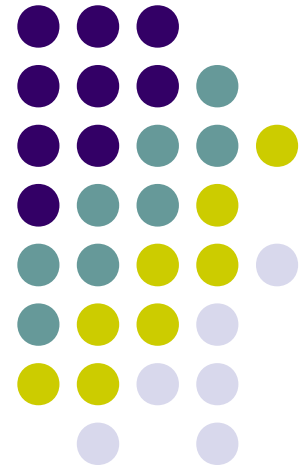
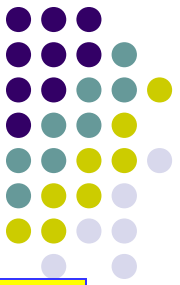


Capítulo 23 – Potencial Eléctrico



Energia Potencial



Trabalho e energia...

$$W_{a \rightarrow b} = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{s} = -\Delta U$$

Energia Potencial Elétrica
Unidade de Medida → joule (J)

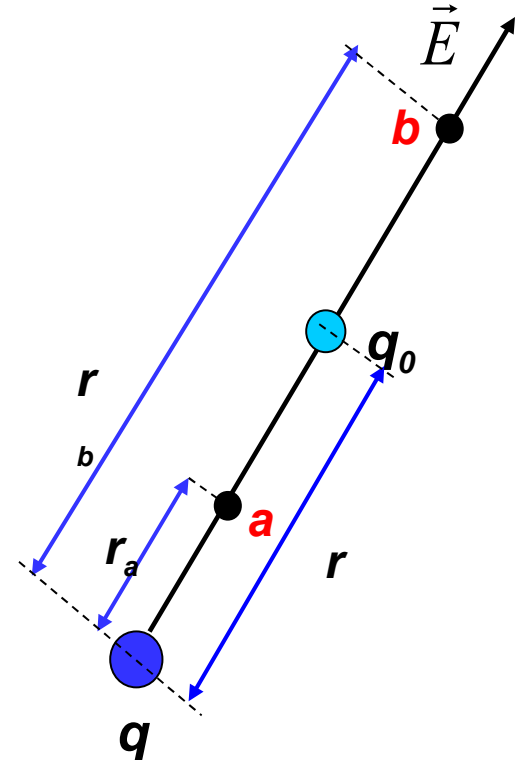
Para duas cargas pontuais :

$$W_{r_1 \rightarrow r_2} = \int_{r_a}^{r_b} \frac{kq_0q}{r^2} dr = \frac{kq_0q}{r_b} - \frac{kq_0q}{r_a}$$

$$-\Delta U = -(U_b - U_a) = -\left[\frac{kq_0q}{r_b} - \frac{kq_0q}{r_a} \right]$$

$$U_b = \frac{kq_0q}{r_b} \quad \text{ou} \quad U_a = \frac{kq_0q}{r_a} \quad \text{Então}$$

$$U_{12} = -\frac{kq_1q_2}{r}$$



Potencial ou Voltagem



- Potencial Elétrico é a energia potencial por unidade de carga

$$V_1 = \frac{U_{12}}{q_2}$$

- Unidade de Voltagem: Volts (V)= Joule/Coulomb (J/C)
- Lembrando que a unidade de campo elétrico **E** é N/C

$$1 \frac{N}{C} = \left(\frac{N}{C} \right) \left(\frac{J}{N \cdot m} \right) \left(\frac{V \cdot C}{J} \right) = 1 \frac{V}{m}$$

- Temos uma nova unidade para o campo elétrico: V/m
 - O campo elétrico deve estar relacionado com a voltagem!



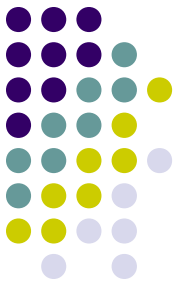
Lembrando que:

$$F_{12} = E_1 \cdot q_2 \quad \text{ou} \quad E_1 = \frac{F_{12}}{q_2} \quad \longrightarrow \quad \text{Vetorial}$$

Temos a analogia :

$$U_{12} = V_1 \cdot q_2 \quad \text{ou} \quad V_1 = \frac{U_{12}}{q_2} \quad \longrightarrow \quad \text{Escalar}$$

Diferença de potencial (ou o que se mede com um voltímetro!)

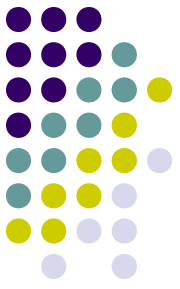


Tomando $W_{P_1 \rightarrow P_2} = \int_{r_1}^{r_2} \vec{F}_{12} \cdot d\vec{s} = -\Delta U$

e dividindo por q_2 :

$$\frac{W_{P_1 \rightarrow P_2}}{q_2} = \frac{\int_{r_1}^{r_2} \vec{F}_{12} \cdot d\vec{s}}{q_2} = \frac{W_{P_1 \rightarrow P_2}}{q_2} = \int_{r_1}^{r_2} \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\Delta V$$

$$\Delta V = - \int_{r_1}^{r_2} \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad \leftarrow \text{Diferença de potencial entre os}$$



Como calcular V

$$V = \frac{U}{q_2} = \frac{\frac{kq q_2}{r}}{q_2} = \frac{kq}{r}$$

← Carga pontual (o sinal de q deve ser levado em conta!)

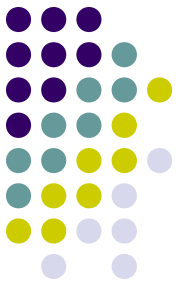
$$V = \sum_i \frac{kq_i}{r_i}$$

← Conjunto de Cargas

$$V = \int \frac{k dq}{r}$$

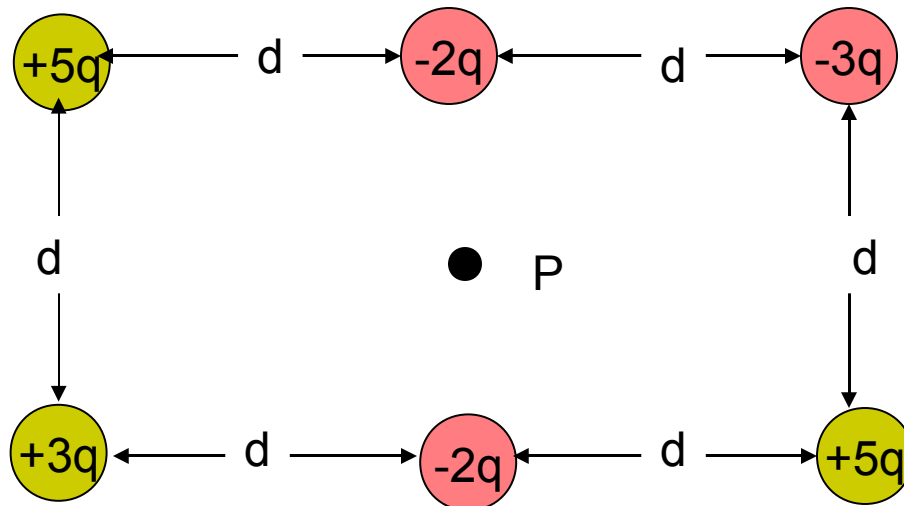
← Distribuição contínua de cargas

O potencial exige um referencial definido!

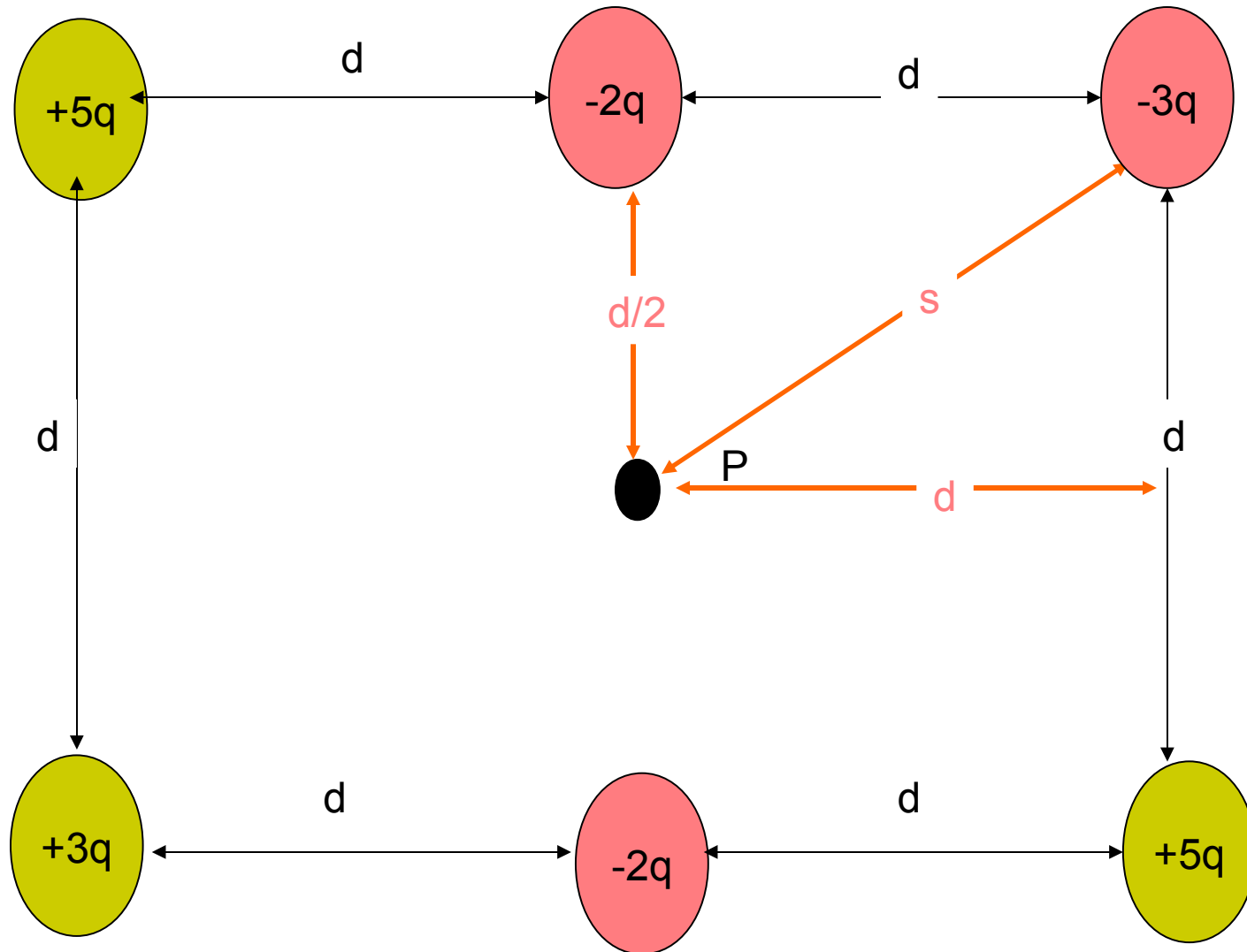
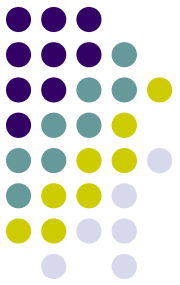


Exemplo

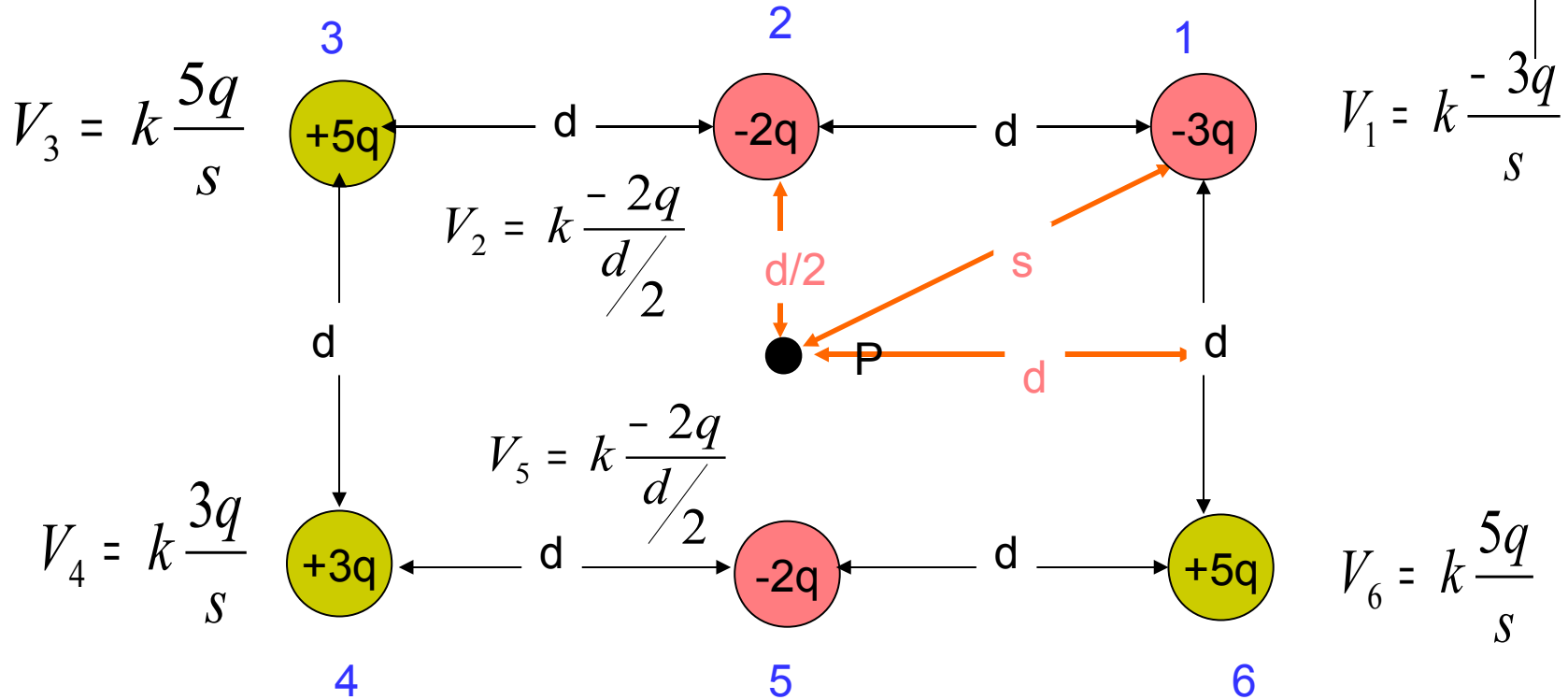
Na figura abaixo, o ponto P está no centro do retângulo. Tomando $V=0$ no infinito, qual é o potencial total em P , devido às seis partículas (pontuais) carregadas?



Encontramos a distância do centro aos vértices:



Potencial (Vttagem) é um escalar e pode ser somado diretamente, mas levando em conta o sinal das cargas!



$$V = \sum_i V_i = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6$$



$$V = \sum_i V_i = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6$$

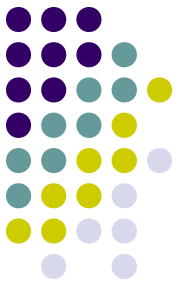
$$V = k \left(\frac{-3q}{s} + \frac{-2q}{d/2} + \frac{5q}{s} + \frac{3q}{s} + \frac{-2q}{d/2} + \frac{5q}{s} \right)$$

$$V = k \left(\frac{-4q}{d/2} + \frac{10q}{s} \right)$$

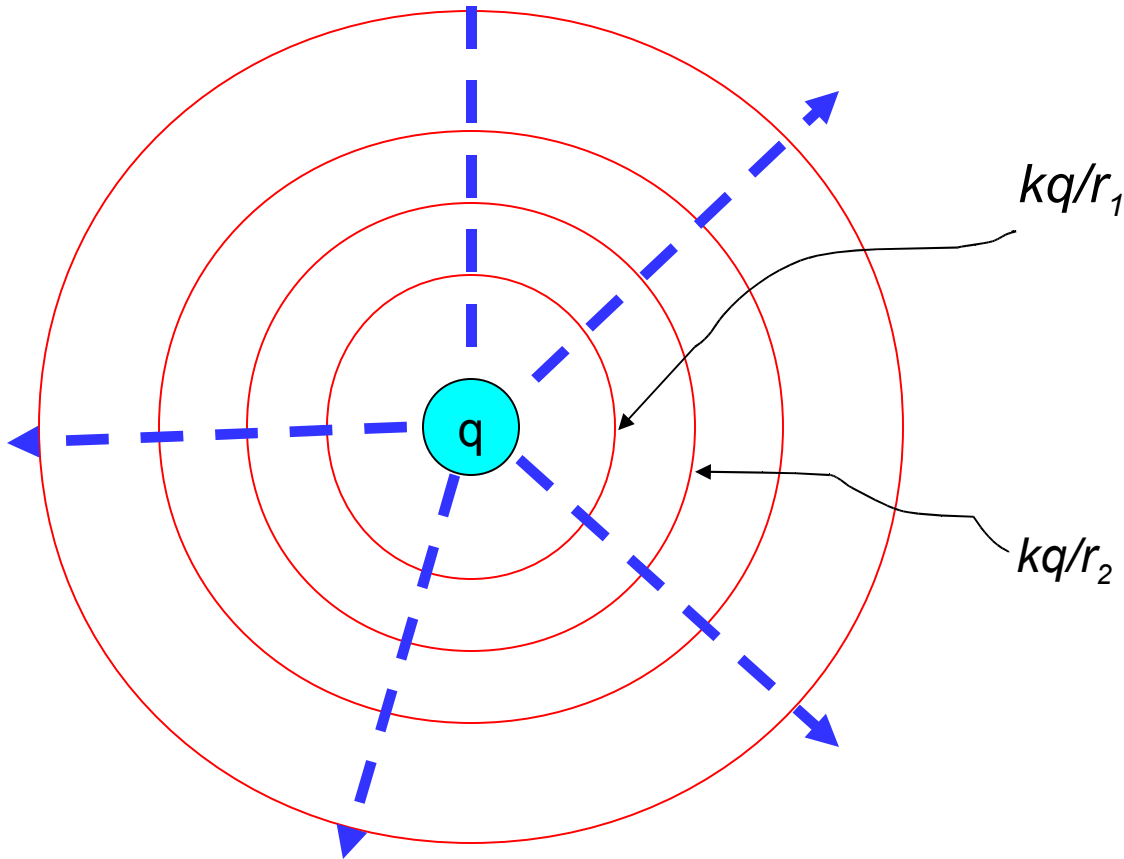
$$V = \frac{kq}{d} (4\sqrt{5} - 8)$$

$$V = \frac{0.94kq}{d}$$

Superfícies equipotenciais



Linhas do Campo **E**

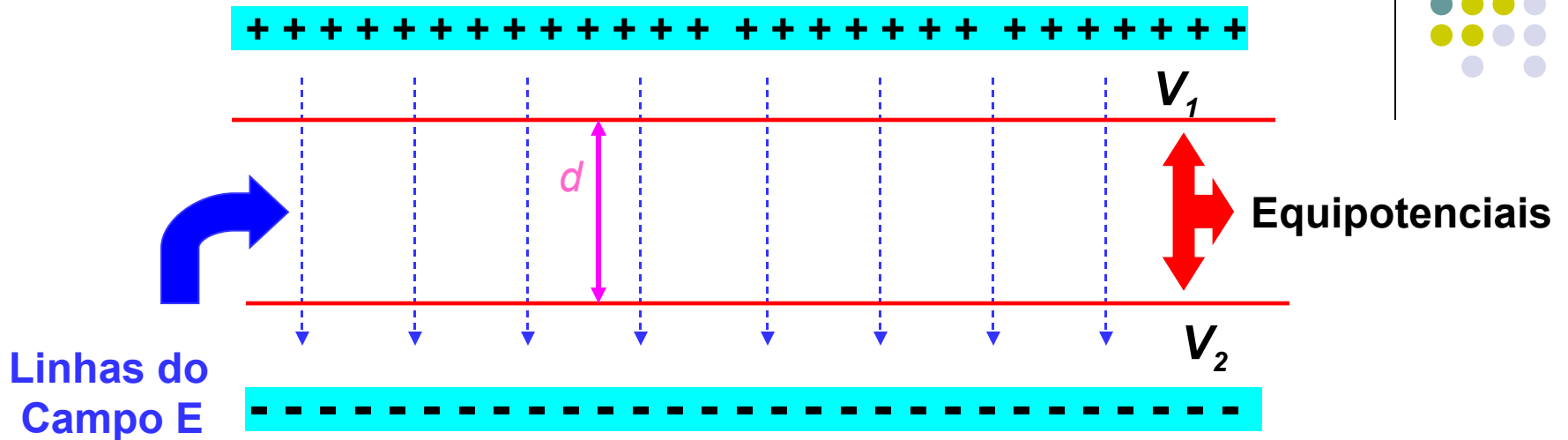
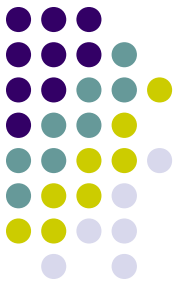


$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$V_2 - V_1 = k \cdot q \cdot \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

As linhas do campo elétrico são perpendiculares às superfícies equipotenciais.

Superfícies equipotenciais



$$\Delta V = V_2 - V_1$$

$$V_2 - V_1 = E \cdot d$$

As linhas do campo elétrico são perpendiculares às superfícies equipotenciais.