

فیزیک عمومی ۲

General Physics 2

سرفصل مطالب – قانون کولن

فیزیک عمومی ۲

(۳ واحد)

سرفصل مطالب:

میدان الکتریکی، قانون کولن، قانون گاوس، پتانسیل الکتریکی، ظرفیت الکتریکی،
دیالکتریک‌ها، انرژی الکتروستاتیک، جریان پایا و مقاومت الکتریکی، نیروی محرکه
الکتریکی و مدارهای الکتریکی، میدان‌های مغناطیسی ساکن، نیروی مغناطیسی،
گشتاور نیرو، قانون بیو - ساوار، قانون مداری آمپر، قانون القای فارادی، میدان‌های
مغناطیسی متغیر با زمان، القائیدگی، انرژی مغناطیسی، خود القایی، القای متقابل

Textbooks:

Physics - D. Halliday & R. Resnick

Fundamentals of Physics - D. Halliday & R. Resnick

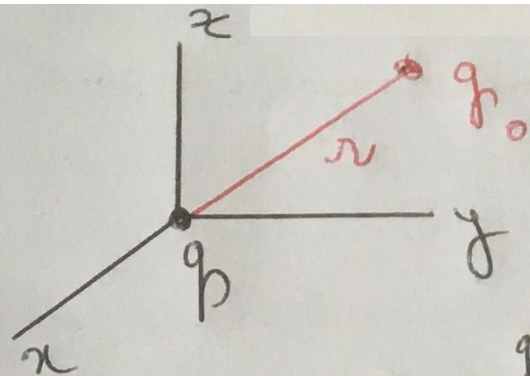
References:

University Physics - H. Benson

Physics - Hans C. Ohanian

Physics - P.A. Tipler

قانون کولن:



بار مثبت q در میدان است.
نیروی وارد بر بار q_0 از q
متناسب است با:

$$F \propto \frac{q \cdot q_0}{r^2} \Rightarrow F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot q_0}{r^2}$$

$\epsilon_0 =$ گذردهی الکتریکی خلا (permittivity)

$$\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} \text{ (C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2\text{)}$$

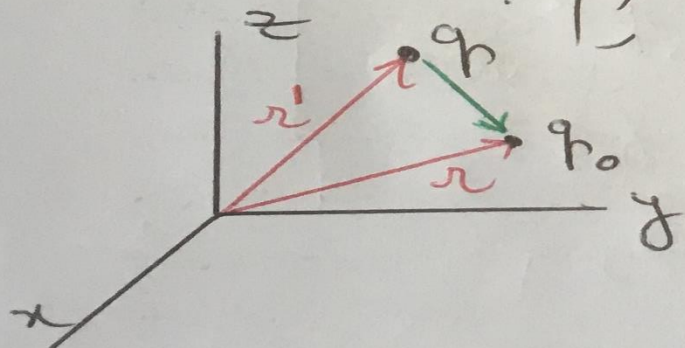
بردار واحد از q_0 به q : \vec{r}

$$\vec{F} = \frac{q \cdot q_0}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r} \Rightarrow \vec{F} = \frac{q \cdot q_0 \cdot \vec{r}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$$

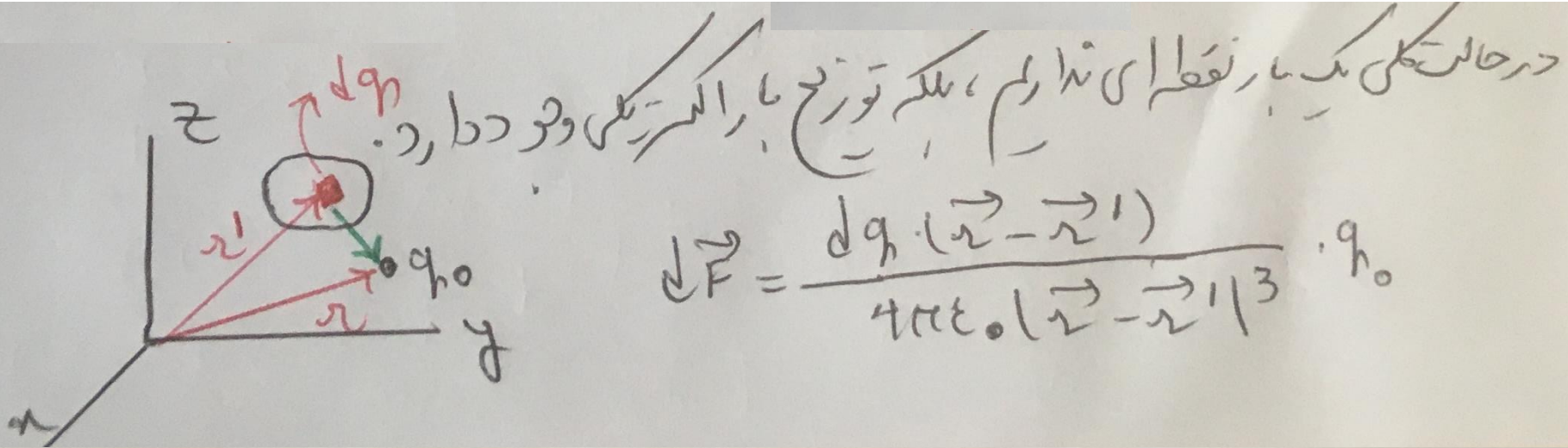
فرم برداری:

در حالت کلی بار مثبت q در میدان است و بار ندارد. داریم:

نیروی وارد بر بار q_0 از طرف بار مثبت q
بها بر است:



$$\vec{F} = \frac{q \cdot q_0 (\vec{r} - \vec{r}')}{4\pi\epsilon_0 |\vec{r} - \vec{r}'|^3}$$



$$\vec{F} = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \int_{\text{توزیع}} \frac{dq (\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3}$$

تعریف میدان الکتریکی:

(توجه کنید که \vec{E} فضایی کوچک است)

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

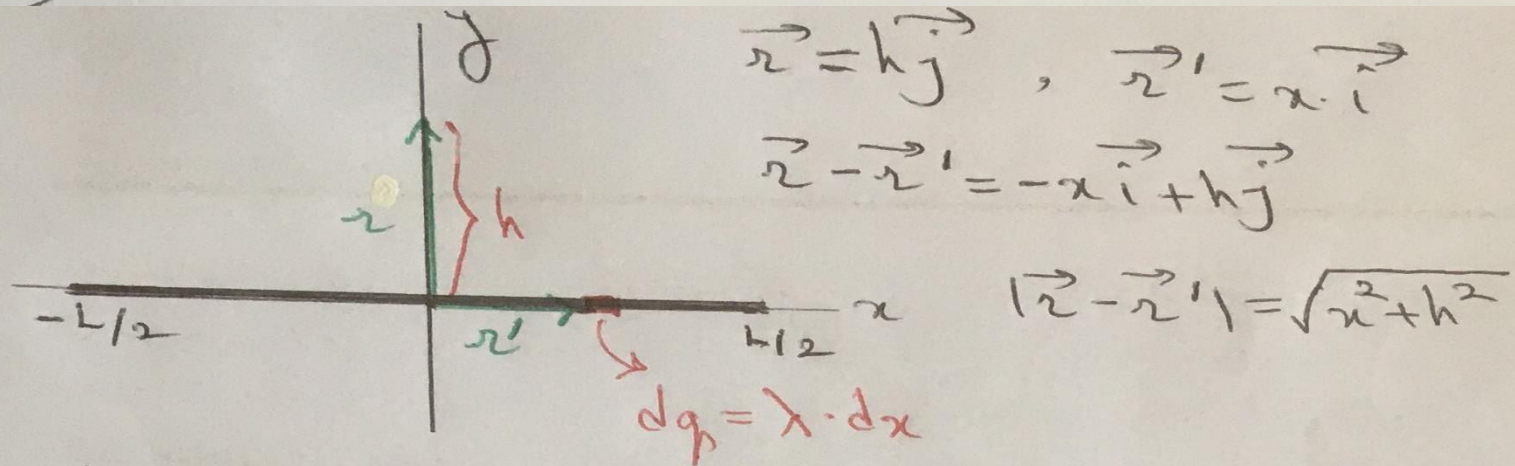
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{(\vec{r} - \vec{r}') \cdot dq}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3}$$

$$dq = \begin{cases} \rho \cdot dV \\ \sigma \cdot dS \\ \lambda \cdot dl \end{cases}$$

توزیع بار حجمی
..... سطحی
..... خطی

۱: گجالی حجمی بار $\frac{C}{m^3}$
۲: سطحی .. $\frac{C}{m^2}$
۳: خطی .. $\frac{C}{m}$

مسئله: بار الکتریکی خطی با چگالی ثابت λ روی مسله عمود نازکی به طول L توزیع شده است. میدان الکتریکی را در نقطه ای واقع بر عمود منصف این مسله و به فاصله h از مسله محاسبه کنید.



$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq(\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \int_{-L/2}^{L/2} \frac{(-x\vec{i} + h\vec{j}) \cdot dx}{(x^2 + h^2)^{3/2}}$$

$$\Rightarrow \vec{E} = \underbrace{\frac{-\lambda}{4\pi\epsilon_0} \vec{i} \int_{-L/2}^{L/2} \frac{x \cdot dx}{(x^2 + h^2)^{3/2}}}_{\text{صفر}} + \frac{\lambda \cdot h}{4\pi\epsilon_0} \vec{j} \int_{-L/2}^{L/2} \frac{dx}{(x^2 + h^2)^{3/2}}$$

$$\Rightarrow \vec{E} = \frac{\lambda \cdot h}{4\pi\epsilon_0} \vec{j} \cdot \frac{1}{h^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + h^2}} \Big|_{-L/2}^{L/2} \Rightarrow \vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 h} \cdot \frac{L}{\sqrt{L^2 + 4h^2}} \vec{j}$$

حالت خاص 1: سیمه ضریب است. $(L \rightarrow \infty)$

$$\Rightarrow \vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 h} \vec{J} \Rightarrow E_y = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 h}$$

حالت خاص 2: فاصله h در مقایسه با طول سیمه ضریب زیاد است. $(h \gg L)$
 (می‌توان برای نقاط دور) $\Rightarrow \frac{L}{2h} \ll 1$ $\Rightarrow 2h \gg L$ یا $(h \gg L)$

$$E_y = \frac{\lambda \cdot L}{2\pi\epsilon_0 h} \cdot \frac{1}{2h \left(1 + \frac{L^2}{4h^2}\right)^{1/2}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 h^2} \left(1 + \frac{L^2}{4h^2}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

یعنی در نقاط دور است، سیمه با بردار محدود می‌ماند
 یک بار نقطه‌ای است، می‌توان گفت که کل بار آن یعنی Q در مرکز سیمه متمرکز شده است.
 $\Rightarrow E_y \approx \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 h^2}$