

**16 OLIMPIADA INTERNACIONAL DE FÍSICA**  
**PORTOROŽ, SFR YUGOSLAVIA, 1985**

**Problema 1.** Un joven aficionado de la radio mantiene un enlace de radio con dos niñas que viven en dos ciudades. Se coloca una serie de antenas de tal manera que cuando la chica que vive en la ciudad A recibe una señal máxima, la chica que vive en la ciudad B no recibe ninguna señal, y viceversa. La serie se construye a partir de dos antenas de transmisión de varillas verticales con intensidades iguales de manera uniforme en todas las direcciones en el plano horizontal.

- a) Determinar los parámetros de la serie, es decir, la distancia entre las varillas, su orientación y el desplazamiento de fase entre las señales eléctricas suministradas a las varillas, tales que la distancia entre las barras sea mínimo.
- b) Hallar la solución numérica si el joven tiene un transmisor de radiofrecuencia a 27 MHz y se construye la serie de antenas en Portoroz. Utilizando el mapa él ha encontrado que los ángulos entre el norte y la dirección de A (Koper) y de B (pequeña ciudad de Buje en Istria) son  $72^\circ$  y  $157^\circ$ , respectivamente.

**Problema 2.** En una barra larga que tiene la forma de un paralelepípedo rectangular con lados  $a$ ,  $b$ , y  $c$  ( $a \gg b \gg c$ ), a partir de los semiconductores InSb fluye una corriente  $I$  en paralelo al borde  $a$ . La barra está en un campo magnético externo  $B$  que es paralela al borde  $c$ . El campo magnético producido por la corriente  $I$  se puede despreciar. Los portadores de corriente son los electrones. La velocidad media de los electrones en un semiconductor en presencia de solo un campo eléctrico es  $v = \mu E$ , donde  $\mu$  es llamada la movilidad. Si el campo magnético está también presente, el campo eléctrico ya no es paralelo a la corriente. Este fenómeno se conoce como el efecto Hall.

- a) Determinar que magnitud y dirección del campo eléctrico en la barra se necesita, para producir la corriente descrito anteriormente.
- b) Calcular la diferencia del potencial eléctrico entre los puntos opuestos sobre la superficie de la barra en la dirección del borde  $b$ .
- c) Determinar la expresión analítica de la componente  $DC$  de la diferencia de potencial eléctrico en el caso b) si la corriente y el campo magnético se alternan ( $AC$ );  $I = I_0 \sin \omega t$  y  $B = B_0 \sin(\omega t + \delta)$ .
- d) Diseñar y explicar un circuito eléctrico que haría posible, mediante la explotación del resultado c), para medir el consumo de energía de un aparato eléctrico conectado con la red de  $AC$ .

Datos: La movilidad de los electrones en InSb es de  $7.8 \text{ m}^2\text{T/Vs}$ , la concentración de electrones en InSb es de  $2.5 \cdot 10^{22} \text{ m}^{-3}$ ,  $I = 1.0 \text{ A}$ ,  $B = 0.10 \text{ T}$ ,  $b = 1.0 \text{ cm}$ ,  $c = 1.0 \text{ mm}$ ,  $e_0 = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$ .

**Problema 3.** En un proyecto de investigación espacial de dos sistemas de lanzamiento de una sonda espacial fuera del sistema solar son discutidos. El primer esquema (i) es para lanzar la sonda con una velocidad suficientemente grande como para escapar del sistema solar directamente. De acuerdo con la segunda (ii), la sonda es acercarse a uno de los planetas exteriores, y con su ayuda cambiar su dirección de movimiento y alcanzar la velocidad necesaria para escapar del sistema solar. Supongamos que la sonda se mueve solo en el campo gravitatorio del sol o un planeta, dependiendo de cual campo es más fuerte en ese punto.

- a) Determinar la velocidad mínima y su dirección con respecto al movimiento de la Tierra que se debe dar a la sonda en el lanzamiento de acuerdo con el esquema (i).
- b) Supongamos que la sonda ha sido lanzada en la dirección determinada en a), pero con otra velocidad. Determine la velocidad de la sonda cuando cruza la órbita de Marte, es decir, sus componentes paralelos y perpendiculares con respecto a esta órbita. Marte no está cerca del punto de cruce, cuando se produce el cruce.
- c) La sonda entra en el campo gravitacional de Marte. Encontrar la velocidad mínima de lanzamiento desde la Tierra necesaria para que la sonda escape del sistema solar.

Ayuda: A partir del resultado a) conoces la magnitud óptima y la dirección de la velocidad de la

sonda que es necesaria para escapar del sistema solar después de salir del campo gravitatorio de Marte. (Usted no tiene que preocuparse de la posición exacta de Marte durante el encuentro.) Hallar la relación entre esta velocidad y los componentes de la velocidad antes de que la sonda entre en el campo gravitacional de Marte; es decir, los componentes determinados en b). ¿Qué pasa con la conservación de la energía de la sonda?

- d) Estimar el máximo ahorro posible fraccionaria de energía en el esquema (ii) con respecto al esquema de (i). Notas: Se supone que todos los planetas giran alrededor del Sol en círculos, en la misma dirección y en el mismo plano. Despreciar la resistencia del aire, la rotación de la tierra alrededor de su eje, así como la energía utilizada en escapar de campo gravitatorio de la Tierra.

Datos: La velocidad de la Tierra alrededor del Sol es de 30 km/s, y la razón de las distancias de la Tierra y Marte al Sol es de  $2/3$ .