



BCJ-0203 Fenômenos Eletromagnéticos

Experimento 2

Capacitor Variável de Placas

Paralelas

| |
|------|
| Nota |
|------|

| |
|-----------|
| Professor |
|-----------|

| |
|------|
| Data |
|------|

| |
|----------|
| / / 2018 |
|----------|

| |
|-------|
| Grupo |
|-------|

| Nome | RA |
|------|----|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Introdução e Objetivos

O capacitor é um componente que tem como finalidade armazenar energia elétrica. Os capacitores se apresentam numa variedade de formas e tamanhos. O mais comum, entretanto, é formado por duas placas condutoras paralelas, de área A , também denominadas de *armaduras*, separadas de uma distância d por um material isolante ou *dielétrico*, como mostrado na Figura 1a.

Na Figura 1b está ilustrado como as linhas do campo elétrico, \vec{E} , se distribuem em um capacitor desse tipo. Quando a distância entre as placas for menor que suas dimensões, a distorção do campo elétrico nas bordas do capacitor é desprezível.

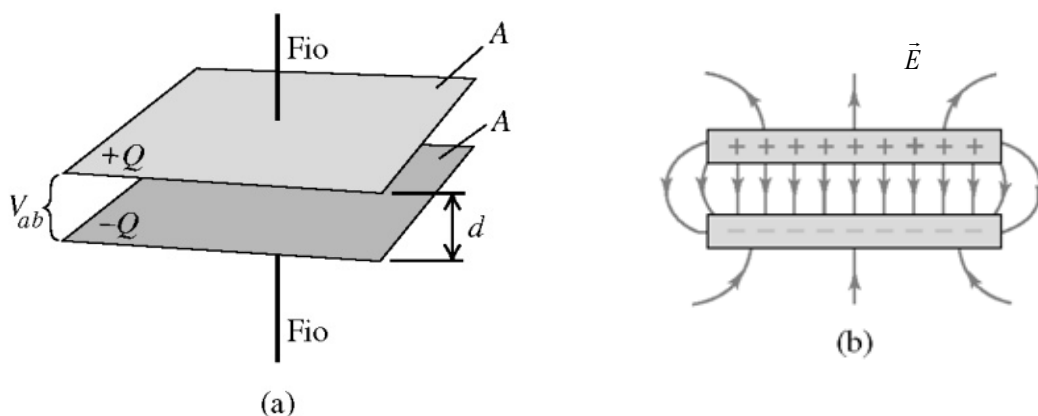


Figura 1 – (a) Um capacitor de placas paralelas carregado; (b) vista lateral do campo elétrico \vec{E} .

Quando um capacitor está carregado, suas placas possuem cargas iguais e opostas, $+Q$ e $-Q$, embora nossa referência à carga do capacitor seja expressa simplesmente por Q . Como as placas são condutoras, há uma *diferença de potencial* V_{ab} (Figura 1a) entre as mesmas. A carga, Q , e a diferença de potencial, V_{ab} , para um capacitor são proporcionais, podendo a relação entre elas ser escrita como:

$$Q = C \cdot V_{ab} \quad (1)$$

A constante de proporcionalidade C é chamada de *capacitância* do capacitor e representa uma medida da quantidade de carga que pode ser armazenada em suas placas quando entre elas houver uma diferença de potencial V_{ab} , ou seja, a constante C dá uma medida da capacidade de armazenamento do capacitor.

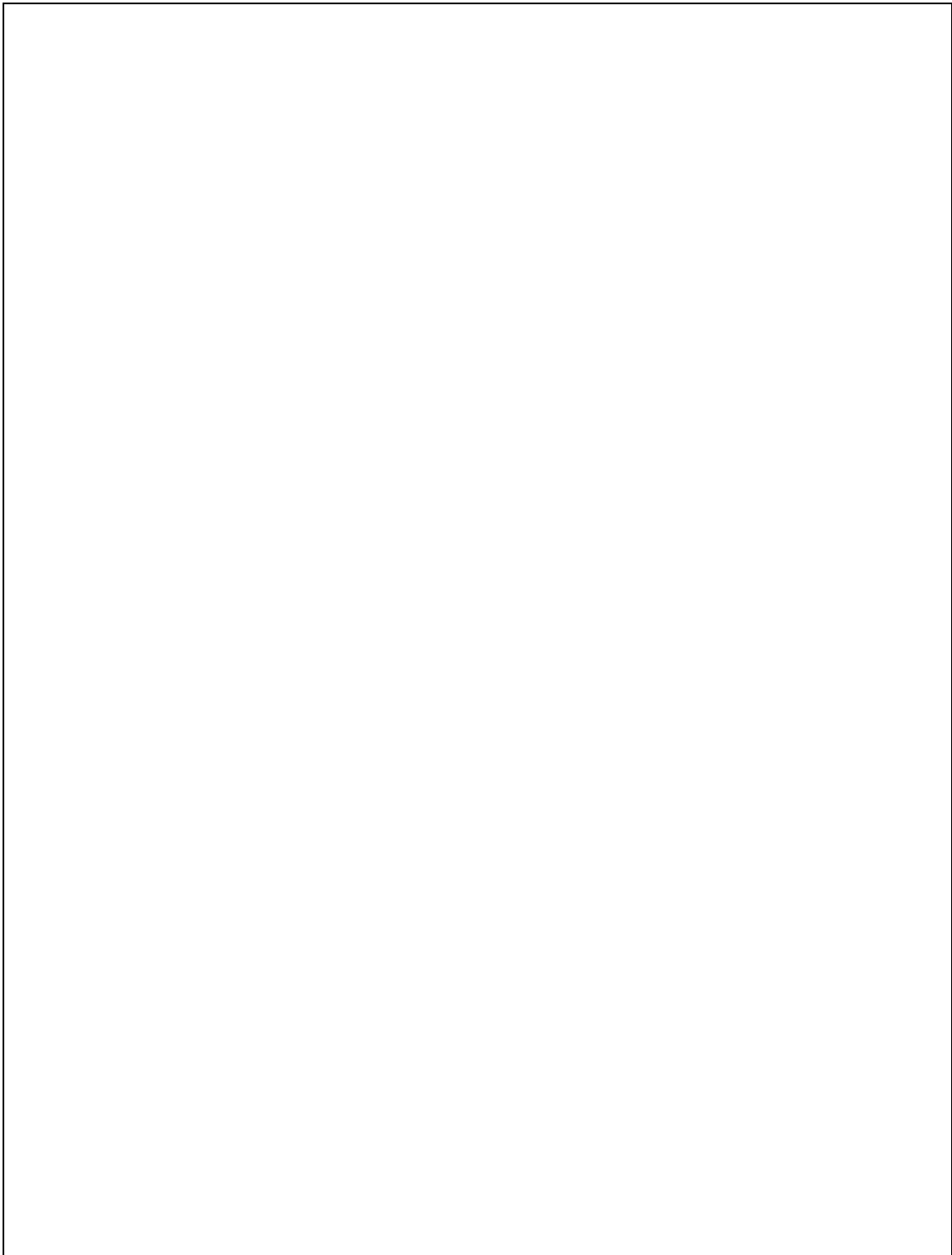
O objetivo principal desse experimento é o de verificar a real relação que existe entre a distância das placas d de um capacitor variável de placas paralelas e sua capacitância C , analisando os limites de validade da Eq. (2), obtida para um caso idealizado.

Questão 1 (10 pontos)

Partindo **EXPLICITAMENTE** da lei de Gauss, demonstre que

$$C = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \quad (2)$$

para um capacitor de placas paralelas ideal no vácuo, onde A é a área de cada uma das placas, d a distância de separação entre elas e ε_0 é a permissividade do vácuo.



Procedimento Experimental, Coleta e Análise de Dados

Neste experimento, utilizaremos um capacitor de placas paralelas, que consiste de dois discos de metal fixados em torres isolantes móveis paralelamente entre si, em que a distância entre os discos pode ser variada.

Identifique os materiais que serão utilizados*, os procedimentos e cuidados conforme vídeo explicativo: <http://www.youtube.com/watch?v=NEeb8NXk6n0>

ATIVIDADE

Primeiramente, meça o valor da capacitância residual[†] da sua montagem experimental e sua respectiva incerteza.

$$C_{\text{residual}} = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{ pF}$$

Movimente os discos do capacitor até encostá-los um no outro. (Nos equipamentos dotados de parafuso de ajuste da distância entre as discos, tenha o cuidado de NÃO FORÇAR DEMASIADAMENTE o mesmo!)

Posicione os discos de modo a deixar uma distância de 1 mm entre eles (nos equipamentos dotados de parafuso de ajuste, gire a chave uma volta completa). Conecte o capacitor ao multímetro e meça a capacitância. Desconecte um dos cabos e, com um paquímetro, meça a distância de separação entre as placas em 3 pontos distintos da borda dos discos, conforme explicado no vídeo. Repita esse procedimento mais nove vezes, aumentando a distância entre os discos de 1 mm em 1 mm aproximadamente.

Questão 2 (20 pontos)

Preencha a tabela abaixo com os dados obtidos pelo procedimento acima.

* Capacitor variável de placas paralelas; 1 multímetro digital com medida de capacitância; cabos para conexão; paquímetro; folhas de papel.

[†] **Nota:** Para melhorar a precisão da medida de pequenos valores de capacitância, registre a leitura com os cabos de prova desconectados do capacitor. O valor da capacitância do capacitor será o valor medido quando este é conectado ao multímetro, C_{medido} , subtraído dessa capacitância residual, ou seja, $C_{\text{Capacitor}} = C_{\text{medido}} - C_{\text{residual}}$

Tabela1: _____

| Medida # | d_1 (mm) | d_2 (mm) | d_3 (mm) | \bar{d} (mm) | $\sigma_{\bar{d}}$ (mm) | $C_{Capacitor}$ (pF) | $\sigma C_{Capacitor}$ (pF) |
|----------|------------|------------|------------|----------------|-------------------------|----------------------|-----------------------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |

Questão 3 (10 pontos)

Meça o diâmetro das placas do capacitor, escolha e indique uma das linhas de dados da tabela anterior e determine a permissividade elétrica do ar. Compare o valor encontrado com o valor da permissividade do vácuo ϵ_0 ($\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$).

Questão 4 (20 pontos).

Construa um gráfico da capacitância em função da distância d entre as placas.

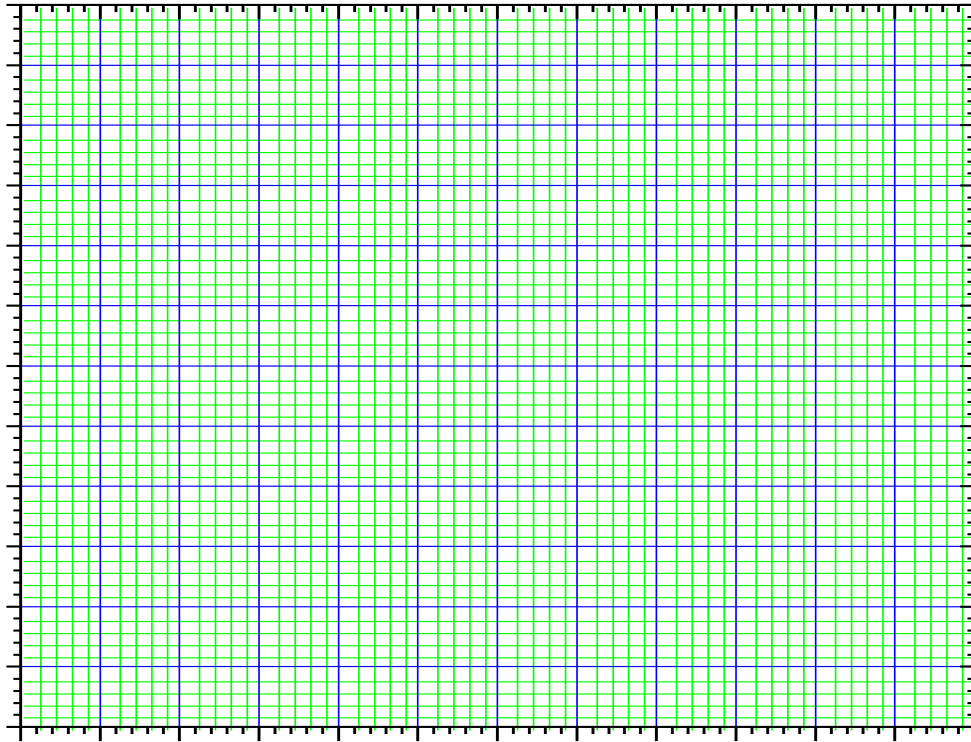


Gráfico 1. _____

Questão 4 (20 pontos)

Construa o gráfico da capacitância, C , em função do inverso da distância entre as placas do capacitor, $w = 1/d$. Para isso, preencha a tabela abaixo com os dados da tabela 1, determinando a incerteza em w por propagação de erro.

Tabela 2: _____

| $w = 1/d$ (m ⁻¹) | σ_w (m ⁻¹) | $C_{\text{Capacitor}}$ (pF) | $\sigma C_{\text{Capacitor}}$ (pF) |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

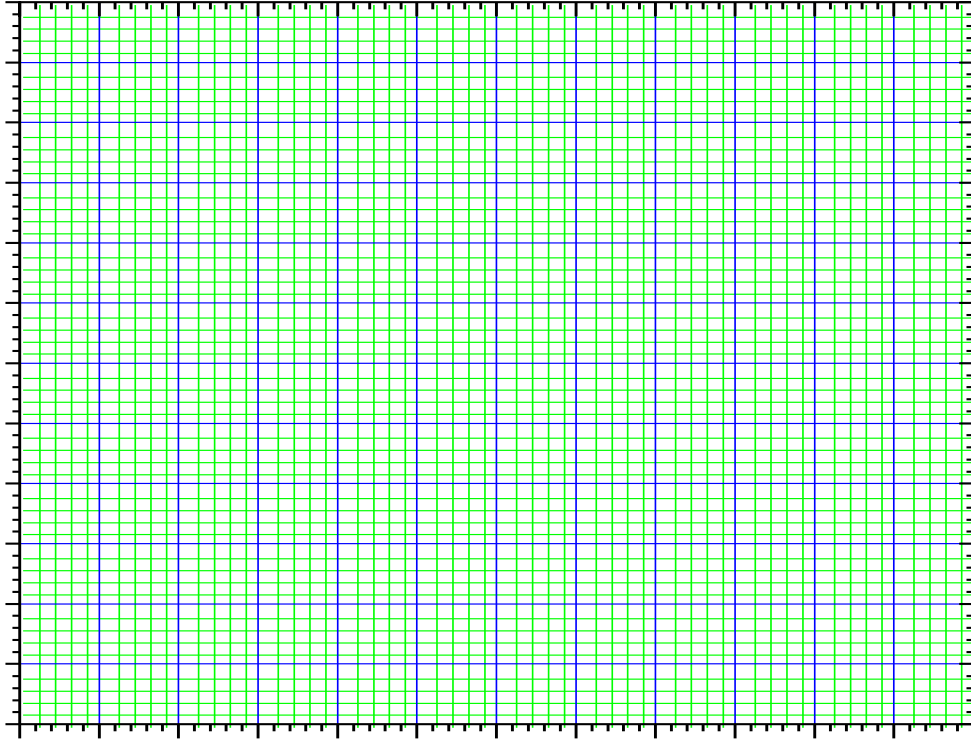


Gráfico 2. _____

Questão 5 (10 pontos)

- (a) (7 pontos) No gráfico de C versus $1/d$ (w), desenhe a reta que melhor se ajusta aos dados e determine seu coeficiente angular.

(b) (3 pontos) Qual o significado desse coeficiente?

Questão 6 (10 pontos)

Ajuste a distância entre as placas para aproximadamente 1 mm.

(a) (3 pontos) O que ocorre com a capacitância ao inserimos uma folha de papel entre as placas?

(b) (7 pontos) Explique o fenômeno observado a nível microscópico.

Referências

[1] VUOLO, José Henrique. *Fundamentos da teoria de erros*. 2ª ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1996. 249 p. ISBN 8521200560.
[2] YOUNG, Hugh D., FREEDMAN, Roger A., FORD, A. Lewis, *Sears & Zemansky – Física III*, 12ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009. 245 p. ISBN 978-85-88639-34-8.
[3] HALLIDAY, RESNICK, WALKER, *Fundamentos de Física – vol. 3*, 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 2009. 395 p. ISBN 978-85-216-1607-8.