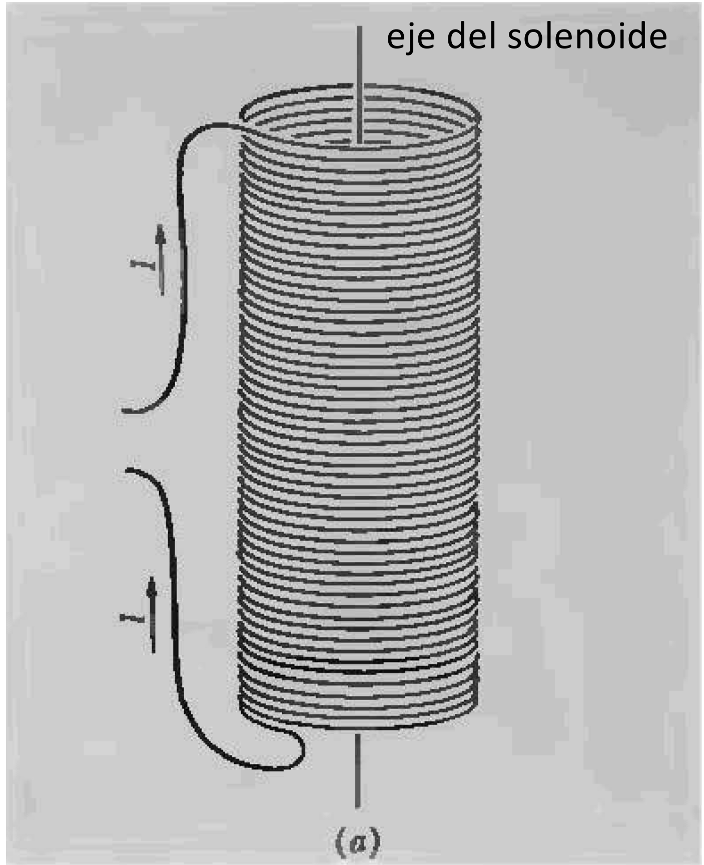
Cálculo del campo magnético en un solenoide finito por ley de Biot-Savart

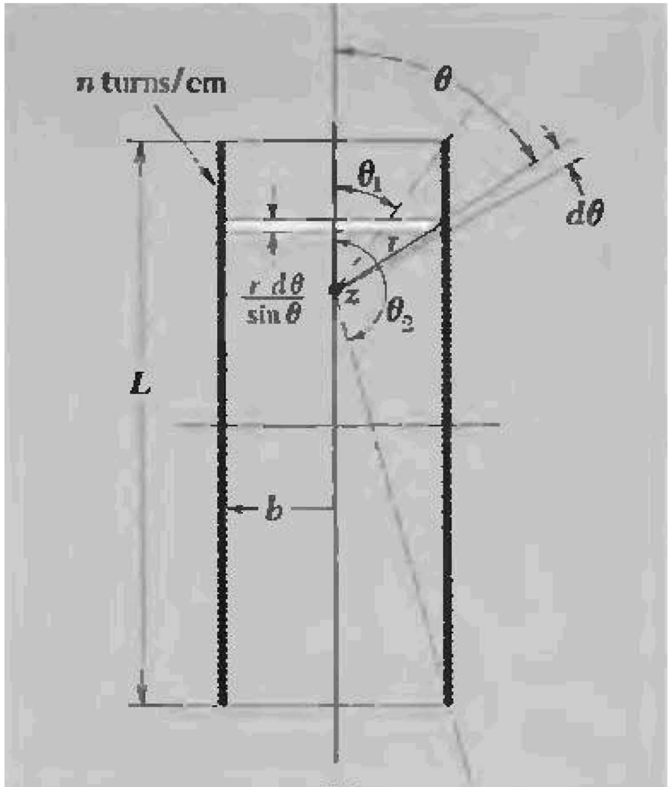
Solenoide

- Enrollado cilíndrico de un cable a paso (distancia entre una vuelta y la siguiente) constante.
- El recorrido del cable es helicoidal, pero si el enrollado es 'apretado' podemos ignorar la contribución al campo de la porción de cable paralelo al eje del cilindro e imaginar que un solenoide es un conjunto de espiras coaxiales del mismo radio apiladas.



Solenoide finito

- Supongamos un solenoide finito de largo L de densidad longitudinal de vueltas n y radio b por cuyo cable circula una corriente I.
- Calculemos el campo en el eje del solenoide.
- Podemos usar el campo de una espira circular en su eje de simetría en cualquier posición z.
- Tomemos la contribución del segmento definido por los ángulos polares θ y$\theta + d\theta$ al campo en la posición z (en blanco).



(b)

Solenoide finito

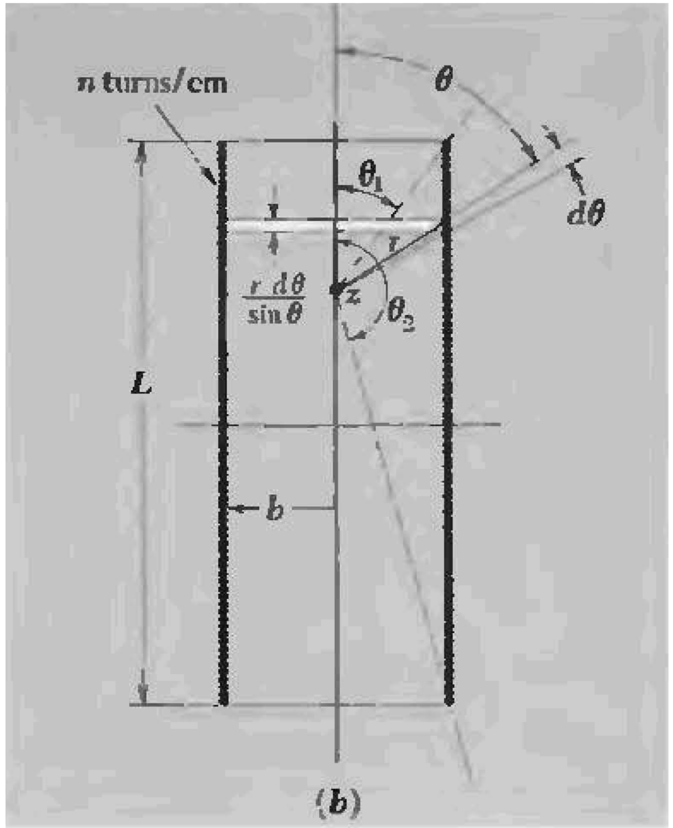
- El largo del segmento es:

$$\frac{r\,d\theta}{\sin\theta}$$

- Donde r es la distancia del punto de evaluación al borde del segmento.
- El campo del segmento en la posición z equivale al de una espira de corriente:

$$In\frac{rd\theta}{\sin\theta}$$

- donde $n\frac{rd\theta}{\sin\theta}$ es la cantidad de vueltas que entran en el segmento



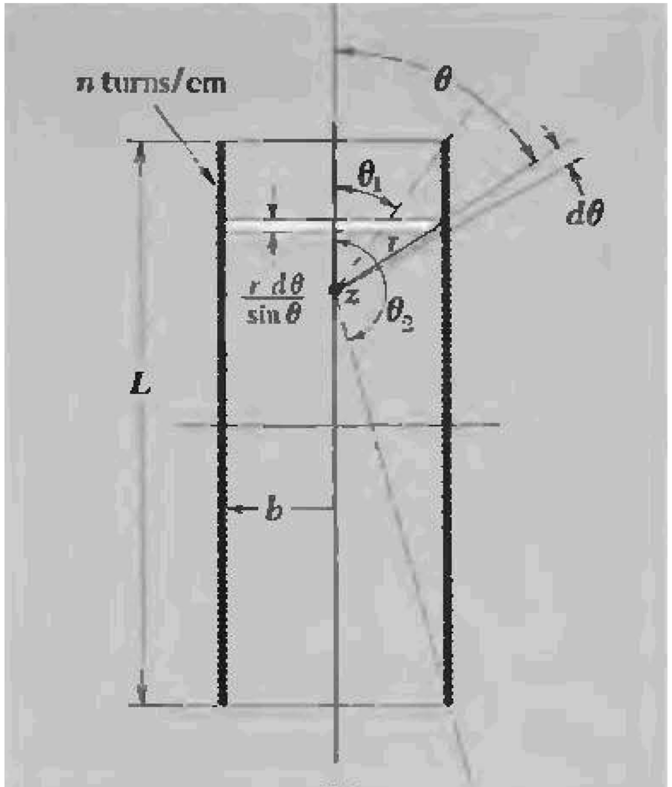
Solenoide finito

- Entonces tomando el resultado de la espira y recordando que $r = \dfrac{b}{\sin\theta}$:

$$dB_z = \frac{\mu_0 b^2}{2r^3} In \frac{r d\theta}{\sin\theta} = \frac{\mu_0 In}{2} \sin\theta \, d\theta$$

- Tras lo cual solo resta integrar entre los límites θ_1y θ_2.

$$B_z = \frac{\mu_0 In}{2} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$



(b)

Solenoide finito

- Entonces tomando el resultado de la espira y recordando que $r = \frac{b}{\sin\theta}$:

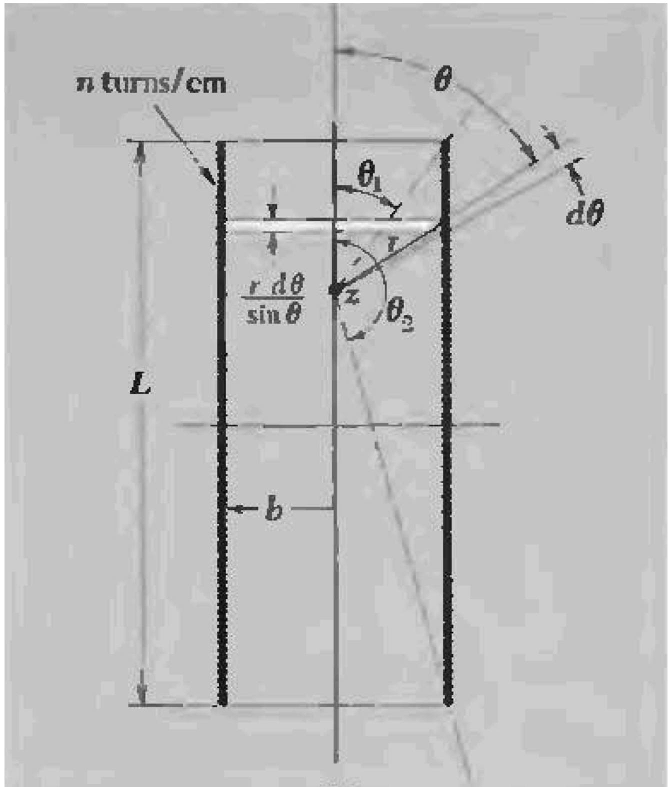
$$dB_z = \frac{\mu_0 b^2}{2r^3} In \frac{rd\theta}{\sin\theta} = \frac{2\pi In}{c} \sin\theta \, d\theta$$

- Tras lo cual solo resta integrar entre los límites θ_1y θ_2.

$$B_z = \frac{\mu_0 In}{2} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

- Si el solenoide es infinito $\theta_1 = 0 \; y \; \theta_2 = \pi$ entonces dentro de el

$$B_z = \mu_0 In$$



(b)

Solenoide finito