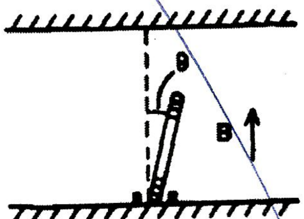
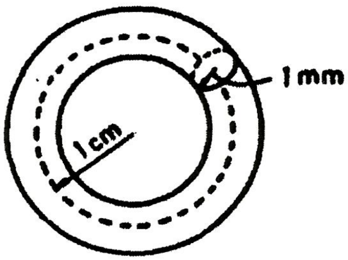
Problema 1 — 10 pts

Un anillo de oro es puesto en la región entre dos polos magnéticos muy largos que generan un campo magnético uniforme, de intensidad $B = 10^4\,\mathrm{T}$, como se muestra en la figura. La base del anillo queda fijada por dos pequeños topes que impiden que resbale. El anillo es desplazado un pequeño ángulo de 0.1 rad, respecto de su posición horizontal de equilibrio y se deja caer. Suponiendo, de manera aproximada, que el anillo cae con velocidad angular constante. Calcula el tiempo de caída del anillo.





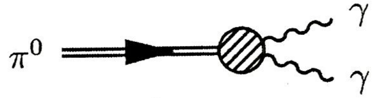
El radio mayor del anillo es $r_1 = 1\,\mathrm{cm}$ y el radio menor es $r_2 = 1\,\mathrm{mm}$, como se muestra en la figura. La conductividad del oro es $\sigma = 4 \times 10^{17}\,\Omega^{-1}\mathrm{m}^{-1}$ y la densidad del oro es $\rho = 19{,}3\,\mathrm{gr/cm}^3$

Formulas que te pueden ser útiles:

$$R = \frac{2\pi r_1}{\sigma \pi r_2^2}, \qquad \int_{0,2}^{\pi/2} \frac{\cos^2\theta}{\sin\theta}\, d\theta = 2 \tag{1}$$

Problema 2 — 10 pts

Un pión π^0 (carga neutra) que se mueve con energía fija se desintegra en dos fotones γ.



a) Muestra que la velocidad del pión esta determinada por la siguiente expresión:

$$\beta = \frac{E_{max} - E_{\text{mín}}}{E_{max} + E_{\text{mín}}} \tag{2}$$

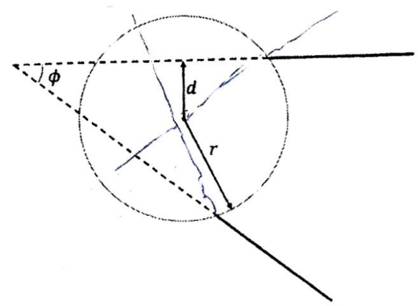
donde E_{max} es la energía de cada fotón γ en el caso en que ambos son emitidos en la misma dirección, vistos desde del sistema del pión; mientras que E_{min} es la energía de cada fotón para cuando son emitidos en direcciones opuestas respecto del mismo sistema del pión.

b) En un experimento se realizaron las siguientes mediciones: $E_{max} = 75\,\mathrm{MeV}$ y $E_{min} = 60\,\mathrm{MeV}$. Con estos valores determina la masa del pión π^0

Problema 3 **15 pts**

Modelo básico del arco iris. El arco iris es uno de los fenómenos ópticos con los que estamos más familiarizados. Al llover, gotas de agua se encuentran suspendidas en la atmósfera, cuando un rayo de luz intercepta una de estas, ocurre la descomposición de colores. Las reflexiones internas en la gota y la refracción que ocurre al salir de ella incrementan la separación entre los distintos colores característicos: violeta, añil, azul, verde, amarillo, naranja y rojo, de abajo hacia arriba, en forma de arco.

Un modelo simple, consiste en tomar rayos horizontales provenientes del sol que interceptan una gota esférica como se muestra en la figura.



a) Considera que la separación angular entre el rayo incidente y el que sale de la gota es ϕ. Dibuja el recorrido que toma el rayo dentro de la gota si α es el ángulo de incidencia con respecto a la normal, β el ángulo refractado y considere únicamente una reflexión en la superficie interna de la gota.

b) Obtenga una relación entre el ángulo ϕ como función del ángulo incidente y refractado.

Para que un arco iris sea visible, es necesario que la cantidad de rayos que son desviados cercano al ángulo ϕ sean los más posibles en un intervalo pequeño, de esta manera, será más probable verlo.

c) Consideremos que la distancia del centro de la gota al haz es d, y posee un radio r. Determina, para qué ángulo α, la variación de ϕ con respecto a d es máxima. ¿A qué angulo tendrás que alzar la mirada con respecto a la horizontal para ver la parte inferior y superior del arco iris? Toma en cuenta que los índices de refracción del agua para el rojo y el violeta son 1.3308 y 1.3428, respectivamente.

d) En algunas ocasiones especiales, cuando la luz solar es más intensa es posible ver un segundo arco por encima del primero, denominado como arco iris secundario. En base al modelo estudiado, explica en forma breve (máximo 2 líneas) qué condición se da dentro de la gota para que aparezca este segundo arco. Además, menciona si el orden de los colores será el mismo que en el primer caso estudiado, puedes fundamentar tu respuesta con una figura.

Ayuda:

$$\frac{d}{dx}\arcsin(kx) = \frac{k}{\sqrt{1-(kx)^2}}$$

donde k es una constante.

Problema 4 **10 pts**

En el plano ZY existe un campo magnético uniforme intenso de valor $B = 2\,\mathrm{T}$ y dirigido en el sentido positivo del eje X, ver la figura de abajo. El campo esta limitado a cuadrado de lado 1,4 m. En el interior del mismo existe una espira metálica rectangular ABCD de lados AD$=L = 0{,}2\,\mathrm{m}$, AB$=h = 0{,}6\,\mathrm{m}$, que inicialmente se encuentra en reposo. La resistencia óhmica de la espira es $R = 2\,\Omega$ y su masa $m = 5{,}10^{-2}\,\mathrm{kg}$.

a) Determinar la expresión de la velocidad de la espira desde que se suelta con velocidad inicial cero hasta que el lado AD sale justamente del campo.

b) Calcula el tiempo total desde que la espira se suelta hasta abandona completamente la región donde actúa el campo.