

1 Objetivos

- Determinar experimentalmente a permitividade elétrica do vázio (ϵ_0) utilizando um condensador de placas paralelas.
- Investigar experimentalmente a relação entre a capacidade elétrica e a área das placas de um condensador $C \propto A$
- Determinar a permitividade relativa (ϵ_r) de um ou mais materiais dielétricos finos (por exemplo, papel de celulose, polímero, entre outros).

2 Introdução teórica

Quando se aplica uma diferença de potencial entre dois condutores, é criado no espaço entre eles um campo elétrico. Esse campo faz com que as cargas elétricas se movam até se acumularem nas superfícies dos condutores (positivo de um lado, negativo do outro), i.e., uma separação de cargas. Um condensador é um dispositivo que é capaz de armazenar carga elétrica. A capacidade elétrica C é definida por

$$C = \frac{Q}{V}$$

onde Q é a carga armazenada ($+Q$ na placa carregada positivamente e $-Q$ na placa carregada negativamente) e V a diferença de potencial. Para um condensador de placas paralelas, desprezando efeitos de borda, a capacidade é dada por

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$$

sendo A a área efetiva de sobreposição das placas, d a distância entre as placas, $\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$ a permitividade do vázio e ϵ_r a permitividade elétrica relativa do material.

No caso do ar, $\epsilon_r \approx 1$ pelo que é possível determinar experimentalmente ϵ_0 .

Nesta atividade pretende-se manter a distância entre placas aproximadamente constante e estudar a influência da área na capacidade elétrica. O modelo teórico prevê que:

$$C \propto A$$

Segurança: Não toque no condensador durante as medições, uma vez que o corpo humano introduz capacidades parasitas que afetam os resultados experimentais. Evitar deformar ou dobrar as placas dos condensadores.

3 Atividade experimental

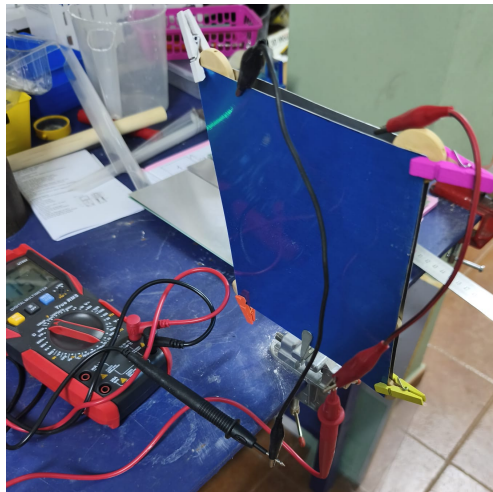


Figura 1 - Montagem experimental

A atividade divide-se em duas experiências.

3.1 Experiência 1 – Determinação de ε_0

Pretende-se estudar a variação da capacidade elétrica em função da área das placas. Utilizando cinco condensadores de placas paralelas construídos com diferentes áreas:

- medir a capacidade elétrica de cada condensador;
- investigar a dependência entre capacidade e a área;
- validar o modelo teórico do condensador de placas paralelas;
- determinar experimentalmente ε_0 .

3.2 Experiência 2 – Determinação de ε_r

Pretende-se determinar a permissividade relativa de materiais dielétricos finos. Para cada material:

- medir a espessura;
- inserir o material entre as placas do condensador;
- medir a capacidade elétrica;
- determinar a permissividade relativa ε_r ;
- comparar os valores obtidos com os valores encontrados na literatura.

4 Material necessário

- Conjunto de cinco condensadores de placas paralelas com áreas diferentes;
- capacitímetro digital (menor divisão 0,001 nF ou 0,01 nF);
- cabos de ligação;
- régua ou craveira;
- micrómetro;

- folha de papel de celulose;
- folha de polímero;

5 Procedimento

5.1 Experiência 1 – Determinação de ε_0

- Medir o comprimento x e a largura y de cada condensador.
- determinar a área das placas;
- medir a espessura dos espaçadores (será a estimativa da distância d);
- usando molas, segurar as placas nos vértices;
- ligar o capacitímetro às placas do condensador (usar crocodilos na ponta de prova);
- medir a capacidade (verifique a estabilidade da leitura.);
- repetir o procedimento para os restantes condensadores;
- garantir que não existem objetos condutores próximos das placas durante as medições.

5.2 Experiência 2 – Determinação de ε_r

- Medir a espessura dos materiais usados para intercalar nas placas do condensador;
- cortar a amostra (dielétrico) com a mesma dimensão da placa e inserir completamente nas placas;
- usando molas, segurar as placas nos vértices;
- medir a capacidade $C(\text{material})$.

6 Tratamento dos dados experimentais

6.1 Experiência 1 – Determinação de ε_0

6.1.1 Representação inicial

Organize os dados e a incerteza associada numa tabela na forma:

Condensador	$x/_{--}$	$y/_{--}$	$A/_{--}$	$C/_{--}$
1				
2				
3				
4				
5				

Análise exploratória dos dados:

- Represente graficamente os valores experimentais da capacidade em função da área. $C = f(A)$;
- descreva qualitativamente a evolução observada;
- o gráfico obtido sugere uma relação linear entre as variáveis C e A ? Justifique.

6.1.2 Investigação do Modelo

Pretende-se determinar qual o modelo matemático mais compatível com os dados experimentais.

Hipótese: Admita que a capacidade elétrica é diretamente proporcional à área.

- Mostre que esta hipótese pode ser escrita na forma $y = a_0 + a_1x$ e identifique a variável x ;
- determine: $a_0 \pm \mu_{a_0}$ e $a_1 \pm \mu_{a_1}$;
- A teoria prevê alguma condição particular para a ordenada na origem?
- Analise se o resultado experimental é compatível com essa previsão.
- Determine um valor experimental de ε_0 .
- O que é que a teoria prevê para a_0 ?
- O intervalo $[a_0 - \mu_{a_0}, a_0 + \mu_{a_0}]$ contém o valor zero?
- O que permite concluir acerca da validade do modelo?

6.1.3 Experiência 2 – Determinação de ε_r

- Construa uma tabela da forma:

Material	$e/$ _____	$C(ar)/$ ___	$C(material)/$ __	ε_r
Papel				
Plástico				
...	...	...	...	...

- Estabeleça a expressão: $\varepsilon_r = \frac{C_{material}}{C_{ar}}$
- Determine ε_r para cada material.

7 Questões de discussão

7.1 Análise do modelo

- A capacidade aumenta ou diminui quando aumenta a área das placas? O resultado está de acordo com o modelo teórico?
- Que grandezas tiveram de ser mantidas constantes para que fosse possível testar diretamente a proporcionalidade entre C e A ?
- Qual o significado físico da ordenada na origem (a_0) ?
- A teoria prevê $a_0 = 0$. O resultado experimental é compatível com essa previsão?
- Se a ordenada na origem não for compatível com zero, que grandezas poderão contribuir para a capacidade medida?
- Qual poderá ser o significado físico da ordenada na origem a_0 ?
- Qual o significado físico do declive (a_1) do ajustamento linear?

7.2 Determinação de ε_0

- Os valores obtidos para ε_0 são compatíveis com o valor de referência apresentado na introdução teórica?
- Caso existam diferenças significativas, proponha possíveis causas experimentais.

7.3 Determinação de ε_r

- Porque aumenta a capacidade do condensador quando se introduz um dielétrico entre as placas?
- Qual dos materiais estudados apresentou maior valor de ε_r ?
- Os valores obtidos são compatíveis com os valores encontrados na literatura?

7.4 Análise crítica dos resultados

- O gráfico mostra uma tendência aproximadamente linear, mas isso é suficiente para validar completamente o modelo de condensador de placas paralelas? Justifique.
- Que efeitos experimentais poderão explicar desvios relativamente ao modelo ideal?
- Qual das grandezas geométricas — área (A) ou distância (d) — parece mais fácil de controlar experimentalmente nesta montagem? Justifique.