20 OLIMPIADA INTERNACIONAL DE FÍSICA
WARSAW, POLAND, 1989

Problema 1. Consideremos dos líquidos insolubles A y B. Las presiones $p_i(i$ =A o B) de sus vapores saturados obedecen, a una buena aproximación, la fórmula:

$$\ln(p_i/p_0) = \frac{\alpha_i}{T} + \beta_i; \qquad i = A\,o\,B$$

donde p_0 denota la presión atmosférica normal, T-la temperatura absoluta del vapor, y α_i y β_i (i = A o B)-ciertas constantes dependiendo del líquido. (El símbolo ln denota el logaritmo natural, es decir, logaritmo con base $e = 2.7182818$ ...)

Los valores de la razón p_i/p_0 para los líquidos A y B en las temperaturas 40°C y 90°C se dan en la Tabla 1.1.

t [°C]	p_i/p_0	
	i = A	i = B
40	0.284	0.07278
90	1.476	0.6918

Tabla 1.1 *Los errores de estos valores son insignificantes.*

A. Determinar las temperaturas de ebullición de los líquidos A y B bajo la presión P_0.
B. Los líquidos A y B se vertieron en un recipiente en el que las capas que se muestra en la figura 1.1 se formaron. La superficie del líquido B ha sido cubierto con una capa delgada de un líquido C no volátil, que es insoluble en los líquidos A y B y viceversa, lo que impide cualquier evaporación libre de la superficie superior del líquido B, La razón de masas moleculares de los líquidos A y B (en la fase gaseosa) es:

$$\gamma = \mu_A/\mu_B = 8$$

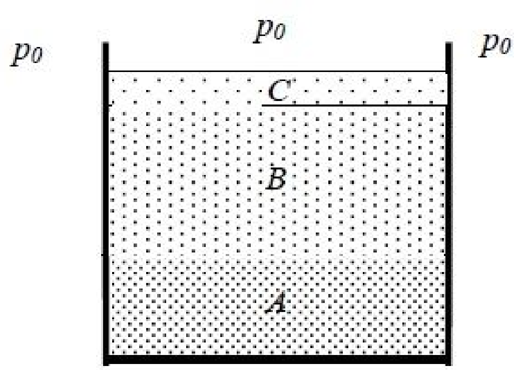

Fig. 1.1

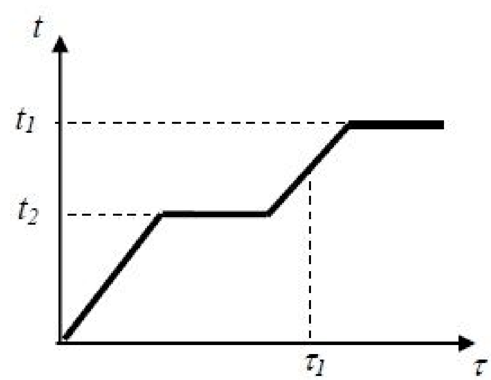

Fig. 1.2

Las masas de líquidos A y B fueron inicialmente el mismo, cada uno igual a m = 100 g. Las alturas de las capas de los líquidos en el recipiente y las densidades de los líquidos son lo suficientemente pequeños para que la suposición de que la presión en cualquier punto en el recipiente es prácticamente igual a la presión atmosférica normal p_0.

El sistema de líquidos en el recipiente es lenta, pero continua y uniforme, calentado. Se estableció que la temperatura t de los líquidos cambiado con el tiempo τ como se muestra esquemáticamente en la

Fig. 1.2.

Determinar las temperaturas t_1 y t_2 que corresponden a las partes horizontales del diagrama y las masas de los líquidos A y B en el tiempo τ_1. Las temperaturas deben ser redondeados al grado más cercano (en °C) y las masas de los líquidos deben ser determinado a una décima de gramo.

NOTA: Se supone que los vapores de los líquidos, a una buena aproximación,
(1) obedecen a la ley de Dalton indicando que la presión de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de los gases que forman la mezcla y
(2) pueden ser tratados como gases perfectos hasta las presiones correspondientes a los vapores saturados.

Problema 2. Tres puntos no alineados P_1, P_2 y P_3, con masas conocidas m_1, m_2 y m_3, sólo se relacionan entre sí a través de sus fuerzas gravitacionales mutuas, están aislados en el espacio libre y no interactúan con otros organismos. Vamos a denotar α el eje pasando por el centro de masa de las tres masas, y perpendicular al triángulo $P_1P_2P_3$. ¿Qué condiciones deben las velocidades angulares ω del sistema (alrededor del eje σ) y las distancias:

$$P_1P_2 = a_{12}, \quad P_2P_3 = a_{23}, \quad P_1P_3 = a_{13}$$

cumplir para permitir la forma y el tamaño del triángulo $P_1P_2P_3$ sin cambios durante el movimiento del sistema, es decir, en qué condiciones el sistema gira alrededor del eje σ como un cuerpo rígido?

Problema 3. El problema se refiere a la investigación de transformar el microscopio de electrones con guiado magnético del haz de electrones (que se acelera con la diferencia de potencial $U = 511$ kV) en un microscopio de protones (en la que el haz de protones se acelera con la diferencia de potencial-U). Para este propósito, resolver los dos problemas siguientes:

A. Un electrón después de salir de un dispositivo, que se aceleró con la diferencia de potencial U, cae en una región con un campo no homogéneo B generado con un sistema de bobinas estacionarias $L_1, L_2, \ldots, L_n$. Las corrientes conocidas en las bobinas son $i_1, i_2, \ldots, i_n$, respectivamente.

   Que deben las corrientes $i'_1, i'_2, \ldots, i'_n$ en las bobinas, $L_1, L_2, \ldots, L_n$ ser, con el fin de guiar el protón (inicialmente acelerado con la diferencia de potencial-U) a lo largo de la misma trayectoria (y en el misma dirección) que la del electrón?

   AYUDA: El problema puede ser resuelto mediante la búsqueda de una condición bajo la cual la ecuación que describe la trayectoria es el mismo en ambos casos. Puede ser útil usar la relación:

$$p\frac{d}{dt}p = \frac{1}{2}\frac{d}{dt}p^2 = \frac{1}{2}\frac{d}{dt}p^2$$

B. ¿Cuántas veces el poder de resolución por encima del microscopio aumentó o disminuyó si el haz de electrones se sustituye por el haz de protones? Supongamos que el poder de resolución del microscopio (es decir, la distancia más pequeña entre dos objetos de punto circular cuyas imágenes pueden ser simplemente separadas) sólo depende de las propiedades de onda de las partículas.

   Supongamos que las velocidades de los electrones y los protones antes de su aceleración son cero, y que no hay interacción entre el momento magnético propio de cualquiera de los dos, electrones o protones y el campo magnético. Supongamos también que la radiación electromagnética emitida por las partículas que se mueven puede ser descuidado.

   Nota: Muy a menudo físicos utilizan 1 electrón-voltios (1 eV), y sus derivados tales como 1 keV o 1 MeV, como una unidad de energía. 1 electrón-voltio es la energía ganada por el electrón que pasa la diferencia de potencial igual a 1 V.

   Realizar los cálculos suponiendo los datos siguientes:
   - Energía en reposo de los electrones: $E_e = m_e c^2 = 511$ keV
   - Energía en reposo de los protones: $E_p = M_p c^2 = 938$ MeV