

Pràctica: Camp magnètic a l'interior d'una bobina

Objectiu

Determinar la constant de permeabilitat magnètica en l'aire per mesura de la inducció magnètica en el centre d'un solenoide.

Estudiar les línies de camp magnètic al llarg de l'eix del solenoide.

Qüestions prèvies

Oersted va descobrir en 1820 que els corrents elèctrics produïxen camps magnètics. Biot i Savart van enunciar una llei que permet calcular el camp magnètic creat per un element de corrent. Escriu l'expressió matemàtica d'esta llei i identifica cada magnitud utilitzant un dibuix d'ajuda.

Hipòtesi

Hi ha molts dispositius, com ara electroimants, transformadors, etc., on els conductors estan enrotllats formant una bobina. Per això és important conèixer el camp magnètic produït per un d'estos enrotllaments. Proposa factors que puguen influir en el valor de la inducció magnètica en el centre d'una espira circular.

Aplica la llei de Biot i Savart per a obtenir una expressió que permeti calcular el valor de la inducció magnètica en el centre d'una espira circular. Estàs d'acord l'expressió obtinguda amb les hipòtesis enunciatades en l'activitat anterior?

El valor del camp magnètic pot fer-se molt major si en compte d'una espira s'agrupa un gran nombre d'elles en forma d'hèlix, la qual cosa es coneix amb el nom de solenoide o bobina. Quins factors creus que influïxen en el valor del camp magnètic en l'interior d'un solenoide o bobina?

Consulta la bibliografia i escriu l'expressió matemàtica que permet calcular el valor de la inducció magnètica en l'interior d'un solenoide. Explica detalladament què representa cada magnitud que apareix en l'expressió matemàtica.

Si es demana dissenyar una bobina en l'interior de la qual el camp siga exactament de 10 mT, quines característiques li donaries?, podries generar amb ella camps distints de 10 mT?

Material i muntatge

Esbrinar per a què servix un teslàmetre i en què es basa el seu funcionament.

- 1 Cable de connexió curt
- 2 Cables de connexió llargs
- 1 Tornavís pla fi
- 1 Font alimentació F24
- 1 Multímetre digital

- 1 Reòstat 5 A
- 1 Solenoide
- 1 Teslàmetre T100

Multímetre digital (o polímetre)

És un instrument que permet fer mesures de voltatge CA/CC, corrent CA/CC, resistències, etc. Per a mesurar la intensitat en corrent continu, seguir els passos següents:

- Connectar la punta de prova negra al terminal COM i la roja al terminal 10 A per a mesures d'un màxim de 10 A.
- Col·locar el commutador selector de funcions en el marge de CC desitjat.
- Connectar les puntes de prova en sèrie amb el circuit.

Reòstat

És una resistència elèctrica variable. Segons la llei d'Ohm, la resistència elèctrica d'un circuit determina quanta corrent fluïx en el circuit quan s'aplica un voltatge determinat. La resistència d'un conductor és proporcional a la longitud del mateix de tal forma que al desplaçar el cursor del reòstat, varia la longitud del conductor que travessa el corrent i per tant varia també la intensitat de corrent que circula (mantinguda fixa la diferència de potencial aplicada). A major longitud recorreguda, major resistència i per tant menor intensitat de corrent.

Solenoide

Està compost per dos fils conductors enrotllats sobre un mateix suport cilíndric. El tub cilíndric té un diàmetre exterior de 49 mm i les espirals enrotllades a ell tenen un diàmetre mitjà de 50 mm. Cada u d'estos fils té un diàmetre d'1 mm i presenta 200 espirals. Un dels fils, que anomenarem E_1 , està connectat als borns de color negre situats en els extrems del solenoide. L'altre fil, que rep el nom E_2 , posseïx en canvi eixides intermèdies (borns roigs). El solenoide té una guia de plàstic adaptada a la sonda del teslàmetre que permet lliscar-la al llarg del mateix. La graduació de la sonda permet conèixer la distància d'esta al centre del solenoide.

Teslàmetre

És un instrument que utilitza l'efecte Hall per a la mesura de camps magnètics. Consta d'un aparell de base i d'una sonda capaç de detectar dos components del camp magnètic: B_x (paral·lela a la sonda) i B_z (perpendicular a la sonda). L'aparell disposa d'un interruptor que permet seleccionar la component que es desitja mesurar.

En connectar el teslàmetre, s'encén un indicador lluminós roig. Abans de començar a efectuar les mesures, cal esperar (uns 10 minuts) fins que l'indicador passe a verd, indicant-nos així que els circuits interns han eliminat els efectes tèrmics sobre les mesures.

Si abans del pas de corrent per la bobina, la indicació del teslàmetre no és zero, haurem d'ajustar el zero del teslàmetre. Per a això, la sonda disposa de dos xicotets potenciòmetres que poden ser ajustats mitjançant un tornavís.

Procediment experimental

I) Dependència del camp magnètic amb la intensitat de corrent. Determinació de μ_0

Connecta el teslàmetre i espera que el testimoni lluminós passe de roig a verd.

Introdueix la sonda del teslàmetre en l'interior del solenoide. Quan el zero de graduació de la sonda coincideix amb la marca de referència de la guia, la sonda es trobarà en el centre del solenoide, sobre el seu eix.

Selecciona la component B_x en el teslàmetre. Ajusta a zero el teslàmetre abans de connectar la font d'alimentació del solenoide.

Per les connexions que descriu la figura 1

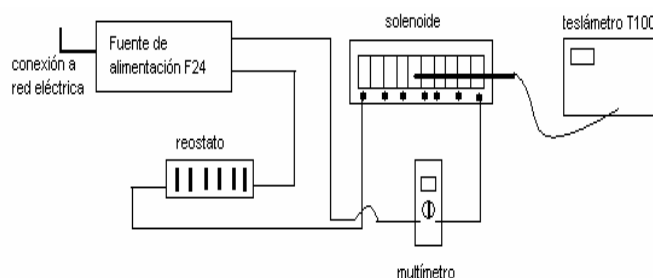
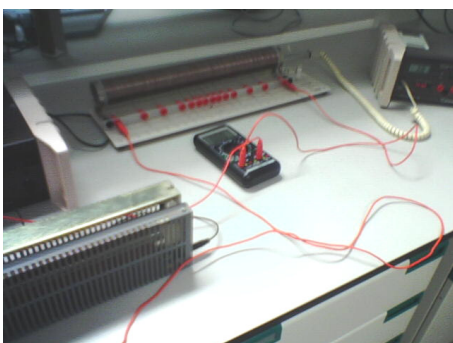


Figura 1

Connecta el solenoide entre els extrems del fil E_2 (borns roigs). En esta posició, la longitud horitzontal recorreguda pel corrent elèctric és 40,5 cm i 200 espises.

Selecciona, mitjançant el reòstat, una intensitat de corrent de 2,5 A. Anem en compte de no sobrepassar la intensitat màxima que suporta el reòstat (4,6 A)

Prendre com a mínim sis mesures d'intensitats de corrent (entre 2,5 i 4,0 A) i els seus corresponents valors d'inducció B_x .

I (A)	B_x (mT)

Representa, utilitzant *Excel*, el camp magnètic creat pel solenoide (component B_x) enfront de la intensitat de corrent que circula.

Calcula la recta que millor s'ajusta a les dades experimentals de la gràfica anterior i inclou el factor de correlació de la mateixa.

A partir del valor del pendent de la recta obtinguda i usant l'equació teòrica (1) que proporciona el valor de la inducció magnètica en el centre d'un solenoide, calcula el valor de la permeabilitat magnètica de l'aire, μ_0

$$(1) B = \mu I \frac{N}{L}$$

Comparar el valor de μ_0 obtingut amb el valor teòric $\mu_0 = 4.10^{-7}$ S.I., indicant el percentatge de discrepància existent i possibles causes d'incertesa de la mesura.

II) Estudi de les línies de camp magnètic al llarg de l'eix del solenoide

Connecta la font d'alimentació (amb $I = 4$ A) a una fracció de 20,24 cm del solenoide (borns rojos, eixides n° 5)

Situa la sonda en el centre del solenoide (graduació 0). Selecciona la component B_x en el teslàmetre i anotar el seu valor. A continuació seleccionar la component B_z i anotar el seu valor.

Repeteix el procediment anterior, però variant en cada cas la distància entre la sonda i el centre del solenoide. Anotar els resultats en una taula.

d	B_x	B_z

Representa $B_x = f(d)$ i $B_z = f(d)$ i interpreta les gràfiques obtingudes.

Qüestions finals

Explicar davall quines condicions és aplicable l'expressió (1) de la inducció magnètica en el centre d'un solenoide.

$$(1) B = \mu I \frac{N}{L}$$

Idear un procediment experimental per a calcular el valor mínim del quocient (longitud / radi) a partir del qual es pot considerar el solenoide infinitament llarg.

En quasi totes les aplicacions tècniques en les que es requereix camps magnètics intensos s'utilitzen bobines enrotllades entorn d'un nucli de ferro o material semblant. Busca els avantatges que aporta esta opció enfront d'una bobina ordinària.

Recursos d'Internet

<http://es.wikipedia.org/wiki/Electromagnetismo>

Teoria

<http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index3.html>

Nivells camps magnètics

<http://exa.unne.edu.ar/depar/arees/fisica/electymagne/TEORIA/electmagnet/magnètic/cMagnetico.html>

Teoria i applet

http://newton.cnice.mecd.es/2bach/campmag/mag_bobina.htm?2&2

Teoria i applets

Ciència, tècnica i societat

Què és i per a què s'utilitza un electroimant? quina avantatge presenta respecte als imants naturals?

Indica dispositius de la vida quotidiana i del camp científic-tecnològic que utilitzen l'acció dels camps magnètics.

Habitualment estem rodejats de camps magnètics generats pels nostres electrodomèstics. Investiga els valors d'estos camps i si resulten perjudicials o no en les condicions ordinàries d'ús.

Final

Elabora un informe final per a penjar-lo en la web de la universitat. Aquest ha d'incloure com a mínim el següent (les indicacions de l'annex et poden orientar):

Títol de l'experiència (curt i que indique clarament de què tracta).

Fotografia dels components del grup, noms i lloc on estudieu.

Introducció (objectiu, data, on heu fet l'experiència ...)

Fonament teòric (resum teòric del fenomen estudiat)

Hipòtesi (què espereu obtenir, quines variables considerareu i com espereu que es comporten...)

Disseny experimental (esquema del muntatge, fotografia, característiques, materials...)

Procediment (explicar les accions realitzades, incloent les observacions que considereu importants)

Mesures i càlculs (taules de valors, magnituds, unitats, i representacions gràfiques...)

Resposta a les qüestions finals

Conclusions (què s'ha demostrat, quines avantatges i inconvenients té vostre disseny experimental i el vostre mètode, altres qüestions relacionades que proposaríeu per a ampliar la investigació ...)

Bibliografia consultada en la forma següent:

Cognom, nom (any de publicació), títol del llibre en cursiva, Editorial, ciutat de publicació, pàgina on està la informació

- Si la font d'informació és Internet, cal incloure l'adreça electrònica.

Annex: ajuda per a elaborar l'informe final

Accions que he de fer	Estarà ben fet si...
1. Escollir un títol per a l'informe	està d'acord amb l'experiència resumeix l'objectiu principal és suggeridor
2. Identificar l'objectiu principal	2.1 està d'acord amb les finalitats del treball realitzat 2.2 comença amb un verb
3. Plantejar la hipòtesi	3.1 s'indiquen les variables dependent i independent 3.2 s'indiquen les variables que es controlen 3.3 es redacten utilitzant la forma: "Si..... aleshores....."
4. Indicar els materials i instruments utilitzats en l'experiència	4.1 s'anoten tots 4.2 s'anomenen correctament
5. Descriure el procediment seguit	5.1 està d'acord amb la hipòtesi 5.2 es descriuen els diferents passos en paràgrafs separats 5.3 els paràgrafs són curts, precisos i concisos 5.4 s'acompanya amb esquemes
6. Transcriure les observacions i les dades	6.1 són sistemàtiques en relació amb la variable independent 6.2 s'utilitzen taules i quadres 6.3 es visualitzen fàcilment 6.4 inclouen observacions sobre aspectes divergents o d'altres
7. Transformar les dades	7.1 si permeten visualitzar i arribar a conclusions en relació amb la hipòtesi plantejada 7.2 si s'utilitzen gràfics o esquemes
8. Redactar les conclusions	8.1 responen a la hipòtesi 8.2 es relacionen amb aspectes teòrics que expliquen els resultats obtinguts 8.3 es diferencien les interpretacions personals de les que són acceptades científicament 8.4 en la redacció s'utilitzen els termes científics adequats i sense errors 8.5 si les frases estan ben construïdes (atenció als connectors)
9. Revisar el text elaborat	9.1 es comprova que una persona que no ha fet l'experiment el pot repetir 9.2 la presentació permet llegir fàcilment el text 9.3 la puntuació i l'ortografia són correctes