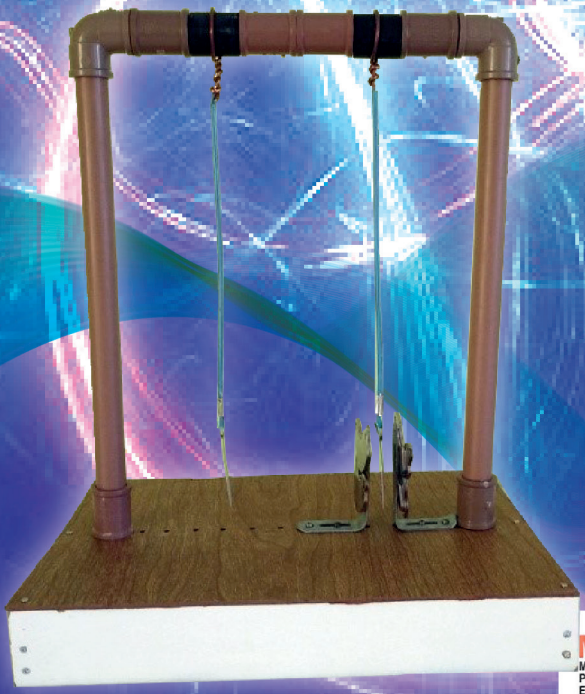
MANUAL
DE CONSTRUÇÃO
E APLICAÇÃO DO

Pêndulo Magnético



MNPEF
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

UFRR

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS 5
APRESENTAÇÃO 7
1. Introdução 9
2. PLANO DE APLICAÇÃO 11
Título da aula: 11
Objetivo: 11
Objetivos Específicos: 11
Conteúdos: 11
Metodologia: 11
Recursos Pedagógicos: 11
Cronograma 11
3. DESCRIÇÃO E MONTAGEM DO PÊNDULO MAGNÉTICO 12
3.1 - Materiais e Componentes 12
3.2 - Descrição dos componentes do “Pêndulo Magnético” 13
4. SUGESTÕES DE LINKS SOBRE A CONSTRUÇÃO DE UM PENDULO MAGNÉTICO: 20
5. SUGESTÃO DE ATIVIDADE: 20

AGRADECIMENTOS

Muitos são os agradecimentos a fazer ao término deste trabalho.

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que iluminou o meu caminho durante esta jornada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Eliel Eleutério Farias, pelo respeito, seriedade e dedicação com que me orientou ao longo deste trabalho.

A Universidade Federal de Roraima que possibilitou a execução deste manual.

A Sociedade Brasileira de Física (SBF), pelas orientações durante a execução deste trabalho.

À Capes, pelo apoio financeiro concedido através da bolsa de estudo.

APRESENTAÇÃO

É de conhecimento de todos quanto ao vasto conteúdo que se tem que ministrar durante todo o ano letivo, turmas lotadas e de diferentes níveis de aprendizagens. Buscando alcançar a maioria dos conteúdos a serem abordados e, principalmente, o interesse dos alunos pela disciplina de Física, pensou-se em produzir algo concreto e que relacionasse os conteúdos ensinados ao cotidiano de cada aluno e que pudesse despertar neles o interesse sobre a aplicabilidade dos fenômenos físicos. Então, teve se a ideia de construir o "Pêndulo Magnético" para estudar a indução eletromagnética, fenômeno analisado por Faraday, com a contribuição de Lenz quanto ao sentido da corrente produzida e as correntes de Foucault.

Este manual tem como principal objetivo auxiliar o professor ou qualquer outra pessoa que se interessa em descobrir os fenômenos eletromagnéticos que estão sendo analisados através do experimento denominado "Pêndulo magnético" que foi construído pelos alunos do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Presidente Tancredo Neves na cidade de Boa Vista – RR.

Será descrito todo o material utilizado na construção do "Pêndulo Magnético", e também será disponibilizado um croqui da montagem das peças.

Espera-se dessa maneira contribuir para que o professor tenha um material a mais disponível para utilizar em suas aulas, de maneira que venha possibilitar ao aluno uma melhoria em sua aprendizagem.

Professora Vanici P. Martins Barreto

1 Introdução

A Física surgiu através do homem e sua efetiva necessidade em ter maior conhecimento acerca do mundo em que vivia, mundo este que se formava de maneira natural. O homem passou, então, a constatar que havia uma grande necessidade de se dominar as forças da natureza, e, consequentemente, surgiu a necessidade de se examinar de que forma ele poderia ter benefícios em face disso.

A Eletricidade como hoje é denominada, não era completamente desconhecida. Mesmo após Talles de Mileto ter constatado a cargas elétricas em corpos atritados, William Gilbert (1544 – 1603) físico e médico, famoso por seus estudos de magnetismo, no final do século XVI descobriu que certos materiais, principalmente de cristais, se atraíam quando eram esfregados, ou seja, quando eram atritados, o que o levou a conceituar esses materiais como elétricos.

Alguns fenômenos como a atração dos materiais e o magnetismo de alguns objetos, até então, eram desconhecidos, o que despertou a curiosidade dos estudiosos daquele período, que consideravam aqueles acontecimentos como misteriosos. Muitos eram os questionamentos acerca de tantos elementos ainda ignorados, principalmente no que se referia à atração.

Dessa forma, pensando em contribuir para que o conteúdo da eletricidade e eletromagnetismo, em especial as Leis de Faraday e Lenz , com ênfase nas correntes de Foucault, torne-se mais atrativo aos alunos, iremos abordara neste manual, construção do aparato experimental como estratégia pedagógica na explanação dos conceitos físicos, pois, uma forma de minimizar essas dificuldades é a utilização de experimentos como uma metodologia auxiliar no ensino aprendizagem.

A utilização do Experimento da Corrente de Foucault como ferramenta pedagógica, permite a abordagem dos conteúdos inerentes à eletricidade e ao magnetismo, tais como: Leis de Faraday e Lenz, correntes de Foucault, além de analisar a força eletromagnética envolvida neste experimento, que será responsável pelo freio magnético.

2 PLANO DE APLICAÇÃO

Título da aula:
Leis de Faraday e Lenz aplicadas as correntes de Foucault.

Objetivo:
Comprovar as correntes de Foucault em um freio magnético.

Objetivos Específicos:

- Trazer para discussão a criação de pontes entre teoria e a prática;
- Compreender o que são as correntes de Foucault;
- Analisar porque ocorre a influência das correntes de Foucault;
- Verificar a utilização das correntes de Foucault no dia a dia.

Conteúdos:
Leis de Faraday, Leis de Lenz, correntes de Foucault e força eletromagnética.

Metodologia:
Este plano de ação fundamenta-se inicialmente no estudo da Lei de Faraday e Lei de Lenz. Sendo realizado na Escola Estadual Presidente Tancredo Neves na terceira série do Ensino Médio. O projeto foi realizado em três etapas. Sendo a primeira através de um questionário investigativo o qual foi apresentado aos alunos antes da realização do experimento, a fim de avaliar o conhecimento prévio de cada um. Na segunda etapa os grupos já formados realizaram encontro na escola para a confecção do aparato experimental, o qual foi feito com materiais de baixo custo, com o intuito de não trazer gastos para os alunos. Após montado e explicado o experimento, foi analisado os fenômenos físicos nele contido. E em um terceiro momento foi aplicado novamente um questionário para verificar se houve contribuição na aprendizagem dos alunos. Tendo sido avaliados em através dos questionários aplicados.

Recursos Pedagógicos:
Data-show, quadro branco, pincel e o aparato experimental.

Cronograma

N°	ATIVIDADE
01	Avaliação pré – experimento
02	Aula teórica sobre a Leis de Faraday e Lenz com aplicação nas correntes de Foucault e força eletromagnética.
03	Construção do experimento Pêndulo Magnético
04	Demonstração do experimento e utilização do mesmo.
05	Avaliação pós – experimento

3 DESCRIÇÃO E MONTAGEM DO PÊNDULO MAGNÉTICO

A seguir, descreveremos cuidadosamente cada material utilizado e suas dimensões, bem como o procedimento da montagem ao final desta seção expondo um croqui para melhor auxiliar a sua montagem.

3.1 - Materiais e Componentes

- 6 joelhos para cano de 20mm.
- 9 canos em pvc de 20 mm de 3 cm de comprimento.
- 6 luvas para cano de 20mm.
- 2 canos em pvc de 20 mm de 6 cm de comprimento.
- 2 fios de cobre de 23 cm de comprimento após ser enrolado (fio cabo 6).
- 2 canudos de refrigerante.
- 2 canos eletroduto de 25 mm de 3 cm de comprimento.
- 2 canos em pvc de 20 mm medindo 30 cm de comprimento.
- 2 braçadeiras com gancho feita de alumínio recortada de lata de refrigerante para fixação da placa.
- 2 placas de alumínio (neste experimento foi utilizado placas de alumínio retiradas do dissipador de calor encontrado em televisores antigos e posteriormente essas placas foram lixadas), medindo 9,5 cm de comprimento, 3,5 cm de largura e 1mm de espessura.
- 4 imãs retirados de um HD de computador com 4 cm de comprimento e 2 cm de largura (podendo ser substituídos por ímãs de alto falante).
- 2 cantoneiras medindo 7 cm de altura, 5 cm de largura e 1 mm de espessura (neste experimento foi utilizado como cantoneira dois suportes de lâmpada fluorescente).
- 1 base de madeira horizontal medindo 33 cm de comprimento, 23 cm de largura e 0,5 cm de espessura.
- 2 bases de madeira lateral medindo 19,5 cm de comprimento, 5 cm de altura e 2 cm de espessura.
- 2 “T” para cano de 20 mm.
- 2 bases de madeira lateral medindo 33 cm de comprimento, 5 cm de altura e 2 cm de espessura.
- 14 pregos.
- 4 parafusos.
- 4 porcas.
- 4 arruelas.

3.2 - Descrição dos componentes do “Pêndulo Magnético”

Após a escolha dos materiais para a montagem do ”Pêndulo Magnético”, faz-se necessário à descrição de cada componente, bem como, a sua funcionalidade no processo de montagem.

Figura 1: Suporte para fixação da base vertical.
Fonte: A autora.

A figura representa um “T” e joelhos para cano de 20 mm que estão conectados através de recorte de cano de 20 mm de comprimento 3 cm e que será utilizado para melhor fixação da base do pêndulo.

Figura 2: Ímãs
Fonte: A autora

A figura representa 4 ímãs medindo 4 cm de comprimento e 2 cm de largura.

Figura 3: Base horizontal para sustentação do pêndulo.
Fonte: A autora

A figura representa a base horizontal, construído com uma tábua e quatro suportes de madeira, para dar formato na caixa onde será fixado o pêndulo, medindo 33 cm de comprimento, 23 cm de largura e 5 cm de altura. A base horizontal tem 12 orifícios de 0,5 cm de diâmetro distanciados por 1 cm para facilitar a variação das distâncias entre os pêndulos.

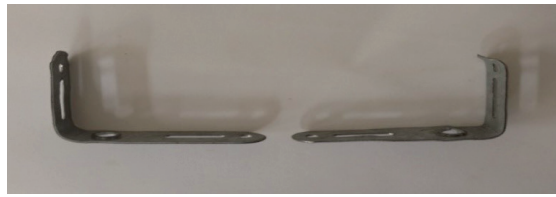


Figura 4: Cantoneiras para suporte dos ímãs
Fonte: A autora

Esse componente fixará os ímãs, e tem 7 cm de altura, 5 cm de largura e 1 mm de espessura.

Figura 5: Hastes verticais
Fonte: A autora

Peças de cano de pvc de 20 mm de diâmetro com 30 cm de comprimento, que será montado na vertical, apoiado em duas luvas e dois recortes de cano de pvc de 3 cm de comprimento, ao que chamamos de suporte intermediário.

Figura 6: Suporte intermediário
Fonte: A autora

Esse suporte intermediário é composto por duas luvas para cano de 20 mm conectadas a um pedaço de cano de 20mm medindo 3 cm de comprimento e a outro pedaço de cano de 20 mm de 6 cm de comprimento.

Figura 7: Joelho de 20 mm
Fonte: A autora

Joelhos para cano de 20mm, servirão para encaixar as demais peças ao pêndulo magnético.

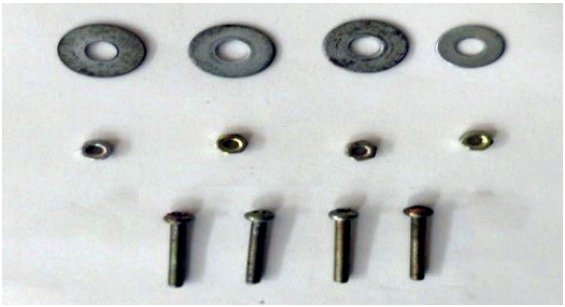


Figura 8: Parafusos, arruelas e porcas
Fonte: A autora

Foram usados 4 parafusos, 4 porcas e 4 arruelas para fixação das cantoneiras onde foram colocados os ímãs.

Figura 9: Placa de alumínio
Fonte: A autora

Esse componente é uma placa de alumínio, medindo 9,5 cm de comprimento, 3,5 cm de largura e 1 mm de espessura.

Figura 10: Pêndulo
Fonte: A autora

Esses componentes são dois fios de cobre medindo 23 cm de comprimento cada um após ser enrolado ao cano de eletroduto, onde ficará suspensa a placa de alumínio.

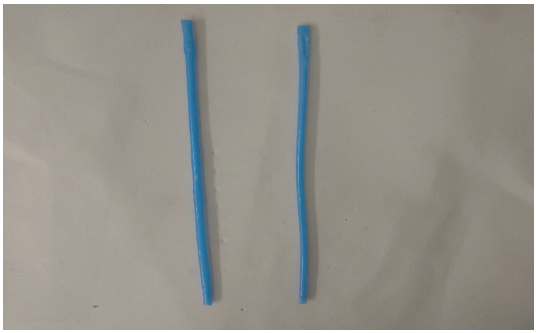


Figura 11: canudo de refrigerante
Fonte: A autora

Estes dois canudos de refrigerante serão utilizados para envolver os fios de cobre do pêndulo magnético, para que não haja contato físico entre a placa de alumínio e o fio de cobre, de modo que não haja circulação das cargas elétricas entre esses materiais.

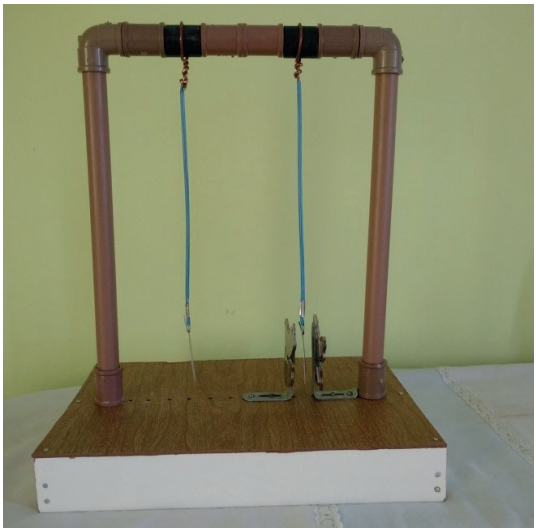


Figura 12: O produto educacional (Pêndulo Magnético)
Fonte: A autora

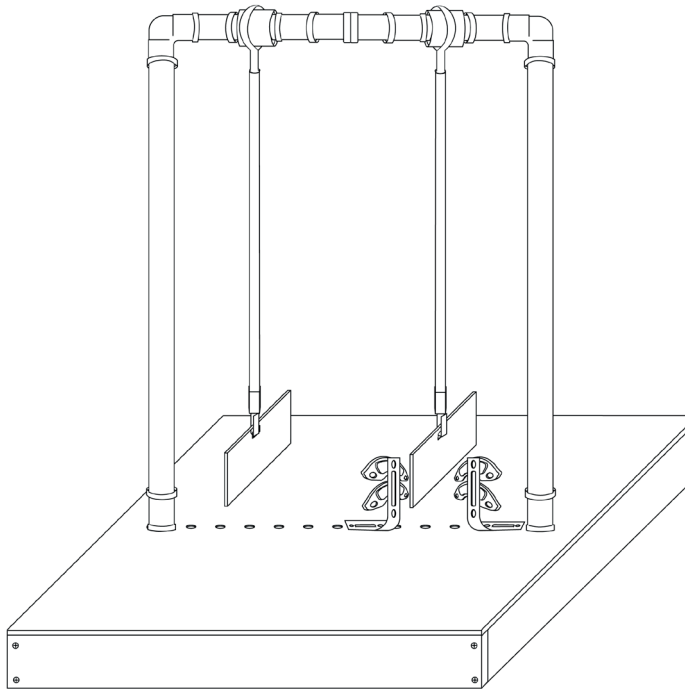
Como pode-se perceber, o aparato experimental foi construído com material de baixo custo, o que viabiliza sua construção. Uma das vantagens de se trabalhar com esse tipo de material é a facilidade para encontrar, e como indica, a aquisição ser acessível a todos, inclusive aos alunos, por muitos serem de baixa renda. Porém, tivemos um impasse quanto aos imãs utilizados nesses experimentos, pois aqui no Estado de

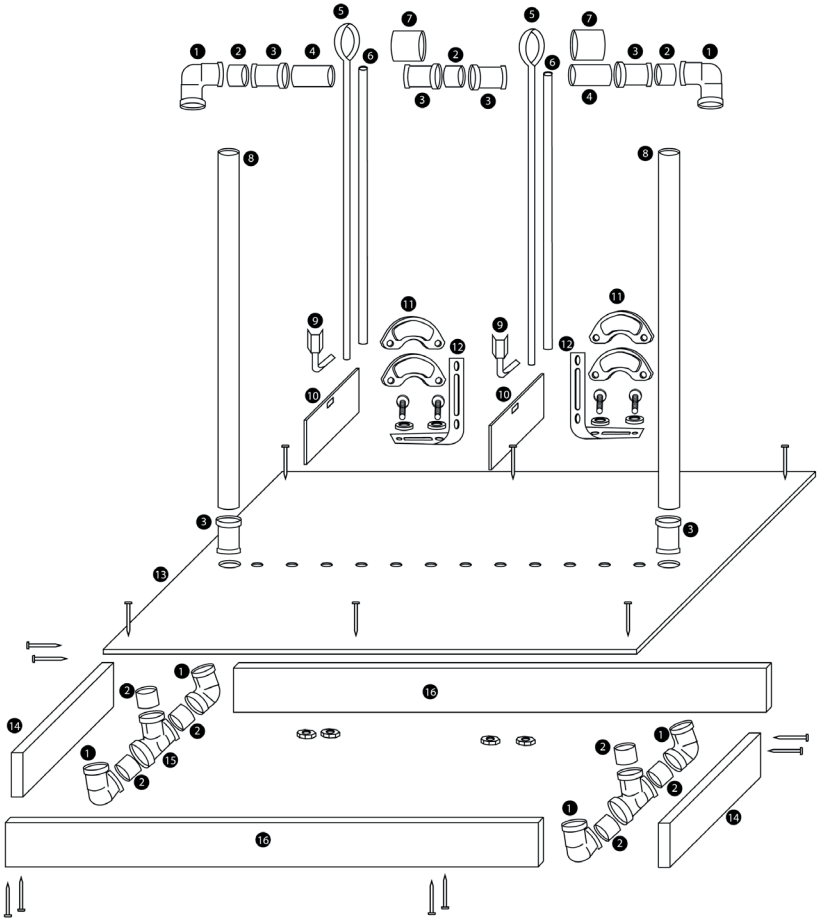
Roraima não temos facilidade em encontrar imãs apropriados para realização de experimento, o que faz-se necessário recorrer a outro Estado para aquisição, tornando o custo do experimento elevado. Sendo assim, recorremos a utilização de ímãs retirados de HD de computador, o que nos impossibilitou de sabermos o valor do campo magnético produzido por cada ímã, mas isso não retira a eficácia da comprovação das correntes de Foucault, pois sabemos que essas correntes serão maiores ou menores devido à variação do fluxo magnético.

Como sugestão, pode-se também fazer uso de ímãs de autofalantes como uma outra alternativa para comprovações das correntes de Foucault e fazer um paralelo para verificar qual dos dois tipos de imãs contribuem para melhor formação dessas correntes, também conhecidas como correntes parasitas.

Outra análise que pode ser feita é variar a área da placa, pois a placa de alumínio utilizada nesse experimento possui 9,5 cm de comprimento, 3,5 cm de largura e 1 mm de espessura, e tendo assim a possibilidade de verificar o que acontecerá, pois sabe-se que essas dimensões irão contribui para a formação do freio magnético, pois se área for menor o freio magnético será maior.

Dada a devida importância a Lei de Faraday e Lei de Lenz com comprovações das correntes de Foucault, o professor, se achar necessário, pode variar o material utilizado na placa, a distância entre os ímãs, a quantidade de ímãs e o formato da placa e suas dimensões. Tudo isso o professor pode estar fazendo para verificar se realmente os alunos conseguiram assimilar o conteúdo. Para melhor esclarecimento, segue-se abaixo o roteiro da montagem do Pêndulo Magnético.





ITEM	PEÇA	QUANT.
1	JOELHO (Ø 20mm)	6
2	CANO EM PVC 3 cm (Ø 20 mm)	9
3	LUVA (Ø 20mm)	6
4	CANO EM PVC 6 cm (Ø 20mm)	2
5	FIO DE COBRE	2
6	CANUDOS DE REFRIGERANTE	2
7	CANO ELETRODUTO 3 cm (Ø 25mm)	2
8	CANO EM PVC 30 cm (Ø 20mm)	2

ITEM	PEÇA	QUANT.
9	BRAÇADEIRA COM GANCHO	2
10	PLACA DE ALUMÍNIO	2
11	IMÃS	4
12	CANTONEIRA	2
13	BASE DE MADEIRA HORIZONTAL	1
14	BASE DE MADEIRA LATERAL	2
15	TÊ (Ø 20mm)	2
16	BASE DE MADEIRA LATERAL	2

	QUANT.
	4
	4
	4
	14

Figura 13: Roteiro de montagem do Pêndulo Magnético

4 SUGESTÕES DE LINKS SOBRE A CONSTRUÇÃO DE UM PENDULO MAGNÉTICO:

https://www.youtube.com/watch?v=HAq1AmBHk4o

http://www.fis.unb.br/gefis/index.php?option=com_content&view=article&id=208&Itemid=327

5 SUGESTÃO DE ATIVIDADE:

1. No seu entendimento qual a melhor explicação para o conceito de campo magnético:

   a) É a região do espaço na qual se realiza a interação magnética entre dois objetos que apresentam propriedades magnéticas.
   b) Região que fica entre os dois ímãs quando colocados um próximo do outro
   c) É a atração de objetos
   d) É a repulsão de objetos

2. Faraday verificou a f.e.m. Induzida em diversas experiências, constatando a variação do fluxo magnético no circuito. Baseado em seus conhecimentos assinale a alternativa que caracteriza o fluxo magnético:

   a) É o campo magnético do ímã.
   b) É a quantidade de campo magnético que passa em uma determinada área do ímã.
   c) É a rapidez com que os corpos são atraídos.
   d) É a quantidade de ímã que será usado.

3. Em que consiste a indução eletromagnética:

   a) Consiste no aparecimento de uma corrente elétrica em virtude da variação do fluxo magnético perto de um condutor.
   b) Consiste no aumento de temperatura do corpo quando este é colocado na presença de um campo magnético.
   c) Consiste no surgimento de um campo eletromagnético.
   d) Consiste no surgimento de cargas elétricas.

4. Ao estudarmos as correntes de Foucault, compreendemos a corrente elétrica induzida no interior de um material condutor, por meio de um campo magnético. Assim, quais dos cientistas abaixo contribuíram para a lei da indução magnética?

   a) Oersted e Faraday
   b) Lenz e Oersted
   c) Faraday e Lenz
   d) Àmpere e Oersted

5. Os experimentos de Lenz demonstram o sentido da corrente induzida quando certos materiais são colocados em uma variação de fluxo do campo magnético. O que acontecerá se aumentarmos o fluxo magnético nesses materiais?

   a) O sentido da corrente será contrário ao campo magnético que originou essa corrente
   b) O sentido da corrente será o mesmo do campo magnético que originou essa corrente
   c) O sentido da corrente não sofrerá alteração.
   d) O sentido da corrente depende do material.

6. Quais materiais não serão atraídos por ímãs?

   a) Alumínio e ferro.
   b) Ferro e cobre.
   c) Alumínio e cobre.
   d) Prata e níquel.

7. Sabemos que existem materiais que podem ou não serem atraídos por imãs. E essas substâncias são denominadas ferromagnéticas, paramagnéticas e diamagnéticas. Baseando-se nisso identifique o que são substâncias ferromagnéticas:

   a) São substâncias que colocadas na presença de um imã se magnetizam fortemente.
   b) São substâncias que colocadas na presença de um imã, se magnetizam muito fracamente.
   c) São substâncias que colocadas na presença de um imã, se magnetizam muito devagar.
   d) São substâncias que na presença ou na ausência de ímãs se magnetizam facilmente.

8. Sabemos que existem materiais que podem ou não serem atraídos por imãs. E essas substâncias são denominadas ferromagnéticas, paramagnéticas e diamagnéticas. Baseando-se nisso identifique o que são substâncias paramagnéticas:

   a) São substâncias que colocadas na presença de um imã se magnetizam fortemente.
   b) São substâncias que colocadas na presença de um imã, se magnetizam muito fracamente.
   c) São substâncias que colocadas na presença de um imã, se magnetizam muito devagar.
   d) São substâncias que na presença ou na ausência de ímãs se magnetizam facilmente.

9. Dentro do conhecimento de eletromagnetismo podemos identificar as correntes induzidas. Assim, assinale a alternativa que identifica a presença dessas correntes:

   a) Quando tivermos materiais isolantes.
   b) Quando permanecer o mesmo fluxo magnético.
   c) Quando tivermos somente imãs superpotentes.
   d) Quando variar o fluxo magnético.

10. Sabemos que as correntes induzidas surgem em condutores devido à variação do fluxo do campo magnético sendo denominadas correntes de Foucault, devido a sua característica particular, como também são conhecidas?

   a) Ligeiras
   b) Constantes
   c) Lentas
   d) Parasitas

MNPEF
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

UFRR

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA