

Atividade de Laboratório II

CAMPO ELETROSTÁTICO

I. – Objetivos: Ao término desta atividade você deverá ser capaz de:

- 1 – entender, na prática, o que é uma *superfície equipotencial*;
- 2 – obter a configuração das *linhas de força* de um campo elétrico \vec{E} a partir das correspondentes superfícies equipotenciais;
- 3 – obter o campo elétrico \vec{E} a partir das variações do potencial nos eixos x e y ;
- 4 – descrever o comportamento do potencial elétrico e do campo elétrico no interior e na superfície de um condutor em equilíbrio eletrostático.

II. – Introdução:

A relação matemática entre o campo eletrostático $\vec{E}(\vec{r})$ num determinado ponto \vec{r} e o valor do potencial $V(\vec{r})$ neste mesmo ponto é

$$\vec{E} = -grad(V) . \quad (1)$$

Observe que enquanto V é uma função escalar da posição, o campo \vec{E} é uma função vetorial. O gradiente de V nada mais é do que a derivada do potencial V em relação às três direções x , y e z do espaço, multiplicada pelos correspondentes vetores unitários nestas direções, ou seja,

$$\vec{E} = -\frac{dV}{dx}\vec{i} - \frac{dV}{dy}\vec{j} - \frac{dV}{dz}\vec{k} . \quad (2)$$

No experimento a ser realizado hoje traçaremos as linhas de força do campo eletrostático. Estas linhas nada mais são do que curvas que acompanham os vetores \vec{E} em cada ponto do espaço, de modo que o vetor \vec{E} seja sempre tangente à curva no ponto. O multímetro não pode medir diretamente o vetor \vec{E} , mas sim diferenças de potencial. Por isso mediremos as linhas equipotenciais e a partir delas traçaremos as linhas de força do campo \vec{E} . Conforme estabelecido pela relação (2), as linhas de \vec{E} são traçadas ortogonais as linhas equipotenciais. Devem partir da região de maior potencial para a de menor potencial.

III. – Atividades práticas:

III.1 – Obter a configuração do campo elétrico de um **dipolo elétrico** colocado numa cuba com água.

A experiência consiste em aplicar-se uma diferença de potencial de 10 Volts entre dois eletrodos na forma de ponteiros submersos em água, como indicado na Figura 1. O potencial elétrico distribui-se uniformemente entre as duas ponteiros. Mede-se o potencial de vários pontos do líquido em relação a um dos eletrodos, fazendo-se num papel milimetrado um mapeamento da

região medida e, então desenhando-se as superfícies equipotenciais. Considere o potencial do eletrodo negativo como sendo nulo.

A seguir traçam-se as linhas de força do campo eletrostático como ortogonais das equipotenciais. As linhas assim obtidas assemelham-se bastante às linhas de força geradas por duas cargas puntiformes de sinais opostos, separadas pela mesma distância que separa os eletrodos. Estas linhas de força descrevem apenas qualitativamente o campo \vec{E} pois apenas indicam sua direção. A magnitude de \vec{E} seria maior nas regiões onde as linhas estão mais próximas.

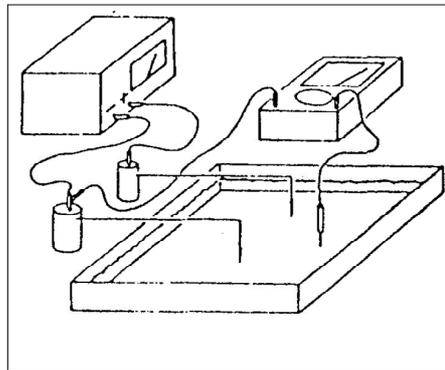


Figura 1. Montagem do experimento.

Para calcularmos o módulo de \vec{E} devemos somar vetorialmente as derivadas do potencial segundo as três direções, conforme a relação definida pela equação (2). Este cálculo simplifica-se bastante sobre o eixo x [quando definido como a reta que une os dois eletrodos]. Por quê? Faça um gráfico do potencial ao longo deste eixo x , entre os dois eletrodos, isto é, entre $x = -10$ e $x = +10$. Calcule agora a intensidade do vetor \vec{E} nos pontos $(-5,0)$, $(0,0)$ e $(+5,0)$. Com base no que aprendeu até agora, você tem condições de medir a intensidade do vetor campo elétrico em qualquer ponto. Que conjunto de medidas são necessárias para determinar a intensidade de \vec{E} no ponto $(+5,+5)$? Faça estas medidas e determine este valor.

III.2 – Obter a configuração do campo elétrico de duas **placas** metálicas planas, **paralelas**, com cargas iguais e de sinais contrários.

Repita a experiência anterior utilizando eletrodos de placas paralelas.

III.3 – Obter a configuração do campo elétrico de um **cilindro** metálico colocado no centro da região entre as placas do item anterior.

Coloque um cilindro metálico fechado na região entre os eletrodos de placas paralelas. Meça o potencial dentro e próximo ao lado externo do cilindro. Faça o mapa das linhas de corrente (ou força) próximo e dentro do condutor.

IV. – Procedimento experimental:

Para cada um dos esquemas acima:

1 – Com a fonte de tensão (contínua) constante, aplicar aproximadamente 10 V entre os condutores colocados na cuba.

2 – Fixar a ponteira negativa do voltímetro no eletrodo negativo e, com a ponteira positiva (sempre na posição vertical!), localizar na água pontos que tenham a mesma tensão (voltagem, potencial) em relação à ponteira fixa, considerada agora como o potencial de referência.

Cuidados especiais: evitar *curtos-circuitos*, isto é, contato entre os eletrodos positivo e negativo.

3 – Assinale estes pontos no papel milimetrado e os una por uma linha tracejada de modo a visualizar a projeção da superfície equipotencial medida. Construa, desta forma, um conjunto de linhas equipotenciais.

4 – A partir do conjunto de linhas equipotenciais, trace as correspondentes linhas de força do campo elétrico.

IV. – Trabalho a entregar:

1 – As três configurações do potencial e campo elétrico em papel milimetrado.

2 – Faça um gráfico do potencial ao longo do eixo x , entre os dois eletrodos, (entre $x = -10$ e $x = +10$). Calcule intensidade do vetor \vec{E} nos pontos $(-5,0)$, $(0,0)$ e $(+5,0)$.

3 – Faça as medias necessárias para determinar a intensidade de \vec{E} no ponto $(+5,+5)$ e determine este valor.

4 – Descreva V : (a) na superfície do cilindro; (b) no interior do cilindro.

5 – Levando em consideração que o cilindro é condutor, analise o que ocorre com suas cargas livres quando ele é submetido à diferença de potencial imposta pelas placas paralelas.

6 – Analise o comportamento das linhas de campo elétrico para a situação das partes 1 e 2 da experiência:

– a qual sistema de cargas pode ser comparada cada uma delas?

– qual a relação entre placas infinitas e as placas usadas no experimento? São equivalentes?