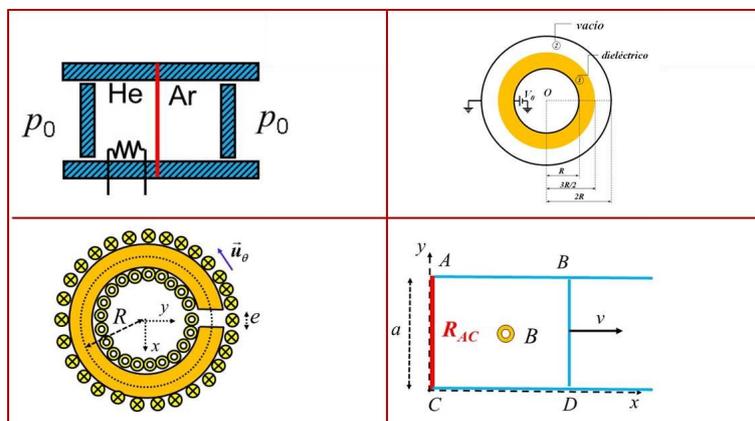


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AERONÁUTICA Y DEL ESPACIO

FÍSICA II

PROBLEMAS PROPUESTOS

José Carlos JIMÉNEZ SÁEZ
Santiago RAMÍREZ DE LA PISCINA MILLÁN



6.- MAGNETOSTÁTICA DEL VACÍO

6

Magnetostática del Vacío

PROBLEMA PROPUESTO 6.1.

Un núcleo de deuterio recorre una trayectoria circular de radio R en un campo magnético de inducción B perpendicular a la trayectoria. Hallar la velocidad de la partícula.

Carga del electrón $e = 1,602176487E(-19) C$.

Masa del electrón $m = 9,11E(-31) kg$.

DATOS: $R = 0.8 cm$, $B = 7.0 Wb/m^2$

SOLUCIÓN 6.1.

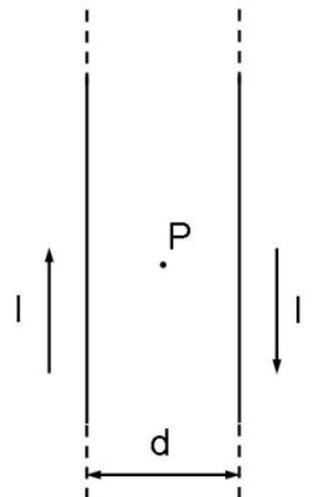
5.36E6 m/s



PROBLEMA PROPUESTO 6.2.

Dos conductores rectilíneos, paralelos e indefinidos, transportan corrientes iguales de intensidad I y sentido opuesto. Los hilos se encuentran separados una distancia d . Calcular el módulo del vector inducción magnética en un punto P del plano que contiene a los dos conductores y que equidista de ambos.

DATOS: $I = 232 A$, $d = 1.9 m$



SOLUCIÓN 6.2.

97.7 μT

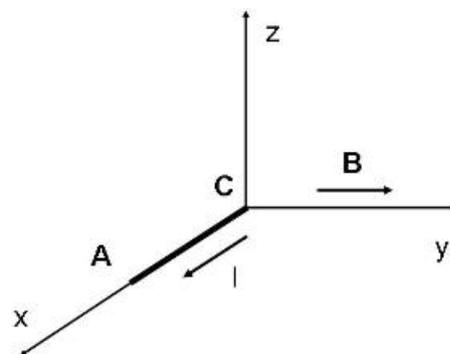


PROBLEMA PROPUESTO 6.3.

El conductor AC de longitud L de la figura transporta una corriente de intensidad I , en el sentido indicado. Al mismo tiempo, existe un campo magnético de inducción $\vec{B} = B \vec{j}$.

Calcular el módulo de la fuerza que se ejerce sobre el tramo AC del conductor.

DATOS: $I = 9.6 \text{ A}$, $L = 0.60 \text{ m}$, $B = 1.5 \text{ Wb/m}^2$



SOLUCIÓN 6.3.

8.64 N

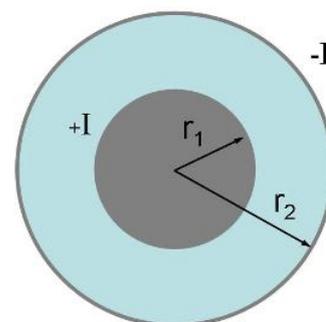


PROBLEMA PROPUESTO 6.4.

Dada una línea coaxial formada por dos conductores (en gris en la figura) de radios r_1 y r_2 ($r_1 < r_2$) por los que circula una corriente uniforme de intensidad I (en sentido opuesto en cada uno de ellos), hallar:

- 1) El módulo del vector inducción magnética en puntos del dieléctrico (en azul) a una distancia D del centro del conductor ($r_1 < D < r_2$).
- 2) El módulo del vector inducción magnética en puntos del conductor central a una distancia d del centro del conductor ($d < r_1$).

DATOS: $I = 475 \text{ A}$, $r_1 = 25 \text{ mm}$, $r_2 = 74 \text{ mm}$, $D = 43 \text{ mm}$, $d = 3.5 \text{ mm}$



SOLUCIÓN 6.4.

- 1) 2.21 mT
- 2) 0.532 mT



PROBLEMA PROPUESTO 6.5.

Dado un conductor cilíndrico de radio R por el que circula una intensidad I , hallar el módulo de la densidad de corriente suponiendo que ésta es uniforme.

DATOS: $I = 26.2 \text{ A}$, $R = 25 \text{ mm}$

SOLUCIÓN 6.5.

1.33 A/cm^2

**PROBLEMA PROPUESTO 6.6.**

Dado un conductor cilíndrico de radio R por el que circula una densidad de corriente $j = k r$ siendo r la distancia al eje del cilindro. Hallar la intensidad I que circula por el conductor.

DATOS: $k = 51.6 \text{ A/cm}^3$, $R = 26 \text{ mm}$

SOLUCIÓN 6.6.

1900 A

**PROBLEMA PROPUESTO 6.7.**

Dado un conductor cilíndrico de radio R por el que circula una densidad de corriente uniforme de intensidad I . Hallar el módulo del vector inducción magnética a una distancia $r = R/2$ del eje del cilindro.

DATOS: $I = 97.9 \text{ A}$, $R = 20 \text{ mm}$

SOLUCIÓN 6.7.

0.490 mT



PROBLEMA PROPUESTO 6.8.

Calcular el módulo del vector inducción magnética producida por una corriente rectilínea indefinida de intensidad I en un punto que está a una distancia L de ella.

DATOS: $I = 7.6 \text{ A}$. $L = 1.6 \text{ m}$

SOLUCIÓN 6.8.

$0.950 \mu\text{T}$

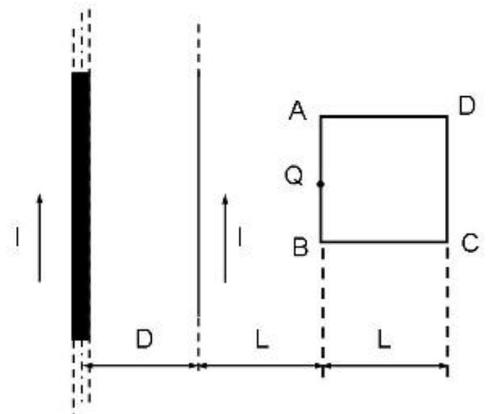
**PROBLEMA PROPUESTO 6.9.**

En un plano están situados una espira cuadrada de lado L y dos conductores, rectilíneos, indefinidos y paralelos, según se indica en la figura.

Uno de los conductores tiene sección recta circular de radio R y el otro es fino, de espesor despreciable. Ambos están recorridos por intensidades de corriente constantes, en el mismo sentido, de valor I . Calcular:

- 1) El módulo de la densidad de corriente que circula por el cable cilíndrico de radio R sabiendo que esta es uniforme.
- 2) El módulo del vector inducción magnética en Q , punto medio del lado AB de la espira.
- 3) El módulo de la fuerza por unidad de longitud que ejerce el conductor cilíndrico de radio R sobre el otro conductor.

DATOS: $I = 64 \text{ mA}$, $R = 0.02 \text{ m}$, $D = 2.0 \text{ m}$, $L = 6.8 \text{ m}$

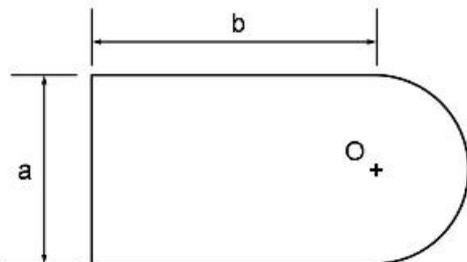
**SOLUCIÓN 6.9.**

- 1) 50.9 A/m^2
- 2) 3.34 nT
- 3) $410 \mu\text{N/m}$



PROBLEMA PROPUESTO 6.10.

El circuito de la figura, formado por tres tramos rectos perpendiculares entre sí y una semicircunferencia, está recorrido por una intensidad I . Calcular:



- 1) El módulo del vector inducción magnética en el punto O debida únicamente al tramo recto de longitud a .
- 2) El módulo del vector inducción magnética en el punto O debida al tramo curvilíneo.

DATOS: $a = 3.4 \text{ m}$, $b = 6 \text{ m}$, $I = 26 \text{ A}$

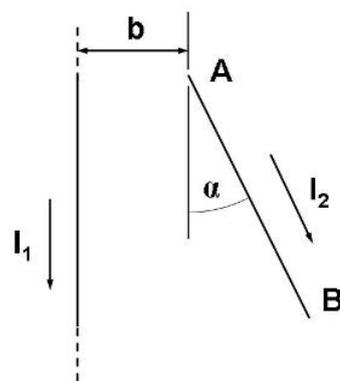
SOLUCIÓN 6.10.

- 1) $0.236 \mu T$
- 2) $4.80 \mu T$



PROBLEMA PROPUESTO 6.11.

Dos conductores, rígidos y estacionarios, dispuestos como se indica en la figura, uno indefinido recorrido por una intensidad I_1 y otro AB , de longitud L , separado en su punto más cercano una distancia b del anterior, e inclinado un ángulo α respecto a él y recorrido por una intensidad I_2 . Calcúlese el módulo de la fuerza a que está sometido el conductor AB .



(Ayuda: $\int \frac{dx}{C_1+C_2x} = \frac{1}{C_2} \ln(C_1 + C_2x)$)

DATOS: $I_1 = 3.5 \text{ A}$, $I_2 = 7. \text{ A}$, $L = 2.6 \text{ m}$, $\alpha = 25^\circ$, $b = 0.74 \text{ m}$

SOLUCIÓN 6.11.

$11.6 \mu N$



PROBLEMA PROPUESTO 6.12.

Por una espira circular de radio a circula una corriente de intensidad I . Calcular el módulo del vector campo magnético en un punto del eje de la espira a una distancia z del plano de ésta.

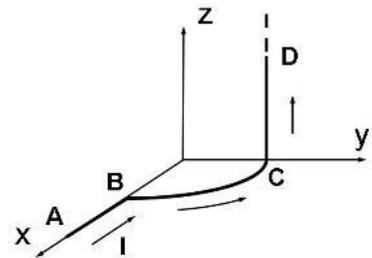
DATOS: $I = 6.2 \text{ A}$, $a = 94 \text{ cm}$, $z = 106.22 \text{ cm}$

SOLUCIÓN 6.12.

$1.21 \mu\text{T}$

**PROBLEMA PROPUESTO 6.13.**

El conductor $ABCD$ de la figura transporta una corriente de intensidad I , en el sentido indicado. BC es un cuadrante de circunferencia de radio R , situado en el plano $z = 0$. CD es paralelo a Oz y de longitud infinita. La longitud de AB es R .



En el espacio existe un campo magnético de inducción $\vec{B} = B\vec{j}$.

Calcular el módulo de la fuerza que ejerce el campo sobre el tramo BC del conductor.

DATOS: $I = 26 \text{ A}$, $R = 0.6 \text{ m}$, $B = 3.1 \text{ Wb/m}^2$

SOLUCIÓN 6.13.

48.4 N

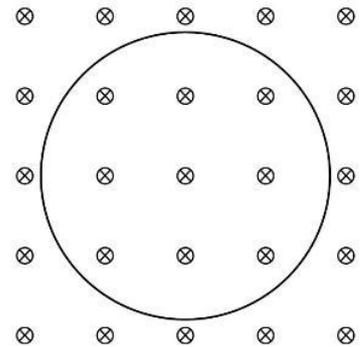


PROBLEMA PROPUESTO 6.14.

Calcular la tensión mecánica T_M a la que está sometido el hilo de una espira circular de radio a , que transporta una intensidad de corriente I y que se encuentra en un campo magnético uniforme de intensidad B , perpendicular al plano de la espira.

(Ayuda: Divídase la espira por la mitad y analícese el equilibrio sólo de la semiespira, fuerzas magnéticas = $2T_M$)

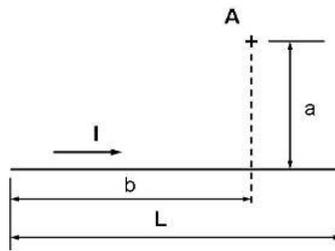
DATOS: $I=6.5$ A, $a=0.05$ m, $B=11$ T

**SOLUCIÓN 6.14.**

3.58 N

**PROBLEMA PROPUESTO 6.15.**

Calcular el módulo del vector inducción magnética producida por una corriente de intensidad I que circula por un conductor de longitud L , en un punto A como el de la figura.



DATOS: $I=9.1$ A, $a=44.7$ m, $b=15.0$ m, $L=123$ m

SOLUCIÓN 6.15.

25.3 nT



PROBLEMA PROPUESTO 6.16.

Dado un conductor cilíndrico de radio R por el que circula una intensidad I debida a una densidad de corriente $j = k r$, siendo r la distancia al eje del cilindro y k una constante de valor desconocido. Hallar el módulo del vector inducción magnética a una distancia $r_0 = L$ del eje del cilindro.

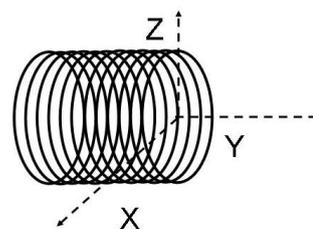
DATOS: $I=120$ A, $R=9.8$ m, $L=2.4$ m

SOLUCIÓN 6.16.

$0.147 \mu T$

**PROBLEMA PROPUESTO 6.17.**

Obtener el módulo del vector inducción magnética en el centro de un solenoide de radio R , longitud L y N espiras por el que circula una intensidad I . El eje del solenoide coincide con el eje Oy y se sitúa entre los planos $y = 0$ e $y = -L$ y, por lo tanto, el módulo se pide en el eje donde $y = -L/2$.



DATOS: $R=0.079$ m, $L=0.083$ m, $N=282$, $I=0.71$ A

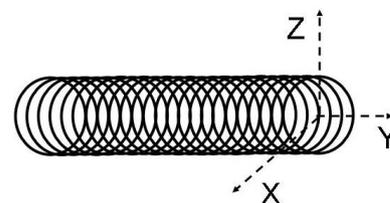
SOLUCIÓN 6.17.

0.00141 T

**PROBLEMA PROPUESTO 6.18.**

Obtener el módulo del vector inducción magnética en el interior de un solenoide largo y estrecho, de N espiras y longitud L , por el que circula una intensidad I .

DATOS: $L=0.93$ m, $N=572$, $I=0.30$ A

**SOLUCIÓN 6.18.**

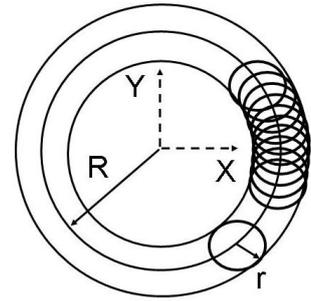
$2.32E-4$ T



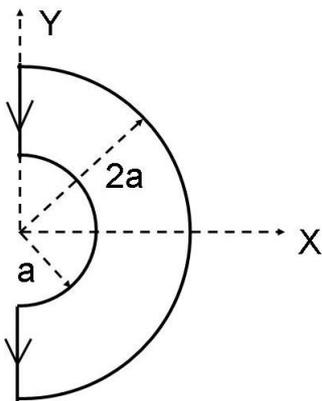
PROBLEMA PROPUESTO 6.19.

Obtener el módulo del vector inducción magnética en el interior de un solenoide toroidal de N espiras, radio de la circunferencia r y del toro R , por el que circula una intensidad I . Se pide el campo en el centro del círculo que constituye su sección transversal.

DATOS: $R=0.84$ m, $r=0.058$ m, $N=713$, $I=0.71$ A

**SOLUCIÓN 6.19.**

6.03E-5 T

**PROBLEMA PROPUESTO 6.20.**

Se tiene un circuito conductor plano cerrado, realizado con alambre homogéneo y formado por dos semicircunferencias de radios a y $2a$ unidas por dos segmentos rectos. El circuito se encuentra recorrido por una intensidad I en el sentido antihorario.

Calcular el módulo del vector inducción magnética en el centro de las semicircunferencias.

DATOS: $a=0.098$ m, $I=0.56$ A

SOLUCIÓN 6.20.

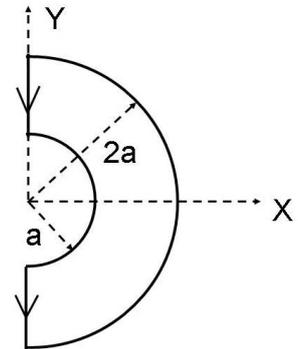
8.98E-7 T



PROBLEMA PROPUESTO 6.21.

Se tiene un circuito conductor plano cerrado, realizado con alambre homogéneo y formado por dos semicircunferencias de radios a y $2a$ unidas por dos segmentos rectos. El circuito se encuentra recorrido por una intensidad I en el sentido antihorario y se halla inmerso en un campo magnético de inducción $B = B_0|y|$ para $x > 0$ y $B = B_1y^2$ para $x \leq 0$.

Calcular la fuerza en módulo que aparece sobre el circuito.



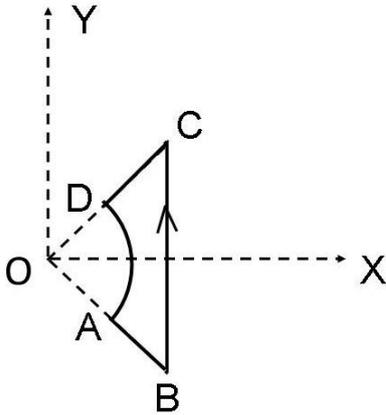
DATOS: $a = 0.062 \text{ m}$, $I = 0.21 \text{ A}$ $B_0 = 7.40(E - 8) \text{ T/m}$ $B_1 = 7.40(E - 8) \text{ T/m}^2$

SOLUCIÓN 6.21.

1.62E-10 N



PROBLEMA PROPUESTO 6.22.



Se tiene un circuito cerrado rígido estacionario $ABCD$ formado por un alambre conductor recorrido por una intensidad de corriente I que está inmerso en un campo de inducción magnética B . El tramo DA es un arco de circunferencia de radio L con centro en el origen O , el tramo DC y AB son segmentos de longitud L cuya prolongación pasa por el punto O , y el tramo CB es un segmento también rectilíneo.

Calcular:

- 1) El módulo de la fuerza que ejerce el campo magnético sobre el tramo DA .
- 2) El módulo de la fuerza que ejerce el campo magnético sobre el tramo BC .
- 3) El módulo de la fuerza que ejerce el campo magnético sobre el tramo CD .
- 4) El módulo de la inducción magnética producida en el punto O por el tramo DA .
- 5) El módulo de la inducción magnética producida en el punto O por el tramo BC .

DATOS: $I=0.57$ A, $B=0.90E-6$ T, $L=0.059$ m

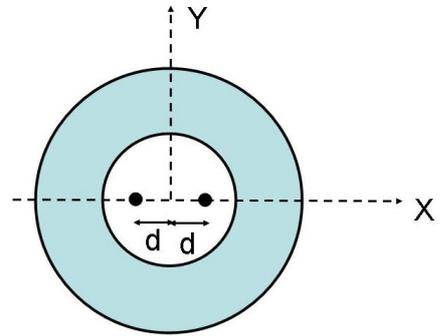
SOLUCIÓN 6.22.

- 1) $3.03E-8$ N
- 2) $6.05E-8$ N
- 3) $3.03E-8$ N
- 4) $1.01E-6$ T
- 5) $5.58E-7$ T

PROBLEMA PROPUESTO 6.23.

Se tiene un sistema de tres conductores:

- Un cilindro hueco indefinido de radios interior a y exterior b cuyo eje coincide con el eje OZ y se halla uniformemente recorrido por una intensidad I .
- Dos hilos indefinidos separados entre sí una distancia $2d$, paralelos al eje del cilindro, y que atraviesan el eje OX en puntos simétricos respecto al eje OY . Los hilos se hallan recorridos por una intensidad I dirigida en el mismo sentido que la intensidad del cilindro.



Calcular:

- 1) El módulo de la inducción magnética en puntos del eje OY a una distancia $y = a/2$ del eje del cilindro.
- 2) El módulo de la inducción magnética en puntos del eje OY a una distancia $y = (a + b)/2$ del eje del cilindro.
- 3) El módulo de la inducción magnética en puntos del eje OY a una distancia $y = 2b$ del eje del cilindro.
- 4) El módulo de la fuerza por unidad de longitud que un hilo ejerce sobre el otro.

DATOS: $I=0.75$ A, $a=0.0355$ m, $b=0.051$ m, $d=0.00879$ m

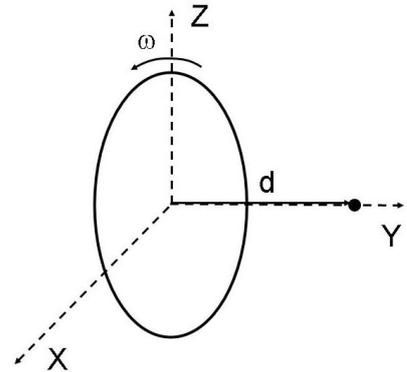
SOLUCIÓN 6.23.

- 1) $1.36E-5$ T
- 2) $8.24E-6$ T
- 3) $4.39E-6$ T
- 4) $6.40E-6$ N/m

PROBLEMA PROPUESTO 6.24.

Un anillo delgado de radio a está fabricado con alambre metálico. Se carga el anillo con una densidad de carga λ por unidad de longitud.

Calcular el módulo del vector inducción magnética en un punto que dista d de su centro y situado en su eje, si el anillo gira con velocidad angular ω en torno a éste.



DATOS: $\lambda = 0.00046 \text{ C/m}$, $a = 0.073 \text{ m}$, $d = 0.087 \text{ m}$, $\omega = 19.7 \text{ rads}^{-1}$

SOLUCIÓN 6.24.

1.51E-9 T



PROBLEMA PROPUESTO 6.25.

Se tiene un hilo indefinido de radio a recorrido por una intensidad I uniforme y dispuesto a lo largo del eje Oz . Calcular:

- 1) El módulo de la componente del potencial magnético vector en la dirección del hilo a una distancia $r = 2a$ del eje Oz tomando $A_z(r = a) = 0$.
- 2) El módulo de la componente del potencial magnético vector en la dirección del hilo a una distancia $r = a/2$ del eje Oz tomando $A_z(r = a) = 0$.

Ayuda: Considérese la equivalencia entre la ecuación del potencial eléctrico $\nabla^2 V = -\rho/\epsilon_0$ y del potencial magnético vector $\nabla^2 A_z = -\mu_0 I_z$, calculando el potencial eléctrico de un hilo de densidad de carga uniforme λ por unidad de longitud.

DATOS: $a=0.00624 \text{ m}$, $I=0.65 \text{ A}$

SOLUCIÓN 6.25.

- 1) 9.01E-8 Tm
- 2) 4.88E-8 Tm

