PROBLEMAS DE

LAS OLIMPIADAS

INTERNACIONALES

DE FÍSICA

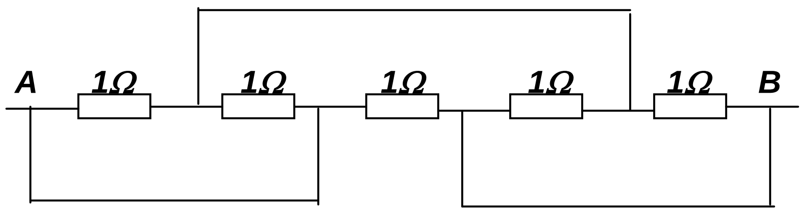
José Luis Hernández Pérez

Agustín Lozano Pradillo

Madrid 2008

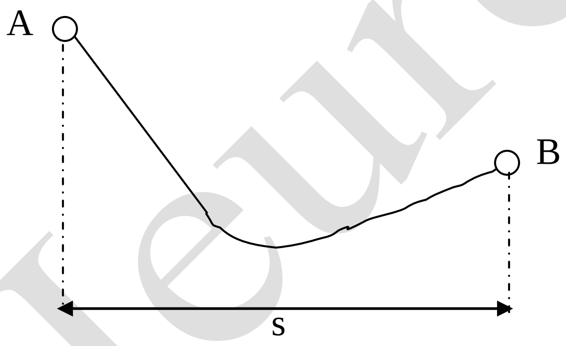
XXVII OLIMPIADA INTERNACIONAL DE FÍSICA. NORUEGA. 1996

1.-a) Cinco resistencias de 1 Ω cada una están conectadas como indica la figura



La resistencia de los conductores es despreciable. Calcular el valor de la resistencia R entre los puntos A y B

b) Un esquiador parte en reposo desde el punto A y desliza hacia debajo de la colina, sin girar ni frenar. Cuando se detiene en el punto B su desplazamiento horizontal es s.



¿Cuál es la diferencia de alturas h entre los puntos A y B
La velocidad del esquiador es pequeña de manera que la presión adicional debida a la curvatura se desprecia, así como que μ es independiente de la velocidad.

c) Una pieza de metal aislada térmicamente se calienta bajo la presión atmosférica mediante una corriente eléctrica de manera que recibe la energía eléctrica siendo la potencia P constante. La variación de la

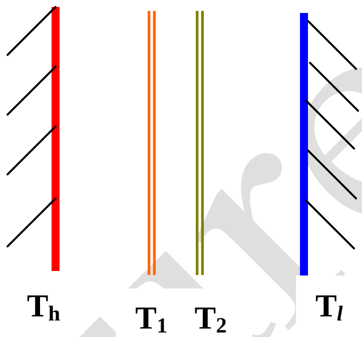
temperatura de la pieza metálica con el tiempo está dada por la expresión

$$T(t) = T_o\left[1 + a\left(t - t_o\right)\right]^{\frac{1}{4}}$$

en que a, t_o, y T_o son constantes

Calcule la capacidad calorífica Cp(T) del metal en función de T y To.

d) Una superficie negra plana se encuentra a una temperatura alta T_h y es paralela a otra superficie semejante que se encuentra a una temperatura T_l inferior a T_h. Entre las superficies existe el vacío.
Con el fin de reducir el flujo calorífico debido a la radiación se coloca una pantalla que consiste en dos superficies planas negras aisladas térmicamente entre sí.

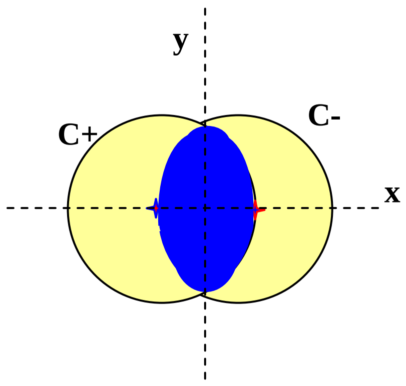


Dicha pantalla se coloca entre las superficies de temperaturas T_h y T_l. Cuando las condiciones son estacionarias, determinar el factor ξ que mide el cociente entre el flujo con la pantalla y sin ella.
Despreciar los efectos debidos al tamaño finito de las superficies.

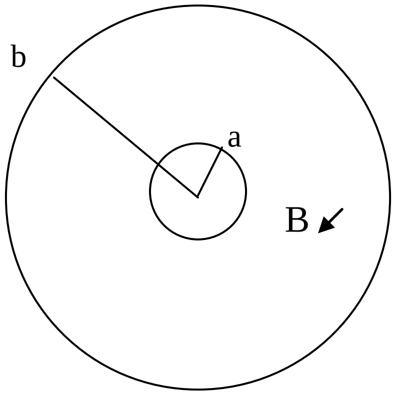
e) Dos conductores rectilíneos no magnéticos de gran longitud C+ y C ,aislados uno del otro, llevan respectivamente una corriente I en la dirección positiva y negativa de z. Las secciones de los conductores (las cuales tienen forma de luna decreciente) están limitadas por círculos de diámetro D en el plano xy, siendo D/2 la distancia entre los centros . Las áreas de cada una de las secciones en forma de luna decreciente valen

$$\left(\frac{1}{12}\pi + \frac{1}{8}\sqrt{3}\right)D^2$$

La corriente en cada conductor está distribuida homogéneamente .Calcular el campo magnético B(x,y) en el espacio entre los conductores.


y
C+
C-
x

2.- Entre dos cilindros coaxiales se ha hecho el vacío. El radio del cilindro interior es a y el del exterior b. El cilindro exterior se llama ánodo y tiene un potencial positivo V respecto del interior, que se denomina cátodo. En la zona evacuada existe un campo magnético uniforme paralelo al eje de los cilindros y dirigido perpendicularmente y hacia fuera del plano de la figura. Las cargas inducidas en los conductores son despreciables.



El cilindro exterior pueda lanzar electrones al espacio evacuado. La masa del electrón se representa por m y por e su carga.

a) En primer lugar se establece el potencial eléctrico V, siendo B = 0. Si un electrón se encuentra con velocidad nula en la superficie del cátodo, calcular la velocidad v que posee cuando llegue al ánodo. Dar la respuesta con la teoría clásica y la de la relatividad.

Para el resto de las cuestiones considerar un tratamiento clásico.

b) Ahora V = 0 y está presente el campo magnético. Un electrón parte del cátodo con una velocidad v_o en dirección radial. Determinar el valor crítico de $B = B_c$, a partir del cual el electrón no alcanza el ánodo. Hacer un boceto de la trayectoria cuando B es ligeramente superior a B_c.

Ahora están presentes el potencial V y el campo magnético B

c) El campo magnético proporcionará al electrón un momento angular L respecto del eje de los cilindros, escribir la ecuación de dL/dt. Mostrar que esta ecuación implica que

$$L - kBer^2$$

es constante durante el movimiento siendo k un número y r la distancia del electrón al eje de los cilindros. Hallar el valor d

d) Considerar un electrón que abandona el cátodo con velocidad despreciable y que no alcanza el ánodo, siendo la máxima distancia del eje del cilindro r_m. Determinar su velocidad en el punto de máxima distancia en función de r_m.

e) Deseamos utilizar el campo magnético con el fin de regular la corriente electrónica en el ánodo. Cuando B es mayor que un valor crítico Bc, un electrón que sale del cátodo con velocidad despreciable es incapaz de alcanzar el ánodo. Determinar B_c

f) Si los electrones abandonan el cátodo debido a que éste está caliente su velocidad inicial, en el caso general, tendrá por componentes: v_B paralela al campo B, v_r componente en dirección radial y perpendicular a B y v_ϕ componente azimutal, esto es, perpendicular a la dirección radial. Determinar el valor crítico de B_c para alcanzar el ánodo

3.-En este problema consideraremos de forma aproximada la cuantía de las mareas en medio del océano.

Se simplifica el problema haciendo las siguientes suposiciones:

I) La Tierra y la Luna se consideran como sistemas aislados

II) La distancia Tierra-Luna es constante

III) La Tierra está cubierta completamente por un océano

IV) Los efectos dinámicos de la Tierra alrededor de su eje son despreciables

V) La atracción gravitatoria de la Tierra se puede calcular como si toda la masa estuviese concentrada en el centro de la Tierra

Datos:

Masa de la Tierra $M_T = 5{,}98.10^{24}$ ***kg***

Masa de la Luna $M_L=7{,}3.10^{22}$ ***kg***

Radio de la Tierra $R = 6{,}37.10^{6}$ ***m***

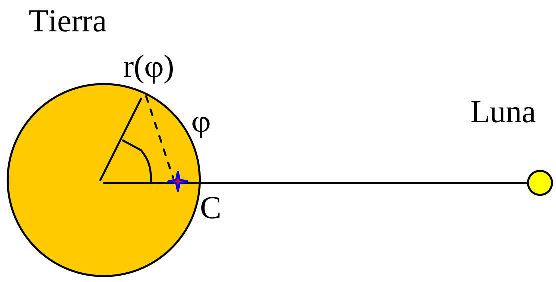
Distancia entre el centro de la Tierra y el centro de la Luna $L= 3{,}84.10^{8}$ ***m***

Constante de Gravitación Universal $G = 6{,}67.10^{-11}\ kg^{-1}.m^{3}.s^{-2}$

a) La Luna y la Tierra rotan con velocidad angular ω ***alrededor se su centro común de masa C***
¿Cuál es la distancia del centro de la Tierra a C? (Indique esta distancia por la letra l)
Calcule el valor numérico de ω

Supongamos un sistema de referencia que está rotando con la luna y el centro de la Tierra alrededor de C. En este sistema de referencia la forma de la superficie líquida es estática.

En un plano P a través de C y perpendicular al eje de rotación la posición de una masa sobre la superficie del líquido se describe mediante coordenadas polares r y φ***, tal como indica la figura, siendo r la distancia desde centro de la Tierra***



Estudiaremos la forma r(φ) = R + h(φ) de la superficie liquida de la Tierra en el plano P

b) Considerar una masa puntual (masa m) sobre la superficie del líquido en el plano P, en nuestro sistema de referencia actúan una fuerza centrífuga y las fuerzas gravitacionales de la Tierra y de la Luna. Escribir una expresión para la energía potencial correspondiente a estas tres fuerzas

Nota.- Cualquier fuerza F(r) dirigida radialmente respecto de algún origen, es la derivada con signo negativo de una energía potencial de simetría esférica

$$F(r) = -V'(r)$$

c) Encontrar en términos de las magnitudes M_T, M_L ..etc la forma aproximada h(j) de la comba de la marea ¿Cuál es la diferencia de alturas entre la marea alta y baja según este modelo?

Se puede hacer la siguiente aproximación

$$\frac{1}{\sqrt{1+a^2-2a\cos\theta}} = 1 + a\cos\theta + \frac{1}{2}a^3\left(3\cos^2\theta - 1\right)$$

la cual es válida si a es mucho menor que la unidad.
En este análisis puede hacer simplificaciones si éstas son razonables.