tiempo Δt en el que todo el sistema alcanzó la temperatura T se debe recordar que la potencia con la cual se entrega energía al sistema (P_3) es constante. Por este motivo el calor entregado (Q) al sistema es el producto de esta potencia por Δt .

$$Q = P_3 \Delta t \quad (12)$$

De la calorimetría se sabe cantidad de calor Q necesaria para lograr un determinado incremento de temperatura del sistema es:

$$Q = m_v c_v (T - T_o) + m_a c_a (T - T_o) + m_n c_n (T - T_o) \quad (13)$$

Donde las masas del agua y de la nafta son respectivamente:

$$m_a = r_{ao} V_{ao} \quad \text{y} \quad m_v = r_{vo} V_{vo} \quad (14)$$

$$m_a = 100 \text{ g} \quad m_v = 6.8 \text{ g}$$

La potencia P_3 , disipada por R_3 por efecto Joule, es igual a:

$$P_3 = (E_3)^2 (R_3)^{-1} \quad (15)$$

Donde E_3 es la caída de potencial en R_3 .

Para calcular E_3 primero se obtendrá la expresión de la resistencia equivalente de todo el circuito:

$$R_o = R_1 + R_{23} \quad (16)$$

Donde R_{23} es la resistencia equivalente del paralelo de R_2 y R_3 , es decir:

$$R_{23} = R_2 R_3 (R_2 + R_3)^{-1} = 75 \Omega \quad (17)$$

Por lo que resulta:

$$R_o = 275 \Omega$$

A partir de la ley de Ohm, se obtiene el valor de la corriente total del circuito:

$$i = E_o / R_o \quad (18)$$

Finalmente, la diferencia de potencial E_3 está dada por:

$$E_3 = i R_{23} = E_o R_{23} (R_o)^{-1} \quad (19)$$

$$E_3 = 13.6 \text{ V}$$

Reemplazando este resultado en (15) se obtiene:

$$P_3 = 1.86 \text{ W} = 0.44 \text{ cal s}^{-1}$$

y junto con las ecuaciones (12) y (13) se encuentra la expresión:

$$\Delta t = \frac{[m_v c_v + m_a c_a + m_n c_n] (T - T_o)}{P_3} \quad (21)$$

$$\Delta t = 2.3 \text{ horas}$$

EJERCICIOS PARA EL LECTOR.

- 1- Calcule la energía eléctrica que se desperdició al utilizar el circuito anterior.
- 2- Sugiera otro circuito que aproveche toda la potencia producida utilizando los mismos elementos eléctricos.
- 3- Calcule la diferencia de nivel entre las superficies superiores de los líquidos en ambas ramas, a 50°C .

“¡U! Cuidado con la nafta que es muy inflamable”, es una situación problemática seleccionada entre los distintos problemas que fueron tomados por colegios de Enseñanza Media de todo el país, en el marco de su participación en la Olimpiada Argentina de Física.

Este problema, fue extraído de la Prueba

Local de Física, correspondiente al año 2000, tomada en el Instituto Privado Industrial Luis A. Huergo, de Ciudad de Buenos Aires.

La selección, pequeñas modificaciones de estilo y comentarios del mismo, fueron realizados por el Dr. Guillermo Aguirre Varela y el Lic. Rodolfo Pereira.

AL LECTOR: Le pedimos al lector que nos envíe su respuesta comentada. Publicaremos las más interesantes con el nombre de sus autores.



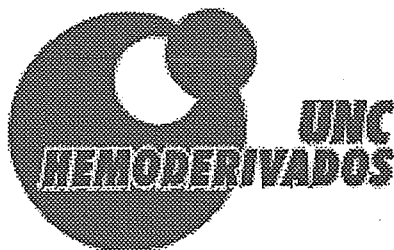
LABORATORIO DE HEMODERIVADOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA.

El Laboratorio de Hemoderivados de la Universidad Nacional de Córdoba es una Industria Farmacéutica dedicada al desarrollo y comercialización de medicamentos derivados del plasma de la sangre humana.

Es actualmente la única industria fraccionadora del plasma humano de Argentina, Chile y Uruguay y la de mayor envergadura de Latinoamérica. Su materia prima proviene de la donación voluntaria y solidaria de sangre en los distintos centros hospitalarios de estos países, la que se envía por un régimen de intercambio Plasma-Medicamentos Hemoderivados.

Exporta su producción a 6 países de América y lidera el mercado argentino del Albúmina Humana.

La producción, control de calidad y aseguramiento de calidad de todos los procesos y funciones de la organización, se realizan siguiendo los requisitos establecidos por: Farmacopea Argentina, Farmacopea de la Unión Europea, Farmacopea de los Estados Unidos (USP XXIII), Reportes Técnicos de la Organización Mundial de la Salud (Productos Biológicos, Norma 840/94), Acuerdos del Mercosur Sub-grupo Sangre y Hemoderivados y Normativa ISO Serie 9000.



UN COMPROMISO CON LA VIDA

LABORATORIO DE HEMODERIVADOS

· Avda. Valparaíso s/n

Ciudad Universitaria

5000 - Córdoba - Argentina

TE: (+)54-351-433 3034/35 - 433 4122/23

FAX: (+)54-351-433 4124

E-mail: laboratorio@hemo.unc.edu.ar