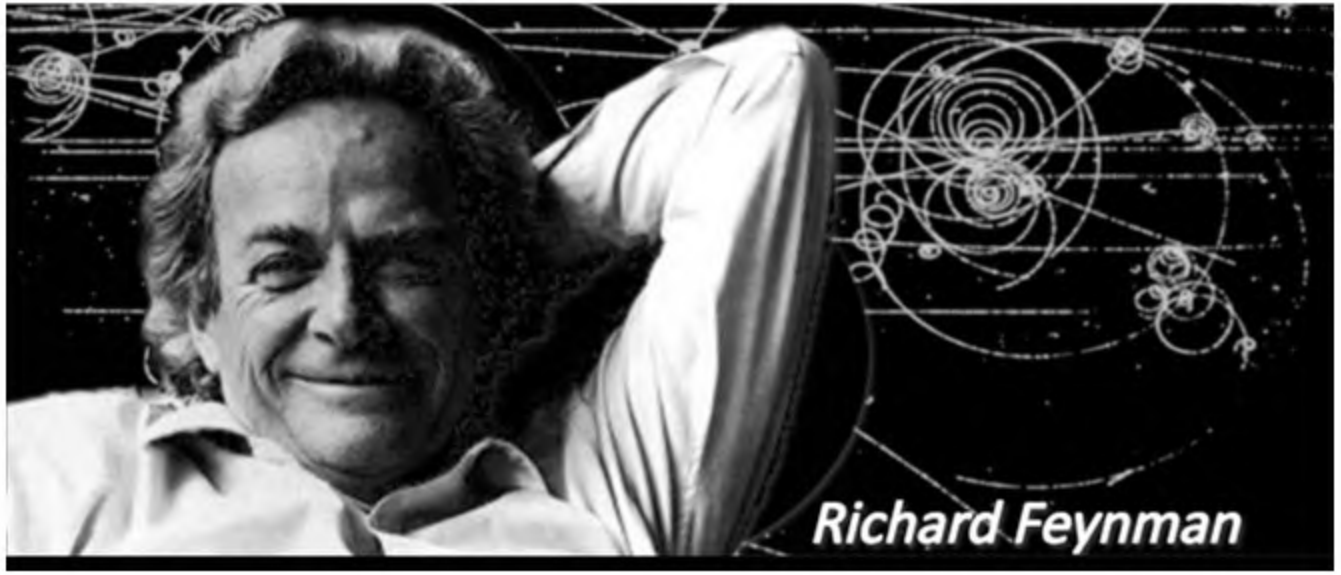
Fundamentals of Physics II

Faculty of Physics-Kharazmi University

Dr. Faramarz Kanjouri

Spring 2023

دانشگاه خوارزمی



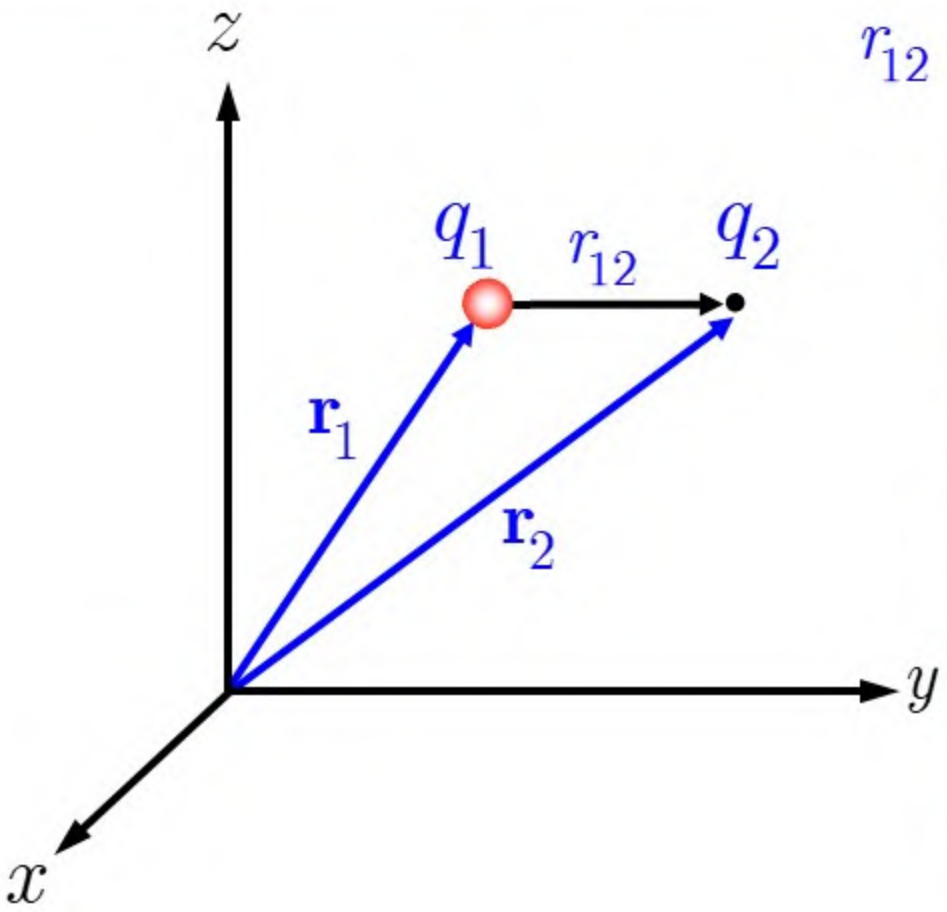
اگر همواره مانند گذشته بیندیشید، همیشه همان چیزهایی را به‌دست می‌آورید که تا کنون کسب کرده‌اید

فاینمن

درس بیستم

انرژی الکتروستاتیک

Electrostatic Energy



$$r_{12} = |\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1|$$

پتانسیل در نقطه‌ی $\mathbf{r}_2$ نسبت به بی‌نهایت، ناشی از بار q_1

$$V_1(\mathbf{r}_2) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_{12}}$$

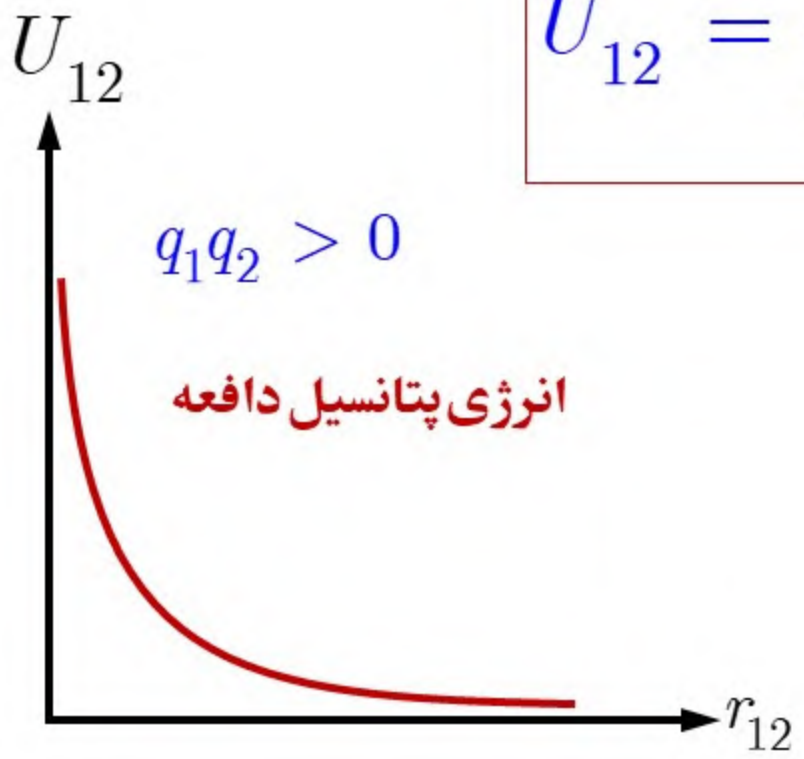
کار لازم برای انتقال بار q_2 از بی‌نهایت به نقطه‌ی $\mathbf{r}_2$:

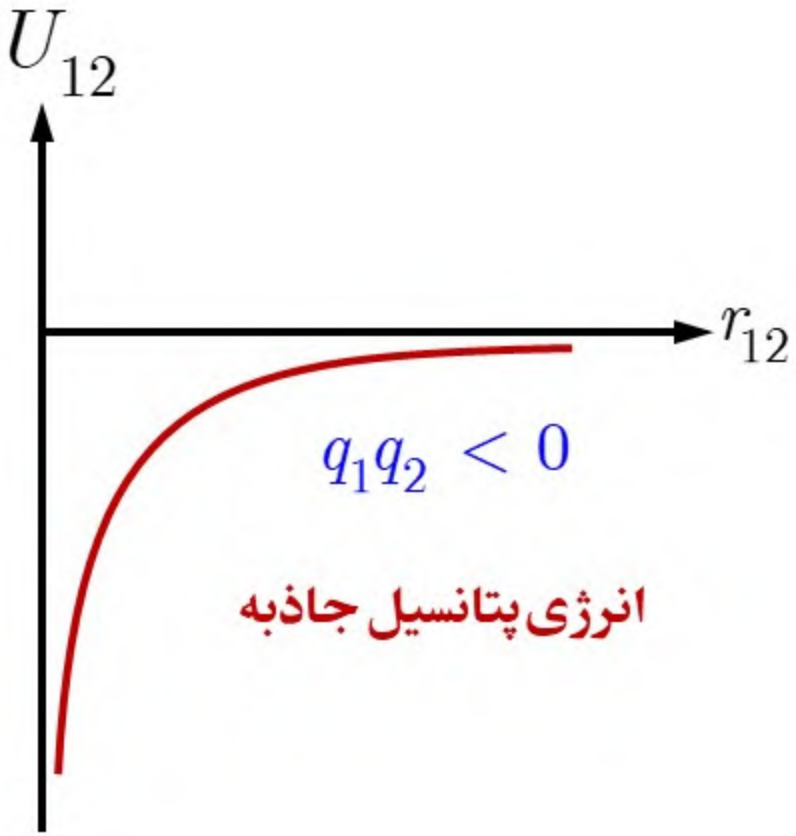
$$W_2 = q_2\left(V_1(\mathbf{r}_2) - V_1(\infty)\right)$$
$$= q_2 V_1(\mathbf{r}_2) = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r_{12}}$$

انرژی برهم‌کنش الکتریکی دو بار نقطه‌ای

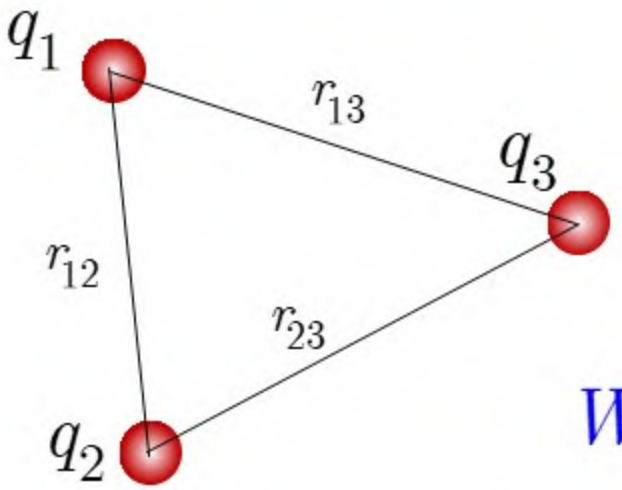
$$U_{12} = W_2 = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r_{12}}$$

$$U_{12} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r_{12}}$$





فرض می کنیم بارها در فواصل بی‌نهایت از هم قرار دارند. آن‌ها را یکی یکی به موقعیت کنونی مسئله می‌آوریم.



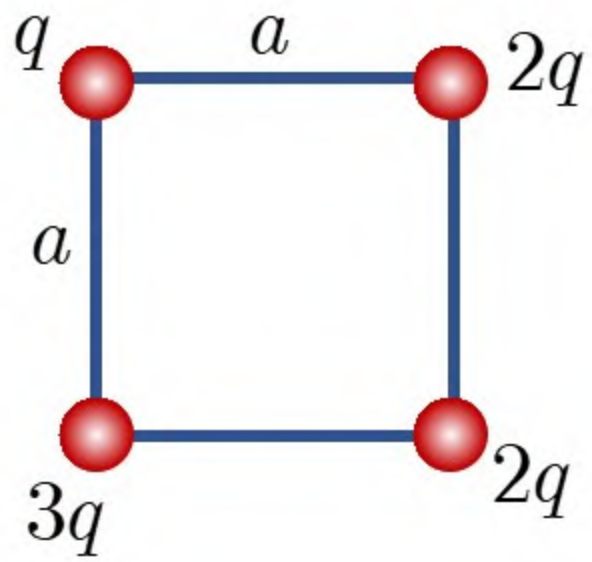
$$W_1 = 0 \qquad W_2 = q_2 V_{12} = q_2 \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_{12}}$$

$$W_3 = q_3 V_{13} + q_3 V_{23} = q_3 \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_{13}} + q_3 \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_{23}}$$

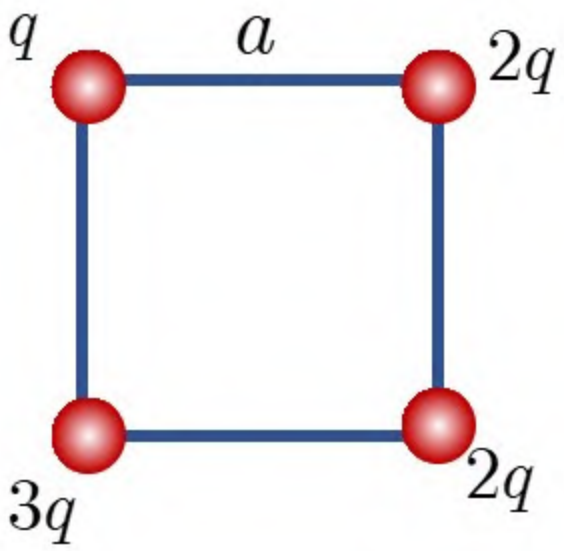
$$W_N = q_N V_{1N} + q_N V_{2N} + \cdots = q_N \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_{1N}} + q_N \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_{2N}} + \cdots$$

$$\boxed{U = W_1 + W_2 + W_3 + \cdots W_N}$$

چهار بار الکتریکی مطابق شکل زیر درگوشه‌های مربعی به ضلع a قرار دارند. کار لازم برای تشکیل این سیستم (انرژی پتانسیل الکتریکی سیستم) را حساب کنید.



فرض می کنیم بارها در فواصل بی‌نهایت از هم قرار دارند. آن‌ها را یکی یکی به موقعیت کنونی مسئله می‌آوریم.



$$W_1 = 0$$

$$W_2 = 2q\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$$

$$W_3 = 2q\frac{2q}{4\pi\epsilon_0 a} + 2q\frac{q}{4\pi\epsilon_0\sqrt{2}a} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a}\left(4 + \frac{2}{\sqrt{2}}\right)$$

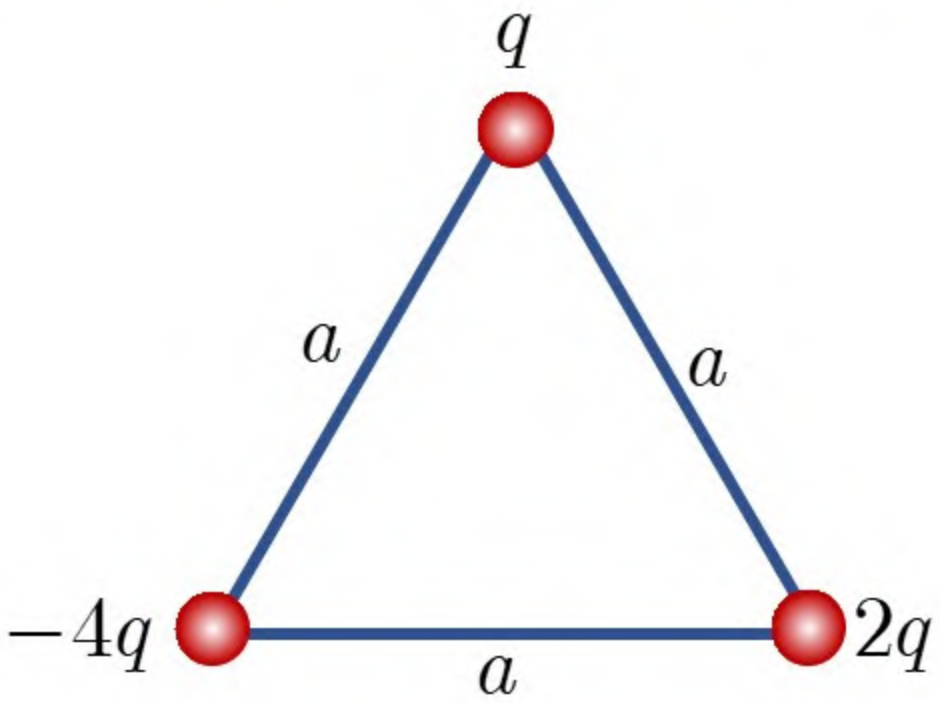
$$W_4 = 3q\frac{2q}{4\pi\epsilon_0 a} + 3q\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} + 3q\frac{2q}{4\pi\epsilon_0\sqrt{2}a} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a}\left(9 + \frac{6}{\sqrt{2}}\right)$$

$$U = W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$$

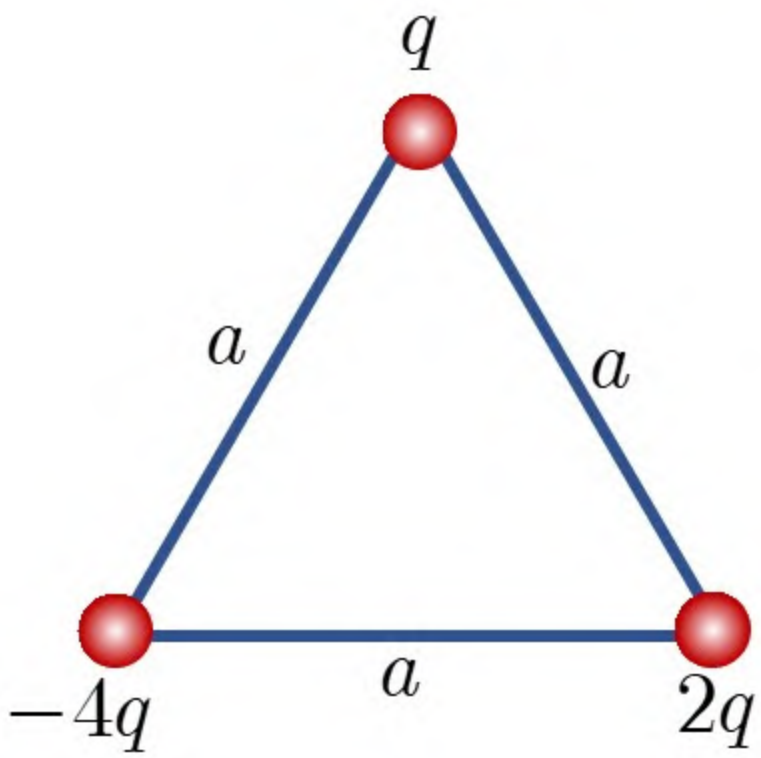
$$U = W = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a}\left(0 + 2 + 4 + \frac{2}{\sqrt{2}} + 9 + \frac{6}{\sqrt{2}}\right) = \frac{5.2q^2}{\pi\epsilon_0 a}$$

دانشگاه خوارزمی

سه بار الکتریکی مطابق شکل زیر در گوشه‌های مثلث متساوی‌الاضلاعی به ضلع a قرار دارند. کار لازم برای تشکیل این سیستم (انرژی پتانسیل الکتریکی سیستم) را حساب کنید.



فرض می کنیم بارها در فواصل بی‌نهایت از هم قرار دارند. آن‌ها را یکی یکی به موقعیت کنونی مسئله می‌آوریم.



$$W_1 = 0$$

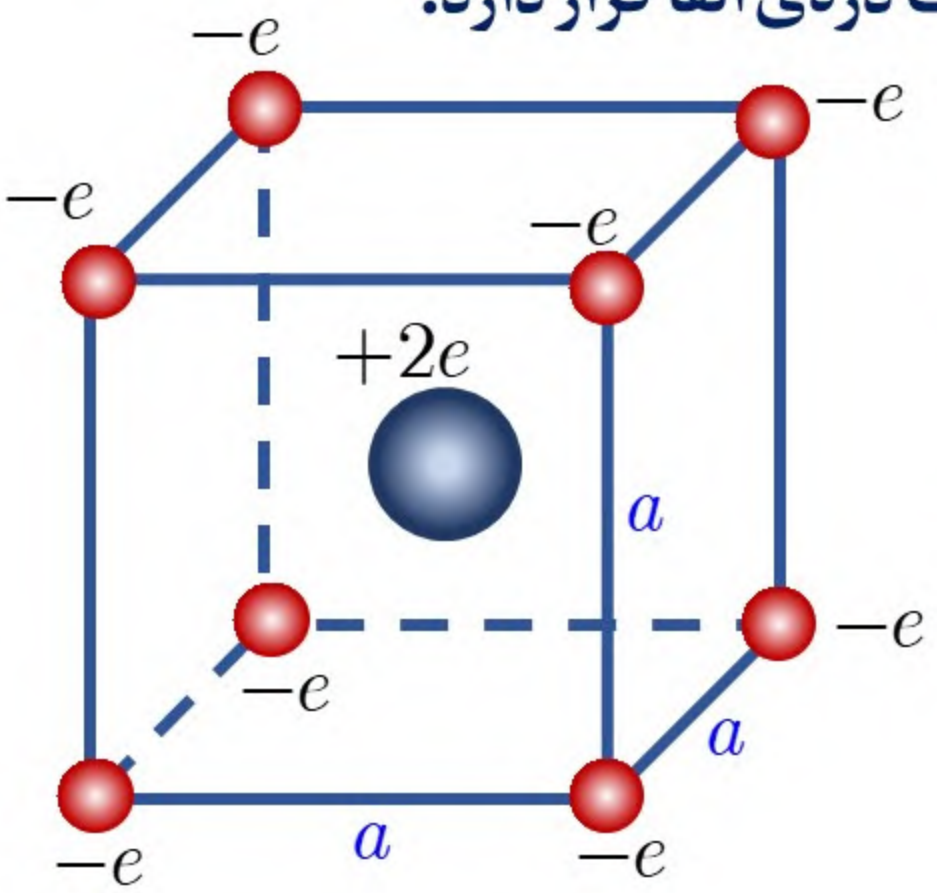
$$W_2 = 2q\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$$

$$W_3 = (-4q)\frac{2q}{4\pi\epsilon_0 a} + (-4q)\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} = -\frac{12q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$$

$$U = W = W_1 + W_2 + W_3$$

$$U = W = \frac{-10q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$$

در گوشه‌های مکعبی به ضلع a هشت الکترون و در مرکز مکعب یک ذره‌ی آلفا قرار دارد.
انرژی پتانسیل الکتریکی این سیستم را حساب کنید.



$$U = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}\left[\frac{12}{a} + \frac{12}{a\sqrt{2}} + \frac{4}{a\sqrt{3}} - \frac{8\times 2}{a\frac{\sqrt{3}}{2}}\right]$$

$$U = 4.32\left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 a}\right)$$

شاد و مهربان باشید