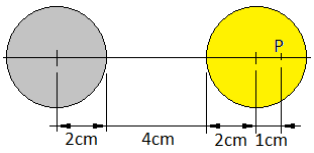
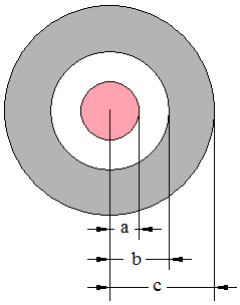
Física II

Ley de Ampere

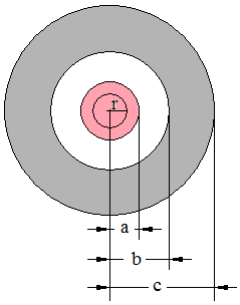
Problema 1.- Calcular la magnitud y dirección del campo magnético producido en el punto P debido a las corrientes de dos conductores muy largos paralelos de 2cm de radio, separados 4cm como se muestran en la figura. Asumir que las corrientes se distribuyen uniformemente en los conductores. La corriente del conductor izquierdo es 150A hacia nosotros y el del lado derecho es 150A alejándose de nosotros.



Problema 2.- Calcular el campo magnético en todo el espacio producido por un cable coaxial cuya sección se muestra esquemáticamente en la figura. El conductor central trae corriente *I* hacia nosotros y el conductor externo alejándose de nosotros. Asumir que el cable es muy largo y que la corriente se distribuye uniformemente en el conductor interno y el externo.



Solución:
Caso r<a

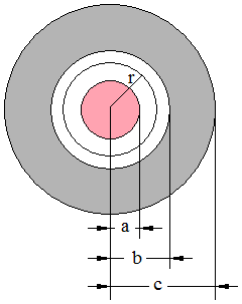


En este caso el campo magnético sigue la dirección anti-horaria y lo podemos calcular con la ley de Ampere $B2\pi r = \mu_o I_{encerrada}$, donde notamos que la corriente es solo aquella que pasa por el círculo de radio r.

Por lo tanto $I_{encerrada} = \frac{I}{\pi a^2}\pi r^2$, que se substituye en la ecuación anterior para obtener:

$$B = \frac{\mu_o I r}{2\pi a^2}$$

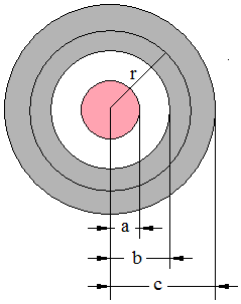
Caso a<r<b



Esta vez la corriente encerrada es la totalidad de la corriente que circula por el conductor central, es decir I. La ley de Ampere nos da:

$$B2\pi r = \mu_o I \rightarrow B = \frac{\mu_o I}{2\pi r}$$

Caso b<r<c



Al aplicar la ley de Ampere en este caso tenemos dos corrientes encerradas, una es I que viene hacia nosotros y la otra es la corriente en el espacio entre r y b que es en dirección opuesta. Para calcular esta última corriente multiplicamos el área entre b y r por la densidad de corriente en ese conductor.

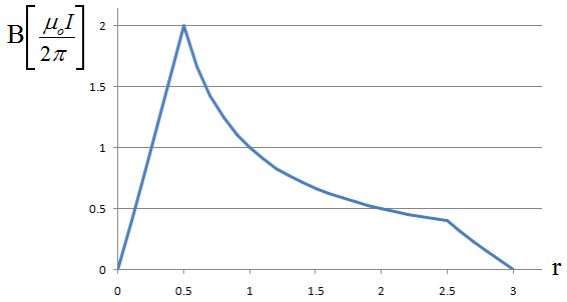
$$I_{encerrada} = I - \frac{I}{\pi c^2 - \pi b^2}\left(\pi r^2 - \pi b^2\right) = I\frac{c^2 - r^2}{c^2 - b^2}$$

Y reemplazando esta ecuación en la ley de Ampere tenemos:

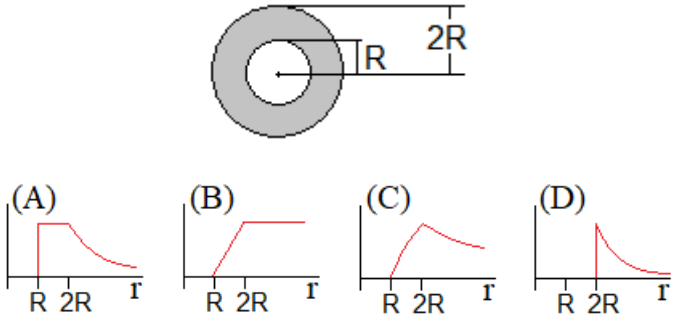
$$B = \frac{\mu_o I}{2\pi r}\frac{c^2 - r^2}{c^2 - b^2}$$

Caso c<r
Como la corriente neta es cero, el campo es cero en este caso.

Una gráfica para el caso a=0.5, b=2.5 y c=3 se ve así:



Problema 3.- Un conductor eléctrico tiene forma de tubo con un radio interior R y radio exterior 2R. Si la corriente está distribuida uniformemente en el área conductora, ¿Cuál de los gráficos mostrados representa mejor el campo magnético generado por la corriente a una distancia r?



Solución: El campo magnético para r<R es cero porque no hay corriente ahí. Para r>2R el campo magnético debe ser inversamente proporcional a r. El caso entre R y 2R se puede analizar usando la ley de Ampere obteniendo:

$$B = \frac{\mu_o I}{2\pi r}\frac{r^2 - R^2}{4R^2 - R^2} = \frac{\mu_o I}{6\pi R}\left(\frac{r}{R} - \frac{R}{r}\right)$$

Respuesta: **(C)**