

# Fundamentals of Physics II

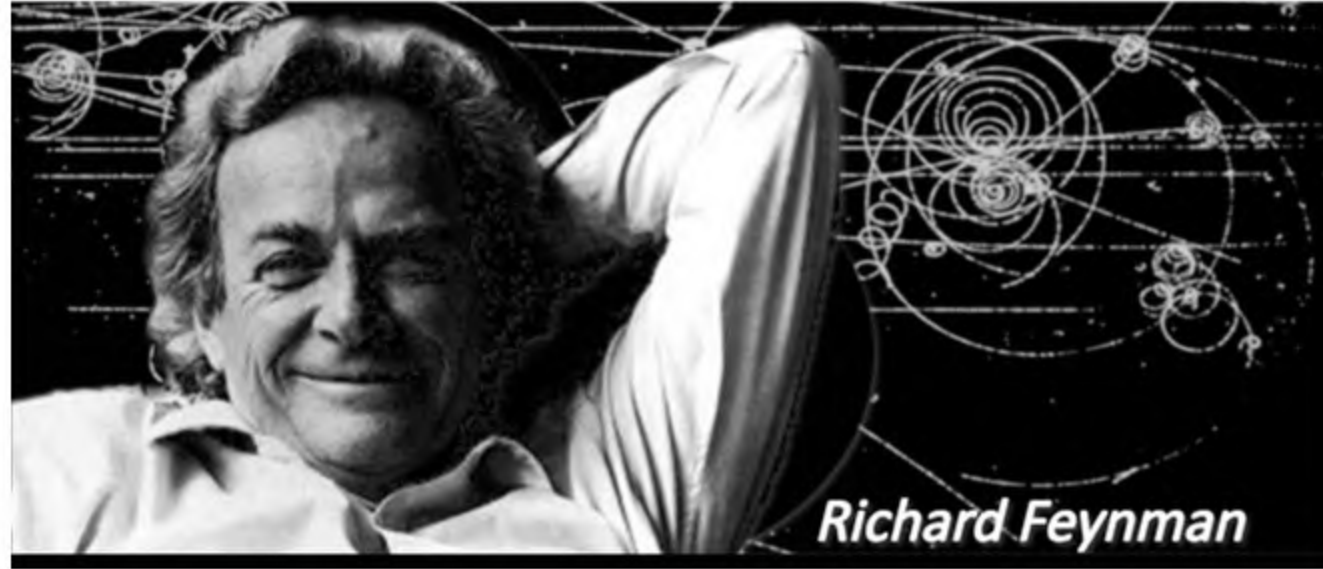
Faculty of Physics-Kharazmi University

Dr. Faramarz Kanjouri

Spring 2023

دانشگاه خوارزمی





اگر همواره مانند گذشته بیندیشید، همیشه همان چیزهایی را  
به دست می آورید که تا کنون کسب کرده اید

فاینمن



---

# درس هیجدهم

## پتانسیل الکتریکی - بخش ۳

### Electric Potential-part3

---



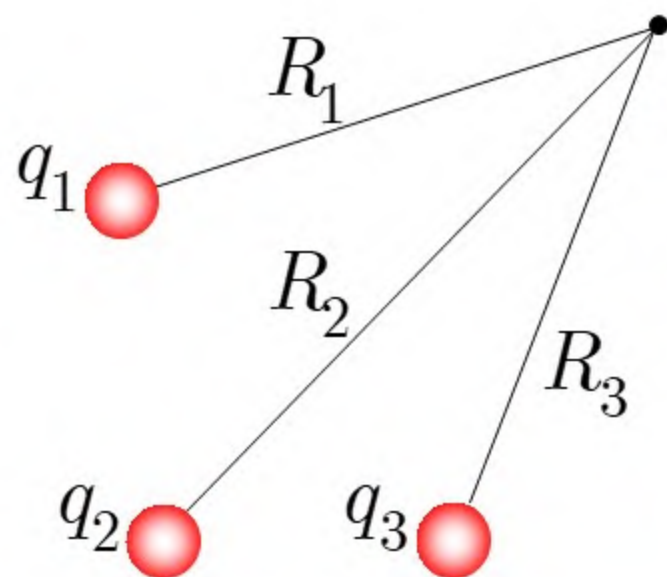


پتانسیل الکتریکی ناشی از یک بار نقطه‌ای نسبت به بی نهایت:



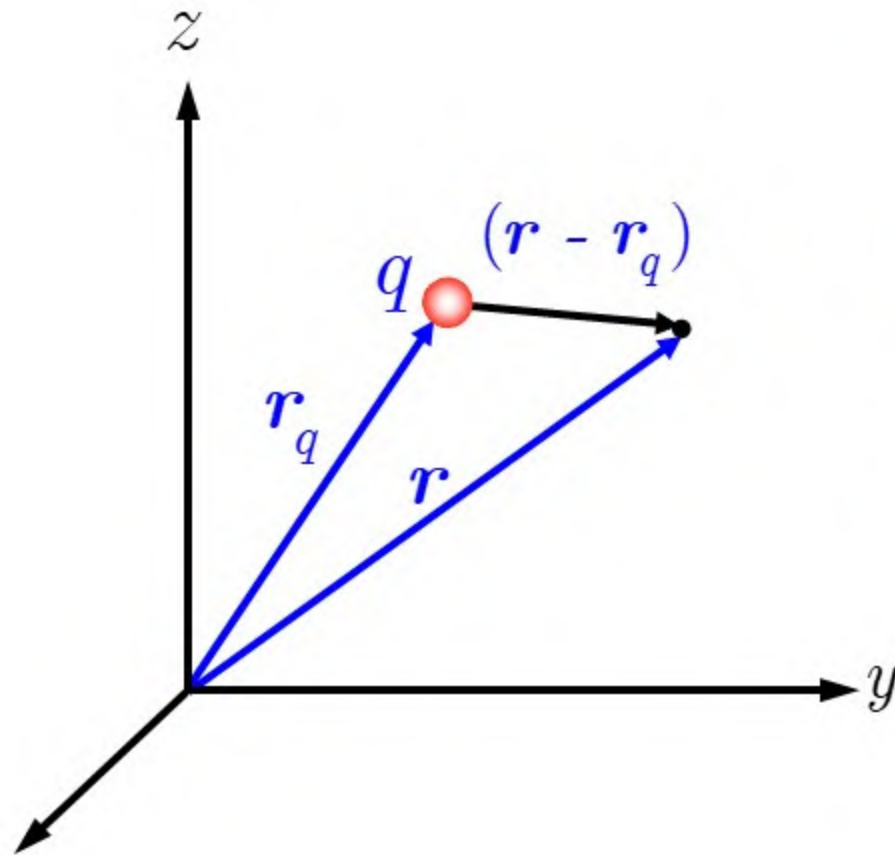
$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

پتانسیل الکتریکی ناشی از چند بار نقطه‌ای نسبت به بی نهایت:



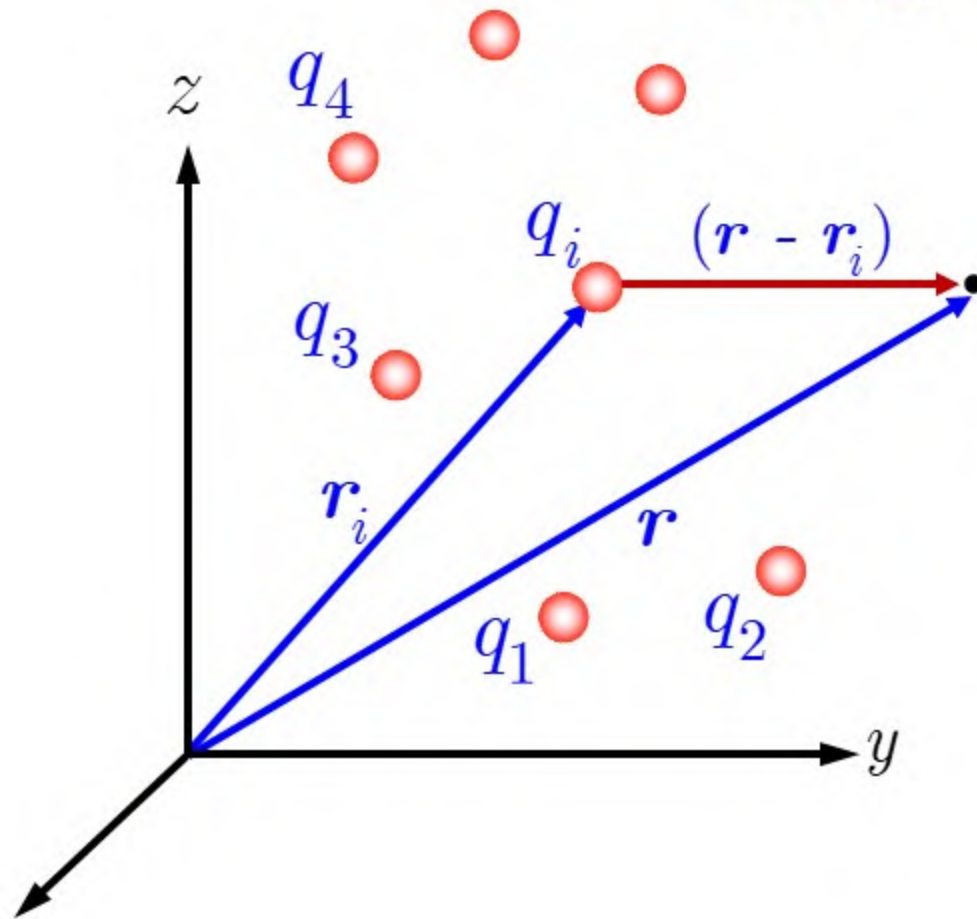
$$V = \sum_{i=1}^N V_i = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2} + \dots + \frac{q_N}{4\pi\epsilon_0 R_N}$$

پتانسیل الکتریکی ناشی از بار نقطه‌ای نسبت به بی نهایت:



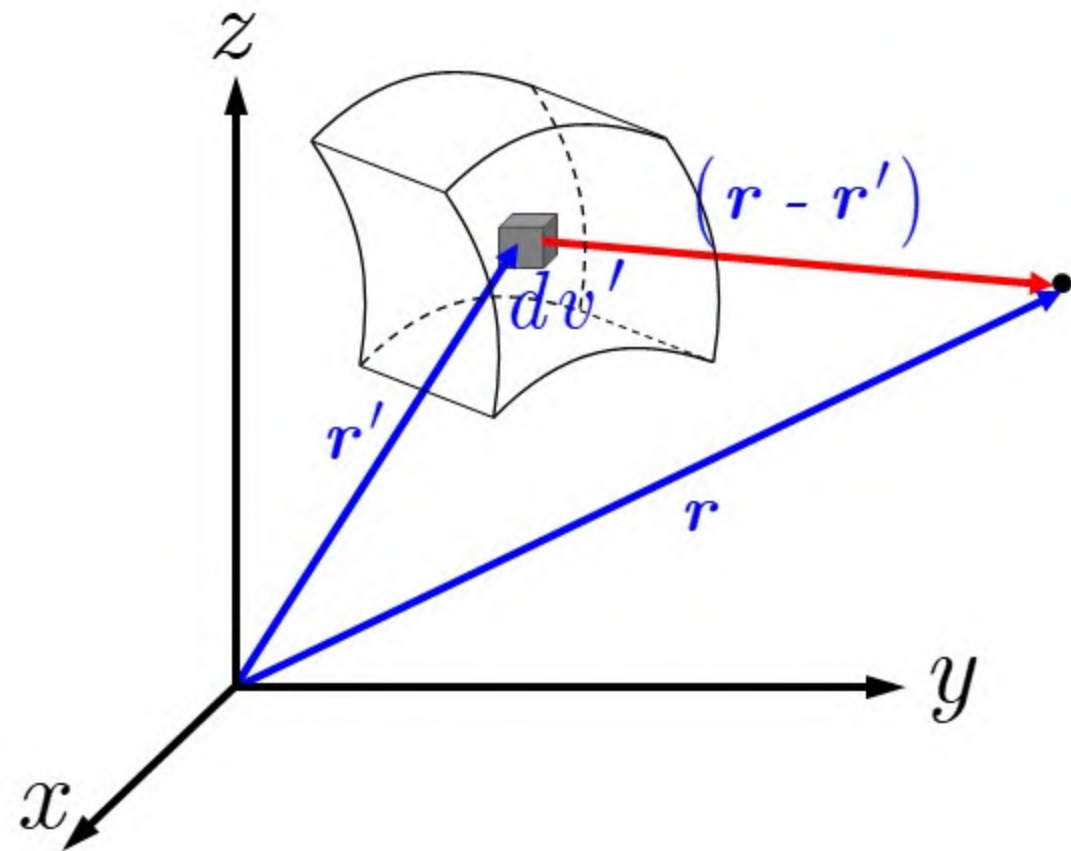
$$V(\mathbf{r}) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_q|}$$

پتانسیل الکتریکی ناشی از چند بار نقطه‌ای نسبت به بی نهایت:



$$V(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_i|}$$





$$dV = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}$$

$$V(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} dv'$$

$$dV = -\mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$

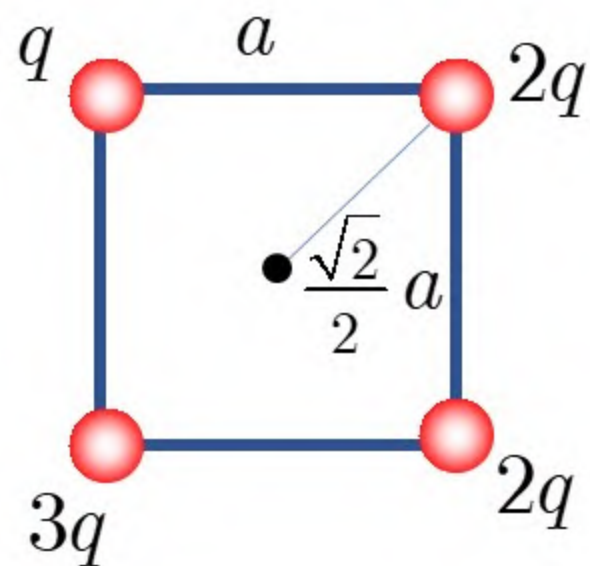
اختلاف پتانسیل بین دو نقطه با بردار جابجایی  $d\mathbf{l}$

$$dV = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}$$

پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ی  $\mathbf{r}$   
ناشی از بار  $dq$  نسبت به بی‌نهایت







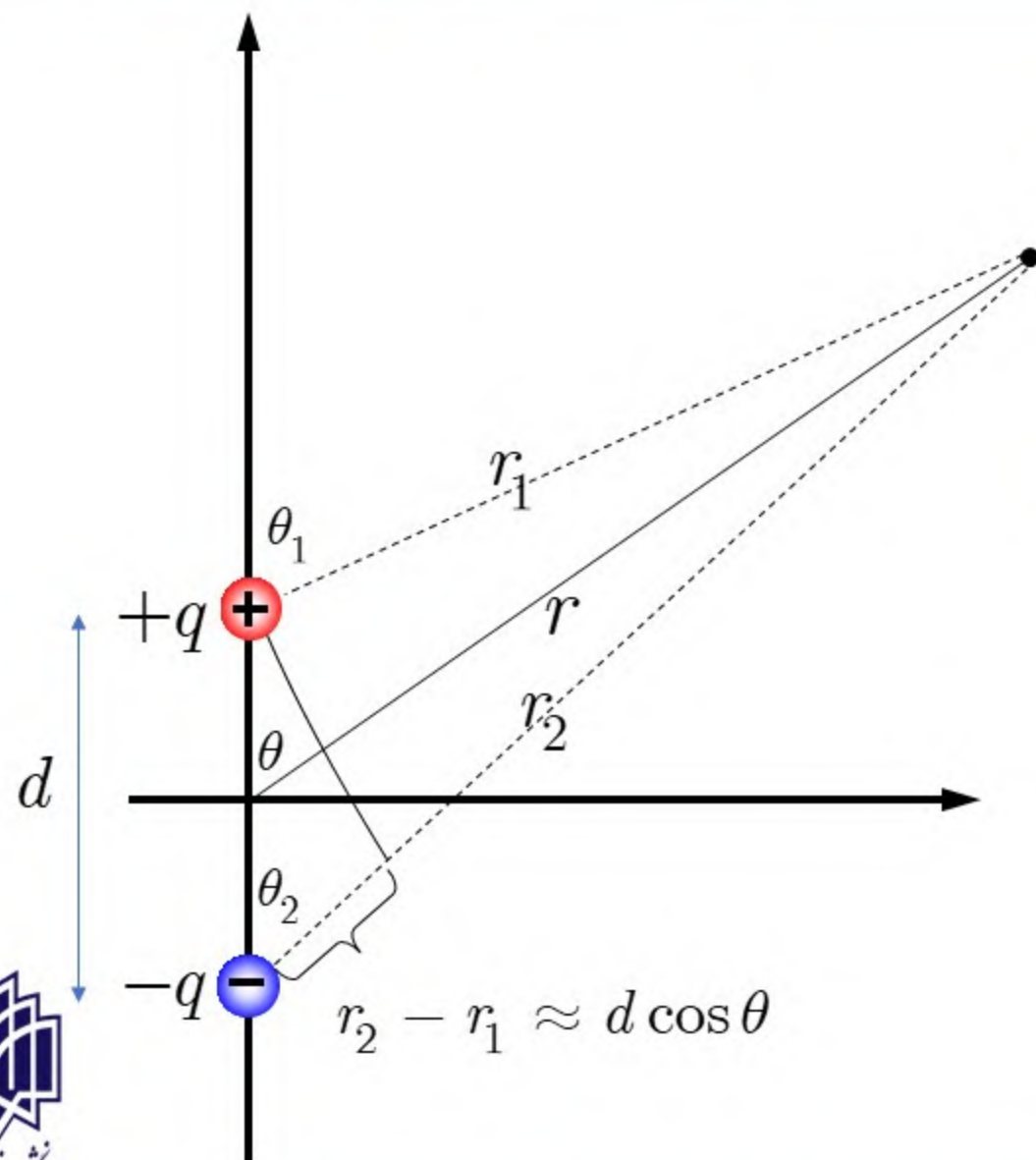
چهار بار الکتریکی مطابق شکل زیر در گوشه‌های مربعی به ضلع  $a$  قرار دارند. پتانسیل الکتریکی را در مرکز مربع پیدا کنید.

$$V = \sum_{i=1}^4 V_i$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{q}{\frac{\sqrt{2}}{2}a} + \frac{2q}{\frac{\sqrt{2}}{2}a} + \frac{2q}{\frac{\sqrt{2}}{2}a} + \frac{3q}{\frac{\sqrt{2}}{2}a} \right]$$

$$V = \frac{q}{2\pi\epsilon_0\sqrt{2}a} [1 + 2 + 2 + 3]$$

$$V = \frac{4q}{\pi\epsilon_0\sqrt{2}a} = \frac{2\sqrt{2}q}{\pi\epsilon_0 a}$$



$$V = \sum_i V_i = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

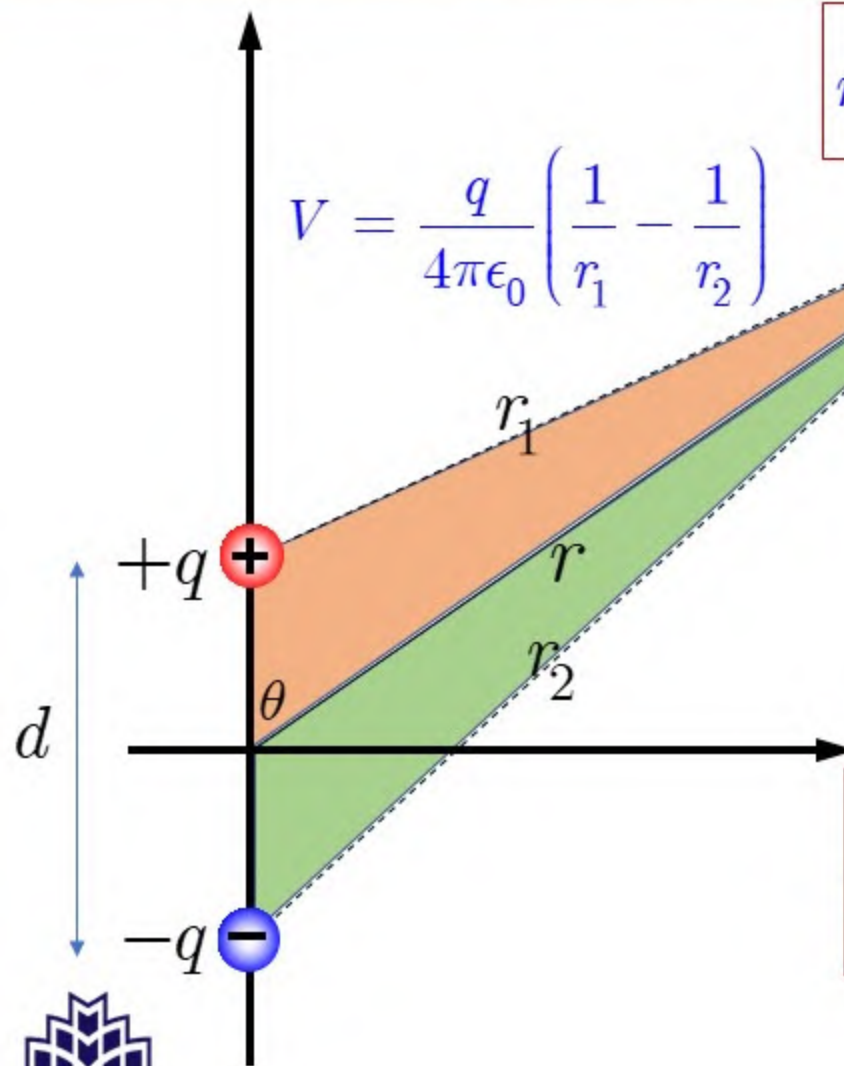
$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{r_2 - r_1}{r_2 r_1} \right) \approx \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{d \cos \theta}{r^2} \right)$$

پتانسیل الکتریکی دو قطبی نقطه‌ای:

$$V = \frac{p \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$







$$r_1^2 = r^2 - 2\left(\frac{d}{2}\right)r \cos \theta + \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$r_2^2 = r^2 + 2\left(\frac{d}{2}\right)r \cos \theta + \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$\frac{1}{r_1} = \frac{1}{\sqrt{r^2 - rd \cos \theta + \left(\frac{d}{2}\right)^2}}$$

$$= \frac{1}{r} \left[ 1 - \left(\frac{d}{r}\right) \cos \theta + \left(\frac{d}{2r}\right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{r_2} = \frac{1}{\sqrt{r^2 + rd \cos \theta + \left(\frac{d}{2}\right)^2}}$$

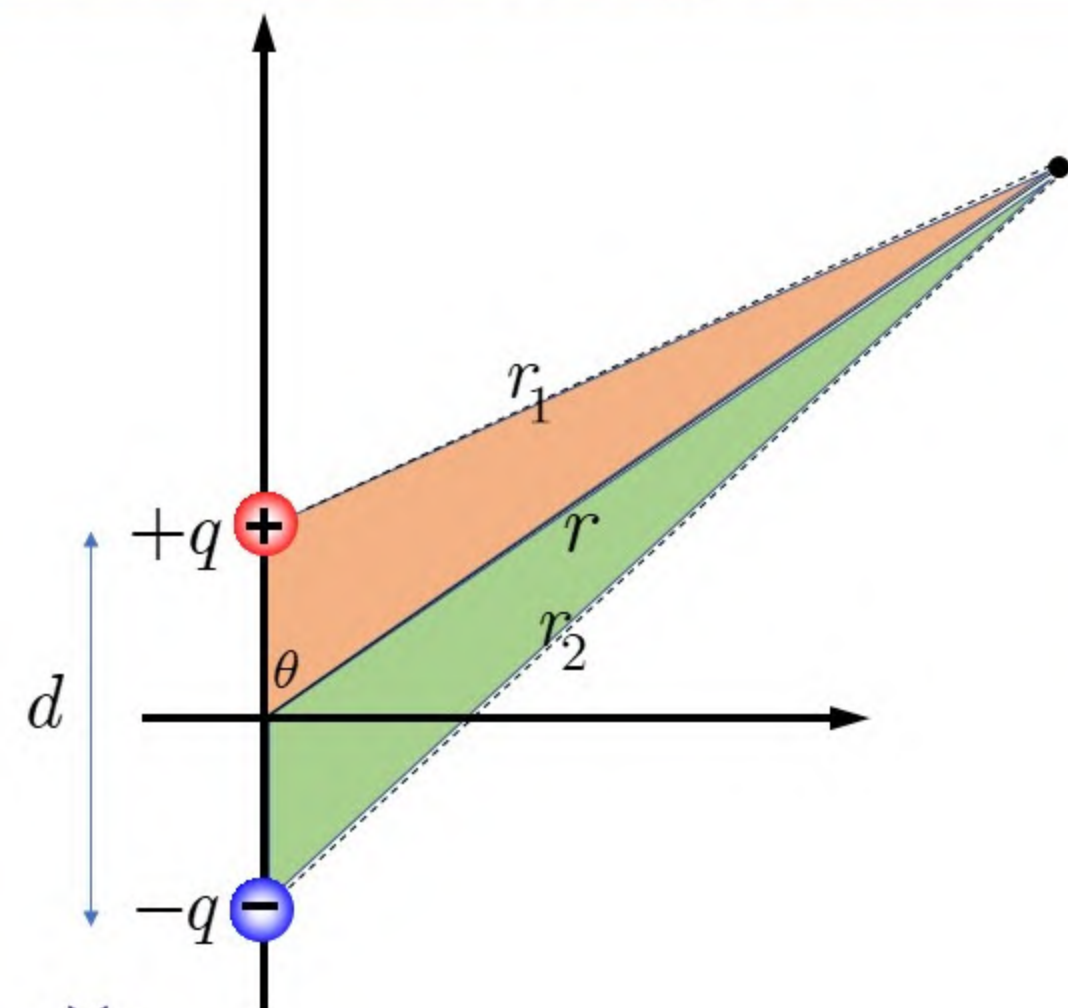
$$= \frac{1}{r} \left[ 1 + \left(\frac{d}{r}\right) \cos \theta + \left(\frac{d}{2r}\right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\frac{1}{r_1} = \frac{1}{r} \left[ 1 + \left(-\frac{1}{2}\right) \left(-\frac{d}{r} \cos \theta + \frac{d^2}{4r^2}\right) + \frac{3}{8} \left(-\frac{d}{r} \cos \theta + \frac{d^2}{4r^2}\right)^2 + \dots \right]$$

$$\frac{1}{r_2} = \frac{1}{r} \left[ 1 + \left(-\frac{1}{2}\right) \left(\frac{d}{r} \cos \theta + \frac{d^2}{4r^2}\right) + \frac{3}{8} \left(\frac{d}{r} \cos \theta + \frac{d^2}{4r^2}\right)^2 + \dots \right]$$







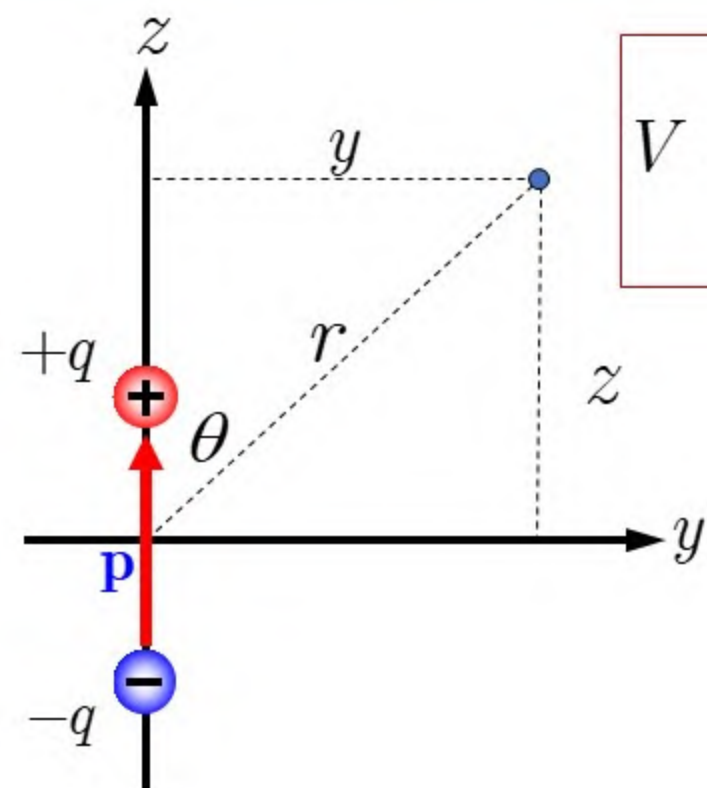
$$\frac{r}{r_1} = 1 + \frac{d}{2r} \cos \theta + \frac{d^2}{4r^2} \frac{3 \cos^2 \theta - 1}{2} + \dots$$

$$\frac{r}{r_2} = 1 - \frac{d}{2r} \cos \theta + \frac{d^2}{4r^2} \frac{3 \cos^2 \theta - 1}{2} + \dots$$

$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \left( \frac{r}{r_1} - \frac{r}{r_2} \right)$$

$$\frac{d}{r} \ll 1 \rightarrow V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{d \cos \theta}{r^2} \right)$$





$$V = \frac{p \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$r = \sqrt{y^2 + z^2}$$

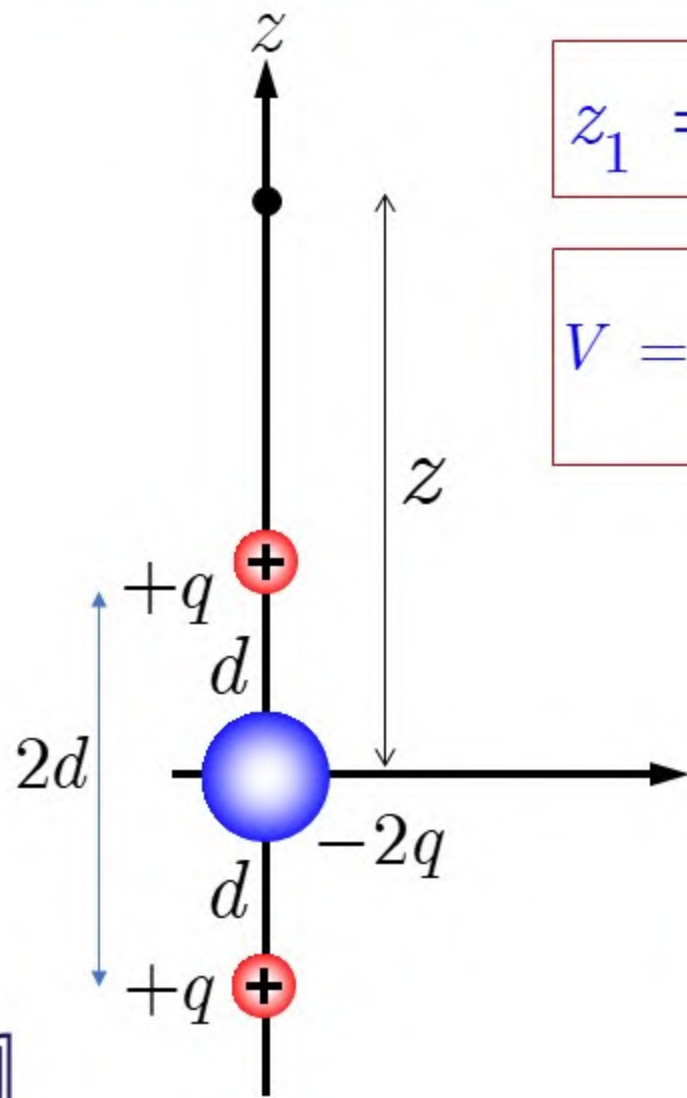
$$\cos \theta = \frac{z}{\sqrt{y^2 + z^2}}$$

$$V = \frac{p}{4\pi\epsilon_0} \frac{z}{(y^2 + z^2)^{3/2}}$$

$$E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} = \frac{p}{4\pi\epsilon_0} \frac{3yz}{(y^2 + z^2)^{5/2}}$$

$$E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} = -\frac{p}{4\pi\epsilon_0} \frac{y^2 - 2z^2}{(y^2 + z^2)^{5/2}}$$





$$z_1 = z - d, \quad z_2 = z + d$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q}{z-d} + \frac{-2q}{z} + \frac{q}{d+z} \right)$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 z} \left( \frac{2qd^2}{z^2 - d^2} \right)$$

$$\text{if } d \ll z \Rightarrow V = \frac{2qd^2}{4\pi\epsilon_0 z^3}$$

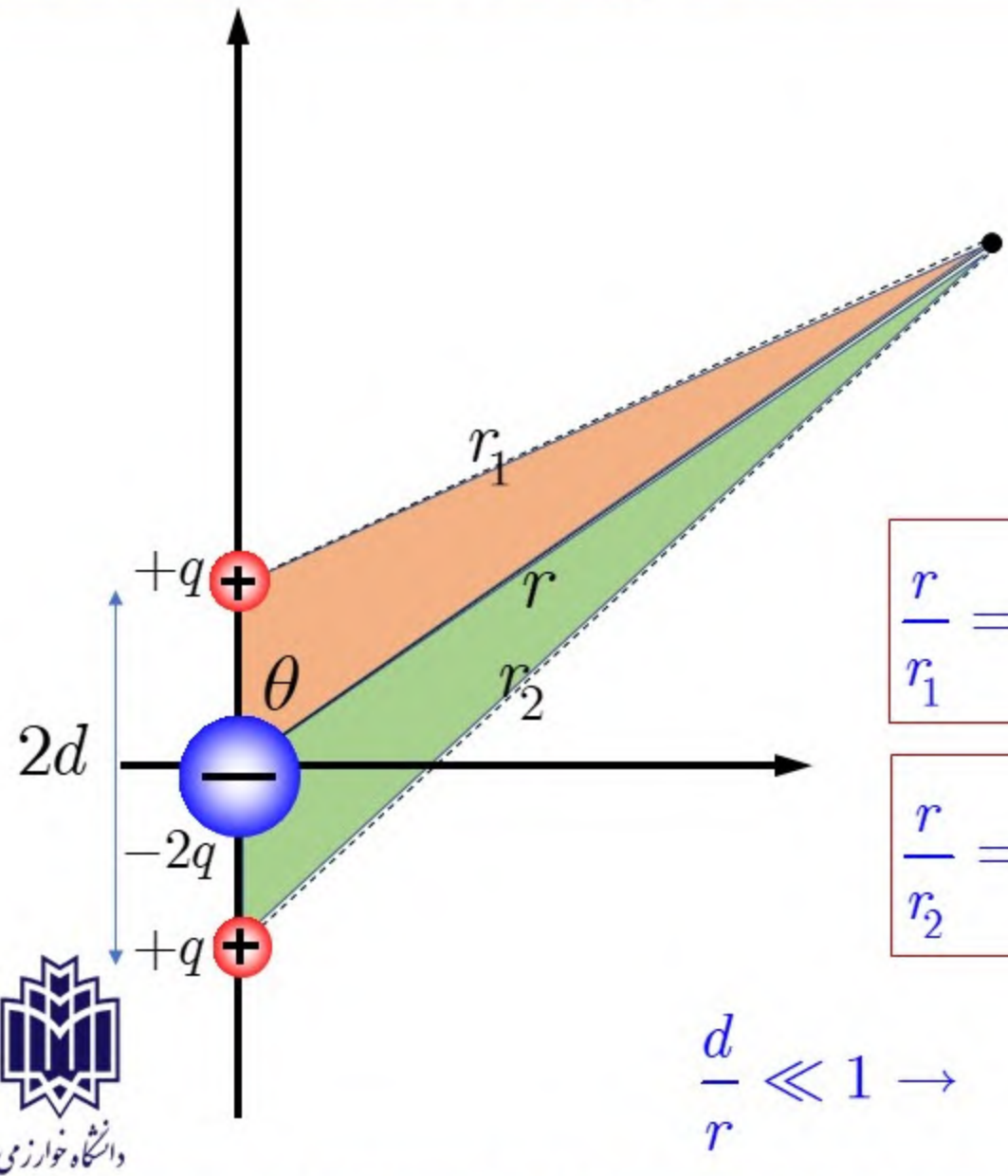
$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 z^3}$$

$$Q = 2qd^2$$

گشتاور چهار قطبی







$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q}{r_1} + \frac{-2q}{r} + \frac{q}{r_2} \right)$$

$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \left( \frac{r}{r_1} - 2 + \frac{r}{r_2} \right)$$

$$\frac{r}{r_1} = 1 + \frac{d}{r} \cos \theta + \frac{d^2}{r^2} \frac{3 \cos^2 \theta - 1}{2} + \dots$$

$$\frac{r}{r_2} = 1 - \frac{d}{r} \cos \theta + \frac{d^2}{r^2} \frac{3 \cos^2 \theta - 1}{2} + \dots$$

$$\frac{d}{r} \ll 1 \rightarrow V = \frac{2qd^2}{4\pi\epsilon_0 r^3} \frac{3 \cos^2 \theta - 1}{2}$$



# شاد و مهربان باشید

---

